

Contribution à l'étude des Marnes à foraminifères des chaînes subalpines (Hte-Savoie, France)

Autor(en): **Charollais, Jean / Wellhauser, Frederic**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin der Vereinigung Schweiz. Petroleum-Geologen und -Ingenieure**

Band (Jahr): **29 (1962-1963)**

Heft 76

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-192061>

Nutzungsbedingungen

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

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

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

Haftungsausschluss

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

Contribution à l'étude des Marnes à Foraminifères des Chaînes Subalpines (H^{te}-Savoie, France)

par

JEAN CHAROLLAIS, Genève, et FREDERIC WELLHAUSER, Genève

Zusammenfassung:

Foraminiferen-Mergel Eogenen Alters sind in den «Chaînes subalpines» (Autochthones Helvetikum) von Savoyen weit verbreitet. Diese Foraminiferen-Mergel überlagern entweder sandige Kalke mit Sandforaminiferen oder befinden sich leicht diskordant über den Nummulitenkalken des Priabons. Von unten nach oben deuten die Foraminiferen-Mergel infolge des zunehmenden Anteils von pelagischen Foraminiferen auf eine allmähliche Tiefenzunahme des Meeres hin, welches sich während des Priabons über das ganze Gebiet verbreitete. Unter Verminderung der Anzahl der Foraminiferen und des CaCO₃-Gehaltes und unter Zunahme des Gehaltes an exotischen Mineralien gehen die Foraminiferen-Mergel allmählich in die Fazies der «Meletta-Schiefer» über. Die paläontologischen Untersuchungen haben gezeigt, daß die Foraminiferen-Mergel sehr wahrscheinlich Sannoisien-Alter besitzen.

Summary

Foraminiferal Marls are largely exposed in the «Chaînes subalpines» (tectonically part of the Helvetic Autochthonous) of Savoy. These Foraminiferal Marls overlie either sandy limestones bearing large arenaceous Foraminifera, or, with a slight unconformity, Nummulitic Limestones of Priabonian age. The Foraminiferal Marls are evidencing a deepening of the sea which invaded the entire area during Priabonian times. From the base to the top, the Foraminiferal Marls show a deepening of the sea by the increase of the pelagic Foraminifera. By a progressive decrease of the Foraminifera and of the CaCO₃ content, and by an increase of the detritics of remote origin, the Foraminiferal Marls go into the overlaying «Meletta Shales». The paleontological study has shown that the Foraminiferal Marls are very likely of Sannoisian age.

A. Introduction

I. Terminologie

Dans la littérature, la formation comprise entre les calcaires à petites Nummulites et les schistes à Poissons, n'a pas une dénomination précise et uniforme suivant les différents auteurs. En effet, E. HAUG (1895:30) parle de schistes et calcaires priaboniens. J. BOUSSAC (1912:294) considère une partie supérieure du Priabonien formée de schistes marneux ou argileux contenant des Globigérines et autres petits Foraminifères. L. MORET (1934:40) emploie les termes de «Marnes schisteuses à Globigérines», ou «Marnes bleuâtres à Foraminifères», ou encore «Schistes à Globigérines». L. W. COLLET (1943:44) détermine ses «couches à Globigérines» comme des «argiles calcaires schisteuses à Globigérines». Enfin, D. RIGASSI (1957:173) donne le terme de «Marnes à Foraminifères».

M. le Professeur R. F. RUTSCH nous a déconseillé le terme de «Marnes à Foraminifères», beaucoup trop imprécis et général. Cependant, cette note n'étant qu'une contribution à l'étude faunistique de la formation dans un territoire restreint, nous ne nous permettrons pas de définir un stratotype; en effet, dans la partie orientale du Massif des Bornes, le seul stratotype que nous serions en mesure de décrire, serait celui du Col de la Colombière, mais malheureusement ici, une «disconformity» sépare le calcaire à petites Nummulites de la formation des Marnes à Foraminifères, excluant ainsi le calcaire gréseux à Foraminifères arénacés. Comme dans notre région, cette formation composée de marnocalcaires plus ou moins marneux plus ou moins schisteux, contient non seulement des Globigérines, mais aussi de nombreux Foraminifères benthiques, nous reprendrons provisoirement le terme de «Marnes à Foraminifères», qui nous semble le mieux répondre à la définition de cette formation.

Nous avons bénéficié de l'expérience et de l'aide toujours si généreuse de D. RIGASSI, à qui nous adressons notre vive gratitude.

Enfin, ce travail n'aurait pu être entrepris sans la bienveillance de M. le Professeur H. HAGN, qui a bien voulu examiner et déterminer nos nombreux échantillons. Nous ne saurions assez remercier cet éminent spécialiste.

II. Stratigraphie du Tertiaire

De bonnes coupes du Tertiaire sont facilement observables dans le synclinal de Cenise, le long du décrochement du Col de la Glacière (coord. Lambert: 918, 79/121, 89).

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

Fig. 1

Transgressif sur le Séonien inférieur et moyen, le calcaire biodétritique du Priabonien débute souvent par un conglomérat dont les éléments ne dépassent pas 10 cm de diamètre. Plus haut, il est plus ou moins gréseux et toujours riche en débris de Corallinacées et en petites Nummulites (*N. chavannesi*, *N. fabianii*, *N. garnieri*, *N. incrassatus*). Au-dessus de cette formation calcaire, sur une épaisseur de 1 m, le faciès devient glauconieux, plus marneux et très gréseux; les oxydes de fer confèrent à la roche une patine rousse: c'est la zone à Grands Foraminifères Arénacés. A la base, les petites Nummulites et les débris de Corallinacées subsistent encore, tandis que les Pectinidés abondent dans toute la zone. Progressivement, le faciès devient plus argileux, le quartz se raréfie ainsi que la glauconie; les Foraminifères Arénacés disparaissent: c'est ainsi que commence la formation des Marnes à Foraminifères. Les Foraminifères benthiques apparaissent et abondent rapidement à la base, tandis que les Globigérines atteignent leur maximum de fréquence au sommet. Par dessus cette formation, viennent successivement et graduellement les schistes à Meletta et les schistes marno-micacés avec, vers le haut, des bancs plus ou moins lenticulaires de grès du Val d'Illeiz.

Le tableau ci-dessous résume la succession stratigraphique complète du Tertiaire, pour l'Autochtone des Chaînes subalpines, dans la partie Est du Massif des Bornes.

Il ressort de ce tableau que la limite Oligocène/Eocène n'est pas clairement tranchée du point de vue stratigraphique; en effet, jusqu'alors, les Marnes à Foraminifères n'ont jamais été datées avec certitude, dans l'Est du Massif des Bornes. Aussi nous en avons étudié la microfaune avec détail, au Col de la Colombière (coord. Lambert: 920, 52/118, 68), et plus généralement dans les différents synclinaux des Chaînes subalpines entre Arve et Borne. Après avoir comparé notre microfaune avec celle du Pont de Naves (près Annecy, Hte Savoie), (coord. Lambert: 109, 50/898, 24), décrite par D. RIGASSI en 1957, nous discuterons l'âge probable qu'il faut attribuer à la formation.

