

Zeitschrift: Eclogae Geologicae Helvetiae
Herausgeber: Schweizerische Geologische Gesellschaft
Band: 73 (1980)
Heft: 1

Artikel: Les Marnes à Foraminifères et les Schistes à Meletta des chaînes subalpines septentrionales (Haute-Savoie, France)
Autor: Charollais, Jean / Hochuli, Peter A. / Oertli, Henri J.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-164943>

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: 08.01.2026

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

Eclogae geol. Helv.	Vol. 73/1	Pages 9-69	19 figures dans le texte et 8 planches	Bâle, mars 1980
---------------------	-----------	------------	---	-----------------

Les Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta* des chaînes subalpines septentrionales (Haute-Savoie, France)

Par JEAN CHAROLLAIS¹⁾, PETER A. HOCHULI²⁾,
HENRI J. OERTLI³⁾, KATHARINA PERCH-NIELSEN²⁾, MONIQUE TOUMARKINE²⁾,
FRED RÖGL⁴⁾ et JEAN-LOUIS PAIRIS⁵⁾

RÉSUMÉ

Un inventaire micropaléontologique détaillé des formations calcaréo-argileuses du massif des Bornes permet d'attribuer avec certitude à l'Oligocène inférieur la plus grande partie des Marnes à Foraminifères et la totalité des Schistes à *Meletta*. Encore que cette datation repose surtout sur des échelles de zonation basées sur les palynomorphes et les Foraminifères planctiques, on retrouve ici tout à fait clairement les associations décrites de l'Oligocène inférieur de régions non tropicales. Les Foraminifères benthiques, le nannoplancton et les Ostracodes s'accordent bien avec une telle attribution; ces derniers situent le dépôt des Marnes à Foraminifères dans le domaine épibathyal; l'appauvrissement de la microfaune, ainsi que le phytoplancton des Schistes à *Meletta* indiquent, par contre, que l'évolution du milieu de dépôt s'est effectuée dans le sens d'un certain confinement.

ABSTRACT

A detailed micropaleontological inventory has been performed on the calcareous mudstone formations from Massif des Bornes (French Alps), with the following results: the largest part of the "Marnes à Foraminifères" and the whole of "Schistes à *Meletta*" formations can now be dated as Lower Oligocene. This dating relies mostly on the biostratigraphic zonation of palynomorphs and planktonic foraminifera. Non tropical associations of Lower Oligocene age are well-represented in these formations. Benthic foraminifera, calcareous nannoplankton and the Ostracodes confirm this age. The Ostracodes indicate that the "Marnes à Foraminifères" deposited at relatively great depth (epibathyal zone), whereas the "Schistes à *Meletta*" sedimentation evolved towards confinement (microfauna impoverishment, characteristic phytoplankton).

¹⁾ Laboratoire de Géologie, 13, rue des Maraîchers, 1211 Genève 4.

²⁾ Institut de Géologie, 5, Sonneggstrasse, Ecole Polytechnique Fédérale, 8006 Zurich.

³⁾ S.N.E.A.(P), Centre Micoulau, avenue du Président P. Angot, F-64001 Pau Cedex.

⁴⁾ Geologische und Paläontologische Abteilung, Naturhistorisches Museum, Burgring 7, Postfach 417, A-1014 Wien.

⁵⁾ Institut Dolomieu, Rue Maurice Gignoux, F-38000 Grenoble.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein detailliertes mikropaläontologisches Inventar der kalkig-tonigen Formationen der Bornes-Ketten erlaubt, den Hauptteil der «Marnes à Foraminifères» und die Gesamtheit der «Schistes à *Meletta*» mit Sicherheit ins untere Oligozän zu stellen. Diese Einstufung stützt sich vor allem auf die Datierungen mit Hilfe von Palynomorphen und planktonischen Foraminiferen. Es finden sich die typischen Assoziationen des interen Oligozäns gemässiger Klimazonen. Die benthonischen Foraminiferen, das kalkige Nannoplankton sowie die Ostrakoden bestätigen diese stratigraphische Einstufung. Die Ostrakoden-Fauna spricht für ein Ablagerungsmilieu der «Marnes à Foraminifères» im Epibathyal. Die Verarmung der Mikrofaunen wie auch der Phytoplankton-Assoziationen in den «Schistes à *Meletta*» weist auf eine gewisse Isolierung des Ablagerungsmilieus hin.

