

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 15 (1962)  
**Heft:** 4

**Artikel:** Recherches stratigraphiques dans l'est du massif des Bornes (Haute Savoie)  
**Autor:** Charollais, Jean-Jacques  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-738686>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.07.2025

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

# RECHERCHES STRATIGRAPHIQUES DANS L'EST DU MASSIF DES BORNES (Haute Savoie)

PAR

**Jean-Jacques CHAROLLAIS**

---

## PRÉFACE

En 1956, M. le professeur Ed. PARÉJAS, alors Directeur de l'Institut de Géologie, me proposait l'étude de la partie nord-est du massif des Bornes, entre Arve et Rhône. Plus tard, M. le professeur Aug. LOMBARD dirigea ce travail et m'initia à l'étude minutieuse d'une stratigraphie complexe. Qu'il trouve ici le témoignage de ma reconnaissance pour sa bienveillance et sa grande sollicitude, durant toute la fin de mes études. En 1958, MM. M. ALONSO, C. HOUAREAU, A. PETER faisaient leur travail de diplôme de l'Institut français du Pétrole sur une partie de mon territoire. Leur professeur, M<sup>me</sup> Y. GÜBLER, me mit à disposition ces excellentes études et me fit profiter de sa large expérience au cours de nos divers entretiens: je lui témoigne ma très respectueuse gratitude. Tout au long de mes recherches, M. D. RIGASSI fut un ami sûr et très compétent; ses conseils, ses suggestions ainsi que les nombreuses journées de terrain qu'il m'accorda, sont pour une grande part, dans la réalisation de ce travail; je l'en remercie bien vivement.

L'étude stratigraphique a nécessité un examen micrographique particulièrement approfondi et les conseils de nombreux et précieux spécialistes. A Genève, MM. les professeurs M. GYSIN et M. VUAGNAT m'ont très aimablement guidé dans les diagnoses des débris volcaniques des Grès du Val d'Illiez. D'autre part, M<sup>me</sup> M. B. CITÀ examina avec bienveillance bon nombre de mes lames minces et m'accueillit avec sollicitude dans ses laboratoires. M<sup>me</sup> P. LEMOINE accepta de déterminer mes Corallinacées et me présenta des conclusions écologiques du plus haut intérêt. M. P. BRÖNNIMANN me fit profiter généreusement et à maintes reprises de sa longue expérience dans toute la micropaléontologie. Les Calpionellidés ont également été révisés par M. G. COLOM qui me fit part de ses suggestions. M. H. HAGN a accepté de déterminer la microfaune des « Marnes à Foraminifères ». M. L. HOTTINGER a bien

voulu examiner mes Alvéolines avec beaucoup de complaisance. Les Globotruncanidés ont été revus par M. J. KLAUS, qui me transmit de nombreux conseils et remarques du plus grand intérêt stratigraphique. M. P. RAT a examiné plusieurs lames minces de l'Urgonien à Orbitolinidés et m'a accordé un entretien des plus fructueux. M. V. ROVEDA a accepté à maintes reprises et avec toujours autant de sollicitude, de déterminer mes Nummulites, ainsi que la faune qui les accompagne. Enfin, M. H. STRADNER a étudié la nannoflore et la nannofaune, par une nouvelle méthode récemment mise au point.

J'ai bénéficié à Genève, pour la détermination de la faune albienne, de la grande expérience de M. Ad. JAYET, qui m'a accordé son temps avec une bienveillance que je ne saurais oublier. M. J. ALLOITEAU, en examinant mes Polypiers, découvrit un nouveau genre; son élève, M. J.-P. CHEVALIER accepta de déterminer plusieurs Polypiers du Priabonien. M. A. DEVRIERS a revu avec complaisance mes Oursins ainsi que plusieurs sections de radioles particulièrement bien conservées. M. G. ROESSINGER détermina fort aimablement quelques rares Spongiaires. J'ai trouvé un accueil spécialement chaleureux au Muséum National de Paris, de la part de son Sous-Directeur, M. J. SORNAY, qui, à maintes reprises, a examiné mon matériel avec une très grande amabilité. Par son entremise, M<sup>lle</sup> FRENEIX accepta de déterminer plusieurs de mes échantillons. Enfin, c'est à M. W. WEILER que je dois les déterminations des débris de Poissons.

Que tous ces nombreux et éminents spécialistes trouvent ici ma respectueuse et très vive gratitude; sans leur aide, ce travail aurait été voué à l'échec.

Au cours d'un stage de photogéologie à l'Institut français du Pétrole, M. HAUSKNECHT revisa fort aimablement mes interprétations sur photos aériennes: qu'il en soit vivement remercié.

A Genève, j'ai bénéficié de l'aide efficace de M. E. LANTERNO, à qui je témoigne ma sincère gratitude.

Je remercie également les nombreux géologues qui ont accepté de parcourir la région avec moi et qui m'ont fait bénéficier de leur expérience, je pense tout particulièrement à MM. les professeurs A. CAROZZI et P. DELEAU, ainsi qu'à tous les géologues de la V.S.P., membres de l'excursion du 26 juin 1961.

Merci enfin à mes camarades du Laboratoire de Genève, dont bon nombre m'ont accompagné sur le terrain, partageant joies et peines.

---



## INTRODUCTION

Le but de ce travail est de donner les principaux résultats des recherches stratigraphiques que nous avons effectuées dans la partie orientale du massif des Bornes (Haute-Savoie). Empêché par nos obligations militaires, nous ne pouvons actuellement publier l'étude complète qui comprend un levé géologique au 1: 10.000<sup>e</sup>, la description d'une centaine de coupes stratigraphiques, ainsi qu'une analyse tectonique détaillée.

Le territoire, que nous avons étudié de 1956 à 1961, est limité au Nord, par la vallée de l'Arve, à l'Ouest, par la vallée du Borne, au Sud-Est, par le torrent du Chinailon et le Foron du Reposoir, et à l'Est par une droite imaginaire reliant le point de jonction de l'Arve et du Giffre, au Lac Bénit.

Après le travail de synthèse de L. MORET (1934) sur la Géologie du massif des Bornes et des klippes préalpines des Annes et de Sulens, Ed. PARÉJAS publia une étude paléogéographique en 1938, dans son *Essai sur la Géographie ancienne de la Région de Genève*. Puis, en 1957, D. RIGASSI s'attacha plus particulièrement au Tertiaire de la région genevoise et savoisiennne. En 1958, Y. GÜBLER et ses élèves, M. ALONSO, G. HOUAREAU et A. PETER, firent un lever géologique au 1: 20.000<sup>e</sup>, ainsi que l'étude des coupes stratigraphiques du tertiaire surtout.

Géologiquement, les chaînes de montagnes comprises dans ce quadrilatère font partie de l'Autochtone. En français, le terme parautochtone s'appliquerait peut-être mieux à des terrains qui ne sont plus strictement « en place », sans appartenir encore à des nappes (M. VUAGNAT, 1952). Notre région est plissée, mais n'a probablement pas subi de déplacement tangentiel, ou en tout cas, rien ne permet de l'affirmer. Par conséquent, nous conserverons le terme d'« Autochtone ».

Avant d'entreprendre l'étude détaillée de chaque formation, comparons le faciès des chaînes subalpines à ceux du Salève, plus au Nord-Ouest, et à celui des Aravis, plus au Sud-Est. Le tableau 1 résume les faits.

En résumé, les faciès des chaînes subalpines et ceux de Morcles sont nettement pélagiques et entièrement différents de ceux du Salève. Mais certains faciès des chaînes subalpines (Valanginien moyen-inférieur;

Associations faunistiques	Etages	Lithologie
Pas de faune typique	?Rupélien	Grès de Bonneville
	? _ _ _ ?	Schistes marno-micacés avec lentilles de Grès du Val d'Iliez
Meletta, Globigérines	Sannoisien	Schistes à Meletta
Foram. benthiques, Globigérines		Marnocalcaires à Foraminifères
Grands Foram. arénacés	? _ _ _ _ ?	Calcaires très gréseux
Nummulites, etc.	Priabonien sup.	Calcaires conglomératiques
Faune "des Diablerets"	Priabonien inf.	Grès charbonneux, conglomérats
Grandes Nummulites	Lulétien	Calcaires conglomératiques
Azoïque	?Eocène inf	Grès "sidérolithique"
<i>Lacune du Paléocène — Maestrichtien</i>		
Globotruncana gr. lapparenti	Campanien — Coniacien	Calcaires sublithographiques
<i>Lacune du Turonien — Cénomanién</i>		
Leymeriella tardefurcata, Rotalipora carénées	Albien — Gargasien	Conglomérat phosphaté
Pas de faune typique		Grès, calc. gréseux, glauconieux
Bélemnites canaliculatus		Marnes gréseuses, glaucon.
<i>Lacune du Bédoulien</i>		
Orbitolina conoidea	Barrémien	Grès
Coskinolina, Dictyoconus, Iraquia, Orbitolinopsis		Faciès urgonien
Toxaster complanatus	Hauterivien	Marnocalc. glauconieux
Toxaster, Exogyra couloni		Calcaires siliceux, peu marneux
Foram. benth. / Tintinnops. carpathica, Nannoconus steinmanni, N. kamptneri	Valanginien	NW: calc. échinodermiques / Marnocalc. et marnes
T. carpathica (F), Calpionella alpina (R), C. elliptica (R), Nannoconus sp.	Berriasien sup.-moy.	Marnes schisteuses avec lentilles calcaires Conglomérat
T. carpathica (F), C. alpina (R), Nan. sp. / T. carpathica (R), C. alpina (F)	Berr. inf. — Tithon. sup.	Marnocalcaires et marnes

TABLEAU 1.

*Stratigraphie de la partie orientale du Massif des Bornes*  
(F = fréquent; R = rare)

Malm à Céphalopodes de Talloires) sont plus profonds que ceux de Morcles. Les chaînes subalpines représentent donc le

	S A L È V E	CH. SUBALPINES	MORCLES-ARAVIS	
Oligocène	Molasse terrestre chaffienne	Grès de Bonneville "Marno-micacé" et gr du Val d'Illeiz "Marnes à Foraminifères" Calcaires à Nummulites	Comme dans ch subalpines	
Eocène moy.-sup.				
Eocène inf.	Sidéralithique	Sidéralithique		
Crét. sup.	Erodé (galets de calc fins et silex dans Tertiaire)	Faciès pélagique	" "	
Crét. moyen	Gault (généralement érodé)	Gault	" "	
Urgonien	Calcaire crayeux, récifal	Calcaire à Miliolites, Rudistes	" "	
Hauterivien	Pierre jaune de Neuchâtel Marnes d'Hauterive	Calcaire siliceux à Taxaster	" "	
Valanginien	Calcaire roux	Calcaire roux (peu épais) Marnes et calcaires pélagiques	PARAUTOCHTONE (Haut val d'Illeiz) Calcaire "organogène"	Calcaire roux Schistes et calcaires Calc à Brachiopodes
Berriasien	Assise à <i>Natica leviathan</i> Assise à <i>Heterodiceros luci</i>	Marnes schisteuses pélagiques	Comme dans ch subalpines	
Malm	Purbeckien Calcaires récifaux Dolomies	Marnocalcaires et calcaires pélagiques (Talloires)	" " "	

TABLEAU 2.

*Tableau comparatif des faciès du Salève à la Nappe de Morcles-Aravis*

fond d'une fosse, remontant fortement d'un côté vers le Salève-Jura, et faiblement de l'autre côté vers les hauts-fonds de Morcles-Aiguilles-Rouges.

## I. NÉOCOMIEN

Le terrain le plus ancien rencontré dans la partie orientale du massif des Bornes est, d'après les auteurs (SARASIN, 1902), le Jurassique supérieur, représenté par des calcaires marneux et affleurant en aval du

Petit-Bornand et près du village d'Entremont, suivant les indications de la deuxième édition de la Feuille Annecy au 80.000<sup>e</sup>. Au-dessus, viendrait un Berriasien schisteux, azoïque, surmonté par le Valanginien marneux, « se chargeant de petits bancs de calcaire roux à entroques et à oolithes ferrugineuses, dans les plis externes des Bornes (vallée du Fier et de la Fillière) » (L. MORET, 1934).

Pour établir une stratigraphie du Néocomien de la partie orientale du massif des Bornes, il faut tenir compte, d'abord des associations faunistiques, et ensuite des analogies de faciès. En effet, les associations de Calpionellidés et de Nannofossiles (que nous avons récemment corrélées avec les zones à Ammonites des Préalpes bordières, avec D. RIGASSI) restent, à notre avis, le critère primordial dans la subdivision du Néocomien. Nous proposons alors le schéma suivant:

MICROFAUNE		LITHOLOGIE		ETAGE
<i>Foram benthiques</i>		<i>Calcaire gréseux</i>		HAUTERIVIEN
NW : <i>Foram benth</i>	SE : <i>Tinninopsella carpathica</i>	NW : <i>Calc. échinodermique</i> <i>Calc. marneux, marnes</i>	SE : <i>Calcaires et marnes</i>	VALANGINIEN
	<i>Calpionella alpina</i>	3. - <i>Marnes schisteuses à lentilles calcaires</i>		BERRIASIEN SUP- - MOY.
	<i>C. elliptica</i>	2. - <i>Conglomérat</i>		? — ? — ?
	<i>Nannoconus sp</i>	1. - <i>Alternances calc. marneux - marnes</i>		BERR. INF - ? TITHONIQUE SUP.

TABLEAU 3.

### 1. Berriasien inférieur.

Les zones 1 et 2 du Néocomien (tableau 3) ne sont observables qu'en deux endroits de notre région :

1. Dans la gorge du Borne en aval du Petit-Bornand, au confluent du torrent de la Dresse (coord. Lambert 913.90/120.30), nous avons levé, avec J.-P. BURRI, la coupe banc par banc. Cet affleurement est considéré comme Jurassique supérieur sur la deuxième édition de la Feuille Annecy au 80.000<sup>e</sup>.

2. Sur la rive Nord-Nord-Ouest du Nant La Ville (coord. Lambert 915.10/116.20), le conglomérat et les couches sous-jacentes sont

dans une position tectonique complexe, puisque le cœur de l'Anticlinal du Bargy comporte en cet endroit de nombreux laminages, replis, décollements et chevauchements.

Nous ne donnerons actuellement que la description de la magnifique coupe affleurant en série normale (avec pendages vers le nord), en aval du Petit-Bornand. Les niveaux inférieurs et supérieurs ont été relevés sur rive droite, tandis que les bancs précédant le conglomérat étaient plus facilement accessibles sur rive gauche. Stratigraphiquement, de haut en bas et d'aval en amont, nous avons observé <sup>1</sup>:

### Zone 3.

Sur une dizaine de mètres d'épaisseur, alternances de niveaux semblables aux niveaux 139, 140 et 148, en bancs de 1 à 5 cm.

Niveau 148	0,08 mètre	Banc à passages symétriques, brusques, de calcaire (76% CaCO <sub>3</sub> ) détritique, recristallisé, peu gréseux (quartz détritique, Ø max.: 0,12 mm), avec éléments microscopiques plus marneux; riche en FeS (et FeO); muscovite et glauconie très rares. Textularidés (F).
147	0,10 m	= niveau 140.
146	0,35 m	Couverture végétale.
145	0,10 m	= niveau 139.
144	0,18 m	= niveau 140.
143	0,07 m	(60% CaCO <sub>3</sub> ) = niveau 139.
142	0,10 m	= niveau 140.
141	0,15 m	= niveau 139.
140	0,15 m	Marnes brunâtres, altérées.
139	0,07 m	Marnocalcaire altéré, à passages symétriques, graduels.
138	1,50 m	Moraine éboulée et couverture végétale.
137	9,00 m	Marnes schisteuses (= au niveau 135), altérées, plus ou moins recouvertes par la végétation.
136	1,00 m	Marnocalcaire en partie recouvert par la végétation.
135	10,00 m	Marnes schisteuses, masquées en partie par les éboulis et la végétation.
134	13,00 m	Marnes (45% CaCO <sub>3</sub> ) schisteuses, en petits prismes brunâtres, se délitent facilement. Quelques veinules lenticulaires de célestine.
133	0,20 m	Marnocalcaire (environ 55% CaCO <sub>3</sub> ) se délitant facilement.
132	0,15 m	= niveau 124.
131	0,10 m	= niveau 121.

<sup>1</sup> Dans la description des coupes stratigraphiques, nous utiliserons les abréviations A, F, R, RR, pour caractériser la présence abondante, fréquente, rare ou très rare, d'organismes ou de minéraux.

Niveau 130	0,10 m	= niveau 124.
129	0,10 m	= niveau 121.
128	0,05 m	= niveau 124.
127	0,05 m	= niveau 121.
126	0,04 m	= niveau 124.
125	0,06 m	= niveau 121.
124	0,13 m	Niveau un peu plus marneux que le niveau 121.
123	0,07 m	= niveau 121, avec lentilles de célestine, au sommet et à la base.
122	0,60 m	Marnocalcaire avec deux bancs très mal marqués de miches plus calcaires. Lentilles de célestine, au sommet.
121	0,12 m	Banc finement lité, avec texture en miches peu marquée, avec passages symétriques, graduels; calcaire détritique, gréseux ( $\varnothing$ max. du quartz détritique: 0,1 mm), recristallisé, avec nombreux éléments microscopiques plus marneux à contours diffus; riche en FeS (et FeO), authigène, épigénisant souvent les organismes: Textularidés et <i>Spirillina</i> sp. (R).
120	0,80 m	Cinq bancs, à texture en miches, de calcaire marneux (= à celui du niveau 109), emballées et séparées par des marnes schisteuses. Lentilles de célestine, parallèles à la stratification, à la base et surtout dans les niveaux marneux.
119	0,50 m	Trois bancs de 0,10 m de calcaire marneux, à limites graduelles, alternent avec des marnocalcaires schisteux.
118	1,20 m	Marnocalcaire (48% $\text{CaCO}_3$ ) schisteux, délitable, emballant des nodules plus calcaires ( $\varnothing$ max.: 0,30 m), obliques à la stratification.
117	0,05 m	= niveau 109.
116	0,05 m	= niveau 110.
115	0,05 m	= niveau 109.
114	0,05 m	= niveau 110.
113	0,10 m	= niveau 109.
112	0,10 m	= niveau 110.
111	0,04 m	= niveau 109.
110	0,04 m	Marnocalcaire schisteux, brunâtre, facilement délitable.
109	0,13 m	Banc à limites supérieure et inférieure symétriques et graduelles, à texture en miches peu marquée; calcaire (environ 80% $\text{CaCO}_3$ ) peu gréseux ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,1 mm), détritique, recristallisé, avec éléments microscopiques, plus marneux, à contours diffus; riche en FeS (et FeO); rares traces de Foraminifères et de Calpionellidés.
108	1,00 m	Alternance surtout bien marquée au sommet, de cinq bancs calcaires marneux et de six bancs marnocalcaires, à passages symétriques, graduels.

Niveau 107	0,30 m	Banc de calcaire marneux formant un mur dans la topographie.
106	0,30 m	Marne peu gréseuse ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,1 mm) très riche en FeS (et FeO), à spicules de Spongiaires (A) et à structure microscopique, tourbillonnaire. Lentilles de célestine, dispersées. Passage graduel au niveau 107.
105	0,27 m	= niveau 104.
104	0,21 m	= niveau 103, avec lentilles de célestine à la base et au sommet.
103	0,60 m	Marne (environ 45% $\text{CaCO}_3$ ) brun-jaunâtre, finement litée; lentilles de célestine, parallèles à la stratification.
102	1,70 m	Marne (45,5% $\text{CaCO}_3$ ) schisteuse, facilement délitable.
101	1,50 m	Alternance mieux marquée qu'au niveau 100, de quatre bancs de calcaire marneux et de cinq bancs de marnocalcaire, à passages symétriques, graduels.
100	2,30 m	Alternance très peu marquée (limites par passages symétriques, très graduels) de vingt-sept bancs de calcaire marneux (représentant les trois quarts de la formation) et de vingt-sept bancs de marnocalcaire brun-jaunâtre. Dans tout le niveau, veinules de célestine, en général parallèles à la stratification.
99	0,05 m	Marne (47% $\text{CaCO}_3$ ) schisteuse, brunâtre.
98	5,80 m	= niveau 96. Le premier centimètre à partir de la base est une marne plaquetée, entrelardée de fines veinules lenticulaires de célestine. Dans les 2 m supérieurs du niveau, quelques lentilles de célestine (5 cm de long) dispersées, parallèles à la stratification.
97	3,60 m	= niveau 96.
96	1,80 m	Marne (environ 40% $\text{CaCO}_3$ ) schisteuse, brun-jaunâtre, se délite facilement; à l'altération, fin litage marqué par des zones plus sombres et plus claires (quatorze lits dans 3 cm d'épaisseur).
95	0,25 m	Marne (environ 40% $\text{CaCO}_3$ ) schisteuse, avec lits plus ou moins gréseux, mais toujours peu gréseux ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,1 mm); très riche en FeS (et FeO). A la base et au sommet du banc, 1 à 2 cm de marne plaquetée, entrelardée de fines veinules lenticulaires de célestine; ailleurs, fines lentilles parallèles à la stratification.
94	0,80 m	Marne (42% $\text{CaCO}_3$ ) schisteuse, tectonisée, facilement délitable. Au milieu du banc, lentilles de célestine obliques à la stratification; au sommet, parallèles.
93	1,50 m	Cinq bancs de marne schisteuse = au niveau 90.

Niveau	92	0,80 m	Quatre bancs de marne schisteuse (= niveau 90). Un niveau riche en marcassite souligne le joint du quatrième banc.
	91	0,20 m	Marne (environ 40% CaCO <sub>3</sub> ) schisteuse, facilement délitable. La base du banc est soulignée par de fines veinules lenticulaires de célestine.
	90	2,50 m	Marne schisteuse, stratifiée, montrant à l'altération des lits très fins plus ou moins clairs, mal définis.
	89	1,00 m	Sept bancs à peu près égaux en épaisseur, de marne schisteuse, prismatique, brunâtre, avec joints mal différenciés.
	88	5,00 m	Marne schisteuse, brunâtre, peu gréseuse, peu micacée (muscovite et biotite), très peu glauconieuse, riche en FeS (et FeO). Ce niveau est en partie recouvert par la végétation.
	87	6,00 m	= niveau 85. Les niveaux supérieurs au niveau 87, forment une succession de criques, sur rive droite, le long du Borne.
	86	4,00 m	Eboulis.
	85	2,00 m	Marne (48% CaCO <sub>3</sub> ) schisteuse, en petits prismes, brunâtre, avec quelques granulations d'oxydes de fer de l'ordre du millimètre.
	84	5,00 m	Eboulis.
	83	2,00 m	Nodules, miches, lentilles (∅ max.: 0,50 m) de calcaire (87% CaCO <sub>3</sub> ) détritique, peu gréseux (∅ maximum du quartz détritique: 0,1 mm) recristallisé, riche en FeS (et FeO), avec feldspaths authigènes très rares, et petits éléments microscopiques plus marneux. Calpionellidés rares: <i>T. carpathica</i> et <i>St. hispanica</i> . Ces formations calcaires à texture fluidale sont emballées dans une marne schisteuse, brunâtre, fluidale.
	82	2,00 m	Eboulis, moraine et végétation.
	81	1,50 m	Complexe de lentilles (amorces de bancs) et nodules de calcaire marneux (78% CaCO <sub>3</sub> ) à Belemnites, emballés dans une marne schisteuse, à texture fluidale; concentrations plus calcaires, allant de la granulation à la taille d'une noix. Ces formations calcaires très riches en Belemnites sont formées microscopiquement de galets de calcaire marneux, gréseux (∅ maximum du quartz détritique: 0,1 mm) à débris de tests de Mollusques, spicules de Spongiaires et Calpionellidés (F): <i>T. carpathica</i> et <i>C. neocomiensis</i> prédominent nettement; <i>C. alpina</i> et <i>St. hispanica</i> sont très rares et très douteuses. Entre les galets, une pâte de calcaire plus gréseux, est généralement azoïque et montre une structure fluidale. Tout le niveau est riche en FeS (et FeO).

Niveau	80	2,40 m	Alternance mal marquée de sept niveaux de calcaires marneux (environ 75% CaCO <sub>3</sub> ) et de huit niveaux de marnocalcaires, bien stratifiés, à passages symétriques, graduels, à patine brun-jaunâtre.
	79	6,50 m	Eboulis et moraine.

**Zone 2.**

- |  |    |         |  |
|--|----|---------|--|
|  | 78 | 10,00 m | Niveau conglomératique formant un mur très bien marqué dans la topographie. On divisera ce niveau en trois sous-niveaux. |
|--|----|---------|--|
- Sous-niveau supérieur : Les galets diminuent en nombre et la classe granulométrique moyenne s'accroît aux dépens des deux autres classes. Le marnocalcaire contient moins de granulations noires. Au sommet, *Terebratula* sp. ex gr. *moutoniana* d'ORB. in PICT. Les trois derniers mètres sont formés par un calcaire (environ 85% CaCO<sub>3</sub>) à miches et à nodules, brun-jaunâtre, avec rares petits galets; microscopiquement, c'est un calcaire détritique, gréseux ( $\varnothing$  maximum du quartz détritique: 0,1 mm), très peu glauconieux, avec éléments microscopiques plus marneux à contours diffus, pauvre en FeS (et FeO), avec de très rares débris phosphatés et grains de tourmaline et de glauconie. Débris de tests de Mollusques (F) et radioles d'Oursins; Calpionellidés (A): *T. carpathica* prédomine sur *C. neocomiensis* et *St. hispanica*; *C. alpina* est douteuse et rare. Spicules de Spongiaires (R); Textularidés (R); *Spirillina* (RR). *Nannoconus* sp.
  - Sous-niveau moyen : Calcaire conglomératique à éléments subarrondis de calcaire (environ 80% CaCO<sub>3</sub>) peu glauconieux, pauvre en FeS, avec perforations de lithophages et pistes d'animaux fouisseurs, gris-bleu, à gris-brun, mal classés ( $\varnothing$  des éléments: taille d'une noisette à celle d'une pomme); nombreux nodules et lentilles de calcaire diagénétique, emballés dans une marne schisteuse beige-jaunâtre, fluidale, avec granulations calcaires noires. Vers la base, lentille de calcaire marneux, fin, avec très nombreuses pistes de vers, surmontée d'un marnocalcaire schisteux à pistes.
  - Sous-niveau inférieur : Sur rive droite, calcaire diagénétique en lentilles et gros nodules emballés dans le calcaire marneux schisteux. Sur la rive gauche, calcaire marneux gris-bleu, à éléments calcaires bleu sombre, parfois à Térébratules et Rhynchonelles (?), disséminés, mal classés. Trois classes granulométriques: a) boulets

( $\varnothing$  : 0,50 m à 1,00 m) à formes irrégulières: un par mètre carré; *b*) quatre à cinq galets par mètre carré, subarrondis de 10 cm de diamètre; *c*) très nombreuses petites granulations allant jusqu'à la taille d'une noisette. Stries sur la surface inférieure du niveau. Les galets de la base du conglomérat sont des calcaires identiques aux niveaux sous-jacents, variant de 75 à 90% en  $\text{CaCO}_3$  et contiennent les trois types d'associations suivantes (accompagnées presque toujours de *Nannoconus* sp., Textularidés, *Spirillina* sp. et autres Foraminifères):

- c) *T. carpathica* (F), *St. hispanica* (R), *C. neocomiensis* (F), *T. oblonga* (?) (RR).
- b) *T. carpathica* (F), *C. alpina* (R ou RR), *St. hispanica* (R), *C. neocomiensis* (RR ou F), *T. longa* (?) (RR).
- a) *T. carpathica* (F), *C. alpina* (F), *St. hispanica* (R).

### Zone 1.

- Niveau 77 1,30-1,80 m. Ce niveau à texture fluidale forme une petite dépression dans la topographie. Lentilles calcaires (environ 85%  $\text{CaCO}_3$ ) consolidées avant la pâte par diagenèse, emballées dans un silt à patine brune; peu micacé (muscovite); microscopiquement, marnocalcaire détritique, à nombreux petits éléments plus marneux à contours diffus, très gréseux ( $\varnothing$  maximum du quartz détritique: 0,1 mm); riche en FeS (et FeO), et débris organiques: fragments d'Echinodermes, radioles d'Ourisins, Miliolles, Textularidés. Calpionellidés peu fréquents: *T. carpathica* (F), *C. neocomiensis* (F), *St. hispanica* (RR). *Nannoconus* sp. Dans la pâte, galets de calcaire bleu, souvent riches en FeS, subarrondis, mal classés, épars ( $\varnothing$  max.: 0,30 m). *Terebratula* sp.
- 76 0,50 m Calcaire fin, massif (environ 85%  $\text{CaCO}_3$ ), à patine brunâtre, peu marneux, détritique, gréseux (quartz détritique en traînées,  $\varnothing$  max.: 0,1 mm), riche en FeS (et FeO), avec glauconie et débris phosphatés (RR). Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes; Calpionellidés (F): *T. carpathica* et *C. neocomiensis* prédominent sur *C. alpina* et *St. hispanica*. *Nannoconus* (F). Foraminifères rares dont Textularidés et *Spirillina* sp. La surface supérieure de ce niveau est limonitisée, avec marcassite et soufre natif; stries d'orientation N23E. Passage graduel au niveau 75.

Niveau	75	0,00-0,05 m	Marnocalcaire (environ 65% CaCO <sub>3</sub> ) schisteux, gris, lenticulaire, avec fragment d'Ammonite indéterminable.
	74	0,10 m	Calcaire fin gris-brun, avec surfaces inférieure et supérieure, irrégulières.
	73	0,20 m	Marnocalcaire gris, très schisteux.
	72	0,20 m	= niveau 74.
	71	0,10 m	Marnocalcaire (environ 65% CaCO <sub>3</sub> ) très schisteux, facilement délitable (avec rares granulations noires, plus calcaires), détritique, bioclastique, assez gréseux, peu glauconieux, riche en FeS (et FeO). Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes, de Calpionellidés (F), de Foraminifères (R) (dont <i>Spirillina</i> sp.), de phosphates (RR). <i>Nannoconus</i> sp.
	70	0,00-0,10 m	= niveau 74 (environ 70% CaCO <sub>3</sub> ), avec Bélemnite indéterminable.
	69	0,10 m	Marnocalcaire très schisteux, gris (= niveau 75, mais non lenticulaire).
	68	0,30-0,50 m	Calcaire peu marneux (environ 90% CaCO <sub>3</sub> ), fin, massif, gris-brun à gris-bleu, détritique, gréseux, riche en FeS (et FeO). <i>Nannoconus</i> sp., Calpionellidés (A): prédominance de <i>T. carpathica</i> et <i>C. neocomiensis</i> ; <i>C. alpina</i> (F), <i>St. hispanica</i> (R). Les surfaces inférieure et supérieure du niveau sont irrégulières.
	67	0,05 m	= niveau 69.
	66	0,40-0,50 m	= niveau 68.
	65	0,05 m	= niveau 69.
	64	0,20 m	Calcaire peu marneux (environ 90% CaCO <sub>3</sub> ), détritique, assez gréseux (quartz détritique, $\varnothing$ moyen: 0,04 mm; $\varnothing$ max.: 0,1 mm; quartz authigène (RR)); riche en FeS (et FeO); avec feldspaths authigènes et glauconie très rares. <i>Nannoconus</i> sp.; Calpionellidés (A): <i>T. carpathica</i> prédomine très nettement; <i>C. alpina</i> quoique rare est plus fréquente que dans le niveau 62; <i>C. elliptica</i> (RR). Mêmes formes et mêmes fréquences des autres espèces que dans le niveau 62; <i>C. darderi</i> est douteuse et très rare. Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes; Textularidés (R); <i>Spirillina</i> sp. (RR).
	63	0,25 m	= niveau 68.
	62	0,20-0,40 m	Banc massif, gris-brun, à surfaces supérieure et inférieure, irrégulières; avec une passée schisteuse lenticulaire de 5 cm, avec passage graduel au niveau 61, de calcaire peu marneux (environ 85% CaCO <sub>3</sub> ), détritique, gréseux (quartz détritique, mal classé, mal réparti, $\varnothing$ max.: 0,1 mm), pauvre en FeS (et FeO), avec glauconie et débris phosphatés très rares. <i>Nannoconus</i> sp.; Calpionellidés (A):

*T. carpathica* prédomine très largement, *St. hispanica* (R); *C. alpina* (RR); *T. oblonga* (?) (RR), une forme de *C. neocomiensis*, et une forme de *C. cf. simplex*. Débris de tests de Mollusques (F), de Brachiopodes, radioles d'Oursins; *Spirillina* sp. (RR); Foraminifères arénacés à test grossier (RR).

Niveau	61	0,15 m	= niveau 69.
	60	0,20 m	= niveau 68.
	59	0,10 m	= niveau 69.
	58	0,30 m	= niveau 60.
	57	0,05 m	= niveau 69.
	56	0,10 m	= niveau 60.
	55	0,05 m	= niveau 69, avec traces organiques.
	54	0,30 m	= niveau 60, mais plus marneux, avec Bélemnite indéterminable sur la surface supérieure du banc.
	53	0,10 m	= niveau 69.
	52	1,60 m	Quatre bancs massifs, à patine gris-brun, d'égale puissance, mal séparés par des lits de marnocalcaire plus schisteux, lenticulaires de 5 cm d'épaisseur. Les gros bancs sont des calcaires, peu marneux (environ 85% CaCO <sub>3</sub> ), détritiques, gréseux (le quartz détritique souligne la stratification, $\varnothing$ max.: 0,1 mm), avec glauconie et débris phosphatés très rares; peu de FeS (et FeO) et nombreux éléments microscopiques plus marneux à contours diffus. Calpionellidés assez fréquents: prédominance de <i>T. carpathica</i> et <i>C. cf. neocomiensis</i> ; <i>St. hispanica</i> (R); <i>T. oblonga</i> (RR). Débris de tests de Mollusques et d'Echinodermes; <i>Spirillina</i> sp. (RR).
	51	4,50 m	Complexe de calcaires noduleux et de bancs calcaires lenticulaires (de 2 à 3 m de long et 0,50 m d'épaisseur), emballés dans un marnocalcaire schisteux, à patine gris-jaunâtre. Bélemnite indéterminable. Vers le bas, calcaire peu marneux (environ 90% CaCO <sub>3</sub> ), détritique, peu gréseux (quartz détritique, mal classé, $\varnothing$ max.: 0,1 mm), pauvre en FeS (et FeO), avec débris phosphatés (RR). Calpionellidés (F): <i>C. darderi</i> , <i>T. carpathica</i> et <i>St. hispanica</i> sont fréquentes; <i>C. undelloides</i> (RR). Débris de tests de Mollusques et radioles d'Oursins; Textularidés (RR); Foraminifères arénacés à test grossier (RR), Miliolés (RR); <i>Spirillina</i> sp. (RR).
	50	0,20 m	Marnocalcaire schisteux, gris foncé.
	49	0,55 m	Banc calcaire (environ 85% CaCO <sub>3</sub> ) à patine brun-jaunâtre, avec intercalation plus marneuse au milieu.
	48	1,25 m	Banc calcaire « avorté ». Lentilles calcaires fluidales, emballées dans un marnocalcaire brunâtre. Au sommet, niveau irrégulier de marnocalcaire.