III. Situation géographique et extension des Marnes à Foraminifères

Notre étude des Marnes à Foraminifères de l'Autochtone des Chaînes subalpines de Haute-Savoie a été faite uniquement sur le territoire compris entre l'Arve et le Borne (Fig. 2). Du point de vue tectonique, cette région se caractérise essentiellement par une série de synclinaux et d'anticlinaux orientés NE-SW. Les échantillons analysés proviennent de tous les synclinaux, qui ont été étudiés systématiquement du NW au SE.

Alors que les Marnes à Foraminifères se poursuivent au S-SW, dans les Bauges et au NE sous les Préalpes du Chablais, l'extension est limitée dans la région mollassique au NW par une droite reliant Annecy à Thonon. En effet, les sondages Salève 2, Mont de Boisy 1 et Savigny n'ont pas révélé la présence de cette formation.

B. Lithologie et Paléogéographie des Marnes à Foraminifères

I. Lithologie

La formation des Marnes à Foraminifères comprend des bancs généralement très mal individualisés de marnocalcaires ou de calcaires marneux schisteux. De nombreux diastems caractérisent les bancs inférieurs. Peu gréseux, peu glauconieux, le marnocal-

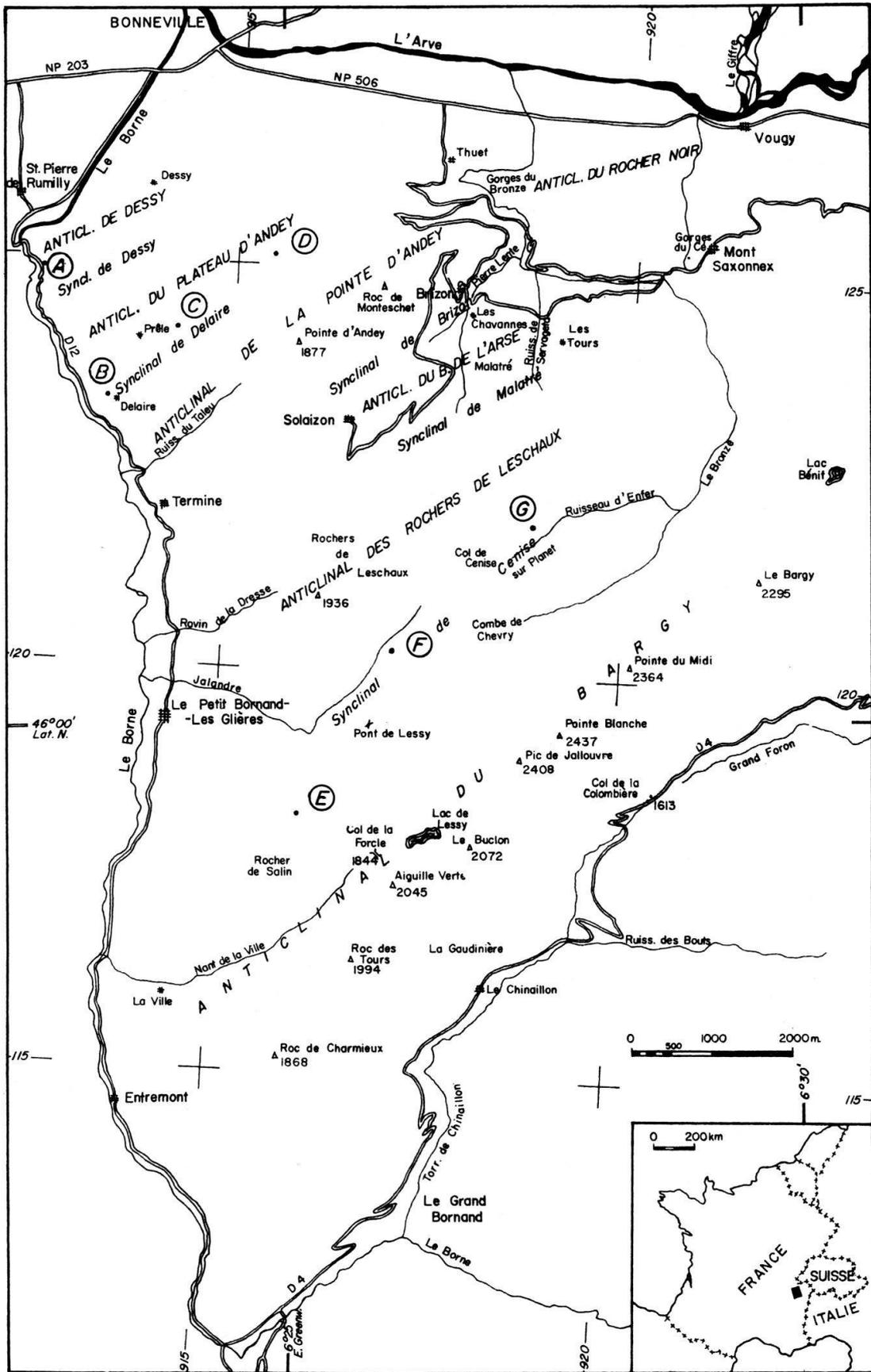


Fig. 2

caire renferme quelques paillettes de mica (muscovite principalement) ; les nombreux oxydes de fer le colorent, et suivant le degré d'altération, la roche passe de gris-bleu à jaune-rouille ; en outre, celle-ci renferme de petits granules millimétriques du sulfure de fer authigène, épigénisant parfois les tests de Foraminifères.

La teneur en CaCO_3 des Marnes à Foraminifères varie de 50 % à 93 % ; ce fort pourcentage rend donc difficile, l'extraction des microfossiles. Celle-ci est entreprise sous le binoculaire, seulement sur des échantillons offrant naturellement des surfaces altérées riches en Foraminifères ; les agents naturels d'érosion les ont alors en partie dégagés. A l'aide d'une épingle de botaniste, on extraira chaque organisme isolément avec la plus faible portion possible de gangue. Cette opération est fort délicate pour les Foraminifères fins et allongés (*Dentalina*, *Nodosaria*, etc.) ; c'est ce qui explique la rareté des espèces déterminées pour ces genres-ci. Après l'extraction, chaque prise subira les traitements de lavage, proposés par R. VERNIORY (1956).

II. Paléogéographie

Les Marnes à Foraminifères sont souvent recouvertes par la végétation ou masquées par les diverses couvertures quaternaires : moraines ou éboulis. La mesure des épaisseurs, ainsi que l'étude des contacts inférieur et supérieur ne sont pas toujours possibles.

Dans les Chaînes subalpines, les Marnes à Foraminifères varient en épaisseur, rarement en faciès : alors qu'elles n'existent pas en quelques rares points, elles atteignent 45 mètres de puissance en d'autres régions ; de même, comme nous l'avons déjà mentionné, la teneur en CaCO_3 est extrêmement variable. Enfin, le marnocalcaire renferme parfois quelques lentilles conglomératiques.