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	10
2. Lithostratigraphie des Marnes à Foraminifères et des Schistes à <i>Meletta</i>	14
3. Etude des Marnes à Foraminifères au col de la Colombière	16
3.1 Situation et lithologie	16
3.2 Palynologie	19
3.3 Foraminifères benthiques et planctiques	20
3.4 Ostracodes	21
3.5 Nannoflore	26
4. Description d'affleurements de Marnes à Foraminifères et de Schistes à <i>Meletta</i> dans le massif des Bornes	26
4.1 Synclinal de Thônes	26
4.2 Zone synclinale du plateau de Cenise	30
4.3 Zone synclinale de Solaizon - Champlaitier	35
4.4 Synclinal du plateau d'Andey	38
4.5 Zone synclinale des Contrebandiers	38
4.6 Synclinal de Dessy	39
4.7 Zone synclinale de Naves	39
5. Discussions biostratigraphiques sur les Marnes à Foraminifères et les Schistes à <i>Meletta</i> du massif des Bornes	40
5.1 Palynologie	40
5.2 Foraminifères benthiques	44
5.3 Foraminifères planctiques	44
5.4 Ostracodes	46
5.5 Nannoflore	46
6. Conclusions	47
Bibliographie	59

1. Introduction

Dans son article sur la faune sannoisienne du pont de Naves, RIGASSI (1957a) donnait les principales raisons qui font de la région de Haute-Savoie une zone privilégiée pour l'étude du Tertiaire de l'avant-pays alpin: tectonique relativement faible, métamorphisme peu important ou nul, faunes et flores assez riches. Partageant le point de vue de cet auteur, nous avons entrepris un travail général sur le Tertiaire du massif des Bornes (PAIRIS & CHAROLLAIS) et une étude comparative sur les formations tertiaires des unités tectoniques autochtones et allochtones dans le synclinal de Thônes (ROSSET & CHAROLLAIS). L'étude stratigraphique du sommet des Marnes à Foraminifères (= Marnes à Globigérines, Schistes à Globigérines) et

LITHOSTRATIGRAPHIE	MILIEU
Schistes marno-micacés (avec grès du Val d'Illeiz)	marin
Schistes à <i>Meletta</i>	
Marnes à Foraminifères	
Calcaires gréseux à Foraminifères arénacés	marin : néritique
Calcaires ⁺ gréseux et conglomérats à petites Nummulites et Corallinacées	marin : néritique
Couches des Diablerets	saumâtre à lacustre
Calcaires à Polypiers	à périrécifal
Calcaires gréseux et conglomérats à Cyanophycées : marnes blanches et calcaires fins	fluvio - lacustre
Calcaires gréseux à Cyanophycées	lacustre
Calcaires gréseux bréchiques à grandes Nummulites	marin - néritique
Grès ⁺ calcaires à Nummulites et Alvéolines (connus seulement à l'état remanié)	marin - néritique

Fig. 1. Stratigraphie générale des formations tertiaires des chaînes subalpines septentrionales.

des Schistes à *Meletta* (= Schistes à Poissons) dans les chaînes subalpines septentrionales s'inscrit dans le cadre de ces deux projets de recherches.

Les déterminations paléontologiques de l'étude présentée ici ont été effectuées par M. Toumarkine pour les Foraminifères planctiques, par P. Hochuli pour la palynologie, par K. Perch-Nielsen pour la nannoflore, par H. Oertli pour les Ostracodes et par F. Rögl pour certains Foraminifères benthiques.

Avant de faire un bref historique des recherches menées sur les Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta* de la région savoyarde après la synthèse de MORET (1934), il convient de rappeler la stratigraphie générale du Tertiaire dans les chaînes subalpines entre l'Arve et le lac d'Annecy (CHAROLLAIS 1974) (fig. 1).

Après la parution de la monographie de MORET (1934) sur la géologie du massif des Bornes, plusieurs chercheurs se sont penchés sur les problèmes du Tertiaire de cette région et de ses environs. Par ordre chronologique, RIGASSI (1957b) publie une synthèse sur le Tertiaire de la région genevoise et savoissienne et une étude détaillée sur un gisement fossilifère dans les Marnes à Foraminifères, près du pont de Naves (1957a). Sur l'instigation de cet auteur, CHAROLLAIS & WELLHÄUSER (1962) entreprennent un travail sur les Marnes à Foraminifères des chaînes subalpines; HAGN (1962) y analyse la microfaune qui lui semble appartenir plutôt à l'Oligocène inférieur qu'à l'Eocène supérieur, pourtant les arguments paléontologiques ne sont pas absolument déterminants.

En 1962, CHAROLLAIS (p. 700) propose une succession-type des formations tertiaires des chaînes subalpines septentrionales et met en évidence un nouveau terme lithologique à la base des Marnes à Foraminifères: c'est le Calcaire gréseux à Foraminifères arénacés. Plus tard, MARTINI (1968a, 1968b, 1970) affine la lithostratigraphie du Tertiaire des massifs des Bornes et des Bauges et décrit en détail de nombreuses variations lithologiques. Enfin, en 1975, PAIRIS & PAIRIS examinent les différentes formations tertiaires du massif du Haut-Giffre et démontrent que leurs variations latérales sont liées à une paléotectonique ante-nummulitique, elle-même responsable d'une paléomorphologie; il ressort de leur étude que les variations rapides et fréquentes des faciès tertiaires résultent avant tout du fait qu'à l'Eocène la mer s'est avancée sur un substratum accidenté tectoniquement et topographiquement et en proie à une tectonique active synsédimentaire.

