

Stratigraphie du Crétacé en relation avec les formations qui l'encadrent dans l'unité de Nantbellet (= nappe inférieure *sensu lato* de la klippe de Sulens) Haute-Savoie, France

par Jean CHAROLLAIS (1), Jean ROSSET (2), Robert BUSNARDO (3),
Hélène MANIVIT (4), Jürgen REMANE (5)

RESUMÉ – Le Crétacé de l'unité de Nantbellet, qui correspond à la nappe inférieure (*sensu lato*) de la klippe de Sulens, fait l'objet d'une révision stratigraphique basée sur l'étude des céphalopodes, des foraminifères, des calpionelles et de la nannoflore. Entre la « barre tithonique » et les formations de l'Eocène (Calcaires marneux plaquetés et Flysch), les auteurs définissent trois formations séparées par des discontinuités sédimentaires :

- la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnocalcaires schistoïdes : Berriasien-Barrémien ;
- la formation grés-glaucconieuse : Bédoulien-Cénomanién inférieur ;
- la formation des calcaires sublithographiques : Turonien supérieur-Santonien.

En conclusion, l'évolution paléogéographique de l'unité de Nantbellet est esquissée de la fin du Jurassique à l'Eocène supérieur.

ABSTRACT – A stratigraphic revision of the Cretaceous of the unit of Nantbellet, which belongs to the Lower Sulens nappe, based on the faunas of ammonites, foraminifera and calpionellids and on nannofloras is presented here. Between the "Tithonian cuesta" and the Eocene (represented by shaly limestones and flysch) three stratigraphic complexes, separated by sedimentary discontinuities, are defined :

- the alternations of mottled micritic limestones with shaly calcareous marls : Berriasian-Barremian ,
- the sandy-glaucconitic complex : Bedoulian-Lower Cenomanian ;
- the sublithographic limestones . Upper Turonian-Santonian.

Finally, the outlines of the paleogeographic evolution of the unit of Nantbellet from the end of the Jurassic to Late Eocene times are given.

(1) Département de Géologie et Paléontologie, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4.

(2) Facultés catholiques de Lyon, 25, rue du Plat, 69002 Lyon.

(3) Département des Sciences de la Terre, 15-43, bd du 11 Novembre, 69622 Villeurbanne, et Centre de Paléontologie stratigraphique et Paléoécologie, associé au C.N.R.S.

(4) Laboratoire de Micropaléontologie, B.R.G.M , B.P. 6009, 45018 Orléans.

(5) Institut de Géologie, rue Emile-Argand, 2000 Neuchâtel.

KURZFASSUNG. – In der Einheit von Nantbellet, die zur unteren Decke der Klippe von Sulens gehört, wurde die Stratigraphie der Kreide anhand der Cephalopoden-, Foraminiferen- und Calpionellenfaunen sowie der Nannofloren revidiert. Zwischen dem "Tithonstufenrand" und dem Eozan (vertreten durch Kalkschiefer und Flysch) lassen sich drei stratigraphische Komplexe definieren, die durch Diskontinuitäten getrennt sind :

- die Wechsellagerungen mikritischer Fleckenkalke mit schieferigen Mergelkalken : Berriasien-Barrême,
- der sandig-glaukonitische Komplex : Bédoulien-Untercenoman;
- die sublithographischen Kalke : Oberturon-Santon.

Abschliessend wird die palaeogeographische Entwicklung der Einheit von Nantbellet von Ende Jura bis zum Obereozan skizziert.

I.	INTRODUCTION	16	V.2. <i>Conclusions paléontologiques</i>	76
II.	STRATIGRAPHIE DU BORD OCCIDENTAL DE L'UNITÉ DE NANTBELLET	19	V.3. <i>Etudes des discontinuités stratigraphiques</i>	77
	II.1. <i>Coupe de la Chaise</i>	19	V.4. <i>Evolution paléogéographique</i>	78
	II.2. <i>Coupe du torrent sous les prés de Nantbellet</i>	30	VI. BIBLIOGRAPHIE	80
	II.3. <i>Coupe du chemin de St Ferréol à Nantbellet</i>	33		
	II.4. <i>Coupe dans la région de Guillon</i>	39		
	II.5. <i>Corrélations stratigraphiques</i>	44		
III.	STRATIGRAPHIE DU BORD MÉRIDIONAL DE L'UNITÉ DE NANTBELLET	47		
	III.1. <i>Coupe de la route du col de l'Epine, en amont du virage 827 m</i>	47		
	III.2. <i>Coupes de la route du col de l'Epine entre Brassoudes et le pont 730 m</i>	52		
	III.3. <i>Coupe du torrent sous le chalet de l'Epine</i>	57		
	III.4. <i>Corrélations stratigraphiques</i>	59		
IV.	STRATIGRAPHIE DU BORD NORD-ORIENTAL DE L'UNITÉ DE NANTBELLET	61		
	IV.1. <i>Coupe d'un ravin sous le Freu</i>	61		
	IV.2. <i>Coupe entre la Tête d'Orsière et les chalets de l'Arbarète</i>	63		
	IV.3. <i>Coupe d'un ravin entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète</i>	64		
	IV.4. <i>Coupe dans la région du Macheux</i>	66		
	IV.5. <i>Corrélations stratigraphiques</i>	69		
V.	CONCLUSIONS GÉNÉRALES	71		
	V.1. <i>Description des différentes formations</i>	71		

I. INTRODUCTION

La klippe de Sulens est constituée de huit unités tectoniques selon J. ROSSET, J. CHAROLLAIS, M. TOUMARKINE, H. MANIVIT, J.-J. CHATEAUNEUF et H. SCHAUB (1976); le terme d'unité tectonique étant défini comme « une entité de dimension kilométrique composée d'une ou plusieurs formations lithologiques; celle-ci peut correspondre tectoniquement à une nappe, à une écaille, à un diverticule ou à un olistolithe ». L'une d'entre elles correspond à la « nappe inférieure » (*sensu lato*) de L. MORET (1934) : c'est l'unité de Nantbellet qui représente l'élément allochtone le plus étendu de la partie méridionale du synclinal de Thônes (fig. 1). Elle comporte des terrains tertiaires et une série mésozoïque dont le Crétacé avait déjà fait l'objet d'une note préliminaire (J. CHAROLLAIS, J. ROSSET et R. BUSNARDO, 1970). Cette étude jointe à une cartographie détaillée avait conduit ses auteurs à distinguer 6 formations au Crétacé, à mettre en évidence une transgression bédoulienne et à caractériser deux provinces de sédimentation.

Depuis 1970, des recherches et des relevés se sont poursuivis dans l'unité de Nantbellet et particulière-

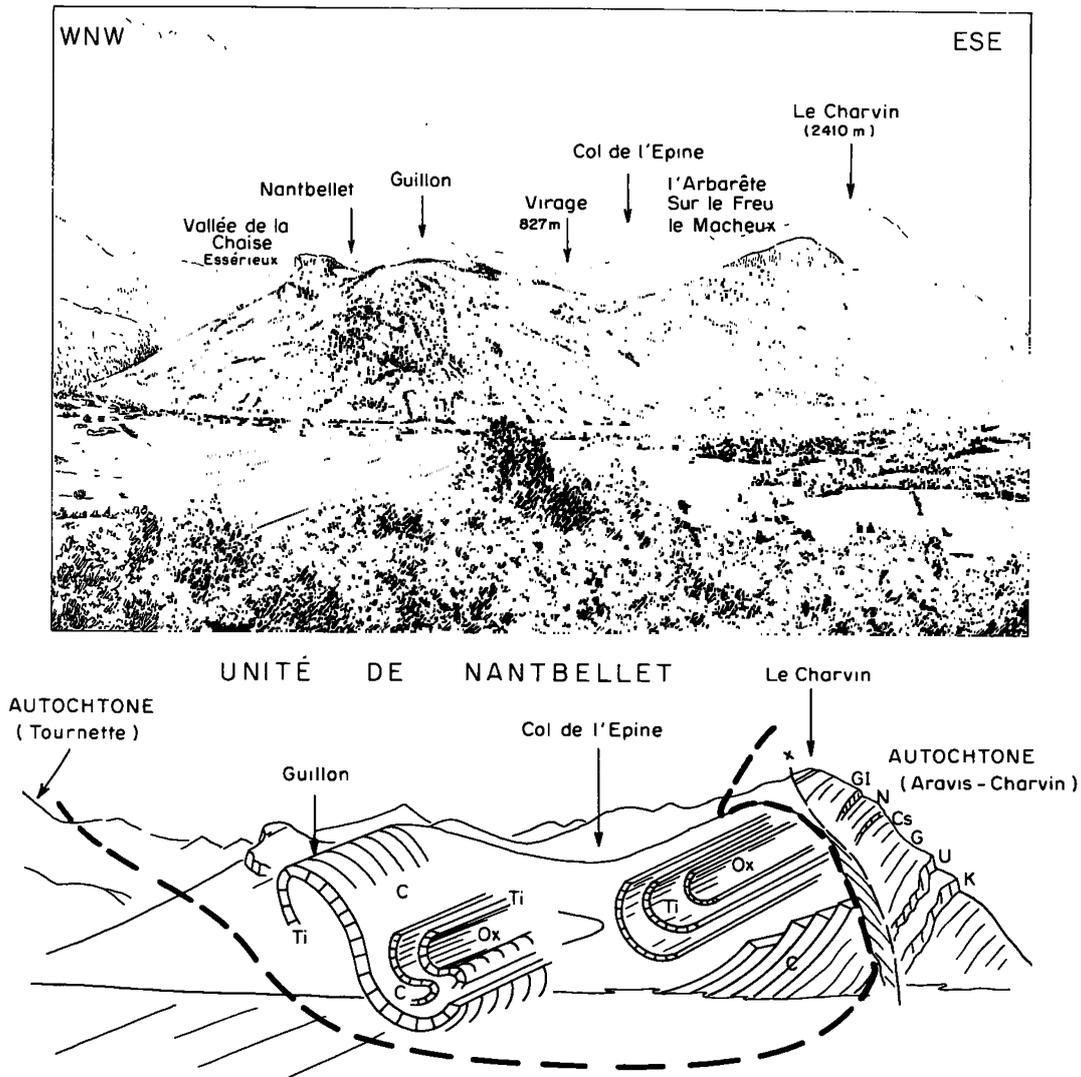


Fig 1. - Vue sur la partie méridionale de la klippe de Sulens, depuis la région de Faverges (en haut, panorama; en bas, interprétation tectonique de l'unité de Nantbellet).

Autochtone (Aravis-Charvin): K = Kieselkalk (Hauterivien); U = calcaires urgoniens (Barrémien-Aptien inférieur); G = Gault (Albien-Cénomannien); Cs = calcaires sublithographiques (Turonien-Campanien); N = formations d'âges éocène moyen et supérieur; GI = Grès intermédiaires (Eocène supérieur-Oligocène inférieur ?).

Unité de Nantbellet: Ox = marnes d'âge oxfordien; Ti = calcaires tithoniques; C = formations d'âge crétacé

ment sur ses terrains d'âge crétacé. De nombreuses données paléontologiques sont venues s'ajouter à de nouvelles observations sur le terrain et en laboratoire*; aussi, est-il possible d'actualiser le travail à caractère préliminaire que J. CHAROLLAIS, J. ROSSET

* Plus de 600 échantillons ont été examinés pour cette étude.

et R. BUSNARDO avaient présenté en 1970, sur le Crétacé de la nappe inférieure de la klippe de Sulens. La publication d'aujourd'hui comprendra donc la description pétrographique et paléontologique détaillée de nombreuses coupes. Il nous a paru judicieux de présenter cette publication à caractère surtout analytique indépendamment de la monographie générale sur le synclinal de Thônes que rédigent actuellement J. ROSSET et J. CHAROLLAIS

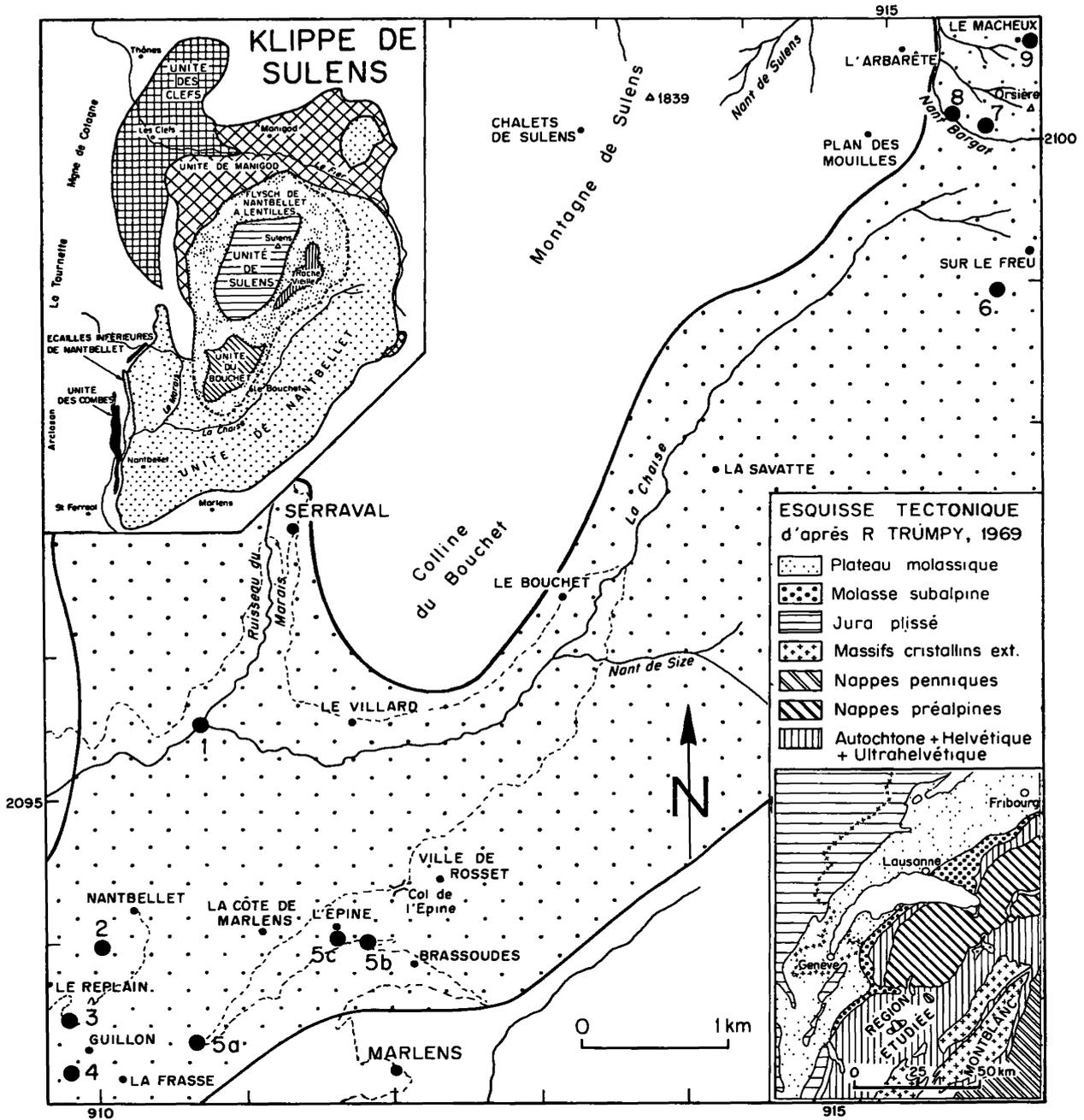


Fig. 1 bis. - Plan de situation et emplacement des coupes décrites.

- | | |
|---|---|
| <ol style="list-style-type: none"> 1. Coupe de la Chaise. 2. Coupe du torrent sous les prés de Nantbellet. 3. Coupe du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet. 4. Coupes dans la région de Guillon. 5 a. Coupe de la route Marzens - col de l'Épine, en amont du virage 827 m. 5 b. Coupes (A-G) de la route Marzens - col de l'Épine, entre Brassoudes et le pont 730 m. | <ol style="list-style-type: none"> 5 c. Coupe du torrent sous le chalet de l'Épine. 6. Coupe d'un ravin sous le Freu. 7. Coupe entre la Tête d'Orsière et l'Arbarète. 8. Coupe d'un ravin entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète. 9. Coupe dans la région du Macheux. <p>Les tiretés représentent les routes et les chemins.</p> |
|---|---|

La première partie de cette publication est réservée à la description des coupes lithologiques dont la situation géographique est donnée sur la figure 1 bis; celles-ci sont toutes décrites de bas en haut. Afin d'éviter une énumération fastidieuse de tous les bancs relevés dans chaque coupe, nous les avons regroupés par niveaux. L'analyse lithologique et paléontologique de chaque coupe est suivie par des interprétations stratigraphiques et sédimentologiques; pour décrire les ensembles de faciès compris entre la « barre tithonique » des auteurs et les « calcaires sublithographiques » (Crétacé supérieur), nous employons les vocables « Alternances inférieures », « Gréso-glaucouneux inférieur », « Alternances supérieures » et « Gréso-glaucouneux supérieur » suivant que ces alternances de calcaires fins et de marnocalcaires schistoïdes ou que ces faciès gréso-glaucouneux se situent à la partie inférieure ou supérieure des coupes, en dehors de toute considération d'ordre chronostratigraphique. Ces appellations ne correspondent pas toujours à des formations lithostratigraphiques au sens où J. CHAROLLAIS, J. ROSSET et R. BUSNARDO l'entendaient dans leur publication de 1970. En effet, ce n'est qu'à la fin de nos recherches qu'est apparu le caractère lenticulaire (et diachrone) de certains termes lithologiques jusqu'alors considérés comme constants dans l'espace et dans le temps par les auteurs précités et par leurs prédécesseurs. Le tableau (p. 20) rend compte de l'évolution de la terminologie lithostratigraphique et des attributions chronostratigraphiques, au cours des dernières années. La colonne de droite se rapporte à la nomenclature adoptée dans ce travail, d'une part (portion gauche de la colonne) pour définir des ensembles de faciès regroupant les niveaux décrits macro- et microscopiquement (nomenclature lithologique), d'autre part (portion droite de la colonne) pour définir les unités lithostratigraphiques correspondant à des ensembles sédimentaires (nomenclature lithostratigraphique).

Les coupes lithologiques observables sur le terrain se répartissent en trois zones géographiques :

- sur le bord occidental de l'unité de Nantbellet : du N au S, coupes de la Chaise, de la région de Nantbellet et des environs du Guillon;
- sur le bord méridional de l'unité de Nantbellet : coupes de la région du col de l'Épine;
- sur le bord nord-oriental de l'unité de Nantbellet : du S au N, coupes dans la région du Freu, sous la Tête d'Orsière, près des chalets de l'Arbarète et dans la région du Macheux.

A la suite de la description détaillée des coupes de chacune de ces trois zones, des corrélations seront

présentées et commentées, permettant ainsi de suivre l'évolution des faciès soit parallèlement, soit perpendiculairement aux axes tectoniques. Il sera alors possible de définir provisoirement, dans chacune de ces trois zones, des formations et d'étudier leur composition pétrographique et leur âge.

Enfin, le dernier chapitre de cette étude est consacré à la comparaison des différentes « formations » à l'échelle de toute l'unité de Nantbellet, à leur composition lithologique et faunistique et à leur datation. Malheureusement, dans l'unité de Nantbellet, il ne nous a pas été possible de suivre rigoureusement les règles du code de nomenclature internationale et c'est pourquoi nous ne définirons pas formellement de formations étant donné qu'elles n'affleurent généralement que partiellement dans chaque coupe et que les effets de la tectonique sont partout importants. Enfin, une esquisse d'évolution paléogéographique du bassin est tentée entre le Tithonique et l'Eocène.

Les auteurs ont bénéficié de l'aide bienveillante de Madame C. CARON (Fribourg) et de MM. J.-J. CHATEAUNEUF (Orléans), G. LE HEGARAT (Lyon), O. MACSOTAY (Lyon), H. J. OERTLI (Pau) et R. SCHROEDER (Tubingen) pour les déterminations des foraminifères planctiques du Crétacé moyen et supérieur, des associations palynologiques tertiaires, des berriasellidés, des bivalves, des ostracodes et des orbitolines.

II. STRATIGRAPHIE DU BORD OCCIDENTAL DE L'UNITÉ DE NANTBELLET

II.1. Coupe de la Chaise.

A la hauteur du confluent du torrent du Marais (coord. : 909, 52/95,03), le torrent de la Chaise traverse une partie de la série mésozoïque et le flysch de l'unité de Nantbellet. Une coupe (fig. 2) a été relevée dans le lit du torrent, bien qu'elle présente quelques accidents tectoniques et de nombreuses lacunes surtout dans sa partie supérieure. L'intérêt de cette coupe réside dans sa situation géographique (extrémité septentrionale de la partie la plus externe de l'unité de Nantbellet) et dans la variété des faciès.

TERMINOLOGIE STRATIGRAPHIQUE DE LA MAPPE INFERIEURE DE LA KLIPPE DE SULENS (= MAPPE INFERIEURE SENSU LATO)		TERMINOLOGIE STRATIGRAPHIQUE DE L'UNITE DE NANTBELLET (= MAPPE INFERIEURE SENSU LATO)	
DOMAINE OCCIDENTAL		DOMAINE ORIENTAL	
REGION DE NANTBELLET		REGION DE NANTBELLET	
J. CHAROLLAIS, H. MANIVIT, M. MOULLADE, J. ROSSET, M. TOMARKINE (1975)		J. CHAROLLAIS, M. TOMARKINE, J. ROSSET, R. BUSNARDO, H. MANIVIT, J.-J. CHATEAINEUF & H. SCHAUB (1974)	
J. CHAROLLAIS, J. ROSSET & R. BUSNARDO (1970)		NOMENCLATURE LITHOLOGIQUE LITHOSTRATIGRAPHIQUE	
Formation M1 (Schistes gréseux marno-micacés)	Formation M1 (Schistes gréseux marno-micacés)	Formation des calcschistes	Calcaires marneux plaquetés
Formation G2 (Grès glauconieux)	Formation G2 (Grès glauconieux)	Formation des calcaires sublithographiques	Calcaires sublithographiques
Formation A2 (Alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes)	Formation A2 (Alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes)	Alternances de biomictrites tachetées à Radioiaires et de marnes schisteuses ; quelques lentilles de calcaires urgoniens	Alternances supérieures
Formation A1 (Alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes avec nombreux niveaux gréseux)	Formation A1 (Alternances de calcaires fins tachetés et marnes schistoïdes avec un niveau gréseux)	Formation de calcaires gréséo-glauconieux	Gréséo-glauconieux inférieur
"Barre tithonique"	"Barre tithonique"	Alternances de biomictrites tachetées à Radioiaires et de marnes schisteuses	Alternances inférieures
"Barre tithonique"	"Barre tithonique"	Formation de calcaires gréséo-glauconieux	Formation des alternances de calcaires avec membres gréséo-glauconieux

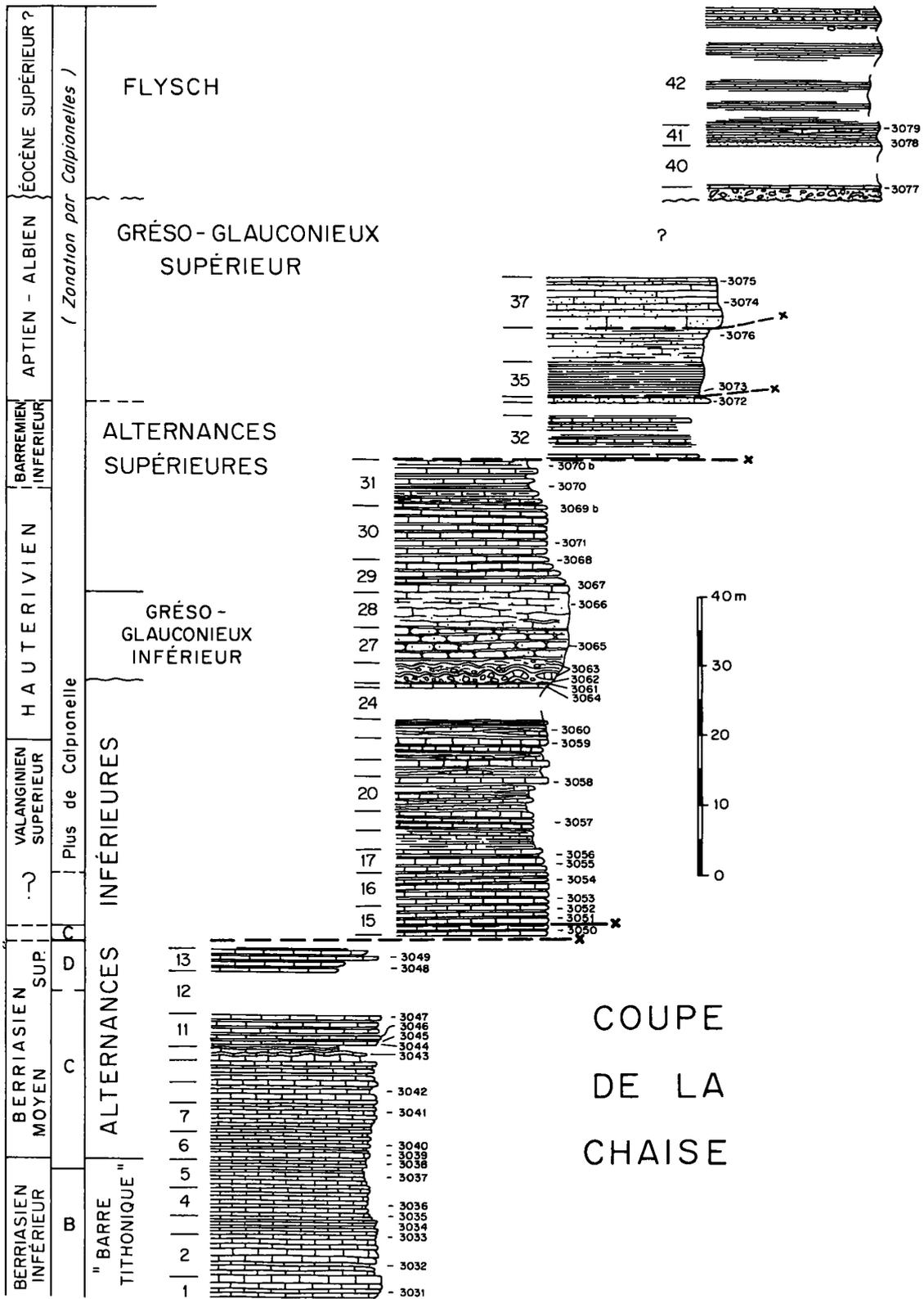


Fig. 2. - Coupe lithologique relevée dans le lit du torrent de la Chaise.

II.1.1. DESCRIPTION DE LA COUPE (fig. 2) (*).

« *Barre tithonique* ».

Niv. 1 : 3 m

(3031) Bancs de 0,10 à 0,20 m à la base, de 0,50 m à 1 m au sommet, de calcaires* fins beige clair, à patine crème.

- * Biomicrites (wackestone) à radiolaires (F);
Globochaete alpina (R); calpionelles (F) :
Calpionella alpina LORENZ (F),
Crassicollaria parvula REMANE (R),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (R),
Remaniella cadischiana (COLOM) (R).

Niv. 2 : 6 m

(3032-3033) Bancs de 0,20 m à 0,40 m avec joints onduleux, de calcaires* fins à patine crème. Débris d'ammonites (R), d'**Aptychus** (R).

- * Biomicrites (wackestone) à radiolaires (R);
Globochaete alpina (RR); **Spirillina sp.** (RR), **Lenticulina sp.** (RR); calpionelles (F) :
Calpionella alpina LORENZ (F),
Calpionella sp. (RR),
Crassicollaria parvula REMANE (R),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (R),
Remaniella cadischiana (COLOM) (RR).

Niv. 3 : 3,50 m

(3034-3035) Bancs de 0,10 m, à joints onduleux, nombreux diastèmes, de calcaires* fins, beiges. Débris d'ammonites.

- * Biomicrites (mudstone à wackestone) à radiolaires (R);
Globochaete alpina (RR); **Spirillina sp.** (RR), **Lenticulina sp.** (RR); calpionelles (F) :
Calpionella alpina LORENZ,
Calpionella elliptica CADISCH,

(*) Les numéros entre parenthèses correspondent aux échantillons de la collection CHAROLLAIS déposés à la Section des Sciences de la Terre de Genève (sauf les macrofossiles conservés au Département des Sciences de la Terre de Lyon, avec leur numéro entre crochets).

Suivant que les fossiles sont abondants, fréquents, rares ou très rares, ils sont suivis par les abréviations A, F, R, ou RR. Dans la description de la coupe de la Chaise et dans celle de la route du col de l'Épine en amont du virage 827 m (III.1.1.), les fréquences des calpionelles ne sont pas toujours mentionnées puisqu'elles sont reportées partiellement sur les fig. 3 et 10.

Calpionella sp.,
Crassicollaria parvula REMANE,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Remaniella cadischiana (COLOM).

Niv. 4 : 4 m

(3036) Bancs de 0,20 à 0,30 m à joints peu onduleux, avec quelques diastèmes, de calcaires* fins à patine gris-bleu. **Aptychus**.

- * Biomicrites (wackestone) en partie silicifiées à radiolaires (R-F); calpionelles (F) :
Calpionella alpina LORENZ,
Calpionella elliptica CADISCH,
Calpionella sp.,
Crassicollaria parvula REMANE,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Remaniella cadischiana (COLOM).

Niv. 5 : 4 m

(3037-3038) Bancs de 0,10 à 0,20 m, avec quelques diastèmes, de calcaires* fins à patine gris-bleu.

- * Biomicrites (wackestone) à radiolaires (R-F);
Globochaete (RR); **Spirillina sp.** (RR); débris d'échinodermes; calpionelles (F) :
Calpionella alpina LORENZ,
Calpionella elliptica CADISCH,
Calpionella sp.,
Crassicollaria parvula REMANE,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Remaniella cadischiana (COLOM).

Alternances inférieures.

– *Alternances mal marquées.*

Niv. 6 : 4 m

(3039-3040) A la base, 2 bancs de calcaires* fins à patine crème; au-dessus, alternances de bancs de 0,30 m de calcaires* fins à cassure gris-bleu et de niveaux de 0,30 m plus marneux, schistoides.

- * Biomicrites (wackestone) à radiolaires (R-F); textularidés (RR); débris d'échinodermes (RR); calpionelles (F) :
Calpionella alpina LORENZ,
Calpionella elliptica CADISCH,
Calpionella sp.,
Crassicollaria parvula REMANE,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Remaniella cadischiana (COLOM).

Niv. 7 : 4 m

(3041) Alternances moins bien marquées qu'au niveau 6 de bancs de calcaires * fins et de calcaires marneux plus schistoides.

* Biomicrites (mudstone) à calpionelles (F) :

Calpionella alpina LORENZ,
Calpionella elliptica CADISCH,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa ? (COLOM),
Remaniella cadischiana (COLOM).

Niv. 8 : 3 m

(3042) Bancs de 0,50 m (séparés par de fins niveaux plus plaquetés) de calcaires * fins tachetés à patine gris-bleu.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires (F) ;

Lenticulina sp. (RR) ; calpionelles (F) :
Calpionella alpina LORENZ,
Calpionella elliptica CADISCH,
Calpionella sp.,
Crassicollaria parvula REMANE,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa (COLOM),
Remaniella cadischiana (COLOM).

Niv. 9 : 4 m

Identique au niveau 8, mais séparé par un joint bien visible.

Niv. 10 : 2 m

(3043) Zone ± couverte avec quelques bancs de calcaires * fins à patine gris-bleu ; convolutes.

* Biomicrites (wackestone) très peu quartzieuses, bioturbées à radiolaires (R) ;

Spirillina sp. (RR) ; débris d'échinodermes (RR) ; calpionelles (F) :

Calpionella alpina LORENZ,
Calpionella elliptica CADISCH,
Calpionella sp.,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa (COLOM).

- *Alternances peu marquées.*

Niv. 11 : 4 m

(3044-3047) Alternances de bancs de 0,20 à 0,30 m de calcaires * fins à patine gris-bleu et de bancs de calcaires marneux ** schistoides.

* Biomicrites (wackestone) parfois peu pyriteuses à radiolaires (R-F) ;

Lenticulina sp. (RR), **Spirillina sp.** ; débris d'échinodermes (RR) ; calpionelles (R-F) :

Calpionella alpina LORENZ,
Calpionella elliptica CADISCH,
Calpionella sp.,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa (COLOM),
Remaniella cadischiana (COLOM).

** Nannoflore correspond à la zone à **Calcicalathina oblongata** avec en plus :

Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,
Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI,
Conusphaera mexicana TREJO,
Nannoconus colomi (KAMPTNER) BRÖNNMANN,
Nannoconus sp. 2.,
Nannoconus sp. 3.

Niv. 12 : 6,50 m.

Zone couverte.

Niv. 13 : 3 m

(3048-3049) Alternances ± couvertes par la végétation de bancs de 0,20 à 0,30 m de calcaires * fins, tachetés à patine gris-bleu et de niveaux de 0,10 m de calcaires marneux schistoides.

* Biomicrites (wackestone) parfois bioturbées ; débris d'échinodermes (R-F), d'**Aptychus** (R) ; foraminifères (RR) dont **Spirillina sp.** ; calpionelles (F) :

Calpionella alpina LORENZ,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa (COLOM),
Remaniella cadischiana (COLOM),
Calpionellopsis sp.,
Calpionellopsis simplex (COLOM),
Calpionellopsis oblonga (CADISCH).

Niv. 14 : 2 m

Zone couverte masquant une faille.

- *Alternances bien marquées.*

Niv. 15 : 4 m

(3050) Alternances bien marquées surtout au sommet, de bancs de 0,20 à 0,30 m de calcaires * fins tachetés à patine gris-bleu à brunâtre et de niveaux de 0,10 à 0,20 m de marnocalcaires ** schistoides à patine gris-brunâtre ; prédominance des bancs calcaires. Plan de faille vers la base du niveau.

- * Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses, par endroit très peu quartzes (1 %), bioturbées. Radiolaires (R-F); débris d'échinodermes (R); ostracodes (R); **Aptychus** (R); **Spirillina sp.** (RR); à la base, calpionelles (R-F) :

Calpionella alpina LORENZ (RR),
Calpionella elliptica CADISCH (RR),
Calpionella sp. (RR),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (RR),
Tintinnopsella longa (COLOM) (RR).

- ** Nannoflore identique à celle du niveau 11, avec en plus :

Discorhabdus biradiatus (WORSLEY) THIERS TEIN,
Parhabdolithus splendens (DEFLANDRE) NOEL.

Nannoconus nombreux et bien conservés.

Niv. 16 : 5 m

(3053-3054) Alternances de bancs de 0,20 m à 0,40 m de calcaires * fins tachetés à patine gris-bleu et de bancs de 0,10 à 0,20 m de calcaires marneux schistoïdes; prédominance de bancs calcaires; passage brusque entre les bancs alors que, dans les alternances sous-jacentes, le passage était graduel.

- * Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses à radiolaires (F); calpionelles (RR); **Spirillina sp.** (RR).

Niv. 17 : 3 m

(3055-3056) Alternances de bancs de 0,10 à 0,30 m de calcaires * fins, tachetés et de niveaux minces à la base, plus épais au sommet, de marnocalcaires ** schistoïdes; proportion égale entre les calcaires et les marnocalcaires.

A la base : **Bochianites neocomiensis** D'ORB. (A).
Teschenites sp.
Neolissoceras grasi D'ORB.
Ptychophylloceras sp. D'ORB.

Au sommet : **Bochianites neocomiensis** D'ORB. (A).
Teschenites sp.
Phylloceras thetys D'ORB.

- * Biomicrites (wackestone) très peu ferrugineuses à radiolaires (F).

- ** Nannoflore comprenant l'association de la zone à **Calcicalathina oblongata**; cependant, la fréquence des représentants des différentes espèces diminue, notamment diminution de :

Crucillipsis cuvillieri (MANIVIT) THIERS TEIN,
Speetonia colligata (BLACK).

Présence de **Micrantholithus obtusus** STRADNER. **Nannoconus** moins nombreux que dans les niveaux sous-jacents.

Niv. 18 : 3 m

Alternances mal marquées de calcaires tachetés et de bancs mal individualisés de 0,10 à 0,20 m plus marneux.

Bochianites neocomiensis D'ORB. (A).
Teschenites cf. neocomiensiformis UHLIG.
Teschenites sp.

Traces de **Neocomitidae** à grosses côtes rappelant les **Dicostella**.

Phyllopachyceras infundibulum D'ORB. (A).

Niv. 19 : 2,40 m

(3057) Alternances de bancs de 0,20 à 0,40 m de calcaires fins tachetés et de bancs de 0,10 à 0,20 m de calcaires marneux * schistoïdes, prédominance des bancs calcaires.

- * Apparition, dans la nannoflore, de rares **Lithraphidites bollii** (THIERSTEIN); diminution progressive des **Nannoconus**.

Niv. 20 : 5 m

(3058) Alternances mal marquées de bancs lenticulaires de 0,10 m de calcaires marneux tachetés et de niveaux de 0,10 à 0,30 m de marnocalcaires schistoïdes avec lamines planes parallèles et convolutées; au sommet, banc de 0,30 m de calcaires * fins tachetés.

Bochianites neocomiensis D'ORB. (moins abondant que dans le niveau 18).
Teschenites sp.
Belemnites.

- * Biomicrites (wackestone) très peu ferrugineuses à radiolaires (F); **Lenticulina sp.** (RR).

Niv. 21 : 1,10 m

Alternances de bancs calcaires marneux schistoïdes et de niveaux lenticulaires de 0,10 m mal individualisés, plus calcaires; au sommet, bancs de 0,20 à 0,30 m de calcaires fins tachetés.

Niv. 22 : 3 m

(3059) Identique au niveau 21, avec débris d'ammonites au sommet.

Biomicrites peu ferrugineuses à radiolaires (A-F); ostracodes (RR).

Niv. 23 : 2,80 m

(3060) Identique au niveau 21, sans banc calcaire au sommet.

Bochianites neocomiensis D'ORB. (R).
Leopoldia sp. ind.
Phyllopachyceras infundibulum D'ORB.

Dans les calcaires marneux, **Lenticulina sp.** (RR) et une nannoflore dont l'association est identique à celle du niveau 19, avec disparition de **Calcicalathina oblongata** et raréfaction des **Nannoconus**; les **Micrantholithus obtusus** ainsi que les **Cretarhabdus** sont assez nombreux.

Niv. 24 : 5 m

Zone couverte.

Niv. 25 : 0,30 m

(3061 ; 3064) Banc de calcaires * fins tachetés; débris d'ammonites.

* Biomicrites bioturbées ferrugineuses à radiolaires (A-F); débris d'échinodermes (RR); ostracodes (RR); textularidés (RR), **Spirillina sp.** (RR).

Gréso-glauconieux inférieur.