Niveau	47	0,20 m	Banc asymétrique formant un mur dans la topographie, beige, de calcaire (86% CaCO <sub>3</sub> ) détritique, peu gréseux (quartz détritique $\varnothing$ moyen: 0,03 mm; $\varnothing$ max.: 0,1 mm) riche en FeS (et FeO) avec de très rares grains de tourmaline et de zircon. Calpionellidés (R): <i>T. carpathica</i> prédomine, <i>St. hispanica</i> est douteuse. Débris phosphatés (RR). Perforations de lithophages ou pistes de vers fousseurs.
	46	0,10 m	Calcaire marneux, schisteux, brunâtre.
	45	3,60 m	= niveau 48. Vers le haut, calcaire (environ 90% CaCO <sub>3</sub> ) détritique, gréseux ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,1 mm) avec éléments microscopiques plus marneux, à contours diffus, riche en FeS (et FeO). Calpionellidés (F): même fréquence de <i>C. alpina</i> , <i>T. carpathica</i> et <i>St. hispanica</i> . Débris de tests de Mollusques (R) et de Brachiopodes; Arénacés à test grossier, <i>Spirillina</i> sp. (RR), <i>Robulus</i> sp. (?).
	44	0,30 m	Marnocalcaire brun foncé.
	43	4,00 m	Alternance (en partie recouverte par l'éboulis et la végétation) de calcaire brun-jaunâtre (0,30 m) et de marnes schisteuses (0,00 m à 0,20 m). Les bancs calcaires de 0,30 m sont peu marneux (environ 85% CaCO <sub>3</sub> ), détritiques, gréseux ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,1 mm), avec éléments microscopiques plus marneux; riches en FeS (et FeO), avec de très rares grains de tourmaline. Calpionellidés (RR): <i>T. carpathica</i> (R), <i>C. alpina</i> et <i>St. hispanica</i> (RR). <i>Spirillina</i> sp. (RR).
	42	2,50 m	Quatre bancs lenticulaires de calcaire diagénétique d'une vingtaine de centimètres d'épaisseur chacun (parfois lentilles calcaires). Le tout est emballé dans un marnocalcaire (66% CaCO <sub>3</sub> ) schisteux, brunâtre, détritique, gréseux ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,15 mm), très riche en FeS (et FeO), épigénisant des Calpionellidés (RR) ( <i>T. carpathica</i> et <i>St. hispanica</i> ) et <i>Spirillina</i> sp. (RR).
	41	0,60 m	Banc à patine brun-jaunâtre, asymétrique, passage graduel vers le bas, brusque en haut; calcaire peu marneux (environ 85% CaCO <sub>3</sub> ), gréseux ( $\varnothing$ moyen du quartz détritique: 0,05 mm; $\varnothing$ max.: 0,1 mm), détritique, avec éléments microscopiques plus marneux, très riches en FeS (et FeO). Calpionellidés (R): <i>C. alpina</i> , <i>C. elliptica</i> , <i>T. carpathica</i> , <i>St. hispanica</i> . Débris de tests de Mollusques (R) et d'Echinodermes. Miliolés (RR).
	40	0,60 m	Banc marnocalcaire brunâtre, avec partie médiane plus calcaire.

Niveau	39	0,50 m	Calcaire peu marneux, beige avec sommet plus marneux. Les niveaux 36 à 39 forment un mur dans la topographie.
	38	0,45 m	Calcaire marneux, à patine brun-jaunâtre.
	37	0,10 m	= niveau 38.
	36	0,08 m	= niveau 38. Calcaire peu marneux (environ 80% CaCO <sub>3</sub> ), détritique, gréseux (le quartz détritique marque un fin litage, $\varnothing$ max.: 0,1 mm) riche en FeS (et FeO), avec biotite en voie de glauconitisation. Textularidés (RR); Calpionellidés (R-F): <i>C. alpina</i> , <i>C. elliptica</i> , <i>T. carpathica</i> ; <i>St. hispanica</i> est très rare et douteuse.
	35	0,80 m	Calcaire diagénétique, brun-jaunâtre (environ 85% CaCO <sub>3</sub> ), en lentilles plus ou moins bien développées, à structure fluidale, allant jusqu'à l'amorce d'un banc lenticulaire; emballé dans une marne (68% CaCO <sub>3</sub> ) brunâtre, à texture fluidale. Ce niveau forme une dépression dans la topographie.
	34	1,50 m	Calcaire marneux, beige-jaunâtre, avec passées schisteuses, plus marneuses et plus nombreuses à la base. Passage graduel au niveau 35.
	33	0,08 m	Marne schisteuse, brun sombre.
	32	0,13 m	Banc à texture en boulets mal développés, à patine brun-jaunâtre, symétrique; calcaire (86% CaCO <sub>3</sub> ) gréseux (quartz détritique soulignant un faible litage; $\varnothing$ max.: 0,1 mm), détritique, avec éléments microscopiques plus marneux à contours diffus; riche en FeS (et FeO). Textularidés (R).
	31	0,05 m	= niveau 33.
	30	0,17 m	Marne schisteuse, brun foncé, avec miches plus calcaires par endroits.
	29	0,10 m	Calcaire fin, à patine brun-jaunâtre, à passages symétriques, brusques.
	28	0,25 m	Marne schisteuse, bleu foncé.
	27	0,30 m	Calcaire (environ 85% CaCO <sub>3</sub> ) à patine brun-jaunâtre, peu gréseux ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,1 mm), recristallisé, détritique, avec éléments microscopiques plus marneux; riche en FeS (et FeO). Calpionellidés (R) (dont <i>St. hispanica</i> ).
	26	6,00 m	Alternance de bancs de calcaire fin et de marnes schisteuses, en partie recouvertes par la moraine.
	25	7,60 m	Moraine éboulée et couverture végétale.
	24	0,30 m	Calcaire peu marneux (environ 90% CaCO <sub>3</sub> ), gris-bleu à gris-jaunâtre, se débitant en miches ( $\varnothing$ max.: 0,50 m), entouré de marnocalcaire (74% CaCO <sub>3</sub> ) schisteux, à texture fluidale. Ces miches sont formées de calcaire peu gréseux, détritique, recristallisé, avec Textularidés et <i>Spirillina</i> sp.

(RR). Les loricas de Calpionellidés (R) sont en partie recristallisées; par ordre décroissant de fréquence: *St. hispanica*, *C. alpina*, *T. carpathica*, *C. neocomiensis* (?).

Niveau	23	0,35 m	= niveau 24.
	22	0,30 m	= niveau 24.
	21	0,30 m	Banc symétrique à passages graduels, de calcaire peu marneux (87% CaCO <sub>3</sub> ), peu gréseux (quartz détritique en traînées; Ø moyen: 0,05 mm; Ø max.: 0,1 mm), riche en FeS (et FeO), avec éléments microscopiques plus marneux à contours diffus. Calpionellidés rares: par ordre décroissant de fréquence: <i>C. alpina</i> , <i>T. carpathica</i> , <i>St. hispanica</i> .
	20	0,00-0,04 m	= niveau 18.
	19	0,32 m	= niveau 17, avec un lit marneux, lenticulaire, schisteux.
	18	0,08 m	Marne schisteuse, lenticulaire, à passages symétriques, graduels: finement litée, brunâtre.
	17	0,15 m	Calcaire marneux, gris-brun, à passages symétriques, graduels.
	16	0,95 m	Niveau de nodules et de lentilles marnocalcaires, gris-bleu à jaunâtre, à texture fluidale, très mal différenciés de la pâte marneuse les emballant et formant les niveaux inférieurs et supérieurs. Passages graduels, symétriques. Les petits nodules de marcassite sont très rares.
	15	0,80-1,35 m	Quatre bancs de calcaire marneux à texture peu fluidale, séparés par des niveaux de marnes schisteuses de 5 cm environ. Le tout renferme des granulations noires peu nombreuses, dispersées. Les gros bancs sont formés d'un calcaire peu marneux (80% CaCO <sub>3</sub> ), peu gréseux, détritique, avec nombreux éléments microscopiques plus marneux, riche en FeS (et FeO). Débris de tests de Mollusques (R); Textularidés (R); <i>Spirillina</i> sp. (RR); Calpionellidés (R) (dont <i>T. carpathica</i> douteuse).
	14	0,10 m	Marnocalcaire (71% CaCO <sub>3</sub> ) schisteux, brunâtre, à passages graduels.
	13	3,00 m	Complexe formé de niveaux de calcaire marneux (87% CaCO <sub>3</sub> ), diagénétique, ayant au plus 5 m de long et 0,60 m d'épaisseur; le plus souvent de lentilles et nodules, emballés dans une marne schisteuse ne comportant plus, sur le haut, de granulations noires et de galets calcaires, mais quelques petits nodules de marcassite (de l'ordre du millimètre). Rares oxydes de fer dans les calcaires diagénétiques. Les parties les plus calcaires de ce complexe sont peu gréseuses (quartz détritique, Ø max.: 0,1 mm), détritiques, à nombreux

- éléments microscopiques plus marneux; très riches en FeS (et FeO). Les Calpionellidés sont fréquents: par ordre décroissant de fréquence: *C. alpina* (prédominante), *T. carpathica*, *St. hispanica*, *C. elliptica*, *T. oblonga*. Débris de tests de Mollusques et d'Echinodermes; Textularidés (R), *Spirillina* sp. (RR).
- Niveau 12 1,20 m Quatre niveaux de calcaire marneux, lenticulaires, emballés dans une marne schisteuse, à texture fluidale, avec encore des granulations calcaires. Au sommet du dernier banc de calcaire marneux, Térebratules très rares.
- 11 3,50 m Complexe formé de trois niveaux lenticulaires, d'une dizaine de mètres de long, de calcaire peu marneux (83% CaCO<sub>3</sub>), diagénétique, gris-jaunâtre, emballés dans une marne schisteuse fluidale, avec des éléments mal classés, dispersés, calcaires (diamètre des éléments va de la granulation à la taille d'une pomme); ils sont d'autant plus nombreux que la marne est argileuse. Les trois niveaux lenticulaires calcaires sont un peu gréseux (quartz détritique,  $\varnothing$  max.: 0,1 mm; quartz authigène (RR)), un peu micacés (muscovite), riches en FeS (et FeO), détritiques, à nombreux éléments microscopiques plus marneux. Calpionellidés (F), par ordre décroissant de fréquence: *T. carpathica*, *C. alpina*, *C. elliptica*, *St. hispanica*, *T. longa*. Débris d'Echinodermes, de Brachiopodes. Textularidés et Foraminifères arénacés à test grossier (R).
- 10 0,55 m Banc symétrique, à passage brusque, forme un mur dans la topographie. Calcaire (91,5% de CaCO<sub>3</sub>); 2,7% (Ca, Mg) CO<sub>3</sub>; 5,8% de matières argileuses, de composés de fer, et quartz détritique ( $\varnothing$  moyen: 0,05 à 0,1 mm)). Calpionellidés (F): par ordre décroissant de fréquence: *St. hispanica*, *C. alpina* et *T. carpathica*. Foraminifères arénacés à test grossier, *Spirillina* sp., et Textularidés (RR).
- 9 2,00 m Niveau marneux et schisteux avec lentilles et nodules de calcaire marneux, diagénétique. Texture fluidale. Passage brusque à 8 et à 10. Ce niveau forme une dépression.
- 8 0,00-0,60 m Calcaire marneux = niveau 7; entre 7 et 8, par endroits, marnes passant graduellement au calcaire. Passage brusque de 8 à 9.
- 7 0,65 m Banc à passages symétriques, graduels, à patine gris-bleu à jaunâtre (avec à la base, rares petits galets ( $\varnothing$  = taille d'une noisette) et rares traînées de marcassite); de calcaire peu marneux (90% CaCO<sub>3</sub>), détritique, peu gréseux ( $\varnothing$  maximum du

			quartz détritique: 0,1 mm), riche en FeS (et FeO), avec nombreux éléments microscopiques plus marneux. Calpionellidés peu fréquents: <i>C. alpina</i> semble prédominer, <i>St. hispanica</i> , <i>C. elliptica</i> , <i>T. cf. longa</i> , cf. <i>Amphorellina</i> sp.; <i>Spirillina</i> sp. (RR).
Niveau	6	0,22-0,33 m	Niveau marnocalcaire (66% CaCO <sub>3</sub> ), détritique, gréseux, à Textularidés (F), riche en FeS (et FeO), schisteux, brunâtre, conglomératique, avec éléments subarrondis à subanguleux de calcaire bleuâtre (∅ allant de la granulation à la taille d'une noix), mal classés; dispersés; lentilles de calcaire diagénétique.
	5	0,40-0,50 m	Banc asymétrique, massif, gris-bleu à gris-brun jaunâtre, de calcaire peu marneux (environ 80% CaCO <sub>3</sub> ), peu gréseux (quartz détritique, ∅ moyen: 0,05-0,08 mm; quartz authigène (RR)), peu recristallisé, riche en FeS (et FeO), avec rares éléments microscopiques plus marneux. Calpionellidés (R): <i>C. alpina</i> prédomine, <i>T. carpathica</i> , <i>St. hispanica</i> , Foraminifères arénacés à tests grossiers, Miliolés (?). <i>Spirillina</i> sp., Textularidés (?) sont très rares.
	4	0,00-0,03 m	Marne à granulations plus calcaires, bleu sombre.
	3	0,20-0,30 m	Lentille symétrique, à passages assez brusques, de calcaire peu marneux (environ 85% CaCO <sub>3</sub> ), détritique, gréseux, pauvre en FeS (et FeO), avec éléments microscopiques plus marneux. Calpionellidés (R): <i>C. alpina</i> (?). Débris de tests de Mollusques (F) et radioles d'Oursins. Tubes d'Annelides (R). Foraminifères arénacés à test grossier; Textularidés, Rotalidés (?) sont très rares.
	2	2,30 m	Complexe en partie recouvert par la moraine éboulée ou par des alluvions. Nodules, lentilles, bancs avortés de calcaire marneux diagénétique, emballés dans une marne (51% CaCO <sub>3</sub> ) brunâtre, à granulations bleu sombre.
	1	0,90 m	Banc massif, fin, gris-brun, devenant schisteux vers le haut, de calcaire marneux (87% CaCO <sub>3</sub> ), peu gréseux (deux classes granulométriques du quartz détritique: l'une, ∅ moyen: 0,03 mm, l'autre, ∅: 0,09 mm), détritique, à nombreux éléments plus marneux, microscopiques, à contours diffus; assez riche en FeS (et FeO), peu recristallisé. Calpionellidés (R): <i>C. alpina</i> (R, mais prédomine), <i>St. hispanica</i> (?); une forme douteuse de <i>Tintinnopsella</i> . Textularidés, <i>Robulus</i> sp. (?) sont très rares.

La coupe décrite ci-dessus peut être divisée en trois formations principales:

3° une série marneuse, azoïque, de 105 m de puissance. (Nous n'avons figuré sur la planche I que les niveaux inférieurs au niveau 82).

2° un conglomérat de 10 m d'épaisseur, dont la faune est à peu près semblable dans les éléments et dans le ciment.

1° à la base, une formation de 63,20 m d'épaisseur surtout calcaire à *Calpionella alpina*, *C. elliptica*, *Tintinopsella carpathica*, *T. longa*, *T. oblonga*, *Stenosemellopsis hispanica*, et *Nannoconus* sp. Mais si *Calpionella alpina* et *C. elliptica* prédominent à la base, elles deviennent plus rares au sommet; par contre, *Tintinopsella carpathica* rare à la base, est plus fréquente au sommet. *Nannoconus* sp. n'est signalé, dans la coupe (planche I) qu'à partir du niveau 62, c'est-à-dire à 58,50 m de la base des affleurements.

Ces formations conglomératiques ne peuvent pas être utilisées du point de vue stratigraphique, comme le fait remarquer J. REMANE, dans sa belle étude sur les brèches du Tithonique subalpin. Ainsi, il serait illusoire de vouloir corrélér absolument le niveau conglomératique du Petit-Bornand, avec celui d'Entremont, ou avec celui de la route de la Forclaz, près d'Annecy. Ces niveaux correspondent certainement à des coulées boueuses, qui ont pris naissance sur une pente de quelques degrés, dans la mer du Berriasien inférieur, et du Tithonique supérieur par le même processus, mais en des temps divers. On peut envisager des mouvements épirogéniques, en liaison avec les oscillations cimmériennes datant de la fin du Malm. Ils provoquent sur le versant du bassin de sédimentation, des pentes de quelques degrés, pentes nécessaires mais suffisantes à l'écoulement de boues plus ou moins consolidées. L'écoulement turbide est cause du déplacement de galets qui peuvent atteindre 1 m de diamètre; l'écoulement laminaire permet d'expliquer les fines linéations du ciment marneux. De plus, les stries, bien visibles sur le banc de calcaire transgressé, appuie l'hypothèse d'une coulée boueuse et pesante.

## 2. Berriasien moyen et supérieur.

Essentiellement formé de marnes et marnocalcaires schisteux, le Berriasien moyen et supérieur ne peut être daté que par les formations qui l'encadrent. En effet, à la base, le conglomérat qui marquait le changement de régime de sédimentation possède une association de

Calpionellidés typique du Berriasien inférieur. Et, au sommet, dans le Nant La Ville, près Entremont, une « disconformity » accompagnée d'une faune valanginienne, sépare la formation marneuse schisteuse, du Valanginien. De plus, les lentilles plus calcaires au sein des marnes et marnocalcaires, renferment soit des Céphalopodes, soit des Calpionellidés et Nannoconus, caractéristiques du Berriasien.

N. PARJADIS DE LA RIVIÈRE a étudié minéralogiquement et chimiquement, des échantillons analogues aux nôtres; l'étude de la phase argileuse montre que les conditions de sédimentation sont celles « d'une vase argilo-calcaire très riche en matières organiques et en sulfures (pH = 8,8) dans une mer littorale et anaérobie ». Cependant, remarquons que le milieu anaérobie n'est pas forcément littoral; on a démontré, au contraire, que les dépôts noirs, riches en matières organiques et en sulfures, peuvent être déposés à de grandes profondeurs (M. BRONGERSMA-SANDERS). Par suite de modifications locales soit chimiques, soit physiques, des lentilles formées d'alternances de calcaires et de marnes, apparaissent dans cette épaisse série de marnes schisteuses de 300 m d'épaisseur environ. L'épaisseur réelle est difficilement calculable, vu le nombre d'accidents tectoniques qu'elles subissent.

Au sud de notre territoire, en amont de La Ville (coord. Lambert: 915.50/116.25), sur rive droite du Nant La Ville, un ravin descendant du Roc de Charmieux, a creusé son lit dans l'épaisse série de marnes schisteuses, au milieu desquelles sont intercalés une dizaine de mètres de bancs de calcaire peu marneux, de 20 à 40 cm, alternant avec des marnes schisteuses de 10 à 20 cm, renfermant des Ammonites et des Brachiopodes. Les bancs calcaires plus épais à la base qu'au sommet, sont spathiques, microconglomératiques, glauconieux et riches en sulfures et oxydes de fer. Ce faciès est à rapprocher des « calcaires grossiers » signalés par DONZE et ROSSET (1952), et placés par ces auteurs vers le milieu de la formation berriasienne, dans la chaîne des Aravis. Dans la partie occidentale de l'Anticlinal du Bargy, vers le milieu du Berriasien, et pendant un temps assez court, il semble que la mer diminua de profondeur, ou qu'un rapprochement de la côte permit à du matériel plus grossier d'arriver jusque là. Sur la Feuille Annecy au 80.000<sup>e</sup>, au nord de Termine, un affleurement est figuré en Berriasien, bien que L. MORET dans son Mémoire, le considère comme faisant partie des couches de passage du Jurassique supérieur au Crétacé. Il est difficile de placer avec certitude cette formation, dans la stratigraphie générale.

Nous l'avons étudiée banc par banc le long de la route D12, entre le pont du ruisseau du Taleu, et le point 645.

Cet affleurement est séparé de l'Hauterivien, visible plus au nord, par une faille de laminage, qui ne figure pas sur la feuille au 80.000<sup>e</sup> et qui, à la hauteur de la route D12, a fait complètement disparaître le Valanginien calcaire pseudoolithique roux, que l'on ne retrouve qu'à l'état de blocs écrasés dans la brèche de faille, au confluent du Taleu et du Borne.

Le long de la route D12, les calcaires (85 à 90% CaCO<sub>3</sub>) sont en bancs de 20 à 50 cm, séparés par des niveaux marnocalcaires schisteux moins épais. Ils renferment *Tintinnopsella carpathica* prédominant sur *Calpionella alpina* et *C. elliptica* qui sont plus rares.

*Stenosemellopsis hispanica* est fréquente ainsi que les *Nannoconus*. Il faut donc considérer cette formation, soit comme une équivalence latérale de la formation sous-jacente au conglomérat du Petit-Bornand ou du Nant La Ville, soit comme une lentille plus calcaire dans les marnes schisteuses azoïques de la coupe du Petit-Bornand. Nous optons pour la seconde hypothèse, car les alternances de calcaires et de marnes sont d'un autre type que celles qui se trouvent sous le conglomérat du Petit-Bornand. De plus, les accidents calcaires sont, semble-t-il, un phénomène normal dans la sédimentation à prédominance marneuse du Berriasien de la partie orientale du massif des Bornes.

### 3. Valanginien.

Après la sédimentation berriasienne, la fosse tend à se combler et la mer diminue de profondeur; c'est ainsi que dans le nord de notre région, il apparaîtra des calcaires détritiques grossiers. Dans la partie orientale du massif des Bornes, il est aisé de conclure à l'existence de deux aires de sédimentation. Au nord-ouest d'une ligne d'axe nord-est-sud-ouest, passant à la hauteur des Rochers-de-Leschaux, plus précisément dans le ravin de la Dresse, des dépôts profonds, marneux, schisteux, sont surmontés par des séquences faites d'alternances de marnes et de calcaires marneux; ils se terminent par un calcaire biodétritique grossier. Au sud-est de cette limite, la sédimentation à prédominance marneuse du Berriasien s'interrompt et une sédimentation rythmique de marnes et de

calcaires marneux s'installe assez brusquement, puisqu'on observe aujourd'hui une « disconformity » à la limite.

La coupe-type du faciès externe peut être relevée dans le cœur de l'Anticlinal de la Pointe-d'Andey, tandis que les parois dominant le village de La Ville donnent une très bonne section du Valanginien de type interne.

### A. Valanginien de type externe.

Dans la partie sud-ouest de l'Anticlinal de la Pointe-d'Andey (coord. Lambert 914.90/123.15), dans la combe où coule le ruisseau du Taleu, un sentier part de la ferme de Chez Bernard; il conduit aux chalets de la Torche et traverse à environ 1.050 m d'altitude, une formation inférieure caractérisée par des alternances de calcaires marneux et de marnes schisteuses, et une formation supérieure formée de calcaires généralement spathiques, à patine jaunâtre. Le contact de cette dernière avec le calcaire gréseux de l'Hauterivien inférieur, est masqué par quelques mètres d'éboulis. A la base de cette série, de grands cônes d'éboulis recouvrent certainement les marnes schisteuses du Berriasien supérieur qui sont bien visibles plus au sud-est. La coupe ci-dessous ne nous a malheureusement livré que quelques très rares Brachiopodes. Nous admettons que la formation inférieure a un âge Valanginien inférieur et la formation supérieure sera considérée comme Valanginien supérieur. La succession des bancs à joints bien distincts, se présente comme suit, de haut en bas <sup>1</sup>:

#### Hauterivien.

Niveau 87		Calcaire gréseux, riche en FeS, avec quelques grains de glauconie. Spicules de Spongiaires (A), <i>Calcisphaerula</i> (F), Foraminifères (R) (dont Textularidés), Radiolaires (?), débris des tests de Mollusques (R) et d'Echinodermes.
86	8,30 m	Eboulis.

#### Valanginien supérieur.

85	0,40 m	Quatre petits bancs de calcaire à patine rousse, détritique, gréseux (quartz détritique subanguleux (∅ moyen: 0,08 mm); silice secondaire rare), pyri-
----	--------	--

<sup>1</sup> A = abondant; F = fréquent; R = rare; RR = très rare.

			teux (pyrite authigène). Débris de tests de Mollusques (F) et fragments d'Echinodermes, de Bryozoaires (F); Textularidés (R).
Niveau	84	7,30 m	Eboulis laissant percer quelques pointements de calcaire à patine rousse.
	83	1,80 m	Neuf bancs de calcaire à patine rousse.
	82	1,70 m	Eboulis.
	81	0,65 m	Calcaire gris-bleu, à patine brun-jaunâtre, détritique, microbréchique, à petits éléments marneux à contours diffus, assez gréseux ( $\varnothing$ moyen du quartz détritique, subanguleux à subarrondi: 0,1 mm), avec FeS (et FeO) fréquent. Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes, de Bryozoaires (RR). Textularidés (F) et autres Foraminifères (RR).
	80	0,70 m	Calcaire spathique, pseudoolithique, bioclastique, beige.
	79	0,40 m	Calcaire peu gréseux, oolithique à pseudoolithique, riche en FeS, avec ciment calcitique recristallisé. Débris organiques roulés: fragments d'Echinodermes (F), de Mollusques (R), de Bryozoaires (R); Miliolites (RR).
	78	0,40 m	= niveau 79.
	77	0,40 m	= niveau 85, peu recristallisé, beige à roux.
	76	0,30 m	= niveau 77.
	75	0,50 m	Calcaire spathique, pseudoolithique, peu gréseux ( $\varnothing$ moyen du quartz détritique: 0,1 mm), riche en FeS (pyrite), avec ciment calcitique recristallisé. Débris organiques roulés: tests de Mollusques (F) et surtout d'Echinodermes, Bryozoaires (R), Textularidés (RR), Miliolites (RR), <i>Dictyoconus</i> sp. (RR); Algues (?).
	74	0,20 m	Calcaire spathique, peu gréseux (quartz détritique, $\varnothing$ moyen: 0,1 mm), pseudoolithique, riche en FeS (et FeO), avec ciment calcitique, recristallisé. Débris organiques roulés: tests de Mollusques (F), Bryozoaires (R); Foraminifères (R) (essentiellement Textularidés).
	73	0,43 m	Calcaire très spathique, jaunâtre à roux, oolithique à pseudoolithique, bioclastique, avec quelques stylolites.
	72	0,13 m	= niveau 73.
	71	0,12 m	Calcaire oolithique ( $\varnothing$ moyen des oolithes: 0,2 à 0,4 mm), peu gréseux (quartz détritique et silice secondaire), riche en FeS (et FeO), avec ciment calcitique recristallisé. Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes; débris de Bryozoaires (R); Algues (?); Foraminifères (F); <i>Nautiloculina</i> cf. <i>oolithica</i> , <i>Dictyoconus</i> sp., Textularidés, Rotalidés.

Niveau	70	0,75 m	= niveau ci-dessus.
	69	0,18 m	Calcaire oolithique à pseudoolithique, biodétritique.
	68	0,28 m	= niveau 69, recristallisé.
	67	0,50 m	= niveau 69, jaunâtre à roux.
	66	0,30 m	= niveau 69, avec quelques tests silicifiés, et pistes de vers sur le sommet du banc.
	65	0,42 m	Calcaire gris-bleu, à patine brun-jaunâtre à gris-bleu, pseudoolithique, peu gréseux, surtout à débris de tests de Mollusques roulés, passant brusquement à un calcaire finement détritique, très recristallisé, peu gréseux, à Textularidés (A) et débris de tests de Mollusques (A) et d'Echinodermes; Rotalidés (RR). Riche en FeS (et FeO).
	64	0,45 m	Banc calcaire = niveau 65, plus siliceux (avec silice secondaire), avec deux diastems; par endroits, calcaire coquillier.
	63	0,30 m	Calcaire peu recristallisé, microconglomératique, gréseux (quartz détritique, $\varnothing$ moyen: 0,05-0,1 mm), avec débris organiques roulés: tests de Mollusques (F), d'Echinodermes et de Brachiopodes, Rotalidés (RR), Textularidés (F), <i>Nautiloculina</i> sp. (RR), Miliolés (RR).
	62	0,30 m	= niveau 63.
	61	0,25 m	Calcaire massif, spathique, pseudoolithique, bleuâtre à roux, avec débris de tests de Mollusques (F).
	60	0,40 m	= niveau 61.
	59	1,10 m	Banc calcaire spathique, pseudoolithique, bioclastique, gris, à patine brun-jaunâtre, avec quelques diastems. Pistes de vers sur la surface inférieure, et structure entrecroisée bien marquée dans le banc.
	58	0,43 m	= niveau 59, avec deux diastems.
	57	0,23 m	Calcaire détritique, avec quelques rares oolithes, peu gréseux, recristallisé, à débris de tests de Mollusques (A) d'Echinodermes et de Brachiopodes, à Foraminifères roulés: Textularidés, Miliolidés, <i>Dictyoconus</i> sp.; débris de Bryozoaires (R). FeS peu fréquent.
	56	0,23 m	Calcaire spathique, coquillier, gris-bleu; avec un diastem.
	55	0,21 m	Calcaire peu gréseux, oolithique à microconglomératique, recristallisé, assez riche en FeS (et FeO). Débris organiques roulés: tests de Mollusques (F) d'Echinodermes et de Brachiopodes; Bryozoaires (R); Textularidés (F), Miliolidés (RR), Rotalidés (?) (RR).
	54	0,60 m	Banc calcaire spathique, gris-bleu, avec quatre diastems; surface inférieure du banc avec pistes de vers.

Niveau	53	0,45 m	Calcaire gréseux ( $\varnothing$ moyen du quartz détritique plus petit que 0,1 mm), microconglomératique, peu marneux, tectonisé et recristallisé, riche en FeS (et FeO); trois diastems. Débris de tests de Mollusques (F), d'Echinodermes et de Brachiopodes; Foraminifères (R) (Miliolés).
	52	0,20 m	= niveau 53.
	51	0,55 m	Banc avec quatre diastems de calcaire oolithique passant brusquement à un calcaire détritique; riche en FeS (et FeO). Fragments d'Echinodermes (F); Rotalidés (F). Des Textularidés se trouvent dans la partie détritique.
	50	0,35 m	Banc très finement lité, avec trois diastems, de calcaire oolithique ( $\varnothing$ moyen des oolithes: 0,2 mm), assez peu gréseux, avec peu de FeS (et FeO), et ciment calcitique recristallisé. Foraminifères roulés (F): Miliolidés, Rotalidés, Textularidés, <i>Dictyoconus</i> sp. (?), <i>Nautiloculina</i> sp. (?); débris de tests de Mollusques (F) et radioles d'Ourisins; débris de Bryozoaires (RR).
	49	0,36 m	Calcaire massif, pseudoolithique, gréseux avec peu de silice secondaire, avec FeS (et FeO), gris-brun à roux. Les 7 cm de base ont de nombreux diastems.
	48	0,30 m	Calcaire gréseux, microconglomératique, spathique (= niveau 53) ( $\varnothing$ maximum du quartz: 0,2 mm); rares débris de Bryozoaires.
	47	0,35 m	Banc avec deux diastems, de calcaire microconglomératique, gréseux ( $\varnothing$ moyen du quartz détritique: 0,05-0,1 mm), riche en FeS (et FeO), à ciment calcitique recristallisé. Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes; Foraminifères (A): Miliolés ( <i>Spiroculina</i> sp.), Textularidés, <i>Neotrocholina</i> sp., Arénacés à test grossier, Rotalidés.
	46	0,28 m	= niveau 47.
	45	0,14 m	Lit calcaire (= niveau 47) de 2 cm d'épaisseur, à surface onduleuse, dans une marne argileuse, peu gréseuse, brun-jaunâtre, avec FeS (et FeO) abondant.
	44	0,17 m	Banc calcaire gris-bleu, avec un diastem.
	43	0,02 m	Niveau schisteux.
	42	0,40 m	Banc calcaire (= niveau 47), peu glauconieux, avec un diastem.
	41	0,25 m	= niveau ci-dessus, avec nombreux diastems.
	40	0,09 m	Niveau schisteux.
	39	0,27 m	= niveau 47, peu schisteux, altéré.
	38	0,15 m	= niveau 47, peu schisteux.
	37	0,32 m	= niveau 48.
	36	0,10 m	Banc calcaire, finement lité, beige.