Alors que MARTINI (1962) invoquait surtout une migration du géosynclinal alpin du sud-est vers le nord-ouest pour expliquer les principales variations des faciès du Tertiaire dans l'espace et dans le temps, s'opposant ainsi aux thèses de RIGASSI (1957b, p. 28), l'explication que proposent PAIRIS & PAIRIS est beaucoup plus en accord avec les observations de terrain; ces dernières d'ailleurs sont plus aisées dans le massif du Haut-Giffre que dans les Bornes et les Bauges où la couverture végétale est très dense. De plus, ces massifs correspondent tectoniquement à une suite de synclinaux et d'anticlinaux où les dépôts tertiaires sont aujourd'hui décapés: ceux-ci n'affleurent plus que sporadiquement sur le flanc des synclinaux dont les fonds tapissés généralement de flysch sont propices au développement des pâturages.

D'autre part, l'hypothèse de la migration invoquée par MARTINI (1962) reposait sur des corrélations de faciès qui, semble-t-il, n'appartiennent pas aux mêmes unités tectoniques: en effet, cet auteur comparait la microfaune planctique récoltée près de Faverges (ravin de Frontenay) avec celle que RIGASSI (1957a) avait décrite près de Naves et que CHAROLLAIS & WELLHÄUSER (1962) avaient mentionnée dans le massif des Bornes; or, ce massif auquel est rattaché la région de Naves, appartient au domaine autochtone des chaînes subalpines tandis que les affleurements du ravin de Frontenay font probablement partie d'une unité tectonique proche du domaine «ultrahelvétique» (= unité des Combes; ROSSET, CHAROLLAIS, TOUMARKINE, MANIVIT, CHATEAUNEUF & SCHAUB 1976). Cette remarque n'enlève en rien à la qualité des nombreuses observations publiées par MARTINI.

Ainsi, s'appuyant sur des observations faites dans le massif du Haut-Giffre et sur leurs interprétations, nous considérons que toutes les variations de faciès de l'Eocène décrites par les auteurs dans les massifs des Bornes et des Bauges, résultent d'une transgression lacustre et/ou marine sur une région à fort relief généralement déterminé par une paléotectonique ante-éocène reprise lors d'étapes de déformations ultérieures dans le domaine alpin. Dans les chaînes subalpines, cette transgression s'est déroulée suivant un schéma beaucoup plus complexe que celui proposé par MARTINI dans ses divers travaux; son évolution ne peut être comprise qu'en étudiant systématiquement tous les affleurements où apparaissent les faciès de

Fig. 2. Plan de situation des affleurements de Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta*, à partir de la feuille Annecy-Bonneville (en cours d'édition).

l'Eocène et leur contact avec le substratum mésozoïque (ceux-ci feront l'objet de publications prochaines).

Par contre, il est moins évident qu'à la fin de l'Eocène et au début de l'Oligocène, la sédimentation des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* eut lieu sur un substratum accidenté topographiquement et tectoniquement; autrement dit, on pourrait supposer qu'à la fin de l'Eocène et au début de l'Oligocène, les fonds marins auraient été plus ou moins nivelés, à part quelques régions, par suite d'une sédimentation éocène forte et souvent conglomératique dans les dépressions et faible sur les hauts-fonds. Cette hypothèse, certes, rend mal compte des arrivées bréchiques dans les Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta*, résultant probablement de mouvements synsédimentaires; de plus l'instabilité des fonds marins se manifeste aussi par l'apparition de «hard-grounds» ou de discordances internes. Cette mobilité doit cependant être examinée attentivement, car on ne peut manquer d'être frappé par le fait que, à l'exception de rares points (région de Dessy, synclinal de Champlaitier), le sommet des Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta* présentent toujours une constance remarquable de faciès; ces couches ne montreraient donc généralement pas de variations dans l'espace et dans le temps à l'inverse des formations éocènes sous-jacentes. C'est pour vérifier ou infirmer cette hypothèse que nous avons procédé à un inventaire paléontologique de ces deux formations.

D'autre part, l'étude biostratigraphique des Schistes à *Meletta* et leur datation sont absolument nécessaires pour préciser l'époque du début de la sédimentation de type «flysch», dans les chaînes subalpines septentrionales.

Après une brève description de la lithologie des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta*, nous analyserons leur évolution biostratigraphique, verticalement, dans la coupe du col de la Colombière, et horizontalement en plusieurs points du massif des Bornes (fig. 2).

2. Lithostratigraphie des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta*

Les Marnes à Foraminifères doivent être considérées comme une formation bien que ses contacts avec les formations sus-jacentes (Schistes à *Meletta* et flysch) et sous-jacentes (Calcaires à Nummulites et Calcaires gréseux à Foraminifères arénacés) soient le plus souvent très graduels donc que les limites inférieure et supérieure ne soient pas nettement tranchées. En plusieurs points du massif des Bornes, les Marnes à Foraminifères transgressent directement sur le substratum mésozoïque; c'est notamment le cas dans l'anticlinal du plateau d'Andey et dans le synclinal du plateau des Glières. Les Marnes à Foraminifères atteignent une puissance maximale de 25 m (plateau de Cenise).