Niv. 26 : 3 m

(3062-3063) « Slump » avec galets de calcaires * fins, tachetés, arrondis, atteignant la taille d'un melon, emballés dans un calcaire marneux ** schistoïde; nombreuses convolutes (pl. 1, fig. 2).

A la base, banc lenticulaire de calcaires *** gréseux.

* Galets biomicritiques (wackestone à packstone) parfois pyriteux à radiolaires (F); dans certains galets, calpionelles (RR); **Tintinnopsella carpathica** (MURGEANU & FILIPESCU); **Spirillina sp.** (RR).

** Ciment microsparitique argileux très peu quartzueux (2 %) pyriteux (3 %), très peu glauconieux (moins de 1 %); spicules de spongiaires (F); foraminifères (R-F) dont **Citaella sp.**, textularidés.

*** Banc lenticulaire microsparitique argileux peu gréseux (5 à 10 %; Ø moy. 0,05 mm), peu ferrugineux, très peu glauconieux (1 %); très rares cristaux idiomorphes de dolomite. Spicules de spongiaires (R); textularidés (F); **Citaella sp.** (R).

Niv. 27 : 5 m

(3065) Alternances de bancs de 0,15 à 0,30 m de calcaires * gréseux à patine gris-bleu sombre et de bancs de 0,10 m de marnocalcaires gréseux schistoïdes.

* Microsparites quartzueuses (15 %; Ø moy. 0,05 mm), peu argileuses, peu ferrugineuses, très

peu glauconieuses (< 1 %); très rares cristaux idiomorphes de dolomite. Spicules de spongiaires (F); débris d'échinodermes (RR); textularidés (F), **Citaella sp.** (R).

Niv. 28 : 5 m

(3066) Bancs mal individualisés de calcaires * gréseux à patine gris-bleu sombre.

* Biomicrites quartzueuses (15 %; Ø moy. : 0,06 mm), peu ferrugineuses, peu argileuses, très peu glauconieuses (1 %); rares cristaux idiomorphes de dolomite.

Spicules de spongiaires (F); débris d'échinodermes (RR); textularidés (R-F).

Alternances supérieures.

Niv. 29 : 5 m

(3067-3068) Alternances de bancs de 0,40 à 0,50 m de calcaires * fins tachetés et de bancs de 0,10 à 0,20 m de calcaires marneux ** schistoïdes à lamines planes parallèles; au sommet, prédominance des calcaires marneux à lamines, avec par endroits des convolutes; joints onduleux; contact brusque avec le niveau sous-jacent (niveau 28).

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses à radiolaires (F); débris d'**Aptychus** (RR) et d'échinodermes (RR).

** Biomicrites identiques aux précédentes, mais plus argileuses.

Niv. 30 : 7,50 m

(3069; 3069 b; 3071) Alternances mal marquées de bancs de 0,40 à 0,60 m de calcaires * fins tachetés et de niveaux de 0,10 à 0,20 m de marnocalcaires ** schistoïdes, passage progressif entre ces deux faciès.

Au milieu : **Crioceratites gr. nolani** KILIAN.
Phylloceras gr. thetys D'ORB.
Spitidiscus sp. juv.

Au sommet : **Crioceratites gr. duvali** (LEV.).
Aptychus (non **angulocostatus**).

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses bioturbées.

Radiolaires (F); débris d'échinodermes (RR); textularidés (RR), **Lenticulina sp.** (RR).

** Nannoflore comprenant :

Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD).

Hayesites bulbus THIERSTEIN (R).

Lithastrinus septentrionalis STRADNER (R).

Tegumentum stradneri THIERSTEIN.

Nannoconus colomi disparaît complètement; apparition de **Nannoconus bucheri** BRÖNNIMANN.

Niv. 31 : 7 m

(3070; 3070 b) Bancs mal individualisés de 0,20 à 0,30 m de calcaires marneux et de niveaux marnocalcaires * schistoides.

Au sommet : **Phylloceras** sp.

Trace de forme lisse rattachable soit à **Barremites** sp., soit à **Plesiospitidiscus** sp.

* Dans les marnocalcaires, disparition des coccolithes; radiolaires (F); débris d'échinodermes (RR).

Niv. 32 : 7 m

Zone ± couverte par la végétation et les éboulis avec petits affleurements d'alternances du même type que celles du niveau 31.

A la base, plan de faille.

Niv. 33 : 1 m

Zone couverte.

Gréso-glauconieux supérieur.

Niv. 34 : 0,30 m

(3072) Banc (limité au sommet par un plan de faille) de calcaires * gréso-glauconieux avec 1 diastème.

* Microsparites quartzes (15 %; Ø moy. : 0,09 mm), glauconieuses (5 à 7 %), peu ferrugineuses, peu dolomitiques; glauconitisation. Spicules de spongiaires (F); foraminifères (R) dont textularidés, **Hedbergella** sp. ? (RR).

Niv. 35 : 5 m

(3073) Marnocalcaires * gréso-glauconieux schistoides gris noirâtre.

* Nannoflore très pauvre : seuls, quelques **Watznaeria barnesae** (BLACK); peu de **Nannoconus**.

Niv. 36 : 5 m

(3076) Calcaires * marneux gréso-glauconieux très schistoides disposés, vers le haut, en bancs mal individualisés de 0,20 m; terriers et pistes.

* Biomicrites argileuses peu quartzes (5 %; Ø moy. : 0,08 mm), peu glauconieuses (5 %), peu ferrugineuses. Spicules de spongiaires (F); débris d'échinodermes (RR); **Hedbergella** sp. (F).

Les coccolithes sont rares et brisés, les **Nannoconus** très rares. Présence de **Chiastozygus litterarius** (GORKA) MANIVIT et de **Lithastrinus floralis** STRADNER.

Niv. 37 : 7 m

(3074-3075) Bancs de 1,50 (à la base) de 0,30 à 0,50 m (au sommet) de calcaires * gréso-glauconieux formant paroi; plan de faille entre les niveaux 36 et 37.

Structures en chenal.

* Biomicrosparites quartzes (20 %; Ø moy. : 0,1 mm), peu glauconieuses (10 %), très peu ferrugineuses (3 %); très rares cristaux idiomorphes de dolomite.

Spicules de spongiaires (R-F); débris d'échinodermes (RR); foraminifères (R) dont textularidés.

Niv. 38 : épaisseur indéterminée

Zone couverte et tectonisée avec quelques affleurements (limités par des plans de faille) de calcaires ± marneux gréso-glauconieux, ± schistoides avec nodules plus calcaires atteignant la taille d'un œuf de pigeon.

Flysch.

Niv. 39 : 2 m (pl. 3, fig. 3)

(3077) Conglomérat grossier à la base, plus fin au sommet avec blocs (de l'ordre du mètre) à faciès appartenant à ceux des Alternances inférieures, du Gréso-glauconieux inférieur (?), des Alternances supérieures (?), du Gréso-glauconieux supérieur, des Calcaires sublithographiques.

Microfaciès des galets :

- biomicrites à calpionelles et radiolaires,
- microsparites gréso-glauconieuses,
- biomicrites à **Heterohelix** sp.,
- biomicrites à **Globotruncana** bicarénées du groupe **lapparenti**,
- quartz et quartzites.

Ciment sparitique à Nummulites (F), **Discocyclusina** sp. (F), **Actinocyclusina** sp. (RR), **Chapmanina gasinensis** (SILVESTRI), **Eofabiana cassis** (OPPENHEIM), foraminifères benthiques indéterminés (F); corallinacées (F); nombreux stylolites et phénomènes de dissolution.

Niv. 40 : 6 m

Zone couverte.

Niv. 41 : 3 m

(3078-3079) Marnocalcaires très quartzes micacés schistoides avec banc de 0,40 m de grès (quartz : 50 %; Ø moy. : 0,08 mm), micacé (10 %; muscovite et biotite), peu feldspathique (5 %), peu ferrugineux à ciment calcaire; lamines planes parallèles;

lentilles et galets de biomicrites à radiolaires et calpionelles (= éléments allochtones provenant du remaniement des Alternances inférieures).

Niv. 42 : 17 m (pl. 3, fig. 1, 2, 4, 5)

(3080) Marnocalcaires quartzeux micacés très schistoïdes à débris de foraminifères rares et mal conservés (*Nodosaria* sp., globigérines); ce niveau couvert par la végétation renferme : – des galets, atteignant la taille d'un melon, de biomicrites à spicules de spongiaires et à débris de foraminifères (Tertiaire ?); – des bancs lenticulaires microconglomératiques * aux faciès identiques à ceux du niveau 39.

- * Microconglomérats à ciment marnocalcaire quartzo-miacacés ferrugineux à débris de corallinacées (F), de bryozoaires (F) à nummulites (F), *Discocyclina* sp. (F), *Heterostegina* sp., *Operculina* sp., cf. *Pellatispira madaraszii* VON HANTKEN, cf. *Gyroidinella magna* LE CALVEZ, foraminifères benthiques indéterminés (F); nombreux galets de :
- biomicrites à radiolaires (= faciès des Alternances inférieures ou des Alternances supérieures);
 - biomicrites à radiolaires et calpionelles (= faciès des Alternances inférieures et du Tithonique);
 - microsparites grésoglaucnieuses (= faciès du Grésoglaucnieux inférieur ou du Grésoglaucnieux supérieur);
 - biomicrites grésoglaucnieuses à *Rotalipora* sp. (faciès non observé dans le Grésoglaucnieux supérieur);
 - biomicrites à *Globotruncana* bicarénées du groupe *lapparenti* (= faciès des Calcaires sublithographiques);
 - microsparites gréseuses à pellets;
 - quartz et quartzites.

II.1.2. REMARQUES SUR LES FAUNES DE CALPIONELLES (fig. 3).

Deux faits ont rendu difficile une évaluation quantitative systématique des associations de calpionelles : tout d'abord, leur rareté qui résulte d'un taux élevé de sédimentation provoquant une « dilution » des faunes pélagiques, et ensuite la discontinuité des coupes de terrain due aux nombreux accidents tectoniques empêchant de suivre l'évolution des faunes sur une longue période. Cependant, deux coupes ont présenté un certain intérêt :

- la coupe de la Chaise (fig. 2) nous a permis d'étudier les associations de calpionelles (fig. 3) depuis

le sommet du Tithonique (zone B) jusqu'au Berriasien moyen (passage D 1/D 2) avec seulement une petite lacune d'observation à la limite des zones C et D;

- la coupe de la route du col de l'Épine, en amont du virage 827 m (III.1.2.; fig. 9) renferme une microfaune riche en calpionelles et caractéristique du Berriasien supérieur (sous-zone D 2 et D 3) (fig. 10).

Dans la coupe de la Chaise, les échantillons 3031 et 3032 présentent une telle prédominance de *Calpionella alpina* que même sans une analyse quantitative, leur attribution à la zone B ne fait aucun doute. La présence de petites formes à côté de la variété sphérique de taille moyenne caractéristique du Tithonique supérieur, démontre que ces échantillons doivent être situés près de la limite Tithonique/Berriasien, ou même dans le Berriasien basal. Cette attribution chronostratigraphique est confirmée par la présence de rares petites *Remaniella cadischiana* (éch. 3031) et de quelques *Crassicollaria parvula* accompagnées de petites *Tintinnopsella carpathica* (éch. 3031 et 3032).

Le sommet de la « barre tithonique » (jusqu'à l'échantillon 3038) renferme une succession de faunes à calpionelles tout à fait identique à celle qui s'observe au Berriasien inférieur, dans les chaînes subalpines (REMANE, 1963, 1964) :

- *Calpionella* sp., forme intermédiaire entre *Calpionella alpina* et *Calpionella elliptica*, fait son apparition;
- *Calpionella elliptica* reste très rare;
- *Tintinnopsella carpathica*, assez fréquente, augmente en nombre en même temps qu'apparaissent les grandes formes caractéristiques du Crétacé inférieur.

La limite entre les zones B et C a été placée dans le niveau 5, entre les échantillons 3037 et 3038, là où les grandes formes de *Tintinnopsella carpathica* prédominent; c'est le début de l'expansion rapide de cette espèce dont la fréquence relative dépasse pratiquement toujours celle du genre *Calpionella* (à partir de l'éch. 3040).

La partie basale des Alternances inférieures renferme jusqu'à la lacune d'affleurement (niv. 12) des faunes correspondant parfaitement à celles de la zone C en fosse vocontienne (REMANE, 1963, 1964; LE HEGARAT & REMANE, 1968). Cette zone se caractérise par la prédominance quasi-constante de *Tintinnopsella carpathica*, la rareté de *Calpionella elliptica* qui, cependant, subsiste toujours, et par l'apparition de *Tintinnopsella longa* vers la partie supérieure (éch. 3043 à 3047).

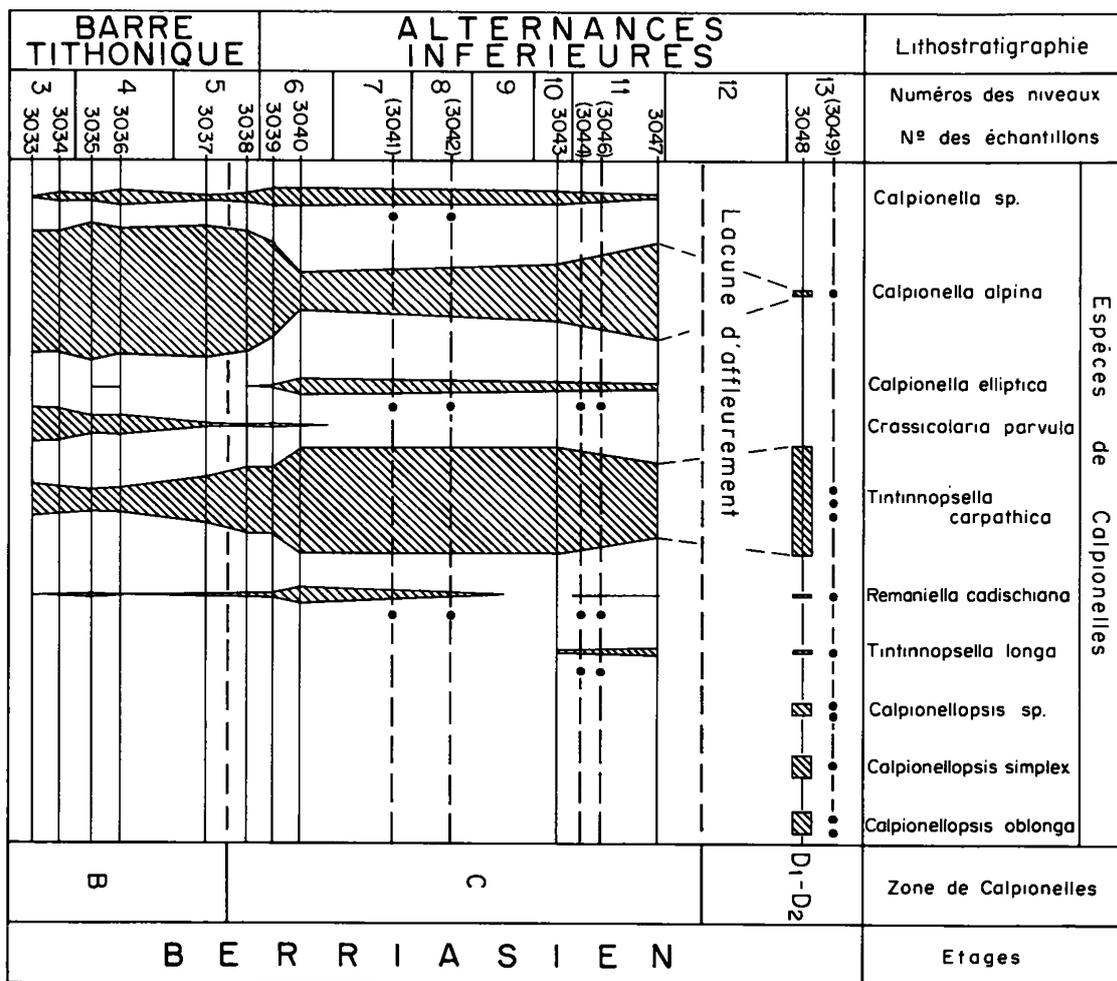


Fig. 3. - Succession des faunes de calpionelles au Berriasien inférieur-moyen, dans la coupe de la Chaise. La largeur des traits indique la fréquence relative des espèces. Pour les échantillons, dont le numéro est marqué entre parenthèses, seule une analyse qualitative a été faite; les espèces rares observées dans ces conditions sont représentées par un point.

La limite entre les zones C et D tombe dans la zone couverte du niveau 12; en effet, l'association de calpionelles de l'échantillon 3048 se situe au passage de la sous-zone D 1 et de la sous-zone D 2 puisqu'elle se compose de *Calpionellopsis oblonga*, de *C. simplex* et de nombreuses formes de transition entre ces deux espèces (*Calpionellopsis sp.*); *Calpionella alpina* devient très rare. L'échantillon 3049 présente les mêmes caractères.

II.1.3. STRATIGRAPHIE.

Les faciès décrits dans le torrent de la Chaise peuvent se grouper en six ensembles lithologiques :

1. « Barre tithonique » (niveaux 1 à 5). Cette formation relevée sur une vingtaine de mètres est composée de petits bancs de biomicrites dont les associations de calpionelles sont caractéristiques de la zone B (Berriasien inférieur).

2. *Alternances inférieures* (niveaux 6 à 25). L'épaisseur de ces niveaux est difficile à évaluer, car les lacunes d'observation masquent probablement des accidents tectoniques; c'est certainement le cas entre les niveaux 13 et 15. On peut cependant admettre une épaisseur dépassant 65 m. Lithologiquement, les alternances, très mal visibles à la base, deviennent progressivement mieux marquées vers le haut.

La base des Alternances inférieures renferme une nannoflore et des associations de calpionelles appartenant aux zones C et D (Berriasien moyen et supérieur). La zone C (niveau 15) réapparaît au-dessus de la zone D (niveau 13) par suite d'un accident tectonique difficilement décelable sur le terrain (niveau 14). Il semble donc que la partie des Alternances inférieures attribuables au Berriasien moyen atteignent une épaisseur proche de 35 m. Les associations de calpionelles caractéristiques du Berriasien supérieur n'ont pas été reconnues; il faut admettre soit qu'un écaillage tectonique parallèle à la stratification, mal visible à l'affleurement, sépare le niveau 15 à calpionelles (zone C) du niveau 17 dont l'association de céphalopodes est valanginienne, soit que les dépôts du Berriasien supérieur (voire du Valanginien inférieur) ont été démantelés et arrachés lors d'un glissement sous-marin, comme le démontre le faciès conglomératique du Grésoglaucouneux inférieur décrit ci-dessous. Nous optons ici pour la première hypothèse.

Le sommet des Alternances inférieures (niveaux 18 à 25) a fourni des ammonites caractéristiques du Valanginien supérieur (niveaux 18 et 20) et de l'Hauterivien basal (niveau 23). Dans la coupe du torrent de la Chaise, la partie des Alternances inférieures déposée au Valanginien supérieur atteint donc une puissance de 10 à 15 m.

3. *Grésoglaucouneux inférieur (niveaux 26 à 28)*: 13 m. Cet ensemble forme une paroi que le torrent du Marais franchit en cascade. A la base, le conglomérat correspond à une coulée de pente sous-marine (slump) dans laquelle sont emballés des éléments calcaires atteignant la taille d'un melon et provenant du démantèlement de la formation sous-jacente puisque certains galets renferment quelques *Tintinnopsella carpathica* de la grande variété qu'on trouve depuis le Berriasien moyen (zone C) jusqu'au Valanginien inférieur (zone E). Le ciment calcaire marneux renferme de nombreux spicules de spongiaires et des foraminifères tels que *Citaella sp.*

Dans la partie moyenne et supérieure du Grésoglaucouneux inférieur, les faciès calcaires comprennent environ 15% de quartz détritique fin (environ 0,05 mm de diamètre); ils sont caractérisés par l'abondance des spicules de spongiaires et la présence de *Citaella sp.*

Dans le Grésoglaucouneux inférieur, nous n'avons trouvé aucun céphalopode; d'autre part, les faciès sont trop détritiques pour que la nannoflore y soit conservée. Les foraminifères ne sont représentés que par des formes sans valeur chronostratigraphique tel-

les que les textularidés ou à extension mal définie telles que *Citaella sp.* Dans ces conditions, il n'est possible d'attribuer un âge hauterivien au Grésoglaucouneux inférieur qu'à partir des datations des niveaux sus- et sous-jacents.

4. *Alternances supérieures (niveaux 29 à 33)*. Comme pour les Alternances inférieures, la puissance est difficile à évaluer vu que la partie sommitale des Alternances supérieures comporte des lacunes d'observation et des signes d'accidents tectoniques évidents. Cet ensemble de niveaux observable sur une trentaine de mètres est constitué par une alternance de bancs de calcaire fin tachetés et de minces niveaux plus marneux, schistoïdes. Ici, les calcaires prédominent plus encore que dans les Alternances inférieures.

Des ammonites de l'Hauterivien *s.l.* ont été reconnues dans la partie moyenne des Alternances supérieures; quelques mètres plus haut, la nannoflore est typique du Barrémien inférieur.

En conclusion, il faut attribuer à l'Hauterivien le Grésoglaucouneux inférieur ainsi que la base des Alternances supérieures; elles continuent au Barrémien inférieur et peut-être au-delà, car le sommet des Alternances supérieures n'a pu être daté faute d'arguments paléontologiques.

5. *Grésoglaucouneux supérieur (niveaux 34 à 38)*. Cette formation visible sur une vingtaine de mètres est affectée par de nombreux accidents tectoniques; de plus, d'importantes lacunes d'observation empêchent de reconnaître l'ordonnance originelle des faciès et d'évaluer la puissance de la formation. Celle-ci est constituée de calcaires et de marnocalcaires où le quartz (15 à 20 %) est généralement plus grossier (\varnothing moy. : 0,08 à 0,1 mm) que dans le Grésoglaucouneux inférieur. Les spicules de spongiaires sont fréquents et les foraminifères sont représentés, outre les textularidés, par des formes planctoniques telles que *Hedbergella sp.*, Ces formes et la nannoflore (avec notamment *Lithastrinus floralis* et *Chiastozygus litterarius*) ont permis d'attribuer à l'Aptien inférieur à moyen les affleurements visibles de la formation grésoglaucouneuse supérieure, dont la base est en contact tectonique avec les Alternances supérieures.

6. *Flysch (niveaux 39 à 42)*. Cette formation visible sur 28 m débute par un conglomérat de base dont les éléments, à la base d'ordre métrique, proviennent du démantèlement des cinq ensembles lithologiques sous-jacents en plus d'autres faciès absents dans la région de la Chaise mais connus ailleurs dans l'unité de Nantbellet tels que les Calcaires sublithographiques ou les Calcaires grésoglaucouneux à rotalipores.

Au-dessus du conglomérat de base, le flysch se compose de deux termes : des marnocalcaires quartzo-miacés schistoides et des grès fins micacés et feldspathiques ; dans ce flysch, s'intercalent des niveaux lenticulaires microconglomératiques caractérisés par des nummulites, des orbitoïdés et des algues de l'Eocène supérieur probable.

II.1.4. SÉDIMENTOLOGIE

L'évolution sédimentologique de la coupe relevée dans le torrent de la Chaise est difficile à interpréter du fait des accidents tectoniques et des lacunes d'observation. Cependant, la succession des faciès permet de reconstituer approximativement l'histoire du bassin de sédimentation.

Du Berriasien à l'Hauterivien, des calcaires puis des alternances de calcaires et de marnocalcaires se déposent en milieu profond (bassin et talus) et probablement accidenté topographiquement. Des glissements synsédimentaires se traduisent par la présence de convolutes dans certains niveaux (niveaux 10, 20).

A l'Hauterivien, un slump important amène, dans la région de la Chaise, des blocs d'âge berriasien moyen à supérieur et valanginien inférieur. Ce slump, issu probablement d'un haut-fond voisin, est accompagné d'apports de quartz détritique dont la faible granulométrie témoigne d'une source lointaine. Ce conglomérat pourrait correspondre à une coulée de blocs dans un cañon sous-marin.

A la fin de l'Hauterivien et au Barrémien inférieur, le régime de sédimentation redevient identique à celui qui a régné entre le Berriasien et l'Hauterivien ; les apports et les associations biologiques sont de même type.

Entre le Barrémien inférieur et l'Aptien inférieur, nous ne disposons pas d'informations. En revanche, de l'Aptien inférieur à l'Albien, se déposent dans la région de la Chaise, apparemment en milieu circo-littoral inférieur, des faciès carbonatés comportant des arrivées parfois assez importantes de quartz détritique. Ces apports terrigènes s'étalent en suivant de petits chenaux dont plusieurs sont bien observables dans la coupe du torrent de la Chaise.

Une transgression peut être mise en évidence à l'Eocène supérieur grâce à la présence, à la base du flysch, d'un conglomérat « de base », granogradué, polygénique à éléments locaux en majorité. Ce flysch comprend des arrivées turbiditiques (microconglomérats à nummulites et corallinacées) constituées de

matériel issu d'une plate-forme qui serait probablement à rechercher à la limite des domaines helvétique et ultrahelvétique.

II.2. Coupe du torrent sous les prés de Nantbellet.

Sous les prés de Nantbellet, une coupe (fig. 4) est facilement observable dans un ravin (coord. Lambert : 910/94), entre la cote 860 m (base du niveau 1) et l'altitude 905 m ; l'intérêt de cette coupe provient

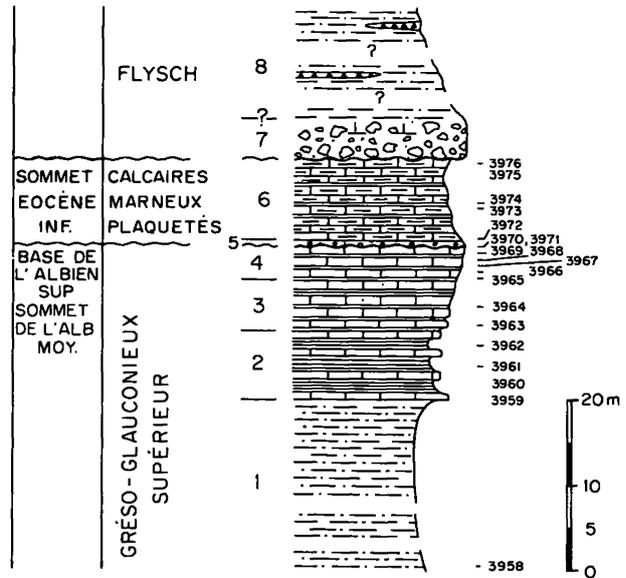


Fig. 4. - Coupe lithologique relevée dans le lit d'un torrent sous les prés de Nantbellet.

du fait qu'elle permet d'étudier dans de bonnes conditions une formation (formation des calcaires marneux plaquetés) qui apparaît très tectonisée le long du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet et qui a été complètement érodée dans tout le reste de l'unité de Nantbellet (CHAROLLAIS, MANIVIT, MOULLADE, ROSSET, TOUMARKINE, 1975*).

(*) Dans cette note de 1975, les auteurs parlaient de « Formation des Calcschistes » ; nous lui préférons le nom « formation des calcaires marneux plaquetés », car cette formation n'a subi aucun métamorphisme, ce que pourrait laisser croire le terme « calcschiste ».

II.2.1. DESCRIPTION DE LA COUPE.

Gréso-glauconieux supérieur.

Niv. 1 : 20 m

(3958) Marnocalcaires schistoides à patine brunâtre, très peu quartzeux et glauconieux ; niveau en partie recouvert par la végétation.

A la base :

Haplophragmoides globosus (OZO),
Lenticulina sp. gr. gibba (D'ORB.),
Cytherella parallela (REUSS) (probable).

Niv. 2 : 8 m

(3959-3962) Alternances de bancs calcaires * de 0,25 m et de bancs marnocalcaires ** schistoides de 0,20 à 0,50 m à patine gris-brunâtre.

* Biosparites très peu quartzes (1 %) peu ferrugineuses avec quelques grains de glauconie (moins de 1 %).

Hedbergella sp. (F). Recristallisation intense.

** Marnocalcaires très peu quartzes et glauconieux.

Dorothia pupa (REUSS),
Dorothia cf. oxycona (REUSS),
Lenticulina gibba (d'ORB.),
Pleurostomella fusiformis (REUSS).

Niv. 3 : 6 m

(3963-3965) Alternance de bancs de 0,10 à 0,30 m de calcaires * très peu quartzes et de bancs de 0,70 à 1 m de marnocalcaires schistoides très peu quartzes.

* A la base, microsparites à sparites très peu quartzes (1 à 3 % ; Ø moy. : 0,05 mm), très peu ferrugineuses, très peu glauconieuses (moins de 1 %). **Hedbergella sp.** (R-F). Recristallisation intense.

Au sommet, biomicrites (wackestone) peu argileuses, peu ferrugineuses (5 %), très peu quartzes (1 %), avec quelques grains de glauconie (moins de 1 %) ; lamines planes parallèles. Radiolaires (F) ; **Hedbergella sp.** (R).

Niv. 4 : 4 m.

(3966-3969) Alternances de bancs de 0,10 à 0,15 m calcaires * et de bancs de 0,05 à 0,10 m de marnocalcaires schistoides.

* Biomicrites (wackestone) peu argileuses, peu ferrugineuses (3 à 5 %) très peu quartzes (1 à 2 %), très peu glauconieuses (voisin de 1 %). Radiolaires (F), **Thalmaninella ticinensis** (RR).

Calcaires marneux plaquetés.

Niv. 5 : 0,30 m

(3970-3971) Banc de calcaires * biodétritiques avec galets de calcaires ** fins ravinant le sommet du niveau 4.

* Biomicrites (packstone) à biomicrospartes très peu quartzes (3 à 4 % ; Ø moy. : 0,07 mm) très peu siliceuses (calcédoine : 1 à 2 %), très peu glauconieuses (1 à 3 %).

Débris d'échinodermes (R) ; nummulites (F), **Discocyclina** (R-F), petits foraminifères benthiques du groupe **Rotaliina** (R-F), **Globigerina s.sp.**

** Galets de biomicrites à **Globotruncana** bicarénées du groupe **lapparenti** (Sénonien) de micrites argileuses et ferrugineuses.

Niv. 6 : 10 m

(3072-3976) Calcaire argileux * et marnocalcaires ** schistoides plaquetés à patine grise.

* A la base, biomicrites (wackestone) peu quartzes (10 % ; Ø moy. : 0,1 mm) très peu glauconieuses (2 %), très peu ferrugineuses (3 %), très peu argileuses ; le quartz et la glauconie apparaissent en « trainées » dans les biomicrites. Foraminifères planctiques (F) : **Globigerina sp.**, **Globorotalia sp.**, **Hantkenina sp. ?** (RR).

** Au milieu du niveau, marnocalcaires très peu quartzes avec peu de foraminifères mal conservés dont **Stensioina sp.**

Nannoflore pauvre en coccolithes composée surtout de Discoasters brisés.

L'association palynologique comprend :

Cardosphaeridium microtriaina (KLUMPP) EISENACK,

Cicatricosisporites paradorengensis KRUTZSCH,

Cyclonephelium exuberans DEFLANDRE, COOKSON,

Cyclonephelium pastielsi DEFLANDRE, COOKSON,

Homotryblium pallidum DAVEY, WILLIAMS, **Spiniferites ramosus** (EHRENBERG) LOEBLICH, LOEBLICH,

Wetzeliella articulata EISENACK (A).

Au sommet du niveau, marnocalcaires très peu quartzes (7 % ; Ø moy. : 0,08 mm), très peu glauconieux (1 %), peu ferrugineux (5 %). Spicules de spongiaires (R-F) ; foraminifères (F) dont :

Globigerina inaequispira SUBBOTINA,
Globigerina linaperta FINLAY,

Globorotalia bullbrooki BOLLI,
? Globorotalia cerroazulensis frontosa (SUBBOTINA),
Globorotalia pentacamerata SUBBOTINA,
Globorotalia soldadoensis (BRONNIMANN),
Globorotalia spinuloinflata (BRANDY),

La microflore est riche : le nannoplancton est abondant, les spores sont rares et les pollens absents.

Adnatosphaeridium capilatum DE CONINCK.
Areosphaeridium arcuatum EATON,
Cyclonephelium pastielsi DEFLANDRE, COOKSON,
Deflandrea cf. cornumamillata JAN DU CHENE, CHATEAUNEUF,
Homotryblium pallidum DAVEY, WILLIAMS (A.),
Hystriosphæridium salpingophorum DEFLANDRE (A.),
Hystriosphæridium pseudorecurvatum MORGENROTH,
Oligosphaeridium cf. vasiforme (NEALE, SARJEANT) DAVEY, WILLIAMS,
Surculosphaeridium vestitum (DEFLANDRE) DAVEY *et al.*
Wetzeliiella articulata EISENACK,
Wetzeliiella clathrata EISENACK.

La nannoflore comprend des Discoasters souvent cassés et, particulièrement au sommet du niveau, de nombreux coccolithes peu variés, mais bien conservés. L'association est formée par :

Discoaster barbadiensis TAN SIN HOK,
Discoaster nonaradiatus KLUMPP,
Discoaster multiradiatus BRAMLETTE et RIEDEL (probablement remanié).
Discoaster sublodoensis BRAMLETTE et RIEDEL,
Cyclococcolithus formosus KAMPTNER,
Ericsonia ovalis BLACK,
Zygrhablithus bijugatus DEFLANDRE.

Flysch.

Niv. 7 : 5 m

Niveau bréchiq ue à éléments mal granoclassés de l'ordre du mètre provenant du démantèlement des formations sous-jacentes. Surface de ravinement entre les niveaux 6 et 7.

Au-dessus de ce niveau bréchiq ue qui apparaît en paroi dans le haut du torrent, pointent à travers une importante couverture végétale, quelques affleurements de marnocalcaires schistoides grésomiacés

dans lesquels s'intercalent des niveaux microbréchiq ues à nummulites et discocyclines (niveau 8).

II.2.2. STRATIGRAPHIE.

La coupe décrite ci-dessus permet d'observer trois ensembles lithologiques séparés les uns des autres par des discontinuités stratigraphiques remarquables. Les termes lithologiques étudiés appartiennent au sommet du Grésoglaucouneux supérieur, à la formation des calcaires marneux plaquetés et à la base du Flysch :

1. *Grésoglaucouneux supérieur (niv. 1-4)*. Le sommet de cet ensemble lithologique observé sur 38 m débute par une vingtaine de mètres de marnocalcaires schistoides couverts en partie, au-dessus desquels se développent, sur 18 m, des alternances de bancs calcaires et de bancs marnocalcaires schistoides. Le détritisme est faible puisque le quartz ne dépasse pas 3% ; quant à la glauconie, elle est très rare et atteint à peine 1%. Récemment, le sommet de cet ensemble avait été situé chronologiquement entre la partie supérieure de l'Albien moyen et le Cénomani en inférieur (CHAROLLAIS, MANIVIT, MOULLADE, ROSSET, TOUMARKINE, 1975). Mais, la découverte de *Thalmaninella ticinensis* (détermination CARON, 1977) dans le niveau 4 permet d'attribuer avec certitude le sommet du Grésoglaucouneux supérieur, à l'Albien moyen voire la base de l'Albien supérieur.

2. *Formation des calcaires marneux plaquetés (niv. 5-6)*. Cette formation transgressive est représentée par une dizaine de mètres de calcaires peu argileux et comprend à sa base un niveau décimétrique de microbrèches à éléments locaux (Sénonien) et à ciment riche en nummulites et discocyclines. Le quartz détritique toujours fin est réparti irrégulièrement dans les calcaires marneux ; il en est de même pour la glauconie dont la fréquence est nettement plus faible que celle du quartz. L'association des foraminifères planctoniques, des formes palynologiques et de la nannoflore confère à la formation des calcaires marneux plaquetés un âge éocène inférieur (partie tout à fait supérieure) près de la limite Eocène inférieur/Eocène moyen (= zone NP14 de MARTINI, 1971). Sous les prés de Nantbellet, la formation des calcaires marneux plaquetés ravine le Grésoglaucouneux supérieur. Une lacune importante sépare ces deux formations, puisqu'à des faunes de l'Albien moyen (ou base de l'Albien supérieur) se superposent directement des faunes du sommet de l'Eocène inférieur.

3. *Flysch* (niv. 7). La série essentiellement marno-calcaire schistoïde débute par un conglomérat grossier et très mal classé, particulièrement développé dans cette coupe.

En conclusion, l'intérêt de cette coupe est triple : datation, en cette région du sommet du Gréso-glaucouneux supérieur, lithologie et datation de la formation des calcaires marneux plaquetés, présence d'un conglomérat à la base du Flysch. De plus, cette coupe permet de mettre en évidence, au Tertiaire, deux transgressions marines, probablement précédées de phases tectoniques.

II.2.3. SÉDIMENTOLOGIE.

Du point de vue sédimentologique, on constate un approfondissement de la mer à l'Albien moyen (ou base de l'Albien supérieur); en effet, à cette époque se déposent des biomicrites plus ou moins argileuses où abondent les radiolaires et les foraminifères planctoniques; ces biofaciès correspondent probablement à des dépôts en zone profonde.

Au-dessus, transgresse directement la formation des calcaires marneux plaquetés représentée par des biomicrites plus ou moins argileuses dont le contenu faunistique caractérise un milieu de mer ouverte dont la bathymétrie est difficile à préciser.

A la fin de l'Eocène inférieur, les côtes semblent assez éloignées et les transports assez longs; en effet, la microflore comporte essentiellement du microplancton et se trouve complètement dépourvue de pollen; les spores sont rares. D'autre part, les nombreuses formes de discoasters sont souvent cassées.

Quant au Flysch, il débute par un conglomérat qui ne présente pas les caractères d'une turbidite puisqu'il n'a pratiquement pas de ciment; il pourrait résulter de l'éroulement de falaises, ce qui impliquerait un milieu de dépôt proche du rivage.

II.3. Coupe du chemin de St Ferréol à Nantbellet.

Cette coupe (fig. 5) a été relevée le long du petit chemin qui relie St Ferréol aux fermes de Nantbellet (fig. 6); elle permet d'observer les formations comprises entre la « barre tithonique » et le flysch tertiaire. Déjà mentionnée par MORET (1934), la coupe de Nantbellet a été décrite sommairement par CHAROLAIS, ROSSET et BUSNARDO (1970, p. 10-15); les lacu-

nes d'observation sont importantes et les accidents tectoniques fréquents notamment au sein et au-dessus de la « barre tithonique » et dans les calcaires subliothographiques et les calcaires marneux plaquetés.

La coupe du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet a été relevée en 1968 et complétée, plus tard, par plusieurs campagnes de terrain. Vu le développement du couvert végétal lié au dépeuplement de ces régions, les niveaux, décrits ci-dessous, ne sont plus aussi bien visibles qu'autrefois. D'autre part, en raison des nombreuses lacunes d'observation, nous n'avons pu relever cette coupe banc par banc; c'est pourquoi nous la décrivons, de bas en haut, par ensembles lithologiques (= niveaux), à partir de la cote 800 m.

II.3.1. DESCRIPTION DE LA COUPE (fig. 5).