Le passage aux formations sous-jacentes est généralement graduel, mais il est brusque lorsque les Marnes à Foraminifères transgressent ; la transgression a lieu directement sur le calcaire à petites Nummulites du Priabonien, ou quelquefois sur des formations plus anciennes (Urgonien). Si les Marnes à Foraminifères manquent, c'est alors les schistes à Meletta, toujours présents dans notre région, qui transgressent directement sur le niveau sous-jacent.

J. ROSSET dans son étude sur les Aravis, relève que, lorsqu'on « suit la formation (Marnes à Foraminifères) depuis la Clusaz, vers le NE, on a l'impression d'une diminution progressive du calcaire et d'un développement corrélatif des marnes bleues (à Foraminifères). N'y aurait-il pas remplacement de l'un par l'autre ? » Les épaisseurs respectives des calcaires à petites Nummulites et des Marnes à Foraminifères dans la partie orientale du Massif des Bornes, infirment cette hypothèse.

La variabilité des épaisseurs et plus rarement des faciès des Marnes à Foraminifères, ainsi que l'absence de cette formation en certains points, impliquent l'existence de bombements et même de reliefs sous-marins antérieurs au dépôt. Les dépôts calcaires de la mer priabonienne n'avaient pas encore nivellé le substratum créacé, plissé, faillé et érodé. L'absence des Marnes à Foraminifères au NW (Synclinal de Dessy) et la « disconformity » au SE (Synclinal du Reposoir) traduisent l'existence de hauts-fonds dans ces régions ; par contre, le centre du territoire étudié correspond aux bas-fonds du bassin de sédimentation.

C. Coupe du Col de la Colombière

Près de la petite chapelle du Col de la Colombière, sur le versant NE à partir du sommet, le talus nord-occidental de la route est entaillé successivement dans le flysch

ultrahelvétique de la Klippe des Annes, puis dans les schistes marno-micacés, les schistes à Meletta, les Marnes à Foraminifères et le Priabonien de la série autochtone. Les Marnes à Foraminifères, qui n'atteignent ici que 11,75 mètres d'épaisseur, transgressent sur le Priabonien, avec une «disconformity». Le sommet de la formation autochtone a été écrasé et réduit par la masse de la Klippe des Annes; ainsi les schistes à Meletta n'ont plus que 1,50 mètres, alors que partout ailleurs, ils atteignent des épaisseurs plus grandes (environ une dizaine de mètres).

I. Description de la coupe du Col de la Colombière

(Coord. Lambert: 920, 52/118, 68.)

(Les abréviations A, F, R, RR correspondent à: abondant, fréquent, rare, très rare.)

Schistes Marno-micases

Niveau

- 23 1,00 m Alternances de lits gréseux et schisteux peu gréseux du type suivant:
- | | |
|-------------------------|---------|
| grès | 1,50 cm |
| marnocalcaire schisteux | 6 cm |
| grès | 2,50 cm |
| marnocalcaire schisteux | 3,50 cm |
| grès | 1,50 cm |
| marnocalcaire schisteux | 5 cm |
- Microscopiquement, le grès, riche en FeS (FeO), à patine brun-rouille, est lité et zoné: lits très gréseux (quartz détritique, ϕ moy.: 0,05 à 0,1 mm), et lits moins gréseux, plus marneux, peu glauconieux, micacé (muscovite principalement), avec débris de Foraminifères (Globigérines); débris phosphatés et minéraux lourds (zircon, tourmaline) RR.

Schistes à Meletta

- 22 1,50 m Marnocalcaire (52 % CaCO_3) schisteux, peu gréseux, avec FeS (et FeO) brunâtre, à patine gris-bleu à jaune-rouille. Globigérines (A), souvent cassées; écailles de Meletta (*Clupea sp.*) (R); débris carbonneux (F).

Marnes à Foraminifères

- 21 2,00 m Niveau en partie recouvert par la végétation, formé d'une douzaine de bancs de marnocalcaire (60 % CaCO_3) peu gréseux, micacé (muscovite surtout), avec FeS (et FeO). Globigérines (A) souvent pyritisées, très souvent brisées; débris carbonneux (RR).
- 20 2,00 m 12 bancs approximativement d'égale épaisseur de marno-calcaire (60 à 70 % CaCO_3), gris-jaunâtre avec taches de rouille, schisteux, peu gréseux (quartz détritique, ϕ max.: 0,1 mm), peu micacé (muscovite), très peu glauconieux, riche en FeS (et FeO). Organismes souvent pyritisés; débris de Corallinacées (RR), débris phosphatés (RR); Microfaune analysée dans quelques bancs à partir de la base:
- 10^e banc:
- Globigerina cf. eocaena* GUMBEL (F)
Nonion curviseptum SUBBOTINA
Robulus sp.
- 9^e banc:
- Globigerina sp.*

6^e banc:

Cibicides sp.
Dentalina sp.
Globigerina sp. (F)
Gyroidinoides sp.
Lagena sp.
Robulus limbosus (REUSS)
Uvigerina sp.

2^e banc:

Anomalinoides sp.
Cibicides sp.
Eponides umbonatus (REUSS)
Globigerina sp. (F)
Robulus sp.
Tritaxilina sp. ?

- 19 1,20 m 13 bancs de calcaire plus ou moins marneux (60 à 80 % CaCO₃) schisteux, peu gréseux (quartz détritique ϕ max.: 0,1 mm; silice secondaire rare), peu glauconieux, riche en FeS (et FeO). Jeunes Brachiopodes; Foraminifères abondants:

Anomalinoides sp.
Cassidulina globosa HANTK.
Cibicides perlucidus NUTTALL
Cibicides sp.
Eponides cf. umbonatus (REUSS)
Globigerina dissimilis CUSHM. & BERMUDEZ (F)
Globigerina sp. (F)
Gyroidinoides sp.
Nodosaria sp.
Pleurostomella sp.
Robulus sp.
Stilostomella cf. pumilio (GÜMBEL)
Tritaxilina pupa (GÜMBEL)

- 18 1,20 m 17 petits bancs de marnocalcaire (61 % CaCO₃), schisteux, très peu gréseux, glauconieux et micacé (muscovite), riche en FeS (et FeO). Foraminifères généralement pyritisés et moins fréquents:

Au sommet:

Cibicides dalmatinus VAN BELLEN
Globigerina sp.
Gyroidinoides soldanii octocameratus (CUSHM. & HANNA)
Gyroidinoides sp.
Robulus arcuatostriatum (HANTK.)
Tritaxilina sp. ?

A la base:

Cibicides sp.
Eponides umbonatus (REUSS)
Globigerina sp.
Gyroidinoides girardanus (REUSS)
Uvigerina cf. eocaena GÜMBEL

- 17 0,18 m Calcaire marneux (76 % CaCO₃), peu schisteux, peu gréseux, riche en FeS (et FeO) (avec quelques petits nodules pyriteux), gris-jaunâtre avec taches plus sombres.

- 16 0,40 m Marnocalcaire (65 % CaCO₃) très schisteux, peu gréseux, très peu glauconieux, riche en FeS (et FeO), à patine gris-bleu jaunâtre, avec taches de rouille. Jeunes Brachiopodes (RR); Foraminifères (F) souvent pyritisés dont:

Cibicides cf. megomphalus (GÜMBEL)
Eponides umbonatus (REUSS)
Gyroidinoides girardanus (REUSS)
Robulus aff. guttocosatus (GÜMBEL)
Robulus sp.