La lithologie des Marnes à Foraminifères est assez homogène, encore qu'elles comportent parfois de nombreux hard-grounds et que leur base peut être grossièrement détritique, lorsque la formation transgresse directement sur le substratum mésozoïque (synclinal du plateau d'Andey, de Champlaitier). Elles sont constituées par une série de bancs à joints mal définis, généralement bioturbés et renfermant de nombreuses pistes d'animaux fousseurs. Ce sont des calcaires argileux schistoïdes offrant quelques intercalations plus calcaires à patine gris-bleuâtre à jaune-

rouille; leur teneur en CaCO_3 oscille entre 60% et 90%; forte à la base, elle diminue progressivement de la base vers le haut (voir colonne lithologique des fig. 5, 6, 16).

Du point de vue pétrographique, les Marnes à Foraminifères se composent en plus des carbonates et des argiles, d'une faible proportion de quartz détritiques (\varnothing max. = 0,1 mm), de quelques muscovites, de quelques grains de glauconie et de composés ferreux qui se présentent soit à l'état diffus, soit sous forme de nodules et de remplissages de loges de Foraminifères, ce qui augmente la difficulté d'extraction de ces derniers. SITTLER (1965, p. 254) a analysé les minéraux argileux des Marnes à Foraminifères au nord-est d'Annecy, au lieu-dit Mathelon: «A l'illite pure, s'ajoute une quantité presque égale d'interstratifié I-V à 12 Å dont les feuilletts s'écraquent à 10 Å au chauffage. On note encore très peu de kaolinite et de faibles traces de chlorite.»

Les Marnes à Foraminifères passent progressivement vers le haut aux Schistes à *Meletta* qui constituent la base du flysch subalpin. Ceux-ci peuvent être considérés soit comme un membre au sens lithostratigraphique du terme, soit comme une formation. Ils n'excèdent jamais une trentaine de mètres de puissance et ne présentent pas de limites franches avec les termes lithologiques qui les encadrent. Il arrive cependant qu'ils soient transgressifs sur des formations plus anciennes comme c'est le cas dans le synclinal de Dessy où ils transgressent directement sur les Calcaires à Nummulites; par ailleurs, la base des Schistes à *Meletta* est perturbée par des niveaux conglomératiques d'origine turbiditique, près du Mont-Saxonnet; ces niveaux correspondent à d'anciennes «avalanches» sous-marines composées d'éléments locaux et d'extension restreinte d'ordre hectométrique, rarement kilométrique. A l'affleurement, les Schistes à *Meletta* se délitent en plaquettes et offrent une patine brun foncé à gris bleu sombre.

Paléontologiquement, les Schistes à *Meletta* se différencient des Marnes à Foraminifères par la présence de nombreuses écailles, ou autres débris, de poissons (*Clupea* sp.), et par la disparition presque totale des Foraminifères benthiques ainsi que des grands planctiques, au profit des petites formes planctiques qui prédominent nettement. Seuls, font exception les Schistes à *Meletta* de La Sage, qui présentent une microfaune très riche, aussi bien benthique que planctique, ce qui résulte probablement de remaniements.

Pétrographiquement, ils se caractérisent par une plus grande proportion d'argiles, de quartz détritiques toujours fins, de micas et de matière organique, au détriment des carbonates, qui ne dépassent pas 50-70%. Les argiles sont illitiques avec quelques traces de kaolinites et de chlorite, d'après SITTLER (1965, p. 254) qui a analysé les Schistes à *Meletta* du synclinal de Dessy.

Dans le massif des Bornes, les Schistes à *Meletta* n'affleurent que très rarement, tout comme les Marnes à Foraminifères, qui, là où elles apparaissent, sont en général partiellement couvertes par la végétation. Nous ne décrirons pas ici de coupe-type des Marnes à Foraminifères, mais nous analyserons seulement en détail la partie supérieure de cette formation au col de la Colombière en raison de la qualité exceptionnelle de l'affleurement et de sa facilité d'accès. Nous présenterons plus sommairement d'autres gisements de Marnes à Foraminifères et de Schistes à *Meletta* favorables aux prélèvements d'échantillons paléontologiques mais parfois difficiles à situer lithostratigraphiquement avec précision.

3. Etude des Marnes à Foraminifères au col de la Colombière

3.1 Situation et lithologie

La coupe (fig. 3-7) de la partie sommitale des Marnes à Foraminifères a été relevée au col de la Colombière même, dans le talus nord-occidental de la route, au-dessous (topographiquement) d'une petite chapelle (coord. 920.52/118.68), région qui appartient tectoniquement au flanc oriental de l'anticlinal du Bargy (ou au flanc occidental du synclinal de Thônes). Cet affleurement permet de relever banc par banc, sur une dizaine de mètres d'épaisseur, la partie supérieure des Marnes à Foraminifères qui, ici, sont séparées des Calcaires à Nummulites par une «pseudo-discordance» qui traduit une modification importante et brutale de la sédimentation au passage des Marnes à Foraminifères. Les couches se présentent en dalles structurales favorables à l'échantillonnage.