« Barre tithonique ».

Niv. 1 : 2 m

(2885) Zone couverte avec un banc de calcaires * fins, blanchâtres, très tectonisés.

* Micrites fossilifères (mudstone) très silicifiées à radiolaires (R), saccocomidés (R); faible dolomitisation.

Niv. 2 : 6 m

Zone couverte (accident tectonique probable).

Niv. 3 : 1 m

(2278; 2886) Banc tectonisé de calcaires * fins blanchâtres, se débitant en parallélépipèdes.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires (F), calpionelles (F) :

Calpionella alpina LORENZ prédominante.

Crassicollaria parvula REMANE.

Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU).

Niv. 4 : 3 m

Zone couverte (accident tectonique probable).

Alternances inférieures.

Niv. 5 : 6 m

(2280; 2887-2888) Niveau tectonisé ± couvert composé de bancs de calcaires * fins, gris-blanchâtre, séparés par des plans de faille; sur le haut, présence de minces délits marnocalcaires schistoïdes entre les bancs calcaires fins.

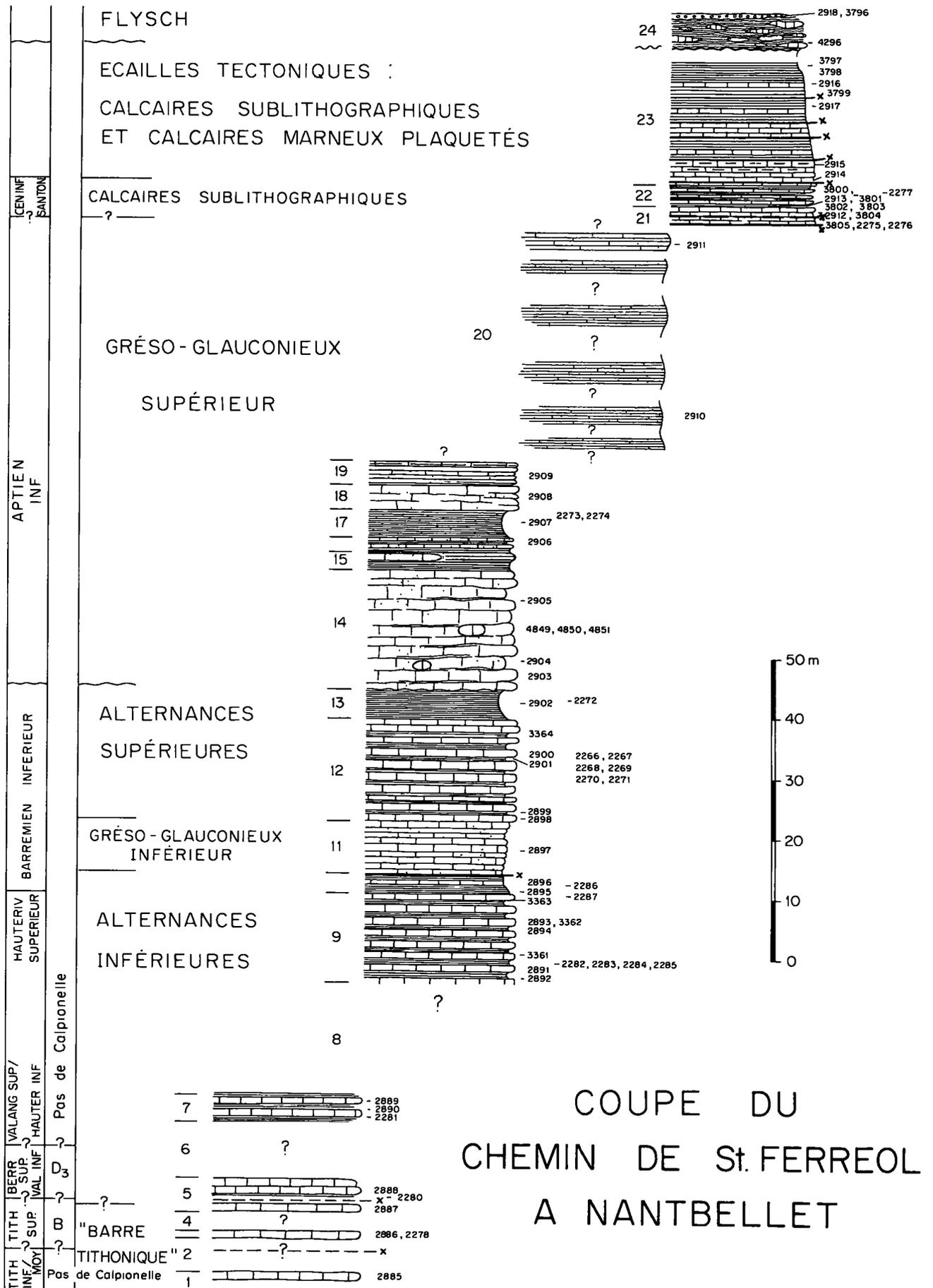


Fig. 5. - Coupe lithologique relevée le long du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet.

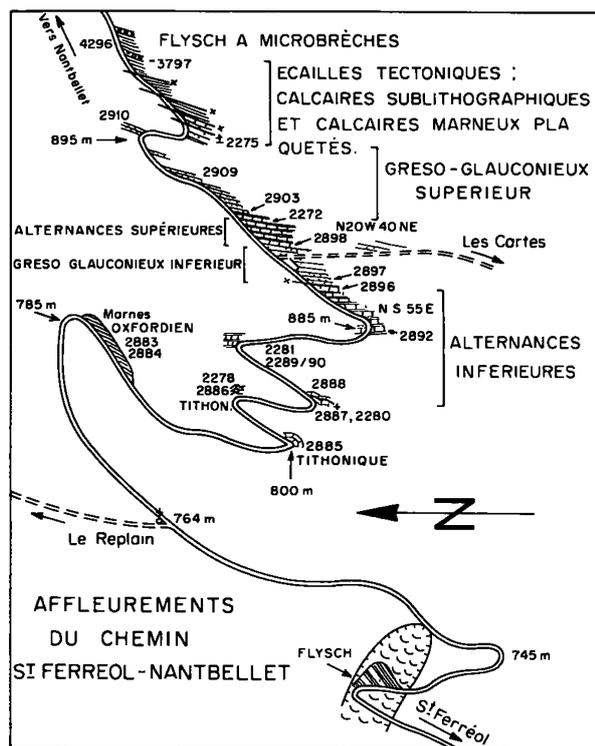


Fig. 6. - Coupe géologique des affleurements le long du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet.
Seuls, quelques numéros d'échantillons ont été reportés pour faciliter le repérage sur la figure 5.

Lamellaptychus sp. gr. mortilleti PICT. & LOR. [85705].

Phylloceras sp. indét. [85705].

Berriasellidé.

Terebratula sp.

* Biomicrites (wackestone) avec, au sommet, passées quartzueuses (5 % ; Ø moy. : 0,05 mm), détritiques et authigènes. Radiolaires (F); foraminifères (RR): **Lenticulina sp.**, **Spirillina sp.**; calpionelles (F):

A la base (2887):

Calpionella alpina LORENZ prédominante.

Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU).

Au sommet (2880, 2888):

Calpionellopsis oblonga (CADISCH).

Lorenziella hungarica KNAUER & NAGY.

Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU).

Niv. 6 : 9 m

Zone couverte.

Niv. 7 : 4 m

(2281; 2889-2890) Alternances de calcaires * fins, tachetés, en bancs de 0,50 m et de minces niveaux marnocalcaires ** schistoïdes; prédominance des bancs calcaires (pl. 1, fig. 1).

Berriasellidae.

* Biomicrites (mudstone) à radiolaires (F).

** Nannoflore : zone à **Calcicalathina oblongata**.

Calcicalathina oblongata (WORSLEY) THIERSTEIN.

Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI.

Micrantholithus obtusus STRADNER.

Parhabdolithus splendens (DEFLANDRE) NOEL (R).

Zygodiscus diplogrammus (DEFLANDRE & FERT).

Niv. 8 : 20 m

Zone couverte.

Niv. 9 : 14 m

(2282-2285; 2891-2894; 3361-3363) Alternances de bancs de 30 à 50 cm de calcaires * fins, tachetés et de niveaux de 10 à 20 cm de marnocalcaires ** schistoïdes; prédominance des bancs calcaires.

A la base (3361):

Acrioceras gr. meriani OOSTER [85749].

Crioceratites gr. ramkrishnei SARKAR [85748].

Crioceratites ?

Phyllopacyceras infundibulum D'ORB. [85707].

Lytoceras subfimbriatum D'ORB. [85746].

Neocomitidés indéterminables.

Lamellaptychus angulocostatus PETERS [85706].

Pseudothurmannia ? [85750].

Au milieu (3362):

Acrioceras cf. meriani OOSTER [85751].

Crioceratites gr. binelli ASTIER [85752].

Pseudothurmannia picteti SARKAR [85753].

Pseudothurmannia cf. angulicostata D'ORB. [88340].

Au sommet (3363):

Lytoceras cf. inaequalicostatum D'ORB. [85754].

* Biomicrites (mudstone) à radiolaires (F), **Spirillina sp.** (RR), **Lenticulina sp.** (RR). Feldspaths authigènes (RR); stylolites fréquents.

** Dans les marnocalcaires, rares foraminifères (**Lenticulina sp.**); abondante nannoflore :

A la base (2892) : zone à **Calcicalathina oblongata** avec diminution de fréquence de nombreuses espèces telles que :

Crucellipsis cuvillieri (MANIVIT) THIERS-TEIN.

Diazomatolithus lehmani NOEL.

Discorhabdus biradiatus (WORSLEY) THIERS-TEIN.

Speetonia colligata BLACK.

Au milieu (2894) : apparition de **Lithraphidites bollii** (THIERSTEIN) et disparition de **Discorhabdus biradiatus** et de **Crucellipsis cuvillieri**. **Micrantholithus obtusus** STRADNER reste assez abondant; **Calcicalathina oblongata** diminue de fréquence.

Présence de quelques **Nannoconus bucheri** BRÖNNIMANN et **Nannoconus wassali** BRÖNNIMANN.

Niv. 10 : 3 m

(2286-2287; 2895-2896) Marnocalcaires * schistoides avec un banc plus calcaire ** fin, tacheté, mal individualisé.

* Dans les marnocalcaires, nannoflore identique à l'éch. 2894 (= niv. 9), mais plus pauvre; les espèces massives telles que les pentalites (**Micrantholithus**) persistent; les formes ornées semblent très mal conservées et souvent absentes.

Quelques **Nannoconus colomi** et **N. kamptneri** BRÖNNIMANN.

** Biomicrites (wackestone) très peu quartzes (1 %) et feldspathiques (1 %), peu ferrugineuses (4 %) à radiolaires (F). Stylolites fréquents.

Gréso-glaucieux inférieur.

Niv. 11 : 9 m

(2897) Bancs de calcaires * marneux gréso-glaucieux ± schistoides gris sombre.

* Microsparites argileuses quartzes (30 %, Ø moy. : 0,08 mm), glaucieuses (5 %), ferrugineuses (6 %).

Spicules de spongiaires (RR); textularidés (RR).

Ce niveau est séparé des Alternances inférieures par un plan de faille apparemment peu important.

Alternances supérieures.

Niv. 12 : 17 m

(2266-2271; 2898-2901; 3364) Alternances de bancs de 20 à 40 cm de calcaires * fins, tachetés et de niveaux de 10 cm de marnocalcaires ** schistoides; prédominance de bancs calcaires.

Au sommet (3364) :

Barremites sp.

Emericiceras sp. gr. thiollierei ASTIER [85755].

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses à radiolaires (F).

** Dans les marnocalcaires, pas de foraminifère, mais nannoflore :

– A la base (2899) : association semblable à l'éch. 2896 (= niv. 10); **Lithraphidites bollii** (THIERSTEIN) est présent mais rare.

Ici, apparaissent les premiers **Nannoconus kamptneri** BRÖNNIMANN.

– Vers le haut (2901) : zone à **Lithraphidites bollii**; présence de **Micrantholithus obtusus** STRADNER, **Braarudosphaera bigelowi** (GRAN & BRAARUD), **Watznaueria barnesae** (BLACK).

Quelques **Nannoconus bucheri**, **Nannoconus kamptneri** BRÖNNIMANN.

Niv. 13 : 5 m

(2272; 2902) Marnocalcaires * schistoides à patine brunâtre.

* Très rares foraminifères dont **Lenticulina sp.** Nannoflore pauvre avec peu d'espèces déterminables : pentalithes brisés; quelques **Watznaueria barnesae** (BLACK); **Nannoconus sp.**

Gréso-glaucieux supérieur.

Niv. 14 : 20 m

(2903-2905; 4849-4851) Bancs mal individualisés avec joints soulignés par des niveaux plus schistoides, de calcaires * gréso-glaucieux schistoides vert sombre. Rares lentilles décimétriques de calcaires fins à radiolaires emballées dans les calcaires gréso-glaucieux schistoides (pl. 1, fig. 4).

* Microsparites quartzes (30 %; Ø moy. : 0,07 mm), glaucieuses (5 %), argileuses, peu ferrugineuses; présence de cristaux idiomorphes authigènes de dolomite. Spicules de spongiaires (R F); débris d'échinodermes (R); foraminifères (R) dont textularidés, **Favusella ? sp.**

Niv. 15 : 3 m

Bancs lenticulaires de calcaires gréso-glaucieux passant verticalement et latéralement à des marnocalcaires gréso-glaucieux schistoides.

Niv. 16 : 2 m

(2906) Alternances de bancs de calcaires * gréseux silicifiés peu glaucieux, peu ferrugineux et de bancs plus marneux et plus schistoides (pl. 1, fig. 3).

* Microsparites quartzes (10 %; Ø moy. :

0,05 mm), siliceuses, glauconieuses et ferrugineuses.

Spicules de spongiaires (F); débris de bryozoaires (RR); foraminifères (F) dont textularidés.

Niv. 17 : 5 m

(2273-2274 ; 2907) Marnocalcaires * gréseux schistoïdes avec passées plus calcaires **.

* Nanoflore assez pauvre; présence de **Micranolithus obtusus** STRADNER et de **Nannoconus kamptneri** BRÖNNIMANN; absence de **Nannoconus colomi** (DE LAPPARENT) KAMPTNER.

** Microsparites quartzieuses à spicules de spongiaires (F); textularidés (R-F).

Niv. 18 : 4 m

(2908) Banc avec diastèmes de calcaires * grésoglaucieux brun-verdâtre sombre (pl. 1, fig. 5).

* Biomicrites quartzieuses (15 %; Ø moy. : 0,09 mm), glauconieuses (6 %), peu ferrugineuses. Spicules de spongiaires (F); débris d'échinodermes (R), de bryozoaires (RR); foraminifères (R) dont textularidés.

Niv. 19 : 4 m

(2909) Marnocalcaires * grésoglaucieux schistoïdes à patine brunâtre.

* Pas de foraminifère et nanoflore pauvre : peu de coccolithes et de **Micrantholithus sp.**; très rares **Nannoconus sp.**, rares **Chiastozygus litterarius** (GORKA) MANIVIT.

Niv. 20 : 40 m

(2910-2911) Zone couverte avec quelques affleurements de marnocalcaires * grésoglaucieux schistoïdes à patine brunâtre.

* Nanoflore identique à celle de l'éch. 2909 (= niv. 19).

Calcaires sublithographiques.

Niv. 21 : 2,50 m

(2275-2276 ; 2912, 3803-3805) Bancs de 20 à 30 cm, avec diastèmes, de calcaires * fins à patine gris-jaunâtre clair avec minces délités marneux ** lenticulaires; le contact entre les niveaux 20 et 21 est tectonisé, ainsi que la partie inférieure du niveau 21.

** A la base :

Radiolaires (F).

Fissurines (F).

Nombreuses Hedbergelles.

Rotalipora ticinensis (GANDOLFI).

Rotalipora appenninica (RENZ).

Gavelinella cf. complanata.

Rotalipora appenninica ssp.

Rotalipora gandolfii LUTERBACHER & PREMOLI-SILVA.

Rotalipora brotzeni (SIGAL).

Discorbidae.

* Au milieu, biomicrites (wackestone) à radiolaires (F).

Globotruncana lapparenti BROTZEN.

Globotruncana tricarinata (QUEREAU).

Hedbergella sp.

Heterohelix sp.

« Grosses globigérines épineuses ».

Niv. 22 : 4 m

(2277 ; 2913) Alternances de bancs de 10 à 20 cm, parfois lenticulaires de calcaires * fins à patine blanchâtre et de niveaux de 5 à 10 cm de marnocalcaires schistoïdes.

* Biomicrites (wackestone/packstone) avec :

Dicarinella concavata (BROTZEN).

Marginotruncana coronata (BOLLI).

Globotruncana lapparenti BROTZEN.

Globotruncana tricarinata (QUEREAU).

Globotruncana cf. ventricosa WHITE.

Heterohelix sp.

« Grosses globigérines épineuses ».

« *Écailles* » de calcaires sublithographiques et de calcaires marneux plaquetés.

Niv. 23 : 23 m

(2914-2917 ; 3797-3802) Zone tectonisée plus ou moins couverte par la végétation avec bancs lenticulaires de calcaires * fins et niveaux marnocalcaires ** schistoïdes, à patine gris-blanchâtre.

Cette zone comprend des « écailles » de biomicrites * à **Globotruncana** bicarénées du groupe **lapparenti** et de biomicrites ** argileuses ferrugineuses, faiblement quartzieuses et glauconieuses, à globigérines.

** A la base, nanoflore composée de formes du Santonien :

Kamptnerius magnificus DEFLANDRE.

Lucianorhabdus cayeuxi DEFLANDRE.

Microrhabdulus decoratus DEFLANDRE.

Micula decussata VEKSHINA.

Tetralithus obscurus DEFLANDRE.

A 5 m de la base :

Chiasmolithus sp.

Discoaster cf. barbadiensis TAN SIN HOK.

Discoaster sp.

A 10 m de la base, nannoflore composée de formes d'âge sénonien que l'on retrouve sur plus de 3 m, avec notamment :

Micula decussata (VEKSHINA).

Watznaueria barnesae (BLACK).

Au sommet, nannoflore tertiaire avec notamment **Reticulofenestra coenura** (REINHARDT).

Flysch.

Niv. 24 : 6 m (pl. 3, fig. 6 ; pl. 4, fig. 4)

(2918 ; 3796 ; 4296) Marnocalcaires grésomiacés schistoïdes avec lentilles conglomératiques composées :

- d'éléments à faciès de la série sous-jacente : formations grésoglaucוניeuses, alternances supérieures et inférieures (?), faciès urgoniens (biosparites à orbitolines) ;
- d'un ciment calcaire avec silicification et stylolithisation très importante.

Débris de corallinacées (F), de bryozoaires (F), d'échinodermes (R-F) ; nummulites (F), discocyclines (F), rotalidés (R), **Asterigerina sp.**

II.3.2. STRATIGRAPHIE.

La coupe du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet permet d'observer 7 termes lithologiques dont il est parfois difficile d'estimer l'épaisseur. En effet, les niveaux 1 à 8 sont recouverts, en partie, par la végétation. De plus, les niveaux 3 et 5 sont caractérisés par la présence de nombreuses calpionelles, alors que 9 mètres plus haut, le niveau 7 en est complètement dépourvu. Il est donc probable qu'un accident tectonique sépare ces deux niveaux. D'autre part, le niveau 23, lui aussi en partie couvert, correspond à une série de plusieurs « écailles » appartenant les unes aux calcaires sublithographiques, les autres aux calcaires marneux plaquetés.

La coupe décrite ci-dessus peut donc se résumer comme suit, de bas en haut :

1. « *Barre tithonique* » (niv. 1 à 5 *pro parte*) ; l'épaisseur de cette formation n'est pas déterminable le long du sentier conduisant à Nantbellet, car les lacunes d'observation et les accidents tectoniques sont trop importants. Les bancs qui affleurent ont pu être attribués, à la base, au Tithonique inférieur à moyen (niveau 1) et, au sommet (niveau 4 ; base du niveau 5) au Tithonique terminal.

2. *Alternances inférieures* (niv. 5 *pro parte*, à 10) ; épaisseur apparente : 55 m. Pour cet ensemble litho-

logique l'épaisseur est douteuse, car les lacunes d'observation (niv. 6 et 8) recèlent probablement des accidents tectoniques comme c'est le cas au sein du niveau 5 où des biomicrites (éch. 2887) à calpionelles (zone B) de la limite Tithonique-Berriasien sont directement en contact avec des biomicrites (éch. 2888) à calpionelles (sous-zone D 3) du Berriasien supérieur. Grâce à l'association des calpionelles, la base des Alternances inférieures (sommet du niveau 5) peut être attribuée avec certitude à la partie sommitale du Berriasien. Au-dessus, le niveau 7 ne renferme plus de calpionelles, mais contient une nannoflore qui se rapporte soit au Valanginien supérieur, soit à l'Hauterivien inférieur. La partie supérieure des Alternances correspond à la base de la zone à **Pseudothurmannia**, puisque les céphalopodes de cette zone ont été récoltés dans la partie médiane du niveau 9. En se basant sur les ammonites, la limite Hauterivien/Barrémien se situerait probablement vers le haut des Alternances inférieures.

3. *Grésoglaucוניeux inférieur* (niv. 11) : 9 m. Ce terme lithologique ne nous a livré aucune faune, ni nannoflore à valeur chronostratigraphique. Il ne peut donc être daté que par les formations qui l'encadrent, ce qui le place à la base du Barrémien inférieur, si toutefois la faille qui l'affecte correspond à un accident peu important, ce que nous pensons.

4. *Alternances supérieures* (niv. 12-13) : 22 m. La nannoflore récoltée à la base de ces Alternances ainsi que sa position stratigraphique lui confèrent un âge barrémien inférieur. Au milieu des Alternances nous avons découvert des céphalopodes typiques du Barrémien inférieur ; malheureusement le sommet s'est révélé stérile.

5. *Grésoglaucוניeux supérieur* (niv. 14-20) ; épaisseur apparente : 78 m. L'épaisseur réelle est difficile à déterminer dans la coupe du chemin de St Ferréol à Nantbellet, car les affleurements sont en partie masqués par la couverture végétale. Nous n'avons trouvé aucun céphalopode. Seule, une nannoflore pauvre et mal conservée présente une valeur chronostratigraphique ; notamment la découverte de **Chiastozygus litterarius**, dans le niveau 19, indique l'Aptien inférieur.

6. *Calcaires sublithographiques* (niv. 21-22) ; épaisseur apparente : 6,50 m. La base tectonisée de cette formation renferme une association de foraminifères planctoniques caractéristiques du Cénomanién inférieur tandis que le sommet, riche également en foraminifères planctoniques et en nannoflore, doit être attribué au Santonien. Cette formation est surmontée par des « écailles » (niveau 23) composée de

niveaux appartenant, soit aux Calcaires sublithographiques, soit à une nouvelle formation bien développée plus au N, la formation des calcaires marneux plaquetés (sommet de l'Eocène inférieur).

7. *Flysch*. Cette formation conglomératique à la base est avant tout silteuse. Des microbrèches à nummulites, discocyclines et algues correspondent probablement à des arrivées distales de turbidites. Ce flysch n'a pu être daté en ce point.

II.3.3. SÉDIMENTOLOGIE.

Du Jurassique supérieur au Valanginien supérieur, il n'est guère facile de retracer l'évolution du bassin de sédimentation dans la région de Nantbellet, en raison du manque d'affleurements; cependant, au Berriasien terminal, les faciès sommitaux du niveau 5 traduisent un régime de bassin profond ou de pied de talus. Ces conditions ont régné jusqu'à la fin de l'Hauterivien et au tout début du Barrémien; à cette époque, des arrivées de quartz détritiques troublent la sédimentation et perturbent momentanément le régime d'alternances qui se poursuit plus tard. A Nantbellet, une lacune de sédimentation pourrait exister entre le Barrémien et l'Aptien inférieur dont les faciès et les faunes correspondent à un milieu probablement circa-littoral inférieur; là encore, il n'est guère possible de savoir, à partir de la coupe du chemin de Nantbellet, jusqu'à quand ce milieu de dépôt persista. D'autre part, la présence de lentilles de biomicrites à radiolaires emballées dans le Grésoglaucconieux supérieur témoigne de glissements de biomicrites à radiolaires provenant probablement du démantèlement des Alternances supérieures. Plus tard, du Cénomaniens inférieur au Santonien, la région de Nantbellet correspond à une mer ouverte profonde car se trouvent associés, à cette époque, radiolaires et foraminifères planctoniques.

A partir du Santonien, les relations entre les formations du Crétacé supérieur et de l'Eocène sont trop perturbées par la tectonique syn- et post-sédimentaire (« écaillés ») pour envisager une interprétation sédimentologique. Quant au faciès flysch, il est aussi difficile de l'analyser sédimentologiquement en ce point car, d'une part, aucune faune ou flore n'y a été découverte et, d'autre part, la relation chronostratigraphique entre les microbrèches à nummulites et la matrice marno-micacée schistoïde n'a pu être établie vu l'importance de la couverture végétale.

II.4. Coupes dans la région de Guillon.

Dans la région des chalets en ruine de Guillon, nous avons relevé trois portions de coupes proches les unes des autres, qui, bien qu'elles soient voisines de la coupe du chemin de St Ferréol à Nantbellet, présentent un grand intérêt car elles semblent n'avoir été affectées que d'accidents tectoniques mineurs. Par contre, les épaisseurs de certaines formations sont difficiles à évaluer en raison des nombreuses lacunes d'observation.

Nous décrivons la première portion de coupe (coord. : 909,90/93,28), de la « barre tithonique » au Grésoglaucconieux supérieur, sur l'arête boisée des falaises situées au SW des chalets de Guillon. Une deuxième coupe (coord. : 910,16/93,08), au contact du Grésoglaucconieux supérieur et des Calcaires sublithographiques, a été relevée sur la rive gauche d'un torrent temporaire qui naît au S des chalets de Guillon et qui se jette dans la Chaise. Quant à la troisième portion de coupe, nous l'avons observée dans une niche d'arrachement au SE des chalets de Guillon, près du chalet en ruine de la Frasse.

II.4.1. DESCRIPTION DE LA COUPE (fig. 7).

La base de la coupe débute dans la partie supérieure de la « barre tithonique », au-dessus de laquelle se succèdent les niveaux décrits ci-dessous.

« Barre tithonique ».

Niv. 1 : 4 m

(2130) Bancs massifs de calcaires * fins, avec diastèmes.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires (F), calpionelles (F) :

Calpionella alpina LORENZ.

Crassicollaria parvula REMANE.

Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (petites formes).

Niv. 2 : 2 m

Couverture végétale.

Alternances inférieures.

Niv. 3 : 0,30 m

(2131) Banc de calcaires * fins tachetés.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires (F), calpionelles (F) :

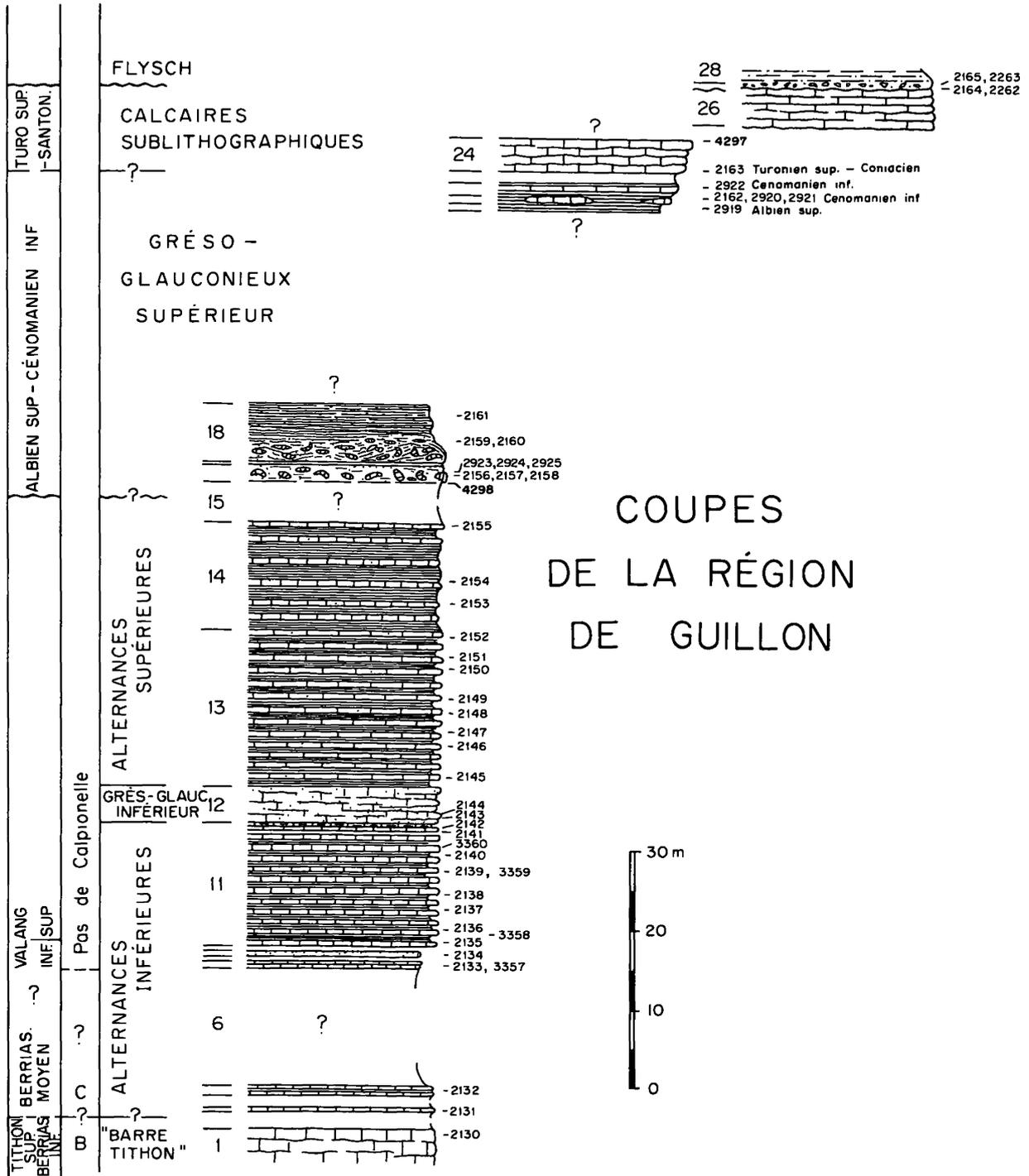


Fig. 7. - Coupes lithologiques relevées dans la région de Guillon.

Calpionella alpina LORENZ.
Calpionella elliptica CADISCH.
Calpionella sp.
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (grandes formes).

Niv. 4 : 1,70 m

Couverture végétale.

Niv. 5 : 1 m

(2132) Bancs de calcaires * fins tachetés avec délits marnocalcaires schistoïdes.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires (F), calpionelles (F) :

Calpionella alpina LORENZ.
Calpionella elliptica CADISCH.
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (grandes formes).

Niv. 6 : 15 m

Couverture végétale.

Niv. 7 : 1 m

(2133 ; 3357) Bancs de calcaires * fins tachetés avec diastèmes soulignés par délits plus marneux et schistoïdes.

Lytoceras cf. sutile OPPEL [85733].
Phylloceras sp. [85731].
Ptychophylloceras sp. [85732].
Neocomites cf. neocomiensis D'ORB. [85734].
Lamellaptychus mortilleti PICT. et LOR. [85735].
Terebratula sp.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires (F).

Niv. 8 : 0,70 m

Couverture végétale.

Niv. 9 : 0,30 m

(2134) Banc de calcaires * gréseux.

* Microsparites peu quartzes (5 % ; Ø moy. : 0,08 mm), très peu ferrugineuses (1 %), très recristallisées.

Spicules de spongiaires (R-F), de bryozoaires (RR), d'échinodermes (R-F); foraminifères (F) : textularidés (F), **Lenticulina sp.** (RR).

Niv. 10 : 1 m

Couverture végétale.

Niv. 11 : 15 m

(2135-2142 ; 3358-3360) Alternances de bancs calcaires * fins tachetés et de marnocalcaires schistoïdes.

A la base (éch. 3358) :

Bochianites neocomiensis D'ORB. [85738 ; 85741].

Lytoceras cf. sutile OPP. [85737].

Eristavites cf. platycostatus SAYN [85739].

Neolissoceras grasi D'ORB. [85738].

Oosterella gaudryi NICKLES [85740].

Ptychophylloceras sp. indét.

Propeamussium (Parvamussium) alpinum D'ORB. [85742].

Au milieu (éch. 3359) :

Olcostephanus aff. astieri D'ORB. [85743].

Au sommet (éch. 3360) :

Phylloceras thetys D'ORB. [85744].

Propeamussium (Parvamussium) alpinum D'ORB. (85745).

* Biomicrites (wackestone) très peu ferrugineuses, rarement très peu quartzes (1 % ou moins); radiolaires (F); foraminifères (RR) : **Spirillina sp.**, **Lenticulina sp.**; au sommet, débris d'échinodermes (RR).

Gréso-glauconieux inférieure.

Niv. 12 : 5 m

(2143-2144) Bancs calcaires * gréseux peu glauconieux avec diastèmes.

* Microsparites plus ou moins quartzes (7 à 15 % ; Ø moy. : 0,08 mm), peu ferrugineuses (3 %), très peu glauconieuses (1 %); feldspaths détritiques (R); cristaux idiomorphes de dolomite authigène (R-F).

Spicules de spongiaires (F-A); débris d'échinodermes (R); foraminifères (R) : textularidés (R), **Ci-taella sp. ?** (RR).

Alternances supérieures.

Niv. 13 : 20 m

(2145-2152) Alternances en proportion égale de bancs calcaires * fins tachetés et de niveaux marnocalcaires schistoïdes; patine gris-blanchâtre.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (3 %), peu quartzes (à la base 1 %, au sommet 3 % ; Ø moy. : 0,04 mm), très peu glauconieuses (moins de 1 %) au sommet. Radiolaires (F); ostracodes (RR).

Niv. 14 : 14 m

(2153-2155) Alternances de bancs calcaires * fins tachetés et de niveaux marnocalcaires schistoïdes; prédominance des marnocalcaires; patine gris-blanchâtre.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (4%), très peu quartzieuses (1 à 2%; Ø moy. : 0,03 mm à la base, 0,06 mm au sommet). Vers le haut, quartz et feldspaths authigènes (4%), peu de glauconie (moins de 1%). Radiolaires (R-F); vers le haut, débris d'échinodermes (RR).

Niv. 15 : 5 m

Couverture végétale.

Gréso-glauconieux supérieur.

Niv. 16 : 2 m

(2157-2158; 2923-2925; 4298) Niveau conglomératique dont le ciment est un grès * glauconieux à ciment calcaire avec lamines plus quartzieuses et plus glauconieuses; patine sombre. Eléments ** mal classés de diamètre atteignant le mètre, rarement plus, provenant du démantèlement des formations sous-jacentes. Rares niveaux marneux (éch. 2925) centimétriques (pl. 1, fig. 6).

* Grès (quartz 50%; Ø moy. : 0,1 mm) glauconieux (30%) à débris calcaires (20% : litho- et bioclastes) alternant avec des biomicrites marneuses quartzieuses et glauconieuses. Dolomitisation, calcitisation de la glauconie, recristallisation.

Débris d'échinodermes (R-F); spicules de spongiaires (R); foraminifères (R) : textularidés.

** Biomicrites (wackestone) très peu quartzieuses (1 à 5%; Ø moy. : 0,04 mm) très peu ferrugineuses (3 à 6%); quartz et feldspaths authigènes; radiolaires (F); dans de rares éléments, minuscules **Hedbergella** (R) semblables à certaines formes barrémiennes.

Niv. 17 : 0,50 m

Couverture végétale et éboulis.

Niv. 18 : 7,50 m

(2159-2161) Niveau formant paroi constitué, à la base, par un conglomérat à éléments mal classés de calcaires fins et à ciment marnocalcaire * gréso-glauconieux schistoïde; vers le haut, passage progressif à un marnocalcaire ** gréseux glauconieux schistoïde à patine sombre.

* Marnocalcaire très quartzieux (35%; Ø moy. : 0,12 mm) glauconieux (15%) peu ferrugineux (4%), très peu feldspathique (1%); cristaux idiomorphes de dolomite authigène (3%); recristallisation intense. Spicules de spongiaires (R); débris d'échinodermes (R); par zones, microfaciès plus carbonaté, très recristallisé avec textularidés (R-F), petites alvéolinidés (R), **Lenticulina ? sp.** (RR), petites **Hedbergella sp.** (R), foraminifères planctoniques indéterminables (R).

** Biomicrite argileuse peu quartzieuse (20%; Ø moy. : 0,07 mm) peu glauconieuse (5%), ferrugineuse (5%) très recristallisée; cristaux idiomorphes de dolomite authigène (2%).

Spicules de spongiaires (F); débris de bryozoaires (R), d'échinodermes (RR), de foraminifères (R); rares et minuscules **Hedbergella sp.**

Niv. 19

Couverture végétale. Le relevé de coupe doit se poursuivre plus au N.

Niv. 20 : 1 m

(2919) Marnes schistoïdes sombres

Biticinella breggiensis (GANDOLFI),

Ticinella primula LUTERBACHER,

Ticinella raynaudi SIGAL.

Niv. 21 : 1 m

(2920-2921); (2162) Marnes * schistoïdes noires avec lentilles noduleuses de calcaires ** fins tachetés.

* Dans les marnes, microfaune abondante :

Rotalipora appenninica (RENZ),

Rotalipora brotzeni (SIGAL),

Rotalipora gandolfii LUTERBACHER & PREMOLI-SILVA.

** Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (3%) à radiolaires (F), **Pithonella sp.** (F), foraminifères (R-F) :

Hedbergella sp.

Praeglobotruncana stephani (GANDOLFI),

Rotalipora appenninica (RENZ),

Rotalipora brotzeni (SIGAL),

Rotalipora gandolfii (LUTERBACHER & PREMOLI-SILVA).

Textularidés

Schackoia sp.

Niv. 22 : 1,50 m

(2922) Alternances de bancs de 0,10 à 0,15 m calcaires * fins tachetés et de niveaux marneux schistoïdes noirâtres.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (3%) plus ou moins recristallisées : radiolaires (R-F); **Pithonella sp.** (R-F); foraminifères (F) :

Hedbergella sp. (F),

Marginotruncana sp. ? (1 exemplaire, forme très primitive),

Rotalipora appenninica (RENZ),

Rotalipora gandolfi ou **brotzeni ?**

Niv. 23 : 1,50 m

Couverture végétale.

Calcaires sublithographiques.

Niv.24 : 4 m

(2163 ; 4297) Niveau formant une petite paroi composée de petits bancs calcaires * sublithographiques à nombreux diastèmes.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires (R), foraminifères (F) :

Heterohelix sp.,

Marginotruncana cf. angusticarinata (GANDOLFI),

Marginotruncana coronata (BOLLI),

Marginotruncana pseudolinneiana (PESSAGNO).