- 15 0,15 m Calcaire marneux (80 à 90 % CaCO₃) schisteux, peu gréseux (quartz détritique ϕ max.: 0,1 mm), très peu glauconieux et micacé (muscovite), riche en FeS (et FeO). Débris phosphatés (RR); jeunes Bivalves (RR) dont *Terebratula juv.*; Foraminifères (F) avec prédominance de Globigérines:
Anomalinoïdes sp.
Cibicides sp.
Globigerina cf. eocaena GÜMBEL
Nodosaria sp.
Nonion curviseptum SUBBOTINA
Planulina costata (HANTK.)
Robulus sp.
- 14 0,05 m = niveau 10.
- 13 0,15 m = niveau 9.
- 12 0,20 m Calcaire marneux (70 à 80 % CaCO₃) peu schisteux, riche en FeS (et FeO), à patine jaunâtre avec taches de rouille. Foraminifères abondants dont:
Cibicides perlucidus NUTTALL
Globigerina cf. dissimilis CUSHM. & BERMUDEZ
Gyroidinoïdes sp.
Nodosaria sp.
Robulus arcuatostriatum (HANTK.)
Robulus aff. budensis (HANTK.)
- 11 0,10 m = niveau 9.
- 10 0,25 m Marnocalcaire (68,5 % CaCO₃) schisteux, peu gréseux, très peu glauconieux, à patine jaunâtre avec quelques taches de rouille; nodules pyriteux oxydés (ϕ moy.: 5 mm). Jeunes Bivalves (R) dont *Terebratulina sp. ?*; Foraminifères (F) parfois pyritisés, dont:
Cibicides sp.
Dentalina vel Stilostomella
Globigerina eocaena (GÜMBEL)
Globigerina sp.
Gyroidinoïdes sp.
Marginulina behmi (REUSS)
Nodosaria sp.
Robulus limbatus (BORNEM)
Robulus sp.
Tritaxilina pupa (GÜMBEL)
Vulvulina haeringensis (GÜMBEL)
- 9 0,10 m Marnocalcaire (60 à 65 % CaCO₃) très schisteux, peu gréseux, riche en FeS (et FeO), à patine gris-bleu à gris-jaune rouille. Foraminifères moins fréquents, dont:
Cibicides sp.
Eponides sp.
- 8 0,85 m Calcaire marneux (93 % CaCO₃), schisteux, peu gréseux, riche en FeS (et FeO), avec petits nodules pyriteux oxydés. Jeunes Lamellibranches (R) (*Cardium sp. ?*); dents de Poissons (R); Foraminifères très souvent pyritisés, avec prédominance de Globigérines:
Cibicides megomphalus (GÜMBEL)
Cibicides sp.
Clavulinoïdes szaboi (HANTK.)
Eponides umbonatus (REUSS)
Globigerina sp.
Gyroidinoïdes sp.
Nodosaria sp.
Pullenia bulloides (D'ORB.)
Robulus alatolimbatus (GÜMBEL)
Robulus sp.

- 7 0,20 m Calcaire marneux (85 à 90 % CaCO_3), peu schisteux, riche en FeS (et FeO), à patine gris-bleu à gris-jaune. Jeunes Bivalves (R) dont *Terebratulina sp.* ? Foraminifères parfois pyritisés, dont:
Cibicides sp.
Globigerina sp.
Robulus cf. alatolimbatus (GÜMBEL)
- 6 0,35 m = niveau 4.
- 5 0,20 m = niveau 4.
- 4 0,55 m Marnocalcaire (70 % CaCO_3) schisteux, très peu gréseux et glauconieux, riche en FeS (et FeO), à patine gris-bleu à gris-jaune, avec quelques taches de rouille. Débris de Pectinidés et d'Echinodermes (radioles d'Oursins (F); débris de Bryozoaires; Foraminifères (F) dont:
Cassidulina globosa HANTK.
Cibicides sp.
Dentalina sp.
Eponides umbonatus (REUSS)
Globulina sp.
Gyroidinoides sp.
Nonion sp.
Robulus alatolimbatus (GÜMBEL)
Robulus aff. parvaensis (HANTK.)
Saracenaria hantkeni CUSHM.
Spirosplectamina carinata (D'ORB.)
- 3 0,05— Marnocalcaire (60 % CaCO_3) schisteux, peu gréseux, glauconieux, riche en FeS
0,10 m (et FeO), biodétritique à très nombreux débris de tests parfois pyritisés, patine gris-bleu.

«Disconformity»

Priabonien

- 2 2,50 m Calcaire biodétritique, pourvu en FeS (et FeO), à patine brun-jaunâtre à gris-brun; très nombreux diastems. Au sommet, faciès schisteux, très glauconieux avec débris de Bryozoaires. Surface supérieure irrégulière, ondulée et ravinée. Débris de Corallinacées (A), de Bryozoaires (F), de tests de Mollusques (F) (dont Echinodermes, radioles d'Oursins). Foraminifères arénacés (dont *Textularidae*) (R); *Discocyclusina sp.* (R); Miliolites (RR); Foraminifères indéterminés (R).
- 1 1,00 m Calcaire (97,5 % CaCO_3) biodétritique, pauvre en FeS (et FeO), avec 5 diastems. Débris de Bryozoaires (F), de tests de Mollusques (F). Petites Nummulites: *N. chavannesi*, *N. fabianii*, *N. garnieri*, *N. incrassatus*.
En outre Mme P. LEMOINE a déterminé très aimablement les Corallinacées (A) suivantes:
Lithophyllum dubium LEM.
Lithophyllum sp. A
Lithophyllum sp. B
Lithophyllum sp. D
Lithophyllum andrusovi LEM.
Lithophyllum bofili LEM.
Lithophyllum faurai LEM.
Lithophyllum sp. B
Mesophyllum pfenderae LEM.
Mesophyllum sp. A

II. Conclusions

Cette coupe levée banc par banc, est très représentative de la formation des Marnes à Foraminifères de notre région. Cependant, elle ne nous satisfait que partiellement, car sa puissance est réduite, à la base, par un accident sédimentaire, et au sommet, par un accident tectonique. Toutefois, dans l'Est du Massif des Bornes, les Marnes à

Foraminifères offrent une grande similitude avec cette coupe, tant au point de vue lithologique qu'au point de vue faunistique, et une identité complète quant à l'évolution du faciès et des faunes. Aussi nous n'énoncerons pas nos conclusions ici, mais plus loin, après avoir examiné les différents gisements de tous les synclinaux.