La description banc par banc de cette coupe a déjà été donnée par CHAROLLAIS & WELLHÄUSER (1962, p. 26-29). Il s'agit d'une série de bancs décimétriques de calcaires plus ou moins argileux (parfois de marnes calcaires) schisteux, peu quartzeux et peu glauconieux, riches en composés ferreux qui, suivant leur degré d'altération, confèrent aux couches une patine gris bleu à brun rouille. Les joints entre les bancs sont mal marqués et correspondent plutôt à des diastèmes. L'étude de la calcimétrie a permis de mettre en évidence, depuis la base de la coupe jusqu'à environ 2 m de hauteur, un enrichissement en CaCO_3 de 60 à 90%; au-dessus, entre 2 et 6 m, la courbe calcimétrique oscille entre 60 et 80%, puis les carbonates diminuent progressivement vers le haut (CHAROLLAIS & WELLHÄUSER 1962, fig. 3). En comparant les courbes de la calcimétrie et de la fréquence des organismes, il apparaît clairement une 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 Foraminifères planctiques se développent. En conclusion, la coupe des Marnes à Foraminifères au col de la Colombière montre, de la base au sommet, une diminution de la fréquence des organismes benthiques, de 95 à 5% à l'inverse des Foraminifères planctiques qui augmentent de 5 à 95%.

Vers le haut de la coupe, à 9,50 m au-dessus de la «pseudodiscordance», les Marnes à Foraminifères passent progressivement aux Schistes à *Meletta*; la calcimétrie s'abaisse à 50% au profit des minéraux argileux, du quartz détritique et des micas. D'autre part, apparaissent les écailles de poisson (*Clupea* sp.) en même temps que disparaissent les grandes formes de Foraminifères planctiques; seules subsistent les petites formes telles que *Globigerina officinalis*. Cette évolution de la microfaune correspond peut-être moins à une évolution chronostratigraphique qu'à une modification du milieu. En effet, les Schistes à *Meletta*, très riches en matière organique, résultent probablement d'une sédimentation en milieu fermé où les formes qui s'y développent restent de petite taille.

La coupe du col de la Colombière se termine par des marnes schisteuses avec petits bancs gréseux replissés renfermant des olistolites: ce sont les schistes à lentilles déjà décrits par CARON, CHAROLLAIS & ROSSET (1967).

POLLENS ET SPORES		Coupe du Torrent d'Enfer (Plateau de Cenise)										
<div>■ très fréquent</div> <div>● fréquent</div> <div>● rare</div> <div>+ très rare</div>		CALC. GR.AR.		MARNES A FORAMINIFERES				SCHISTES A MELETTA				
		4853	4854	4855	4856	4857	4858	4859	4860	4861	4862	4863
P. Hochuli												
SPORES	Cicatricosisporites paradoxogensis			+								+
	Echinatisporites verruechinus						+					
	Favoisporis trifavus											+
	Gleicheniidites sp.											
	Ischyosporites asolidus				+	+						
	Muricingulisporis muricingulis											
	Polypodiaceoisporites sp.											+
	Toroisporis sp.											
	Trilites multivallatus	+										+
	Triplanosporites sp.											+
Zlivisporites sp.											+	
Verrucatisporites alienus		+										
POLLENS	Pityosporites alatus				+		+					+
	Pityosporites microalatus	●	+	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Pityosporites ssp.	■	●	■	●	■	●	■	■	■	■	■
	Podocarpidites libellus	+	+	+	+		+					●
	Zonalapollenites maximus											
	Ephedripites fusiformis					●						+
	Ephedripites tertiaris		+		+		+	+			●	●
	Inaperturopollenites sp.	+									●	●
	Arecipites oligocaenicus											
	Boehlensipollis hohli		+	+	+	+	+				●	
	Tricolporopollenites cingulum	+			+							
	Tricolporopollenites megaexactus											
	Tricolporopollenites sp.											+
	Caryapollenites simplex						+					
	Engelhardtoidites microcoryphaeus											
	Polyatriopollenites stellatus		+									
	Polyporopollenites undulosus											
	Triatriopollenites rurensis											
	Triatriopollenites arboratus											
Trivestibulopollenites betuloides												

Fig. 3. Répartition des pollens et spores dans les Marnes à Foraminifères et dans les Schistes à *Meletta* du col de la Colombière et de plusieurs affleurements du massif des Bornes.

Les échantillons sont disposés par ordre stratigraphique, de la base (à gauche) vers le haut (à droite).

(Calc. gr. ar. = Calcaires gréseux à grands Foraminifères arénacés.)