Niv.25

Couverture végétale. Cette portion de coupe se termine là ; on peut relever la suite de la série stratigraphique près du chalet en ruine de la Frasse, à 300 m au SE du Guillon où un glissement de terrain entraîna en 1967 la couverture végétale et décapa ainsi un affleurement montrant le contact entre la formation des calcaires sublithographiques et les microbrèches de la base du flysch.

Niv.26 : 5 m

(2164 ; 2262) Bancs avec diastèmes de calcaires * fins.

* Biomicrites (wackestone) peu argileuses à nombreux radiolaires avec :

Hedbergella sp.

Heterohelix sp.

Globotruncana arca (CUSHMAN),

Globotruncana bulloïdes (VOGLER),

Dicarinella concavata ? (BROTZEN),

Globotruncana cretacea D'ORBIGNY,

Globotruncana fornicata PLUMMER,

Marginotruncana coronata BOLLI,

Globotruncana lapparenti BROTZEN,

Globotruncana tricarinata (QEREAU),

Globotruncana linneiana (D'ORBIGNY),

Globotruncana ventricosa ? WHITE,

Planomalina sp.,

Schackoïna sp. ?

Débris d'inocérames.

Flysch.

Niv. 27 : 0,50 m (pl. 4, fig. 2, 3)

(2165 ; 2263) Microconglomérat à ciment calcaire * gréseux et à éléments divers :

- quartzites et quartz,
- biomicrites à radiolaires,

- biomicrites à radiolaires et **Calpionella alpina** LORENZ et **Crassicollaria sp.**
- microsparites quartzo-glauconieuses,
- biomicrites à **Globotruncana** bicarénées, du groupe **lapparenti**,
- biomicrites à foraminifères indéterminés.

* Dans le ciment où se développent des quartz et feldspaths authigènes, se trouvent des débris de corallinacées (F), de bryozoaires (F), d'échinodermes (R), de mollusques (R), de nombreux foraminifères avec des nummulites (F), discocyclines (F), actinocyclines (?) (RR), miliolles (R).

Niv.28 : 1 m

Niveau ± couvert de marnocalcaires schistoïdes quartzo-micacés.

II.4.2. STRATIGRAPHIE.

Dans la région des chalets de Guillon, les trois coupes étudiées permettent d'individualiser sept termes lithologiques :

1. « *Barre tithonique* » (niv. 1-2). La partie sommitale de cette « barre » formée de calcaires massifs renferme une association de calpionelles caractéristiques de la zone B (Tithonique terminal/Berriasien inférieur).

2. *Alternances inférieures* (niv. 3-11) : 36 m. Bien que cet ensemble de niveaux ne semble pas être affecté par des accidents tectoniques, son épaisseur reste douteuse car les lacunes d'observation sont nombreuses et parfois importantes (niv. 6). Les alternances de bancs calcaires et de niveaux plus marneux sont régulières, sauf dans la partie médiane de la formation où apparaît un petit banc (niv. 9) quartzeux.

La base des Alternances inférieures a pu être attribuée au Berriasien grâce aux calpionelles dont l'association appartient à la zone C (niveaux 3 à 5). Dans la partie médiane de ces alternances, nous avons reconnu des céphalopodes du Valanginien inférieur élevé (niveau 7 ; éch. 3357) et de la base du Valanginien supérieur (niveau 11, éch. 3358) ; par contre, le sommet n'a pas pu être correctement daté.

3. *Gréso-glauconieux inférieur* (niv. 12) : 5 m. Aucun document paléontologique n'a été découvert dans ce terme lithologique.

4. *Alternances supérieures* (niv. 13-15) : 34 à 39 m. Les alternances régulières de calcaires fins et de marnocalcaires schistoïdes n'ayant aucune faune,

il n'a pas été possible de leur attribuer un âge. A la différence des Alternances inférieures, nous n'avons pas observé ici de niveaux quartzeux.

5. *Gréso-glauconieux supérieur (niv. 16-23)*. L'épaisseur de cette formation est impossible à évaluer avec certitude dans la région de Guillon. Bien que le contact avec les Alternances supérieures ne soit pas visible, on peut estimer qu'il est discordant; en effet, le Gréso-glauconieux supérieur débute par un conglomérat à gros éléments provenant du démantèlement des niveaux sous-jacents, notamment des Alternances supérieures (biomicrites à minuscules hedbergelles) d'âge barrémien. Ces faciès conglomératiques épais de quelques mètres passent progressivement aux marnocalcaires gréso-glauconieux schistoïdes, à la base desquels a été découverte une petite faunule comprenant notamment des petites hedbergelles caractéristiques de l'Albien.

Le sommet du Gréso-glauconieux supérieur est représenté par des marnes schistoïdes dans lesquelles se développent des bancs plus calcaires, parfois lenticulaires; ces faciès ont livré, à la base, une association de foraminifères planctoniques d'âge albien supérieur, directement surmontée par différentes espèces de **Rotalipora** caractéristiques du Cénomaniens inférieur. Du point de vue lithostratigraphique, ces faciès à prédominance marneuse pourraient être individualisés et constituer un membre, car l'absence de quartz détritique contraste assez fortement avec le caractère détritique quartzo-glauconieux de l'ensemble de la formation.

6. *Calcaires sublithographiques (niv. 24-26)*. La puissance de cette formation n'est pas déterminable puisque la base et le sommet de celle-ci n'ont pas été relevés au même point; cependant, elle ne doit pas excéder une dizaine de mètres. La base renferme une association de foraminifères planctoniques du Turonien supérieur (ou Coniacien inférieur) et le sommet une association d'âge santonien.

7. *Flysch (niv. 27-28)*. Cette formation ravine les Calcaires sublithographiques et débute par un conglomérat de base dont les galets proviennent de l'érosion de toutes les formations sous-jacentes décrites ci-dessus, à l'exception, semble-t-il, de la « barre tithonique ». Ce conglomérat tertiaire, mais non daté précisément ici, passe rapidement vers le haut, aux faciès silteux schistoïdes.

II.4.3. SÉDIMENTOLOGIE.

Il est difficile de retracer l'histoire sédimentologique au Crétacé inférieur de la région des chalets de

Guillon, car nous n'avons pas pu dater paléontologiquement les niveaux déposés entre le Valanginien supérieur et l'Albien. On sait cependant qu'un régime d'alternances régulières correspondant à une sédimentation de pied de talus ou de bassin eut lieu du Berriasien moyen jusqu'au-delà du Valanginien supérieur. Il est intéressant de relever une arrivée importante de quartz détritique (niv. 9) entre le sommet du Valanginien inférieur et la base du Valanginien supérieur. Ces arrivées deviendront momentanément plus importantes (niv. 12) après le Valanginien supérieur, probablement à l'Hauterivien (?).

Après le dépôt des Alternances supérieures, les apports de matériel terrigène sont importants à l'Albien; ils s'accumulent en milieu probablement littoral inférieur. Ce nouveau type de sédimentation débute par un conglomérat de base traduisant ainsi le changement brutal d'environnement qu'a subi la région de Guillon. Dès la fin de l'Albien et au Cénomaniens inférieur, il semblerait que cette région s'approfondisse et que les apports détritiques diminuent; en effet, des associations importantes de foraminifères planctoniques ont été repérées dans les dépôts de cette époque. Au Sénonien, la mer est ouverte et profonde, comme en témoigne l'abondance de foraminifères planctoniques et de radiolaires; les apports détritiques cessent et seuls se déposent des carbonates et peu d'argiles.

Au Tertiaire, une transgression marine recouvre la région de Guillon, qui après le Sénonien a probablement été émergée et soumise à une phase de plissement; c'est ce qui expliquerait la présence, dans le conglomérat de base du flysch, de galets provenant des formations sous-jacentes: Alternances supérieures, Gréso-glauconieux supérieur, Calcaire marneux plaquetés (?).

II.5. Corrélations stratigraphiques.

Les corrélations des quatre coupes étudiées dans la région de la Chaise, de Nantbellet et de Guillon permettent de reconstituer l'évolution des faciès de la « barre tithonique » au flysch, sur le bord occidental de l'unité de Nantbellet, entre Serraval au N et St Ferréol au S, parallèlement aux axes tectoniques (fig. 8). Cependant, les nombreuses lacunes d'observation et les accidents tectoniques empêchent souvent de mettre en évidence les variations d'épaisseur et de faciès des différentes formations ainsi que leurs relations verticales et horizontales.

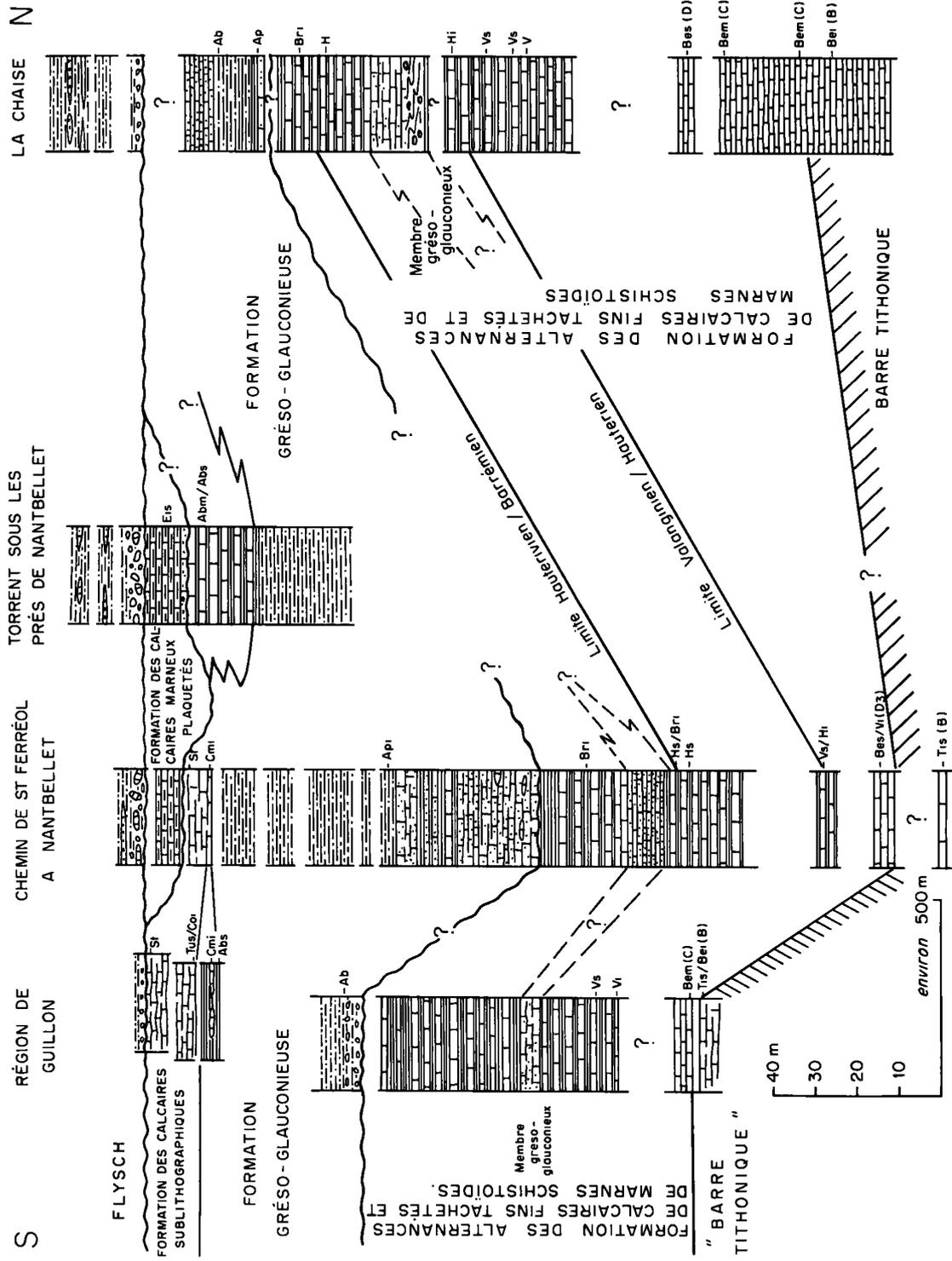


Fig. 8. - Corrélation des coupes lithologiques relevées sur le bord occidental de l'unité de Nantbellet.

Toutes les coupes sont abaissées à partir de la base du flysch choisi comme niveau de référence et considéré comme une ligne plus ou moins isochrone. Toutes les abréviations figurant à droite des colonnes lithologiques correspondent à des datations basées soit sur les céphalopodes, soit sur les calpionelles, soit sur les foraminifères planctoniques, soit sur la nannoflore.

Eis : partie sommitale de l'Éocène inférieur; St : Santonien; Tus/Coï : limite Turonien supérieur/Coniacien inférieur; Cmi : Cénomannien inférieur; Abs : Albien supérieur; Abm/Abs : Albien moyen/Albien supérieur; Ab : Albien non différencié; Ap : Aptien non différencié; Api : Aptien inférieur; Bri : Barrémien inférieur; Hs/Bri : limite Hauterivien supérieur/ Barrémien inférieur; Hs : Hauterivien supérieur; H : Hauterivien non différencié; Hi : Hauterivien inférieur; Vs/Hi : limite Valanginien supérieur/Hauterivien inférieur; Vs : Valanginien supérieur; V : Valanginien non différencié; Vi : Valanginien inférieur; Bes/Vi : limite Berriasien supérieur/Valanginien inférieur; Bes : Berriasien supérieur; Bem : Berriasien moyen; Bei : Berriasien inférieur; Tis/Bei : limite Tithonique supérieur/Berriasien inférieur; Tis : Tithonique supérieur.

Les lettres entre parenthèses B, C, D, 3 correspondent à la zonation de calpionelles.

Sur le bord occidental de l'unité de Nantbellet, dans les régions de Guillon et de la Chaise, la « barre tithonique » dont le sommet est d'âge berriasien inférieur (zone B) est surmontée de cinq formations.

1. *La formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes* est composée, de bas en haut, par les termes lithologiques décrits dans les coupes précitées et désignés par les vocables :

- *Alternances inférieures* ;
- *Gréso-glauconieux inférieur* ;
- *Alternances supérieures*.

Ces trois termes constituent lithostratigraphiquement une seule formation, la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes, dans laquelle il faut individualiser un membre, le membre gréso-glauconieux dont le caractère diachrone est évident (fig. 8) puisqu'il a été attribué à l'Hauterivien dans la coupe de la Chaise et au Barrémien dans la coupe du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet.

La base de la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes est isochrone : base du Berriasien moyen ou, par rapport à la zonation à calpionelles, base de la zone C. Par contre, le sommet de cette formation n'a pu être daté très précisément, mais il semble qu'il faille l'attribuer au Barréme inférieur.

2. *La formation gréso-glauconieuse* comprend essentiellement le terme lithologique appelé dans la description des quatre coupes, « *Gréso-glauconieux supérieur* ». Cette formation, présente sur tout le bord occidental de l'unité de Nantbellet, se termine, au sommet, par des marnes ou marnocalcaires schistoïdes et par des alternances de calcaires et de marnocalcaire schistoïdes, dans la région du Guillon et dans le torrent sous les prés de Nantbellet. La formation gréso-glauconieuse ravine la formation sous-jacente et débute par un véritable conglomérat de base, dans la région de Guillon. Le contact de ces deux formations est mal visible le long du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet ; toutefois, à la base de la formation gréso-glauconieuse, nous avons observé quelques gros « boulets » de calcaires tachetés provenant de la formation sous-jacente. La partie inférieure de la formation gréso-glauconieuse a été attribuée à l'Aptien, dans la coupe de la Chaise et dans la région de Nantbellet, et à l'Albien dans la région de Guillon. Cette formation transgressive semble donc diachrone, cependant aucune discordance entre cette formation et la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes n'est visible à l'affleurement.

Le sommet de la formation gréso-glauconieuse a généralement été érodé par les transgressions tertiaires (région de la Chaise et de Nantbellet) ; il n'a été préservé qu'en un seul point, à Guillon, où la microfaune planctonique caractérise le Cénomaniens inférieur.

3. *La formation des calcaires sublithographiques* n'apparaît que dans la région de Guillon et sur le chemin reliant St Ferréol à Nantbellet ; malheureusement, en ce dernier lieu, elle est complètement tectonisée. Cette formation a certainement recouvert tout le bord occidental de l'unité de Nantbellet, car son milieu de dépôt correspond à celui d'une mer ouverte éloignée des rivages (faciès dépourvu de terrigènes) ; mais cette formation a été érodée par les différentes transgressions tertiaires ; elle se retrouve, en effet, à l'état de galets remaniés dans tous les conglomérats tertiaires de la région.

Près de Guillon, la base de la formation des calcaires sublithographiques renferme une microfaune planctonique du Turonien supérieur/Coniacien inférieur ; par contre, sur le chemin conduisant à Nantbellet, la microfaune comprend des espèces du Cénomaniens inférieur mais, il semble bien que celles-ci soient remaniées. En effet, là où le contact est observable, dans la région de Guillon, la formation des calcaires sublithographiques est séparée des faciès sous-jacents à prédominance marneuse, par une « disconformité ». Il paraît donc logique d'admettre des remaniements de microfaunes à la base de la formation des calcaires sublithographiques si celle-ci « transgresse » sur le sommet de la formation gréso-glauconieuse. Le sommet raviné de la formation des calcaires sublithographiques est bien visible dans la région de Guillon, près du chalet en ruine de la Frasse ; ses microfaunes planctoniques lui confèrent un âge santonien.

En conclusion, la formation des calcaires sublithographiques conservée au S de la bordure occidentale de l'unité de Nantbellet, s'étend du Turonien supérieur/Coniacien inférieur jusqu'au Santonien.

4. *La formation des calcaires marneux plaquetés* (= *Formation des Calcschistes* selon J. CHAROLLAIS, H. MANIVIT, M. MOULLADE, J. ROSSET, M. TOUMARKINE, 1975) n'apparaît que dans la région de Nantbellet, bien qu'elle se soit étendue probablement sur toute l'unité de Nantbellet puisqu'on retrouve des traces soit sous forme de galets, soit, le plus souvent, sous forme de microfaunes remaniées, dans le flysch sus-jacent. La formation des calcaires marneux plaquetés est discordante sur les terrains mésozoïques puisqu'elle est transgressive (présence d'un petit

conglomérat de base), soit sur le sommet de la formation grésoglaucconieuse (torrent sous les prés de Nantbellet) soit sur la formation des calcaires sublithographiques (chemin de St Ferréol à Nantbellet), bien que dans ce cas, les relations observées entre les formations soient tectoniques.

La formation des calcaires marneux plaquetés a été datée avec précision grâce à la microfaune planctonique découverte dans la coupe du torrent sous les prés de Nantbellet; cette microfaune caractérise la partie sommitale de l'Eocène inférieur, près de la limite Eocène inférieur/Eocène moyen.

5. *Le flysch* constitue une formation bien développée sur la bordure occidentale de l'unité de Nantbellet. Son caractère transgressif est particulièrement évident dans la région de Nantbellet; en effet, un conglomérat de base polygénique, grossier et mal classé, ravine la formation des calcaires marneux plaquetés. Ce flysch est nettement discordant sur les formations sous-jacentes puisqu'il transgresse sur différentes formations : - sur la formation des calcaires marneux plaquetés dans la région de Nantbellet, - sur la formation des calcaires sublithographiques dans la région de Guillon, - très probablement sur la formation grésoglaucconieuse près du confluent des torrents de la Chaise et du Marais.

Aucune datation rigoureuse n'a pu être faite sur ce flysch qui comporte, par ailleurs de nombreuses faunes remaniées. Cependant, au regard des microfaunes benthiques abondantes dans les lentilles microbréchiques de la partie inférieure du flysch, nous avons admis que la base du flysch était plus ou moins isochrone et qu'elle devait correspondre à l'Eocène supérieur.

III. STRATIGRAPHIE DU BORD MÉRIDIONAL DE L'UNITÉ DE NANTBELLET

La route reliant Marlens au col de l'Epine présente de nombreux affleurements dans la série crétacée (fig. 11); malheureusement, ils sont, pour la plupart, tectonisés et discontinus de telle sorte qu'il est difficile de reconstituer avec certitude la lithostratigraphie de ce secteur qui correspond à la zone méridionale de l'unité de Nantbellet. Nous décrirons successivement :

- les Alternances inférieures, en amont du virage 827 m, sur la route allant de Marlens au col de l'Epine (fig. 9);

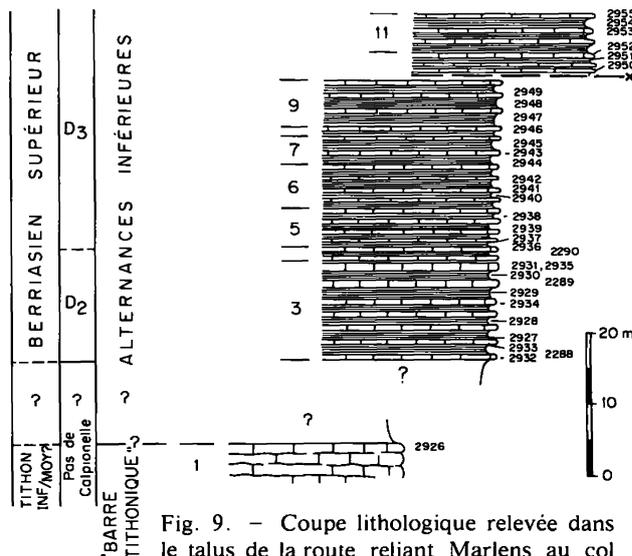


Fig. 9. - Coupe lithologique relevée dans le talus de la route reliant Marlens au col de l'Epine, en amont du virage 827 m.

- une succession complexe de faciès qui surmontent la « barre tithonique » des auteurs et qui affleurent en 7 points (coupes A à G; fig. 11), le long de la route du col de l'Epine, entre Brassoudes et le pont 730 m;

- les Alternances supérieures bien observables dans le lit du torrent qui prend naissance sous le chalet de l'Epine (fig. 12).

III.1. Coupe de la route du col de l'Epine, en amont du virage 827 m.

En amont du grand virage à la cote 827 m, le long de la route reliant Marlens au col de l'Epine, les Alternances inférieures affleurent dans le talus; les couches E-W plongent à 40° vers le N. Le contact avec la « barre tithonique » n'est pas visible et la lacune d'observation masque probablement un accident tectonique.

III.1.1. DESCRIPTION DE LA COUPE (Fig. 9).

« Barre tithonique ».

Niv. 1 : 4 m

(2926) Bancs assez massifs de calcaires * fins.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires, *Saccocoma sp.*, *Globochaete alpina*, ostracodes, filaments, fibrosphères.

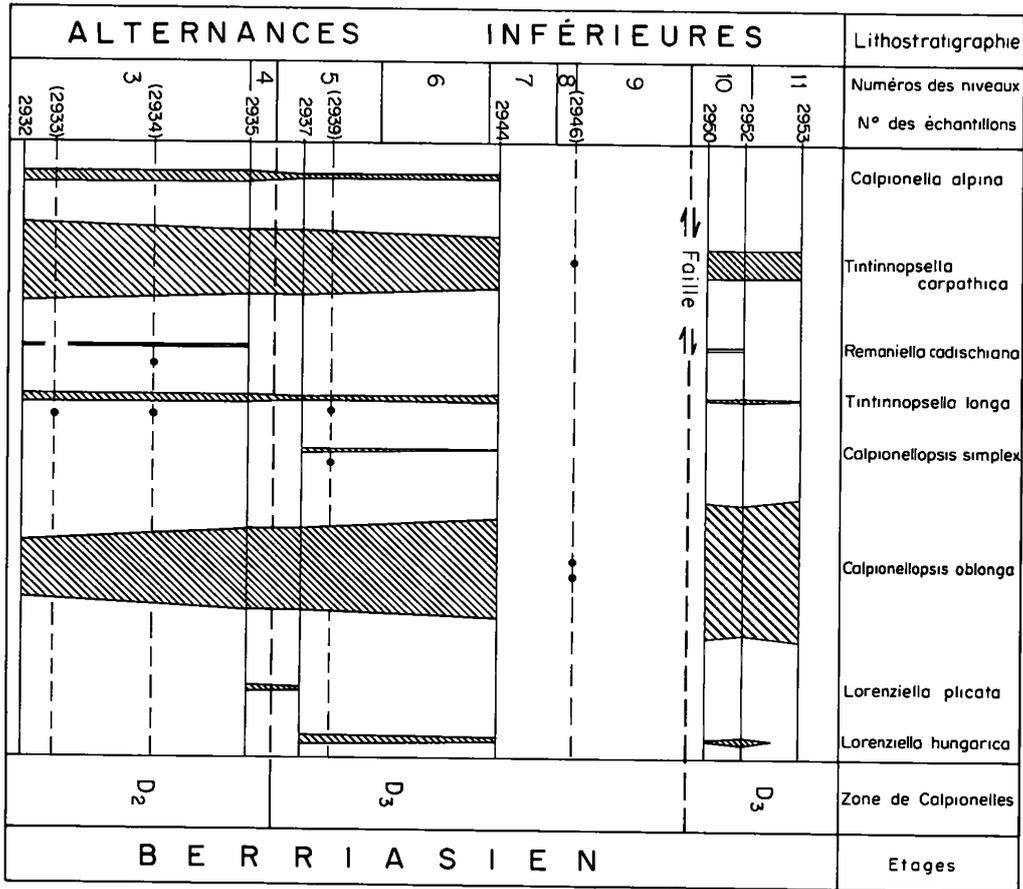


Fig. 10. - Succession des faunes de calpionelles au Berriasien supérieur, dans la coupe en amont du virage 827 m (route du col de l'Épine).

Même légende que pour la figure 3.

Niv.2 : 12 m

Couverture végétale.

Alternances inférieures

Niv.3 : 14 m

(2288-2289 ; 2927-2935) Alternances de bancs de 0,10 à 0,20 m (parfois 0,30 m) calcaires * fins tachetés et de niveaux de 0,10 à 0,20 m marneux ** schistoides.

A la base, *Berriasella gr. alpinensis* MAZ

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires (F), calpionelles (F) :

A la base :

Calpionella alpina LORENZ,
Calpionellopsis oblonga (CADISH),

Calpionellopsis simplex (COLOM),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa (COLOM),
Remaniella cadischiana (COLOM).

Au sommet :

Calpionella alpina LORENZ,
Calpionellopsis oblonga (CADISH),
Lorenziella plicata REMANE,
Remaniella cadischiana COLOM,
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa (COLOM),
Textularidae (RR).

** Dans les marnes, **Lenticulina sp.** (R); radiolaires d'oursins (R); ostracodes ? (RR).

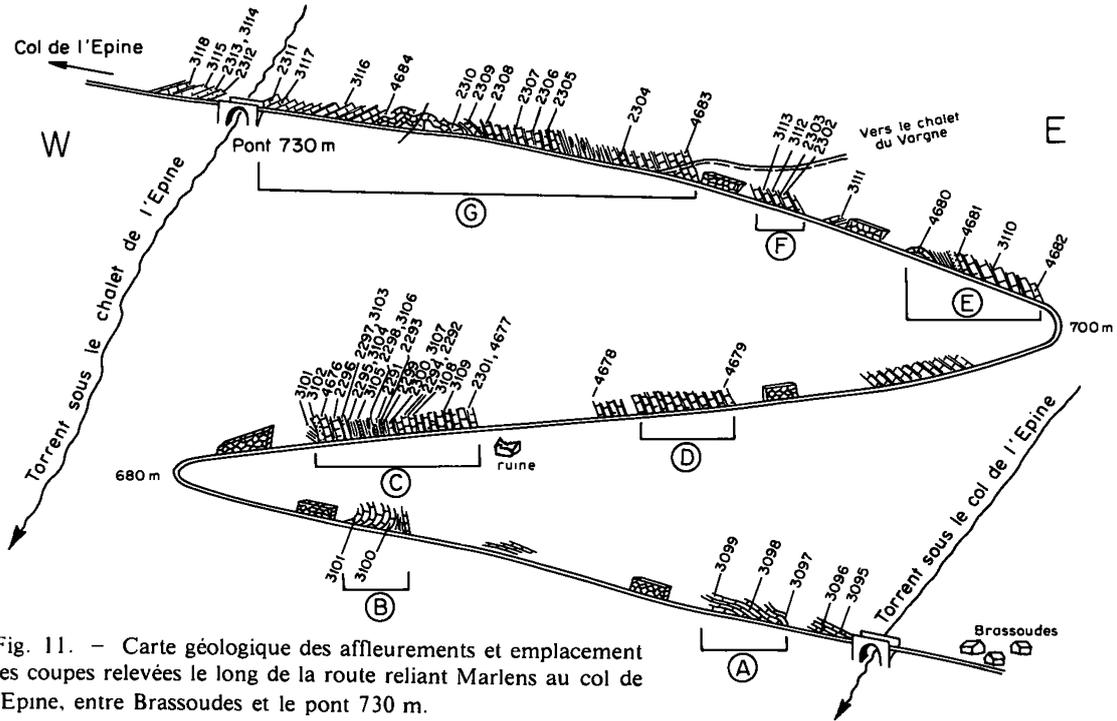


Fig. 11. - Carte géologique des affleurements et emplacement des coupes relevées le long de la route reliant Marlens au col de l'Epine, entre Brassoudes et le pont 730 m.

Niv.4 : 2 m

(2290) Alternances en partie couvertes par la végétation de bancs de 0,10 à 0,20 m calcaires fins et de niveaux de 0,20 à 0,30 m marneux schistoides.

Lytoceras indét.

Ptychophylloceras indét.

Niv.5 : 5 m

(2936-2939) Alternances de 6 bancs de 0,20 à 0,30 m calcaires * fins et de niveaux marneux ** schistoides.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires, calpionelles :

- Calpionella alpina** LORENZ,
- Calpionellopsis oblonga** (CADISH),
- Calpionellopsis simplex** (COLOM),
- Lorenziella hungarica** KNAUER & NAGY,
- Lorenziella plicata** REMANE,
- Tintinnopsella carpathica** (MURGEANU & FILIPESCU)

** Dans les marnes, **Lenticulina sp.** (RR).

Niv.6 : 6,50 m

(2940-2942) Alternances de 5 à 6 bancs de 0,20 m calcaires * à calcaires marneux et de niveaux marneux ** schistoides.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires, calpionelles :

- Calpionellopsis oblonga** (CADISH),
- Tintinnopsella carpathica** (MURGEANU & FILIPESCU).

** Dans les marnes, **Lenticulina sp.** (RR).

Niv. 7 : 4 m

(2943-2945) Alternances de 3 à 4 bancs calcaires * à calcaires marneux et de niveaux marneux schistoides; prédominance des marnes.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires, calpionelles :

- Calpionella alpina** LORENZ,
- Calpionellopsis oblonga** (CADISH),
- Calpionellopsis simplex** (COLOM),
- Lorenziella hungarica** KNAUER & NAGY,
- Tintinnopsella carpathica** (MURGEANU & FILIPESCU),
- Tintinnopsella longa** (COLOM),

Niv. 8 : 1,20 m

(2946) Banc de 0,30 m calcaires fins surmontant un niveau de 0,90 m marneux schistoïde.

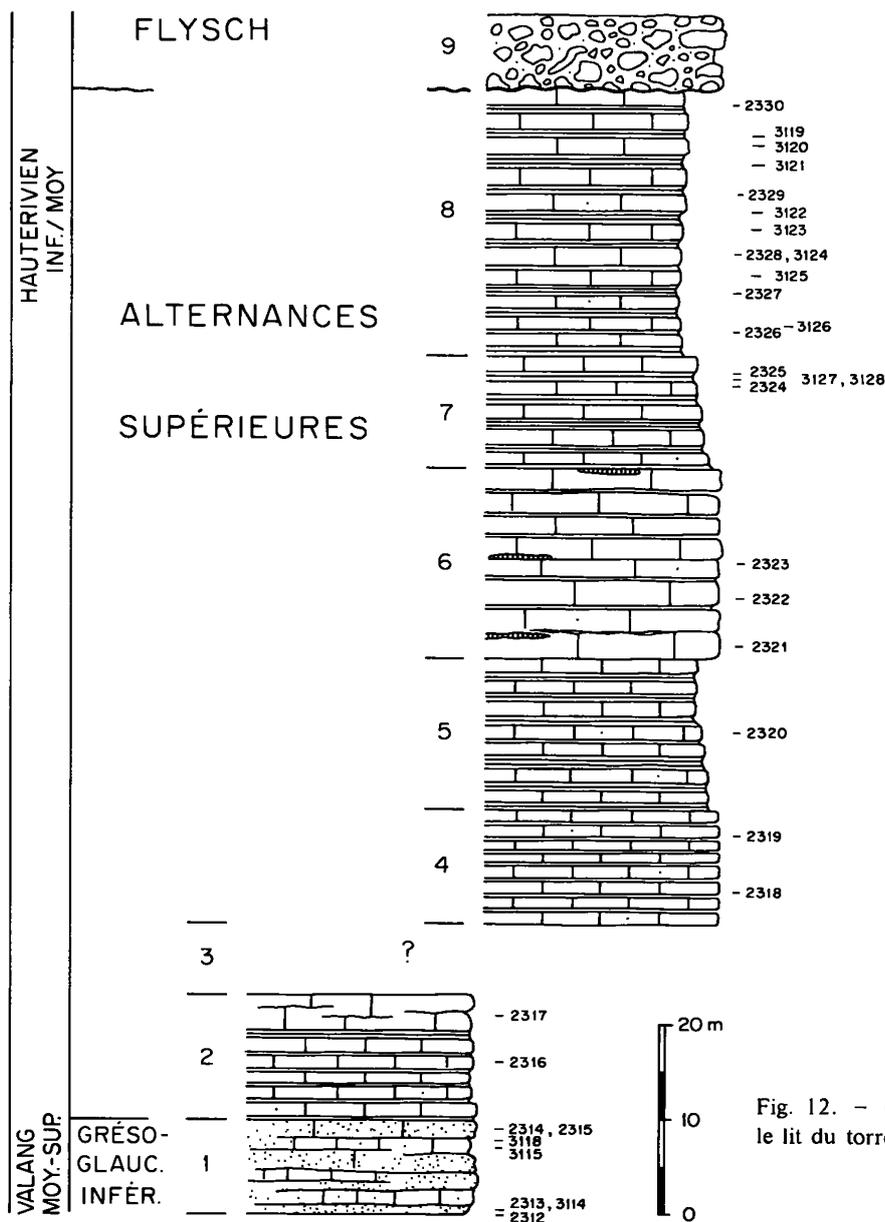


Fig. 12. - Coupe lithologique relevée dans le lit du torrent sous le chalet de l'Epine.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires, calpionelles :

Calpionellopsis oblonga (CADISH),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU).

Niv.9 : 6,50 m

(2947-2949) Alternances de 6 à 7 bancs calcaires fins tachetés et de niveaux marneux * à marnocalcaires schistoïdes ; prédominance des marnes.

* Dans les marnes, **Lenticulina sp.** (R), **Nodosaria ? sp.** (RR); ostracodes (RR).

Niv. 10 : 3,50 m

(2950-2952) Alternances de 7 bancs de 0,20 à 0,30 m calcaires * fins tachetés et de niveaux de 0,10 m marnocalcaires ** schistoïdes ; prédominance des calcaires.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires, calpionelles :

Calpionella alpina LORENZ,
Calpionellopsis oblonga (CADISH),
Lorenziella hungarica KNAUER & NAGY,
Remaniella cadischiana (COLOM),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa (COLOM).

** Dans les marnes, **Lenticulina sp.** (RR).

Niv. 11 : 5 m

(2953-2955) Alternances de 5 bancs de 0,20 m calcaires * fins tachetés et de niveaux marneux ** schistoïdes; prédominance des marnes.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires, calpionelles :

Calpionellopsis oblonga (CADISH),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa (COLOM).

* Dans les marnes, **Lenticulina sp.** (R).

III.1.2. REMARQUES SUR LES FAUNES DE CALPIONELLES (Fig. 10)

Une documentation continue sur les calpionelles ne commence qu'à partir du niveau 3 qui se situe à l'intérieur de la sous-zone D2 (Berriasien supérieur). Entre les échantillons 2932 et 2935, l'association est tout à fait caractéristique de la sous-zone D2 : **Tintinnopsella carpathica** et **Calpionellopsis oblonga** sont très fréquentes et représentent à elles seules au moins 80 % de la microfaune si ce n'est plus; **Calpionella alpina** réduite à quelques pourcents et **Tintinnopsella longa** très rare ont cependant toujours été observées.

Le fait le plus significatif de cette analyse micropaléontologique est la présence de rares **Lorenziella plicata** dans les échantillons 2935 et 2937. Cette espèce précède ainsi de peu l'apparition de **Lorenziella hungarica** (dans l'échantillon 2937) qui correspond à la base de la sous-zone D3. Cette observation corrobore celle qui avait été faite par LE HEGARAT et REMANE (1968) dans la fosse vocontienne.

Les associations de calpionelles caractéristiques de la partie inférieure de la sous-zone D3 se poursuivent au moins jusqu'à l'échantillon 2944. Elles se retrouvent, au-dessus de la faille, de l'échantillon 2950 jusqu'à l'échantillon 2953; dans cet intervalle, **Calpionellopsis oblonga** atteint des fréquences exceptionnelles. Comme dans la fosse vocontienne, cette espèce disparaît légèrement après la base du Valanginien, il

est logique de considérer que la coupe relevée le long de la route du col de l'Épine en amont du virage 827 m, ne dépasse pas le sommet du Berriasien.

III.1.3. STRATIGRAPHIE

En amont du virage 827 m, la route du col de l'Épine traverse une partie des Alternances inférieures. Une lacune d'observation d'une dizaine de mètres masquant probablement un accident tectonique, sépare ces Alternances de la « barrière tithonique », dont l'association paléontologique caractérise le Tithonique (inférieur ou moyen).

Les Alternances inférieures qui atteignent ici une cinquantaine de mètres ont pu être datées grâce aux associations de calpionelles : la base (21 m; niv. 3-5) correspond à la sous-zone D2 et le sommet (26,70 m; niv. 6-11) à la sous-zone D3. On peut donc attribuer au Berriasien supérieur la portion des Alternances inférieures qui affleure en amont du virage 827; cette datation est confirmée par la présence de **Berriasella gr. alpinensis** MAZENOT, découverte à la base (niv. 3).

De plus, tous les échantillons de cette coupe renferment une riche nannoflore dont l'association caractérise le Berriasien supérieur. Les nannoconidés sont abondants particulièrement du niveau 3 au niveau 5; **Nannoconus steinmanni** a été reconnu avec tous ses stades intermédiaires, ainsi que **Nannoconus sp. 1**, **N. sp. 2** et **N. brönnimanni**. D'autre part, l'association de coccolithes est composée essentiellement des espèces suivantes :

Biscutum constans (GORKA),
Creterhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI
Crucellipsis cuvillieri (MANIVET),
Markalius circumradiatus STOVER,
Micrantholithus obtusus STRADNER,
Vagalapilla stradneri (ROOD, HAY & BARNARD).