D. Microfaune des Marnes à Foraminifères dans l'Est du Massif des Bornes

I. Synclinal de Dessy

Gisement A (coord. Lambert: 912, 55/124, 87). Ici, les Marnes à Foraminifères manquent; par contre les schistes à Meletta transgressifs, renferment à la base, de nombreuses espèces de Globigérines analogues à celles des niveaux supérieurs des Marnes à Foraminifères. Au Sud d'une ancienne carrière, le talus oriental de la route D12 découvre des couches plongeant au SE, formées de calcaire biodétritique (Priabonien), à nombreux débris de Corallinacées et à petites Nummulites (principalement *N. incrassatus*). Sur ce Priabonien, les schistes à Meletta transgressent directement (D. RIGASSI, 1957). Mais 7 mètres au-dessus de la surface de transgression, ravinée et fortement colorée par une croûte limonitique et glauconieuse, les schistes à Meletta renferment de très rares Globigérines sur 3 ou 4 mètres, ainsi que quelques Uvigérines quelques mètres plus haut. C'est à l'intérieur d'un niveau de 3 à 4 cm, très riche en Globigérines que nous avons recueilli les espèces suivantes, qui semblent remaniées et transportées par des courants:

Globigerina cf. ampliapertura BOLLI
Globigerina ciperoensis BOLLI
Globigerina parva BOLLI
Globigerina cf. trilocularis D'ORB.
Globigerina cf. yeguaensis WEINZIERL & APPLIN
Globigerinella sp.
Uvigerina sp.

II. Synclinal de Delaire

1. *Gisement B* (coord. Lambert: 913, 58/123, 27). Dans le petit village de Delaire, les Marnes à Foraminifères affleurent le long du chemin traversant le hameau. La microfaune suivante provient d'un marnocalcaire qui se place stratigraphiquement à la base de la formation:

Globulina cf. minuta (ROEMER)
Nodosaria sp.
Stilostomella vel Dentalina
Uvigerina sp.
Vaginulina vel Vaginulinopsis

Dans ces mêmes affleurements, s'insèrent dans la formation quelques niveaux lenticulaires conglomératiques, à éléments d'origine locale, de la taille d'un pois; il s'agit, en effet, d'éléments priaboniens, sénoniens, albiens, urgoniens et peut-être même hauteriviens.

2. *Gisement C* (coord. Lambert: 914, 11/124, 06). La falaise qui domine le hameau de Prêle, offre un grand intérêt géologique: c'est, en effet, le seul point de la partie orientale du Massif des Bornes, où, à notre connaissance, les Marnes à Foraminifères transgressent directement sur l'Urgonien, rubéfié, raviné et perforé par les lithophages. Celles-ci n'atteignent que 3,80 mètres d'épaisseur et ont un faciès marnocalcaire, schisteux, peu glauconieux, riche en FeS (et FeO), à patine jaunâtre à gris-bleu. Les Foraminifères sont fréquents et représentés par un pourcentage de benthiques plus grand à la base qu'au sommet, exactement à l'inverse des pélagiques. En outre, les niveaux inférieurs renferment quelques rares petites Nummulites, remaniées et souvent brisées, d'âge probablement priabonien. Dans ce gisement, nous avons recueilli les espèces suivantes:

Alabamina oschmanni HAGN

Globigerina sp.

Nodosaria sp.

Robulus sp.

Uvigerina sp.

3. *Gisement D* (coord. Lambert: 915, 43/125, 13). Sur le Plateau d'Andey, l'axe de l'Anticlinal de Prêle est plusieurs fois recoupé par les lacets de la route reliant La Grange au Sommet d'Andey. Près des fermes du Clusard, les Marnes à Foraminifères affleurent sur les bas-côtés de la route, et la microfaune donnée ci-dessous, provient de ces affleurements qui correspondent stratigraphiquement à la base de la formation:

Anomalinoïdes cf. *dalmatinus* (VAN BELLEN)

Cibicides cf. *megomphalus* (GUMBEL)

Cibicides sp.

Globigerina cf. *trilocularis* D'ORB.

Globigerina sp.

Nodosaria sp.

Planulina compressa (HANTK.)

Quinqueloculina sp.

Robulus limbatus (BORNEM.)

Robulus sp.

Stilostomella sp.

Uvigerina cf. *hantkeni* CUSHM. & EDW.

Uvigerina sp.

Valvulineria sp.

III. Région comprise entre Delaire et Genise

Cette région très complexe tectoniquement et stratigraphiquement, fera l'objet d'une prochaine note. Dans les synclinaux de Brizon et de Solaizon, les associations faunistiques et l'évolution des faunes des Marnes à Foraminifères sont similaires à celles précédemment décrites. En outre, le calcaire gréseux à Foraminifères arénacés semble présenter dans les deux synclinaux un horizon constant. En plus, comme dans le gisement B, des lentilles conglomératiques à éléments autochtones s'intercalent parfois dans la formation (route Thuex—Mt-Saxonnex, coord. Lambert: 919, 25/125, 05).

IV. Synclinal de Cenise

C'est dans ce synclinal que les Marnes à Foraminifères atteignent leur maximum de puissance, puisqu'elles ont 45 mètres d'épaisseur au Sud du Plateau de Cenise, à la Combe de Chevry (coord. Lambert: 918, 40/120, 40).

1. *Gisement E* (coord. Lambert: 916, 00/118, 18). Sur le flanc nord-occidental de la chaîne des Vergys (Bargy), le calcaire priabonien à petites Nummulites et Discocyclines passe progressivement au faciès des Marnes à Foraminifères. Dans la partie sud-occidentale de cet anticlinal, nous avons recueilli:

Anomalinoides sp.
Cibicides sp.
Clavulinoides szaboi (HANTK.)
Dentalina emaciata REUSS
Dentalina sp.
Globigerina sp.
Hopkinsina cf. *citae* HAGN
Hopkinsina sp.
Robulus alatolimbatus (GÜMBEL)
Robulus sp.
Tritaxilina pupa (GÜMBEL)

2. *Gisement F* (coord. Lambert: 917, 20/120, 00). Les Marnes à Foraminifères, souvent recouvertes par la végétation sur le flanc SE de l'Anticlinal des Rochers de Leschaux, apparaissent sur les sentiers du hameau de La Sarnia. Là encore, la position stratigraphique de ces affleurements est très difficile à définir au sein de la formation, car la moraine locale et la couverture végétale masquent les nombreux accidents tectoniques que l'on peut suivre dans les parois dominant les chalets de Rochesson. Ce gisement nous a livré:

Nodosaria sp.
Robulus aff. *kressenoergensis* (GÜMBEL)
Robulus limbosus (REUSS)
Stilostomella cf. *pumilio* (GÜMBEL)

3. *Gisement G* (coord. Lambert: 918, 79/121, 88). Près de la Croix 1686, sur le flanc SE des Combes (Anticlinal des Rochers de Leschaux), les Marnes à Foraminifères sont découvertes sur de grandes surfaces et présentent un pendage peu supérieur à la pente topographique. L'abondante microfaune, ci-dessous, correspond à la partie inférieure de la formation:

Anomalinoides sp.
Bolivina vaceki antegressa SUBBOTINA
Cassidulina globosa HANTK.
Cassidulina sp.
Cibicides perlucidus NUTTALL
Cibicides cf. *ungerianus* (D'ORB.)
Cibicides sp.
Clavulinoides alpinus CUSHM.
Clavulinoides szaboi (HANTK.)
Dorothia fallax HAGN

Eponides umbonatus (REUSS)
Globigerina dissimilis CUSHM. & BERMUDEZ
Gyroidinoides soldanii octocameratus (CUSHM. & HANNA)
Haplophragmoides sp.
Lenticulina sp.
Marginulina sp.
Nodosaria vel Stilostomella
Nonion curviseptum SUBBOTINA
Planularia caribbeana BERMUDEZ
Pullenia sp.
Rhizammina sp.
Robulus princeps (REUSS)
Robulus sp.
Vaginulina vel Vaginulinopsis
Ostracodes

V. Synclinal du Reposoir

Pour la microfaune de ce synclinal, nous nous reporterons à la coupe de référence du Col de la Colombière.