Niveau	35	0,50 m	Banc avec trois diastems, de calcaire spathique, gréseux, microconglomératique, peu marneux, tectonisé, recristallisé, riche en FeS (et FeO). Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes, de Bryozoaires (F); Foraminifères (R): Miliolés, Textularidés.
	34	0,30 m	Calcaire spathique, finement lité, gris-bleu, à nombreux diastems.
	33	0,43 m	Banc de calcaire spathique gris-bleu, avec quatre diastems.
	32	1,70 m	Les 20 cm de la base du banc sont formés d'un calcaire oolithique ( $\varnothing$ moyen des oolithes: 0,3 mm), assez peu gréseux, riche en FeS (et FeO), avec ciment calcitique recristallisé. Débris organiques roulés: Mollusques (F), Echinodermes (Oursins), Brachiopodes; Bryozoaires (R); <i>Dictyoconus</i> sp. (RR), Rotalidés (?), Textularidés, <i>Neotrocholina</i> sp. (R), Miliolés. Puis, le banc devient plus massif et les 40 cm du sommet, ont de nombreux diastems et sont un calcaire pseudoolithique, avec oolithes éparses, peu gréseux, avec zones microconglomératiques, à très nombreux débris de tests de Mollusques, souvent épigénisés par de la silice secondaire. Les débris organiques sont les mêmes qu'à la base du banc.
	31	0,35 m	Calcaire microconglomératique, gréseux (quartz détritique subanguleux à subarrondi de $\varnothing$ moyen 0,1 mm), avec très nombreux petits éléments plus marneux à contours diffus. Débris de tests de Mollusques (F), d'Echinodermes; Brachiopodes plus rares; Foraminifères (F): Textularidés, Rotalidés, Miliolés.
	30	0,45 m	= niveau 31, avec quelques diastems à la base et au sommet du banc.
	29	0,50 m	= niveau 30.
	28	1,20 m	= niveau 31, avec trois diastems vers le haut.
	27	0,35 m	Banc de calcaire beige, en partie recouvert par la végétation.
	26	0,33 m	Banc avec un diastem de calcaire microconglomératique, très gréseux, avec FeS (et FeO) (pyrite) abondant, avec très nombreux débris de calcaire plus marneux à contours diffus; quelques rares grains de tourmaline. Débris d'Echinodermes (F), de Foraminifères (R) (dont Rotalidés).
	25	0,18 m	= niveau 26, plaqueté, finement lité, avec nombreux débris de Foraminifères roulés: Rotalidés, Textularidés, Miliolidés.
	24	0,40 m	= niveau 25, bien lité.
	23	15,00 m	Eboulis.
	22	3,50 m	Six bancs de calcaire à patine rousse, séparés par des délits schisteux, très fins.

**Valanginien inférieur.***Quatrième séquence.*

Niveau 21	2,40 m	Cinq bancs de calcaire marneux, mal séparés par des joints discontinus plus marneux et plus schisteux; passe vers le haut à un calcaire massif, spathique, pseudoolithique, avec oolithes fréquentes, peu gréseux (quartz détritique et silice secondaire), riche en FeS (et FeO). Débris de tests de Mollusques (F), d'Echinodermes et de Brachiopodes; de Bryozoaires (R); Foraminifères: Miliolés (R), Textularidés (R), Rotalidés (RR), Arénacés à test grossier (RR). Une pseudoolithe plus marneuse semble renfermer une Calpionelle.
20	0,23 m	= niveau 14.
19	0,15 m	= niveau 13.
18	0,18 m	= niveau 14.
17	0,08 m	= niveau 13.
16	0,20 m	= niveau 14.
15	0,15 m	= niveau 13, sans nodules plus calcaires.
14	0,55 m	Marne schisteuse, brunâtre, se délitant facilement.
13	0,35 m	Calcaire marneux, diaclasé, à patine beige jaunâtre, et nodules plus calcaires, riches en FeS, qui épigénisent généralement des débris organiques (Mollusques surtout).
12	4,00 m	= niveau 13, mais en partie recouvert par la végétation.
11	6,00 m	Huit bancs de calcaire zoné de 30 à 40 cm de puissance, alternent avec des marnes zonées. Vers le haut, calcaire peu gréseux (quartz détritique, $\varnothing$ moyen plus petit que 0,1 mm), riche en FeS (et FeO), avec débris organiques (Textularidés (R)), Algues (?) (RR) et nombreux petits éléments microscopiques plus marneux. A l'affleurement, présence de granulations noires dans les calcaires et les marnes. Indices d'huile.

*Troisième séquence.*

Niveau 10	0,80 m	Banc avec deux diastems de calcaire gréseux (quartz détritique de $\varnothing$ moyen plus petit que 0,1 mm, aussi fréquent que la silice secondaire), pseudoolithique à microconglomératique, avec petits galets de calcaire plus ou moins marneux et plus ou moins pseudoolithique, ( $\varnothing$ moyen de ces galets: 0,3 mm); certains galets sont formés de calcaire oolithique. FeS (et FeO) abondant. Débris de tests de Mollusques (F), de Bryozoaires (R); Textularidés (F). Ce banc est riche en Térébratules.
-----------	--------	--

Niveau	9	17,50 m	Alternance de calcaires — marnes du type décrit ci-dessous. Vers le haut de ce niveau, prédominance de marnes schisteuses. Le banc sommital de marnes est riche en granulations noires. Le banc 1 de la coupe ci-dessous est à 6,10 m de la base du niveau 9 de la coupe générale.
	Banc		
	26	0,04 m = 2	
	25	0,06 m = 1	
	24	0,05 m = 2	
	23	0,12 m = 1	
	22	0,21 m = 2	
	21	0,13 m = 1	
	20	0,23 m = 2	
	19	0,17 m = 1	
	18	0,31 m = 2	
	17	0,05 à 0,15 m = 1	
	16	0,07 m = 2	
	15	0,07 m = 1	
	14	0,10 m = 2	
	13	0,12 m = 1	
	12	0,25 m = 2	
	11	0,15 m = 1	
	10	0,05 m = 2	
	9	0,08 m = 1	
	8	0,10 m = 2	
	7	0,06 m = 1	
	6	0,28 m = 2	
	5	0,10 m = 1	
	4	0,17 m = 2	
	3	0,06 m = 1	
	2	0,06 m	Marne schisteuse, brunâtre, se délitant très facilement.
	1	0,09 m	Calcaire marneux, peu gréseux (quartz détritique de $\varnothing$ moyen plus petit que 0,1 mm), riche en FeS (et FeO), avec nombreux petits éléments de calcaire plus marneux, avec débris organiques assez rares (Ostracodes, Textularidés, Calpionellidés (?)). Patine jaunâtre; di-clasé. Passages brusques aux marnes inférieures et supérieures.
	8	8,00 m	Zone recouverte par les éboulis et la végétation.
	7	1,30 m	A la base, quatre petits bancs de calcaire marneux, à patine beige-jaunâtre, séparés par de très fins délits marneux schisteux; au-dessus, marnes schisteuses d'une trentaine de centimètres, surmontées par un banc plus calcaire, de 15 cm de puissance.

Niveau 6 0,20-0,25 m Marne schisteuse brunâtre, à passages symétriques, brusques.

*Deuxième séquence.*

Niveau 5 1,05 m = niveau 3; quatre diastems.  
 4 1,00 m Deux bancs de calcaire marneux, peu schisteux, brunâtre, séparés par trois bancs marneux schisteux, tectonisés.

*Première séquence.*

Niveau 3 0,80 m Banc massif avec cinq diastems, à patine brun-jaunâtre, de calcaire gréseux (silice secondaire plus importante que le quartz détritique de  $\varnothing$  moyen plus petit que 0,1 mm), pseudoolithique à microconglomératique, avec petits galets plus ou moins marneux, plus ou moins gréseux, plus ou moins oolithiques ( $\varnothing$  moyen des éléments: 0,4 mm), riche en FeS (et FeO). Débris de tests de Mollusques (F), d'Echinodermes (radioles d'Oursins), de Bryozoaires (F); grandes et petite Miliolites (R), Rotulidés (RR), Textularidés (RR).  
 Ce banc montre des pistes de vers et une concentration « tourbillonnaire » des pseudoolithes et des débris organiques grossiers, à la base du banc.

2 2,30 m Neuf bancs de calcaire marneux, peu gréseux (= ceux du niveau 1), à patine jaunâtre, plus ou moins lenticulaires, de 8 à 10 cm d'épaisseur, séparés par des marnes très schisteuses, brunâtres, avec passages symétriques brusques.

1 6,50 m Alternance de marnes très schisteuses, à patine brunâtre, séparant neuf bancs de 0,10 à 0,20 m de calcaire marneux, peu gréseux ( $\varnothing$  moyen du quartz détritique plus petit que 0,1 mm), avec nombreux petits éléments calcaires plus marneux, microscopiques; riche en FeS (et FeO); débris organiques (Textularidés (R)). Les passages aux bancs sus et sous-jacents sont symétriques et assez brusques.

**Berriasien (?).**

Eboulis recouvrant probablement les schistes berriasiens.

En résumé, après les formations berriasiennes, où les marnes prédominent, les marnes du Valanginien inférieur alternent avec des calcaires marneux, qui, dans les premiers mètres, ne se présentent pas comme des bancs bien formés, mais comme des alignements de nodules. D'autre part, les surfaces inférieures de ces calcaires marneux montrent

toujours de la linéation. Les alternances sont bien marquées et se terminent par un banc de calcaire biodétritique. Celui-ci est toujours asymétrique, la base étant pseudoolithique, très ferrugineuse, avec de nombreux débris de coquilles (généralement, tests de Térébratules).

Microscopiquement, les bancs de calcaire biodétritique terminant les séquences au Valanginien inférieur, correspondent à des arrivées d'éléments grossiers, arrondis (débris de calcaires marneux, de calcaires plus ou moins gréseux, de calcaire oolithique) dans un milieu plus ou moins marneux, gréseux, fin, qui est uniforme durant tout le Valanginien inférieur et qui constitue le faciès fondamental des séquences formées de calcaire marneux et de marnes.

Plusieurs séquences se succèdent, mais les épaisseurs des alternances de calcaire marneux et de marnes diminuent progressivement au profit de la puissance du calcaire massif, biodétritique. Le terme ultime de cette évolution est le calcaire biodétritique ou bioclastique, spathique à patine rousse du Valanginien supérieur. En général, les surfaces supérieures des bancs de ce dernier sont ondulées, ce qui correspond à une compaction différentielle de la vase, lors de sa consolidation.

Au point de vue faunistique, les Brachiopodes, surtout les Térébratules, et les Echinodermes abondent. Mais, le milieu devait être agité et leurs tests sont souvent très fragmentaires. La microfaune est assez peu caractéristique: Textularidés surtout vers la base, quelques Rotalidés et très rarement des Nautiloculines, des Trocholines, des Miliolés et des Dictyoconus.

En conclusion, durant tout le Valanginien, dans la partie externe du massif des Bornes, la profondeur de la mer diminue. Les eaux sont agitées et riches en sels ferrugineux; les arrivées de quartz détritiques sont très minimes.

D'autre part, l'étude du Valanginien inférieur du flanc sud de l'Anticlinal du Plateau d'Andey, permet de préciser mieux encore, les conditions de sédimentation.

On peut observer de bons affleurements, dans la gorge du Borne, en amont du petit sentier de pêcheurs conduisant au Borne (à partir du point 574,8 de la route D12), et en aval de l'île qui sépare le Borne en deux bras (coord. Lambert: 912,90/123,50). Les couches qui plongent de 48° vers le sud-est, sont formées de bancs de 10 à 20 cm de calcaire riche en FeS (et FeO), recristallisé, peu marneux et peu gréseux, avec passées microbréchiqes (galets pyriteux, très gréseux) et pseudooli-

thiques (débris organiques roulés: tests de Mollusques et d'Echinodermes souvent silicifiés, Bryozoaires, Miliolles, Textularidés, Rotalidés). Ces bancs calcaires alternent avec des marnes schisteuses à rares passées conglomératiques; dans une de celles-ci, ou le maximum des éléments ne dépasse pas 5 cm, un galet de calcaire peu marneux, peu gréseux ( $\emptyset$  moyen du quartz détritique: 0,05 mm), bleu sombre, traversé par de nombreuses perforations de lithophages, contient des débris de tests de Mollusques et d'Echinodermes, des Textularidés, peu de Spirillina, et des Calpionellidés très rares, dont une forme certaine de *C. elliptica*. Il faut donc supposer en certains endroits, le décapage de couches d'âge au moins Berriasien moyen, pendant le Valanginien inférieur, pour expliquer la présence de ces très rares passées conglomératiques à éléments de Berriasien moyen (?).

### B. Valanginien de type interne.

Les parois dominant La Ville, près d'Entremont, offrent au point de coordonnées 914,60/116,20, une belle coupe du Valanginien encadré du Berriasien à la base et de l'Hauterivien au sommet. La coupe ci-dessous a été relevée à la planchette grâce à l'aide bienveillante de M. D. RIGASSI.

#### Valanginien.

- |           |              |  |
|-----------|--------------|--|
| Niveau 10 | 8,00 mètres. | Zone chaotique de bancs lenticulaires plus ou moins durs, mal individualisés, avec replis synsédimentaires, gris-bleu à patine rouille. Plus haut, des zones plus dures et plus tendres alternent plus régulièrement. Au sommet de cette zone: calcaire (60% CaCO <sub>3</sub> ) gréseux, riche en FeS (et FeO), avec quelques très rares grains de glauconie et débris phosphatés; spicules de Spongiaires (F), débris d'Echinodermes (R); Textularidés (R); <i>Calcisphaerula</i> sp. (A); Radiolaires. A la base de la zone: le calcaire (68% CaCO <sub>3</sub> ) gréseux renferme plus de fragments d'Echinodermes et de Textularidés, et quelques spicules d'Oursins. |
| 9         | 19,00 m      | Marnes schisteuses, gréseuses, feuilletées, noir-bleu, à patine gris-brun, fétides, avec bancs un peu plus durs, extrêmement mal individualisés, de calcaire peu marneux (75% CaCO <sub>3</sub> ), gréseux, riche en FeS (et FeO), avec quelques très rares grains de  |

- glauconie, montrant à la cassure des traces de pistes ou de perforations; spicules de Spongiaires (F); *Calcisphaerula* sp. (F); débris de tests de Mollusques (RR); Radiolaires.
- Niveau 8 18,80 m A la partie supérieure, marnes (30% CaCO<sub>3</sub>) schisteuses, gréseuses, à patine rouille. Le niveau inférieur d'une dizaine de mètres de puissance est massif et constitué par un calcaire (38% CaCO<sub>3</sub>) détritique, gréseux (∅ moyen du quartz détritique plus petit que 0,05 mm), très peu glauconieux, riche en FeS (et FeO); spicules de Spongiaires (A); *Calcisphaerula* sp. (F); débris d'Echinodermes (R); *Nodosaria* sp. (R); Textularidés (RR); Radiolaires. Tout à la base de cette zone, fin niveau schisteux, lenticulaire, à structure entrecroisée de calcaire marneux (67% CaCO<sub>3</sub>), gréseux, riche en FeS (et FeO), avec quelques rares grains de glauconie et débris phosphatés; spicules de Spongiaires (F); débris d'Echinodermes (RR); Radiolaires (F).
- 7 13,70 m Alternance de bancs de calcaire marneux (représentant le 50% de la formation), et de marnes schisteuses. A la base de la zone, calcaire (78% CaCO<sub>3</sub>) fin, très peu gréseux, avec peu de FeS (et FeO), quelques très rares grains de glauconie, et rares débris phosphatés. Spicules de Spongiaires (F); Radiolaires (F); *Calcisphaerula* sp. (F); fragments de Calpionellidés (RR) dont *Tintinnopsella carpathica*. *Nannoconus* (F) dont *Nannoconus steinmanni* KAMPTNER, *N. kamptneri* BRÖNNIMANN.
- 6 12,40 m Alternance de bancs de calcaire marneux (représentant le 30 à 40% de la formation) et de marnes schisteuses. A la base du niveau, calcaire marneux (72% CaCO<sub>3</sub>), peu gréseux, riche en FeS (et FeO), avec très rares débris phosphatés et quelques grains de glauconie. Traces de perforations de lithophages ou d'animaux fouisseurs dans la vase; spicules de Spongiaires (F); Radiolaires (F); *Stomiosphaera* sp. (?); *Nannoconus steinmanni* KAMPTNER.
- 5 34,50 m Alternance de calcaires marneux (représentent le tiers de la formation) et de marnes schisteuses; sur le haut, patine gris-bleu clair. A la base, banc de calcaire marneux (78% CaCO<sub>3</sub>), détritique, peu gréseux, pauvre en FeS (et FeO), très peu glauconieux. Spicules de Spongiaires (A); débris d'Echinodermes (F); Radiolaires (F); *Stomiosphaera* sp. (?); *Lagena* sp. (R)
- A 21 m du sommet de la zone, banc de calcaire identique à celui décrit ci-dessus (CaCO<sub>3</sub> atteint 88%). Le quartz authigène est fréquent; les feldspaths authigènes plus rares.

Niveau	4	5,50 m	Alternance de bancs calcaires marneux, massifs, atteignant 20 à 50 cm de puissance, et de marnes schisteuses représentant le tiers de la série. Patine brun-jaune.
	3	9,40 m	Marnes finement calcilutitiques, à cassure esquilleuse, gris-bleu à patine gris-jaune, alternant avec des bancs calcaires marneux, asymétriques (bien délimités vers le bas) de 10 à 30 cm d'épaisseur, à patine gris-jaune rouille, et représentant le 50% de la formation. Les 2 m au-dessus de la base sont assez riches en débris de Bélemnites. Le banc à 2 m de la base est calcaire marneux (71% CaCO <sub>3</sub> ), peu gréseux, pauvre en FeS (et FeO) et débris phosphatés. Fragments organiques (A): spicules de Spongiaires, Radiolaires, Textularidés, <i>Stomiosphaera</i> sp. (?); <i>Robulus</i> sp.; « <i>Lagena</i> sp. ». Minéral vert (?), cryptocristallin, fréquent.
	2	0,30 m	Banc calcaire, conglomératique, glauconieux avec surface inférieure, limonitisée, irrégulière et tectonisée. Ce banc qui marque une « disconformity », est riche en Bélemnites, débris d'Ammonites, dents de Poissons et débris d'Eponges. (Nous donnerons plus bas la liste de la faune récoltée). Microscopiquement, ce calcaire marneux (62% CaCO <sub>3</sub> ) est gréseux (quartz détritique subanguleux à subarrondi, mal réparti, Ø moyen: 0,10 mm), riche en FeS (et FeO), glauconieux, avec minéral vert (?). Spicules de Spongiaires (A); débris d'Echinodermes (F); Textularidés (R); <i>Robulus</i> sp. (RR); « <i>Lagena</i> sp. » (F).

**Berriasien.**

Niveau	1	15,55 m	Calcilutite argileuse, gris-bleu sombre, à patine gris-brun, se délitant en petites boulettes d'ordre centimétrique, alterne avec des niveaux plus calcaires, plus durs, mal individualisés, symétriques, à patine gris-jaunâtre, plus ou moins lenticulaires, se diaclasant en parallépipèdes. Ceux-ci représentent le tiers au quart de la formation, dans la partie inférieure. Sur le haut, la formation devient plus marneuse. Vers le milieu, une zone de 1 m d'épaisseur est riche en granulations noires (Ø moyen: 1-3 mm; Ø max.: 7-8 mm) et en débris de coquilles. Au sommet, une lentille est formée d'un calcaire marneux, très peu gréseux (Ø moyen du quartz détritique: 0,05 mm), peu recristallisé, riche en FeS (et FeO). <i>Spirillina</i> sp. (?), et Textularidés (RR). A 4,65 m de la base, dans la zone à granulations noires, un banc lenticulaire est un microconglomérat très riche en FeS (et FeO),
--------	---	---------	--

à galets arrondis à subarrondis de calcaire plus ou moins marneux ou gréseux (avec parfois des spicules de Spongiaires), et à débris organiques (tests de Mollusques, fragments d'Echinodermes), à ciment calcaire marneux, gréseux.

Enfin, à la base de cette zone, un banc lenticulaire de marnocalcaire (53%  $\text{CaCO}_3$ ) est peu gréseux (quartz détritique de  $\varnothing$  moyen: 0,05 mm), peu recristallisé, riche en FeS (et FeO), avec de très rares paillettes de mica et de rares débris de Textularidés.

Le banc conglomératique calcaire et glauconieux du niveau 2, marque le début d'une sédimentation d'un nouveau style. En effet, les marnes prédominent (Berriasien à la base) tandis qu'au-dessus, les formations calcaires sont beaucoup plus importantes et les bancs deviennent eux-mêmes plus calcaires. Certains atteignent 88%  $\text{CaCO}_3$ . Dans le niveau de base du Valanginien, nous avons pu récolter, dans la région de La Ville, une faune qu'ont bien voulu examiner MM. G. ROESINGER (Eponges), J. SORNAY (Céphalopodes) et W. WEILER (Poissons), alors que M. P. BRÖNNIMANN a très aimablement revu les lames minces et leur microfaune.

#### Faune de la base du Valanginien :

- *Rhynchonella* sp. ex gr. *malbosii* PICTET var. *chomeracensis* JACOB et FALLOT.
- *Duvalia* cf. *binervia* RASP. (fréquente au-dessus de La Ville).
- « Une bélemnite toujours très tronçonnée est fréquente dans ce niveau. D'après le meilleur échantillon, il s'agit à peu près sûrement d'un *Hibolites*. »
- *Aptychus*; débris appartenant à deux espèces. L'une rappelle un peu *A. angulicostatus* PICT. et DE LOR. mais trop incomplète pour l'affirmer, car on ne voit pas le rebroussement des côtes du côté arrière. La deuxième forme avec sa costulation écartée rappelle le groupe de *A. didayi* COQ.
- *Olcostephanus sayni* KIL. (non déterminable avec certitude).
- Neocomitinae ou Berriasellinae (complètement indéterminable).
- *Notidanus* sp. Fragment d'une dent supérieure.
- *Pycnodonti* ? (famille Gyrodidae ?). Calotte d'émail d'une dent embryonnaire.
- Famille Enchodontidae ? Partie distale d'une dent aplatie et à bords tranchants comme chez le genre *Apateodus*, mais on ne peut pas constater s'il existe une pulpe ou non.
- Débris d'ossements de poissons, genre et sp. indéterminables.
- Genre *Aphrocallistes* (Hexactinellide) très probable.
- Débris de plantes (?).

Dans les éboulis, au pied des parois qui dominant La Ville, au Nord, nous avons trouvé dans des blocs à faciès valanginien :

Neocomitinae fragment indéterminable génériquement pouvant appartenir à *Thurmannites* ou *Neocomites* (*Lyticoceras*) (même niveau que *Olcostephanus*).

En conclusion, les deux coupes stratigraphiques du Valanginien ci-dessus, montrent que l'influence des faciès jurassiens est encore visible dans la partie nord de notre région et que les faciès profonds sont déjà bien développés à Entremont. Au col de Forcle (coord. Lambert: 917,00/117,75), dans le Valanginien du type profond, un calcaire conglomératique (voire même un conglomérat à ciment et éléments calcaires), spathique, roux, riche en fer, a été interprété par L. MORET comme un faciès limite entre le Valanginien et l'Hauterivien. Pour notre part, nous pensons que l'on a affaire là, à une lentille à l'intérieur du Valanginien; car, pour considérer ce niveau comme banc limite, il faudrait admettre plusieurs failles que nous n'avons pas reconnues avec certitude.

Au sud-est d'Entremont, dans une carrière exploitée autrefois (coord. Lambert 914,15/114,20), des alternances de calcaires marneux et de marnes en bancs de 10 à 50 cm, nous ont livré des Céphalopodes, Calpionellidés et Nannoconus. M. J. SORNAY, a bien voulu examiner les Céphalopodes et nous a écrit: « bien que le matériel ne fournisse que des résultats très incertains, vu sa mauvaise conservation, je crois qu'il s'agit du Berriasien. On y trouve en effet, deux formes caractéristiques :

cf. *Berriasella callisto* d'ORB.  
*Spiticeras* sp.

Les deux genres sont à la fois tithoniques et berriasiens, mais le *Spiticeras* est nettement d'ornementation berriasienne et la *Berriasella* rappelle beaucoup *B. callisto*. Mais ces déterminations sont sous toute réserve, l'état du matériel ne permet absolument pas une détermination sûre. Outre ces deux formes, j'ai pu reconnaître :

? *Neolissoceras* cf. *grasianum* d'ORB.  
*Aptychus* sp. ex gr. *seranonis* COQUAND.  
*Nautilus* (*Cymatoceras*) ? *neocomiensis* d'ORB.

Je ne crois pas que le matériel puisse être plus récent que le Berriasien, mais ce n'est qu'une impression due au fait que les *Neolissoceras* sont

rarement si abondants dans les niveaux récents du Néocomien. Mais de ce fait, les trois dernières espèces citées ne permettaient pas à elles seules de fixer l'âge du niveau. »

Notons encore vers le haut de la coupe (planche I), relevée banc par banc, la présence de *Berriasibellus extingtorius*, et de *Neocomites* sp. de plus rappelons que, dans cette ancienne carrière, L. MORET avait trouvé *Aptychus Didayi*, alors que Ch. SARASIN a recueilli une Ammonite « lui paraissant appartenir au type d'*Hoplites Eudoxus* (?) ».

Quant à la microfaune, la présence et la prédominance de *Tintinnopsella carpathica*, de *Nannoconus steinmanni* et *N. kamptneri*, et l'absence des *Calpionella alpina* et *C. elliptica* indiquent un âge plutôt valanginien.

Ces alternances de calcaires et de marnes ne sont donc pas d'âge jurassique supérieur, comme l'indique la Feuille Annecy au 80.000<sup>e</sup>. Il est cependant difficile de placer cette zone dans la stratigraphie générale du Néocomien, car, d'une part, l'affleurement apparaît dans une région couverte de moraine, et, d'autre part, de nombreux accidents tectoniques sont visibles dans tous les affleurements environnants et incitent à la plus grande prudence dans les raccords entre les différentes unités.

Nous concluerons provisoirement que l'affleurement de cette ancienne carrière est d'âge probablement valanginien.

### C. Passage Valanginien-Hauterivien.

Le type du Valanginien à faciès interne comprend un passage progressif entre le Valanginien et l'Hauterivien, tandis que dans le type externe, le contact est brusque entre les calcaires spathiques, pseudoolithiques, glauconieux, roux, du Valanginien supérieur, et les calcaires peu marneux, gréseux et sombres de l'Hauterivien inférieur.

Dans ce cas, on observe en plusieurs endroits, une surface de rubéfaction, formée par l'oxydation des sulfures de fer, provenant eux-mêmes de la décomposition de la glauconie. Sur le flanc sud de l'Anticlinal du Plateau d'Andey, le long du Borne (coord. Lambert: 913,05/123,35), cette croûte limonitique renferme des Céphalopodes (Ammonites et Bélemnites), Gastéropodes, Brachiopodes et Coraux,

malheureusement non dégageables. C'est là que nous avons observé la surface de rubéfaction la plus démonstrative entre le Valanginien et l'Hauterivien.

#### 4. Hauterivien.

L'Hauterivien de la partie orientale du massif des Bornes est très monotone. D'une puissance de 400 m, il se présente sous l'aspect d'un calcaire dur, gréseux, à patine brun-noir à gris-bleu sombre, souvent diaclasé suivant trois directions. Plusieurs coupes stratigraphiques faites banc par banc, nous ont démontré l'uniformité du faciès et ne seront pas, pour cette raison, publiées dans ce travail.

Microscopiquement, l'Hauterivien se présente comme un calcaire gréseux, riche en sulfures et oxydes de fer, mais toujours très peu glauconieux, sauf dans les couches de passage au faciès urgonien. Les Foraminifères sont rares et peu caractéristiques, tels les Textularidés; les spicules de Spongiaires sont très fréquents et sont souvent disposés en « boules », structure expliquée récemment par A. CAROZZI, dans *Microscopic arched flow structures and spiral structures in sedimentary rocks*.

La faune de cette formation est peu variée: Brachiopodes rares, *Exogyra Couloni* DEF. sont assez fréquentes, plutôt vers le haut de la formation. Les *Toxaster complanatus* pullulent dans les couches de passage à l'Urgonien, dans les niveaux marneux schisteux et glauconieux.

En aval du Petit-Bornand, les torrents alimentés par des résurgences, découvrent la succession suivante:

##### Hauterivien.

- |           |  |
|-----------|--|
| 50 mètres | Alternance de bancs de 10 à 20 cm de calcaire gréseux, à cassure bleue, et de marnes de 5 à 10 cm ou de marnocalcaire gréseux, bleu foncé. |
| 20 m      | Calcaire peu marneux, brun sombre, à cassure bleu foncé, avec taches plus sombres; schisteux.<br>Base de l'Hauterivien.                    |

##### Valanginien supérieur.

- |         |   |
|---------|---|
| 0,30 m  | Vire herbeuse, correspondant certainement à la surface de rubéfaction.  |
| 15,00 m | Calcaire pseudoolithique, riche en sulfures et oxydes de fer, massif, à patine beige, à cassure brun-roux, en bancs mal marqués de 20 à 50 cm. Ce niveau représente le sommet du Valanginien supérieur. |

Cette série est surmontée par un calcaire gréseux, dur et sombre qui forme un « mur » dans la topographie. A l'affleurement, les bancs mal définis présentent une texture de « miches » ou de « boules » caractéristique. Notre levé au 10.000<sup>e</sup> nous a montré que ce « mur » de l'Hauterivien ne correspond pas à un faciès spécial facilement repérable, et sa position à l'intérieur de la formation est variable.

Dans la partie nord de notre région, le passage du faciès hauterivien au faciès urgonien est très progressif; des niveaux marneux, schisteux, gréseux, et très glauconieux où pullulent les *Toxaster complanatus*, s'intercalent entre les bancs de calcaire gréseux qui se purifient de plus en plus, pour arriver au calcaire blanc, récifal, pseudoolithique, à Miliolos.

Au sud, L. MORET avait déjà remarqué l'affinité de l'Hauterivien supérieur et des « faciès des zones plus orientales »; ici, les couches de passage sont moins glauconieuses, « se soudent à la base de l'Urgonien », mais contiennent toujours une grande quantité de *Toxaster complanatus*.

Enfin, au nord, comme au sud, une zone de 1 à 2 m de puissance, très riche en silex, sépare souvent la formation hauterivienne de l'Urgonien.

## II. URGONIEN

L'Urgonien est, selon L. MORET, l'élément architectural caractéristique du massif des Bornes, « soit qu'il forme de hautes falaises au sommet des talus néocomiens, soit qu'il dessine de magnifiques plis ou détermine de vastes plateaux lapiazés et arides », comme les Rochers de Leschaux et le plateau des Combes.

Quant à la stratigraphie du faciès urgonien, on ne peut appliquer les subdivisions qu'introduit L. MORET, proposées auparavant par J. RÉVIL et M. L. ROUX. En effet, dans la partie orientale du massif des Bornes, on ne retrouve plus les trois unités séparées par deux vires à Orbitolines, mais nous avons observé plusieurs niveaux à Orbitolinidés un peu plus marneux que le calcaire blanc à 98% de CaCO<sub>3</sub>.

Nous ne donnons ici, qu'une seule coupe détaillée de ce faciès; celle-ci a été relevée le long de la route D12, sur le flanc nord de l'Anticlinal de la Pointe d'Andey (coord. Lambert: 913,65/122,80).

Dans la description qui suit, nous entendons par calcaire microconglomératique ou microbréchique, un calcaire avec éléments roulés

sans classement; par calcaire pseudoolithique, un calcaire avec éléments roulés, mieux classés et quelques oolithes; par calcaire oolithique, un calcaire formé par de véritables oolithes.

De haut en bas, la succession est la suivante :

Niveau	53	Eboulis et moraine.
	52	0,10 mètre Grès très ferrugineux, avec silex ( $\varnothing$ max.: 0,10 m), glauconieux, avec traces fossilifères.
	51	2,00 m = niveau 47; à la partie supérieure, croûte formée par un grès ferrugineux et glauconieux. Cette zone est traversée par de petites failles.
	50	4,70 m Calcaire pseudoolithique, massif, pauvre en FeS (et FeO), à Miliolites et Rudistes. Patine grise, cassure crème. Peu de diastem; joint supérieur bien marqué. Zone traversée par un filon karstique.
	49	1,35 m Calcaire pseudoolithique à Miliolites, massif, avec un diastem. Patine grise, cassure beige. Joints supérieur et inférieur ondulés, bien marqués. Veines karstiques.
	48	4,50 m Calcaire pseudoolithique, pyriteux, à Miliolites et débris de Rudistes, à cassure beige, avec sept diastems. Au sommet du niveau, poche de grès vert-jaunâtre, moyen à grossier, glauconieux, avec FeS (et FeO), stratifié, à ciment carbonaté, avec galets subanguleux de calcaire pseudoolithique à Miliolites et autres Foraminifères urgoniens ( $\varnothing$ maximum des éléments: 3 cm). A la base de ce niveau traversé par quelques petites failles, 0,20 m de calcaire peu marneux, peu gréseux (quartz détritique subanguleux de $\varnothing$ moyen plus petit que 0,1 mm), riche en FeS (et FeO). Débris de Mollusques (F) et radioles d'Oursins; Miliolites (F) (dont <i>Quinqueloculina</i> sp.), Orbitolinidés (R) ( <i>Coskinolina</i> sp.), Textularidés (R); Ostracodes (R).
	47	3,40 m Calcaire (93,1% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite, 5,7% de résidus) peu marneux, peu schisteux, pseudoolithique, avec oolithes assez fréquentes, peu gréseux (quartz détritique anguleux de $\varnothing$ moyen plus petit que 0,1 mm), pyriteux. Débris de Mollusques (F) et d'Echinodermes (radioles d'Oursins); Miliolites (A) (grandes et petites, dont <i>Nummoloculina</i> sp., <i>Quinqueloculina</i> sp.), Orbitolinidés (R) ( <i>Coskinolina</i> sp.), Textularidés (F), Rotalidés (R), Grand Lituolidé (RR) ( <i>Pseudocyclammina</i> sp. (?)), <i>Nautiloculina</i> sp. (RR), <i>Pseudoclavulina</i> sp. (?) (RR). Le joint supérieur du niveau est ondulé et assez bien marqué; patine et cassure beige; six diastems.