III.1.4. SÉDIMENTOLOGIE.

Du point de vue sédimentologique, cette coupe offre peu d'intérêt, si ce n'est une information sur l'importance du taux de sédimentation au Berriasien supérieur et sur la prépondérance des apports argileux en certaines époques du Berriasien supérieur (niv. 7 à 9). Cette fraction des Alternances inférieures observée en amont du virage 827 correspond probablement à une sédimentation de bassin profond assez protégé des sources terrigènes grossières.

III.2. Coupe de la route du col de l'Épine entre Brassoudes et le pont 730 m.

La route reliant Marlens au col de l'Épine (fig. 11) présente de nombreux affleurements de formations jurassiques, crétacées et tertiaires, discontinus et très tectonisés. En effet, si ces affleurements sont les plus facilement observables de toute l'unité de Nantbellet, ils sont aussi les plus accidentés, de sorte que la reconstitution stratigraphique de cette zone reste parfois hypothétique. Pour bien séparer les observations de l'interprétation, nous décrivons d'abord une série de portions de coupes lithologiques relevées le long de la route entre Brassoudes et le pont à la cote 730 m, puis nous proposerons une coupe synthétique de la région du col de l'Épine à partir des données lithologiques et paléontologiques (fig. 13).

III.2.1. COUPE A.

Au-dessus de Brassoudes, la route emprunte un petit pont dont la culée occidentale s'appuie sur des alternances de calcaires fins et de marnocalcaires en partie recouvertes par la végétation; ces affleurements sont en position tectonique inverse par suite d'un rebroussement dans les couches; les échantillons * 3095 et 3096 qui proviennent de cette zone sont dépourvus de calpionelles et sont à attribuer probablement au Tithonique inférieur à moyen.

- * Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (6 à 8 %).
Radiolaires (F); *Aptychus* (RR); débris d'échinodermes (RR); *Lenticulina* sp. (RR). Stylolites fréquents.

Entre cet affleurement et un mur de soutènement, apparaissent (fig. 11) des bancs de 5 à 10 cm subhorizontaux, peu plissés et faillés qui appartiennent aux Alternances inférieures; il s'agit de calcaires * fins schistoïdes (3097-3099) séparés par des délits marnocalcaires schistoïdes.

- * Biomicrites (wackestone) peu argileuses, peu ferrugineuses (6 %), parfois très peu quartzueuses (1 %) avec de nombreux stylolites.
Radiolaires (F); débris d'échinodermes (RR); *Lenticulina* sp. (RR); calpionelles (F) :
Calpionellopsis oblonga (CADISH) (A),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (F),
Tintinnopsella longa (COLOM) (RR).

L'association de calpionelles découvertes dans cette portion des Alternances inférieures caractérise la sous-zone D 2, éventuellement la sous-zone D 3; elle correspond donc au Berriasien supérieur.

La distinction entre la sous-zone D 2 et la partie inférieure de la sous-zone D 3 est difficile à établir dans des faciès relativement pauvres en calpionelles comme c'est le cas dans la coupe A. En effet, ces deux sous-zones ont toutes deux, une grande fréquence de *Calpionellopsis oblonga*; la sous-zone D 2 ne se distingue de la sous-zone D 3 que par la présence de *Lorenziella hungarica* dans cette dernière, mais elle est toujours faible. Il faut donc que le microfaciès considéré ait une abondance élevée de calpionelles pour avoir des chances de rencontrer des spécimens de *Lorenziella hungarica*. Cette remarque est d'ailleurs valable pour la plupart des coupes que nous avons relevées le long de la route du col de l'Épine, entre Brassoudes et le pont 730 m. Le même problème biostratigraphique lié à la fréquence des calpionelles se pose pour la limite entre la sous-zone D 3 et la zone E.

III.2.2. COUPE B.

Entre le mur de soutènement de la route (au-dessus de la coupe A) et le virage 680 m, apparaissent des affleurements en cœur de pli; ce sont des alternances de bancs de 0,20 à 40 m calcaires * fins tachetés et de niveaux de 0,20 m marnocalcaires schistoïdes; il s'agit de faciès typiques des Alternances inférieures.

- * Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (5 %)
à radiolaires (F) et calpionelles (F) :
Calpionellopsis oblonga (CADISH) (F),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (F).

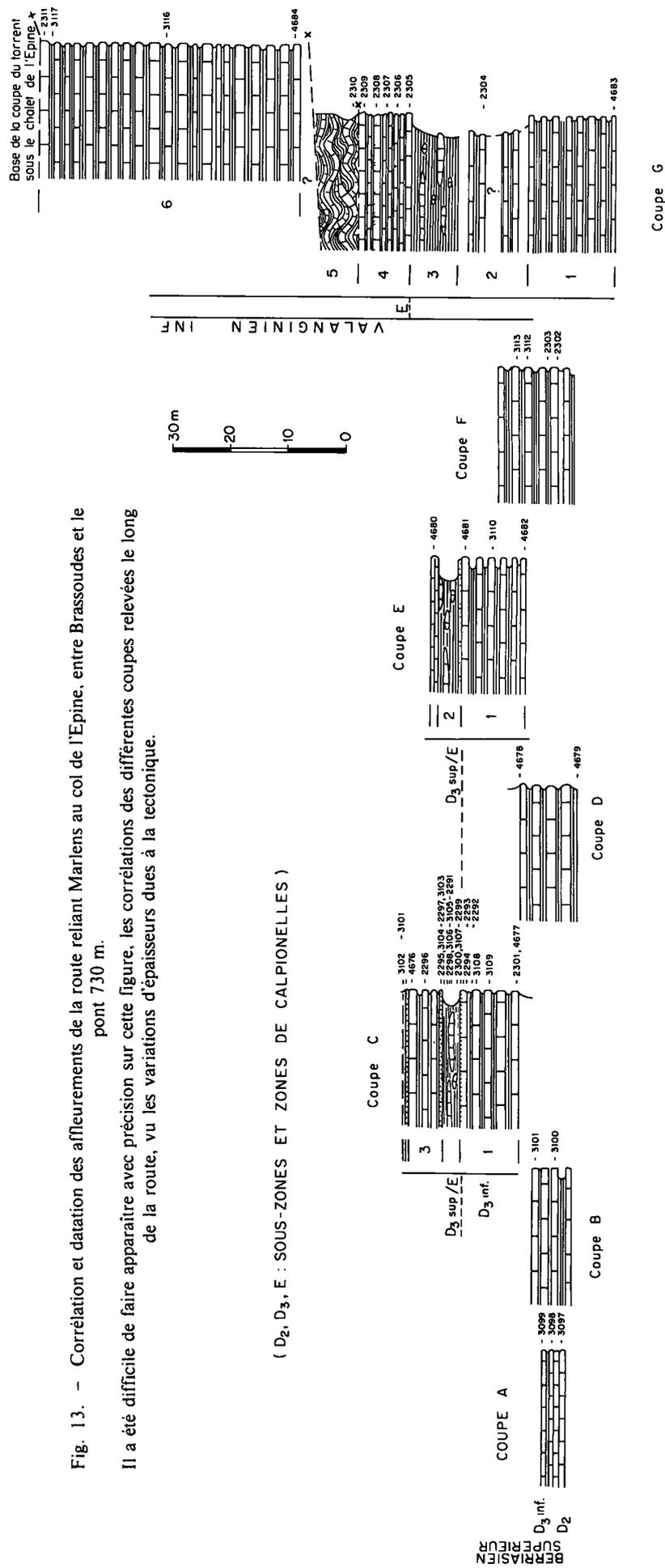
L'association des calpionelles est identique à celle qui se trouve dans les Alternances inférieures de la coupe A. Les affleurements de cette coupe B correspondent donc à peu près aux mêmes niveaux que ceux que nous avons décrits dans la coupe A; ils appartiennent tous les deux lithologiquement aux Alternances inférieures et paléontologiquement à la sous-zone D 2, éventuellement à la sous-zone D 3 (Berriasien supérieur).

III.2.3. COUPE C.

Juste au-dessus du coude du virage 680 m, entre le mur de soutènement de la route et des chalets en ruine, une petite coupe d'une vingtaine de mètres

Fig. 13. - Corrélation et datation des affleurements de la route reliant Mariens au col de l'Épine, entre Brassoudes et le pont 730 m.

Il a été difficile de faire apparaître avec précision sur cette figure, les corrélations des différentes coupes relevées le long de la route, vu les variations d'épaisseurs dues à la tectonique.



(D₂, D₃, E : SOUS-ZONES ET ZONES DE CALPIONELLES)

présente des faciès variés appartenant aux Alternances inférieures. Les couches sont renversées (N25E70SE); de ce fait, on observe, en descendant la route, la succession stratigraphique suivante :

Niv.1 : 10 m

(2292-2294; 2300-2301; 3107-3109;4677) Alternances de bancs de 0,10 à 0,20 m calcaires * fins tachetés et de niveaux de 0,05 à 0,10 m marnocalcaires schistoïdes; légère prédominance des calcaires; patine gris jaunâtre à gris brunâtre; encroûtements quartzeux ** vers le haut.

Aptychus sp.

- * Biomicrites (wackestone) à radiolaires (R) et calpionelles (R) :

A la base (2301; 4677) :

Calpionellopsis oblonga (CADISH) (A),

Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (F).

Au sommet (2300; 3107).

Calpionellopsis oblonga (CADISH) (2),

Remaniella cadischiana (COLOM) (1),

Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (22).

Tintinnopsella longa (COLOM) (9).

- ** Biosparites quartzueuses (15% ; Ø moy. : 0,15 mm) peu glauconieuses (3%) plus ou moins ferrugineuses (8 à 15%), par endroits siliceuses (calcédoine : 15%); intraclasts micritiques (20%).

Foraminifères (R-F) : textularidés (R-F), milioles (RR), **Citaella ? sp.** (RR), **Haplophragmoides** (RR); débris d'échinodermes (F); spicules de spongiaires (R).

Niv. 2 : 3 m

(2291; 2295; 2298-2299; 3104-3106) Marnocalcaires * schistoïdes à patine brunâtre avec petits bancs lenticulaires et galets calcaires ** fins.

- * Dans les marnocalcaires, ostracodes (R) dont **Cytherella sp.**, **Neocythere sp.**; **Lenticulina sp.** (R); nannoflore riche en nannoconidés associés à :

Biscutum constans (GORKA),

Braadrudospaera bigelowi (GRAN & BRAARUD),

Cretarhabdus conicus (BRAMLETTE & MARTINI),

Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,

Cruciellipsis cuvillieri (MANIVIT),

Micrantholithus obtusus STRADNER,

Speetonia colligata (BLACK),

Vagalapilla stradneri (ROOD, HAY & BARNARD).

- ** Biomicrites (wackestone) à radiolaires et calpionelles (RR) et biopelmicrosparites peu quartzueuses (5% ; Ø moy. : 0,08 à 0,1 mm) peu ferrugineuses (5%).

Spicules de spongiaires (R-F); débris d'échinodermes (R-F), de bryozoaires (R); ostracodes (R); foraminifères (R-F) : textularidés, **Lenticulina sp.**

Niv. 3 : 6 m

(2296-2297; 3103; 4676) Alternances de bancs de 0,20 m à 0,30 m calcaires * fins à patine gris bleu à gris jaunâtre et de niveaux de 0,10 à 0,20 m marnocalcaires schistoïdes; prédominance des calcaires.

A la base, petit banc centimétrique gréseux **.

- * Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses à radiolaires (F) à sparites très peu quartzueuses et ferrugineuses.

- ** Intrasparites peu ferrugineuses (5%), peu quartzueuses (5% ; Ø moy. : 0,15 mm; Ø max. : 0,3 mm), peu glauconieuses (1%); les intraclasts (15%, Ø moy. : 0,2 mm) sont micritiques.

Débris d'échinodermes (F), de bryozoaires (RR); foraminifères (RR) : textularidés.

Niv.4 : 0,40 m

(3102) Calcaires * gréseux à patine gris bleuâtre à gris brunâtre.

- * Biomicrites (packestone) peu quartzueuses (5% ; Ø moy. : 0,08 mm) peu ferrugineuses (3%), très peu glauconieuses (1%).

Débris d'échinodermes (F); spicules de spongiaires (F), de bryozoaires (RR); foraminifères (R) : textularidés, **Lenticula sp.**, **Citaella ? sp.**

Les biomicrites comprennent des passées turbiditiques de pelbiomicrosparites.

Calpionelles (R-F) : **Tintinnopsella carpathica** (MURGEANU & FILIPESCU), **Tintinnopsella longa** (COLOM).

Niv. 5 : 0,30 m

(3101) Marnocalcaires schistoïdes à patine brunâtre, très replissés.

Grâce aux associations de calpionelles, cette coupe a pu être attribuée au passage Berriasien-Valanginien. Le niveau 1 correspond à la partie inférieure de la sous-zone D 3; le sommet de ce niveau se place à la limite de la sous-zone D 3 et de la zone E.

Certains galets signalés dans le niveau 2 renferment une association de calpionelles caractéristiques de la limite des zones D2/D3 inférieur. Il semble donc qu'au Berriasien supérieur se sont développés des slumps entraînant des niveaux consolidés d'âge légèrement plus ancien que le slump lui-même mais

encore Berriasien supérieur. D'autre part, la présence de croûtes quartzueuses dans certains bancs témoigne d'arrivées sporadiques et brutales de quartz détritiques dans le bassin de sédimentation où se développaient des alternances de bancs calcaires fins et de niveaux marnocalcaires. Ces « turbidites » quartzueuses entraînaient de nombreux débris d'échinodermes et de spicules de spongiaires.

III.2.4. COUPE D.

En amont de la coupe C, au-dessous d'une zone de 8 m d'épaisseur couverte par la végétation et masquant très probablement des accidents tectoniques, apparaissent de nouveaux affleurements d'Alternances inférieures (coupe D). Ces affleurements, en partie masqués par le couvert végétal, sont composés, sur une dizaine de mètres d'épaisseur, d'alternances en égale proportion de bancs de 0,10 à 0,25 m calcaires * fins et de niveaux de 0,10 à 0,30 m marnocalcaires schistoïdes.

* A la base (éch. 4678), biomicrites à radiolaires (F) et calpionelles (RR) :

Calpionellopsis oblonga (CADISH),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU).

Au sommet (éch. 4679), biomicrites à radiolaires (F) et calpionelles (RR) :

Calpionellopsis oblonga (CADISCH),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU).

Les associations de calpionelles de cette coupe D caractérisent le sommet de la sous-zone D 2 et la base de la zone D 3 et correspondent donc au Berriasien supérieur.

Au-dessus de la coupe D, le long de la route montant au col de l'Epine, après un mur de soutènement, apparaissent, de nouveau, des alternances de bancs calcaires et de niveaux marnocalcaires schistoïdes trop recouvertes par la végétation pour pouvoir en faire l'étude stratigraphique détaillée.

III.2.5. COUPE E.

A partir du virage à la cote 700 m, en direction du col de l'Epine, nous avons relevé sommairement une coupe (coupe E) qui appartient aux Alternances inférieures et dont la base est remplissée; de bas en haut, nous avons observé, en série renversée, les niveaux suivants :

Niv. 1 : 10 m
(3110 ; 4681-4682) Alternances de bancs de 0,10 m à 0,20 m calcaires * fins et de niveaux de 0,05 à 0,10 m marnocalcaires schistoïdes; prédominance des marnes au sommet et des calcaires à la base.

* A la base (éch. 4682), biomicrites à radiolaires (F) et calpionelles (R-F) :

Calpionellopsis oblonga (CADISCH),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU),
Tintinnopsella longa (COLOM).

Au sommet (éch. 4681), biomicrites à radiolaires (F) et calpionelles (R-F) :

Remaniella cadischiana (COLOM) (1),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (18).
Tintinnopsella longa (COLOM) (3).

Niv. 2 : 4 m
Marnes schistoïdes brunâtres avec bancs lenticulaires (0,20 m d'épaisseur maximum) et galets calcaires fins; prédominance des marnes; petit blanc gréseux vers le bas.

Niv. 3 : 1 m
(4680) Bancs de 0,20 m à 0,30 m calcaires * fins massifs séparés par des délits de 0,05 à 0,10 cm marnocalcaires schistoïdes; prédominance des calcaires.

* Biomicrites à radiolaires (F) et calpionelles extrêmement rares.

Les faciès décrits dans la coupe E débutent au Berriasien supérieur et se terminent au Valanginien inférieur. En effet, la base du niveau 1 (éch. 4682) correspond à la limite des zones D 2/D 3 inférieur, le sommet du niveau 2 (éch. 4681) à la limite des zones D 3 supérieur / E; quant au sommet du niveau 3 (éch. 4680), il est presque dépourvu de calpionelles.

III.2.6. COUPE F.

Entre la coupe E et un petit sentier reliant la route du col de l'Epine au chalet du Vargne, apparaissent entre deux murs de soutènement, deux affleurements séparés par un accident tectonique; ils appartiennent tous deux aux Alternances inférieures.

L'affleurement inférieur, dont les couches plongent vers le NW sur 1 m d'épaisseur est formé d'une alternance de bancs de 0,20 à 0,30 m calcaires fins à patine gris bleu et de niveaux de 0,05 m marnocalcaires schistoïdes.

L'affleurement supérieur (coupe F) permet d'observer une série d'alternances sur environ 13 m; les couches plongent de 50° vers le SE et s'ordonnent en alternances en proportions égales de bancs de 0,10 m à 0,20 m calcaires * fins et de niveaux de 0,10 à 0,20 m marnocalcaires ** schistoïdes.

* Les biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (4%) à radiolaires (F) et calpionelles (R) dont **Calpionellopsis oblonga** (CADISCH) et **Tintinnopsella carpathica** (MURGEANU & FILIPESCU), appartient à la partie supérieure de D 2 ou à la partie inférieure de D 3.

** Les marnocalcaires renferment une assez riche nannoflore; en plus des nannoconidés (F), nous avons reconnu :

Biscutum constans (GORKA),
Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD) (F),
Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI,
Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,
Crucellipsis cuvillieri (MANIVIT),
Micrantholithus obtusus STRADNER (F),
Speetonia colligata (BLACK) (R),
Vagalapilla stradneri (ROOD, HAY & BARNARD).

Les associations de calpionelles et de nannoflore confèrent un âge berriasien supérieur à cette portion des Alternances inférieures.

III.2.7. COUPE G.

Un mur de soutènement sépare un nouvel affleurement d'Alternances inférieures (coupe G) de la coupe F. Celui-ci débute au pied du sentier menant au chalet de Vargne et au col de l'Epine et se poursuit de façon continue jusqu'à la culée orientale du pont de la cote 737 m. Malheureusement, de nombreux replis et failles affectent la partie médiane de la coupe G; c'est pourquoi nous en décrivons séparément la partie inférieure et la partie supérieure. De bas en haut stratigraphiquement, la partie inférieure de la coupe G comprend les niveaux suivants, à partir de la croisée du sentier du chalet de Vargne :

Niv. 1 : 15 m

(4683) Alternances de bancs de 0,10 à 0,20 m de calcaires fins et de niveaux marnocalcaires schistoïdes; prédominance des calcaires à la base et alternance en proportions égales plus haut.

* Biomicrites à radiolaires (F), calpionelles (RR).

Niv. 2 : 12 m

(2304) Zone couverte avec quelques affleurements d'alternances de bancs calcaires et de niveaux marnocalcaires schistoïdes, replissés et fracturés.

Rhynchonella sp.

Niv. 3 : 8 m

Marnes schistoïdes brunâtres avec bancs lenticulaires et galets calcaires fins; prédominance des marnes.

Niv. 4 : 9 m

(2305-2310) Bancs de 0,05 à 0,30 m calcaires * fins avec délits de 0,02 à 0,10 m marnocalcaires schistoïdes; bancs calcaires gréseux ** de 0,30 m et 0,40 m surtout à la base.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (5%) à radiolaires (F), ostracodes (RR), calpionelles (RR) :

A la base :

Calpionellites darderi (2) (COLOM),
Lorenziella hungarica (1),
Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU) (8),
Tintinnopsella longa (COLOM) (4).

Au sommet, les calpionelles sont très rares :

Tintinnopsella carparthica (MURGEANU & FILIPESCU),

** Biopelmicosparites très peu quartzieuses (5%; Ø moy.: 0,1 mm) peu ferrugineuses (6%) à textularidés (F), ostracodes (RR).

Cette partie inférieure de la coupe présente beaucoup d'analogie de faciès avec les coupes B et C; d'autre part, les associations paléontologiques permettent de leur attribuer des âges très proches.

La base de la coupe G renferme trop peu de calpionelles pour la dater avec certitude. Quant au niveau 4, il doit être attribué entièrement au Valangien inférieur puisque l'échantillon 2305 (à la base) possède une association de calpionelles de la zone E et que les échantillons 2308 et 2309 (au sommet) ne renferment que de très rares calpionelles.

Comme nous l'avons écrit plus haut, la partie médiane de la coupe G (niveau 5) comporte de nombreux accidents tectoniques qui empêchent d'établir la relation entre la partie inférieure de la coupe dont les couches plongent vers le SE et la partie supérieure (niveau 6) dont les couches plongent vers le NW.

La partie supérieure de la coupe G, qui appartient toujours aux Alternances inférieures, est composée sur 45 m (niveau 6) par des alternances de gros bancs de 0,10 à 0,50 m calcaires fins et de niveaux de 0,05 à 0,10 m marnocalcaires schistoïdes; les calcaires prédominent nettement.

A la base du niveau 6 (éch. 4684), il s'agit de biomicrites riches en radiolaires mais très pauvres en débris de calpionelles.

Au sommet, les calcaires fins (éch. 2311) sont des biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (5%) à radiolaires (F) et calpionelles (RR). Quant aux marnocalcaires (éch. 3117), ils renferment des radiolaires d'oursins (RR), des ostracodes (R) dont des larves de *Bairdia* sp., des débris de foraminifères (RR) et une nannoflore riche en nannoconidés et coccolithes :

Biscutum constans (GORKA),
Braarudosphaera sp.,
Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI,
Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,
Crucellipsis cuvillieri (MANIVIT),
Micrantholithus sp.,
Speetonia colligata (BLACK),
Vagalapilla stradneri (ROOD, HAY & BARNARD).

La base du niveau 6 ne peut être datée; par contre son sommet correspond à la zone E, donc au Valanginien inférieur, ce qui est compatible avec les débris de céphalopodes récoltés (2309) :

Lamellaptychus mortilleti PICT & LOR [85710].
Olcostephanus indét. [85711].
Phylloceras sp., indét.
Teschenites ? sp. indét.

Au-dessus de la culée orientale du pont 730 m qui correspond au sommet du niveau 6, un petit accident tectonique, dont les effets semblent de peu d'importance, sépare la coupe G des faciès gréso-glauconieux qui affleurent dans le torrent qu'enjambe le pont et sur la culée occidentale de celui-ci. Nous avons dû relever ces faciès gréso-glauconieux et les Alternances supérieures dans ce torrent qui prend naissance peu à l'E du chalet de l'Épine, car là, la série n'a pas été perturbée par la tectonique comme c'est le cas le long de la route montant au col de l'Épine.

III.3. Coupe du torrent sous le chalet de l'Épine.

La coupe du lit du torrent situé au-dessous du chalet de l'Épine débute au sommet des affleurements du talus septentrional de la route reliant Marlens à la Côte de Marlens; ces affleurements se trouvent juste en amont du pont (à la cote 730 m) et apparaissent, en paroi, dans le fond du torrent.

III.3.1. DESCRIPTION DE LA COUPE (fig. 12).

Gréso-glauconieux inférieur.

Niv. 1 : 10 m

(2312-2315; 3114-3115; 3118) Bancs de calcaires * plus ou moins quartzeux, peu glauconieux à patine brunâtre; peu de joints marneux ** schistoides.

* Biomicrites (wacke- à packestone) peu quartzueuses (5%) à très quartzueuses (45%; Ø moy. : 0,07 mm), très peu glauconieuses (1%) parfois micacées (15% : biotite, muscovite et chlorite) peu ferrugineuses (5%); cristaux idiomorphes de dolomite (?) authigène (1%); lamines par endroits.

Spicules de spongiaires (F-A); débris d'échinodermes (R-F); radiolaires (RR-F); textularidés (R-F); **Citaella** ? sp. (RR); **Tintinnopsella carpathica** (MURGEANU & FILIPESCU) (RR).

** Les marnes renferment une nannoflore caractérisée par un fort pourcentage de **Watznaueria** et de formes massives : apparition de **Calcicalathina oblongata** (WORSLEY) et de **Micula infracretacea** THIERSTEIN.

Alternances supérieures.

Niv. 2 : 13 m

(2316-2317) Alternances de gros bancs de calcaires * fins et minces niveaux marnocalcaires schistoides. Au sommet, gros banc calcaire fin avec nombreux diastèmes.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (3 à 4%) très peu quartzueuses (1%) à radiolaires (F).

Niv. 3 : 8 m

Couverture végétale.

Niv. 4 : 12 m

(2318-2319) Alternances de bancs de 0,20 à 0,30 m calcaires * fins et de niveaux de 0,10 m plus marneux **, schistoides.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (3 à 5%), très peu quartzueuses (1%) à radiolaires (F).

** **Fragments de Nannoconus**; nannoflore :

Biscutum constans (GORKA),
Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,
Diazomatholithus lehmani NOEL,
Manivitella pemmatoidea (DEFLANDRE) THIERSTEIN,
Watznaueria barnesae (BLACK),
Zygodiscus elegans GARTNER.

Niv. 5 : 16 m

(2320) Alternances de bancs de 0,20 à 0,30 m calcaires fins (biomicrites à radiolaires) et de niveaux de 0,10 à 0,20 m marnocalcaires * schistoïdes à patine grisâtre.

* La nannoflore est pauvre :

Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD),
Cyclagelosphaera margereli NOEL,
Discorhabdus biradiatus (WORSLEY),
Watznaueria barnesae (BLACK).

Niv. 6 : 20 m

(2321-2323) Alternances de gros bancs de calcaires * fins et de niveaux de 0,10 à 0,20 m marnocalcaires ** schistoïdes à patine grise; apparition de quelques silex.

* Biomicrites (wackestone) très peu ferrugineuses (4 à 5 %) très peu quartzes (1 %).

Radiolaires (F); débris d'échinodermes (RR).

** Fragments de **Nannoconus** et nannoflore mal conservée :

Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD),
Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,
Cyclagelosphaera margereli NOEL,
Discorhabdus biradiatus (WORSLEY),
Micula infracretacea THIERSTEIN
Watznaueria barnesae (BLACK).

Niv. 7 : 12 m

(2324-2325; 3127-3128) Alternances de bancs de 0,20 à 0,30 m calcaires * fins et de niveaux d'environ 0,20 m marnocalcaires ** schistoïdes.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (6 à 8 %) à radiolaires (F); stylolisation rare.

Nannoconus bucheri BRONNIMANN, **Nannoconus sp. 2**; nannoflore identique à celle du niveau 6.

Niv. 8 : 28 m

(2326-2330; 3119-3128) Alternances identiques à celles du niveau 7 : calcaires * et marnocalcaires **.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (4 à 8 %) peu quartzes (1 %); quartz et feldspaths authigènes (RR); stylolites (F); débris d'oursins (RR); radiolaires (F); foraminifères (RR) dont **Spirillina sp.**, **Lenticulina sp.**, textularidés.

** Foraminifères (RR): **Spirillina sp.**, **Lenticulina sp.**;

A la base (2326-2328; 3124-3126):

Conusphaera mexicana TREJO,

Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,

Cruciellipsis chiasta (WORSLEY),
Diazmatholithus lehmani NOEL,
Parhabdolithus embergeri (NOEL),
Rucinolithus wisei THIERSTEIN,
Watznaueria barnesae (BLACK),
Watznaueria britannica (STRADNER),
Nannoconus sp. 2,
Nannoconus sp.

Au milieu (2329; 3122-3123)

Conusphaera mexicana TREJO,
Lithastrinus septentrionalis STRADNER,
Micrantholithus obtusus STRADNER,
Rucinolithus wisei THIERSTEIN,
Watznaueria barnesae (BLACK),
Watznaueria communis REINHARDT,
Nannoconus colomi (KAMPTNER),

Au sommet (2330; 3119-3121)

Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI,
Discorhabdus rotatorius (BUKRY),
Diazmatholithus lehmani NOEL,
Micrantholithus obtusus STRADNER,
Parhabdolithus embergeri (NOEL),
Rucinolithus wisei THIERSTEIN,
Watznaueria barnesae (BLACK),
Watznaueria britannica (STRADNER),
Zygodiscus elegans GARTNER.

Flysch.

Niv. 9 : 6 à 8 m

Conglomérat à éléments mal classés de l'ordre du mètre; le ciment est pratiquement inexistant. Ce niveau forme une paroi bien repérable dans la topographie; il ravine le sommet de la formation sous-jacente.

III.3.2. STRATIGRAPHIE

Les affleurements qui constituent le lit du torrent entre le chalet de l'Épine et le pont 730 m peuvent être subdivisés en trois ensembles lithologiques; de bas en haut :

1. *Gréso-glaucieux inférieur (niveau 1)* visible sur 10 m. La base de ce terme a pu être datée ici surtout par la nannoflore puisqu'il renferme **Calcicalathina oblongata** et **Micula infracretacea** qui apparaissent dans la partie supérieure du Valanginien moyen et souvent au Valanginien supérieur. En outre, la rareté de **Tintinnopsella carpathica** nous incite

à attribuer le Gréso-glaucouneux inférieur au sommet du Valanginien moyen et au Valanginien supérieur.

2. *Alternances supérieures (niveaux 2-8)* : environ 109 m. Dans cet ensemble de niveaux, nous n'avons pas trouvé de céphalopodes. La datation n'est basée que sur la nannoflore qui est, en général, mal conservée; elle est caractérisée par un fort pourcentage (jusqu'à 80 %) de **Watznaueria barnesae** et de **Watznaueria communis** et par une fréquence élevée de **Cyclagelosphaera margereli** et de **Diazmatolithus lehmani**. Les pentalites des genres **Braarudosphaera** et **Micrantholitus** sont représentés inégalement suivant les échantillons. Quant aux **Nannoconus**, ils sont souvent brisés et apparaissent irrégulièrement. L'ensemble des associations de nannoflore et de nannocnidés caractérise le Néocomien; de plus, la présence de **Lithastrinus septentrionalis** dans le niveau 8 (éch. 3123) incite à attribuer un âge hauterivien inférieur à moyen, au sommet des Alternances supérieures*.

3. *Flysch (niveau 9)*. Cette formation débute, en paroi, par un conglomérat de base dont les éléments proviennent du démantèlement des formations sous-jacentes. Le ciment étant pratiquement inexistant, il ne nous a pas été possible de le dater. Le passage du conglomérat aux silts marno-micacés schistoïdes n'est pas visible dans le torrent sous les chalets de l'Épine; ils affleurent sur le chemin à quelques mètres au-dessus de la paroi.

Dans la coupe étudiée, le flysch transgresse directement les Alternances supérieures, alors que le long de la route reliant Marzens au col de l'Épine, vers la

(*) Il faut cependant signaler, dans le lavage de l'échantillon 3120 (marnocalcaire), la découverte d'un exemplaire de **Globorotalia** et de deux spécimens de globotruncanidés bicarénés. De plus, une lame mince dans l'échantillon 2324 (sommet du niveau 7) présente des « fantômes » d'**Hedbergella** et une mauvaise section d'un foraminifère qui pourrait se rapporter à **Globotruncana arca**? Il se pourrait que les 3 individus de l'échantillon 3120 soient dus à une pollution lors de la récolte de l'échantillon; quant à la lame mince 2324, l'état de conservation est trop mauvais pour que l'on puisse se prononcer avec certitude.

Pourtant, intrigué par ces échantillons (2324 et 3120), nous avons fait une étude approfondie de la nannoflore des Alternances supérieures. En effet, si des microfaunes sénoniennes et tertiaires étaient représentées dans ces Alternances supérieures, on devrait découvrir des mélanges d'espèces de plusieurs biozones dans les associations de nannoflore, or, celles-ci semblent homogènes et caractérisent le Néocomien, voire plus précisément l'Hauterivien inférieur à moyen.

cote 900 m, il repose sur le Gréso-glaucouneux supérieur, ce qui met en évidence une discordance entre le flysch tertiaire et les formations mésozoïques.

III.3.3. SÉDIMENTOLOGIE

Dans cette coupe, les faciès du Gréso-glaucouneux inférieur incitent à penser que leur milieu de dépôt est sensiblement le même que celui dans lequel se sont déposées les alternances de calcaires et de marnocalcaires situées au-dessus et au-dessous. En effet, par endroits, on observe, au sein de ce terme gréso-glaucouneux, des biomicrites à radiolaires identiques à celles des formations qui l'encadrent. A la fin du Valanginien et pendant une partie de l'Hauterivien, un régime d'alternances de calcaires et de marnocalcaires résulte d'une sédimentation de bassin ou de pied de talus; dans le torrent sous le chalet de l'Épine, la grande épaisseur de celles-ci est remarquable car elle dépasserait une centaine de mètres si les niveaux supérieurs (7 et 8) sont bien à rattacher à la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes (voir note infrapaginale, p. 59).

III.4. Corrélations stratigraphiques

Bien que souvent très tectonisés, les divers affleurements qui bordent la route du col de l'Épine entre Brassoudes et le col de l'Épine, permettent de reconstituer approximativement la partie méridionale du bassin sédimentaire de l'unité de Nantbellet, de l'WSW vers l'ENE, c'est-à-dire suivant une direction presque perpendiculaire à celle des axes tectoniques (Fig. 14). Dans cette région, il a été possible de distinguer, au-dessus de la « barre tithonique », trois formations, d'en décrire les faciès sans pouvoir toutefois en évaluer les épaisseurs; seule, l'une d'elles a pu être datée, à partir des calpionelles, de la nannoflore et de très rares ammonites.

1. *La formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes* semble très épaisse puisqu'elle dépasse une puissance de 250 m. Lithologiquement variée, elle comprend deux membres gréso-glaucouneux dont l'inférieur est à rapporter au Berriasien supérieur et dont le membre supérieur doit être attribué à la fin du Valanginien moyen ou au début du Valanginien supérieur. D'autre part, le membre gréso-glaucouneux inférieur est caractérisé par des phénomènes de slumping qui correspondent

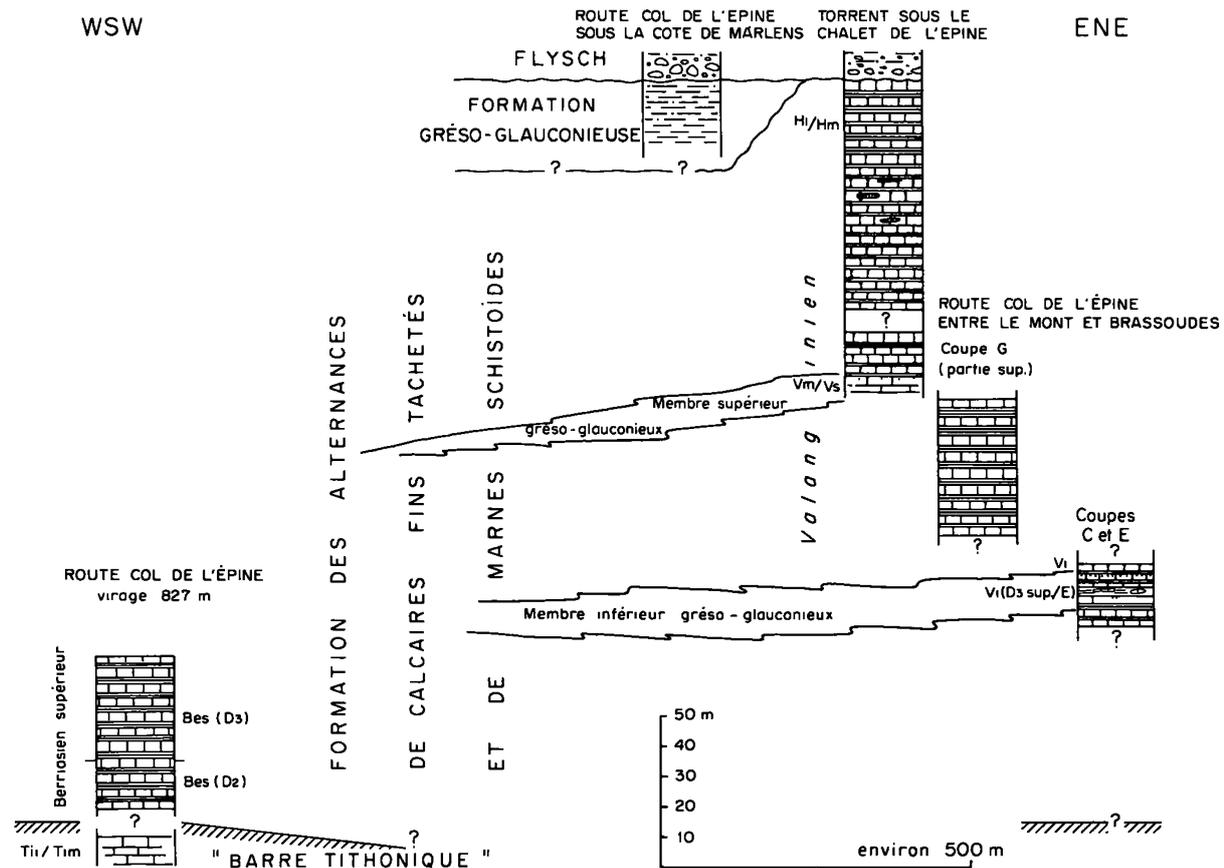


Fig. 14. - Corrélation des coupes lithologiques relevées sur le bord méridional de l'unité de Nantbellet. Toutes les coupes sont abaissées à partir de la base du flysch choisie comme niveau de référence et considérée comme une ligne plus ou moins isochrone. Les abréviations figurant le long des colonnes lithologiques sont identiques à celles de la figure 8 (en plus, Vm : Valanginien moyen).

à des glissements sous-marins de sédiments en voie de lithification et d'âge légèrement plus ancien (zone de calpionelles : D 2/D 3 inférieur) mais encore berriasien supérieur.

D'autre part, il faut relever le taux élevé de sédimentation au Berriasien supérieur, dans la partie méridionale de l'unité de Nantbellet, et plus précisément dans la région du virage 827 m de la route du col de l'Épine.

2. La formation grés-glauconieuse, lorsqu'elle existe, présente des faciès identiques à ceux qui ont été décrits plus haut, sur la bordure occidentale de l'unité de Nantbellet. Cette formation apparaît le long de la route du col de l'Épine, sous la Côte de Mar-

lens; partout ailleurs, elle a été soumise à l'érosion ante-éocène et ne se retrouve qu'à l'état de galets dans le conglomérat de base du flysch.

3. Le flysch est discordant et transgressif. La discordance est évidente puisqu'il repose sur la formation grés-glauconieuse sous la Côte de Marzens et sur la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoides, dans le torrent sous le chalet de l'Épine. Un puissant et grossier conglomérat de base caractérise la partie inférieure du flysch dans la région comprise entre le chalet de l'Épine et le hameau de la Côte de Marzens; il se compose d'éléments provenant des deux formations précitées ainsi que de la formation des calcaires

sublithographiques jamais préservée dans la partie méridionale de l'unité de Nantbellet (sauf peut-être dans la région de Cons-Ste-Colombe).