KYSTES DE DINOFLAGELLES	MARNES A FORAMINIFERES						SCHISTES A MELETTA					
	Col de la Colombière				4543 - 4544 Le Roy	4523 à 4527 Vacherie	4521 Pont de Venay	4560 Bourgeal Dessus	4568 La Sage	4553, 4555 Carré Derrière	4564 Salliets	4528, 4530 Pré Vernay
	4512	4513	4515 à 4519									
<div><div></div> très fréquent</div> <div><div></div> fréquent</div> <div><div></div> rare</div> <div><div></div> très rare</div>												
P. Hochuli												
Kystes à archeopyles apicales												
Adnatospaeridium reticulense	+				+	+	+	+	+			
Areoligera senonensis	+	+				+						
Areosphaeridium diktyoplakus							+					
Areosphaeridium arcuatum	•	•	•	•	•	+	•	•	•	•	•	•
Cleistospaeridium sp.	+		+	+	+	+	+	+		+		
Diphyes colligerum		+			•	•	•	•	+			
Distatodinium paradoxum	+				+	+	+	+			+	+
Eatonicysta ursulae			+	+	+	+	+	+				
Glaphyrocysta pastielsii	+	+	+	+	+	+	+	+		+	+	+
Glaphyrocysta reticulata				•								
Hystrichokolpoma cinctum	+	+	•	•	+	+	+	+	+	+	+	+
Hystrichokolpoma rigaudae	+	•	+	+	•	•	•	•	+	•	•	•
Hystrichospaeridium tubiferum		•	+	+	•	•	•	•	+			
Membranophoridium aspinatum				+	+	•	•	•				
Oligospaeridium complex	+	+	+	•	•	+	•	•	+	+		+
Systematophora placacantha	•	•	+			+						
Kystes à archeopyles intercalaires												
Deflandrea heterophlycta	+			•	+	+	•		•	•		+
Deflandrea phosphoritica	•	•	•	•	•	•	•	+	•	•	•	•
Deflandrea spinulosa	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Lejeunia hyalina		+	+		+	+						
Palaeocystadinium golzowense			+		+		+	+				
Selenopemphix nephroides							+					
Wetzeliella et genres voisins												
Kisselovia coleothrypta	•	+	•	+	•	+	+	•	+	•	•	•
Rhombodinium draco										+		
Wetzeliella gochtii										+	+	+
Wetzeliella symmetrica		+	+		+	+		+	•	•	•	•
Kystes à archeopyles précingulaires												
Achilleodinium biformoides	+			+	+	+		•	+			+
Achamosphaera alcornu	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Achamosphaera ramulifera	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cordospaeridium inodes	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Cordospaeridium cantharellum											+	
Corrudinium incompositum	+	+		+								
Lingulodinium machaerophorum	•	•	+	+		+						+
Millioudodinium tenuitabulatum		•	+	+	+	•	•	+				
Pentadinium laticinctum	+	•	+	•	+	•	+	•		•		
Pterodinium sp.	+	+	+	+	+	+	+	+				
Spiniferites ramosus	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	+	+
Spiniferites cornutus	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•		+
Spiniferites pseudofurcatus	•	+	•	•	•	•	•	•				+
Spiniferites wetzelii	+	+			+			•				
Tectatodinium cf. pellitum			+		+							
Thalassiphora pelagica	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Thalassiphora delicata		+	+	•							•	•
Lanternospaeridium-groupe												
Cordospaeridium microtriaina/ Fibrocyta ssp. funiculatum	•	•	•	•	•	•	•	+	•	+	+	•
Samlandia chlamydophora	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Kystes à archeopyles combinées												
Hemicystodinium zoharyi			+		+	+		+		+		
Acritarches												
Cyclopsiella vieta			+		+	+						
Pterospermella sp.												
Tasmanaceae												
Pleurozonaria sp.					+	+		+	•			+
Microforaminifères				+	•	•	+	•			•	
Scolécodontes						+			+	+		

3.2 Palynologie

Huit échantillons des Marnes à Foraminifères du col de la Colombière (fig. 3 et 4) ont été soumis à une étude palynostratigraphique. L'état de conservation des palynomorphes est assez bon, celui des formes marines meilleur que celui des pollens et spores. L'association des pollens et spores, fortement dominée par des pollens dissicates, est très pauvre en espèces. Néanmoins, quelques formes-guides permettent de donner une interprétation stratigraphique; c'est le cas pour *Boehlenisipollis hohli* qui est caractéristique de l'Oligocène inférieur à moyen (SITTLER & SCHULER 1976). Dans la plupart des échantillons, les kystes de Dinoflagellés sont beaucoup plus nombreux que les pollens et spores. Leur assemblage, comparable à ceux de l'Atlantique nord, livrent les formes typiques de la zone («assemblage zone») à *Deflandrea heterophlycta*. L'échantillon 4512, à la base de la coupe, montre un remaniement de formes du Crétacé supérieur.

3.2.1 Pollens et spores (fig. 3; pl. 1)

Dans tous les échantillons, les pollens de Pinacées prédominent. Les Pinacées croissant de préférence sous les climats tempérés-froids, leur abondance augmente, en Europe centrale, à l'arrivée du refroidissement oligocène. De ce fait, les pollens, bien que n'ayant pas de valeur stratigraphique par eux-mêmes, peuvent cependant, pour une région donnée, indiquer l'Oligocène par leur grande abondance, comme c'est le cas ici.