Niveau	46	1,00 m	= niveau 39, pyriteux; quelques diastems. Joint supérieur, discontinu, ondulé, peu marqué.
	45	3,40 m	Calcaire (98% CaCO <sub>3</sub> , 1,3% dolomite, 0,7% résidus) pseudoolithique, fin moyen, massif beige, à Miliolites (F). Joint supérieur plan, bien marqué.
	44	0,50 m	Calcaire pseudoolithique à Miliolites et nombreux Rudistes. Niveau tectonisé, patine grise, cassure beige. Joints supérieur et inférieur, ondulés, bien marqués.
	43	2,80 m	Calcaire massif, pseudoolithique, à Miliolites et très nombreux Rudistes, avec passées de calcaire fin compact plus ou moins recristallisé. Patine grise, joint supérieur bien marqué, six diastems principaux.
	42	0,60 m	= niveau 36.
	41	2,00 m	Calcaire pseudoolithique, blanc, à Miliolites et Rudistes, avec passées de calcaire fin, compact. Lentille de Rudistes, vers le haut. Un diastem, joints ondulés peu marqués.
	40	2,30 m	Calcaire (99,4% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite) pseudoolithique, moyen à grossier, massif, à Miliolites et Rudistes, avec rares passées de calcaire compact, fin. Patine gris clair à beige, joints ondulés peu marqués, deux diastems.
	39	4,00 m	Calcaire pseudoolithique, à Miliolites et Rudistes (vers le haut, deux niveaux lenticulaires de 10 à 20 cm en sont très riches), avec rares passées de calcaire compact fin. Banc à patine beige, massif, avec quatre diastems.
	38	2,50 m	Calcaire (97,9% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite, 1,9% de résidus) généralement fin, rarement microbréchique, à débris organiques peu abondants dont Miliolites (F), Textularidés (R); débris de tests de Mollusques (R) (essentiellement Rudistes). Banc massif avec rares diastems, avec joint supérieur discontinu et ondulé, à patine beige.
	37	1,80 m	Calcaire pseudoolithique, blanc à patine grise, à Miliolites, et lentille riche en Rudistes, de 20 cm d'épaisseur. Joint supérieur ondulé, discontinu; un diastem bien marqué, quelques autres plus fins.
	36	2,10 m	Les 20 cm de la base sont très schisteux, avec nombreux diastems, et formés d'un calcaire (94% CaCO <sub>3</sub> , 2,5% dolomite, 3,5% résidus) détritique, fin à microconglomératique. Miliolites (A) grandes et petites (dont <i>Quinqueloculina</i> sp.), Orbitolinidés (F) (dont <i>Dictyoconus</i> sp.), Textularidés (F) (dont <i>Textularia</i> sp.), Rotalidés (R), <i>Neotrocholina</i> sp. (RR); débris de tests de Mollusques (R). Le niveau 31 passe plus haut à un calcaire pseudoolithique à Miliolites, à patine beige, avec quelques diastems. Vers le haut, lentille riche en Rudistes. Joint supérieur, discontinu, ondulé, mal marqué.

- Niveau 35 0,40-0,50 m Calcaire peu marneux, très schisteux (95,6% CaCO<sub>3</sub>, 1,9% dolomite, 2,5% résidus), peu microconglomératique, pyriteux. Miliolites (F) (dont *Nummoloculina* sp. et *Quinqueloculina* sp.), Orbitolinidés (F) (dont *Coskinolina* cf. *sunniladensis* MAYNEC, *Dictyoconus arabicus*, *Cuneolina* sp. ou *Praecuneolina* sp.), Textularidés (F-R), Ostracodes (R), Rotalidés (RR), *Neotrocholina friburgensis* (?) (R), *Rheophax* sp. (R). Ce banc à patine gris à jaune clair, a de nombreux diastems, des passages symétriques, graduels. *Terebratula* sp. (RR).
- 34 1,00 m Calcaire pseudoolithique, à Miliolites, traversé par quelques filons karstiques de grès verts, pyriteux, glauconieux. Joint supérieur ondulé, peu de diastems, patine grise.
- 33 3,60 m Calcaire (96,3% CaCO<sub>3</sub>, traces de dolomite, 3,1% résidus) pseudoolithique, à Miliolites, vers le haut, niveau d'une trentaine de centimètres riche en Rudistes; au sommet, rares Orbitolinidés. Joint supérieur ondulé, assez bien marqué. Quelques filons karstiques traversent ce niveau massif avec un diastem, à patine grise.
- 32 5,40 m Calcaire pseudoolithique, recristallisé, à Miliolites, et Rudistes surtout vers le haut. Patine gris-jaunâtre, à cassure blanche. Joint supérieur assez bien marqué; vers la base, deux fins diastems. Quelques filons karstiques de grès vert, glauconieux, pyriteux.
- 31 13,60 m Les 7 m de la base sont un calcaire peu marneux (98,3% CaCO<sub>3</sub>, traces de dolomite, 1,2% résidus), microbréchique, pauvre en FeS (et FeO). Miliolites (A) grandes et petites (dont *Spiroloculina* sp. et *Quinqueloculina* sp.), Textularidés (F), Orbitolinidés (F) (dont *Dictyoconus* sp., *Coskinolina* sp., *Orbitolinopsis flandrini*), Rotalidés (R), *Nautiloculina* sp. (RR), Buliminidés (?) (R). Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes. Les Orbitolinidés sont à la base de ce sous-niveau. Patine grise, cassure blanche; quelques filons karstiques de grès vert, glauconieux, pyriteux. Plus haut, sur 1,80 m, calcaire (98,2% CaCO<sub>3</sub>, traces de dolomite, traces de résidus) microbréchique, peu recristallisé, à Miliolites (A) (dont *Nummoloculina* sp. et *Quinqueloculina* sp.), Orbitolinidés (R) (dont *Dictyoconus* sp.), Textularidés (R), Rotalidés (R), grands Buliminidés (?) (RR), débris de tests de Mollusques (F) (essentiellement Rudistes surtout vers le bas). Quelques filons karstiques. Enfin, les 4,60 m supérieurs, sont un calcaire (98,6% CaCO<sub>3</sub>, traces de dolomite, 1,3% résidus)

			pseudoolithique, à Miliolites et débris de Rudistes, vers le haut. Patine grise, quelques diastems, quelques filons karstiques de grès vert, glauconieux, pyriteux.
Niveau	30	4,00 m	Calcaire (96,4 à 98,2% CaCO <sub>3</sub> , 1% dolomite, 0,8 à 2,5% résidus) massif, peu recristallisé, microconglomératique, à nombreux débris de Foraminifères: Miliolites (A-F) grandes et petites (dont <i>Triloculina</i> sp., <i>Quinqueloculina</i> sp., <i>Nummuloculina</i> sp., <i>Spiroloculina</i> sp.), Textularidés (F) (dont <i>Textularia</i> sp. et <i>Bigenerina</i> sp.), Rotalidés (R), Orbitolinidés (F) (dont <i>Coskinolina sunnidadensis</i> MAYNC var. <i>elongata</i> MOULLADE, <i>Dictyoconus</i> sp., <i>Iraquia barremiana</i> ), <i>Neotrocholina friburgensis</i> (?) (RR). Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes (radioles d'Oursins). Ce niveau à patine grise, a de nombreux diastems dans les 40 cm supérieurs, et se termine par un joint plan, très bien marqué. A 1,50 m joint discontinu.
	29	3,50 m	Calcaire massif, pseudoolithique, plus ou moins recristallisé, passe à un calcaire fin (98,2% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite et de résidus), microconglomératique, avec nombreux Foraminifères: Miliolites (A) (dont <i>Biloculina</i> sp., <i>Quinqueloculina</i> sp., <i>Spiroloculina</i> sp., <i>Nummuloculina</i> sp., <i>Pseudopolymorphina</i> sp.), Textularidés (F) (dont <i>Textularia</i> sp.), Rotalidés (F), Ostracodes (R). Ce niveau a peu de diastems, vers le haut.
	28	1,20 m	Niveau avec trois diastems, de calcaire (98,2% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite et de résidus) microconglomératique, à nombreux débris organiques: tests de Mollusques (F) (dont Rudistes) et d'Echinodermes; Foraminifères: Miliolites (F): <i>Biloculina</i> sp. et <i>Quinqueloculina</i> sp.; Textularidés (F), Orbitolinidés (R) (dont <i>Coskinolina</i> sp., <i>Orbitolinopsis</i> sp., <i>Dictyoconus</i> sp.), <i>Neotrocholina friburgensis</i> (?), <i>Nautiloculina</i> sp. (RR), grand Lituolidé. Sur le sommet du niveau, passe à un calcaire (96,4% CaCO <sub>3</sub> , 1,1% dolomite, 2,5 % résidus) fin, peu pyriteux, à Miliolites et traces de Mollusques. Le niveau est limité par de bons joints, peu ondulés.
	27	4,60 m	A la base, calcaire massif, pseudoolithique, peu recristallisé, avec Miliolites et débris de tests. Vers le haut, quelques diastems. Joints supérieur et inférieur, ondulés, bien marqués.
	26	16,00 m	Les 2 m de la base sont un calcaire pseudoolithique, à Miliolites, à patine grise et à cassure beige. Un diastem. Plus haut, jusqu'à 5,50 m, calcaire (99,3% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite et résidus) pseudoolithique,

- massif, à patine grise, à cassure blanchâtre, avec quelques passées de Rudistes. Présence de filons karstiques avec marnes gréseuses, vertes. Les 10,50 m supérieurs sont formés d'un calcaire fin plus ou moins recristallisé, puis d'un calcaire pseudoolithique sur environ 1 m; enfin, le dernier mètre est constitué par un calcaire (98,9% CaCO<sub>3</sub>, traces de dolomite) fin, peu pyriteux, avec quelques Ostracodes et nombreux débris de Foraminifères, dont Miliolés (F) (dont *Biloculina* sp., *Triloculina* sp. (?), *Nummoloculina* sp.), Rotalidés (F), Textularidés (F) (dont *Bigenerina* sp. et *Textularia* sp.), Buliminidés (R). Les Rudistes sont dispersés.
- Niveau 25 0,70 m Calcaire très peu dolomitique (98,4% CaCO<sub>3</sub>, 2,1% dolomite), peu pseudoolithique, à Miliolés (F) et débris de tests de Mollusques (R), à patine beige, avec un diastem.
- 24 22,50 m Ce niveau à joint supérieur continu et joint inférieur discontinu, comprend :
- de 0,00 à 1,80, calcaire microbréchiq, à débris organiques; vers le haut, un banc de Rudistes de 15 cm d'épaisseur.
  - de 1,80 à 3,60, calcaire microbréchiq à débris organiques avec banc de Rudistes de 30 cm d'épaisseur; les coquilles sont généralement parallèles à la stratification.
  - 3,60 à 9,00, calcaire microbréchiq à nombreux débris organiques roulés, dont débris de tests de Mollusques (F) (dont Rudistes), radioles d'Oursins, Echinodermes, Miliolés (F) (dont *Nummoloculina* sp.), Orbitolinidés (R) (dont *Orbitolinopsis* cf. *kiliani*, *Dictyoconus* sp.), Textularidés (R) (dont *Binigerina* sp. (?)). Entre 3,60 et 5,40 m, deux passées riches en Rudistes, l'une de 70 cm, l'autre de 20 cm; entre 5,40 et 7,20 m, un banc de Rudistes de 20 cm.
  - de 9,00 à 14,40 m, calcaire (94,1% CaCO<sub>3</sub>, traces de dolomite, 5,1% résidus) pseudoolithique, fin, à Miliolés (R) et Rudistes dispersés; un niveau riche en Rudistes, vers 13,00 m. A la base, filon karstique oblique à la stratification, rempli de marnes gréseuses, vertes, glauconieuses.
  - 14,40 à 22,50 m, calcaire (98,5% CaCO<sub>3</sub>, traces de dolomite et de résidus) beige, peu recristallisé, avec passées pseudoolithiques, à débris de tests de Mollusques (F), de Foraminifères (R) (essentiellement Miliolés), de Corail (RR). Quelques diastems, surtout vers le haut et vers le bas.

Niveau	23	1,80 m	Calcaire (98,2% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite et de résidus) microbréchiq. peu recristallisé à très nombreux débris organiques roulés: tests de Mollusques (R); Foraminifères très fréquents dont Miliolés (F), Orbitolinidés (R) et Textularidés (RR) (dont <i>Binegerina</i> sp.). Ce banc massif, à patine gris clair, à cassure esquilleuse, a un joint supérieur discontinu.
	22	4,30 m	Calcaire (96,3% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite, 3,1% résidus) fin, pseudoolithique, avec nombreux Rudistes à la base. Diastems surtout vers le haut; joint supérieur discontinu.
	21	0,90 m	Calcaire massif, pseudoolithique, à Miliolés, à patine gris-beige, à cassure beige clair. Joints supérieur et inférieur discontinus, ondulés; deux diastems.
	20	10,50 m	Les quatre premiers mètres sont un calcaire pseudoolithique, à patine grise, à cassure blanche, à Rudistes, avec quelques diastems à la base. Puis, au-dessus, le calcaire (96,3% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite, 3,1% résidus) est microbréchiq. peu recristallisé, à très nombreux débris organiques roulés dont tests de Mollusques (RR) et Foraminifères (F): Miliolés, Textularidés et <i>Pseudoclavulina</i> sp. (?). Vers 9 m, niveau de 20 cm pétri de Rudistes. Joint supérieur discontinu, quelques diastems, patine gris-beige, cassure blanche. Au sommet, le calcaire avec quelques Rudistes dispersés atteint 99,3% CaCO <sub>3</sub> .
	19	16,50 m	— Les quatre mètres de la base sont une dolomie calcaire (36,7% CaCO <sub>3</sub> , 62,1% dolomite, 1,2% résidus), saccharoïde, très peu pyriteuse. Patine gris-bleu à jaunâtre, cassure blanche. — De 4 à 5 m, le calcaire est peu dolomitique (94% CaCO <sub>3</sub> , 7,7% dolomite), à patine grise plus ou moins foncée. — De 5 à 7 m, calcaire fin blanc, très diaclasé, à patine grise; la teneur en CaCO <sub>3</sub> atteint 99,3%. — De 7 à 10 m, calcaire (96,3% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite, 3,1% résidus) blanc, à patine grise, à cassure esquilleuse, avec Rudistes fréquents vers le haut et vers 9 m. Par contre, vers le bas, niveau de 0,50 m de dolomie calcaire (71% dolomite, 27,8% CaCO <sub>3</sub> , 1,2% résidus) très finement grenue (∅ moyen des grains: 0,1 à 0,2 mm). — De 10 à 11 m, le calcaire (96,3% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite, 3,1% résidus) est recristallisé, diaclasé, blanc, à patine grise, avec Rudistes vers le haut. — De 11 à 16,50 m, le calcaire (93,3 à 96,3% CaCO <sub>3</sub> , traces de dolomite, 3,1 à 5,9% résidus) est micro-

			bréchique, peu recristallisé, avec très nombreux débris organiques roulés: tests de Mollusques (RR) (dont Rudistes); Foraminifères (F): Miliolites (F) (dont <i>Biloculina</i> sp., <i>Triloculina</i> sp. et <i>Quinqueloculina</i> sp.), Textularidés (RR). Vers le haut, niveau de 20 cm pétri de Rudistes. Patine gris-beige, cassure blanche, avec joint supérieur discontinu.
Niveau	18	1,20 m	Dolomie peu calcaire (82,3% dolomite, 14,6% CaCO <sub>3</sub> , 3,1% résidus), finement grenue (∅ moyen des grains: 0,1 mm), peu pyriteux, à patine grise, avec trois joints ondulés discontinus.
	17	0,45 m	Calcaire finement pseudoolithique, pyriteux, à patine grise, à cassure blanche, avec trois diastems.
	16	0,55 m	= niveau 9, avec quatre diastems.
	15	0,65 m	= niveau 9, avec un petit diastem vers le haut.
	14	0,60 m	Calcaire (98,4% CaCO <sub>3</sub> , 2,1% dolomite) pseudoolithique, à oolithes fréquentes, pauvre en FeS (et FeO). Débris de tests de Mollusques (F), d'Echinodermes et de Brachiopodes; Miliolites (F) (dont <i>Quinqueloculina</i> sp., <i>Massilina</i> sp. (?)), Rotalidés (RR), <i>Dictyoconus</i> sp. (RR); Bryozoaires (F). Massif, à patine gris-jaunâtre, avec joints peu ondulés.
	13	2,15 m	= niveau 7, avec cinq diastems.
	12	6,10 m	Calcaire pseudoolithique, pyriteux, plus ou moins saccharoïde, avec douze diastems.
	11	3,00 m	Calcaire (98,4% CaCO <sub>3</sub> , 2,1% dolomite) pseudoolithique, peu pyriteux, avec rares Miliolites, à patine gris clair, avec quelques diastems.
	10	3,60 m	Calcaire (97% CaCO <sub>3</sub> , 1,8% dolomite) pseudoolithique, saccharoïde, à patine gris foncé, avec nombreux diastems.
	9	1,30 m	= niveau 3, sans brèche de karst.
	8	2,00 m	Calcaire (98% CaCO <sub>3</sub> , 1,3% dolomite) massif, pseudoolithique, pyriteux, à débris de tests de Mollusques (F) et Miliolites (R), à patine grise. A la base du banc, brèche de karst, formée d'éléments d'Urgonien emballés dans un grès vert-jaunâtre, pyriteux, glauconieux.
	7	1,00 m	Calcaire (95,8% CaCO <sub>3</sub> , 1,6% dolomite, 2,6% résidus) assez peu gréseux (quartz détritique peu fréquent, ∅ moyen: 0,1 mm; silice secondaire plus fréquente épigénisant surtout les tests), microconglomératique, peu recristallisé, avec Foraminifères roulés surtout Miliolites, Bryozoaires (F), <i>Archaeolithothamnium</i> (?) (RR). Peu de FeS (et FeO). Patine gris clair; joints ondulés; nombreux diastems, surtout à la base.
	6	3,00 m	Calcaire (98% CaCO <sub>3</sub> , 1,3% dolomite) pseudoolithique, peu glauconieux, pyriteux, à Miliolites (R), à patine gris-brun. Très nombreux diastems.

Niveau	5	2,00 m	= niveau 1, avec nombreux débris de tests d'Oursins surtout.
	4	1,05 m	Calcaire détritique, gréseux (quartz détritique sub-anguleux de $\varnothing$ moyen: 0,1 mm) avec peu de FeS (et FeO), quelques grains de glauconie. Foraminifères (RR) (dont Textularidés (?), débris d'Echinodermes (Oursins) et de Bryozoaires. Patine gris-bleu foncé à jaunâtre, diastems vers le bas; structure litée vers le haut.
	3	0,90 m	Calcaire bioclastique, très peu gréseux (quartz détritique de $\varnothing$ moyen plus petit que 0,1 mm), avec FeS (et FeO) et quelques grains de glauconie, avec silex blanchâtres, parfois à structure concentrique ( $\varnothing$ moyen: 7,5 cm) ou en lentilles de 22 cm de long et 7 cm d'épaisseur. Le contact silice-calcaire est bien marqué et souligné microscopiquement par un film de sulfures et d'oxydes de fer. Ce banc comporte cinq diastems.
	2	0,50 m	= niveau 1.
	1	0,45 m	Calcaire microbréchiq. à pseudoolithique, peu gréseux (quartz détritique rare de $\varnothing$ moyen: 0,1 mm, et silice secondaire épigénisant les tests d'organismes), pauvre en FeS (et FeO), avec quelques grains de glauconie, avec débris organiques roulés: Echinodermes (Oursins) (F), Bryozoaires (F). Ce niveau à patine grise comprend six diastems.

L'association des genres d'Orbitolinidés est d'un grand intérêt, non seulement au point de vue écologique, mais surtout du point de vue stratigraphique. En effet, l'absence du genre *Orbitolina*, et la présence des genres *Dictyoconus*, *Orbitolinopsis*, *Coskinolina* et *Iraquia* indiquent un âge barrémien inférieur et moyen, pour le faciès urgonien des chaînes subalpines comprises entre Arve et Borne. Il n'a été trouvé *Orbitolina conoidea* que dans une vire marneuse de l'Anticlinal de Dessy et de l'Anticlinal du Bargy. Et cette espèce semble confirmer l'âge barrémien. Donc, malgré la présence d'Oursins tels *Pygaulus desmoulinsi* AGASSIZ et *Heteraster oblongus* (BRONGN.), vers le sommet de la série, la falaise urgonienne doit être considérée, dans notre région, comme d'âge barrémien inférieur et moyen, tout au plus supérieur.

Dans les éboulis de la face nord-ouest du Bargy, nous avons recueilli un Polypier qu'a bien voulu examiner J. ALLOITEAU, qui nous a écrit: « Le polypier ne s'identifie à aucune espèce décrite jusqu'ici. C'est un

Héliastréidé voisin du genre *Heliastrea* dont il diffère par les polypières dépourvus de côtes et par la périthèque celluleuse extrêmement développée. Pour lui trouver une place systématique, il faudrait créer un genre nouveau. Par ailleurs, je l'ai confronté avec toutes les espèces connues du Crétacé inférieur, en particulier avec *H. Picteti* Koby de l'Urgonien de Morteau, *H. Henri* Koby sp. du Néocomien de la Bannalp, *Phyllocoenia varians* du Néocomien de Saint-Dizier et les espèces néocomiennes, urgoniennes et aptiennes de Catalogne. Après d'assez longues recherches, je conclus que nous avons affaire à une nouvelle espèce d'un genre nouveau.»

Malgré l'uniformité apparente du faciès urgonien, celui-ci comporte des accidents que nous avons étudiés en détail, mais dont nous signalerons ici seulement la présence. Le long de la route D12, entre le Petit-Bornand et Entremont (coord. Lambert: 913,8/117,4), des bancs calcaires renferment de nombreux silex et sont séparés les uns des autres, par des délits schisteux carbonneux. Dans la gorge du Cé, près du Mont-Saxonnex, sur rive droite, une lentille de 10 m de bancs bien lités, très gréseux, à patine jaunâtre, s'intercale dans le faciès urgonien pseudoolithique habituel. Sur le versant nord-ouest de l'Anticlinal du Plateau d'Andey (coord. Lambert: 912,65/124,2), un petit niveau de 10 cm d'épaisseur est pétri de Gastéropodes malheureusement indéterminables, et se trouve vers la base de la falaise urgonienne. Sur le versant sud-est de ce même anticlinal, le petit chemin conduisant de la chapelle des Evaux à Prêle, serpente dans l'Urgonien, qui montre des structures entrecroisées, sur une dalle d'à peine 1 m<sup>2</sup>; dans cette même région (coord. Lambert: 913,45/123,40), les pisolithes atteignent un diamètre de 3 cm. La partie ouest de l'Anticlinal du Bargy renferme des lentilles riches en Lamellibranches, véritables lumachelles. H. BÜTLER, dans ses campagnes de 1922 et 1923, récolta une Ammonite dans l'Urgonien de la région du Grand-Bornand. Cette découverte est très intéressante, puisque L. MORET et P. DELEAU signalaient en 1960, que seulement deux Ammonites avaient été trouvées jusqu'alors dans l'Urgonien des chaînes subalpines septentrionales.

Le faciès urgonien se termine par des formations blanchâtres, gréseuses, quartzitiques, azoïques et non stratifiées. Souvent un conglomérat intraformationnel monogénique est mis en évidence par l'érosion qui attaque plus profondément les galets plus calcaires, laissant apparaître ainsi en saillie le ciment gréseux quartzitique, sous forme de croûtes

pulvérulentes. L'interprétation paléogéographique d'un tel faciès ne peut être qu'hypothétique. Cependant, il semble logique de considérer que celui-ci correspond à un épisode côtier à sédimentation lacunaire. La présence de croûtes limonitiques plaquées sur ces grès, à Cenise et au Grand-Bornand et sur le flanc nord de l'Anticlinal d'Andey, renforce cette hypothèse, si l'on suppose que par suite des mouvements de la phase Vorgosau, les chaînes subalpines accusaient certains bombements et que, de ce fait, les régions de Cenise et du Grand-Bornand, correspondaient à des plages petites et isolées, entourées d'une mer très peu profonde aux courants côtiers suffisamment violents pour transporter tout ce matériel détritique dans notre région. Pour connaître l'origine de ces détritiques, il faudrait entreprendre une étude très détaillée du quartz. Celui-ci pourrait provenir de quartzites triasiques remaniés; nous pensons avant tout aux épaisses séries étendues de quartzites de la zone de Chamonix ou du massif du Mont-Blanc.

### III. GAULT

#### 1. Lacune de l'Aptien inférieur.

Les formations gréseuses et glauconieuses intercalées entre la formation urgonienne et sénonienne, ont déjà été depuis fort longtemps, l'objet d'études particulières, grâce à leurs richesses en fossiles. Cependant, si l'âge de la brèche supérieure est bien connu, il n'en est pas de même des couches de base. Ch. JACOB, dans son étude de ces terrains, estime que « le soubassement du Gault représente très probablement, aux environs du Mont-Saxonnex, comme dans le Genevois, la zone de Clansayes, et peut-être aussi les marnes aptiennes ». Plus tard, H. BÜTLER et Ad. JAYET remarquent que « les marnes feuilletées qui viennent au-dessous des grès sont généralement considérées comme aptiennes ».

Il semble que tous les auteurs reconnaissent comme très brusque, le contact entre le faciès urgonien et le faciès détritique, glauconieux aptien. Personne ne signale dans notre région, un passage graduel entre ces deux formations. De plus, nous avons pu observer sur le flanc nord de l'Anticlinal d'Andey, sur le Plateau de Cenise et au-dessus du Grand-

Bornand, une croûte limonitique fossilifère, caractéristique d'un niveau transgressif, aérien ou marin, revêtant directement les grès blanchâtres du sommet de la formation urgonienne.

D'autre part, une coupe levée près des Bauds (coord. Lambert: 919,5/124,1) montre la succession suivante, de haut en bas :

**Gargasien supérieur-Albien inférieur (?).**

Niveau 9 4 à 5 mètres. Schistes gréseux, verts, glauconieux, avec nodules plus calcaires.

**Gargasien inférieur (?).**

8	0,20 m	Lumachelle = niveau 6.
7	0,15 m	Lumachelle = niveau 5, avec texture en boulets.
6	0,15 m	Lumachelle marneuse, glauconieuse, gréseuse.
5	0,14 m	Lumachelle calcaire, surtout à <i>Rhynchonella</i> sp.
4	0,10 m	Schistes gréseux, glauconieux.
3	0,80 m	Conglomérat à ciment calcaréo-gréseux, glauconieux, à éléments urgoniens altérés, à Miliolites.

**Barrémien.**

2	0,10 m	Calcaire à faciès urgonien, avec diastèmes et veines de grès vert.
1	0,40 m	Calcaire pseudoolithique, gréseux, à faciès urgonien.

Or, dans toute la partie orientale du massif des Bornes, les niveaux 3 à 8, manquent toujours systématiquement, et la formation détritique, glauconieuse débute par les marnes schisteuses gréseuses équivalentes au niveau 9, de la coupe ci-dessus.

De plus, dans ces marnes schisteuses, nous n'avons trouvé près de la Pointe-d'Andey, qu'un seul exemplaire de *Belemnites canaliculatus* BLAINV., caractéristique de la zone 11b du Gargasien, selon la classification de Ch. JACOB.

Donc, nous basant sur la lithologie et la paléontologie, nous admettons que les niveaux 3 à 8 de la coupe ci-dessus correspondent au Gargasien inférieur, les marnes schisteuses et glauconieuses, au Gargasien supérieur et peut-être à l'Albien inférieur.

Ainsi, dans la partie orientale du massif des Bornes, il y aurait lacune entre le Barrémien supérieur et l'Aptien supérieur.

## 2. Etude du Gargasien supérieur et de l'Albien.

H. BÜTLER et Ad. JAYET, dans leurs Notes stratigraphiques sur le Crétacé moyen du Genevois, en 1928, ont déjà présenté de très bonnes coupes stratigraphiques. Pour cette raison, nous ne décrirons que la série inédite et bien observable sur le flanc nord-ouest de l'Anticlinal du Bargy, dans la Combe de Chevry (coord. Lambert: 918,40/120,40).

### Sénonien inférieur et moyen.

Niveau	20	10,00 m	Série de bancs de calcaire sublithographique, avec nombreux diastems, de 0,50 à 2,00 m d'épaisseur chacun. Cette série est, en partie, recouverte par la végétation. Au sommet du niveau, calcaire fin peu marneux, riche en FeS (et FeO), avec perforations de lithophages très nombreuses. Lagenidés, <i>Cadosina</i> sp. (A), <i>Globigerinella aequilateralis</i> (RR), <i>Gümbelina</i> sp. (F) (dont <i>Gümbelina globulosa</i> ), <i>Rotalina cayeuxi</i> (RR), <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe <i>lapparenti</i> (R), <i>Globotruncana ventricosa</i> (RR); débris d'Algues (R).
	19	10,00 m	Série en partie recouverte par la végétation: bancs de calcaire sublithographique, d'environ 1,00 m d'épaisseur chacun; nodules de silex ( $\varnothing$ max.: 30 cm). <i>Globotruncana</i> sp. (F).
	18	1,00 m	= niveau 17.
	17	2,00 m	Calcaire sublithographique gris-blanc, avec lit de silex. Le contact inférieur est net. Croûte ferrugineuse entre les niveaux 16 et 17. A la base, calcaire fin peu marneux, pauvre en FeS (et FeO) à <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe <i>lapparenti</i> , <i>Anomalina complanata</i> (?) (RR) et <i>Rotalina cayeuxi</i> (?) (RR).

### Albien supérieur.

Niveau	16	0,22 m	Conglomérat à très nombreux fossiles phosphatés (dont nous donnons la liste plus bas), à ciment calcaire gréseux (quartz détritique mal classé $\varnothing$ max.: 0,30 mm), glauconieux, riche en Fe (et FeO), à <i>Planomalina</i> cf. <i>pustulosa</i> , <i>Biticinella breggiensis</i> et <i>Ticinella roberti</i> (?).
	15	0,26 m	= niveau 16, avec ciment plus rare.

### Albien moyen.

Niveau	14	1,50 m	Couverture morainique.
	13	6,00 m	Alternance de petits bancs schisteux, gréseux, glauconieux, vert-brunâtre, et de calcaire (69%

			CaCO <sub>3</sub> ) gréseux (quartz détritique, bien classé, $\varnothing$ max.: 0,8 mm), glauconieux (glauconie détritique et authigène), riche en FeS (et FeO), biodétritique; avec croûtes de schistes gréseux, vert-brunâtre à rougeâtre. Débris de tests de Mollusques (A), fragments d'Echinodermes, radioles d'Oursins; <i>Textularia</i> sp. (R); Bryozoaires (R). Ce niveau est, en partie, recouvert par la végétation.
Niveau 12	0,70 m		Calcaire schisteux, plus ou moins gréseux, parfois très gréseux (quartz détritique bien classé, $\varnothing$ moyen 0,1 mm), glauconieux, riche en FeS (et FeO) avec silice secondaire abondante, lumachelique, à patine vert-brunâtre, avec taches de rouille. Très nombreuses grandes Huitres ( <i>Ostrea aquila</i> (?), <i>Pecten aptiensis</i> (?), Serpules (F), débris d'Echinodermes; Miliolés (RR), Foraminifères arénacés (F) (dont <i>Textularia</i> sp.).
11	0,80 m		Schistes gréseux, glauconieux, brun-verdâtre, à nodules ferrugineux ( $\varnothing$ max.: 1 cm).
10	10,80 m		Calcaire (52% CaCO <sub>3</sub> ) gréseux (quartz détritique assez bien classé, $\varnothing$ max.: 0,1 mm), glauconieux, riche en FeS (et FeO), schisteux, gris-bleu à bleu-brunâtre, se délitant en plus grandes plaquettes que les schistes du niveau 2. Rares nodules ferrugineux. (A 3 m au-dessous du sommet du niveau, banc de 0,20 m égal au niveau 3). Spicules de Spongiaires (A); <i>Lenticulina</i> sp. (?) (RR), <i>Rotalina</i> sp. (RR), Textularidés (R); débris phosphatés (R); radioles d'Oursins (RR).

**Albien inférieur-Gargasien supérieur.**

Niveau 9	0,30 m		= niveau 3, un peu plus gréseux; débris de Foraminifères (RR).
8	3,00 m		Grès (quartz détritique de $\varnothing$ plus petit que 0,1 mm), très schisteux, fin, peu glauconieux, riche en FeS (et FeO), à ciment marnocalcaire (18% CaCO <sub>3</sub> ).
7	0,30 m		= niveau 3.
6	1,80 m		= niveau 2.
5	0,40 m		= niveau 3.
4	5,50 m		= niveau 2.
3	0,50 m		Calcaire (76% CaCO <sub>3</sub> ) très peu gréseux (quartz détritique bien classé de $\varnothing$ plus petit que 0,1 mm), peu glauconieux, riche en FeS (pyrite) (et FeO), avec nodules pyriteux ( $\varnothing$ max.: 1 cm). Quelques débris phosphatés gréseux. Patine gris-bleu à brun-bleuâtre. Texture en boules mal définies.
2	5,50 m		Schistes gréseux, glauconieux, bleu foncé, se délitent en petites plaquettes.

**Urgonien.**

Niveau 1                      Au sommet, calcaire gréseux (quartz détritique assez bien classé de  $\varnothing$  moyen 0,1 mm), pseudo-olithique, pauvre en FeS (et FeO). Miliolites (A) (dont *Quinqueloculina* sp.), Foraminifères arénacés (R), Orbitolinidés (RR).

## Liste faunistique du niveau 16

*Belemnites minimus* LISTER [1 exemplaire]  
*Phylloceras subalpinum* (D'ORB.) [4 ex.]  
*Lytoceras (Tetragonites) timotheanum* (MAYOR) [1 ex.]  
*Desmoceras (Beudanticeras) Beudanti* (BRONGN.) [2 ex.]  
*Desmoceras (Puzosia) mayorianum* (D'ORB.) [2 ex.]  
*Parahoplites (Hypacanthoplites) milletianus* (D'ORB.) [1 ex.]  
*Hoplites (Leymeriella) tardefurcatus* (LEYMERIE) [1 ex.]  
*Hoplites (Leymeriella) regularis* (BRUGUIÈRE) [2 ex.]  
*Pervinquiera (Inflatoceras) inflatum* (SOW.) [1 ex.]  
*Anisoceras saussureanum* PICTET, in PICTET et ROUX [1 ex.]  
*Hysterocheras varicosum* [2 ex.]  
*Latidorsella* juv. [1 ex.]  
*Turrilites catenatus* (D'ORB.) [1 ex.]  
*Solarium* sp. [3 ex.]  
*Natica* sp. [1 ex.]  
*Avellana incrassata* MANTELL [1 ex.]  
*Trochus conoideus* (SOW.) [3 ex.]  
*Aporrhais Parkinsoni* (SOW.) [5 ex.]  
*Pterocera* sp. [1 ex.]  
*Nucula ovata* MANTELL [1 ex.]  
*Arca obesa* PICTET et ROUX [2 ex.]  
*Inoceramus concentricus* PARKINSON, V. PICTET et ROUX [2 ex.]  
*Inoceramus Salomoni* D'ORB. [1 ex.]  
*Dentalium rhodani* PICTET et ROUX [1 ex.]  
*Rhynchonella* sp. [1 ex.]  
*Rhynchonella gibbsiana* SOW. [1 ex.]  
*Rhynchonella lata* D'ORB. [2 ex.]  
*Discoidea conoidea* [1 ex.]  
*Holaster perezii* SISMONDA [1 ex.]