IV. STRATIGRAPHIE DU BORD NORD-ORIENTAL DE L'UNITÉ DE NANBELLET

IV.1. Coupe d'un ravin sous le Freu

La coupe décrite (coord. : 915,84/98,92) a été relevée dans le lit d'un torrent naissant sous les chalets

de « Sur le Freu », en aval de la cote 1 450 m (fig. 15). Bien que de nombreux accidents tectoniques perturbent la séquence, cette coupe présente un intérêt certain vu les variations de faciès et les associations de céphalopodes qui ont été découvertes; les épaisseurs des différents niveaux n'ont pu être évaluées qu'approximativement. Les niveaux 3 à 5 ont été particulièrement affectés par la tectonique, ce qui entraîne une certaine part d'interprétation dans leur description.

IV.1.1. DESCRIPTION DE LA COUPE (fig. 15).

A partir du petit sentier à la cote 1 450 m, dans le lit du torrent, la succession des niveaux se présente

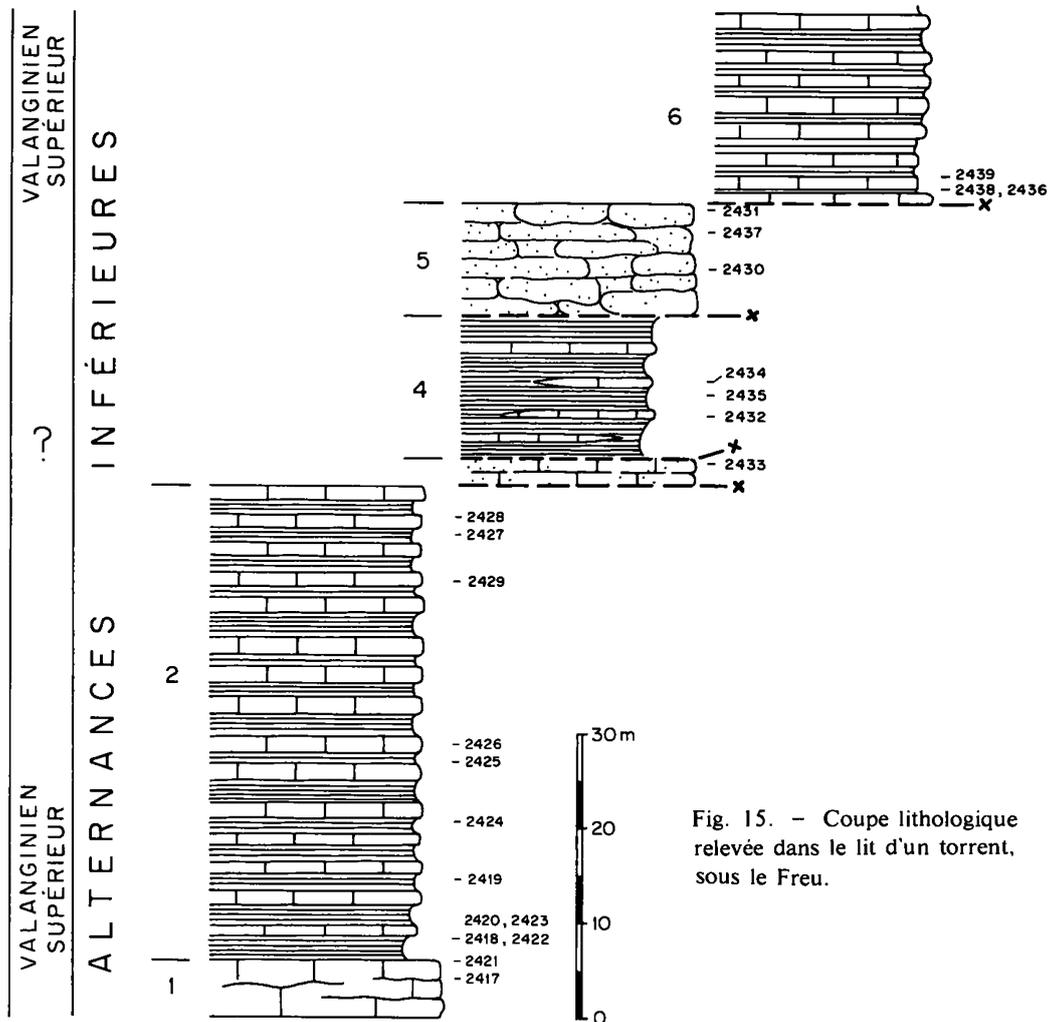


Fig. 15. - Coupe lithologique relevée dans le lit d'un torrent, sous le Freu.

de bas en haut stratigraphiquement, et d'amont en aval, topographiquement :

Niv. 1 : 6 m (2417, 2421) Calcaires * massifs avec quelques diastèmes;

Olcostephanus sp. indéterminé.

Phyllopachyceras infundibulum D'ORB

- * Biomicrocrites (wackestone) peu ferrugineuses (4%) très peu quartzieuses (1% ; quartz détritiques et authigènes); radiolaires (F); ostracodes (RR).

Niv. 2 : 50 m (2418-2420 ; 2422-2429) Alternances en proportion égale de bancs calcaires * fins tachetés et de marnocalcaires ** schistoïdes.

A la base :

Neolissoceras grasi D'ORB [85715],

Olcostephanus sp. indéterminé. [85715],

Phyllopachyceras infundibulum D'ORB. [85715],

Teschenites flucticulus THIEULOY [85714],

Teschenites pachydicanus THIEULOY [85716],

Belemnites indéterminé.

Pygope sp. indéterminé.

Au milieu et au sommet :

Lamellaptychus mortilleti PICT et LOR. [85717].

Lamellaptychus subdidayi TRAUTH [85718],

Lytoceras inaequalicostatum D'ORB. [85719].

Olcostephanus sp. indéterminé.

Phyllopachyceras infundibulum D'ORB

Duvalia sp.,

Fragments d'huîtres.

- * Biomicrocrites (wackestone) peu ferrugineuses (5%) très peu quartzieuses (1% ; quartz détritiques et authigènes); au sommet, cristaux idiomorphes de dolomite (1%); radiolaires (F); **Lenticulina sp.** (RR); ostracodes (RR).

** Dans les marnocalcaires, vers la base :

Watznaueria barnesae (BLACK) (R-F),

Watznaueria communis REINHARDT (R F),

Nannoconus colomi (KAMPTNER) (R-F),

Nannoconus sp. 2.

Micrantholithus obtusus STRADNER (R-F),

Parhabdolithus embergeri (NOEL) (R-F).

En plus de la nannoflore, **Cytherella sp.** (RR); **Lenticulina sp.** (RR).

Au milieu et vers le haut :

Micrantholithus obtusus STRADNER (R-F),

Parhabdolithus embergeri (NOEL) (R-F),

Nannoconus sp. (R).

Niv. 3 : 2 à 3 m

(2433) Calcaires * gréseux en bancs mal définis, avec diastèmes.

- * Microsparites peu quartzieuses (7% ; Ø moy. : 0,08 mm) peu ferrugineuses (6%), peu argileuses, avec pellets (7%); quartz et feldspaths authigènes (RR), cristaux idiomorphes de dolomite authigène (RR); intense recristallisation.

Spicules de spongiaires (R-F); textularidés (R).

Niv. 4 : env. 15 m (2432 ; 2434-2435) Alternances de marnes * terreuses schistoïdes et de bancs de calcaires ** fins parfois lenticulaires; prédominance des marnes.

- * Dans les marnes, débris de foraminifères (RR) dont **Spirillina sp.**; ostracodes (RR) dont **Cytherella sp.**; nannoflore comprenant des pentalithes et **Watznaueria sp.** (formes massives et peu ornées).

** Biomicrocrites (wackestone) peu ferrugineuses à radiolaires (F), **Calpionellopsis oblonga** (CADISH), **Tintinnopsella carpathica** (MURGEANU & FILIPESCU) (RR).

Niv. 5 : 10 à 15 m

(2430-2431 ; 2437) Calcaires * gréseux noduleux formant une paroi que le torrent franchit en cascade; silicification notamment au sommet du niveau.

- * Microsparites quartzieuses (2 à 12% ; Ø moy. : 0,05 à 0,11 mm), peu ferrugineuses (5 à 8%) argileuses; silicification intense au sommet du niveau; quartz et albites authigènes (F) développés dans de petits nodules ferrugineux ou dans les débris calcaires; cristaux idiomorphes de dolomite authigène.

Spicules de spongiaires (F-A); débris de bryozoaires (R F) d'échinodermes (R-F) de mollusques (F); ostracodes (R); textularidés (R).

Niv. 6 : 80 m

(2436 ; 2438-2439) Alternances de bancs calcaires * fins tachetés et de niveaux marnocalcaires ** schistoïdes; prédominance des bancs calcaires.

A la base :

Lamellaptychus mortilleti PICT. et LOR. [85724],

Lamellaptychus submortilleti TRAUTH, **Bochianites neocomiensis** D'ORB. [85723],

Neolissoceras grasi D'ORB. [85723],

Olcostephanus sp. indéterminé. [85723],

Phylloceras infundibulum D'ORB. [85723],

Phylloceras thetys D'ORB. [85723],

Ptychophylloceras sp. indéterminé. [85722],

Teschenites aff. callidiscus THIEULOY [85721],

Teschenites juv. [85720],

Teschenites pachydicanus THIEULOY [85721].

- * Biomicrites (wackestone) très peu quartzes (1 %), peu ferrugineuses (4 %), à radiolaires (F).
- ** Dans les marnocalcaires, les coccolithes sont souvent cassés et les *Nannoconus* rares; à la base du niveau :
 - Calcicalathina oblongata** (WORSLEY),
 - Speetonia colligata** (BLACK),
 - Zygodiscus diplogrammus** (DEFLANDRE & FERT),
 - Micrantholithus** sp. (F).

IV.1.2. STRATIGRAPHIE.

Tous les niveaux décrits dans cette coupe appartiennent aux Alternances inférieures, bien qu'ils renferment, par endroits, des faciès plus ou moins quartzes.

Du point de vue chronostratigraphique, les alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes (niveaux 2 et 6) appartiennent à la même zone d'ammonites; en effet, l'échantillon 2418 prélevé à la base du niveau 2 renferme la même association de céphalopodes que l'échantillon 2436, à la base du niveau 6 : il s'agit de la zone à *callidiscus* correspondant à la partie sommitale du Valanginien supérieur. Quant aux niveaux 4 et 5 caractérisés par la présence de faciès détritiques, ils renferment un banc de calcaire fin lenticulaire (éch. 2434) à *Calpionellopsis oblonga*; il doit donc être attribué au Berriasien supérieur.

Les faits étant énoncés, deux hypothèses se présentent pour interpréter la coupe du ravin sous les chalets de « Sur le Freu » suivant l'importance attribuée aux nombreuses failles dont cette coupe est affectée. Si l'on admet que la tectonique n'a pas joué de rôle majeur et que l'ordonnance des faciès actuellement observable est originelle, il faut conclure à un taux de sédimentation très important au Valanginien supérieur (plus de 100 m d'épaisseur); ceci s'expliquerait notamment par l'arrivée d'apports terrigènes liés à des slumps (niveau 4) dont le matériel proviendrait du démantèlement de formations d'âge berriasien supérieur (éch. 2434). Par contre, si l'on opte pour un écaillage tectonique, style d'ailleurs courant dans l'unité de Nantbellet, on est en droit d'imaginer que les niveaux 4 et 5 ne sont pas en place et que leur position originelle devait se trouver au-dessous des niveaux 1 et 2. Les deux hypothèses sont plausibles, mais avertis du style tectonique régional, nous choisissons la seconde : le niveau 6 correspondrait à un redoublement du niveau 2.

La coupe se poursuit plus au NE, dans le ravin du

torrent de la Chaise où l'on observe un terme grésoglaucouneux surmonté par des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes. L'épaisseur de ces niveaux est difficile à estimer car les affleurements sont discontinus et séparés par d'importantes lacunes d'observation et la région comporte de nombreux accidents tectoniques. Plus loin, affleurent quelques niveaux du Grésoglaucouneux supérieur, notamment sous le chalet de cote 1459 et dans le fond des ravins au NE de ce chalet. Celui-ci est surmonté, sans que le contact soit visible, par le flysch dans lequel n'apparaît aucun niveau microbréchique à nummulites.

IV.1.3. SÉDIMENTOLOGIE.

Du point de vue sédimentologique, l'intérêt de cette coupe réside essentiellement dans la présence de faciès quartzes et de niveaux à slumps dont l'âge a été discuté plus haut. D'autre part, les sédiments ont été affectés par des phénomènes diagénétiques remarquables, notamment dans le niveau 5, tels que la silicification de certains niveaux et la formation de cristaux idiomorphes authigènes d'albite et de quartz spécialement développés dans des noyaux à matrice ferrugineuse (ce qui peut simuler des débris de roches volcaniques qui seraient composés de phénocristaux d'albite et d'une matrice vitreuse altérée).

IV.2. Coupe entre la Tête d'Orsière et les chalets de l'Arbarète.

A la cote 1565 (coord. : 915,70/100,10), sur un sentier reliant les fermes de l'Arbarète à celle du Macheux, apparaît une lentille de 5 à 6 m de long formée de calcaires à faciès urgonien, intercalée dans les Alternances supérieures (calcaires/marnes). Bien que dans cette région la couverture végétale soit importante et les glissements de terrain multiples et fréquents, il est possible de reconstituer une coupe lithologique synthétique (fig. 16) à partir des nombreux affleurements sporadiques observables dans les petits torrents temporaires qui appartiennent au bassin de réception de la Tête d'Orsière (1 750 m).

Entre l'Arbarète et le Macheux, le sommet des Alternances supérieures comprend trois termes lithologiques.

Niv. 1 : 10 m

Alternances de bancs calcaires fins tachetés et de niveaux marnocalcaires schistoïdes très peu gréseux.

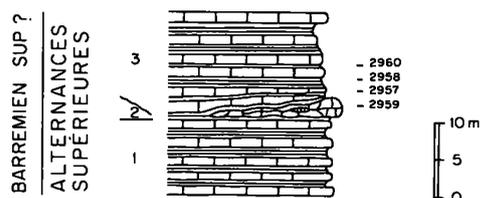


Fig. 16. - Coupe lithologique entre la Tête d'Orsière et les chalets de l'Arbarête.

Niv. 2 : 0-3 m (pl. 2, fig. 1-6; pl. 4, fig. 5, 6)

(2959) Banc lenticulaire de brèche calcaire avec éléments * à faciès « urgoniens » (parfois avec silex) et avec fragments de bancs à faciès calcaires ou marnocalcaires de même type que ceux du niv. 1 ou du niv. 3. Ce banc est emballé dans les alternances des niveaux sus- et sous-jacents; au contact :

? *Asteridiscus* indéterminé. [85728].

Barremites sp., gr. *difficilis* D'ORB. [85727]
(nombreux exemplaires).

Anomia neocomiensis D'ORB. [85729].

* Intra-biomicrosparites (avec rares oolites) par place silicifiées (calcédoine, quartz authigène et feldspaths authigènes) en galets aux contours mal définis emballés dans une biomicrosparite peu quartzueuse (2 à 5 %); ce microfaciès renferme des spicules de spongiaires (F) et des foraminifères (F) dont *Saubadia minuta* (HOFKER) (R-F), *Glomospira* sp. (R-F), *Glomospirella* sp. (R), miliolles (R). Les galets d'intra-biomicrosparites ont une association commune dans les faciès urgoniens : débris de gastéropodes (R), de mollusques (R-F), d'échinodermes (R-F), de bryozoaires (R-F), de corail ? (RR); foraminifères (F-A) :

Orbitolinopsis sp.

Palaeodictyoconus barremianus (MOULLADE).

Paracoskinolina maynci (CHEVALIER).

Dictyoconus reicheli (GUILLAUME) ?

Choffatella decipiens SCHLUMBERGER.

Coscinophragma sp.

Cuneolina hensoni DALBIEZ.

Glomospira sp.

Lenticulina sp.

Melathrokerion praesigali (BANNER).

Miliolles.

Nautiloculina sp.

Placopsilina sp.

Saubadia minuta (HOFKER).

Trocholina cf. *friburgensis* (GUILLAUME & REICHEL).

« *Valvulammina* » sp.

Dasycladacées (F-A)* :

Salpingoporella melitae (RADOICIC).

Salpingoporella muehlbergii (LORENZ).

Pseudoactinoporella fragilis (CONRAD).

Verticilloporella dalmatica RAVIV et LORCH.

Cylindroporella sp.

Likanella ? *danilovae* RADOICIC.

Niv. 3 : 10 à 15 m

(2957-2958; 2960) Alternances de bancs de calcaires * fins, tachetés et de niveaux marnocalcaires schistoïdes.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (5-7 %), très peu quartzueuses (2 à 4 %; Ø moy. : 0,03 mm), très peu argileuses.

Radiolaires (R-F).

Le contact entre le niveau 3 et le Grésoglaucouneux supérieur qui le surmonte est malheureusement couvert par la végétation.

L'association des céphalopodes reconnue au sommet des Alternances supérieures dans la région de l'Arbarête, permet d'attribuer au Barrémien leur partie sommitale. Les orbitolines ne permettent guère de préciser cette datation; en effet, la seule espèce typique du Barrémien supérieur, *Dictyoconus reicheli*, n'est représentée que par une section axiale d'un individu jeune.

L'intérêt de la coupe relevée entre la Tête d'Orsière et l'Arbarête est dû à la présence d'une lentille bréchique dont certains éléments rappellent le faciès urgonien, intercalée dans des faciès à radiolaires déposés en milieu profond. Ces lentilles correspondent à des apports turbiditiques provenant de la plateforme continentale et plus précisément de la zone infralittorale (faciès à orbitolines et dasycladacées) et de la zone circalittorale (faciès à spicules de spongiaires et à petits foraminifères benthiques).

IV.3. Coupe d'un ravin entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarête.

Le long d'un sentier reliant les chalets de l'Arbarête à la ferme du Macheux, on recoupe à la cote 1480 la base du Grésoglaucouneux supérieur qui se trouve ici en position renversée (coord. : 915,44/100,10). En se déplaçant dans un lit de torrent à l'E du sentier, on découvre le sommet des Alternances

(*) Ces dasycladacées ont été décrites et figurées par CONRAD (1970).

supérieures dont les couches sont également renversées. Malgré la mauvaise qualité des affleurements, nous avons relevé sommairement les différents niveaux de la coupe présentée à la figure 17.

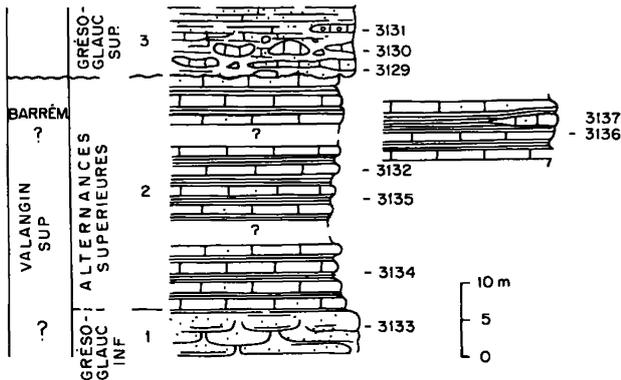


Fig. 17. - Coupe lithologique synthétique relevée dans la région comprise entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète.

Gréso-glauc. inférieur.

Niv. 1 : > 8 m

(3133) Bancs épais de calcaires * gréseux à altération en boules ou en miches; ce niveau forme une paroi que le torrent franchit en cascade.

- * Biomicrites (wackestone) peu quartzes (10 % ; Ø moy. : 0,07 mm), peu glauconieuses (15 %), peu ferrugineuses (8 %), argileuses; cristaux idiomorphes de dolomite (1 %). Spicules de spongiaires (F); débris d'échinodermes (R-F); ostracodés (RR); radiolaires (R); foraminifères (R): textularidés, **Spirillina sp.**

Alternances supérieures.

Niv. 2 : env. 30 m

(3132; 3134-3135) Alternances de bancs calcaires * fins et de marnocalcaires ** schistoides.

- * Biomicrites (wackestone) peu quartzes (6 %), peu glauconieuses (1 %), peu ferrugineuses (5 %), argileuses; quartz et feldspaths authigènes (1 %). Spicules de spongiaires (F); radiolaires (R); petits foraminifères (R) : **Citaella sp. ?**, textularidés, miliolés (?).
- ** Dans les marnocalcaires, la nannoflore est brisée, mal conservée; les **Nannoconus** sont assez rares; l'association de coccolithes comprend :

- Braarudosphaera bigelowi** (GRAN & BRAARUD).
- Calicalathina oblongata** (WORSLEY).
- Micrantholithus obtusus** (STRADNER).
- Rucinolithus wisei** THIERSTEIN.
- Watznaueria sp.**

Gréso-glauc. supérieur.

Niv. 3 : > 8 m

(3129-3131) A la base, sur 3 m, conglomérat à éléments d'ordre métrique, calcaires * fins ou grossiers à faciès urgonien **. Au-dessus, marnocalcaires *** gréso-glauc. avec passées centimétriques plus grossières.

- * Biomicrites peu ferrugineuses (6 %), peu quartzes (3 % ; Ø moy. : 0,05 mm), très peu glauconieuses (moins de 1 %); quartz et feldspaths authigènes rares. Radiolaires (R-F); petits foraminifères benthiques ± recristallisés (R-F) : **Sabaudia minuta** (HOFKER), **Glomospira sp. ?** (certains galets renferment en plus de nombreux spicules de spongiaires).
- ** Oobiosparites à débris d'échinodermes, dasycladacées, ostracodes, nombreux foraminifères dont orbitolines, miliolés, **Sabaudia minuta** (HOFKER).
- *** Biomicrites argileuses quartzes (15 à 25 % ; Ø moy. : 0,1 mm), glauconieuses (15 à 30 %), ferrugineuses (7 à 10 %). Spicules de spongiaires (R-F); débris d'échinodermes (R-F), de mollusques (R); **Hedbergella sp. ?** (RR).

La coupe relevée entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète comprend trois ensembles lithologiques bien distincts sur le terrain, de bas en haut : le Gréso-glauc. inférieur caractérisé par une texture en miches, les Alternances supérieures dont l'épaisseur reste incertaine et le Gréso-glauc. supérieur remarquable ici par son faciès conglomératique. Par contre, à l'échelle microscopique, les microfaciès présentent certaines affinités; en effet, les bancs calcaires fins tachetés des Alternances supérieures renferment du quartz détritique de même type (granulométrie, morphoscopie) que celui des formations sus- et sous-jacentes; de même, les associations faunistiques des trois formations offrent un cachet commun.

Le Gréso-glauc. supérieur débute par un véritable conglomérat de base dont les éléments peuvent atteindre la taille d'un homme et dont le mode de distribution est plurimodal. Les galets que nous avons analysés pétrographiquement proviennent tous

du démantèlement des Alternances et présentent soit le faciès des calcaires fins tachetés (biomicrites) si caractéristiques des Alternances, soit le faciès urgonien; ces deux faciès renferment toujours **Sabaudia minuta**, ce qui leur confère un âge au moins barrémien.

Le seul repère chronostratigraphique de la coupe est donné par **Calcicalathina oblongata**, caractéristique du Valanginien supérieur repéré dans les Alternances supérieures (éch. 3132, 3134).

A quelques centaines de mètres au NE de la coupe, sur le chemin reliant le col de l'Arbarète à la ferme du Macheux, une lentille de calcaires à faciès urgonien (éch. 3137) se trouve intercalée dans les Alternances supérieures dont les bancs calcaires sont des biomicrites (éch. 3136) peu quartzueuses (5 % ; Ø moy. : 0,05 mm) très peu glauconieuses, peu dolomitiques, à spicules de spongiaires (F), radiolaires (F), débris d'échinodermes (R), ostracodes (R) et petits foraminifères (R). Les faciès urgoniens se présentent sous forme d'intrabiosparites (grainstone) avec quelques oolites, parfois silicifiées (calcédoine et quartz authigènes), à débris d'échinodermes, de bryozoaires, de gastéropodes, de brachiopodes, de dasycladacées et à foraminifères très nombreux (**Orbitolina sp.**, **Nautiloculina sp.**, milioles, **Trocholina sp.**, etc.); l'association des orbitolines est caractéristique selon A. ARNAUD (communication orale) de l'intervalle compris entre le Barrémien sommital et le Bédoulien basal.

Dans la région du col des Mouilles et des chalets de l'Arbarète, les conditions de sédimentation qui ont régné durant le dépôt des trois ensembles lithologiques décrits plus haut semblent présenter beaucoup d'affinités. Cependant, le caractère conglomératique de la base du Gréso-glauconieux supérieur témoigne d'une érosion importante liée à une phase de transgression; s'agit-il d'éboulements de paléo-falaises, ce qui implique une paléomorphologie antérieure au dépôt du Gréso-glauconieux supérieur, ou s'agit-il d'une érosion de reliefs liés à une phase de plissement ante-Gréso-glauconieux supérieur? Nous tenterons plus loin de répondre à cette question.

IV.4. Coupe dans la région du Macheux.

Avant le glissement de terrain de 1970, on pouvait observer une coupe (fig. 18) dans les formations du Jurassique et du Crétacé le long du chemin reliant le bassin d'accumulation de la ferme du Macheux à une

maison en ruine, plus à l'Est (coord. : 916,16/100,52). Les épaisseurs des différents niveaux ont été réduites tectoniquement.

IV.4.1. DESCRIPTION DE LA COUPE (fig. 18).

« *Barre tithonique* ».

Niv. 1 : 2 m

(2963) Bancs massifs calcaires * fins avec diastèmes.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (3 %) à radiolaires (F); foraminifères (RR) dont **Spirillina sp.**; **Globochaete alpina**.

Niv. 2 : env. 14 m

Couverture végétale.

Niv. 3 : 0,50 m

(2964) Banc de calcaires * fins.

* Biomicrites (mudstone) peu ferrugineuses (2 %) à radiolaires (R); **Globochaete alpina** (RR).

Niv. 4 : 3,50 m

Couverture végétale.

Niv. 5 : 1 m

(2965) Bancs calcaires * fins avec passées de microbrèches « intraformationnelles » à éléments de petite taille d'ordre centimétrique.

* Biomicrites peu ferrugineuses (4 %) à radiolaires (F); **Globochaete alpina** (RR).

Niv. 6 : 2 m

Couverture végétale.

Alternances inférieures.

Niv. 7 : 3 m

(2966-2967) Alternances de 5 bancs de 0,10 m calcaires * plaquetés et de marnocalcaires ** schistoides; au sommet, banc de 0,30 m calcaires fins.

* Biomicrites (wackestone) à radiolaires (F), calpionelles (P) :

Calpionella alpina LORENZ (petites formes).

Calpionella elliptica (CADISCH).

Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU).

Tintinnopsella longa (COLOM).

Remaniella aff. cadischiana (COLOM).

** Foraminifères (RR) : **Lenticulina sp.**; nannoflore de la zone à **Cretarhabdus crenulatus** :

Biscutum constans (GORKA).

Conusphaera mexicana TREJO.

Cretarhabdus conicus BRAMLETTE & MARTINI.
Cretarhabdus crenulatus BRAMLETTE & MARTINI.
Markalius circumradiatus (STOVER).
Parhabdolithus asper (STRADNER).
Nannoconus steinmanni KAMPTNER.
Nannoconus sp. 1.
Nannoconus sp. 2.

Niv. 8 : 2 m

Couverture végétale.

Niv. 9 : 2 m

(2968-2970) Alternances de 5 bancs mal individualisés de 0,10 à 0,20 m calcaires * marneux et de marnocalcaires ** schistoides; au sommet, un banc de 0,20 m calcaire fin.

* Biomicrites argileuses (wackestone) à radiolaires (F) et calpionelles (R) :

Calpionella alpina LORENZ.

Calpionellopsis simplex (COLOM).

Tintinnopsella carpathica (MURGEANU & FILIPESCU).

Tintinnopsella longa (COLOM).

Nannoflore voisine de celle du niveau 7, avec conservation des formes massives de **Nannoconus et pentalithes; **Watznaueria** (F), **Parhabdolithus embergeri** (NOEL) (F).

Niv. 10 : 2 m

(2971) Alternances de 4 bancs mal individualisés de 0,10 m calcaires et de marnocalcaires * schistoides.

* Nannoflore identique à celle du niveau 9.

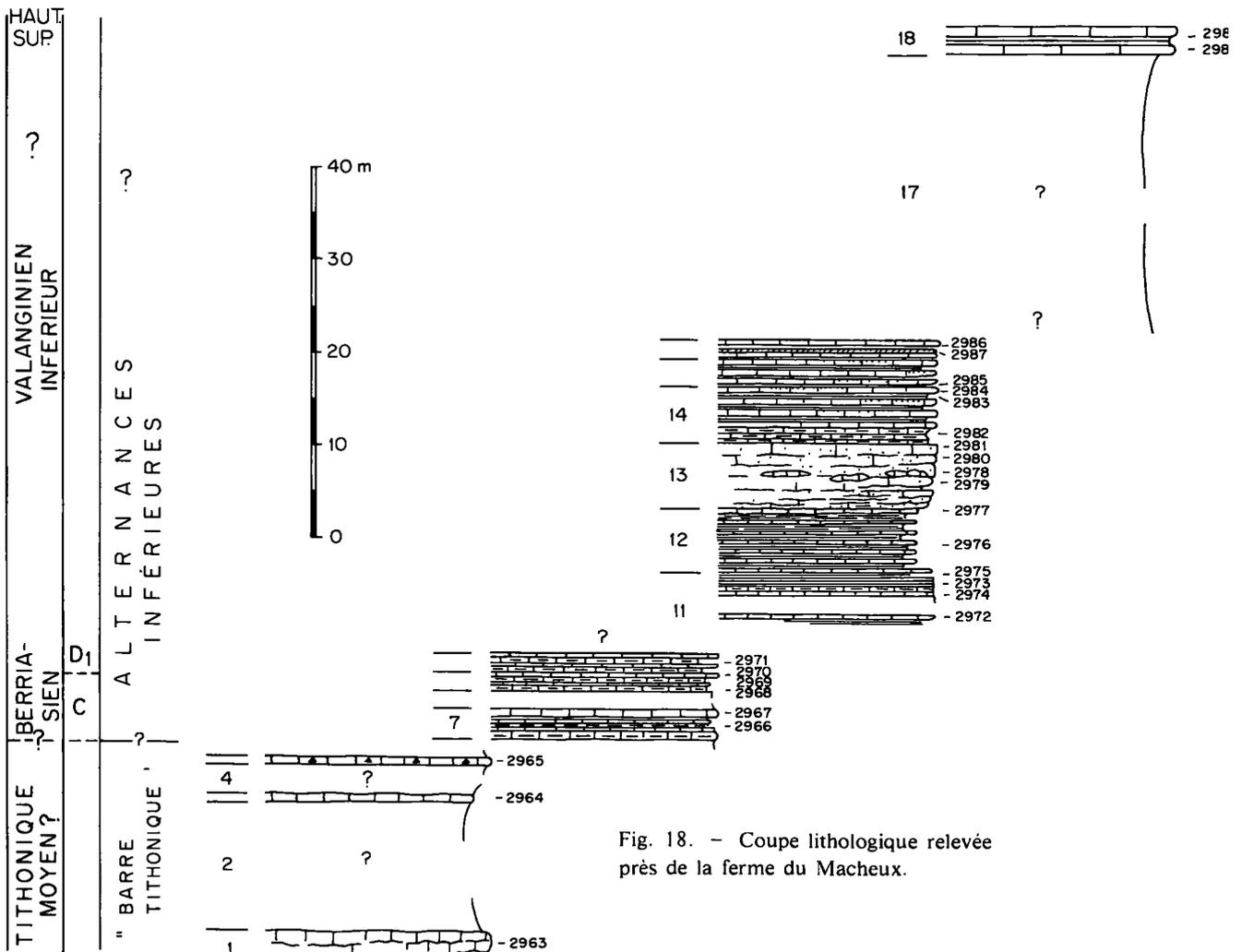


Fig. 18. - Coupe lithologique relevée près de la ferme du Macheux.

Niv. 11 : 9 m

(2972-2974) A la base et au milieu, couverture végétale avec un niveau marnocalcaire * schistoïde de 0,50 m surmonté d'un banc de 0,05 m de calcaires fins; bélemnite (*Duvalia ? sp.*).

* Marnocalcaires à *Lenticulina sp.* (RR); nannoflore :

Nannoconus steinmanni KAMPTNER.
Braarudosphaera bigelowi (GRAN & BRAARUD).
Diadorhombus rectus WORSLEY.
Discorhabdus biradiatus (WORSLEY).
Micrantholithus obtusus STRADNER.

Au sommet, alternances de niveaux marnocalcaires * schistoïdes et de bancs mal individualisés calcaires marneux; 1 banc de 0,10 m calcaires ** fins.

* Nannoflore :

Nannoconus steinmanni KAMPTNER (R).
Speetonia colligata (BLACK) (R).
Cruciellipsis cuvillieri (MANIVIT) (R).
Micrantholithus obtusus STRADNER.

** Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (7 %) à radiolaires (F).

Niv. 12 : 7 m

(2975-2977) Alternances en proportions égales de bancs de 0,20 m calcaires * fins tachetés et de niveaux marnocalcaires schistoïdes au sommet; les bancs calcaires présentent des lamines et des convolutes.

* A la base, biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (6 %) à radiolaires (F); vers le milieu et au sommet, passées quartzes (6 à 7 %; Ø moy. : 0,03 à 0,1 mm) peu ferrugineuses (5 %) à radiolaires (R-F), spicules de spongiaires (R-F), débris d'échinodermes (R-F), textularidés (R-F), ostracodes (RR).

Niv. 13 : 7 m

(2978-2981) Niveau calcaire * marneux gréseux schistoïde à la base, plus massif au sommet, formant un mur dans la topographie; patine brun-roussâtre contrastant avec la patine gris-bleuté des niveaux 7 à 12. Au milieu, banc lenticulaire à convolutes, calcaires ** fins peu marneux à patine gris-bleuté.

* Biomicrites (wacke- à packstone) peu ferrugineuses (5 à 7 %) peu quartzes (1 à 6 %; Ø moy. : 0,05 mm) argileuses, très peu glauconieuses (moins de 1 %); cristaux idiomorphes de dolomite (1 %); radiolaires (F-A); spicules de spongiaires (F A); foraminifères (RR) : *Spirillina sp.*, textularidés.

** Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (5 %) avec lamines peu quartzes (2 %; Ø moy. : 0,03 mm); radiolaires (F); débris d'échinodermes (R).

Niv. 14 : 6 m

(2982-2984) A la base marnocalcaires * schistoïdes, passant vers le haut à des alternances de niveaux marnocalcaires ** schistoïdes et de bancs de 0,20 à 0,30 m calcaires *** ravinés dans leur partie sommitale par des croûtes plus ou moins gréseuses; prédominance des bancs calcaires.

A la base, *Belemnites pistilliformis*.

* Biomicrites (wackestone) argileuses peu quartzes (1 %) peu ferrugineuses (6 %); radiolaires (F-A); spicules de spongiaires (R F); ostracodes (R); débris d'échinodermes (RR); textularidés (RR).

** Nannoflore avec *Speetonia colligata* (BLACK) (R), *Cruciellipsis cuvillieri* (MANIVIT) (R), *Micrantholithus sp.* (F); *Nannoconus sp.* (R).

*** Biomicrites (wacke- à packstone) peu ferrugineuses (5 %), peu quartzes (2 %) à radiolaires (A) et spicules de spongiaires (F) ravinées par une biomicrite plus quartzes (6 %; Ø moy. : 0,04 mm) très peu glauconieuse (moins de 1 %) avec cristaux idiomorphes de dolomite (3 %), microfaune identique avec, en plus, débris d'échinodermes (R) et textularidés (RR).

Niv. 15 : 3 m

Niveau identique au niveau 14.

Niv. 16 : 2 m

(2986-2987) Alternances de bancs de 0,10 à 0,20 m calcaires * fins et de niveaux marnocalcaires schistoïdes; 2 petits bancs de 0,05 m calcaires ** gréseux.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (3 %), peu quartzes (1 %) à radiolaires (F), débris d'échinodermes (RR), ostracodes (RR), *Tintinnop-sella carpathica* (MURGEANU & FILIPESCU) (RR).

** Biomicrites (packstone) quartzes (7 %; Ø moy. : 0,07 mm), peu ferrugineuses (5 %), peu glauconieuses (2 %) avec cristaux idiomorphes de dolomite (2 %); spicules de spongiaires (A), débris d'échinodermes (R); textularidés (RR).

Niv. 17 : env. 30 m

Couverture végétale.

Niv. 18 : 3 m

(2988-2989) Alternances de bancs de 0,30 à 0,40 m

calcaires * fins, massifs et de niveaux de 0,20 à 0,40 m marnocalcaires schistoides.

Crioceratites binelli ASTIER.

Plesiospitidiscus sp.

* Biomicrites (wackestone) peu ferrugineuses (6 %) à radiolaires (F), débris d'échinodermes (RR), ostracodes (RR).

IV.4.2. STRATIGRAPHIE.

Il est certain que les épaisseurs des niveaux décrits dans la région du Macheux ont subi des réductions importantes sous les effets de la tectonique; c'est donc avant tout la succession des faciès qui présente un intérêt particulier. Nous avons reconnu, de bas en haut :

1. « *Barre tithonique* » (niv. 1 à 6) dont le sommet étudié sur une vingtaine de mètres comporte de nombreuses lacunes d'observation qui très probablement masquent des accidents tectoniques. La présence fréquente de **Globochaete alpina** et l'absence de calpionelles incitent à penser que les niveaux sommitaux de la « barre tithonique » ne dépassent pas ici la partie moyenne du Tithonique (au sens chronostratigraphique du terme).

2. *Alternances inférieures* (niv. 7 à 18): 76 m. Cette épaisseur est douteuse, car, en plus des écrasements tectoniques qu'ont subis les niveaux, une lacune d'observation de 30 m sépare l'ensemble de la coupe du dernier niveau (niv. 18). A la partie inférieure des Alternances inférieures (éch. 2967), l'association des calpionelles découvertes caractérise la zone C (Berriasien moyen); cette attribution chronostratigraphique est confirmée par la nannoflore dont les espèces correspondent à la zone à **Cretarhabdus crenulatus**.

Quelques mètres plus haut (éch. 2970), les calpionelles déterminées sont typiques de la zone D 1 (base du Berriasien supérieur). Au sommet du niveau 16, juste au-dessous de la lacune d'observation, de très rares exemplaires de **Tintinnopsella carpathica** confèrent, à ce niveau, un âge valanginien inférieur probable. Quant au sommet de la coupe (niv. 18), il peut être attribué avec certitude à l'Hauterivien supérieur, grâce à l'association de céphalopodes qu'il renferme.