La flore continentale renferme encore, mais avec une moins grande fréquence, des espèces considérées comme marqueurs des zones basales de l'Oligocène: *Caryapollenites simplex* (*Carya*), *Polyatriopollenites stellatus* (*Pterocarya*), *Zonapollenites maximus* (*Tsuga*), *Polyporopollenites undulosus* (*Zelkova*) et *Trivestibulopollenites betuloides* (*Betula*). La présence de *Boehlenisipollis hohli* dans les échantillons 4513-4519 revêt une importance particulière, car cette forme est un très bon marqueur de l'Oligocène inférieur à moyen. Dans les Marnes à Foraminifères, il n'y a toutefois pas indication d'association de l'Oligocène moyen, aucune des formes caractéristiques de cette période n'étant présente. Ainsi, l'association sporo-pollinique des échantillons du col de la Colombière correspond-elle le plus probablement à l'Oligocène inférieur (zones florales 19 et 20a du Paléogène).

3.2.2 Dinoflagellés (fig. 4; pl. 2-4)

L'association des kystes de Dinoflagellés est caractéristique du Paléogène supérieur. La présence de quelques espèces des genres *Deflandrea*, *Wetzeliiella* et *Kisselovia* a une importance considérable pour la stratigraphie. Dans les échantillons de Marnes à Foraminifères, on trouve les espèces suivantes: *Deflandrea heterophlycta*, *D. phosphoritica*, *D. spinulosa*, *Kisselovia coleothrypta* et *Wetzeliiella symmetrica*. Cette association est caractéristique de l'Eocène supérieur et de l'Oligo-

Fig. 4. Répartition des kystes de Dinoflagellés dans les Marnes à Foraminifères et dans les Schistes à *Meletta* du col de la Colombière et de plusieurs affleurements du massif des Bornes.

Les échantillons sont disposés par ordre stratigraphique, de la base (à gauche) vers le haut (à droite).

cène inférieur. *D. spinulosa* et *D. heterophlycta* sont spécialement intéressantes car leur répartition stratigraphique est limitée. *D. spinulosa* apparaît à la limite Eocène – Oligocène et disparaît à l'Oligocène supérieur; *D. heterophlycta* débute à l'Eocène supérieur et s'étend à l'Oligocène inférieur. La coexistence de ces deux espèces indique donc nettement une fourchette allant de l'Eocène tout à fait terminal à l'Oligocène inférieur. L'intervalle renfermant cette association de Dinoflagellés a été nommée dans l'Atlantique nord, zone à *Deflandrea heterophlycta* par WILLIAMS (1975) qui la considère comme une sous-zone de la zone à *Chiropteridium dispersum* – *Samlandia chlamydophora*, englobant elle-même l'Oligocène tout entier. En outre, les espèces *Membranophoridium aspinatum*, *Glaphyrocysta pastielsii*, *G. reticulosa*, *Lejeunia hyalina*, *Distatodinium paradoxum*, *Thalassiphora pelagica* et *Diphyes colligerum*, faisant généralement partie de la zone à *Deflandrea heterophlycta*, figurent aussi dans les échantillons du col de la Colombière. *D. colligerum*, tout comme *Kisselovia coleothrypta*, ne dépasse pas l'Oligocène inférieur. L'abondance des formes du complexe de *Lanternosphaeridium* (*Samlandia chlamydophora*, *Cordosphaeridium microtriana*, *C. funiculatum* et le genre *Fibrocyta*) caractérise aussi bien l'Eocène que l'Oligocène inférieur; à l'Oligocène moyen, on constate une diminution de leur fréquence et à l'Oligocène supérieur, elles disparaissent. La présence de *Areosphaeridium diktyoplokus*, *Hystrichokolpoma cinctum*, *Achomosphaera alcornu*, *Adnatosphaeridium reticulosum*, *Achilleodinium biformoides*, *Rhombodinium draco* et *Corrudinium incompositum* est toutefois en désaccord avec les données fournies par l'étude des carottes de l'Atlantique nord. D'après WILLIAMS (1975, 1977), WILLIAMS & BRIDEAUX (1975) et WILLIAMS & BUJAK (1977), ces formes disparaîtraient dans l'Eocène supérieur. A côté de l'hypothèse toujours possible d'un remaniement, on doit cependant envisager que ces espèces pourraient se prolonger jusque dans l'Oligocène inférieur, comme l'envisage d'ailleurs WILLIAMS lui-même (1977) et comme semblent le démontrer les travaux effectués sur l'Oligocène inférieur d'Autriche (HOCHULI 1978) et du nord-ouest d'Allemagne (GERLACH 1954, GOCHT 1969, BENEDEK 1972, WEILER in DOEBL et al. 1976).