La coupe ci-dessus peut être décomposée en trois membres, de haut en bas :

3. Conglomérat calcaire gréseux, à nodules et fossiles phosphatés.
2. Calcaire gréseux (qui correspond au grès vert siliceux, dans les autres coupes stratigraphiques).
1. Marnes schisteuses, gréseuses, glauconieuses.

Comme nous l'avons dit plus haut, le membre 1 (comme le membre 2) est peu fossilifère, alors que le membre 3 nous a livré pas moins de 88 genres et espèces recueillis dans des gisements pour la plupart, jusqu'alors non fouillés. Nous présenterons ultérieurement ces listes paléontologiques, ainsi que la stratigraphie de leur gisement. Nous avons récolté dans le membre 1, avec *Belemnites canaliculatus*, *Terebratula dutempleana* D'ORB., *Rhynchonella Deluci*, PICTET in PICTET et CAMPICHE, *Pecten aptiensis*, *Ostrea aquila* et *Lima* sp.

Microscopiquement, peu de formes sont identifiables dans cette formation détritique. « Le genre *Planomalina* est présent, avec l'espèce probable *pustulosa*, peut-être également *Biticinella* cf. *breggiensis*; *Ticinella roberti* est douteux. » (Communication de J. KLAUS). Notons encore, la présence de Globigérines, d'Algues filamenteuses (?) et de fréquentes petites formes sphériques, type « *Oligostegina* ». D'autre part, au sommet du membre 3, M. B. CITA a reconnu de vraies *Rotalipora* carénées qui indiquent fort probablement un âge Albien supérieur. Ici, donc, la microfaune confirme absolument la macrofaune.

Donc, en accord avec H. BÜTLER et Ad. JAYET, nous admettrons:

Membre 3 = Albien supérieur

Membre 2 = Albien moyen

Membre 1 = Gargasien supérieur et Albien inférieur.

Ces auteurs avaient déjà remarqué les variations d'épaisseur et la diversité des faciès de l'Albien. Celles-ci sont certainement dues à deux causes. La plus importante provient du mode même de sédimentation de ce faciès détritique. D'autre part, lors du dépôt, une tectonique (en liaison avec la phase Vorgosau) affectait déjà certainement notre région; en effet, nous avons signalé des croûtes limonitiques à la base de la série, indiquant son caractère transgressif, en certains points. De plus, c'est dans la partie nord-ouest de notre région, que l'Albien est le moins épais, il n'a que 1 m de puissance; or, c'est précisément là, qu'avant la transgression priabonienne, la région était le plus haut topographiquement, puisque c'est en ces endroits, que le Priabonien transgresse sur les terrains les plus anciens.

## IV. CÉNOMANIEN-TURONIEN

Déjà en 1907, Ch. JACOB présente dans son « Etude sur les Terrains crétacés », qu'en certains points et notamment dans la région classique du Mont-Saxonnex, près des chalets des Bourgets, « le Sénonien est transgressif sur le Gault qui ne comporte que la zone à *Hoplites tardifurcatus* ». Plus loin, il conclut que le Sénonien doit recouvrir suivant les points, une succession plus ou moins bien conservée du Gault. Mais H. BÜTLER et Ad. JAYET (1928) ne partagent pas cette opinion et pensent que la base des calcaires sublithographiques (lorsqu'ils sont encore gréseux et glauconieux), fait partie du Cénomanién, la non découverte de *Schloenbachia varians* Sow. s'expliquant non par son absence, mais par sa rareté.

Dans toutes les coupes stratigraphiques que nous avons relevées, dans la partie orientale du massif des Bornes, nous avons toujours observé un contact brusque entre l'Albien et les calcaires sublithographiques, blancs, bien lités. Alors que le quartz et la glauconie forment des constituants essentiels dans l'Albien, ils ne représentent généralement que des éléments rares dans la formation sus-jacente. En résumé, sur le conglomérat (pseudobrèche) à éléments et fossiles de l'Albien supérieur, transgresse brusquement et sans discordance angulaire une formation lithologiquement complètement différente.

D'autre part, J. KLAUS, après avoir vérifié très aimablement et minutieusement nos coupes minces du contact des deux formations, considère comme « nette », la lacune Cénomanién-Turonien. Aucune de nos lames minces, qui proviennent de différents points de notre région, n'est attribuable, d'après ce spécialiste, ni au Cénomanién, ni au Turonien inférieur, ni probablement au Turonien en général.

Une lame mince au contact des niveaux 16 et 17, de la coupe de la combe de Chevry (coord. Lambert: 918,40/120,40), précédemment décrite, montre, dans les Grès glauconieux: *Planomalina* cf. *pustulosa*, *Ticinella breggiensis* et *Ticinella roberti* (?); tandis que le calcaire fin, peu marneux, renferme des *Globotruncana* bicarénées du groupe *lapparenti*. De même, près du chalet-refuge du Plateau de Cenise, le conglomérat albien supérieur avec toute sa macrofaune caractéristique, est directement surmonté par un calcaire encore gréseux (quartz authigène (RR), détritique (R), Ø max.: 0,24 mm), peu glauconieux, à débris phosphatés,

avec quelques paillettes de muscovite; celui-ci renferme de nombreuses *Globo truncana* bicarénées du groupe *lapparenti*, dont *Gl. lapparenti tricarinata* (QUEREAU) et *Gl. lapparenti bulloides* VOGLER.

Pour notre région, nous reprendrons donc, les conclusions de E. HAUG (1895): le Sénonien repose directement sur le Gault et transgresse sur lui. Cependant, la lacune Cénomanién-Turonien correspond, semble-t-il, à une non-déposition et non pas à une émerision. En effet, le Cénomanién existe dans des régions trop proches de notre territoire. Au col de Taine (ou col du Freux), près du Petit-Bornand, sur rive gauche du Borne, Ad. JAYET signale la présence de *Schloenbachia varians* Sow. dans le calcaire glauconieux du Cénomanién. D'autre part à Sommier, J. ROSSET signale la présence de « *Rosalinella apenninica* RENZ », dans le Cénomanién où Ad. JAYET avait déjà recueilli *Schloenbachia varians* Sow.

En résumé, la partie orientale du massif des Bornes, que nous avons étudiée, bien qu'immergée pendant le Cénomanién et le Turonien, n'a conservé aucun dépôt, celle-ci étant soumise à une phase de non-déposition.

## V. SÉNONIEN INFÉRIEUR ET MOYEN

### I. Lithologie.

Le Sénonien inférieur et moyen se présente en bancs de l'ordre du décimètre, bien lité avec de nombreux diastems, à patine blanchâtre à crème. Parallèlement à la stratification, de fines lentilles de silex (très rarement sous forme de nodules) s'intercalent dans cette formation de calcaires sublithographiques.

La coupe ci-dessous, a été relevée au col de la Colombière (coord. Lambert: 921,00/119,15), et J. KLAUS a bien voulu en examiner quelques lames minces.

#### Priabonien.

Niveau 70      1,00 mètre. Calcaire massif à patine gris-bleuté, très gréseux (quartz détritique assez bien classé,  $\varnothing$  max.: 0,3 mm), très peu glauconieux (glauconie détri-

tique), pauvre en FeS (et FeO), avec quelques rares petits galets sénoniens ou gréseux phosphatés albiens, et nombreux débris de Foraminifères sénoniens. Débris de tests de Mollusques (F) et radioles d'Oursins; *Nummulites* cf. *fabianii* (F), *Discocyclina* sp. (R), *Asterigerina* sp. (R), Foraminifères rotaliformes (R); débris de Corallinacées (RR).

#### Sénonien inférieur et moyen.

Niveau	69	0,50 m	Banc calcaire tectonisé, pétri de veines de calcite.
	68	0,80 m	Calcaire fin, peu marneux, très peu glauconieux, riche en FeS (et FeO), avec quelques lentilles plus ferrugineuses ( $\varnothing$ max.: 2 cm) et quelques dendrites d'oxyde de manganèse sur le sommet du banc. Lagenidés et <i>Pithonella ovalis</i> (A), <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe <i>lapparenti</i> (F) (dont <i>Gl. lapparenti tricarinata</i> ), <i>Globigerinella aequilateralis</i> (RR), <i>Gümbelina</i> (F) (dont <i>G. globulosa</i> ), Textularidés (RR), <i>Rotalina cayeuxi</i> (?) (RR); débris d'Algues (F); débris de tests de Mollusques (R) (dont Inocérames).
	67	0,40 m	= niveau 59.
	66	0,58 m	= niveau 59, avec quelques nodules de marcassite ( $\varnothing$ max.: 5 cm).
	65	0,40 m	= niveau 59.
	64	0,53 m	= niveau 59.
	63	0,24 m	= niveau 59.
	62	0,40 m	= niveau 59.
	61	0,23 m	= niveau 59.
	60	0,54 m	= niveau 59.
	59	0,38 m	= niveau 38, mais avec patine gris verdâtre.
	58	0,30 m	Calcaire fin, peu marneux, très peu gréseux (quartz détritique, $\varnothing$ max.: 0,1 mm), grumeleux sur les 10 cm supérieurs, avec pellicule schisteuse, vert pâle. Lagenidés et <i>Pithonella ovalis</i> (R), <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe <i>lapparenti</i> (F) (dont <i>Gl. lapparenti tricarinata</i> , <i>Gl. lapparenti tricarinata bulloides</i> ), <i>Globigerinella aequilateralis</i> (R), <i>Gümbelina</i> (F) (dont <i>G. globulosa</i> ), Textularidés et <i>Rotalina cayeuxi</i> (RR); débris d'Algues (R), de tests de Mollusques (A) (dont Inocérames).
	57	0,34 m	= niveau 51.
	56	0,27 m	= niveau 51.
	55	0,19 m	= niveau 51.
	54	0,40 m	La partie inférieure est un calcaire grumeleux, avec pellicule schisteuse verte revêtant les pseudo-galets. La partie supérieure est un calcaire gris foncé, à surface supérieure ondulée, avec pellicule schisteuse verte.
	53	0,40 m	= niveau 51.

Niveau	52	0,35 m	= niveau 51.
	51	0,40 m	Banc à patine gris-beige, avec quelques fins diastems soulignés par schiste verdâtre, à surface supérieure ondulée, avec fine pellicule vert pâle. Calcaire fin, peu marneux. Lagenidés et <i>Pithonella ovalis</i> (A), <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe <i>lapparenti</i> (F) (dont <i>Gl. lapparenti tricarinata</i> ), <i>Hedbergella</i> sp. (F), <i>Gümbelina</i> (R) (dont <i>G. globulosa</i> ), <i>Anomalina</i> sp. (R), Textularidés (RR), <i>Cercidina supracretacea</i> (R); débris de tests de Mollusques (F) (dont Inocerames), d'Algues (F).
	50	0,55 m	Les 20 cm de la base sont identiques au 5 cm inférieurs du niveau 49; les 35 cm supérieurs sont semblables au 5 cm supérieurs de ce même niveau.
	49	0,10 m	Les 5 cm inférieurs sont identiques au niveau 34. Les 5 cm supérieurs sont très grumeleux (presque bréchiques, avec pâte schisteuse verdâtre). Rares petits nodules ferrugineux.
	48	0,50 m	= niveau 47, sans diastems.
	47	0,40 m	Calcaire gris à gris-jaunâtre, avec deux diastems, soulignés par une fine pellicule schisteuse verdâtre. Surface supérieure très ondulée.
	46	0,45 m	= niveau 34, avec partie supérieure à nombreux diastems soulignés par fine pellicule schisteuse vert pâle.
	45	0,30 m	Banc à patine gris foncé, avec quatre diastems soulignés par niveaux schisteux verdâtres lenticulaires. Calcaire gris foncé, très peu glauconieux, assez riche en FeS (et FeO). Lagenidés et <i>Pithonella ovalis</i> (F), <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe <i>lapparenti</i> (F) (dont <i>Gl. lapparenti tricarinata</i> ), <i>Globotruncana</i> cf. <i>globigerinoides</i> , <i>Gümbelina</i> (F) (dont <i>G. globulosa</i> ), <i>Anomalina</i> sp. (RR), <i>Lenticulina</i> sp. (RR), Textularidés (RR); débris de tests de Mollusques (F) (dont Inocérames); débris d'Algues (F).
	44	0,40 m	= niveau 34, avec trois diastems soulignés par une fine pellicule schisteuse, vert pâle.
	43	0,60 m	= niveau 34, avec deux diastems à pellicule schisteuse, verdâtre. Lentille de silex au niveau du diastem inférieur.
	42	0,15 m	= niveau 41.
	41	0,30 m	Banc calcaire à patine gris clair, avec quatre diastems à pellicule schisteuse verdâtre. Quelques silex ( $\varnothing$ max.: 3 cm). Surface supérieure ondulée avec revêtement schisteux vert pâle.
	40	0,50 m	= niveau 34.
	39	0,45 m	Calcaire fin, peu marneux, riche en FeS (et FeO), avec très rares silex. Lagenidés et <i>Pithonella ovalis</i> (A), <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe

			<i>lapparenti</i> (F) (dont <i>Gl. lapparenti tricarinata</i> ), <i>Hedbergella</i> sp. (R), <i>Gümbelina</i> (F) (dont <i>G. globulosa</i> ), <i>Lenticulina</i> sp. (RR); débris de tests de Mollusques (R) (dont Inocérames); débris d'Algues (F); spicules de Spongiaires (A) dans le silex.
Niveau	38	0,70 m	= niveau 34, avec un diastem. Les 15 cm supérieurs sont identiques au niveau 25.
	37	0,55 m	= niveau 34, avec un diastem et quelques silex.
	36	0,80 m	= niveau 34, avec deux diastems. Les 10 cm supérieurs sont semblables au niveau 25.
	35	0,02 m	Niveau schisteux, avec dépôt verdâtre, tectonisé, avec calcite.
	34	0,10 m	Calcaire fin, gris-beige, à surface supérieure ondulée, avec pellicule verdâtre.
	33	0,45 m	= niveau 15, avec un diastem. Patine gris-blanc.
	32	0,70 m	= niveau 15, avec niveau supérieur identique au niveau 25.
	31	0,15 m	= niveau 15.
	30	0,25 m	= niveau 25, avec rares nodules de marcassite ( $\varnothing$ max.: 2 cm).
	29	0,35 m	= niveau 15.
	28	0,30 m	= niveau 25.
	27	0,45 m	Calcaire fin, peu marneux, assez riche en FeS (et FeO), avec nombreux diastems, soulignés par pellicule vert pâle. Lagenidés et <i>Pithonella ovalis</i> (A), <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe <i>lapparenti</i> (F) (dont <i>Gl. lapparenti tricarinata</i> ), <i>Gümbelina</i> (R) (dont <i>G. globulosa</i> ), <i>Lenticulina</i> (RR); débris de tests de Mollusques (R) (dont Inocérames); débris d'Algues (F).
	26	0,40 m	= niveau 25, avec un diastem.
	25	0,55 m	= niveau 15, mais le calcaire devient grumeleux, avec de très nombreux diastems, soulignés par une fine pellicule vert pâle.
	24	0,30 m	Calcaire beige, à patine grise, très peu gréseux (quartz détritique, $\varnothing$ max.: 0,05 mm), riche en FeS (et FeO), avec nombreux nodules de marcassite ( $\varnothing$ max.: 5 cm), à la surface supérieure du banc. Lagenidés et <i>Pithonella ovalis</i> (A), <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe <i>lapparenti</i> (F) (dont <i>Gl. lapparenti tricarinata</i> ), <i>Hedbergella</i> sp. (R), <i>Globigerinella aequilateralis</i> (RR), <i>Gümbelina</i> (F) (dont <i>G. globulosa</i> ), <i>Lenticulina</i> sp. (RR), <i>Rotalina cayeuxi</i> (?) (RR); débris d'Algues (F), de tests de Mollusques (F) (dont Inocérames).
	23	0,30 m	= niveau 15, avec trois diastems. A la surface supérieure, quelques nodules de marcassite ( $\varnothing$ max.: 5 cm).
	22	0,25 m	= niveau 15.
	21	0,39 m	= niveau 15, avec deux diastems.

Niveau	20	0,38 m	= niveau 15, avec un diastem. Surface supérieure ondulée, avec dépôt verdâtre, lenticulaire.
	19	0,20 m	= niveau 15, avec deux diastems.
	18	0,36 m	= niveau 15, avec un diastem à la base.
	17	0,50 m	= niveau 15, avec deux diastems vers le haut.
	16	0,50 m	= niveau 15, avec quatre diastems à la base.
	15	0,14 m	Calcaire fin, à patine grise, avec <i>Globotruncana</i> surtout.
	14	0,50 m	Banc avec quatre diastems, de calcaire à patine grise, fin, peu marneux, assez riche en FeS (et FeO). Lagenidés et <i>Pithonella ovalis</i> (A), <i>Globotruncana</i> bicarénées du groupe <i>lapparenti</i> (R) (dont <i>Gl. lapparenti tricarinata</i> ), <i>Hedbergella</i> sp. (F), <i>Gümbelina</i> (R) (dont <i>G. globulosa</i> ), <i>Anomalina</i> (RR) (dont <i>A. complanata</i> (?)), <i>Rotalina cayeuxi</i> (?) (RR); débris d'Algues (F), de tests de Mollusques (R) (dont Inocérames) et d'Echinodermes.
	13	0,75 m	= niveau 12.
	12	0,30 m	Niveau très tectonisé.
	11	0,20 m	Calcaire gris, fin, avec deux diastems, à <i>Globotruncana</i> .
	10	0,70 m	= niveau 9.
	9	0,64 m	= niveau 8, mais tectonisé. Pas de diastem. Surface supérieure, ondulée, bosselée, avec dépôt schisteux verdâtre.
	8	0,34 m	Calcaire fin, à patine grise, avec deux diastems à la base, à <i>Globotruncana</i> (F) spécialement du groupe <i>lapparenti</i> , et autres Foraminifères (R).
	7	1,20 m	c) 0,15 m. Calcaire à <i>Globotruncana</i> du groupe <i>lapparenti</i> , à patine gris-blanc. Passage brusque avec le sous-niveau b). Parfois, croûte limonitique au contact.

**Albien supérieur.**

b) 0,45 m. « Pseudobrèche fossilifère », à nodules et fossiles phosphatés. Passage graduel au sous-niveau a).

**Albien moyen.**

			a) 0,60 m = niveau 6.
Niveau	6	1,20 m	Banc gréseux, glauconieux, massif, à patine gris-vert, avec quelques taches de rouille et quelques nodules ferrugineux de l'ordre du centimètre.
	5	0,15 m	= niveau 2.
	4	0,40 m	= niveau 2.
	3	0,20 m	= niveau 2, avec, dans la partie schisteuse supérieure, de rares nodules de marcassite de 3 cm de diamètre.
	2	0,60 m	= niveau 1, mais schisteux, et devenant très schisteux vers le haut.

Niveau 1 0,60 m Grès glauconieux moyen, riche en FeS (et FeO), à ciment carbonaté, à patine gris-vert, avec taches de rouille, et quelques traces charbonneuses, bleu sombre.

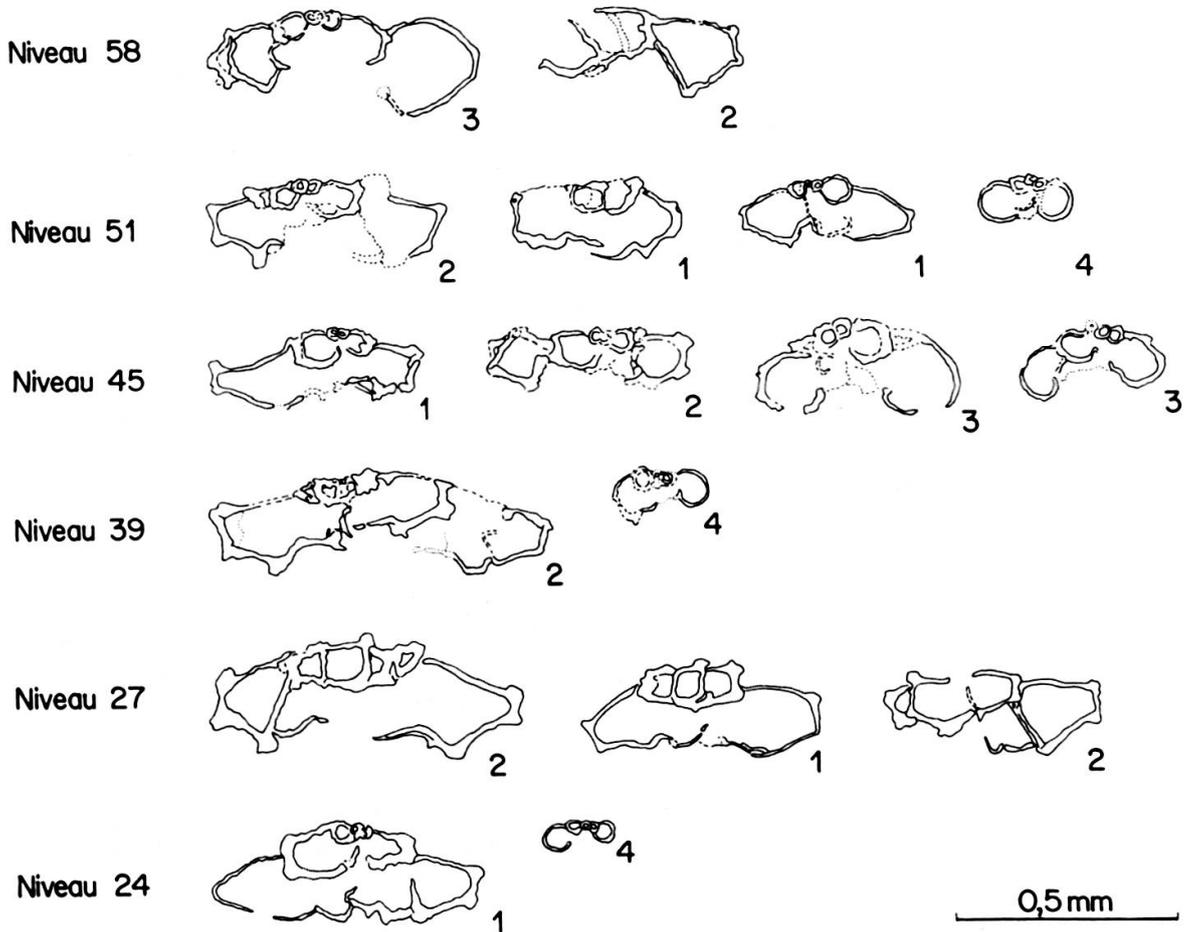


Fig. 2.

Microfaune de quelques niveaux de la coupe stratigraphique relevée dans le Sénonien intérieur et moyen au Col de Colombière.  
(coord. Lambert: 921.00/119.15)

1. *Globotruncana bicarénées* du groupe *lapparenti*. — 2. *Globotruncana lapparenti* Brotzen *tricarinata* (Quereau). — 3. *Globotruncana globigerinoides* Brotzen. — 4. *Hedbergella* sp.

Le faciès « couches rouges » du Sénonien n'apparaît dans notre région, que sous le Lutétien, à l'ouest du Roc de Monteschet (coord. Lambert: 916,7/124,8). Ce faciès ne possède pas une plus grande abondance de *Globotruncana*, mais seulement s'enrichit, par endroits, de nombreux débris d'Inocérames. J. ROSSER semble mettre en relation la présence des « couches rouges », avec celle du Lutétien à grandes Nummulites. Ne disposant que d'un affleurement, nous n'échaffauderons pas d'hypothèse;

cependant, il est intéressant de remarquer que, dans notre région, le seul gisement de « couches rouges », est justement surmonté par le Lutétien. Malheureusement, le contact Sénonien-Lutétien est couvert par la végétation; ainsi, il est impossible de voir si les couches à *Microcodium* existent en cet endroit.

## 2. Faune.

Tandis que la microfaune et la « nannofaune » abondent, la macrofaune est très rare. En effet, nous avons recueilli seulement deux exemplaires d'*Inoceramus (Selenoceramus) europaeus* HEINZ (déterminés par M. J. SORNAY), au sud-est de Brison, dans la région des Bauds.

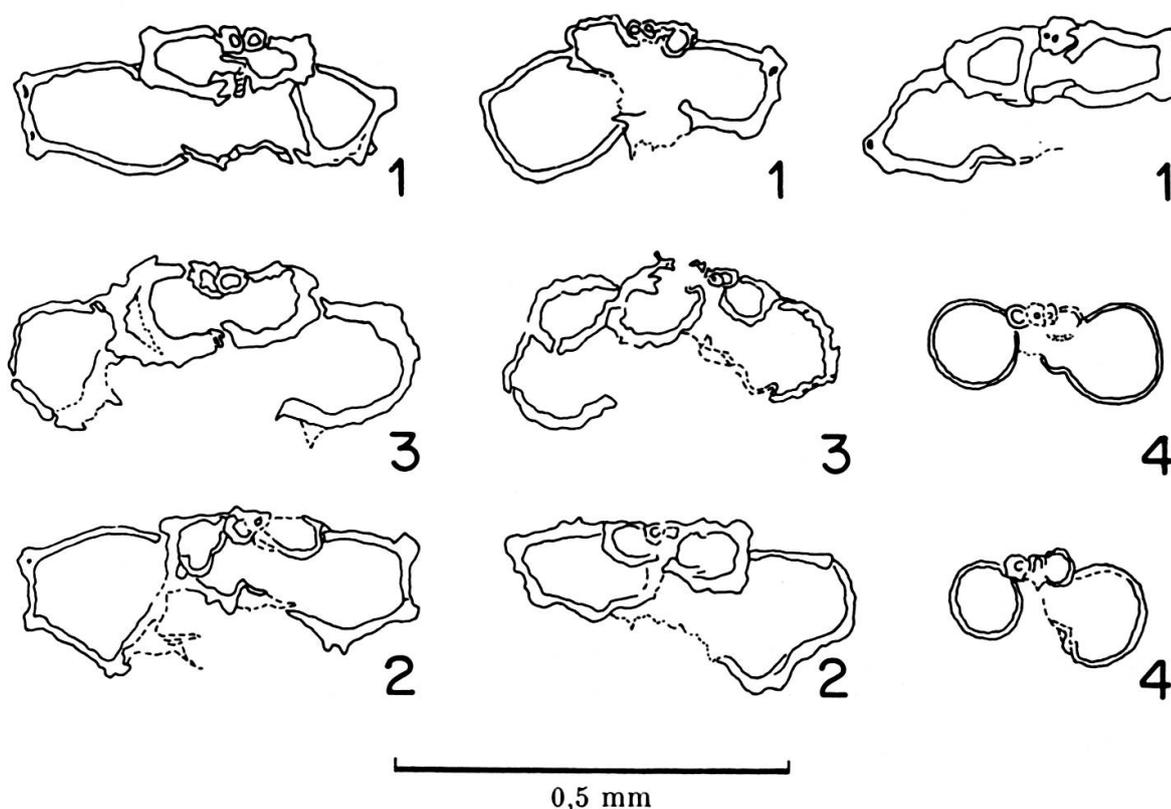


Fig. 3.

Association faunistique de la base des « Calcaires sublithographiques » dans le Synclinal de Cenise.

1. *Globotruncana* bicarénées du groupe *lapparenti*. — 2. *Globotruncana lapparenti* Brotzen *tricarinata* (Quereau). — 3. *Globotruncana globigerinoides* Brotzen. — 4. *Hedbergella* sp.

A part les Globotruncanidés, les calcaires sublithographiques renferment toujours des Lagenidés, des Textularidés, *Pithonella ovalis* (KAUFMANN), *Globigerinella aequilateralis* (BRADY), *Gümbelina* (dont

l'espèce *globulosa* (EHRENBERG)), des débris d'Algues et de tests de Mollusques (Inocérames surtout). Plus rarement, *Anomalina* sp., *Lenticulina* sp., *Cercidina supracretacea* VOGLER, *Reussela szainochae* (?), « *Rotalina* » *cayeuxi* (?), *Stensiöina* sp. (?), et des spicules de Spongiaires. Nous ne mentionnerons pas l'espèce *Globigerina cretacea* D'ORBIGNY, qui, pour J. KLAUS, semble plutôt se rapporter au genre *Hedbergella*. Enfin, M. B. CITA n'a trouvé qu'une seule forme de *Schakoina* sp. Tout récemment, S. GUILLAUME nous a montré la présence de Saccocomidae dans plusieurs de nos lames minces.

Quant aux Globotruncanidés, J. KLAUS nous écrit, que nous avons malheureusement affaire à une faune très peu typique et, semble-t-il, à une sédimentation restreinte à un épisode assez court du Crétacé supérieur. Les formes sont presque toutes attribuables (à l'exception de *Hedbergella*) au groupe *lapparenti*, avec dans presque chaque lame: *Gl. lapparenti lapparenti*, *Gl. lapparenti tricarinata*, mais souvent aussi *Gl. lapparenti bulloides* ou *Gl. lapparenti inflata*.

En plus des *Globotruncana* du type *lapparenti*, les spécialistes nous ont indiqué la présence de *Globotruncana* cf. *fornicata*, *Gl.* cf. *sigali*, et *Gl. marginata*. En outre, le groupe *ventricosa* est souvent représenté.

Enfin, la nannofaune et la nannoflore abondent dans le calcaire à Globotruncana. H. STRADNER qui a bien voulu examiner et déterminer plusieurs lames minces, a reconnu une nannoflore typique du Crétacé supérieur avec les espèces suivantes:

*Arkhangelskiella* cf. *specillata* VERSHINA  
*Coccolithus pelagicus* (WALLISCH) SCHILLER  
*Lucianorhabdus cayeuxi* DEFLANDRE  
*Tetralithus pyramidus* GARDET  
*Zygrhablithus turriseiffeli* DEFLANDRE

De plus, les calcaires sublithographiques renferment de nombreuses espèces remaniées du Tithonique supérieur et du Crétacé inférieur: *Braarudosphaera bigelowi* et *B. discula* sont fréquents, tandis que les Nannoconidés abondent, tel *Nannoconus steinmanni*.

### 3. Age de la formation.

Si la présence de *Inoceramus europaeus* indique un âge Campanien supérieur, l'association des Globotruncana confirme et surtout précise

l'extension de la formation des calcaires sublithographiques. J. KLAUS nous écrit à ce sujet: « L'absence complète de *Rotalipora*, de *Thalmaninella*, de *Praeglobotruncana helvetica*, *stephani*, *renzi*, nous oblige à situer la base de notre Crétacé supérieur plus haut que le Turonien, et probablement assez haut dans le Coniacien, ce qu'appuie la rareté des *Globotruncana lapparenti coronata*.

L'absence d'autre part, des formes du Campanien et du Maestrichtien (*elevata*, *elevata-stuartiformis*, *conica*, *contusa*, *stuarti*) nous situe le sommet du Crétacé supérieur plus bas que le Maestrichtien et probablement assez bas dans le Campanien.

Restent le Santonien, avec peut-être encore une partie du Coniacien et peut-être déjà une partie du Campanien. »

#### 4. Paléogéographie.

Après la phase de non-déposition du Cénomaniens et du Turonien, notre région, dès le début du Coniacien, en accord avec les conclusions de N. PARJADIS DE LARIVIÈRE, est recouverte « d'une mer profonde, condition principale à la survivance des organismes pélagiques, faiblement alcaline, aérée, agitée par des courants » responsables de la destruction des tests de Mollusques (Inocérames) ainsi que de la concentration lenticulaire des organismes pélagiques. Cette mer persistera durant tout le Sénonien inférieur et moyen et les terres n'émergeront qu'à la fin du Campanien. Cependant on n'observera en aucun endroit, si ce n'est peut-être au col de la Colombière, aucune trace de la diminution de profondeur, dans l'évolution du faciès, jusqu'à la complète émergence.

D'autre part, les fortes variations d'épaisseur (planche II) ont toujours été attribuées à une forte érosion prénummulitique, comme l'indique J. ROSSET. Or, nous serons plus nuancés dans l'interprétation de la carte isopachique du Sénonien inférieur et moyen; car, si l'érosion pré-priabonienne ou pré-lutétienne a joué un rôle prépondérant, il ne faut cependant pas oublier que notre région accusait des bombements déjà lors des dépôts albiens, et par conséquent, il est normal qu'originellement durant le Sénonien, les dépôts se fassent plus abondants dans le fond des bassins que sur les culminations.

De plus, après avoir mentionné qu'il était difficile de faire des distinctions stratigraphiques dans les différentes coupes du Sénonien inférieur et moyen, la faune étant partout homogène et peu typique, J. KLAUS estime néanmoins « que les échantillons à formes du groupe *ventricosa*, qu'il tiendrait à mettre à la partie supérieure de l'extension du Sénonien inférieur et moyen, sont tout aussi bien présents au nord-ouest qu'au sud-est. Une lame à *sigali* probable se trouve au sud-est, et, logiquement, à la base de la coupe ». En conséquence, on peut prétendre à une réduction primaire de puissance.

En résumé, si l'érosion anténummulitique est la principale cause des variations de puissance du Sénonien inférieur et moyen, la paléogéographie antésénonienne a joué un rôle certain mais secondaire dans la variabilité originelle des épaisseurs, ce que semble prouver l'étude faunistique.

## VI. FIN DU CRÉTACÉ-EOCÈNE INFÉRIEUR

### 1. Stratigraphie.

Après le Sénonien, les terres émergent, se plissent, se faillent et sont soumises à l'érosion continentale: des karsts se forment, les roches s'oxydent. Ainsi, l'érosion karstique a pénétré l'Urgonien sur plus de 150 m d'épaisseur, après avoir décapé le Sénonien et le Gault; des filons et des poches sont remplis d'une brèche karstique à ciment gréseux, vert jaunâtre, emballant des blocs anguleux d'Urgonien. La route D12 entaille l'Urgonien qui présente des formes de cette érosion, dans la voûte anticlinale de Dessy et sur le flanc nord de l'Anticlinal du Plateau d'Andey. D'autre part, sur le flanc nord-ouest de l'Anticlinal de Dessy, dans l'ancienne carrière de Mona (coord. Lambert: 913,5/125,7), traversant l'Urgonien, des poches et filons clastiques sont remplis de grès blanc, renfermant quelques nodules de marcassite de la taille d'un œuf de pigeon.

Il est souvent difficile de distinguer la karstification albienne, de la karstification éocène. Cependant, dans le second cas, le remplissage des poches ou des filons, renferme quelques silex du Sénonien inférieur et moyen, alors que dans le premier cas, il en est dépourvu.