A part les gisements précités, nous avons prélevé des échantillons de Marnes à Foraminifères, en quelques autres points de la partie orientale du Massif des Bornes. Nous y avons toujours rencontré les mêmes genres et espèces, sauf le genre *Chrysalogonium* (Synclinal de Cenise et Col de la Colombière).

E. Conclusions

I. Sédimentation

L'analyse des fréquences d'organismes benthiques et pélagiques n'a pu être entreprise que dans la coupe du Col de la Colombière. La figure 3 montre qu'à la base de la formation, la proportion de Foraminifères benthiques atteint 95 % et s'abaisse à 5 % dans les termes supérieurs. Inversément, la fréquence des organismes pélagiques passe de 5 % à 95 %.

De plus, la courbe calcimétrique met en évidence un enrichissement en CaCO_3 depuis la base jusqu'à la hauteur de 2 mètres. Puis, entre 2 et 6 mètres, la courbe présente plusieurs oscillations et enfin un appauvrissement progressif en carbonate. Les différentes «pointes» de la courbe calcimétrique (entre 2 et 6 mètres) correspondent aux passées lenticulaires plus calcaires; l'intérêt, dans cette portion, ne réside donc pas dans la position des «pointes», mais dans l'aspect irrégulier de la courbe.

En comparant les courbes de la calcimétrie et de la fréquence des organismes, il apparaît immédiatement la relation entre le pourcentage des carbonates et celui des organismes benthiques. Plus les Marnes à Foraminifères sont calcaires, plus elles contiennent d'organismes benthiques; et, plus elles sont argileuses, plus les pélagiques se développent. Ainsi, à 2 mètres de la «disconformity», à un accroissement en carbonates correspond un accroissement en Foraminifères benthiques. Pourtant, à la base de la formation, une augmentation en carbonates entraîne une décroissance de fré-

COUPE DU COL DE LA COLOMBIERE

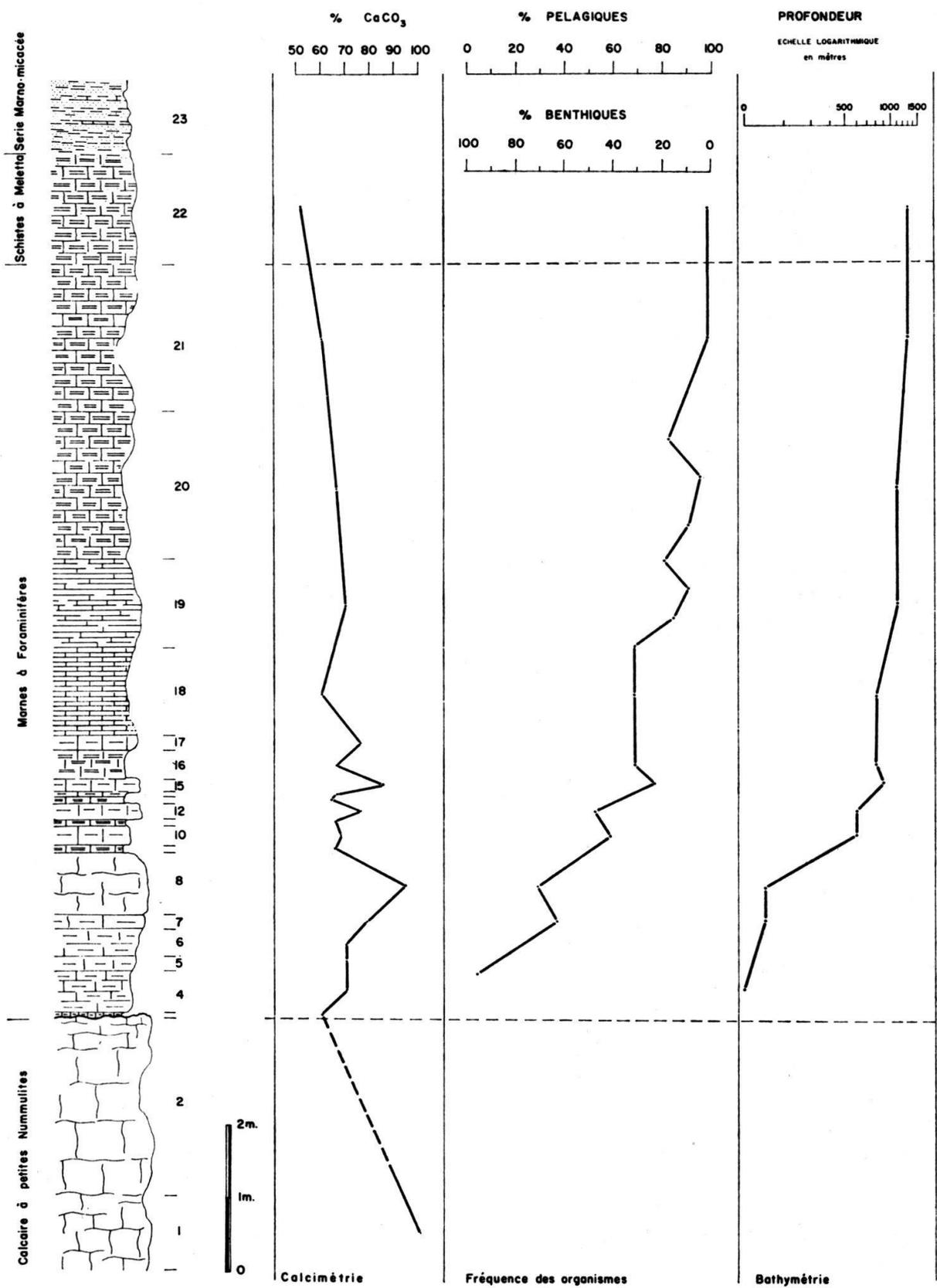


Fig. 3

quence des Foraminifères benthiques; il est facile d'expliquer cette anomalie, en considérant la «disconformity», à la limite des deux formations. Cette «disconformity», locale d'ailleurs, peut-être considérée comme le témoin du passage d'un courant d'eau plus violent, perturbateur des dépôts encore meubles du fond sous-marin, mais sans effet sur le benthos transporté au gré des courants de surface. D'ailleurs, la présence de tests cassés et nombreux, à ce niveau, confirmerait cette hypothèse.