A 150 m à l'E du chalet du Macheux (coord. : 916,06/100,66), on peut observer le sommet du Grésoglaucien supérieur, en position synclinale, directement surmonté par du flysch à lentilles. Au sommet de ce Grésoglaucien supérieur, un niveau marneux grésoglaucien (éch. 2993) nous a

fourni une association de foraminifères planctoniques caractéristiques du Gargasien supérieur : nous y avons en effet reconnu, en plus d'un groupe d'herbergelles diverses, **Globigerinelloides algeriana**. D'autre part, les faciès sommitaux (éch. 2991) du Grésoglaucien supérieur représentés par des biomicrites argileuses quartzes (25 % ; Ø moy. : 0,07 mm) glaucieuses (5 %) ferrugineuses à spicules de spongiaires (F) et débris d'échinodermes (R F), renferment des galets millimétriques à centimétriques de biosparites quartzes (25 % ; Ø moy. : 0,3 mm) peu glaucieuses (2 %) avec oolites (15 %) à débris d'échinodermes (F), de bryozoaires (F), de gastéropodes (R) et de textularidés (RR). Tout se passe comme si des turbidites de biosparites quartzes à oolites étaient arrivées à la fin de l'Aptien dans le bassin où se déposaient les biomicrites quartzes à spicules typiques du Grésoglaucien ; les faciès de ces turbidites rappellent beaucoup les faciès de l'Albien inférieur du domaine subalpin (massif du Genevois et chaîne des Aravis).

IV.4.3. SÉDIMENTOLOGIE.

Après les dépôts de mer profonde au Tithonique, se développe au Berriasien et au début du Valanginien, dans la région du Macheux, un nouveau type de sédimentation caractérisé par des alternances de calcaires et de marnocalcaires, par des glissements sous-marins fréquents et importants (niv. 12, 13), par des arrivées sporadiques de quartz détritiques et par un taux de sédimentation important.

Les alternances inférieures correspondent probablement à une aire de dépôt située au pied d'un talus où s'accumule du matériel issu de deux sources, l'une constante constituée essentiellement de carbonates et d'argiles, l'autre comprenant surtout des quartz détritiques et des spicules de spongiaires. Ce style de sédimentation se poursuit à l'Hauterivien supérieur.

IV.5. Corrélations stratigraphiques.

L'essai de corrélation présenté sur la figure 19 appelle quelques remarques. Dans la coupe relevée dans le torrent sous le chalet de « Sur le Freu » et dessinée sur la figure 19, nous avons supposé que les terrains avaient subi un écaillage tectonique (voir IV.1.2.); nous avons essayé de rétablir la série sédimentaire que nous estimons probable. D'autre part, nous avons également essayé de placer les différents faciès les uns par rapport aux autres à partir des

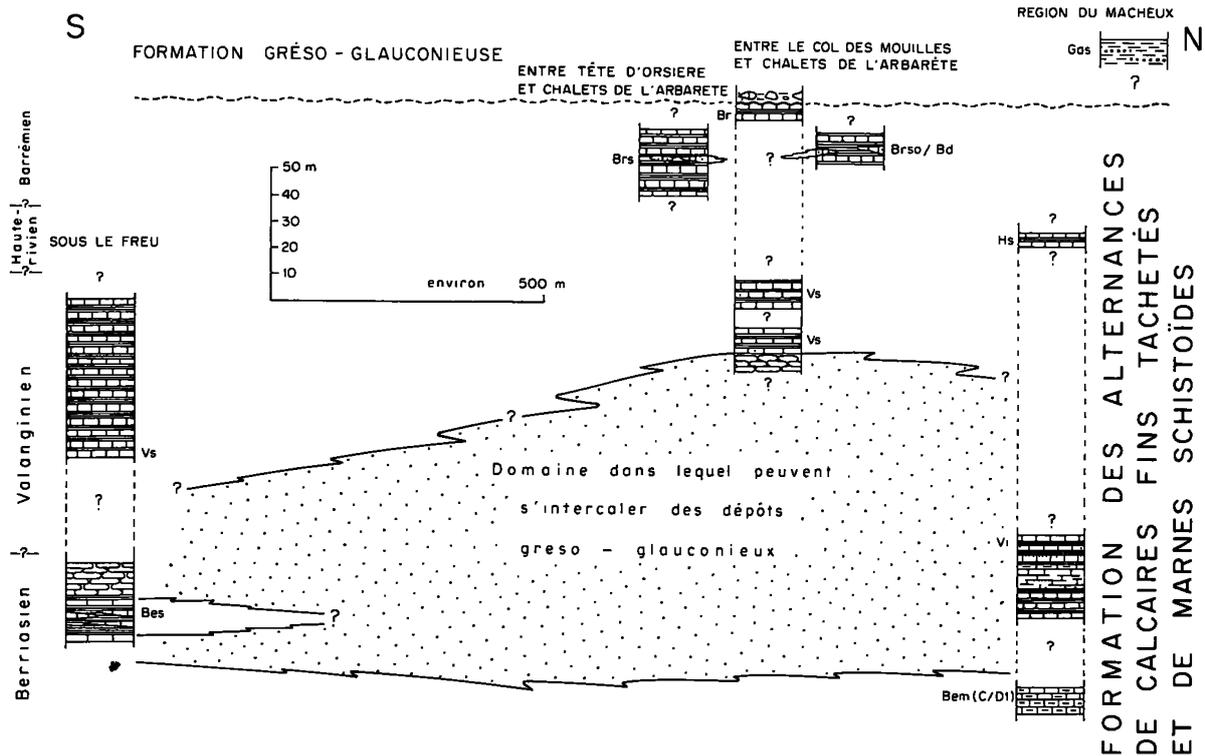


Fig. 19. - Corrélation des coupes lithologiques relevées sur la bordure nord-orientale de l'unité de Nantbellet. Toutes les coupes sont abaissées à partir de la base de la formation grésos-glaucconieuse choisie comme niveau de référence qui correspond à une ligne diachrone.

Les abréviations figurant le long des colonnes lithologiques sont identiques à celles des figures 8 et 14 (en plus, Br : Barrémien; Brs : Barrémien supérieur; Brso/Bd : Barrémien sommital/Bédoulien basal; Gas : Gargasien supérieur).

différents affleurements rencontrés dans le ravin entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète ainsi que dans les régions avoisinantes; nous avons déjà signalé (IV.2.) la mauvaise qualité de ces affleurements, mais l'originalité de certains faciès (lentilles à faciès urgonien, base conglomératique du Grésos-glaucconieux supérieur) nous a poussé à proposer une reconstitution de la séquence sédimentaire originelle. Enfin, dans la région de la ferme du Macheux, nous avons fortement amplifié l'importance des lacunes d'observation par rapport à celles que nous avons relevées sur le terrain (fig. 18); cette démarche nous semble justifiée car la réduction d'épaisseur due à la tectonique est absolument évidente dans cette partie de l'unité de Nantbellet. Enfin, les différents étages inscrits sur la partie gauche de la figure 19 n'ont absolument aucun rapport avec les épaisseurs des sédiments qui leur correspondent; en effet, les lacunes d'observation, les failles et les réductions tecto-

niques sont fréquentes et importantes dans la partie nord orientale de l'unité de Nantbellet. Dans cette région, il est donc difficile de reconstituer le bassin sédimentaire; cependant, il est possible de mettre en évidence certains caractères lithologiques au sein des deux formations présentées sur la figure 19 qui comporte une bonne part d'hypothèse.

1. *La formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes* dépasse certainement 200 m d'épaisseur. Alors qu'à la base, son contact avec la « barre tithonique » n'est pas visible, son sommet est raviné par la formation grésos-glaucconieuse dans la région comprise entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète.

Le caractère lithologique le plus remarquable de la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes est le développement important du membre grésos-glaucconieux dont la puissance sem-

ble être d'ordre hectométrique, si l'on regroupe tous les niveaux grésoglaucconieux dans un membre grésoglaucconieux unique (fig. 19). Ces arrivées détritiques ont pu être attribuées au Berriasien supérieur dans la région des chalets du Freu, au Valanginien inférieur près de la ferme du Macheux et à la base du Valanginien supérieur entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète. Il est vrai que si l'on considère le caractère lenticulaire des membres grésoglaucconieux reconnus sur les bordures occidentale et méridionale de l'unité de Nantbellet, il serait également possible de considérer trois membres grésoglaucconieux indépendants les uns des autres au sein de la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoides :

- membre grésoglaucconieux inférieur d'âge berriasien supérieur, limité à la région des chalets du Freu ;
- membre grésoglaucconieux moyen d'âge valanginien inférieur près de la ferme du Macheux ;
- membre grésoglaucconieux supérieur d'âge valanginien inférieur sommital ou base du Valanginien supérieur, entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète.

Même si l'on admet la présence de trois membres grésoglaucconieux limités dans le temps et dans l'espace, il en ressort cependant un détritisme plus important dans cette région que sur les bordures occidentale et méridionale de l'unité de Nantbellet.

Le sommet de la formation des Alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoides renferme des lentilles de calcaires à faciès urgoniens; ceci démontre l'existence, au Barrémien supérieur (?) et jusqu'au Bédoulien basal, d'une plate-forme, soit au bord interne, soit au bord externe du bassin profond de l'unité de Nantbellet.

2. *La formation grésoglaucconieuse* n'a malheureusement pu être étudiée qu'en deux points; entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète, elle permet d'en étudier le contact avec la formation sous-jacente. La formation grésoglaucconieuse qui ravine les terrains sous-jacents débute par un conglomérat de base dont les éléments sont d'ordre métrique; le ciment n'a pu être daté. Par contre, dans la région du Macheux, le sommet de la formation grésoglaucconieuse a été attribué au Gargasien supérieur, grâce à la découverte de microfaune planctonique.

V. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

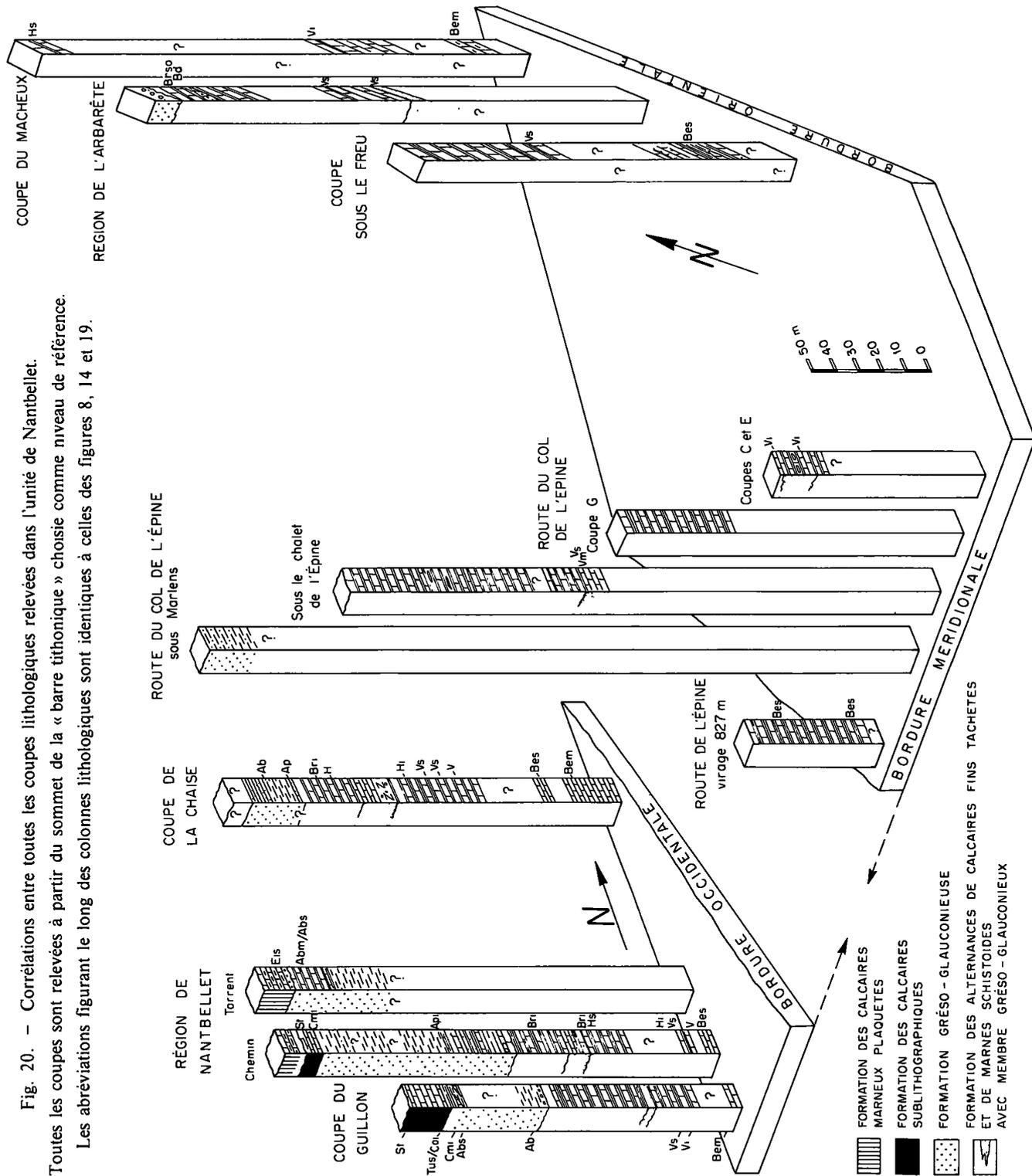
La corrélation des différentes coupes relevées dans les formations crétacées de l'unité de Nantbellet permet d'esquisser schématiquement l'allure du bassin de sédimentation. Toutes les coupes présentées sur la figure 20 ont été dressées à partir d'un plan horizontal de référence qui correspond au sommet de la « barre tithonique ». Pour rendre compréhensible le dessin (fig. 20), il a fallu augmenter la distance qui sépare les bordures occidentale et méridionale de l'unité de Nantbellet; de même, pour limiter la grandeur de la figure, nous avons dû regrouper en trois coupes tous les affleurements décrits sur la bordure orientale. En conclusion, si les échelles verticales ont pu être unifiées, les échelles horizontales sont très approximatives et confèrent un aspect très schématique à la figure 20.

La reconstitution du bassin sédimentaire au Crétacé reste hasardeuse et hypothétique pour deux raisons essentielles. D'une part, il n'y a aucune section complète montrant tous les terrains sans lacune d'observation. De plus, les coupes sont perturbées par de nombreux accidents tectoniques et souvent les niveaux plastiques ont disparu; les épaisseurs originelles restent donc inconnues. D'autre part, le calage biostratigraphique n'a pas pu être fait pour chaque niveau par manque de fossiles et il arrive que certains d'entre eux soient datés par extrapolation à partir des âges des formations qui les encadrent. Sur la figure 20 n'ont été reportés, au bord de chaque colonne, que les âges attribués avec certitude, basés sur des associations de céphalopodes, de foraminifères, de nannoflore ou de calpionelles. La reconstitution du bassin n'a donc pour but que de donner le style de la sédimentation de l'unité de Nantbellet au Crétacé. Elle permet de mettre en évidence l'ordonnance des formations, le type et l'importance des différentes discordances et finalement de proposer un schéma d'évolution stratigraphique.

V.1. Description des différentes formations.

A la base des terrains crétacés, la « barre tithonique » des auteurs constitue une formation bien repérable sur le terrain; nous n'en avons étudié que le sommet qui correspond, chronologiquement au Berriasien inférieur (zone B de la zonation à calpio-

Fig. 20. - Corréliations entre toutes les coupes lithologiques relevées dans l'unité de Nantbellet. Toutes les coupes sont relevées à partir du sommet de la « barre tithonique » choisie comme niveau de référence. Les abréviations figurant le long des colonnes lithologiques sont identiques à celles des figures 8, 14 et 19.



nelles). Dans la coupe de la Chaise, le sommet de la « barre tithonique » appartient au sommet de la zone B, ce qui correspond à la sous-zone à *subalpina* ; par contre, dans la coupe de Guillon, le sommet de la « barre tithonique » renferme une association de calpionelles qui caractérisent plutôt la partie inférieure de la zone B (sommet du Tithonique). D'autre part, vers le haut de la « barre tithonique », il existe un niveau microbréchi que repéré en plusieurs régions (Essérieux, route du col de l'Epine).

V.1.1. FORMATION DES ALTERNANCES DE CALCAIRES FINS TACHETÉS ET DE MARNES SCHISTOIDES.

Au-dessus de la « barre tithonique », se développe une épaisse formation que CHAROLLAIS, ROSSET et BUSNARDO (1970) avaient subdivisée en 4 formations. Or, en comparant (fig. 20) les différentes coupes décrites plus haut, on constate que les faciès du Crétacé inférieur sont essentiellement composés d'alternances de biomicrocrites fines tachetées à radiolaires et parfois à calpionelles et de marnes ou marnocalcaires schistoides. Des niveaux quartzeux, peu glauconieux à spicules sont intercalés dans ces alternances ; leur étude biostratigraphique montre clairement qu'il s'agit de lentilles situées à différents niveaux de la série. Ainsi, ces faciès détritiques dont l'extension géographique et l'épaisseur sont relativement faibles, ne peuvent être considérés comme des formations au sens lithostratigraphique du terme, mais comme des membres.

Ce nouveau résultat est important car il modifie les propositions de nomenclature énoncées par CHAROLLAIS, ROSSET et BUSNARDO (1970). Pourtant, comme nous l'avons annoncé dans l'introduction, nous avons utilisé cette ancienne nomenclature (Alternances inférieures, supérieures ; Grésoglaucieux inférieur, supérieur) dans la description lithologique des coupes, en dehors de toute considération d'ordre chronostratigraphique. Mais désormais, au vu des nouvelles datations présentées plus haut, nous proposons d'abandonner les termes Alternances inférieures et supérieures, Grésoglaucieux inférieur et supérieur, pour les remplacer par un seul nom de formation à savoir la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoides, celles-ci comprenant différents membres grésoglaucieux à extension limitée dans le temps et dans l'espace (fig. 20).

Cette formation qui s'étend sur toute l'unité de Nantbellet, varie de puissance suivant les régions ; elle serait de l'ordre de 80 m à 130 m sur la bordure occidentale et dépasserait 250 m dans la région du col

de l'Epine. En considérant les différentes coupes (fig. 20), il ressort que la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoides présente un gradient d'épaisseur croissant de l'W vers le NE et vers le SE, avec, semble-t-il, un maximum vers le SE. Il est cependant difficile de se prononcer avec certitude sur les épaisseurs originelles de cette formation vu les nombreuses lacunes d'observation et l'importance des accidents tectoniques.

Quant à l'âge de la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoides, il s'étend du Berriasien inférieur ou base du Berriasien moyen jusqu'au Bédoulien basal.

D'autre part, cette formation comprend, dans l'unité de Nantbellet, plusieurs membres grésoglaucieux qu'il a été parfois possible de dater (fig. 20) :

– *au sommet du Berriasien et à la base du Valanginien inférieur* sur les bordures méridionale et orientale de l'unité de Nantbellet, plus précisément dans les régions de la route du col de l'Epine, des chalets sous le Freu et de la ferme du Macheux. Les faciès grésoglaucieux sont accompagnés par des phénomènes de slumping particulièrement remarquables sur la route reliant Marlens au col de l'Epine. Ce membre grésoglaucieux semble le plus constant et le plus étendu géographiquement.

– *à la fin du Valanginien moyen et (ou) au début du Valanginien supérieur* sur la bordure méridionale de l'unité de Nantbellet. Il faut peut-être rattacher à ce membre, les faciès grésoglaucieux observés entre le col des Mouilles et les chalets de l'Arbarète ; ici, ces faciès sont directement surmontés par des alternances de calcaires fins et de marnes schistoides attribuées au Valanginien supérieur.

– *à l'Hauterivien inférieur à moyen* dans la coupe de la Chaise. Ce membre grésoglaucieux est souligné par un slump composé de galets provenant du démantèlement de faciès que l'on doit attribuer au Berriasien moyen ou supérieur et (ou) au Valanginien inférieur, ce qui démontre des érosions sous-marines importantes à l'Hauterivien.

– *à l'Hauterivien sommital ou à la base du Barémien* dans la région de Nantbellet et probablement dans la région de Guillon. Dans la coupe de Guillon, le membre grésoglaucieux ne nous a fourni aucun fossile à valeur chronostratigraphique ; cependant, se basant sur sa position lithostratigraphique et sur la proximité des coupes de Guillon et du chemin de Nantbellet, nous l'avons directement corrélé avec le membre grésoglaucieux bien daté de la région de Nantbellet.

Suivant une hypothèse que nous avons envisagée (IV.5. et fig.19), on pourrait admettre que sur la bordure nord-orientale de l'unité de Nantbellet, le membre grésoglaucconieux se soit développé depuis le Berriasien supérieur jusqu'à la base du Valanginien supérieur. A ce membre unique correspondraient sur la bordure méridionale (région de la route du col de l'Épine), deux membres grésoglaucconieux individualisés et séparés par des alternances de calcaires fins et de marnes schistoïdes dépourvues de quartz détritique. Il serait alors logique de rechercher la source du détritisme au NE de l'unité de Nantbellet puisque ce n'est que dans cette région que le quartz détritique arrive constamment dans le bassin de sédimentation du Berriasien supérieur jusqu'à la base du Valanginien supérieur.

Enfin, dans la partie supérieure des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes, il faut rappeler la présence de lentilles calcaires à faciès urgonien. Elles n'apparaissent que dans la partie NE de l'unité de Nantbellet et renferment des microfunes benthiques, notamment des orbitolines, qui confirment l'âge barrémien sommital/Bédoulien basal du sommet de la formation datée, par ailleurs, avec moins de précision, par des céphalopodes.

V.1.2. FORMATION GRÉSOGLAUCCONIEUSE.

Cette formation correspond à ce que CHAROLLAIS, ROSSET et BUSNARDO (1970) avaient généralement appelé Grésoglaucconieux supérieur. La formation grésoglaucconieuse s'est certainement déposée sur toute l'unité de Nantbellet, mais en quelques points (torrent sous le chalet de l'Épine) elle a été complètement décapée par l'érosion ante-tertiaire. Malheureusement, en aucun point de l'unité de Nantbellet, il ne nous a été possible de trouver un affleurement dépourvu de lacune d'observation et d'accident tectonique et découvrant, de la base au sommet, la formation grésoglaucconieuse; la coupe la moins défavorable reste celle qui affleure le long du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet. L'épaisseur de la formation atteindrait 80m.

Là où sa base est observable, la formation grésoglaucconieuse paraît transgressive. Un conglomérat de base à gros éléments est bien visible dans la région de Guillon et entre le col des Mouilles et l'Arbarête; ce conglomérat se limite à quelques blocs décimétriques sur le chemin reliant St Ferréol à Nantbellet.

Sauf dans la région de Guillon, la base de la formation grésoglaucconieuse doit être attribuée à l'Aptien inférieur à moyen; cette affirmation s'appuie

sur la nannoflore décrite dans les coupes de Nantbellet et de la Chaise. Par contre, dans la région de Guillon, le conglomérat de base est directement surmonté par des niveaux marneux qui ont livré des foraminifères planctoniques de l'Albien. On peut donc penser que la base de la formation grésoglaucconieuse est diachrone; nos observations semblent le démontrer mais la mauvaise qualité des affleurements est telle qu'il serait présomptueux de vouloir conclure définitivement. Enfin, plus haut dans la formation grésoglaucconieuse au Nord Est de l'unité de Nantbellet (torrent de l'Arbarête, branche orientale du Nant Bargat), plusieurs débris d'ammonites ont été rapportés avec doute à **Hypacanthoplites** et **Acanthoplites** de l'Aptien terminal [éch. 85726]*.

Lithologiquement, la formation grésoglaucconieuse se termine soit par des faciès à prédominance marneuse (région de Guillon) soit par les alternances de calcaires fins et de marnes schistoïdes (sous les prés de Nantbellet). Ces deux termes lithologiques doivent être considérés comme des membres appartenant au sommet de la formation grésoglaucconieuse; leur microfaune (foraminifères et ostracodes) permet de les attribuer respectivement au Cénomaniens inférieur et à l'Albien supérieur.

D'autre part, un niveau remarquable est à signaler dans la formation grésoglaucconieuse de la région de Macheux; il s'agit d'un faciès microconglomératique attribué micropaléontologiquement au Gargasien supérieur.

En conclusion, il ressort de l'étude chronostratigraphique de la formation grésoglaucconieuse qu'une lacune sédimentaire plus ou moins importante suivant les régions sépare cette formation de la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes; en effet, le sommet de celle-ci a été attribué au Barrémien sommital/Bédoulien basal alors que la base de la formation glaucconieuse ne nous a livré qu'en un seul point (région de Nantbellet), une nannoflore caractéristique de l'Aptien inférieur; ailleurs, celle-ci a pu être rattachée soit à l'Aptien inférieur à moyen (la Chaise) soit à l'Albien (région de Guillon). La formation grésoglaucconieuse, débute souvent par un véritable conglomérat de base qui ravine le sommet de la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes.

(*) Ces débris d'Ammonites ne sont donc pas à rattacher à **Deshayesites cf. deshayesi** D'ORB. comme il avait été écrit dans le travail de CHAROLLAIS, ROSSET et BUSNARDO (1970).

V.1.3. FORMATION DES CALCAIRES SUBLITHOGRAPHIQUES

Cette formation n'apparaît qu'en trois points de l'unité de Nantbellet : le long du chemin conduisant de St Ferréol à Nantbellet, dans une niche d'arrachement sous le chalet en ruine de la Frasse et dans la région de Guillon. Comme dans toute l'unité de Nantbellet, les conglomérats tertiaires, renferment toujours des galets à faciès appartenant à la formation des calcaires sublithographiques, on est en droit de supposer que cette formation s'est étendue partout mais que la plupart du temps elle a été érodée soit à la fin du Crétacé supérieur, soit au début du Tertiaire.

Le contact entre le sommet de la formation grésoglaucconieuse représenté par un membre marnocalcaire et la base de la formation des calcaires sublithographiques est observable en un seul point, dans la région de Guillon. Il semble que, là, il y ait discontinuité stratigraphique (et non discordance) entre ces deux formations; le sommet du membre marnocalcaire terminant la formation grésoglaucconieuse renferme une microfaune du Cénomaniens inférieur et la base des calcaires sublithographiques contient des foraminifères planctoniques du Turonien supérieur ou du Coniacien inférieur.

Par contre, sur le chemin conduisant de St Ferréol à Nantbellet, la base de la formation des calcaires sublithographiques a fourni une association de foraminifères planctoniques du Cénomaniens inférieur; mais, d'une part, les affleurements de cette région sont très tectonisés et, d'autre part, il est logique d'admettre que des microfaunes du Cénomaniens inférieur puissent être remaniées étant donné que la formation des calcaires sublithographiques semble « transgressive » sur le sommet de la formation grésoglaucconieuse. Quoiqu'il en soit, nous n'avons jamais observé, dans toute l'unité de Nantbellet, une microfaune caractéristique du Cénomaniens moyen – supérieur et du Turonien inférieur – moyen. La formation grésoglaucconieuse et la formation des calcaires sublithographiques sont séparées par une « disconformité » avec une lacune qui s'étendrait du Cénomaniens moyen au Turonien moyen.

Le sommet de la formation des calcaires sublithographiques a été daté près du chalet en ruine de la Frasse, juste au-dessous de la base du flysch; il renferme, dans cette région, des globotruncanidés du Santonien. Des mêmes formes planctoniques ont été

repérées dans des écailles tectoniques qui bordent le tronçon supérieur du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet.

La puissance de la formation des calcaires sublithographiques est difficile à estimer dans l'unité de Nantbellet, car il n'existe nulle part une coupe complète. Il nous semble cependant logique d'admettre une épaisseur d'une quinzaine de mètres pour les faciès micritiques à globotruncanidés compris entre le Turonien supérieur/Coniacien inférieur et le Santonien.

V.1.4. FORMATION DES CALCAIRES MARNEUX PLAQUETÉS.

La formation des calcaires marneux plaquetés (= Formation des Calcschistes; CHAROLLAIS, MANIVIT, MOULLADE, ROSSET, TOUMARKINE, 1975) n'est visible que dans un torrent situé sous les prés de Nantbellet et le long du chemin reliant St Ferréol à Nantbellet. Pour les raisons invoquées à propos des calcaires sublithographiques, il est fort probable que la formation des calcaires marneux plaquetés ait eu une aire de dépôt beaucoup plus large que celle des affleurements d'aujourd'hui; cette réduction est due à l'érosion qui a suivi son dépôt. Son épaisseur maximum visible atteint 10,30 m sous les prés de Nantbellet.

La formation des calcaires marneux plaquetés a été datée par sa microfaune planctonique et par sa nannoflore (CHAROLLAIS, MANIVIT, MOULLADE, ROSSET, TOUMARKINE, 1975); elle est attribuée à la partie sommitale de l'Eocène inférieur, près de la limite Eocène inférieur/Eocène moyen. Cette formation est transgressive sur la formation grésoglaucconieuse et elle débute par un microconglomérat de base à foraminifères benthiques parmi lesquels se trouvent de nombreuses nummulites. Les calcaires marneux plaquetés sont nettement discordants sur leur substratum mésozoïque puisqu'ils transgressent sur des faciès de l'Albien supérieur sous les prés de Nantbellet et sur les calcaires sublithographiques du Santonien, le long du chemin St Ferréol-Nantbellet.

V.1.5. FLYSCH.

Le flysch composé d'alternances de grès et de silts marno-micacés, débute parfois par une microbrèche mais plus généralement par un conglomérat de base assez grossier constitué de blocs anguleux mal classés, d'ordre métrique, à faciès du Jurassique supé-

rieur, du Crétacé et de l'Eocène inférieur. Le dépôt du flysch résulte donc, dans l'unité de Nantbellet, d'une importante transgression précédée d'une phase d'érosion.

L'âge du flysch (Eocène supérieur) ainsi que ses caractères pétrographiques et paléontologiques sont, en partie, analysés dans un travail récent (CHAROLLAIS, CHATEAUNEUF, MANIVIT, ROSSET, STEEN & TOUMARKINE; 1978).

V.2. Conclusions paléontologiques.

V.2.1. CALPIONELLES

En résumé, les calpionelles qui ont été étudiées dans toute l'unité de Nantbellet, et particulièrement dans les coupes de la Chaise et du virage 827 m (route du col de l'Épine), révèlent la présence de toutes les zones du Berriasien. Les observations relevées ici confirment jusque dans le détail celles qui ont déjà été enregistrées antérieurement sur les associations de calpionelles de cet étage.

V.2.2. AMMONITES

Les premières récoltes de J. CHAROLLAIS, J. ROSSET et R. BUSNARDO avaient fait l'objet d'une courte mise au point en 1970. Depuis, d'autres récoltes sont venues enrichir nos résultats. Par ailleurs, la précision biostratigraphique de certaines espèces s'est révélée bien meilleure grâce aux recherches effectuées en domaine vocontien. Il nous a donc paru utile d'apporter quelques informations nouvelles au sujet des céphalopodes de la nappe inférieure de la klippe de Sulens et de figurer quelques-unes des principales espèces rencontrées.

Malgré l'extrême rareté des macrofossiles et les difficultés rencontrées à les récolter en raison des complexités structurales et des affleurements exiguës et discontinus, près de 90 céphalopodes ont été rassemblés. C'est peu pour établir une biostratigraphie zonale, mais c'est assez, sans oublier l'aide de la microfaune, pour établir de bonnes corrélations stratigraphiques.

Berriasien. Pas de données nouvelles en ce qui concerne le Berriasien dans lequel de très rares ammonites ont été récoltées : **Berriasella berthei** TOUCAS, **Berriasella sp.** et **Berriasella cf. alpinensis** MAZ. Il est vrai que dans ces micrites, la recherche des calpionelles reste plus aisée que celle des ammonites.

Valanginien inférieur. Le Valanginien inférieur est très pauvre en ammonites caractéristiques. Aucune des trois zones actuellement distinguées dans ce sous-étage ne peut être délimitée avec certitude. Les genres ou espèces sont banales ou pérennes : **Phylloceras**, **Ptychophylloceras**, **Lamellaptychus** et **Neocomites cf. neocomiensis**. Toutefois, **N. neocomiensis** et **Ptychophylloceras** sont surtout fréquents vers le sommet du Valanginien inférieur.

Valanginien supérieur. La faune ammonitique du Valanginien supérieur est de loin la plus abondante : plus de la moitié des espèces dénombrées. Le niveau 11 de la coupe de Guillon, avec **Eristavites cf. platycostatus** (SAYN) et **Oosterella gaudryi** (NICKLES) caractérise la zone à **Verrucosum**, base du Valanginien supérieur.

Comme d'habitude en Mésogée, le sommet de l'étage Valanginien est relativement riche en ammonites, surtout en **Teschenites**, avec les espèces les plus courantes : **T. flucticulus** TH., **T. pachydicanus** TH. et **T. neocomiensiformis** UHLIG. Sur la planche 5, nous avons figuré 3 exemplaires de **Teschenites**.

– **Teschenites flucticulus** THIEULOUY (Pl. 5, fig. 2).

L'exemplaire figuré ici provient de la coupe dite « Sous le Freu ». Son intérêt est de montrer les tours internes et un fragment de la loge. Sur les premiers tours, les côtes très fines, flexueuses, partent pour la plupart d'un petit tubercule périombilical, ainsi qu'on l'observe chez l'holotype de THIEULOUY (1977, pl. 3, fig. 7). Mais l'ornementation est encore plus fine ici. Sur la loge, partiellement conservée, on retrouve la costulation normale de cette espèce.

Diamètre de l'individu figuré = 54,5 mm.

– **Teschenites pachydicanus** THIEULOUY (Pl. 5, fig. 5 et 6).

Cette espèce, fréquente dans les couches de passage entre le Valanginien et l'Hauterivien, recouvre en fait un ensemble polymorphe qui va permettre, entre autre, la naissance des **Breistrofferella**, ainsi que l'a bien montré THIEULOUY.

Dans l'empreinte figurée ici, (fig. 5), correspondant à un fragment de la loge, on retrouve l'ornementation à larges côtes et bifurcations hautes de l'holotype (THIEULOUY, 1977, pl. 3, fig. 1). Le second exemplaire (fig. 6) bien que plus complet diffère quelque peu de l'holotype par ses côtes qui demeurent trop minces et ses bifurcations trop basses. Il représente un intermédiaire entre **T. flucticulus** et **T. pachydicanus**. Diamètre de l'ammonite : environ 59 mm.

Certes, les espèces de **Teschenites** citées ne sont pas caractéristiques de la zone à **Callidiscus**

puisqu'elles persistent encore à la base de l'Hauterivien (zone à **Radiatus**). Cependant, l'archaïsme de leur ornementation, leur épibole située au sommet du Valanginien et l'absence de formes hauteriviennes concomitantes, incitent à conclure qu'il s'agit bien de Valanginien terminal.

Le reste de la faune valanginienne est banale : formes nectoniques et mesogéennes : **Phylloceras**, **Lytoceras**, **Neolissoceras**, **Olcostephanus** et de nombreux **Bochianites**.

Hauterivien inférieur. L'Hauterivien inférieur de la nappe inférieure de la klippe de Sulens est mal défini par les ammonites ; seule, une **Leopoldia** douteuse en rappelle l'existence.

Hauterivien supérieur. Une abondance (toute relative) se retrouve dans le nombre d'espèces caractéristiques de l'Hauterivien supérieur. Le niveau 9 de la coupe de Nantbellet a livré la plupart des ammonites hauteriviennes, en particulier : **Acrioceras cf. meriani** OOSTER, **Crioceratites gr. ramkrishnai** SARKAR, **C. gr. binelli** ASTIER, **Pseudothurmania picteti** SARKAR, etc. A titre documentaire deux de ces formes ont été figurées.

– **Crioceratites gr. binelli** ASTIER (Pl. 5, fig. 4.)

Ammonite de 31 mm de diamètre, probablement incomplète. Les tours sont faiblement disjoints. Le tour interne, visible lorsque la hauteur du tour atteint 1,2 mm, montre d'abord des côtes fortes espacées, à un seul tubercule externe. Puis, l'on passe rapidement (dès H = 2 mm) à une alternance de côtes fortes avec 2 ou 3 tubercules et de 3 ou 4 côtes intermédiaires plus faibles. A l'extrémité du dernier tour visible, seul le tubercule périombilical subsiste. Cette forme, proche de **C. binelli** ASTIER, rappelle aussi **C. majoricensis** WIEDMANN. Elle provient de la coupe de Nantbellet, niveau 9, et elle est associée à l'espèce suivante.

– **Pseudothurmania picteti** SARKAR (Pl. 5, fig. 1).

Cet exemplaire de 64 mm de diamètre est particulièrement intéressant par son évolution interne. Le premier tour visible, à section subcirculaire, avec H = 4 mm, montre un stade à fortes côtes trituberculées entre lesquelles passent 1 à 2 côtes intermédiaires plus faibles. C'est un stade crioceratique trituberculé juvénile.

Le stade suivant n'est pas discernable sur la spire mal conservée. On passe au stade **Pseudothurmania** dès le début du dernier tour (H = 14 mm). Des tubercules périombilicaux portent 1 à 2 côtes presque égales. S'y ajoutent, vers le milieu des flancs, quelques côtes intermédiaires. Toutes ces côtes, isomorphes et

tuberculées au bord du méplat siphonal, traversent celui-ci mais en s'affaiblissant. Le tubercule péri-siphonal, faible mais très régulier, reste l'une des caractéristiques de l'espèce **picteti**. L'espèce ici présentée en diffère cependant par l'origine trituberculée des premiers tours et par l'isomorphie presque complète des côtes sur la dernière spire.

Barrémien. Le Barrémien est pauvrement représenté par quelques **Barremites** spécifiquement indéterminables et un **Emericiceras gr. thiollieri** ASTIER, d'assez grande taille.

Aptien. Neuf petits fragments d'ammonites complètement écrasées attestent la présence de l'Aptien, dans le faciès grésoglaucconieux près de l'Arbarète. Tous montrent la costulation avec côtes simples partant de l'ombilic et côtes intermédiaires partant vers le milieu des flancs, souvent rencontrées chez les **Deshayesites** et chez les **Hypacanthoplites**. Toutefois, un seul fragment montre quelques renforcements périombilicaux des côtes principales rappelant plutôt les **Hypacanthoplites** ou les **Acanthoplites** de l'Aptien supérieur.

Conclusion. La révision de la faune ammonitique récoltée avant 1970, l'examen de nouvelles récoltes et une meilleure connaissance biostratigraphique des espèces conduisent à certifier la présence de 8 niveaux dans le Crétacé inférieur de la nappe inférieure *s.l.* de la klippe de Sulens. Ces datations s'intègrent harmonieusement parmi les résultats obtenus à l'aide des autres moyens de datation : calpionelles, nannoflore, foraminifères, lithostratigraphie.

La faune ammonitique des alternances néocomiennes suggère un milieu pélagique mésogéen. La sédimentation s'est effectuée en zone profonde, probablement bathyale ou abyssale. Ce fait est confirmé par la présence des **Parvamussium alpinum** que l'on rencontre habituellement dans ces milieux.