Ces sables continentaux sont attribués à l'Yprésien, depuis la découverte d'une mâchoire de *Lophiodon larteti*, aux Echelles (Savoie). Nous ne pouvons confirmer ou infirmer cette hypothèse, n'ayant trouvé aucun fossile dans ces formations. Signalons seulement dans des couches à *Nummulites aturicus* du Lutétien, la présence d'Alvéolines (certainement remaniées) d'âge cuisien; il s'agit d'*Alveolina oblonga* D'ORB., forme A, *Alveolina rütimeyeri* H. forme A, ? *Glomalv.* cf. *minutula* REICHEL (détermination L. HOTTINGER). Cette faune montre qu'au Cuisien, la mer recouvrait certaines parties soit de notre région, soit de régions environnantes.

## 2. Tectonique.

Dans son Essai sur la géographie ancienne de la région de Genève, Ed. PARÉJAS suppose que le Salève « se marquait à l'Eocène, comme un pli à grand rayon sur lequel il est possible de mettre en évidence quelques ondulations axiales ». De même, notre région offrait à cette époque, une tectonique assez bien marquée. En effet, la carte paléogéographique (planche II) démontre l'existence de plis dans la partie orientale du massif des Bornes. Pourtant, si la partie centrale de notre territoire (région des Rochers de Leschaux) semble peu ondulée, ce que démontrent les isopaques du Sénonien inférieur et moyen, la région septentrionale est, à cette époque, affectée de plissements mieux marqués; ainsi, l'Anticlinal du Plateau d'Andey forme déjà une voûte assez élevée, dont le sommet sera vigoureusement érodé, avant la transgression priabonienne. D'autre part, celle-ci tronquera parfois les petits plis du calcaire sénonien inférieur et moyen, comme on peut le voir au nord-est du Chinaillon.

Enfin, partout, où nous avons pu mesurer direction et pendage de la couche transgressive et de la couche transgressée, nous avons reconstitué les directions et pendages antépriaboniens, en appliquant la formule de reconstitution des paléopendages (D. RIGASSI-STUDER. *Quelques problèmes de géologie géométrique*, 1960). Le nombre des paléopendages est malheureusement trop restreint et le territoire étudié trop petit, pour en tirer des conclusions. Nous remarquerons cependant l'existence de quelques directions Est-Ouest, obliques aux structures actuelles.

Outre l'existence de plis, JOUKOWSKY et FAVRE, dans leur monographie sur le Salève démontrent l'âge éocène ou même légèrement antérieur, des failles longitudinales de ce chaînon. Dans la partie orientale du massif des Bornes, nous avons également observé des cassures longitudinales, que nous comparerons par analogie aux failles longitudinales du Salève. Nous n'avons malheureusement jamais trouvé de dépôts sidérolithiques dans les brèches de failles. Cependant, comme au Salève, les failles transversales recoupent les failles longitudinales.

Sur la planche II, certaines cassures, par exemple, au nord du Mont-Saxonnex, sont indiscutablement antépriaboniennes. En effet, dans les gorges du Cé, au pied de l'église du Mont-Saxonnex, une faille longitudinale sépare deux compartiments :

1. Le compartiment sud-est, comporte la série suivante, de haut en bas :
  - Calcaire priabonien transgressif, avec conglomérat de base.
  - Urgonien.
2. Le compartiment nord-ouest, plus complet stratigraphiquement, montre de haut en bas :
  - Calcaire priabonien transgressif, avec épais conglomérat de base.
  - Sénonien inférieur et moyen.
  - Gault.
  - Urgonien.

Cette faille est donc antépriabonienne, puisque la transgression de la mer du Priabonien s'est avancée sur un substratum déjà compartimenté.

Nous avons pu faire les mêmes observations, en différents points de notre territoire compris entre Arve et Borne. Ici, donc, les failles sont post-sénoniennes et pré-priaboniennes. Au Salève, nous avons dit qu'elles sont présidérolithiques ; mais quel est l'âge du Sidérolithique au Salève ?... Car, si aux Echelles, ces dépôts continentaux sont Yprésien, ils deviennent Lutétien-Ludien au Mormont, Yprésien-Lutétien au Chamblon et Yprésien-Ludien, près d'Olten. Nous devons, donc, mettre les vieilles structures du massif des Bornes en relation :

1° soit, avec les orogénèses laramiennes, comparables à celles qui ont permis, dans le Dévoluy, une discordance entre le Sénonien et le Maestrichtien.

2° soit avec une orogénèse pré-pyrénéenne (limite Eocène inférieur-Eocène moyen, ou Eocène moyen-Eocène supérieur).

Nous écarterons les secondes hypothèses. En effet, dans des régions très proches de notre territoire (Roc-de-Chère), la sédimentation est ininterrompue entre le Lutétien et le Priabonien, ce qui exclut l'hypothèse d'une phase tectonique importante à cette époque. D'autre part, le sidérolithique, avant tout dépôt de karsts et de grottes, n'a pu se développer avec une telle ampleur que dans une région préalablement soulevée; ainsi, nous pensons que les failles longitudinales et les plis anciens du massif des Bornes sont en relation avec l'orogénèse laramienne. Nous considérons du même type, le système de failles longitudinales, sur le versant sud-est, de l'Anticlinal du Bargy. Les preuves de l'âge antépriabonien de ces failles ne sont pas rigoureuses; mais, il semble cependant qu'elles existaient déjà à l'Eocène et qu'elles ont rejoué lors du paroxysme du plissement. Par prudence, nous n'avons indiqué qu'une seule de ces cassures dans la région sud-est du Roc-des-Tours et du col de la Colombière.

En conclusion, entre la régression de la fin du Crétacé et la transgression tertiaire, la partie orientale du massif des Bornes a subi une phase de plissement en même temps que d'érosion, sous un climat chaud et humide.

## VII. NUMMULITIQUE-CLASSIFICATION

L. MORET dans son Mémoire sur la Géologie du massif des Bornes consacre une très large place à l'étude du Nummulitique. Les variations d'épaisseurs et de faciès dans le détail sont telles qu'après avoir levé banc par banc, de nombreuses coupes stratigraphiques (qui seront publiées ultérieurement), on peut reprendre la phrase de L. MORET: l'on peut dire sans exagération qu'il reste encore beaucoup à glaner sur ce terrain.

Dans notre région, la transgression tertiaire se fera par à-coups. Au Lutétien déjà, une première avance se manifeste dans la partie septentrionale de notre territoire. Puis, plus tard des lagunes et des bras de mer laissent de puissants dépôts détritiques de faciès identiques aux couches des Diablerets, surtout au nord-est. Puis, dès le Priabonien supérieur,

la mer envahit et submerge toute la partie orientale du massif des Bornes, à l'exception de la petite île de Prêle. A la fin du Priabonien et au début du Sannoisien, le bassin s'enfonce, la mer s'approfondit, les faciès s'enrichissent en matières argileuses; puis, après un maximum d'approfondissement, le bassin se comble complètement au Rupélien et la mer se retire définitivement, laissant une épaisse série marneuse, micacée, comprenant des intercalations détritiques, grossières, à débris volcaniques.

Après cette courte esquisse paléogéographique, nous proposons une classification différente de celle de L. MORET et voisine de celle de D. RIGASSI.

<i>milieu</i>	<i>apports clastiques</i>	<i>ETAGE</i>	<i>Lithologie</i>
<i>nérit.-saum.</i>	exotiques	RUPELIEN	8-Grès de Bonneville
<i>marin</i>			7-Schistes marno-micacés (avec grès du Val d'Illeiz)
<i>mer ouverte</i>	SANNOISIEN		6-Schistes à Meletta
		5-Marnes à Foraminifères	
<i>néritique</i>	locaux	PRIABONIEN	4-Calcaire gréseux à Foraminifères arénacés
<i>néritique-périrécifal</i>			3-Calc. et conglomérats à <i>N. incrassatus</i> , <i>N. fabianii</i> , <i>N. chavannesi</i> , <i>N. garnieri</i> et <i>Discocyclines</i>
<i>nérit.-saum.</i>			2-Couches des Diablerets à <i>Cerithium diaboli</i> (?)
<i>néritique</i>			LUTETIEN
			1-Calc. et grès à <i>N. aturicus</i> , avec congl. de base et Alvéolines du Cuisien remaniées

TABLEAU 4.

*Stratigraphie du Tertiaire des Chaînes subalpines*

## VIII. LUTÉTIEN

La présence du Lutétien a été découverte, pour la première fois, dans la partie orientale du massif des Bornes, au Roc de Monteschet (Anticlinal de la Pointe d'Andey) par Y. GÜBLER et ses élèves. Les deux seuls gisements de Lutétien que nous avons rencontrés et étudiés sont:

1) celui du Roc de Monteschet (coord. Lambert: 916,8/124,8), surmontant le Sénonien inférieur et moyen à faciès « couches rouges », et surmonté du Priabonien à petites Nummulites; 2) celui du Ruisseau de Pierre-Lente (coord. Lambert: 918,4/125,2), en aval de Brison, surmonté par les Couches des Diablerets et situé dans une position tectonique complexe. D'autre part, C. HOUAREAU signale la présence de grandes Nummulites dans le conglomérat de base des gorges du Cé, près Mont-Saxonnex. Nous n'avons pas retrouvé ces grandes Nummulites, mais des galets de calcaire gréseux à faciès lutétien. Il s'agit donc, dans ce cas, du remaniement d'un gisement lutétien, lors de la transgression priabonienne.

Nous ne donnerons ici que la coupe du Lutétien du Roc de Monteschet, relevée banc par banc, à l'altitude de 1305 m. De haut en bas:

#### Lutétien.

Niveau	16	1,00 mètre.	Microbrèche à éléments de calcaire très gréseux ( $\varnothing$ maximum des éléments: 1,5 cm), de calcaires (débris de tests (?)), de quartz ( $\varnothing$ max.: 1 cm.; dispersés, malclassés), à ciment calcaire très gréseux, rougeâtre avec oxydes de fer. Petites Nummulites.
	15	2,00 m	Couverture végétale.
	14	0,20 m	= niveau 12.
	13	1,00 m	Couverture végétale.
	12	0,90 m	Brèche intraformationnelle avec éléments de calcaire fin, et ciment gréseux, grossier, avec grains de quartz mal classés, roulés ( $\varnothing$ max.: 1 cm). Patine gris-blanchâtre.
	11	0,20 m	Couverture végétale.
	10	3,00 m	= niveau 9, ( $\varnothing$ maximum du quartz: 2 cm). Pas de végétation.
	9	2,00 m	Calcaire gréseux, à patine gris clair, avec lentilles de grès grossier, mal classé, à patine brun-noirâtre, avec quartz roulés ( $\varnothing$ max.: 1 cm).
	8	0,20 m	Couverture végétale.
	7	2,00 m	Calcaire à patine gris-jaunâtre, très gréseux, peu glauconieux, à grandes Nummulites (A) (probablement <i>N. aturicus</i> ) et quelques petites Nummulites.
	6	2,30 m	= niveau 5, avec grandes et petites Nummulites, quelques Gastéropodes et autres Mollusques. Pas de joint supérieur.
	5	1,30 m	= niveau 3, mais prédominance du faciès calcaire; le grès entoure les éléments plus calcaires et l'aspect de la roche est conglomératique, avec ciment gréseux jaune-brunâtre à rose. Sur le haut du banc:

			Gastéropodes, Térébratules, <i>N. aturicus</i> , <i>Alveolina</i> sp., et Foraminifères arénacés. Joint supérieur, mal marqué, discontinu.
Niveau	4	0,90 m	= niveau 3.
	3	0,80 m	Calcaire gréseux, pulvérulent, massif, à patine gris-blanchâtre, avec passées et croûtes de grès jaunâtre, grossier, mal classé, à gros éléments de quartz arrondis ( $\varnothing$ max.: 0,5 cm), à patine brun-jaunâtre. Joints discontinus, mal marqués.
	2	2,00 m	Couverture végétale.

#### Sénonien inférieur et moyen.

Niveau	1	Couches rouges du Crétacé supérieur.
--------	---	--------------------------------------

V. ROVEDA, qui a fort aimablement examiné plusieurs de nos échantillons, a reconnu *Nummulites aturicus* (ex *N. perforatus*), caractéristique du Lutétien. Mais, dans la coupe de Pierre-Lente, les Alvéolines qui accompagnent les grandes Nummulites, doivent se rapporter aux espèces *Alveolina oblonga* D'ORB. formes A, *Alv. rütimeyeri* H. formes A, ?, *Glomalv. cf. minutula* REICHEL, selon l'avis de L. HOTTINGER. Or, ces espèces caractérisent le Cuisien. Il nous faudra donc admettre un remaniement du Cuisien ou un apport de matériel de cet âge, par la mer lutétienne. Notons encore la présence dans ces niveaux, de *Rotalia* du groupe *Hensoni* SMOUT, de *Linderina* sp. et de ? *Eorupertia* sp.

## IX. COUCHES DES DIABLERETS

Recouvrant le Lutétien, ou plus souvent transgressant directement sur les terrains secondaires, les Couches des Diablerets affleurent sur une assez faible portion de notre territoire.

Le petit gisement du Chouet (coord. Lambert: 916,2/119,4), au sud-ouest du Plateau de Cenise, renferme des lits charbonneux assez purs, pour avoir été exploités autrefois (*Journal des Mines* du 1<sup>er</sup> nov., An III (1795)). L'analyse de deux échantillons recueillis dans les galeries, donnent les rapports suivants:

	<i>Echantillon 1</i>	<i>Echantillon 2</i>
Cendres . . . . .	54,73%	45,83%
Matières volatiles . . . .	24,21%	27,14%
Carbone fixe (sur sec) . .	21,06%	27,03%

Nous avons relevé la coupe ci-dessous, à l'entrée de la mine, sur rive gauche du Jallandre, dans l'ancien couloir de descente du charbon:

### Priabonien supérieur.

- Niveau 9 9,50 mètres. Calcaire très gréseux (quartz détritique subanguleux à subarrondi,  $\varnothing$  max.: 0,5 mm), riche en FeS (et FeO), très peu glauconieux (glauconie détritique), avec petits galets microscopiques de Santonien (F). Débris de tests de Mollusques (F) et d'Echinodermes (radioles d'Oursins); Corallinacées (F); Foraminifères arénacés (R) (dont Textularidés), *Cibicides* sp. (R), *Rupertia* sp. (?) (R); Bryozoaires (R). Débris de Foraminifères (F) dont certains sont remaniés et d'âge santonien. Tourmaline et zircon (RR).  
Ce calcaire gréseux comprend des lits conglomératiques (à 1,80 m de la base du niveau, par exemple) de 10 à 20 cm d'épaisseur et dont les éléments atteignent au maximum 10 cm. Quelques rares joints de stratification.

### Couches des Diablerets (Priabonien inférieur)

- |        |   |        |   |
|--------|---|--------|---|
| Niveau | 8 | 0,55 m | niveau 7.   |
|        | 7 | 0,50 m | = niveau 6, avec un diastem.  |
|        | 6 | 0,50 m | Grès calcaire massif, à patine beige-brunâtre, charbonneux surtout à la base.   |
|        | 5 | 0,80 m | Calcaire marneux schisteux, brunâtre foncé, microconglomératique à débris calcaires, débris charbonneux et fins lits de charbons; riche en FeS (et FeO). Lentilles conglomératiques avec essentiellement galets de Santonien ( $\varnothing$ maximum des éléments: 20 cm). Mollusques écrasés (deux exemplaires de <i>Meretrix</i> sp. probablement).   |
|        | 4 | 1,50 m | Zone couverte par l'éboulis, et correspondant aux lits charbonneux et conglomératiques, bien visibles dans la mine et autrefois exploités.  |
|        | 3 | 0,35 m | Calcaire marneux schisteux, gréseux ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,5 mm), brunâtre, charbonneux, très riche en FeS (et FeO), fossilifère: débris de tests de Mollusques (F) (Bivalves), de Foraminifères (F): Miliolés (RR); <i>Microcodium</i> (F); Corallinacées (F) (dont <i>Lithophyllum</i> sp.). Quelques lentilles conglomératiques à galets ( $\varnothing$ max.: 5 cm) essentiellement de Santonien, à Globotruncanidés caractéristiques. |
|        | 2 | 0,05 m | Grès charbonneux tectonisé, avec filonnets de calcite. Niveau discordant sur le Santonien.  |

**Sénonien inférieur et moyen.**

Niveau 1 Calcaire fin peu marneux, peu ferrugineux, avec surface supérieure ondulée, conglomératique sur une très faible épaisseur, le ciment étant identique au faciès du niveau 2. Lagenidés, *Cadosina* sp., *Pithonella* sp. (R), *Globigerinella* (F) (dont *Gl. aequilateralis*), *Gümbelina* (F) (dont *G. globulosa*), Rotalidés (RR), *Globotruncana* (R) bicarénées du groupe *lapparenti* dont *Gl. lapparenti tricarinata*; débris d'Algues (F), de tests de Mollusques (RR).

D'autre part, comme l'indiquent les isopaques de la planche II, le faciès des Couches des Diablerets est très bien développé dans la région du Bois de l'Arsé, et plus à l'Est. Au Bois de l'Arsé, cette formation a transgressé sur une zone déjà fracturée (faille longitudinale antépriabonienne). Alors que le compartiment sud montre une série quasi-complète (Albien et Sénonien) sous les Couches des Diablerets, le compartiment nord surélevé avant la transgression, a subi une érosion plus violente, qui démantela le Sénonien inférieur et moyen et le Gault. L'épaisseur maximale de ce faciès dans notre région atteint 55 m. La description de la coupe stratigraphique, bien observable sous la route Brison-Solaison (coord. Lambert: 917,7/123,8), montre l'allure séquentielle du faciès des Couches des Diablerets.

Niveau 15	1,00 mètre.	Grès.
14	0,40 m	Conglomérat à éléments arrondis, stratifiés (∅ max.: 10 cm), perforés par de nombreux lithophages.
13	7,30 m	Grès massif, charbonneux, à ciment calcitique, à odeur bitumineuse. Joint inférieur bien marqué.
12	4,80 m	Grès massif, semblable au niveau 13. Joint inférieur mal marqué.
11	3,00 m	Grès moyen glauconieux, charbonneux, avec petits éléments calcaires rubéfiés, et quelques petits éléments de silex. Joint inférieur discontinu.
10	3,30 m	= niveau 11, avec une passée plus schisteuse sur une dizaine de centimètres.
9	1,00 m	Conglomérat.
8	3,50 m	Grès marneux brun foncé, peu glauconieux, charbonneux, peu schisteux.
7	1,00 m	Grès marneux, peu schisteux, peu charbonneux.
6	0,10 m	= niveau 7, très charbonneux.
5	0,60 m	= niveau 7.
4	0,10 m	= niveau 7, av. quelques traces de Lamellibranches.
3	1,80 m	Grès charbonneux, marneux, peu schisteux, avec lentilles conglomératiques de 5 cm d'épaisseur maximum (∅ maximum des éléments: 1 cm (silex et calcaires)). Quelques traces de Lamellibranches.

Niveau	2	0,50 m	= niveau 7.
	1	11,00 m	Conglomérat à galets anguleux et arrondis, mal classés, à ciment très calcaire. Galets de silex, et de calcaires urgoniens et sénoniens.

Le Sénonien apparaît environ à 1 ou 2 m en dessous du niveau 1, de la coupe stratigraphique ci-dessus.

Lors d'une excursion, avec F. WELLHAÜSER, sur le chemin conduisant de Chavannes à Malatré (coord. Lambert: 918,3/124,3), nous avons découvert un gisement très riche en fossiles bien conservés. L'étude de ce gisement fera l'objet d'une petite note, car, partout ailleurs, la faune est rare ou mal conservée; jusqu'alors nous n'avons recueilli que de mauvais exemplaires de *Spondylus* sp. (?), cf. *Meretrix Villanovae* DESHAYES (détermination S. FRENEIX), et cf. *Cardium (Nennocardium) breve* FRAUSCHER. En 1959, M. ALONSO avait recueilli *Cyrena* cf. *sirena* BRONGNIART et *Ostrea* groupe de *multicostata* DESHAYES (déterminations S. FRENEIX).

Suivant les auteurs (HÉBERT et RENEVIER, BOUSSAC, MORET), nous considérons les Couches des Diablerets, comme d'âge priabonien inférieur.

Dans la partie sud-ouest du Synclinal de Delaire, au bord de la route D12, affleurent, sur une épaisseur de 25 m, des bancs de calcaires plus ou moins gréseux et marneux, avec délits schisteux charbonneux; ce faciès renferme, outre de nombreux Foraminifères (excepté des petites Nummulites), des Coraux, des Huitres, des Pectinidés, des Corallinacées et des Bryozoaires. Cette série, riche d'ailleurs en indices d'huile, est rattachable par son faciès aux Couches des Diablerets. L'intérêt de cette coupe est surtout sédimentologique; en effet, le fond du synclinal légèrement ondulé, est tapissé par les couches précitées, puis, par-dessus, repose horizontalement, avec un plan de discordance très net, un calcaire encore conglomératique à petites Nummulites et autres Foraminifères, Corallinacées, Bryozoaires et débris de Mollusques. Le mode de sédimentation de cette série est de type paralique.

## X. PRIABONIEN SUPÉRIEUR

Ne présentant ici qu'un résumé de nos recherches, nous n'exposerons pas en détail, la description des cinquante coupes stratigraphiques que nous avons levées banc par banc. Nous ne donnerons ici que des généralités sur les faciès, la faune et la paléogéographie.

### 1. Faciès.

La planche III représente schématiquement les variations d'épaisseur et de faciès du Priabonien.

A. ZONE INFÉRIEURE. La base du Priabonien est généralement conglomératique. Les éléments qui ne dépassent que très rarement 10 à 20 cm de diamètre sont composés de Sénonien inférieur et moyen (calcaires à *Globotruncana* et silex), d'Albien (grès glauconieux et phosphatés), d'Urgonien (calcaire pseudoolithique) et d'Hauterivien supérieur (calcaire gréseux à spicules de Spongiaires). Lorsque le Priabonien surmonte le Lutétien ou les Couches des Diablerets, il comporte, à la base, des éléments des couches sous-jacentes, remaniées. Par endroits, les galets du conglomérat d'âge priabonien, sont perforés par de nombreux lithophages; les cavités sont actuellement remplies par le faciès transgressif. Le faciès du ciment du conglomérat de base est en relation étroite avec le substratum, sur lequel transgresse le Priabonien. Si la transgression se fait sur le Gault, le ciment est gréseux et glauconieux, peu carbonaté, et même parfois riche en fossiles albiens. Au sud-est du Mont-Saxonnex, sous le nouveau ski-lift, (coord. Lambert: 921,6/124,7), le conglomérat de base (ou mieux, la brèche de base) est composé de galets généralement anguleux, mal classés, atteignant 0,30 m de diamètre; ce faciès conglomératique se développe sur 1 m de puissance, et comporte des éléments essentiellement de Sénonien inférieur et moyen (calcaires et silex plus rares), plus rarement d'Albien moyen et supérieur; le ciment, par contre, est un grès moyen, très glauconieux, verdâtre à vert-jaunâtre, renfermant la faune caractéristique de l'Albien supérieur: *Leymeriella* sp., *Inoceramus sulcatus* PARKINSON, *Aporrhais* sp., *Terebratulula* sp., etc... L'ornementation de ces fossiles phosphatés est bien conservée, ce qui prouve un remaniement sans long transport et de courte durée.

D'autre part, en plusieurs points de notre région (Plateau de Cenise, Col de la Colombière), le Priabonien transgresse sur le Sénonien inférieur et moyen, sans conglomérat de base, et en n'accusant qu'une très faible discordance angulaire. Le sommet du Sénonien est alors souvent perforé par les lithophages, et généralement dans ce cas, transgresse directement un calcaire très peu microconglomératique à petites Nummulites et Corallinacées principalement.

B. ZONE MOYENNE. Le Priabonien dans son ensemble, est formé soit de calcaire gréseux microconglomératique, soit de calcaire plus ou moins gréseux: c'est un faciès bio-détritique. Nous n'avons pas pu mettre en évidence des relations certaines entre les niveaux transgressifs et transgressés, si ce n'est pour le ciment du conglomérat. Ceci est dû à l'action des courants qui éloignaient le matériel détritique de leur centre d'émission. La coupe du Priabonien près de l'Oratoire de Delaire (Synclinal de Delaire) (coord. Lambert: 913,70/122,84), montre à partir de la base, une première zone de 46 m, formée d'un conglomérat passant progressivement à un calcaire conglomératique, puis microconglomératique, puis détritique; les galets sont en majorité d'âge Sénonien inférieur et moyen. Puis, au-dessus, une deuxième zone de 29 m, répète la même succession de faciès, mais les éléments, cette fois, sont en grande partie urgoniens. Dans un tel cas, deux interprétations sont possibles; soit la région a été balayée par plusieurs courants s'alimentant en matériel détritique en des centres d'émission différents, soit, les courants d'apport étant les mêmes, la transgression priabonienne décapa successivement la couverture de Sénonien inférieur et moyen, puis le Gault (dont l'érosion fournira le quartz et la glauconie) et enfin l'Urgonien.

D'autre part, le calcaire gréseux, microconglomératique, renferme souvent des lentilles conglomératiques dont les éléments sont de l'ordre du centimètre.

Quel que soit le faciès sous lequel se présente le Priabonien, il renferme presque toujours des hydrocarbures. Citons seulement les petites poches de la grosseur du pouce, d'huile verte, très volatile, si nombreuses dans les couches qui tapissent le fond du Synclinal de Delaire, et dans la grande carrière au nord du Grand-Bornand, où l'on exploite la pierre pour le ballast.

C. ZONE SUPÉRIEURE. Lorsque le calcaire bio-détritique passe graduellement à la formation supérieure des « Marnes bleues à Globigérines et autres Foraminifères », il se charge vers le haut, de particules argileuses, et prend alors un faciès de calcaire marneux, dépourvu de petites Nummulites. Dans les synclinaux internes (Brison, Cenise, Colombière) nous avons pu mettre en évidence un horizon repère jusqu'alors inconnu et riche en grands Foraminifères arénacés: nous l'appellerons la zone à grands Foraminifères arénacés.

Pour exemple, la coupe du Col de la Glacière (coord. Lambert: 917,8/121,8) montre la succession suivante, de haut en bas :

**Marnes à Foraminifères.**

- 0,50 mètre. Marnocalcaire schisteux, gris-bleu, peu gréseux, riche en FeS (et FeO) épigénisant les Globigérines (A) et les autres Foraminifères.
- 0,35 m Couverture végétale.

**Zone à grands Foraminifères arénacés.**

- 1,00 m Série de bancs à patine rousse, de calcaire très gréseux surtout vers le bas, marneux surtout vers le haut, glauconieux, riche en FeS (et FeO). Grands Foraminifères arénacés (A); Corallinacées et petites Nummulites (F); Pectinidés (A) (dont *Chlamys deleta* MICHELOTTI (?)).

**Calcaire priabonien à petites Nummulites.**

- 0,35 m Banc avec un diastem, de calcaire très gréseux (quartz détritique subanguleux à subarrondi, assez bien classé de diamètre maximum 0,4 mm) avec de très rares grains de glauconie détritique. Corallinacées et petites Nummulites (A) et autres Foraminifères (R) (dont *Cibicides* sp. (?)); débris de tests de Mollusques (R) (dont Pectinidés) et d'Echinodermes.

**2. Faune.**

A. POLYPIERS. Les Polypiers sont abondants dans le Priabonien, mais très souvent brisés, roulés et mal conservés. Ils abondent particulièrement dans le faciès conglomératique du Synclinal de Delaire et dans les niveaux très calcaires à petites Nummulites et Discocyclines. J.-P. CHEVALIER nous a donné les déterminations suivantes sur les meilleurs exemplaires:

- Pattalophyllia* sp.  
*Pattalophyllia cyclolitoides* BELL sp.  
*Pattalophyllia* cf. *subinflata* CAT. sp.  
*Caulastraea* nov. sp.

B. ECHINODERMES. L. MORET signale la présence d'Oursins spatangiformes au nord du Grand-Bornand. Personnellement, nous n'avons malheureusement pas trouvé d'Oursins déterminables, mais nous avons tenté d'en analyser les radioles. A. DEVRIES a très aimablement examiné nos dessins, mais il nous écrit que « la détermination spécifique est très délicate; on peut indiquer le groupe (ordre ou famille, genre parfois) auquel appartient l'Oursin ». Ce spécialiste pense toutefois avec beaucoup de réserves que l'on a affaire à des Cidaridés, Spatangidés et

Clypeastroides. Relevons que la présence des Oursins n'est pas liée au faciès; leur répartition est très large.

C. MOLLUSQUES. Les débris de tests de Mollusques abondent souvent dans nos lames minces. Nous n'avons pas découvert de Gastéropodes complets permettant une détermination. Dans son Mémoire, L. MORET note de grosses Natices dans la région du Grand-Bornand.

1. HUITRES. Les grandes Huitres sont abondantes dans le Priabonien et sont généralement associées aux Pectinidés. Il est très difficile de les dégager; elles sont rarement conservées entières, et ne permettent pas de déterminations spécifiques.

2. PECTINIDÉS. Les Pectinidés quoique abondants, sont très rarement déterminables. Ces Mollusques se trouvent généralement dans des niveaux où pullulent les petites Nummulites. S. FRENEIX a reconnu *Chlamys* cf. *biarritzensis* D'ARCHIAC.

D. MICROFAUNE. La microfaune est très riche en nombre et en espèces. Nous ne donnerons ici que la liste faunistique et présenterons ultérieurement les dessins des principales sections des organismes cités.

1. PETITES NUMMULITES. C'est V. ROVEDA qui a étudié nos Nummulites à partir de surfaces altérées, de lames minces et de très nombreux dry-pells. Les petites Nummulites si précieuses stratigraphiquement abondent dans les faciès calcaires, peu détritiques. Elles montrent une plus grande variété, en même temps qu'une plus grande abondance dans la partie sud-est que dans la partie nord-ouest de notre territoire. Alors que les deux synclinaux les plus externes (Synclinaux de Dessy et de Delaire) ne renferment que peu de petites Nummulites et que l'espèce *N. incrassatus*, les synclinaux de Cenise et du Reposoir contiennent par endroits une véritable lumachelle de petites Nummulites où les quatre espèces suivantes sont représentées:

*Nummulites chavannesi* DE LA HARPE  
*Nummulites garnieri* DE LA HARPE  
*Nummulites fabianii* (PREVER)  
*Nummulites incrassatus* DE LA HARPE.

Au nord-est du col de la Colombière, notons la présence de forme intermédiaire entre *Nummulites fabianii* et *N. intermedius* D'ARCHIAC.

Récemment, J. MARTINI nous a signalé la présence de plusieurs autres espèces de Nummulites dans le massif des Bornes et plus particulièrement sur notre territoire. Son étude (à paraître) complètera ainsi notre travail, dans ce domaine.

2. DISCOCYCLINES. Les Discocyclines abondent dans les faciès calcaires, très riches en petites Nummulites; on les découvre souvent lenticulairement. Elles sont absentes dans la partie nord-ouest de notre territoire; par contre, elles pullulent au sud-est, mais ne sont distribuées que sur une faible portion de l'ensemble du Priabonien.

3. AUTRES FORAMINIFÈRES. Nous ne répéterons pas la liste faunistique du tableau de la Planche III. *Operculina alpina* est liée à la présence de petites Nummulites et, par conséquent, se trouve dans des faciès très calcaires. Les Rotalidés sont liés au faciès; une étude de leur répartition montrerait certainement leur étroite dépendance avec celui-ci: en effet, ils abondent d'autant plus que le faciès est détritique et gréseux. Les genres *Chapmannina*, *Halkiardya* et *Planorbulina* sont rares, alors que la famille des Miliolidés est très largement répandue, indépendamment du faciès. Enfin, les Globigérines commencent à apparaître seulement sur le sommet du Priabonien, tout comme les grands Foraminifères arénacés. De plus, L. HOTTINGER a découvert la présence de *Storsella DROOGER*. Ce genre n'a jamais été signalé dans l'Eocène des Alpes; « il s'agit sans doute d'une espèce à bâti plus fin et léger que celui de l'espèce type *Guatemala* ».

E. BRYOZOAIRES. Les Bryozoaires sont très fréquents et toujours fragmentaires. Ils accompagnent les Corallinacées à l'état de débris, ce qui en rend l'étude difficile.

F. MICROCODIUM. Nous signalerons seulement la présence dans plusieurs de nos lames minces, de ces curieux encroûtements de calcite, d'origine organique ou minérale.

### 3. Flore: Corallinacées.

Les Corallinacées sont omniprésentes, mais abondent particulièrement quand le faciès est calcaire et peu détritique. M<sup>me</sup> P. LEMOINE a accepté avec bienveillance de déterminer la flore de plusieurs lames

minces renfermant les espèces ci-dessous, qui, si elles n'ont pas une valeur stratigraphique majeure, offrent un intérêt tout spécial du point de vue écologique.

#### Corallinées.

*Corallina*

*Jania nummulitica* LEMOINE

*Amphiroa propria* LEMOINE (?)

#### Mélobésiées.

*Lithophyllum densum* LEM.

*Lithophyllum dubium* LEM.

*Lithophyllum mengaudi* LEM.

*Lithophyllum quadrangulum* LEM.

*Lithophyllum simplex* LEM.

*Lithophyllum* sp. A

*Lithophyllum* sp. B

*Lithophyllum* sp. C

*Lithophyllum* sp. D

*Dermatolithon* sp.

*Archaeolithothamnium* sp.

*Mesophyllum Pfenderae* LEM.

*Mesophyllum suganum* ROTHPLETZ

*Mesophyllum* sp. A

*Mesophyllum* sp. B

*Lithothamnium Andrusovi* LEM.

*Lithothamnium Botilli* LEM.

*Lithothamnium Paurai* LEM.

*Lithothamnium Moreti* LEM.

*Lithothamnium Minae* LEM.

*Lithothamnium obstrusum* AIROLDI

*Lithothamnium* sp. A

*Lithothamnium* sp. B

*Lithothamnium* sp. C

*Lithoporella melobesioides*

*Melobesia* sp.

Puis, M<sup>me</sup> P. LEMOINE nous écrit: « Ces algues ont dû trouver dans cette mer des conditions favorables: rivages de côtes ou d'îlots, ou terrasses à une profondeur de moins de 80 m, mer de salure normale, eau pure et agitée.