T. F. GRIMSDALE et van MORKHOVEN donnent dans leur travail «The ratio between pelagic and benthonic foraminifera . . .», une courbe bathymétrique construite en fonction des fréquences des organismes benthiques et pélagiques. La courbe bathymétrique de la figure 3, repose sur ces principes. D'après celle-ci, le bassin de sédimentation a subi un approfondissement progressif du début à la fin du dépôt de la formation. L'association faunistique inférieure correspond à celle d'une mer de cinquante mètres de profondeur environ. De plus, l'étude des Corallinacées du calcaire priabonien sous-jacent amène à considérer, d'après Madame P. LEMOINE, que leur milieu de vie fut une «mer peu profonde, ne dépassant pas 80 mètres de profondeur, de salinité normale, à climat tropical».

En moyennant les résultats, et en supposant que la zone à Foraminifères arénacés corresponde, par rapport à la mer priabonienne, à un léger approfondissement ou tout au plus à une égale profondeur, nous admettons que les premiers dépôts des Marnes à Foraminifères ont eu lieu dans une mer où les bas-fonds ne dépassaient pas 100 mètres. Quant aux marnocalcaires supérieurs, très riches en Globigérines, ils correspondraient aux dépôts d'une mer plus profonde, voisine de 1000 mètres.

Nous n'avons pas établi la courbe quantitative des pourcentages d'éléments minéraux autochtones et allochtones dans les Marnes à Foraminifères, les schistes à Meletta et les schistes marno-micacés. Cependant, une analyse pétrographique qualitative de ces différentes formations, nous a montré que, dans la partie orientale du Massif des Bornes:

1. L'apport des éléments clastiques locaux est massif dans le calcaire à petites Nummulites et se réduit dans les formations supérieures, si l'on excepte les rares niveaux lenticulaires conglomératiques des Marnes à Foraminifères.
2. Les éléments exotiques sont absents dans le calcaire à petites Nummulites.
3. Les apports allochtones apparaissent progressivement dans les Marnes à Foraminifères, et prennent une grande importance dans les formations supérieures.

Il semble donc, qu'après le dépôt des Marnes à Foraminifères (voire la base des schistes à Meletta), commence une phase de remblaiement du bassin de sédimentation par des éléments sableux et silteux, à caractères turbidites. Alors qu'avant le dépôt des schistes à Poissons, le bassin subit une phase d'approfondissement, après celui-ci, commence une phase de comblement.

Ainsi, on peut considérer que le sommet des Marnes à Foraminifères et la base des schistes à Meletta correspondent au maximum de la profondeur du bassin de sédimentation, dont la cote minimum aura été voisine de 1000 mètres.

II. Age de la formation

La figure 4 récapitule les associations faunistiques des Marnes à Foraminifères des Chaînes subalpines de Haute-Savoie (parties orientale et septentrionale du Massif des Bornes).

Fig. 4. Microfaune des Marnes à Foraminifères
des Chaînes subalpines de Haute-Savoie

	Mathelon - Pont de Naves (D. RIGASSI 1957)	Synclinal de Dessy (sch. à Meletta)	Synclinal de Delaire	Synclinal de Cenise	Synclinal du Reposoir (Col Colombière)
Alabama oschmanni HAGN			X		
Anomalinoïdes affinis HANTK.	X				
Anomalinoïdes cf. dalmatinus (VAN BELLEN)			X		
Anomalinoïdes granosus HANTK.	X				
Bolivina nobilis HANTK.	X				
Bolivina vaceki antegressa SUBBOTINA				X	
Bolivina vaceki SCHUB. type et var. glabra HAGN	X				
Cassidulina globosa HANTK.				X	X
Cibicides dalmatinus VAN BELLEN	X				X
Cibicides cf. megomphalus (GUMBEL)			X		X
Cibicides perlucidus NUTTALL				X	X
Cibicides cf. ungerianus (D'ORB.)				X	
Clavulinoïdes alpinus CUSHM.				X	
Clavulinoïdes szaboi (HANTK.)	X			X	X
Chrysalogonium sp.			X		
Cylindroclavulina rudislosta HANTK.	X				
Dentalina emaciata REUSS				X	
Dentalina pauperata D'ORB.	X				
Dorothia fallax HAGN				X	
Eponides umbonatus (REUSS)				X	X
Fronicularia budensis HANTK.	X				
Globigerina cf. ampliapertura BOLLI		X			
Globigerina bulloides D'ORB.	X				
Globigerina ciperoensis BOLLI		X			
Globigerina dissimilis CUSHM. & BERMUDEZ				X	X
Globigerina eocaena GUMBEL					X
Globigerina parva BOLLI		X			
Globigerina cf. trilocularis D'ORB.		X	X		
Globigerina yeguaensis WEINZIERL & APPLIN	X	X			
Globigerinella sp.		X			
Globulina cf. minuta (ROEMER)			X		
Gyroïdinoïdes girardanus (REUSS)	X				X
Gyroïdinoïdes soldanii octocameratus (CUSHM. & HANNA)				X	X
Haplophragmoïdes sp.				X	
Hopkinsina cf. citae HAGN				X	
Karrerella chilostoma REUSS	X				
Lagena sp.					X
Lenticulina sp.				X	
Marginulina behmi (REUSS)					X
Marsonella traubi HAGN	X				
Nodosaria latejugata GUMBEL	X				
Nonion curvisseptum SUBBOTINA				X	X
Planularia carribeana BERMUDEZ				X	
Planulina costata (HANTK.)	X				X
Planulina compressa (HANTK.)			X		
Pleurostomella acuta HANTK.	X				
Pullenia bulloides (D'ORB.)					X
Quinqueloculina sp.			X		
Rhizammina sp.				X	
Robulus arcuatostratus (HANTK.)	X				X
Robulus alatolimbatus (GUMBEL)				X	X
Robulus aff. budensis (HANTK.)					X
Robulus aff. guttocostratus (GUMBEL)					X
Robulus aff. kressenoergensis (GUMBEL)				X	
Robulus limbatus (BORNEM.)			X		X
Robulus limbosus (REUSS)	X			X	X
Robulus porvaensis (HANTK.)					X
Robulus princeps (REUSS)				X	
Saracenaria hantkeni CUSHM.	X				X
Spirosplectammina carinata (D'ORB.)	X				X
Stilostomella cf. pumilio (GUMBEL)				X	X
Tritaxilina pupa (GUMBEL)				X	X
Uvigerina eocaena GUMBEL	X				X
Uvigerina cf. hantkeni CUSHM. & EDW.			X		
Vaginulina sp.			X	X	
Vaginulinopsis asperuliformis NUTTALL	X				
Valvulineria sp.			X		
Virgulina schreibersina CZJZEK	X				
Vulvulina eocaena MONT.	X				
Vulvulina haeringensis (GUMBEL)					X

Fig. 4

Il ressort de ce tableau comparatif, que les Foraminifères sont également répartis au NW et au SE, ainsi qu'au N et au S; il est donc logique d'étudier l'âge de cette microfaune pour tout le «bassin» des Bornes. Des études ultérieures démontreront certainement l'identité de la faune et de l'âge des Marnes à Foraminifères de la région du Mont Durand, près de la Clusaz (Nappe de Morcles—Aravis). Ces études d'ailleurs, contribueront à préciser l'âge des grès de Taveyannaz, équivalents stratigraphiques des grès du Val d'Illiez de la série marno-micacée autochtone de notre région.