V.3. Etude des discontinuités stratigraphiques.

Sur la fig. 20, apparaissent quatre discontinuités stratigraphiques qui appellent quelques commentaires :

– entre la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes (**Barrémien sommital/Bedoulien basal**) et la formation grésoglaucconieuse (**Aptien à Albien**). Cette discontinuité stratigraphique est généralement soulignée par un conglomérat de base parfois très important (région de Guillon, région comprise entre les Mouilles et l'Arbarète).

– entre le membre marneux et marnocalcaire du Cénomaniens inférieur et la formation des calcaires sublithographiques. D'après nos observations, la lacune de dépôt correspond à une période allant du Cénomaniens moyen jusqu'au Turonien moyen ;

– entre la formation des calcaires sublithographiques et la formation des calcaires marneux plaquetés. Il s'agit d'une véritable discordance angulaire marquée par un microconglomérat de base, sous les prés de Nantbellet : les calcaires marneux plaquetés transgressent sur différentes formations du Crétacé : membre marneux et marnocalcaire de l'Albien supérieur sous les prés de Nantbellet, formation des calcaires sublithographiques du Turonien supérieur-Santonien dans la région de Nantbellet. Cette discordance résulte d'une phase de plissement suivie d'une phase d'érosion entre la fin du Santonien et la fin de l'Eocène inférieur ;

– entre le flysch attribué par les auteurs à l'Eocène supérieur et les différentes formations d'âges crétacé et éocène inférieur sommital. Le flysch débute par un important conglomérat de base sous les prés de Nantbellet, dans la région de la Chaise et du col de l'Epine. Celui-ci est certainement lié à une phase tectonique importante qui a affecté toute l'unité de Nantbellet, entre le début de l'Eocène moyen et l'Eocène supérieur.

V.4. Evolution paléogéographique (fig. 21).

A la fin du Jurassique, l'unité de Nantbellet correspond à un milieu marin profond caractérisé par une sédimentation uniforme de biomicrites à radiolaires et calpionelles ; ce type de sédimentation se poursuit au début du Berriasien inférieur.

Au cours du Berriasien, des apports argileux importants arrivent dans le bassin de l'unité de Nantbellet de telle sorte que se déposent des alternances de biomicrites à radiolaires et calpionelles et de marnocalcaires. La morphologie sous-marine s'accroît et la subsidence des fonds devient différentielle. On peut estimer la profondeur moyenne du bassin à environ 600 m ; cette évaluation est basée sur la présence de plusieurs exemplaires de *Propeamussium* sp.

Dès la fin du Berriasien et au début du Valanginien inférieur, des courants turbiditiques chargés de terrigènes (quartz et argiles) perturbent l'ordonnance régulière des alternances de biomicrites et de marnocalcaires. Les turbidites entraînent des glissements de boue sous-marine provoquant des slumps (col de l'Epine).

Du Valanginien inférieur au début du Barrémien, ce type de sédimentation se poursuit puisque, sporadiquement et localement, s'intercalent des lentilles de matériel terrigène, dans les alternances de biomicrites à radiolaires et de marnocalcaires schistoïdes. Cette lithologie implique des mouvements subsidents différentiels, donc un relief sous-marins assez mobile. L'origine des apports terrigènes où pullulent parfois les spicules de spongiaires reste encore inconnue quoiqu'il semble qu'il faille la rechercher à l'E.

Dans la partie septentrionale de l'unité de Nantbellet, le dépôt de biomicrites à radiolaires et de marnocalcaires est perturbé, depuis le Barrémien supérieur (?) jusqu'au début du Bédoulien, par l'arrivée de chapelets de lentilles calcaires à faciès urgonien. Ces lentilles peuvent provenir de n'importe quel haut-fond (zone-infralittorale) qu'il ne faut pas automatiquement rattacher à la plate-forme helvétique.

Dès l'Aptien ou dès l'Albien suivant la région, le type de sédimentation qui a débuté au Berriasien inférieur cesse brusquement. Après une phase de non-déposition plus ou moins longue mais qui a suffi à la lithification des boues déposées jusqu'au Bédoulien, le bassin de l'unité de Nantbellet est soumis à une phase d'érosion puisque la formation grésoglaucconieuse débute par des conglomérats de base. Cette phase, à mettre probablement en relation avec les mouvements tectoniques des zones alpines internes, est suivie de l'envahissement de tout le bassin par les terrigènes qui comprennent, en plus du quartz et des argiles, de la glauconie et des spicules de spongiaires en abondance. Ces composants qui caractérisent la formation grésoglaucconieuse, ont probablement leur origine dans la zone circo-littorale inférieure. L'âge du conglomérat qui caractérise la base de la formation grésoglaucconieuse varie suivant les régions : Aptien inférieur dans la région de Nantbellet, Aptien inférieur à moyen dans le torrent de la Chaise, Albien à Guillon. L'impossibilité de multiplier les observations sur le terrain nous empêche de savoir s'il s'agit d'un même conglomérat de base diachrone ou s'il faut imaginer que la formation grésoglaucconieuse renferme plusieurs niveaux conglomératiques lenticulaires formés depuis l'Aptien inférieur jusqu'à l'Albien. Enfin, il est intéressant de relever, encore une fois, la très grande similitude des microfaciès et des microfaunes de la formation grésoglaucconieuse avec ceux des membres lenticulaires intercalés dans la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes.

D'autre part, comme nous l'avons signalé dans la région du Macheux, certains faciès à oolithes sont arrivés au Gargasien supérieur dans le bassin de

EOCÈNE SUPÉRIEUR

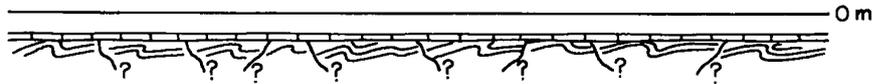
Dépôt de flysch

EOCÈNE MOYEN - DÉBUT DE L'ÉOCÈNE SUPÉRIEUR (?)

Plissement, érosion

FIN DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR

Dépôt de calcaires marneux plaquetés à foraminifères planctoniques ; mer ouverte.

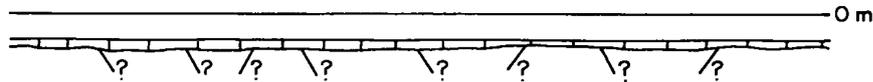


FIN DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR - ÉOCÈNE INFÉRIEUR

Plissement, émerision, érosion.

TURONIEN SUPÉRIEUR - SANTONIEN

Dépôt uniforme de biomicrites à radiolaires et foraminifères planctoniques ; mer ouverte.

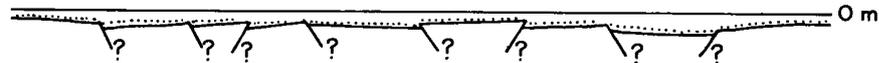


CÉNOMANIEN MOYEN - TURONIEN MOYEN

Arrêt de sédimentation ; hauts-fonds et courants sous-marins.

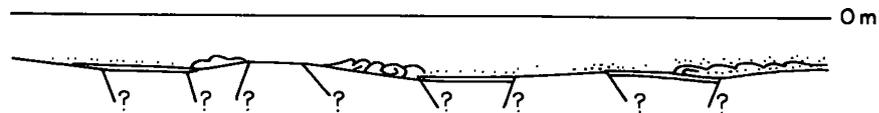
APTIEN / ALBIEN - CÉNOMANIEN INFÉRIEUR

Dépôt de faciès grés-glauconieux à spicules de spongiaires. Milieu circalittoral inférieur (?), morphologie sous-marine accentuée à l'Aptien et au début de l'Albien.



BERRIASIEN MOYEN - BÉDOULIEN BASAL

Dépôt d'alternances de biomicrites à radiolaires (et calpionelles à la base) et de marnocalcaires schistoïdes avec arrivées sporadiques et locales de terrigènes avec slump (membres grés-glauconieux). Subsidence différentielle. A l'ESE, au Barremien supérieur et au début du Bédoulien, lentilles urgoniennes.



TITHONIQUE SUPÉRIEUR - BERRIASIEN INFÉRIEUR

Dépôt uniforme de biomicrites à radiolaires et calpionelles.



Fig. 21. - Evolution paléogéographique schématique de l'unité de Nantbellet, de la fin du Jurassique à l'Eocène supérieur.

sédimentation de l'unité de Nantbellet. Là, encore, le manque d'affleurement ne permet pas de situer la plate-forme où se déposaient originellement ces faciès. On peut seulement constater dans cette même région, au Barrémien supérieur (?) et à la base du Bédoulien, la présence de lentilles à faciès urgonien intercalées dans les alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoides.

A la fin de l'Albien, le détritisme diminue et l'unité de Nantbellet reprend un régime de sédimentation qui rappelle celui qui a régné du Berriasien au Barrémien.

Après une nouvelle période de non-déposition qui s'étend du Cénomaniens moyen au Turonien moyen et qui résulte probablement de l'action de forts courants sous-marins, s'installe du Turonien supérieur au Santonien, un régime de sédimentation bien connu dans tout le domaine helvétique et caractérisé par le dépôt de biomicrites à foraminifères planctoniques; elles constituent le faciès de la formation des calcaires sublithographiques qui, dans l'unité de Nantbellet, renferment des radiolaires, ce qui est rarement le cas dans les faciès équivalents du domaine helvétique externe.

A la fin du Crétacé supérieur et au début du Tertiaire, une phase orogénique importante affecte toute l'unité de Nantbellet; cette phase, probablement liée à une émergence (nous n'en avons aucune preuve indubitable), est suivie d'une érosion qui, suivant les régions, décape les calcaires sublithographiques, la formation grésoglaucconieuse et peut-être même les alternances de calcaires fins tachetés et les marnes schistoides. C'est donc sur une région plissée et plus ou moins érodée que s'avance, à la fin de l'Eocène inférieur, une mer dont la tranche d'eau d'abord très faible (zone infralittorale) augmentera rapidement et fortement.

Les dépôts (calcaires marneux plaquetés) de la fin de l'Eocène ainsi que leur substratum crétacé subiront une nouvelle phase de plissement et d'érosion à l'Eocène moyen et au début de l'Eocène supérieur. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est pas possible de savoir si cette phase est liée à une émergence; il ne semble pas mais là encore, les preuves manquent.

A l'Eocène supérieur, une mer où se dépose un flysch recouvre toute l'unité de Nantbellet; les caractères de cette mer seront discutés dans un travail ultérieur.

En conclusion, il serait tentant de comparer l'évolution paléogéographique de l'unité de Nantbellet au Crétacé, avec celle d'autres régions qui ont été placées

par les auteurs, comme l'unité de Nantbellet, dans la province dite ultrahelvétique (Préalpes bordières pro parte de E. GAGNEBIN, 1924). Mais, avant de nous engager dans cette « spéculation » nous préférons débrouiller la stratigraphie des unités tectoniques de la klippe de Sulens voisines paléogéographiquement de l'unité de Nantbellet et poursuivre des recherches sur des secteurs plus septentrionaux notamment Collines du Faucigny et région de Châtel-St-Denis.

Nous adressons nos remerciements au Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique (projet n° 2.023-0.78) sans l'appui duquel nous n'aurions pu mener à bien cette étude.

Nous adressons notre gratitude à Pierre DESJACQUES qui a appliqué avec soin et compétence divers traitements aux différents échantillons.

VI. BIBLIOGRAPHIE.

- ALLEMANN F., CATALANO R., FARÈS F. & REMANE J. (1971). – Standard calpionellid zonation (Upper Tithonian-Valanginian) of the Western Mediterranean Province. – *Proceed. II Plankt. Conf.*, Roma 1970, p. 1337-1340.
- CHAROLLAIS J., MANIVIT H., MOULLADE M., ROSSET J. & TOUMARKINE M. (1975). – Sur les transgressions éocènes dans la nappe inférieure de la klippe de Sulens (Haute-Savoie, France). – *Géologie alpine*, t. 51, p. 35-40.
- CHAROLLAIS J., ROSSET J. & BUSNARDO R. (1970). – Le Crétacé de la nappe inférieure de la klippe de Sulens (Haute-Savoie, France). – *Geobios*, n° 3, fasc. 2, p. 7-40.
- CHAROLLAIS J., CHATEAUNEUF J.-J., MANIVIT H., ROSSET J., STEEN D. & TOUMARKINE M. (1978). – Sur un flysch « ultrahelvétique » de la klippe de Sulens (Haute-Savoie, France). – *Bull. B.R.G.M.*, sect. I, n° 4, pp. 289-304.
- CONRAD M.A. (1970). – Barremian and Lower Aptian Dasycladaceae in the area surrounding Geneva (Switzerland). – *Geologica Romana*, vol. IX, p. 63-100.
- GAGNEBIN E. (1924). – Description géologique des Préalpes bordières entre Montreux et Semsales. – *Mém. Soc. Vaudoise Sc. Nat.*, n° 1, vol. 2, p. 1-70.
- LE HEGARAT G. et REMANE J. (1968). – Tithonique supérieur et Berriasien de la bordure cévenole. Corrélation des Ammonites et des Calpionelles. – *Geobios*, Fac. Sci. Lyon, n° 1, p. 7-70.
- MORET L. (1934). – Géologie du massif de Bornes et des klippes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). – *Mém. Soc. Géol. France, Paris*, nlle sér., n° 22, 161 p.

- REMANE J. (1963). – Les Calpionelles dans les couches de passage du Jurassique au Crétacé de la « fosse vocontienne ». – *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. Grenoble*, vol. **34**, p. 26-82.
- REMANE J. (1964). – Untersuchungen zur Systematik und Stratigraphie der Calpionellen in den Jura – Kreide – Grenzsichten des Vocontischen Troges. – *Palaeontographica A*, vol. **123**, p. 1-59.
- REMANE J. (1974). – Les Calpionelles. – *Cours de 3^e cycle en Sciences de la Terre, Paléont.*, Univ. de Genève, partie II, 58 p.
- ROSSET J., CHAROLLAIS J., TOUMARKINE M., MANIVIT H., CHATEAUNEUF J.-J. et SCHAUB H. (1976). – Présentation des différentes unités du synclinal de Thônes (Haute-Savoie, France). – *Eclogae geol. Helv.*, vol. **69/2**, p. 359-402.
- THIERSTEIN H.R. (1973). – Lower Cretaceous calcareous nannoplankton biostratigraphy. – *Abhandl. Geol. Bundesanst., Wien*, **29**, p. 1-52.
- THIEULOY J.-P. (1977). – La zone à *callidiscus* du Valanginien supérieur vocontien (Sud-Est de la France). Lithostratigraphie, ammonitofaune, limite Valanginien-Hauterivien, corrélations. – *Géologie alpine*, t. **53**, p. 83-143.

Manuscrit déposé le 19 mars 1981.

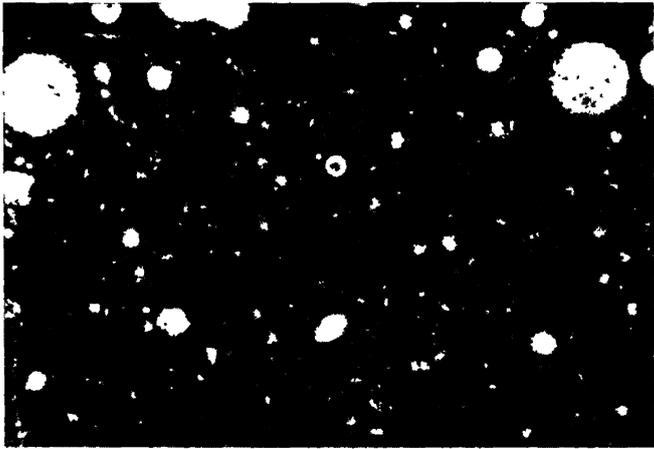
PLANCHE 1

**Formation des alternances de calcaires fins tachetés
et de marnes schistoïdes.**

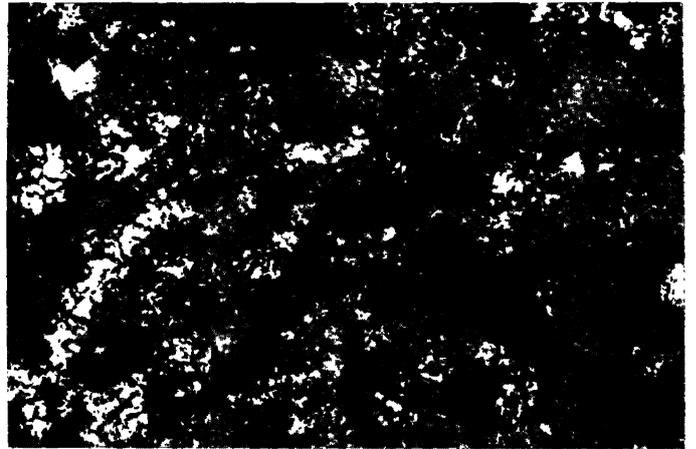
1. Biomicrite à radiolaires. Coupe du chemin de St Ferréol à Nantbellet; niv. 7, éch. 2889. Gr. : 65 x.
2. Biomicrosparite peu quartzeuse; **Citaella sp.** Coupe de la Chaise; niv. 26, éch. 3062. Gr. : 160 x.

Formation grés-glauconieuse.

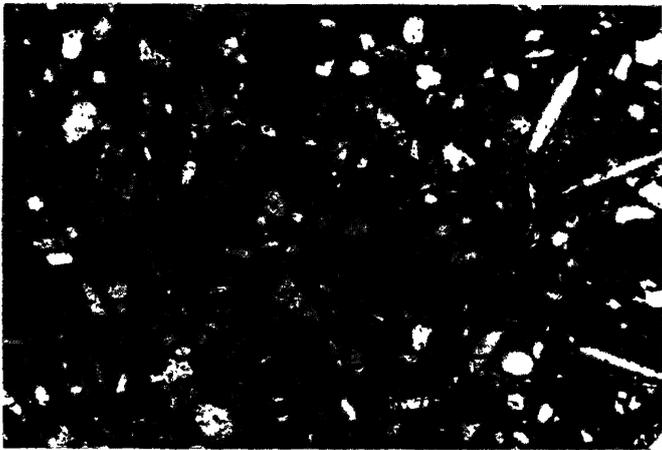
3. Biomicrite quartzo-glauconieuse à spicules de spongiaires; **Spirillina sp.** Coupe du chemin de St Ferréol à Nantbellet; niv. 16, éch. 2906. Gr. : 65 x.
4. Biomicrite quartzo-glauconieuse; textularidé. Coupe du chemin de St Ferréol à Nantbellet; niv. 14, éch. 2904. Gr. : 160 x.
5. Biomicrite quartzo-glauconieuse; spicules de spongiaires, petite miliole. Coupe du chemin de St Ferréol à Nantbellet; niv. 18, éch. 2908. Gr. : 160 x.
6. Grès peu glauconieux avec cristaux de dolomite authigène. Coupe dans la région de Guillon; niv. 16, éch. 2924. Gr. : 160 x.



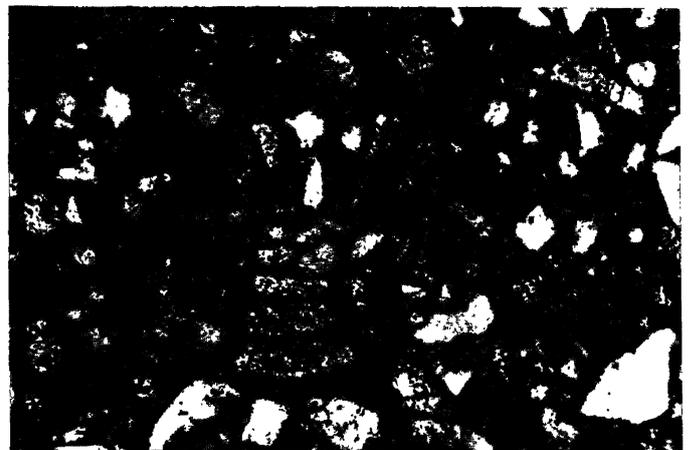
1



2



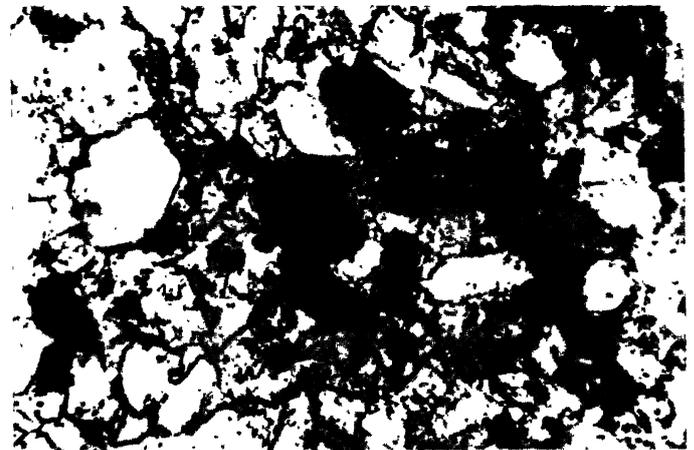
3



4



5



6

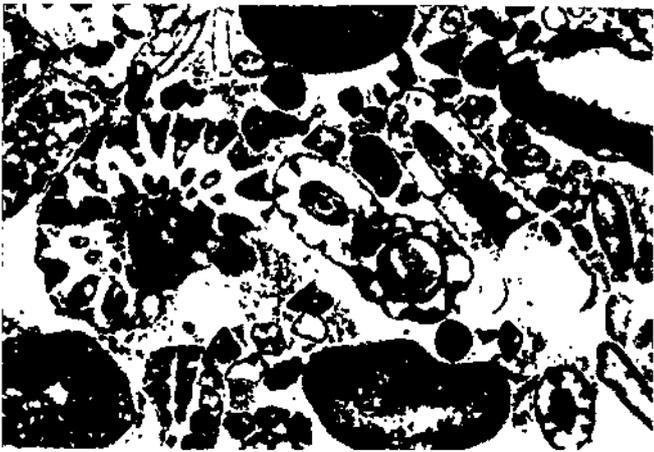
PLANCHE 2

**Lentilles calcaires à faciès urgonien
au sommet de la formation des alternances de calcaires fins tachetés
et de marnes schistoïdes.**

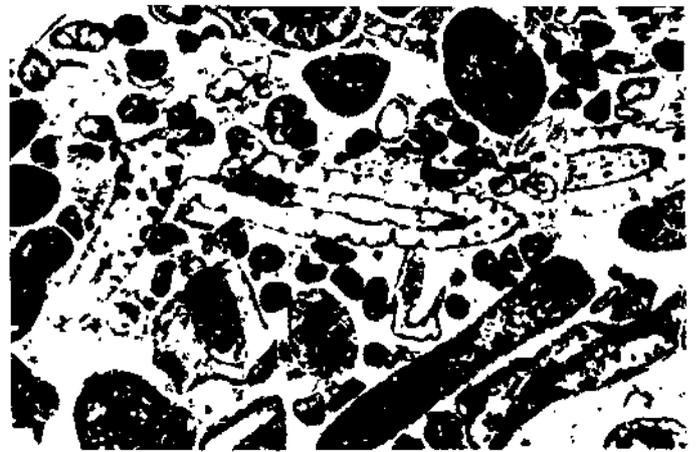
*Coupe entre la Tête d'Orsière et les chalets de l'Arbarète; niveau 2, échantillon 2959 *.*

1. Intrabiomicrite à **Salpingoporella muehlbergii** (LORENZ), **Likanella ? danilovae** RADOICIC, **Cylindroporella sp.**
2. Intrabiomicrite à **Salpingoporella muehlbergii** (LORENZ), orbitolines.
3. Biomicrite à **Melathrokerion praesigali** (BANNER), orbitolines.
4. Intrabiomicrite à orbitolines, **Salpingoporella melitae** RADOICIC, **Salpingoporella muehlbergii** (LORENZ).
5. Intrabiomicrite à orbitolines, **Salpingoporella muehlbergii** (LORENZ).
6. Intrabiomicrite à **Salpingoporella muehlbergii** (LORENZ), orbitolines.

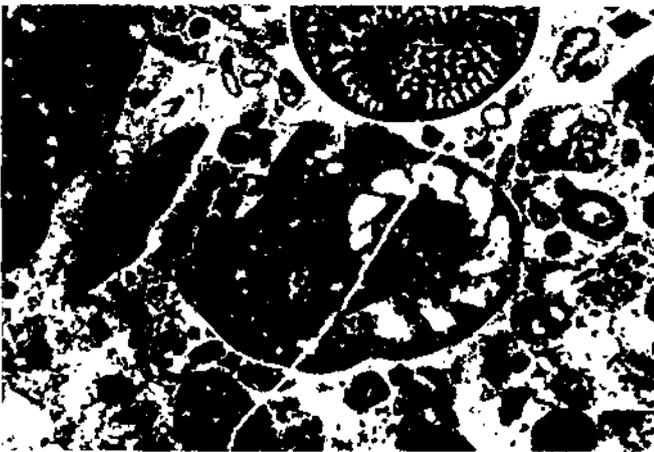
(*) Les dasycladacées de la planche 2 ont été aimablement déterminées par M.A. CONRAD.



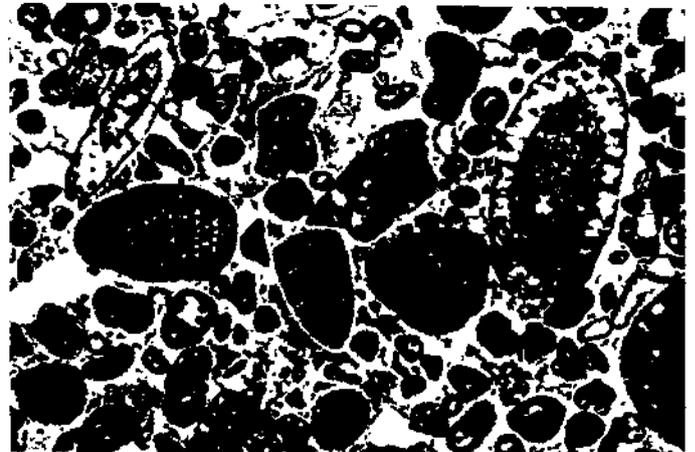
1



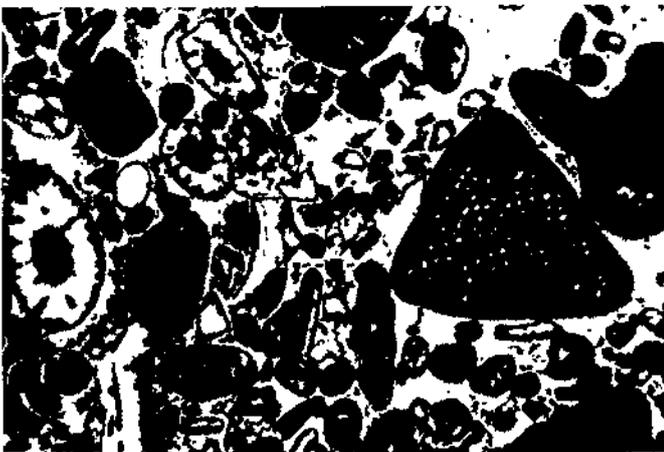
2



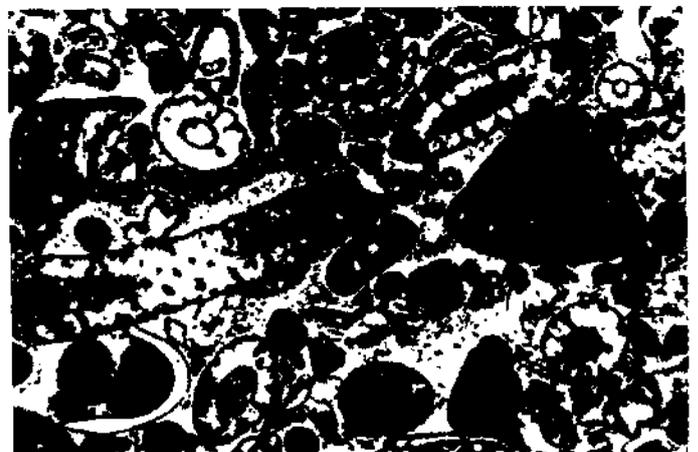
3



4



5



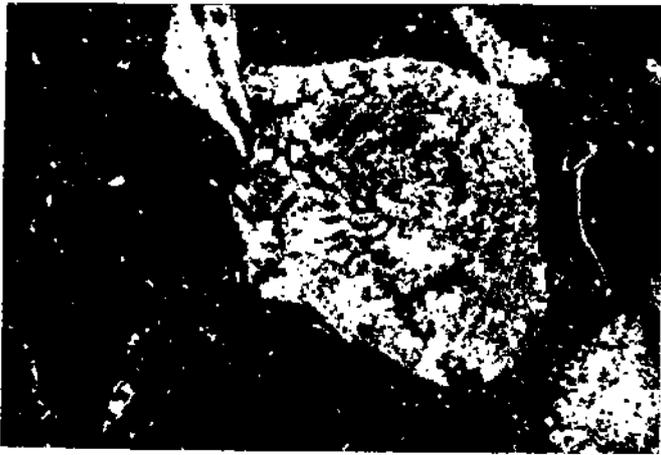
6

PLANCHE 3

Microbrèches du flysch *

1. **Heterostegina sp.** Coupe de la Chaise; niv. 42, éch. 3080. Gr. : 26 x.
2. **Operculina sp.** Coupe de la Chaise; niv. 42, éch. 3080. Gr. : 27 x.
3. **Fabiana cassis** (OPPENHEIM). Coupe de la Chaise; niv. 39, éch. 3077. Gr. : 25 x.
4. **cf. Pellatispira madaraszii** VON HANTKEN. Coupe de la Chaise; niv. 42, éch. 3080. Gr. : 26 x.
5. **cf. Gyroidinella magna** LE CALVEZ. Coupe de la Chaise; niv. 42, éch. 3080. Gr. : 65 x.
6. **Asterigerina sp.** Coupe du chemin de St Ferréol à Nantbellet; niv. 24, éch. 2918. Gr. : 50 x.

(*) Les foraminifères de la planche 3 ont été aimablement déterminés par D. DECROUEZ.



1



2



3



4



5

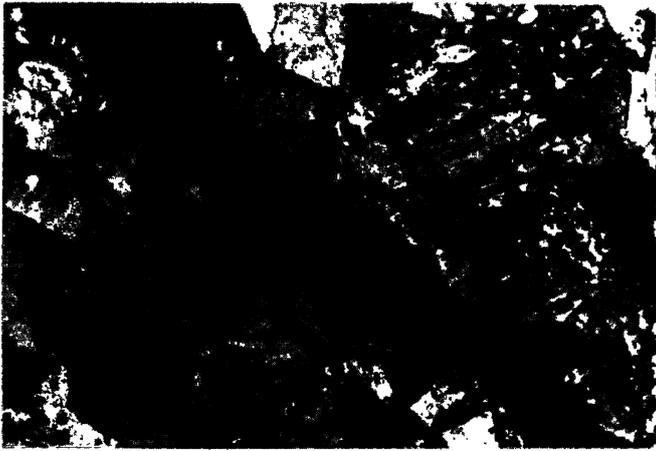


6

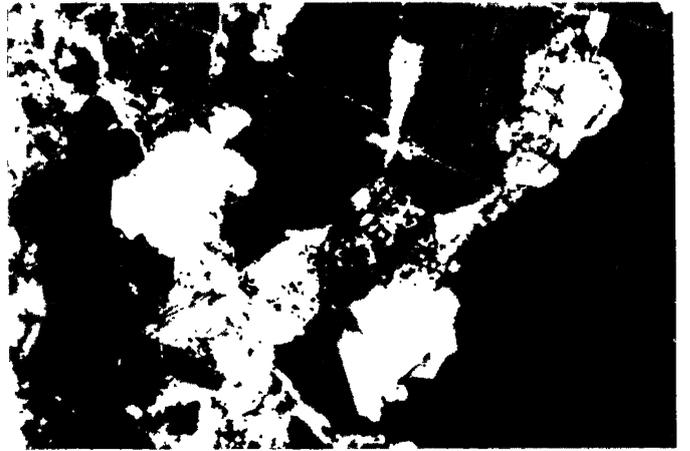
PLANCHE 4

**Phénomènes diagénétiques. – Développement de quartz authigènes
et stylolitisation.**

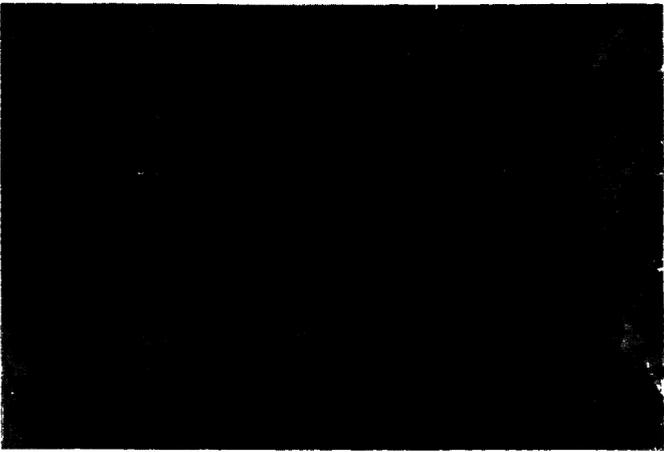
1. Développement de quartz authigène dans un bioclaste. Flysch de l'unité de Nantbellet; éch. 4353. Gr. : 65 x.
2. Développement de quartz authigène dans des débris de corallinacées. Flysch de la région de Guillon; niv. 27, éch. 2263. Gr. : 26 x.
3. Développement de quartz authigène dans un thalle de corallinacée. Flysch de la région de Guillon; niv. 27, éch. 2263. Gr. : 65 x.
4. Phénomènes de stylolitisation et développement de quartz authigène dans un fragment de foraminifère de type orbitoïde. Flysch entre St Ferréol et Nantbellet; niv. 24, éch. 2918. Gr. : 26 x.
5. Intrabiomicrite avec développement de quartz authigène dans le test d'une miliole. Lentille calcaire à faciès urgonien, au sommet de la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes, entre la Tête d'Orsière et les chalets de l'Arbarète; niv. 2, éch. 2959. Gr. : 65 x.
6. Intrabiomicrosparite avec développement de quartz authigène dans le test d'une nautiloculine. Lentille calcaire à faciès urgonien, au sommet de la formation des alternances de calcaires fins tachetés et de marnes schistoïdes, entre la Tête d'Orsière et les chalets de l'Arbarète; niv. 2, éch. 2959. Gr. : 65 x.



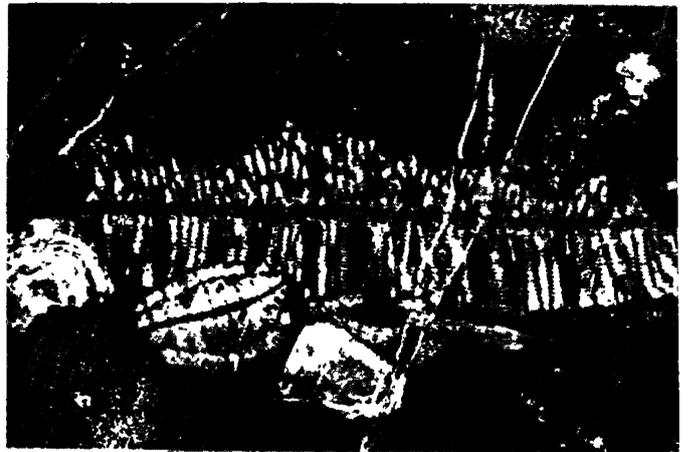
1



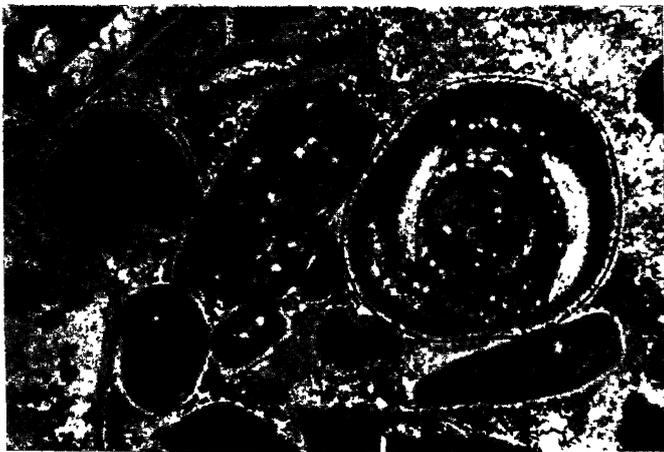
2



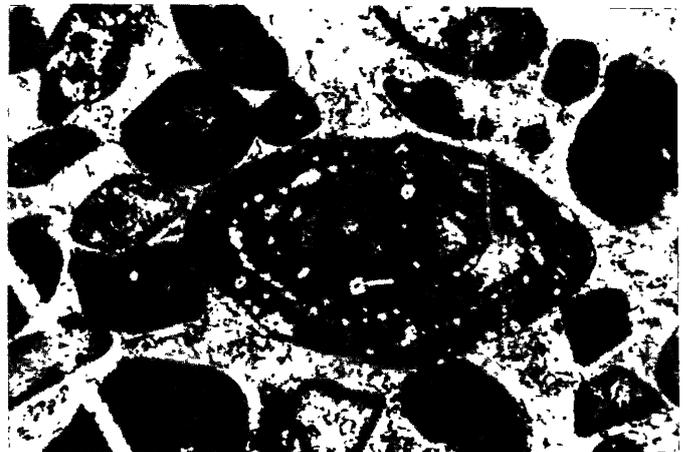
3



4



5



6

PLANCHE 5

- Fig. 1. – *Pseudothurmannia picteti* SARKAR. – Hauterivien supérieur, zone à **Angulicostata**. Coupe de Nantbellet, niveau 9, échantillon FSL 85753 - X 1.
- Fig. 2. – *Teschenites flucticulus* THIEULOUY – Valanginien supérieur, zone à **Callidiscus**. Coupe sous le Freu, niveau 2, échantillon FSL 85714 - X 1.
- Fig. 3. – *Propeamussium (Parvamussium) alpinum* D'ORB. – Valanginien supérieur, zone à **Verrucosum**. Coupe de Guillon, niveau 11, échantillon FSL 85745 - X 3. Cette espèce caractérise les milieux profonds. Détermination et remarques de O. MACSOTAY.
- Fig. 4. – *Crioceratites gr. binelli* ASTIER. – Hauterivien supérieur, zone à **Angulicostata**. Coupe de Nantbellet, niveau 9, échantillon FSL 85752 - X 1.
- Fig. 5. – *Teschenites pachydicranus* THIEULOUY. – Valanginien supérieur, zone à **Callidiscus**. Coupe sous le Freu, niveau 2, échantillon FSL 85716 - X 1.
- Fig. 6. – *Teschenites pachydicranus* THIEULOUY. – Valanginien supérieur, zone à **Callidiscus**. Coupe sous le Freu, niveau 6, échantillon FSL 85721 - X 1.

Tous les échantillons sont déposés dans les collections du Département de Géologie, Université Claude Bernard de Lyon. Clichés G. PATRICOT.