Les Corallinées sont représentées par 3 genres et 3 espèces, en rares débris.

Mélobésiées abondantes en multitude de thalles appartenant à 7 genres et plus de 25 espèces.

La plupart de ces thalles étaient presque libres sans doute, épiphytes sur des Algues rouges ou brunes; d'autres fixées sur rochers ou cailloux. Ce sont en général des Algues de petites tailles, en thalles de moins de 1,5 mm d'épaisseur (16 espèces et parmi elles 12 de moins de 0,5 mm); quelques-unes (6 espèces) étaient frutescentes et avaient l'aspect de massifs de branches fines dont nous n'observons que de minuscules fragments; enfin, trois formaient des croûtes mamelonnées fixées.

Il est difficile de préciser à quelles distances des stations, ont vécu ces Algues; aucune ne semble s'être fossilisée sur place; toutes ont dû être amenées par les courants et réduites en débris par ce transport; la région de Delaire dans laquelle les débris sont plus petits et moins abondants, serait plus éloignée du lieu d'origine que les autres stations.

L'existence des genres tropicaux *Lithoporella*, *Archaeolithothamnium* et *Mesophyllum* indique le caractère chaud de cette mer; de ces trois genres le plus intéressant est le minuscule *Lithoporella*; sa présence est à souligner; c'est en effet, le plus caractéristique de la flore tropicale, car il a disparu à l'époque actuelle de la Méditerranée, tandis que les deux autres genres y sont encore représentés par des espèces reliques (*Archaeolithothamnium*, 1 espèce; *Mesophyllum*, 2 espèces).

Une trentaine d'espèces d'Algues calcaires appartenant à 10 genres ont donc vécu dans cette petite région privilégiée du massif des Bornes, entre Arve et Borne; six d'entre elles sont connues dans la région voisine étudiée par L. MORET; un certain nombre ont été signalées au Nummulitique en différentes régions: Espagne, SW de la France, Carpathes. La plupart ont été dénommées, quelques-unes n'avaient pas reçu de nom spécifique.

L'*Archaeolithothamnium* pourvu de sporanges, déjà observé à la base de l'Oligocène du sondage des Abatilles (Aquitaine), mériterait d'être décrit, ainsi que *Dermatolithon*, déjà connu dans le Nummulitique d'Espagne.

Plusieurs espèces désignées sous les lettres A, B, sont peut-être des espèces nouvelles, mais, elles sont stériles.

*Lithoporella melobesioides* n'a pas de valeur stratigraphique, l'espèce nummulitique ne peut être distinguée de l'espèce néogène, ni de l'espèce actuelle. »

#### 4. Paléogéographie.

Comme l'indique M<sup>me</sup> P. LEMOINE, la mer priabonienne était peu profonde et agitée, ce qui explique l'aspect biodétritique des faciès de cette formation.

Mais quel était l'état du substratum lors de la transgression ? La carte paléogéographique de la planche II, montre de très grandes variations d'épaisseur des dépôts priaboniens. Si à Prêle (coord. Lambert: 913,85/124,1), une île émergeait, par contre à 1.200 m plus au sud, la mer priabonienne a déposé 80 m de sédiments. Si l'on suppose que les épaisseurs maximales de dépôts correspondent aux plus grandes profondeurs de la mer priabonienne, la région de Delaire et la partie nord-est du col de la Colombière correspondent aux fonds d'anciens bassins. Par contre, un haut-fond occupe la partie centrale et occidentale de notre région. A l'ouest, en effet, le Priabonien à petites Nummulites n'atteint pas même 1 m d'épaisseur.

D'autre part, les isopaques du Priabonien n'épousent pas la direction des grandes lignes géologiques antépriaboniennes. Au nord, par exemple, les isopaques recoupent perpendiculairement les lignes structurales. Par contre, dans la région centrale, les isopaques suivent en direction les structures du Sénonien inférieur et moyen, données par leurs propres isopaques. Mais, si les structures géologiques étaient seules déterminantes, à une zone synclinale du Sénonien devrait correspondre un maximum de dépôt priabonien, alors que sur une culmination anticlinale antépriabonienne, les isopaques priaboniennes devraient être faibles. Il n'y a pas compensation entre les isopaques des couches transgressées et celles des couches transgressives. Il faut donc, admettre que la transgression priabonienne s'est avancée sur une région non seulement plissée et faillée (comme nous l'avons montré plus haut), mais encore érodée et affectée d'un relief assez accentué. En effet, si les épaisseurs du Priabonien ne diminuent pas sur les axes des paléoanticlinaux et n'augmentent pas dans le fond des synclinaux, cela signifie qu'en plus de la tectonique, un autre facteur intervient : le relief de la région avant la transgression. Certaines « falaises » antépriaboniennes sont encore aujourd'hui conservées; ainsi, la paroi urgonienne qui domine Prêle est directement transgressée par les « Marnes bleues à Globigérines » et ne possède pas de couverture priabonienne sur son sommet alors qu'au pied s'est déposé un Priabonien

conglomératique; c'est la preuve d'une ancienne plage fossile dominée par une haute falaise attaquée et érodée par les vagues de la mer priabonienne.

En conclusion, au Priabonien, une mer chaude de type tropical s'avance dans la partie orientale du massif des Bornes déjà plissée, fracturée et travaillée par une érosion très active après le Sénonien. Au pied des falaises, les parois s'éboulent et les éboulis concassés, roulés par les vagues se répartiront au gré des courants sur tout le territoire. En outre, dans cette mer aux eaux pures et agitées, une faune et une flore luxuriantes se développent au maximum dans le sud-ouest.

## XI. MARNES A FORAMINIFÈRES

### 1. Faciès et paléogéographie.

Les « Marnes à Foraminifères » ou « Marnes à Globigérines » sont en réalité, dans notre région, des marnocalcaires, voire même des calcaires marneux, très schisteux, à patine gris bleuâtre à jaune-rouille, suivant le degré d'oxydation des sulfures de fer. Cette formation est souvent recouverte par la végétation, ce qui rend l'étude difficile, spécialement pour la mesure des épaisseurs.

Comme nous l'avons indiqué sur la planche III (où toutes les colonnes sont abaissées à partir d'un plan de référence: celui de la base des Marnes à Foraminifères), le passage entre le calcaire à petites Nummulites priaboniennes et la formation supérieure est progressif, si le sommet de la colonne est plan; mais, au cas où celui-ci est ondulé, le contact est brusque. Lorsque le passage aux Marnes à Foraminifères est progressif, le calcaire priabonien devient de plus en plus marneux soit à partir du calcaire biodétritique à petites Nummulites, soit à partir du calcaire très gréseux à grands Foraminifères arénacés. Par contre, au col de la Colombière, dans la coupe W (planche III), on observe une nette « disconformity » entre le calcaire priabonien à petites Nummulites et les Marnes à Foraminifères. Celles-ci n'ont plus que 11,75 m d'épaisseur et leur teneur en  $\text{CaCO}_3$  varie de 50 à 93%. A Prêle (Coupe G, planche III), les Marnes

à Foraminifères sont directement transgressives sur l'Urgonien, légèrement rubéfié, raviné et perforé par des lithophages; ici, la formation n'atteint que 4 m d'épaisseur et contient, à la base, quelques rares petites Nummulites remaniées.

A Dessy (coupe A, planche III), par contre, les Marnes à Foraminifères n'existent plus. Les « Schistes à Meletta » transgressent directement sur le calcaire biodétritique, à petites Nummulites (*N. incrasatus* ?); au contact des deux formations, sur la surface de ravinement, la glauconie abonde ainsi que la limonite. Dans la partie nord-ouest de notre région, les Marnes à Foraminifères sont donc absentes.

Il serait du plus grand intérêt d'établir une carte paléogéographique et isopachique des Marnes à Foraminifères. Comme nous l'avons dit plus haut, à Dessy, elles sont inexistantes alors qu'elles atteignent 4 m à Prêle, et 45 m au sud du Plateau de Cenise. Dans sa thèse, J. ROSSET, après avoir constaté le caractère transgressif des « Marnes bleues à Globigérines », écrit: « quand on suit la formation depuis la Clusaz vers le nord-est, on a l'impression d'une diminution d'épaisseur progressive du calcaire, et d'un développement corrélatif des « marnes bleues ». N'y aurait-il pas remplacement de l'un par l'autre ? ». Nous ne pensons pas. Les épaisseurs respectives du calcaire à petites Nummulites et des Marnes à Foraminifères sont indépendantes; elles ne varient ni en fonction parallèle, ni en fonction inverse; de plus, la présence en certains endroits d'une « disconformity » entre les deux formations semble exclure un principe de compensation.

D'autre part, les Marnes à Foraminifères renferment par endroits, des niveaux conglomératiques notamment à Delaire, sur le versant sud de l'Anticlinal du Bois de l'Arsé, sur le flanc nord-ouest du Bargy (à la hauteur du Lac Bénit), le long de la route Thuet-Mont-Saxonnex. C'est dans ce dernier gisement (coord. Lambert: 919,25/125,05) que nous avons relevé la coupe suivante, de haut en bas: (le niveau 1 se trouve environ à 25 m de la base de la formation des Marnes à Foraminifères).

Niveau	5		Moraine et couverture végétale.
	4	0,30 mètre.	= niveau 15.
	3	0,02 m	Calcaire microconglomératique, à petits éléments subarrondis de calcaire à faciès urgonien (parfois à Miliolles), très peu glauconieux (glauconie détritique et authigène), peu gréseux (quartz surtout détritique, $\varnothing$ max.: 0,5 mm), riche en FeS (et FeO). Débris de Corallinacées (F) (dont <i>Lithophyllum</i> ); Foraminifères (R) dont <i>Cibicides</i> sp. (?), <i>Dis-</i>

			<i>corbis</i> sp., Arénacés (Textularidés), <i>Globigerina</i> sp. (RR), Rotalidés (?). Débris de tests de Mollusques et d'Echinodermes (F). Les passages de ce banc sont symétriques, brusques.
Niveau	2	1,50 m	Marnocalcaire schisteux, à patine gris-bleu, gréseux, très peu glauconieux, riche en FeS (et FeO), avec fréquentes paillettes de muscovite, quelques débris charbonneux et nombreuses écailles de <i>Clupea</i> sp. (Meletta). Indices d'huile.
	1	0,40 m	Conglomérat à éléments arrondis à subarrondis essentiellement à faciès urgonien (calcaire pseudoolithique à Miliolles, Textularidés, Orbitolinidés, et débris de tests), rarement à silex ( $\varnothing$ max. : 1 cm), très rarement à éléments calcaires gréseux (Hauterivien (?)); ciment calcaire, peu gréseux ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,4 mm). Quelques traces charbonneuses. Les galets sont concentrés en certains points; parfois, amorces de galets mous. Petites Nummulites roulées (F), débris de Foraminifères (F), de tests de Mollusques, d'Echinodermes et de Bryozoaires. Peu de FeS (et FeO). On voit des pistes de vers sur la surface supérieure du banc. Nombreux indices d'huile.

Après avoir constaté les variations originelles de puissance, le caractère transgressif local et la présence de lentilles conglomératiques, nous pouvons conclure, semble-t-il, à l'existence d'oscillations tectoniques durant la formation des Marnes à Foraminifères, et déjà à la fin de la sédimentation du calcaire à petites Nummulites; celles-là seraient responsables soit du non-dépôt, soit de la formation de bombements. En effet, des bombements (et même des reliefs) antérieurs au dépôt, expliqueraient les variations de puissance ainsi que l'absence de Marnes à Foraminifères à Dessy. Ces bombements ne semblent pas avoir affecté le centre de notre région, mais ils prennent toute leur ampleur au nord et au nord-est alors qu'au sud-est, ils sont très peu marqués. Plus tard, au cours du dépôt des Marnes à Foraminifères, les petites oscillations tectoniques seraient à l'origine de l'ébranlement de pentes sous-marines.

Les éléments des lentilles conglomératiques sont disposés suivant un graded-bedding typique et les surfaces inférieures de bancs portent des pistes de vers. Enfin, soulignons que tous les éléments des conglomérats des Marnes à Foraminifères sont autochtones: Sénonien inférieur et moyen, Gault, Urgonien, Hauterivien (?). Nous n'avons jamais rencontré d'éléments allochtones, alors que c'est la règle pour les éléments constitutifs des grès de la formation supérieure (schistes marno-micacés).

## 2. Faune.

Nous avons déjà décrit avec F. WELLHÄUSER, la microfaune des Marnes à Foraminifères des chaînes subalpines de Haute-Savoie (*Bull. Ver. Schweizer. Petrol. Géol. u. Ing.*, 1962). Aussi nous ne donnerons ici que la liste faunistique, dans le tableau 5, ci-dessous.

Les organismes dégagés un à un à l'aide d'une épingle de botaniste et lavés avec un mouillant très puissant (Bradosol) ont été très aimablement déterminés par H. HAGN. Cette microfaune a été étudiée pour la première fois, dans les chaînes subalpines par D. RIGASSI en 1957, au pont de Naves. Nous avons retrouvé la plupart des espèces citées par cet auteur.

Dans toutes les coupes des différents synclinaux de la partie orientale du massif des Bornes, nous avons toujours observé un enrichissement progressif des Foraminifères pélagiques (Globigérines essentiellement), à partir de la base de la formation, à l'inverse des Foraminifères benthiques. Alors que dans les niveaux inférieurs, ceux-ci atteignent 95%, ils ne représentent que le 5% des Foraminifères, au sommet de la formation.

D'autre part, dans la partie inférieure, les Marnes à Foraminifères renferment de nombreuses empreintes de Mollusques (Pectinidés), Brachiopodes, etc..., pour la plupart trop jeunes pour posséder déjà des caractères spécifiques. Pourtant J. ROSSET signale dans les Aravis, *Chlamys subdiscors* D'ARCHIAC, *Chlamys parvicostata* BELLARDI.

## 3. Sédimentation.

Les fréquences de Foraminifères benthiques et pélagiques ont été relevées presque banc par banc, dans l'affleurement du talus nord-occidental de la route, au sommet du col de la Colombière. Les pourcentages de ces organismes traduisent un approfondissement du bassin de sédimentation du début à la fin du dépôt. En se référant aux travaux de GRIMSDALE et MORKHOVEN, les premiers niveaux de Marnes à Foraminifères se seraient déposés dans une mer d'une centaine de mètres de profondeur, tandis que la fin de la formation correspondrait à des profondeurs voisines de 1.000 m.

	Mathelon- pont de Naves (D. RICASSI 1957)	Synclinal de Delaire	Synclinal de Cenise	Synclinal du Reposoir (col Colombière)
<i>Alabamina oschmanni</i> Hagn		×		
<i>Anomalinoïdes affinis</i> Hantk.	×			
<i>Anomalinoïdes cf. dalmatinus</i> (Van Bellen)		×		
<i>Anomalinoïdes granosus</i> Hantk.	×			
<i>Bolivina nobilis</i> Hantk.	×			
<i>Bolivina vaceki antegressa</i> Subbotina			×	
<i>Bolivina vaceki</i> Schub. type et var. <i>glabra</i> Hagn	×			
<i>Cassidulina globosa</i> Hantk.			×	×
<i>Cibicides dalmatinus</i> Van Bellen	×			
<i>Cibicides cf. megomphalus</i> (Gumbel)		×		×
<i>Cibicides perlucidus</i> Nuttall			×	×
<i>Cibicides cf. ungerianus</i> (d'Orb.)			×	
<i>Clavulinoides alpinus</i> Cushm.			×	
<i>Clavulinoides szaboi</i> (Hantk.)	×		×	×
<i>Chrysalogonium</i> sp.		×		
<i>Cylindroclavulina rudislostia</i> Hantk.	×			
<i>Dentalina emaciata</i> Reuss			×	
<i>Dentalina pauperata</i> d'Orb.	×			
<i>Dorothia fallax</i> Hagn			×	
<i>Eponides umbonatus</i> (Reuss)			×	×
<i>Fronicularia budensis</i> Hantk.	×			
<i>Globigerina bulloides</i> d'Orb.	×			
<i>Globigerina dissimilis</i> Cushm. et Bermudez			×	×
<i>Globigerina eocaena</i> Gumbel				×
<i>Globigerina cf. trilocularis</i> d'Orb.		×		
<i>Globigerina yeguaensis</i> Weinzierl et Applin	×			
<i>Globulina cf. minuta</i> (Roemer)		×		
<i>Gyroidinoïdes girardanus</i> (Reuss)	×			×
<i>Gyroidinoïdes soldanii octocameratus</i> (Cushm. et Hanna)			×	×
<i>Haplophragmoides</i> sp.			×	
<i>Hopkinsina cf. citae</i> Hagn			×	
<i>Karrerella chilostoma</i> Reuss	×			
<i>Lagena</i> sp.				×
<i>Lenticulina</i> sp.			×	
<i>Marginulina behmi</i> (Reuss)				×
<i>Marsonella traubi</i> Hagn	×			
<i>Nodosaria latejugata</i> Gumbel	×			
<i>Nonion curviseptum</i> Subbotina			×	×
<i>Planularia carribeana</i> Bermudez			×	
<i>Planulina costata</i> (Hantk.)	×			×
<i>Planulina compressa</i> (Hantk.)		×		
<i>Pleurostomella acuta</i> Hantk.	×			
<i>Pullenia bulloides</i> (d'Orb.)				×
<i>Quinqueloculina</i> sp.		×		
<i>Rhizammina</i> sp.			×	
<i>Robulus arcualostriatus</i> (Hantk.)	×			×
<i>Robulus alatolimbatus</i> (Gumbel)			×	×
<i>Robulus aff. budensis</i> (Hantk.)				×
<i>Robulus aff. guttostatus</i> (Gumbel)				×
<i>Robulus aff. kressenoergensis</i> (Gumbel)			×	
<i>Robulus limbatus</i> (Bornem.)		×		×
<i>Robulus limbosus</i> (Reuss)	×		×	×
<i>Robulus porvaensis</i> (Hantk.)			×	×
<i>Robulus princeps</i> (Reuss)			×	
<i>Saracenaria hantkeni</i> Cushm.	×			×
<i>Spirosplectammina carinata</i> (d'Orb.)	×			×
<i>Stilostomella cf. pumilio</i> (Gumbel)			×	×
<i>Tritaxilina pupa</i> (Gumbel)			×	×
<i>Uvigerina eocaena</i> Gumbel	×			×
<i>Uvigerina cf. hantkeni</i> Cushm. et Edw.		×		
<i>Vaginulina</i> sp.		×	×	
<i>Vaginulinopsis asperuliformis</i> Nuttall	×			
<i>Valvulineria</i> sp.		×		
<i>Virgulina schreibersina</i> Czjzek	×			
<i>Vulvulina eocaena</i> Mont.	×			
<i>Vulvulina haeringensis</i> (Gumbel)				×

TABLEAU 5.

*Microfaune des Marnes à Foraminifères des chaînes subalpines de Haute-Savoie.*

D'autre part, l'analyse des minéraux allochtones et autochtones des Marnes à Foraminifères permet de conclure qu'avant le dépôt des Schistes à Meletta, le bassin a subi une phase d'approfondissement, alors qu'après commence une phase de comblement.

#### 4. Age.

Après avoir comparé la faune des Foraminifères de Naves avec celles du Priabonien, du Sannoisien et du Rupélien d'autres régions, D. RIGASSI conclut : « L'ensemble des comparaisons avec d'autres faunes européennes plus lointaines permet d'attribuer les Marnes à Foraminifères de Naves au Sannoisien (...). La persistance de plusieurs formes éocènes permet de préciser et d'attribuer nos marnes au sannoisien inférieur ».

Nous basant sur la similitude de la microfaune des chaînes subalpines avec celle de Häring et de Marienstein, et sur l'absence de formes typiquement éocènes (*Hantkenina*, *Turborotalia*, *Globigerapsis*), nous conclurons, comme nous l'avons déjà écrit dans notre note précitée : nous proposons d'adopter un âge oligocène inférieur à la formation des Marnes à Foraminifères ; cependant, nous n'excluons pas l'hypothèse de considérer cette formation comme priabonienne tout à fait supérieure, nos arguments paléontologiques ne permettant pas de résoudre définitivement et absolument ce problème.

## XII. SÉRIE MARNO-MICACÉE

Plutôt que d'employer le terme flysch ou celui de molasse marine inférieure pour qualifier l'épaisse série détritique schisteuse plus ou moins argileuse qui tapisse le fond des synclinaux des chaînes subalpines, nous employerons le terme de série marno-micacée, qui prête beaucoup moins à confusion.

### 1. Stratigraphie.

Il est difficile d'établir une stratigraphie cohérente de cette formation, car elle est souvent recouverte de dépôts quaternaires ou d'une végétation intense ; de plus, sa plasticité est telle et les accidents tectoniques si

nombreux, qu'il est toujours très hasardeux de corréler plusieurs coupes stratigraphiques trop éloignées les unes des autres.

La direction des écoulements conservée par les «casts», montre des lignes de courant, parallèles à la direction des synclinaux actuels. L'orientation des courants porteurs de sédiments était du sud-ouest vers le nord-est. Dans ce cas, l'étude de la stratigraphie de la série marno-micacée doit être établie successivement pour chaque synclinal, les épaisseurs et les faciès variant dans chacun d'eux. Nous ne donnerons ici que des généralités, les coupes lithologiques relevées seront publiées ultérieurement.

De façon générale, la série marno-micacée s'épaissit du nord-ouest au sud-est, et les détritiques grossiers augmentent d'autant plus en taille (mais, peut-être pas en proportion) que l'on se déplace vers le sud-est.

La route D12 entaille largement la formation marno-micacée du synclinal de Dessy. Sur le calcaire priabonien à petites Nummulites, transgressent directement les Schistes à Meletta qui, ici, renferment quelques niveaux à Globigérines et Uvigérines. Puis, les Meletta disparaissent et alors se développe une série marneuse, schisteuse, micacée qui se charge en bancs gréseux; cette formation dans laquelle s'intercalent quelques lentilles de grès grossier, est couronnée par des bancs épais de grès moyen à grossier.

En suivant la nomenclature de Aug. LOMBARD, le calcaire priabonien est surmonté par la succession suivante, de haut en bas:

3. Série mixte de turbidites et de laminites I et II (20 à 30 m).
2. Série de laminites I et II, avec rares lentilles de turbidites (environ 250 m).
1. Schistes à Meletta (environ 35 m), avec Cyrènes très rares.

Pour compléter ce schéma, nous ne donnerons que la partie inférieure de la coupe de détail que nous avons relevée le long de la route D12.

#### **Laminites I et II.**

Niveau 22 1,20 mètre. Marne (25,5% CaCO<sub>3</sub>) gréseuse, schisteuse, avec FeS (et FeO), bien zonée vers le bas, se délite en

			plaquettes, avec niveaux plus gréseux, mal développés, zonés, à patine plus rougeâtre de 2 cm disparaissant vers le haut. Pas de joint supérieur quelques fins niveaux plus marneux surtout vers le haut.
Niveau	21	0,07 m	Grès fin (quartz détritique anguleux à subarrondi, mal classé, $\varnothing$ max.: 0,5 mm), peu micacé, très peu glauconieux, avec quelques feldspaths et de très rares débris volcaniques (surtout diabases albitochloritiques) et quelques grains de tourmaline; ciment calcaire marneux, riche en FeS (et FeO) avec de très rares débris organiques (Corallinacées, Globigérines (?)). Patine jaune-roux, à cassure bleue, avec indices d'huile dans la calcite des fractures. Un diastem souligné par du marnocalcaire schisteux, gréseux, micacé. Passages symétriques, assez brusques.
	20	1,10 m	Marne (26% $\text{CaCO}_3$ ) gréseuse, micacée, schisteuse, avec FeS (et FeO) plus gréseuse vers le haut, se délitant surtout en boules vers le bas et en plaquettes vers le haut. Patine gris-jaunâtre à rousâtre. Quelques bancs mal définis, plus gréseux ou plus marneux.
	19	0,08 m	Grès (quartz détritique parfois à structure quartzitique, $\varnothing$ moyen 0,08 mm) peu glauconieux, micacé (muscovite surtout, peu de biotite) à ciment calcaire marneux, avec débris organiques (RR) souvent épigénisés par FeS (et FeO) assez abondant. Quelques rares plagioclases. Patine jaune rousse à cassure gris-bleu. Passages symétriques brusques, joints ondulés. Peu diaclasé.
	18	0,33 m	Marnocalcaire égal au niveau 15.
	17	0,02 m	Grès fin, micacé, à joints supérieur et inférieur ondulés, à patine jaune rougeâtre, symétrique brusque.
	16	0,85 m	= niveau 15, se délite en boules. Quelques fins lits plus marneux, plaquetés. Patine jaunâtre.
	15	4,00 m	Marnocalcaire (43% $\text{CaCO}_3$ ) peu gréseux, très peu micacé, riche en FeS (et FeO), schisteux, avec nombreuses fines passées plus marneuses de 1 à 2 cm ou rarement plus gréseuses; se délite facilement en plaquettes et en boules. Patine gris-bleu à gris jaunâtre.
	14	5,00 m	Complexe formé d'alternances du type ci-dessous, à joints mal définis, passages symétriques graduels:
			Niv. 16 1,5 cm = niv. 2.
			15 0,5 cm = niv. 11.
			14 2,0 cm = niv. 2.
			13 0,5 cm = niv. 11.
			12 1,5 cm = niv. 2.

- 11 0,5 cm = niv. 1, mais plus schisteux.  
 10 3,5 cm = niv. 2.  
 9 1,5 cm = niv. 1.  
 8 6,0 cm = niv. 2.  
 7 0,5 cm = niv. 1.  
 6 5,5 cm = niv. 2.  
 5 1,0 cm = niv. 1.  
 4 6,0 cm = niv. 2.  
 3 1,0 cm = niv. 1.  
 2 1,5 cm Marne (22,5% CaCO<sub>3</sub>) schisteuse, à FeS (et FeO), se délitant en plaquettes ou en petites boules, peu gréseuse, micacée, à débris végétaux. Patine gris jaunâtre. Passages symétriques, graduels. Structure entrecroisée.  
 1 1,5 cm Grès fin (quartz détritique bien classé, subanguleux à subarrondi de  $\varnothing$  moyen: 0,08 mm), micacé (surtout muscovite) à ciment marnocalcaire riche en FeS (et FeO), avec très rares grains de glauconie. Schisteux, à structure entrecroisée très peu accentuée, à patine jaune rougeâtre. Passages symétriques, graduels.
- Niveau 13 1,50 m : Marnocalcaire (27,5% CaCO<sub>3</sub>) gréseux, micacé, à FeS (et FeO), schisteux, avec passées plus marneuses, plus schisteuses et moins gréseuses à patine jaune rougeâtre. Ce niveau est transitoire entre les niveaux 12 et 14. Pas de Meletta.

#### Schistes à Meletta.

- Niveau 12 6,50 m Marnocalcaire (46% CaCO<sub>3</sub>) peu gréseux ( $\varnothing$  moyen du quartz détritique: 0,01-0,02 mm), riche en FeS (et FeO), très schisteux, à patine bleue à jaune rougeâtre; se délite en plaquettes; très rares écailles de *Clupea* sp. Devient gréseux, micacé vers le haut, avec de très fins débris végétaux. Joints mal marqués. Quelques rares *Uvigerina* sp. (?).
- 11 1,60 m Zone faillée.
- 10 7,00 m Marnocalcaire (50 à 68% CaCO<sub>3</sub>) très peu gréseux, riche en FeS (et FeO), très schisteux, à petits granules de pyrite, à patine bleue à jaune rougeâtre, se délite très facilement en plaquettes, avec rares écailles de *Clupea* sp. et, vers la base, une mince lentille de quelques millimètres de matières organiques noires.
- 9 2,50 m Zone faillée.

Niveau	8	1,50 m	Calcaire marneux schisteux se délitant très facilement à patine jaune-roux, avec joints mal marqués. Riche en Globigérines à la base.
	7	2,50 m	Marnocalcaire (50 à 70% CaCO <sub>3</sub> ) peu micacé (muscovite), très peu glauconieux, riche en FeS (et FeO), à Globigérines (A), à écailles de <i>Clupea</i> sp. et débris végétaux.
	6	0,10 m	Marne schisteuse à patine bleue à brunâtre à écailles de <i>Clupea</i> sp.
	5	3,30 m	Marnocalcaire (52 à 55% CaCO <sub>3</sub> ) très peu micacé (muscovite), peu glauconieux, riche en FeS (et FeO), schisteux, avec traces charbonneuses, et très riche en Globigérines et écailles de <i>Clupea</i> sp. A la base, trois petites lentilles de quelques millimètres de charbon.
	4	0,65 m	Marnocalcaire (environ 65% CaCO <sub>3</sub> ) peu gréseux ( $\varnothing$ maximum du quartz détritique: 0,1 mm), riche en FeS (et FeO) avec Foraminifères (F) essentiellement Globigérines, riche en écailles de <i>Clupea</i> sp.
	3	6,15 m	Marnocalcaire (58 à 70% CaCO <sub>3</sub> ) peu gréseux, très peu glauconieux, très peu micacé (muscovite), très riche en FeS (et FeO), à patine bleue à jaune-rougeâtre, se délitant très facilement en feuillets. Pauvre en <i>Uvigerina</i> sp. et en <i>Globigerina</i> sp., à la base; s'enrichit vers le haut, en Globigérines et en écailles de <i>Clupea</i> sp.
	2	0,10 m	Marnocalcaire gréseux ( $\varnothing$ max.: 0,4 mm), très glauconieux surtout à la base, peu recristallisé, riche en FeS (et en FeO), à patine jaune-vert à rougeâtre à nombreux débris organiques: Corallinacées (F), Foraminifères arénacés (R), débris phosphatés (dent ou os) (R). Quelques rares débris d'éléments sénoniens.

**Priabonien.**

Niveau	1	4,30 m	Calcaire très peu gréseux (quartz détritique mal classé, $\varnothing$ max.: 0,5 mm), pauvre en FeS (et FeO), sur le haut microconglomératique avec prédominance de galets sénoniens, peu de galets urgoniens. La moitié des galets santoniens sont silicifiés. (La silicification est peut-être due au climat tropical régnant durant la karstification éocène?). Débris de tests de Mollusques (F); Oursins; débris de Corallinacées (A-F), de Bryozoaires (F); petites <i>Nummulites</i> sp. indéterminables; Textularidés (R), Rotalidés (F), Miliolés (R), <i>Cibicides</i> (R). Patine jaune à gris-jaune; se présente en dix bancs mal définis, diaclasés avec rares diastems. Surface supérieure, très ondulée, ravinée, avec croûte limonitique. Sur le haut, Pectinidés (R).
--------	---	--------	--

Dans les niveaux 3 à 8, H. HAGN a reconnu :

*Globigerina ciperoensis* BOLLI  
*Globigerina parva* BOLLI  
*Globigerina* cf. *trilocularis* D'ORB.  
*Globigerina* cf. *yeguaensis* WEINZIERL et APPLIN  
*Globigerina* cf. *ampliapertura* BOLLI  
« *Globigerinella* ».

Plus au sud-est, le synclinal de Cenise est tapissé d'une épaisse série marno-micacée bien observable dans les torrents au nord-est et au sud-est de la ligne de partage des eaux du Plateau de Cenise. La série se présente successivement de haut en bas, comme suit :

5. Série de laminites I et II (Série du pont de Lessy).
4. Série mixte de turbidites et laminites (Série du Planet).
3. Série de laminites I et II (Série du Châtelard), avec lentilles de turbidites.
2. Schistes à Meletta (10 m d'épaisseur).
1. « Marnes bleues à Globigérines » ou Marnes à Foraminifères.

Nous ne ferons pas encore actuellement de parallélisme entre les deux synclinaux de Cenise et Dessy, car bien que l'analogie soit frappante, il faut entreprendre une étude plus complète des schistes marno-micacés des synclinaux intermédiaires.

Pour incarter la série des schistes marno-micacés de l'Est du massif des Bornes, dans la classification de M. VUAGNAT, nous nous sommes spécialement attachés à l'étude des grès et des microconglomérats. Les échantillons ont été récoltés dans tous les synclinaux, mais spécialement dans le synclinal de Cenise (lentille de turbidite dans la série du Châtelard). Puisque « les éléments volcaniques y jouent un rôle encore important, mais que le matériel sédimentaire et éruptif non volcanique est déjà abondant, et que le ciment généralement carbonaté, constitue souvent une part, non négligeable de la roche », nous proposons de classer dans les grès du val d'Illiez (au sens de M. VUAGNAT), les grès grossiers constitutifs soit des séries de turbidites, soit des séries de laminites. Il semble que ces grès fassent partie de la variété Grès de Massongex, car :

- 1° le rapport p égal à la proportion de fragments à faciès andésitique sur la proportion de l'ensemble des éléments volcaniques (spilite type C, diabases, chloritites), est petit.

- 2° la teneur en matériel volcanique est faible à très faible.
- 3° le ciment carbonaté est abondant.
- 4° les fragments de calcaires et de dolomites sont nombreux.
- 5° la granulométrie est faible et le mica assez abondant.

## 2. Age.

L'âge des grès du val d'Illiez, et donc de la formation de la série marno-micacée, a été très discuté et controversé. A l'encontre de certains auteurs (L.-W. COLLET, J. SCHROEDER, L. MORET), il nous semble que les débris de petites Nummulites, de Globigérines, de Corallinacées que l'on rencontre dans ces grès sont remaniés au même titre que les débris de roches sédimentaires, éruptives ou volcaniques. Ceux-là ne peuvent donner qu'un âge minimum à la formation. Puisque les niveaux les plus grossiers renferment des organismes priaboniens (Nummulites), on peut dire que les schistes marno-micacés sont postpriaboniens, c'est-à-dire d'âge oligocène. L'étude des Nannofossiles (Hystricosphères, par exemple) des marnes schisteuses permettra ou, en tout cas, contribuera pour une large part, à établir avec certitude l'âge de la formation des schistes marno-micacés, privée dans notre région de macro- et de microfossiles déposés *in situ*. Mais, la présence d'une microfaune d'âge oligocène inférieur, dans la formation sous-jacente, permet d'attribuer avec assez de certitude un âge oligocène à la série marno-micacée.

Après le dépôt de la série marno-micacée, la mer se retire définitivement de notre territoire, alors qu'elle stationnera encore pendant tout le Chattien, entre le Salève et le massif des Bornes.