Mais, à propos de l'association faunistique précédemment décrite, Monsieur le Professeur HAGN nous écrit: «Zur Altersfrage kann gesagt werden, daß es nicht einfach ist, das höhere Obereozän vom tieferen Oligozän mit Hilfe von Kleinforaminiferen zu trennen. Auch die pelagischen Faunenelemente (die infolge ihrer schlechten Erhaltung ohnehin nicht gut bestimmbar waren) erwiesen sich als wenig hilfreich. Viele Arten überschreiten nämlich die Grenze Eozän/Oligozän.» Il est donc impossible actuellement de déterminer avec certitude l'âge des Marnes à Foraminifères. Pourtant:

1. Les Marnes à Foraminifères reposent toujours sur le calcaire sûrement d'âge priabonien, avec *N. chavannesi*, *N. fabianii*, *N. garnieri*, *N. incrassatus*. Aux rares endroits, où les Marnes recouvrent directement le Crétacé, elles sont toujours transgressives. D'autre part, nous avons signalé dans plusieurs régions, la présence de la zone à Foraminifères arénacés, faciès transitoire entre le calcaire priabonien et les Marnes à Foraminifères.
2. D'après le Professeur HAGN: «Es kann aber gesagt werden, daß Ihr Material eine große Ähnlichkeit aufweist mit dem Unteroligozän von Häring i. Tirol (...). Außerdem traf ich manche übereinstimmende Form im Unteroligozän von Marienstein.»
3. De plus, ce spécialiste nous fait remarquer l'absence dans la formation, de formes typiquement éocènes tels *Hantkenina*, *Turborotalia* et *Globigerapsis*.

En conclusion, 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.

Bibliographie

- Beckmann, J. P.* (1953): Die Foraminiferen der Oceanic Formation (Eocaen-Oligocaen) von Barbados, Kl. Antillen. Ecl. Geol. Helv. Vol. 46, Nr. 2:301.
- Bermudez, P. J.* (1949): Tertiary smaller foraminifera of the Dominican Republic. Cushman Lab. For. Res., spec. publ. 25.
- Bolli, H.* (1951): Zur Altersbestimmung von Tertiärschiefen aus dem Helvetikum mittels Kleinforaminiferen. Ecl. Geol. Helv. 43/2:105.
- Boussac, J.* (1912): Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin. Mém. serv. carte géol. France.
- Charollais, J.* (à paraître): Recherches stratigraphiques dans l'Est du Massif des Bornes. (Hte-Savoie).
- Cita, M. B.* (1950): L'Eocene della sponda occidentale del Lago di Garda. Riv. It. di Paleontol. e Stratig., LVI/4:129.
- Collet, L. W.* (1943): La Nappe de Morcles entre Arve et Rhône. Mat. pour la carte géol. suisse, livr. 79.
- Colom, G.* (1954): Estudio de las biozonas con foraminiferos del Terciario de Alicante. Bol. Inst. Geol. y Min. de España, LXVI.

- Cushman, J. A., Edwards, P. G.* (1937): Notes on the early described eocene species of *Uvigerina* and some new species. *Contr. Cushman Lab. For. Res.*, 13:54.
- Cushman, J. A., Renz, H. H.* (1947): The foraminiferal fauna of the oligocene Ste. Croix formation of Trinidad. *Cushman Lab. For. Res.*, spec. publ. 22.
- Grimsdale, T. F., van Morkhoven, F. P.* (1955): The ratio between pelagic and benthonic foraminifera as a means of estimating depth of deposition of sedimentary rocks. 4th World Petr. Congr., sect. I/D, paper 4, Rome.
- Hagn, H., Hölzl, O.* (1952): Geologisch-paläontologische Untersuchungen in der subalpinen Molasse des östlichen Oberbayerns zwischen Prien und Sur mit Berücksichtigung des im Süden anschließenden Helvetikums. *Geol. Bavarica*, 10.
- Hagn, H.* (1954): Geologisch-paläontologische Untersuchungen im Helvetikum und Flysch des Gebietes von Neubeuern am Inn (Oberbayern). *Geol. Bavarica*, 22.
- Hagn, H.* (1956): Geologische und paläontologische Untersuchungen im Tertiär des Monte Brione und seiner Umgebung. *Paleontographica*, 107/A:67.
- Hagn, H.* (1960): Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern. *Geol. Bavarica*, 44.
- Haug, E.* (1895): Etudes sur la tectonique des Hautes Chaînes calcaires de Savoie. *Bull. serv. carte géol. France*, 47, T. VII.
- Hofker, J.* (1956): Tertiary Foraminifera of coastal Ecuador: Part II, additional notes on the Eocene species. July 1956.
- Moret, L.* (1934): Géologie du Massif des Bornes. *Mém. soc. géol. France*, T. X, fasc. 1—2.
- Nathan, H.* (1949): Geologische Ergebnisse der Erdölbohrungen im Bayerischen Innviertel. *Geol. Bavarica*, 1.
- Nuttall, W. L. F.* (1932): Lower oligocene Foraminifera from Mexico. *Journ. Pal.*, 6:3.
- Parejas, E.* (1938): Essai sur la géographie ancienne de la région de Genève. *Rev. Fac. Sc. Univ. Istanbul*, T. III, fasc. 2.
- Rigassi, D.* (1957): Faune sannoisienne du Pont de Naves (Hte-Savoie). *Arch. Sc. Phys. Hist. Nat. Genève*, 10/2:171.
- Rigassi, D.* (1957): Le Tertiaire de la région genevoise et savoisienne. *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.* 24/66:19.
- Rigassi, D., Charollais, J.* (1961): Geol. Profile und Karten, ausgeteilt anlässlich der Jahresversammlung der VSP in Genf (Unveröffentlicht).
- Rosset, J.* (1952): Vue générale sur la tectonique de la chaîne des Aravis (Hte-Savoie). *Trav. Lab. Géol. Univ. Grenoble*, 30:63.
- Rutsch, R. F.* (1961): Zur Palaeogeographie der subalpinen Unteren Meeresmolasse (Rupelien) der Schweiz, I. Teil. *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.* 28/74:27.
- Rutsch, R. F.* (1962): Zur Palaeogeographie der subalpinen Unteren Meeresmolasse (Rupelien) der Schweiz, II. Teil. *Bull. Ver. Schweiz. Petrol.-Geol. u. -Ing.* 28/75:13.
- Schroeder, J. W., Ducloz, C.* (1955): Géologie de la Molasse du Val d'Illiez (Bas-Valais). *Mat. pour la carte géol. suisse*, livr. 100.
- Schlosser, M.* (1922): Revision der Unteroligozänfauna von Häring und Reut im Winkel. *N. Jb. Min. usw.*, 47:254.
- Verniory, R.* (1956): Extraction des microfossiles: une nouvelle méthode rapide. *Arch. Sc. Genève*, 9/4:487.
- Verniory, R.* (1957): Utilisation des mouillants cationiques en micropaléontologie. *Arch. Sc., Genève*, 10/1:116.