Les chaînes subalpines vont continuer à s'ériger, peut-être déjà lors de la mise en place des Préalpes médianes (phase Dent-Blanche du plissement pennique). Mais, le paroxysme du plissement semble se placer après la mise en place des Préalpes médianes, donc après le Miocène. Il serait alors contemporain du dernier contrecoup de la phase insubrienne. En effet, les extrémités nord-est des anticlinaux du Plateau d'Andey, du Rocher-Noir, de la Pointe d'Andey et des gorges du Cé, plongent axialement vers l'Arve, « formant l'extrémité simple d'une virgation forcée au sens que lui donne ARGAND ». Dans leur dernière phase de plissement, les chaînes subalpines ont été freinées par la masse

des Préalpes médianes, ce qui explique la direction est-ouest des axes de plis, qui, au centre de l'arc du massif des Bornes, ont une orientation nord-est-sud-ouest.

Plus tard, au Quaternaire, notre territoire est affecté par des mouvements tectoniques, dont il est difficile d'estimer l'ampleur; en tout cas, on les sait responsables des grands éboulements des parois urgoniennes sur les glaciers du Borne et peut-être de l'Arve (Ad. JAYET: Communication orale). Les blocs de calcaire furent transportés sur ce glacier au nord-nord-ouest, ils terminèrent leur course dans la plaine aux Rocailles, renfermant ainsi les derniers témoins de l'ultime phase tectonique du massif des Bornes.

## BIBLIOGRAPHIE

- BOUSSAC, J. (1911): Etudes paléontologiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. serv. carte géol. France*, 438 p., 9 fig. et Atlas de 22 pl.
- (1912): Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. *Mém. Serv. carte géol. France*, 662 p., 181 fig., 10 pl. hors texte.
- BREISTOFFER, M. (1947): Sur les zones d'Ammonites dans l'Albien de France et d'Angleterre. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, t. XXVI.
- et DE VILLOUTREYS, O. (1952): Les Ammonites albiennes de Peille (Alpes-Maritimes). *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, t. XXX, pp. 69-74.
- BRÖNNIMANN, P. (1940): Über die tertiären Orbitoididen und die Miogypsiniden von Nordwest-Marokko. *Schweiz. Palaeont. Abh.*, Bd. 63, 11 dopptaf., 37 fig., 2 Tab.
- (1940): Zur Kenntnis des Embryonalapparates von *Discocyclina* s. s. *Ecl. geol. helv.*, vol. 33, n° 2, pp. 252-274, 2 taf., 9 text-fig.
- (1953): On the occurrence of Calpionellids in Cuba. *Ecl. geol. helv.*, vol. 46, n° 2, pp. 263-268, 29 text-fig.
- (1955): Microfossils incertae sedis from the Upper Jurassic and Lower Cretaceous of Cuba. *Micropaleontology*, vol. 1, n° 1, pp. 28-51, pls. 1-2, text-figs. 1-10, ch. 1.
- et N. BROWN, (1955): Taxonomy of the Globotruncanidae. *Ecl. geol. helv.*, vol. 48, n° 2, pp. 503-561, 24 text-fig., 5 pl.
- BÜTLER, H. (1923): Le pli-faille des Rochers de Leschaux (vallée du Borne, Haute-Savoie). *C. R. Séanc. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 40, n° 3, pp. 137-139.
- (1927/28): Erläuterungen zur geologischen Karte und zu den Profilen der Kette der Vergy und des Rocher de Cluses in Hochsavoyen. *Mitteil. Naturforsch. Gesell. Schaffhausen*, H. VII, pp. 73-89, 1 fig., 1 carte.
- CAROZZI, Alb. (1951): Contribution à l'étude micrographique de l'Albien de la région de Genève. *Bull. Inst. Nat. Genevois*, t. LV, 45 p., 6 fig.
- (1953): Données micrographiques sur le Crétacé supérieur helvétique. *Bull. Inst. Nat. Genevois*, t. LVI, 76 p., 19 fig.
- (1955): Nouvelles observations microscopiques sur les dépôts de courants de turbidité du Malm de la Nappe de Morcles en Haute-Savoie. *Bull. Inst. Nat. Genevois*, t. LVII, 31 p., 15 fig.
- (1960): Microscopic arched flow structures and spiral structures in sedimentary rocks. *Bull. Inst. Nat. Genevois*, t. LX, 23 p., 13 fig.
- CHAROLLAIS, J. (1962): Recherches stratigraphiques dans l'Est du Massif des Bornes (Haute-Savoie). (Note préliminaire.) *Arch. Sc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 15, fasc. 2.
- et D. RIGASSI-STUDER (1961): Répartition de quelques microfossiles dans le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur de Châtel-St-Denis (Fribourg, Suisse). *Arch. Sc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 14, fasc. 2, pp. 265-279.
- et F. WELLHÄUSER (1962): Contribution à l'étude des Foraminifères des Chaînes subalpines (Haute-Savoie, France). *Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol.- u. Ing.*, vol. 28, n° 76.

- CHOLLEY, A. (1925): *Les Préalpes de Savoie (Genevois, Bauges) et leur Avant-pays. Etude de la géographie régionale.* 755 p., 80 fig., 6 pl., Paris.
- CITA, M. B. (1948): Ricerche stratigrafiche e micropaleontologiche sul cretaceo e sull'eocene di Tignale (Lago di Garda). *Rev. ital. Pal. strat.*, vol. LIV, n° 4, pp. 143-169, 2 pl.
- e G. PASQUARE (1959): Studi stratigrafici sul sistema Cretaceo in Italia. Nota IV. Osservazioni micropaleontologiche sul Cretaceo delle Dolomiti. *Riv. Ital. Pal. Strat.*, vol. LXV, n° 4, pp. 385-442, 6 fig., tav. XXV-XXVIII.
- e D. ROSSI (1959): Prima segnalazione di Aptiano-Albiano nelle Dolomiti. *Atti Accad. nazion. Lincei*, Anno CCCLVI, Rendiconti, Clas. Scienze fis. math. natural, vol. XXVII, fasc. 6.
- COAZ, Alb. (1932): Sur le Néocomien de la Nappe Morcles-Aravis entre le col des Aravis et le col de Sageroux (Haute-Savoie). *Ecl. géol. helv.*, vol. 25, n° 2, pp. 331-355, 4 pl., 1 fig.
- COLLET, L. W. (1935): La limite Jurassique-Crétacé au Mont-Ruan, 3.067 m (Nappe de Morcles). *C.R.S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 52, n° 3.
- (1943): La Nappe de Morcles entre Arve et Rhône. *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 79 livr., 146 p., 57 fig., 5 pl.
- H. BÜTLER, et Ad. JAYET (1926): Sur la présence du Cénomaniens dans les Alpes calcaires du Genevois. *C.R.S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 43, n° 3, pp. 163-165.
- COLOM, G. (1934): Estudios sobre las Calpionelas. *Bol. Soc. Esp. Hist. Nat.*, t. XXXIV, lám. XXXI, 3 pl., pp. 379-388.
- (1948): Fossil Tintinnids: Loricated infusoria of the order of the Oligotricha. *J. Pal.*, vol. 22, n° 2, pp. 233-263, pls. 33-35, 14 text-figs.
- CUVILLIER, J. (1956): Stratigraphic correlations by microfacies in western Aquitaine. E. J. Brill, Leiden, 2nd edit.
- DONDEY, D. (1961): Précisions sur la paléogéographie du flanc occidental du synclinal de Thônes au Crétacé moyen et supérieur (Haute-Savoie). *Bull. soc. géol. France*, 7<sup>e</sup> sér., t. 3, n° 1, pp. 33-39.
- DONZE, P. (1958): Les couches de passage du Jurassique au Crétacé dans le Jura français et sur les pourtours de la « fosse vocontienne ». *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Lyon*, nouv. sér., n° 3.
- et J. ROSSET (1952): Présence de « calcaires grossiers » dans le Berriasien de la chaîne des Aravis (Haute-Savoie). *C.R.S. Soc. géol. France*, n° 15, pp. 323-324.
- DOUGLASS, R. (1960): Revision of the family Orbitolinidae. *Micropaleontology*, vol. 6, n° 3, pp. 249-270, pls. 1-6, text-figs. 1-3, tab. 1.
- DOUXAMI, H. (1896): Etude sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale. *Thèse, Ann. Uni. Lyon*, 316 p., 31 fig., 6 pl.
- DUFAURE, Ph. (1958): Contribution à l'étude stratigraphique et micropaléontologique du jurassique et du néocomien, de l'Aquitaine à la Provence. *Rev. Micropal.*, vol. I, n° 2, pp. 87-115, 6 pl.
- (1959): Problèmes stratigraphiques dans le Crétacé supérieur des pays de Bigorre et de Comminges. *Rev. Micropal.*, vol. 2, n° 2, pp. 99-112.
- FAVRE, A. (1867): Recherches géologiques dans les parties de la Savoie, du Piémont et de la Suisse voisines du Mont-Blanc. 3 vol. et Atlas, Paris, Genève.

- FEUGUEUR, L. (1951): Le Nummulitique de la Nappe de Morcles entre Arve et Suisse. *Bull. soc. géol. France*, 6<sup>e</sup> sér., t. 1, pp. 671-692.
- et P. MARIE (1952): Observations sur les niveaux de sables glauconieux à faciès albien au sud du lac d'Annecy (Haute-Savoie). *C.R.S. Soc. géol. France*, n° 15, pp. 355-357.
- GORCEIX, Ch. (1918): Sur une anomalie des vallées du Borne et du Nom à Saint-Jean-de-Sixt (Haute-Savoie). Etude géologique et morphologique. *Rev. géog. alp.*, t. VI, fasc. 3, pp. 341-369, 7 fig.
- GRUNAU, H. (1959): Mikrofazies und Schichtung ausgewählter, jungmesozoischer Radiolarit - führender Sedimentserien der Zentral - Alpen. E. J. Brill, Leiden.
- GUILLAUME, H. (1956): Une nouvelle espèce crétacée du genre Dictyoconus Blanckenhorn. *Ecl. geol. helv.*, vol. 49, n° 1, pp. 141-146, 1 fig., 1 pl.
- et M. REICHEL (1957): Neotrocholina friburgensis n. sp., foraminifère de l'Urgonien alpin. *Ecl. geol. helv.*, vol. 50, n° 2, pp. 285-288, 2 fig., 1 pl.
- HAGN, H. (1953): Die Foraminiferen des Pinswanger Schichten (Unteres Ober campan). Ein Beitrag zur mikropaläontologie des helvetischen Oberkreide Südbayerns. *Palontographica Abt. A*, Bd. 104, pp. 1-119, 8 pl., 27 fig.
- (1955): Fazies und microfauna der Gesteine der Bayerischen Alpen. E. J. Brill, Leiden.
- HANTKE, R. (1959): Zur Jura/Kreide-Grenze im mittel- und südhelvetischen Faziesbereich der Ostschweiz. *Ecl. geol. helv.*, vol. 52, n° 2, pp. 547-554.
- DE LA HARPE, Ph. (1883): Etude sur les Nummulites de la Suisse. Fin. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. X, pp. 141-180, 5 pl.
- HAUG, E. (1895): Etude sur la tectonique des Hautes Chaînes calcaires de Savoie. *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. VII, n° 47, 92 p., 13 fig., 6 pl.
- JACOB, Ch. (1907): Etudes sur quelques Ammonites du Crétacé moyen. *Mém. Soc. géol. France, Paléontologie*, Mém. 38, Paris.
- (1908): Etudes paléontologiques et stratigraphiques sur la partie moyenne des terrains crétacés dans les Alpes françaises et les régions voisines. *Bull. Soc. Statist. Isère*, 4<sup>e</sup> sér., t. X, pp. 201-514, 14 fig., 6 pl., Grenoble.
- et P. FALLOT (1913): Etude sur les Rhynchonelles portlandiennes néocomiennes et mésocrétacées du sud-est de la France. *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. XXXIX, 11 pl.
- JAYET, Ad. (1925): Observations biostratigraphiques sur quelques Ammonites albiennes. *C.R.S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 42, n° 3, pp. 161-165.
- (1927): Etude stratigraphique de la Perte du Rhône près de Bellegarde (Ain, France). *Ecl. geol. helv.*, vol. XX, n° 2, pp. 159-222, 1 pl., 23 fig.
- (1928): Sur l'âge de la partie inférieure des calcaires sublithographiques des Alpes calcaires de la Haute-Savoie. *C.R.S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 45, n° 3, pp. 149-151.
- (1929): La variation individuelle chez les Ammonites et la diagnose des espèces. Note préliminaire basée sur l'analyse d'*Inflatoceras varicosum* (Sowerby). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. II, 9 fig.
- et H. BÜTLER (1926): Sur la stratigraphie du Crétacé moyen du Genevois (Haute-Savoie). *C.R.S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 43, n° 3, pp. 152-155.

- JOUKOWSKY, E. et J. FAVRE (1913): Monographie géologique et paléontologique du Salève (Haute-Savoie, France). *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 37, fasc. 4, pp. 295-523, 56 fig., 29 pl., 1 carte.
- KAMPTNER, E. (1960): Microcodium aus dem Eozän des Basler Tafeljura. *Ecl. geol. helv.*, vol. 53, n° 2, pp. 843-845, 4 text-fig.
- KLAUS, J. (1960): La répartition stratigraphique des Globotruncanidés au Turonien et au Coniacien. *Ecl. geol. helv.*, vol. 53, n° 2, pp. 694-704, 1 fig.
- LANTERNO, Ed. et V. ROVEDA (1957): Sur les coupies de Nummulites. *N. incrassatus* (B) — *N. ramondiformis* (A) et *N. vascus* (B) — *N. boucheri* (A). *Arch. Sc. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 10, fasc. 2, pp. 137-170, 2 pl.
- LEMOINE, P. (1928): Sur quelques Algues calcaires du Nummulitique de la Haute-Savoie. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, n° 6, pp. 545-552, 6 fig., 1927.
- (1939): Les Algues calcaires fossiles de l'Algérie. *Mat. Carte géol. Algérie*, 1<sup>re</sup> sér., Pal. n° 9, 128 p., 3 pl.
- LOEBLICH, Alf. and Collaborators (1957): Studies in Foraminifera. *United States nat. Mus. Bull. 215*, Washington.
- LOMBARD, Aug. (1932): Géologie de la région du Fer-à-Cheval (Sixt, Haute Savoie). *Ecl. geol. helv.*, vol. 25, n° 2, pp. 163-198, 9 fig., 3 pl. (V-VII).
- (1960): Les laminites et la stratification du flysch. *Arch. Sc. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 13, fasc. 4, pp. 567-570, 4 fig.
- et A. COAZ (1932): La limite entre le Jurassique et le Crétacé du col de Sageroux (Haute-Savoie). *C.R.S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 49, n° 2, pp. 110-114.
- DE LORIOU, P. (1873): Echinologie helvétique. Description des Oursins fossiles de la Suisse. 2<sup>e</sup> partie. Echinides Période crétacée. *Mat. Pal. Suisse*, 6<sup>e</sup> sér., Genève.
- (1882): Etude sur la faune des couches du Gault de Cosne (Nièvre). *Mém. Soc. Pal. Suisse*, vol. IX, Genève.
- (1899): Notes pour servir à l'étude des Echinodermes: *Mém. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, t. XXXIII, 2<sup>e</sup> part., n° I-VII, Genève.
- LUGEON, M. (1900): Les dislocations des Bauges (Savoie). *Bull. Serv. Carte géol. France*, n° 77, t. XI, 112 p., 35 fig., 6 pl.
- MAILLARD, G. (1889): Note sur la Géologie des environs d'Annecy, La Roche, Bonneville et de la région comprise entre le Buet et Sallanches (Haute-Savoie). *Bull. Serv. Carte géol. France*, t. I, n° 6, 64 p., 9 pl.
- MERCIER, J. (1958): Sur l'âge de la phase tectonique « antesénonienne » à l'ouest du Dévoluy (Drôme). *Bull. Soc. géol. France*, 6<sup>e</sup> sér., t. VIII, n° 7, pp. 689-697.
- MORET, L. (1926): Monographie géologique du Roc-de-Chère (Lac d'Annecy). *Bull. Ser. Carte géol. France*, n° 159, t. XXIX, 30 p., 5 fig., 3 pl.
- (1934): Géologie du Massif des Bornes et des klipptes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie). *Mém. Soc. Géol. France*, nouv. sér., Mém. n° 22.
- (1951): Précisions sur les rivages de la mer Nummulitique dans les Alpes de Savoie pendant l'Eocène moyen. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, t. XXIX, pp. 117-120.
- (1952): Curieux encroûtements de calcite attribués à des Algues (Microcodium) dans la partie terminale du Crétacé supérieur alpin et pyrénéen. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Univ. Grenoble*, t. XXX, pp. 55-59.

- MORET et P. DELEAU (1960): Notes de paléontologie savoisienne: découvertes d'Ammonites dans le Berrias et l'Urgonien des environs d'Annecy (Haute-Savoie). *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, t. 36, pp. 43-44.
- D'ORBIGNY, A. (1840-1867): Paléontologie française — Terrains crétacés. Paris.
- PARÉJAS, Ed. (1938): Essai sur la géographie ancienne de la région de Genève. *Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul*, t. III, fasc. 2.
- et H. LAGOTALA (1923): Relations tectoniques entre le Jura méridional et les plis du Genevois. *C.R.S. Soc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 40, n° 3, pp. 129-132, 1 fig.
- PARJADIS DE LARIVIÈRE, N. (1959): Contribution à l'étude minéralogique des calcaires argileux du mésozoïque des environs de Grenoble. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, t. 35, pp. 161-192.
- PICTET, F. et E. RENEVIER (1858): Description des fossiles du terrain aptien de la Perte du Rhône. *Mat. Pal. Suisse*, 1<sup>re</sup> sér., Genève.
- PICTET, F. et W. ROUX (1847-1853): Description des Mollusques fossiles des Grès verts des environs de Genève. Genève.
- POKORNY, V. (1958): Grundzüge der zoologischen mikropaläontologie. Bd I, Berlin.
- RAT, P. (1959): Les milieux urgoniens cantabriques. *Bull. Soc. géol. France*, 7<sup>e</sup> sér., t. I, pp. 378-384.
- (1959): Le milieu et le développement des Orbitolines (Foraminifères). *Bull. Soc. géol. France*, 7<sup>e</sup> sér., t. I, pp. 651-657.
- REISS, Z. (1958): Classification of lamellar foraminifera. *Micropaleontology*, vol. 4, n° 1, pp. 51-70, pls. 1-5, table 1.
- (1959): The wall-structure of Cibicides, Planulina, Gyroidinoides, and Globorotalites. *Micropaleontology*, vol. 5, n° 3, pp. 355-357, pl. 1.
- REMANE, J. (1960): Les formations bréchiqes dans le Tithonique du sud-est de la France. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, t. 36, pp. 75-114, 6 pl.
- RÉVIL, J. (1911): Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie. *Mém. Acad. Savoie*, 5<sup>e</sup> sér., t. I, Chambéry.
- (1913): Géologie des chaînes jurassiennes et subalpines de la Savoie. *Mém. Acad. Savoie*, 5<sup>e</sup> sér., t. II, Chambéry.
- REY, M. et G. NOUET (1958): Microfacies de la région préalfine et de la moyenne Moulouya. E. J. Brill, Leiden.
- RIGASSI, D. (1957): Faune sannoisienne du Pont de Naves. *Arch. Sc. Phys. Hist. Nat. Genève*, vol. 10, fasc. 2.
- (1957): Le Tertiaire de la Région genevoise et savoisienne. *Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol.- u. Ing.*, vol. 24, n° 66, pp. 19-34, 6 fig.
- RIGASSI-STUDER, D. (1960): Quelques problèmes de géologie géométrique. *Bull. Ver. Schweizer. Petrol.-Geol.- u. Ing.*, vol. 26, n° 71, pp. 75-82, 7 fig.
- ROSSET, J. (1956): Description géologique de la Chaîne des Aravis. *Bull. Serv. Carte Géol. France*, t. LIII, Bull. 247.
- ROUBICHOU, N. (1956): Etude micrographique du Crétacé supérieur sur la bordure nord du Massif du Vercors. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, t. XXXIII, pp. 157-206.
- SARASIN, Ch. (1902): Quelques observations sur la Région des Vergys, des Annes et des Aravis. *Ecl. geol. helv.*, vol. VII, n° 4, pp. 321-333, 1 pl., 2 cl.
- SCHWEIGHAUSER, J. (1953/54): Mikropaläontologische und stratigraphische Untersuchungen im Paleocaen und Eocaen des Vicentin (Norditalien). *Schweiz. Pal. Abhd.*, Bd. 70, 59 Textfig., 12 Taf.

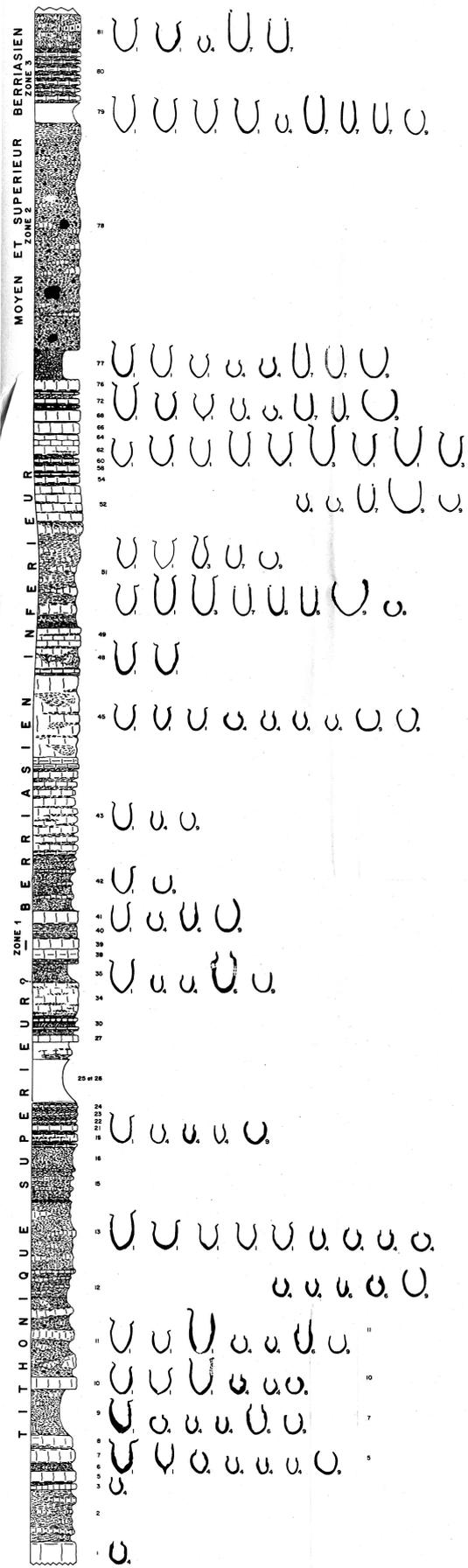
- SIGAL, J. (1952): Aperçu stratigraphique sur la micropaléontologie du Crétacé. XIX<sup>e</sup> Cong. géol. intern., Monogr. rég., 1<sup>re</sup> sér., Algérie, n° 26, Alger.
- SORNAY, J. (1948/49): Etude stratigraphique sur le Crétacé supérieur de la vallée du Rhône entre Valence et Avignon et des régions voisines. *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, 27, 35.
- SUJKOWSKI, Z. (1957): Flysch sedimentation. *Bull. Soc. Geol. Ameri.*, vol. 68, pp. 543-554.
- THIEULOY, J.-P. (1959): Etude micrographique des « Calcaires à débris » barrémoaptiens sur le pourtour méridional du Vercors. *Trav. Lab. Géol. Fac. Sc. Grenoble*, t. 35, pp. 39-99, 25 pl.
- TOKAY, M. (1948): Micrographie du Crétacé supérieur de la Nappe de Morcles entre le col de Bretolet et le Pas de Cheville. Thèse, Genève, 102 p., 7 pl.
- TOLUN, N. (1948): Etude stratigraphique du Cénomanién de la Nappe de Morcles. Thèse, Genève.
- VOGLER, J. (1934/41): Ober-Jura und Kreide von Misol (Niederländisch-Ostindien). *Palaeontographica*, Suppt. Bd. IV, IV Abt., 4 Absch., Taf. XIX-XXIV, 13 Textabb., 2 Tab.
- VUAGNAT, M. (1952): Pétrographie, répartition et origine des microbrèches du Flysch nordhelvétique. *Mat. Carte géol. Suisse*, nouv. sér., 97<sup>e</sup> livr., 29 fig., 5 pl.
- DIPLÔMES INSTITUT FRANÇAIS DU PÉTROLE.
- ALONSO, M. (1957/58): Contribution à l'étude du Nummulitique du massif d'Andey (Commune de Brison, Haute-Savoie).
- HOUAREAU, C. (1958): La région du Mont-Saxonnex.
- PETER, A. (1958): Le synclinal de Cenise.

COUPE STRATIGRAPHIQUE DE LA SÉRIE  
INFÉRIEURE DU PETIT-BORNAND

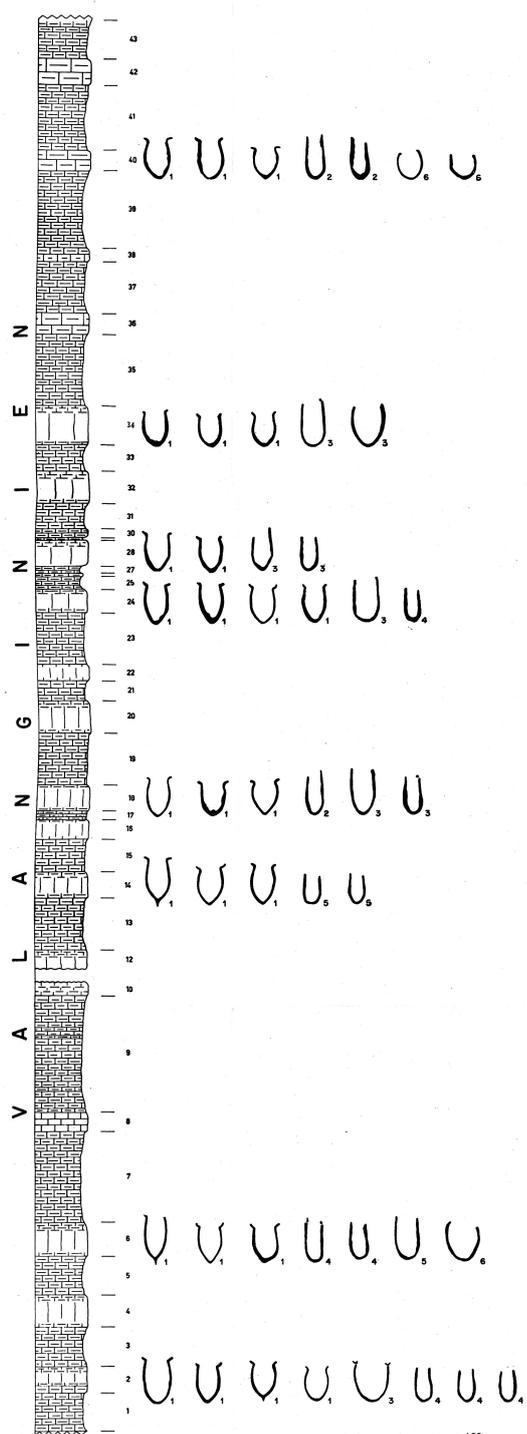
(Coordonnées Lambert 913.90/120.30)

COUPE STRATIGRAPHIQUE DE LA CARRIÈRE  
AU SUD D'ENTREMONT

(Coordonnées Lambert 914.48/113.80)

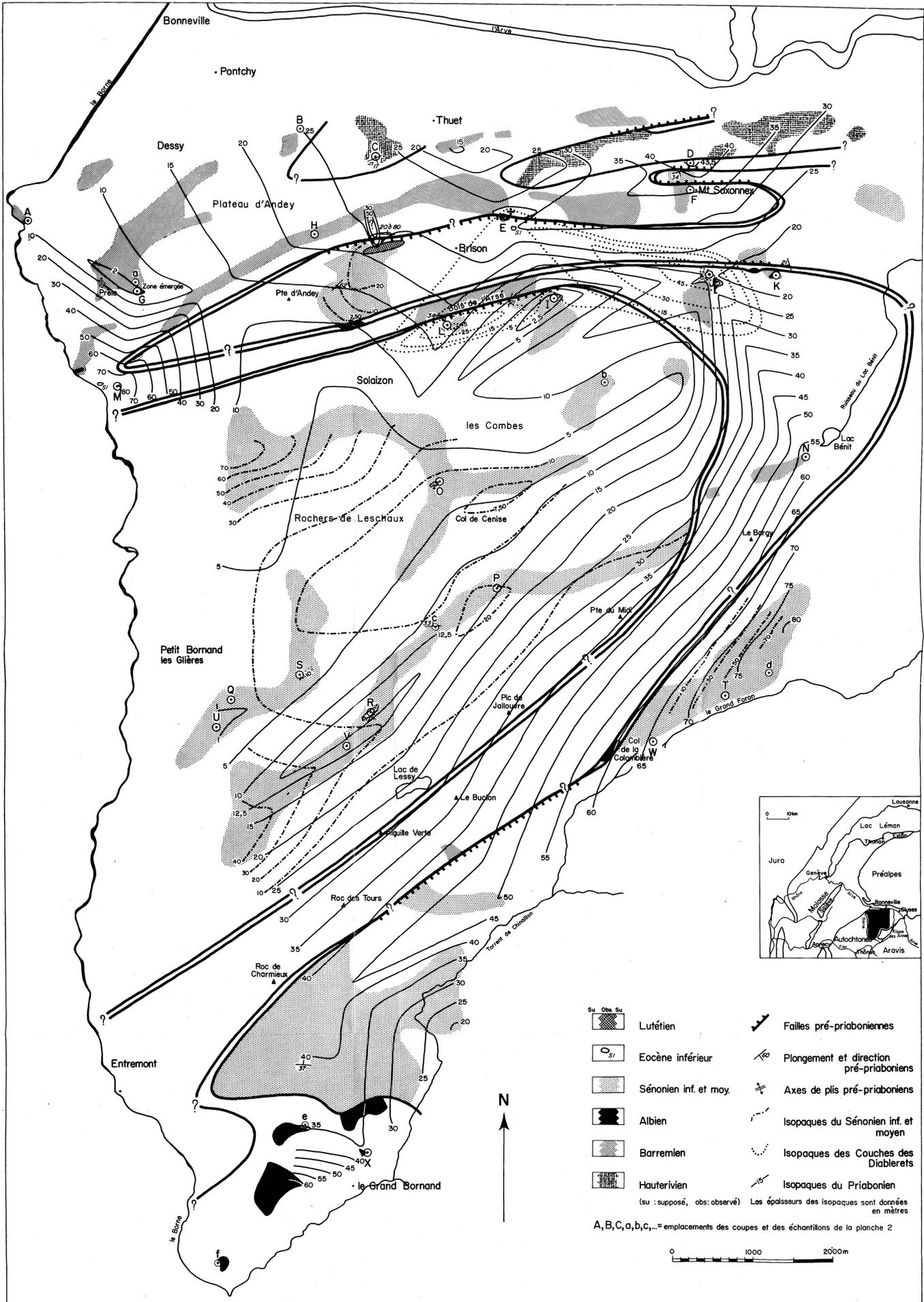


- Grossissement des Calpionellidés
1. *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu)
  2. *Tintinnopsella longa* (Colom)
  3. *Tintinnopsella oblonga* Cadisch
  4. *Calpionella alpina* Lorenz
  5. *Calpionella darderi* (Colom)
  6. *Calpionella elliptica* Cadisch
  7. *Calpionella neocomiensis* Colom
  8. *Calpionella undelloides* Colom
  9. *Stenosemellopsis hispanica* (Colom)



- Grossissement des Calpionellidés
1. *Tintinnopsella carpathica* (Murgeanu et Filipescu)
  2. *Tintinnopsella oblonga* Cadisch
  3. *Calpionella darderi* (Colom)
  4. *Calpionella neocomiensis* Colom
  5. *Calpionellopsis simplex* (Colom)
  6. *Stenosemellopsis hispanica* (Colom)





Carte paléogéographique de la partie Est du Massif des Bornes, au Priabonien

## TABLE DES MATIÈRES

PRÉFACE . . . . .	631
INTRODUCTION . . . . .	634
I. NÉOCOMIEN . . . . .	636
1. Berriasien inférieur . . . . .	637
2. Berriasien moyen et supérieur . . . . .	651
3. Valanginien . . . . .	653
A. Valanginien de type externe . . . . .	654
B. Valanginien de type interne . . . . .	663
C. Passage Valanginien-Hauterivien . . . . .	668
4. Hauterivien . . . . .	669
II. URGONIEN . . . . .	670
III. GAULT . . . . .	680
1. Lacune de l'Aptien inférieur . . . . .	680
2. Etude du Gargasien supérieur et de l'Albien . . . . .	682
IV. CÉNOMANIEN-TURONIEN . . . . .	686
V. SÉNONIEN INFÉRIEUR ET MOYEN . . . . .	687
1. Lithologie . . . . .	687
2. Faune . . . . .	693
3. Age de la formation . . . . .	694
4. Paléogéographie . . . . .	695
VI. FIN DU CRÉTACÉ-EOCÈNE INFÉRIEUR . . . . .	696
1. Stratigraphie . . . . .	696
2. Tectonique . . . . .	697
VII. NUMMULITIQUE-CLASSIFICATION . . . . .	699
VIII. LUTÉTIEN . . . . .	700
IX. COUCHES DES DIABLERETS . . . . .	702
X. PRIABONIEN SUPÉRIEUR . . . . .	705
1. Faciès . . . . .	706
A. Zone inférieure . . . . .	706
B. Zone moyenne . . . . .	707
C. Zone supérieure . . . . .	707
2. Faune . . . . .	708
3. Flore . . . . .	710
4. Paléogéographie . . . . .	713
XI. MARNES A FORAMINIFÈRES . . . . .	714
1. Faciès et paléogéographie . . . . .	714
2. Faune . . . . .	717
3. Sédimentation . . . . .	717
4. Age . . . . .	719
XII. SÉRIE MARNO-MICACÉE . . . . .	719
1. Stratigraphie . . . . .	719
2. Age . . . . .	725
BIBLIOGRAPHIE . . . . .	727