3.3 Foraminifères benthiques et planctiques

Les listes des Foraminifères benthiques, des restes de la macrofaune et des Foraminifères planctiques sont respectivement données sur les figures 5 et 6. Les Foraminifères benthiques et la macrofaune provenant des échantillons numérotés de 1348 à 1370 ont été déterminés par H. Hagn en 1962 (in CHAROLLAIS & WELL-HÄUSER).

La microfaune planctique que contenaient ces échantillons était très pauvre et mal conservée. Un nouvel échantillonnage (4512–4520) a permis de dégager une microfaune abondante, mais assez encroûtée. Un des échantillons (4519), lavé au désogène, a révélé en grande abondance des formes signalées comme très rares (ou même apparemment absentes) dans les échantillons non spécialement traités, telles que *Globorotalia postcretacea* et *Chiloguembelina* gr. *cubensis*. On y a aussi constaté la présence de *Pseudohastigerina nagewichiensis*, qui, elle, reste très rare. La plus ou moins grande abondance, la variété et l'état de conservation des espèces recueillies sont liés non seulement au type de prélèvement des échantillons (faciès altéré en

frais) sur le terrain mais surtout au mode de traitement en laboratoire; les lavages au désogène ont donné d'excellents résultats. Il faut donc se garder de tirer des conclusions trop rapides quant à l'écologie, à partir de certains résidus de lavage. La dissolution post-dépositionnelle n'a pas dû jouer un grand rôle puisque des espèces facilement attaquables, comme *Chiloguembelina cubensis* (FLEISHER 1975), sont bien représentées. Il n'y a pas de traces de remaniement dans les associations analysées.

Aucune forme typiquement éocène n'a été repérée, mais par contre l'abondance de *Globigerina gortanii gortanii*, *G. angiporoides*, *Globorotalia increbescens*, *G. postcretacea* et *Chiloguembelina cubensis* ainsi que la présence de *Pseudohastigerina naguewichiensis* sont en faveur d'un âge oligocène inférieur: *Globorotalia postcretacea* (*Globigerina postcretacea* MYATLIUK 1950), dont l'extension se situe du sommet de l'Eocène supérieur à la base de l'Oligocène supérieur, se signale en effet par son abondance, selon STAINFORTH et al. (1975, p. 302), dans les dépôts de l'Oligocène inférieur des régions non tropicales. Son nom a même été donné à la zone basale de l'Oligocène en Europe centrale (SAMUEL & SALAJ 1968). Nous englobons, ici, les espèces *Globigerinella (Globigerina) liveroskae*, BYKOVA, 1960 et *Globorotalia gemma* JENKINS, 1965, dans les variations de *Globorotalia postcretacea*. Cette espèce est encore citée dans l'Oligocène inférieur du Caucase (SUBBOTINA 1953), du Tanganyka (BLOW & BANNER 1962), dans les forages du DSDP, le long des côtes de l'Afrique (Atlantique sud, TOUMARKINE, Leg 40, 1978; Atlantique nord-équatorial, KRASHENINNIKOV & PFLAUMANN, Leg 41, 1978). BAUMANN, dans les Apennins (1970), et FLEISHER, dans le Pacifique (DSDP, Leg 32, 1975), la trouvent jusque dans l'Oligocène moyen. SZTRAKOS (1974), qui signale *Turborotalia liveroskae* dans le nord-est de la Hongrie, de l'Eocène supérieur à l'Oligocène moyen, remarque sa particulière abondance à la base de l'Oligocène. Il constate qu'il en est de même pour la *Chiloguembelina cubensis*; ce que nous observons aussi au col de la Colombière.

Dans l'échantillon 4519, nous notons également la présence de rares mais caractéristiques *Pseudohastigerina naguewichiensis* (MYATLIUK 1950), bon marqueur car il s'éteint, ainsi que les autres espèces du genre *Pseudohastigerina*, au sommet de l'Oligocène basal (sommet P 19). Toutes ces observations appuyées par la présence de nombreux *Globigerina angiporoides* et *Globorotalia increbescens* (formes qui disparaissent à la base de l'Oligocène moyen) et de *Globigerina gortanii gortanii* (espèce dont la forme bien développée caractérise l'Oligocène inférieur, selon STAINFORTH et al. 1975) concordent avec l'attribution chronostratigraphique basée sur la palynologie. Il est donc logique de considérer que les échantillons des Marnes à Foraminifères du col de la Colombière se situent à l'Oligocène inférieur, dans une zone qui pourrait correspondre à la zone à *Cassigerinella chipolensis/Pseudohastigerina micra* de BOLLI ou, selon la zonation de BLOW, dans les zones sommet P 17 à P 19.

3.4 Ostracodes

Les quatre échantillons à Ostracodes des Marnes à Foraminifères du col de la Colombière sont relativement riches (fig. 7; pl. 8): ils contiennent onze espèces, soit les deux tiers des espèces relevées dans les matériaux des Marnes à Foraminifères de l'ensemble du massif des Bornes (fig. 7; pl. 8). Des remaniements ou transports

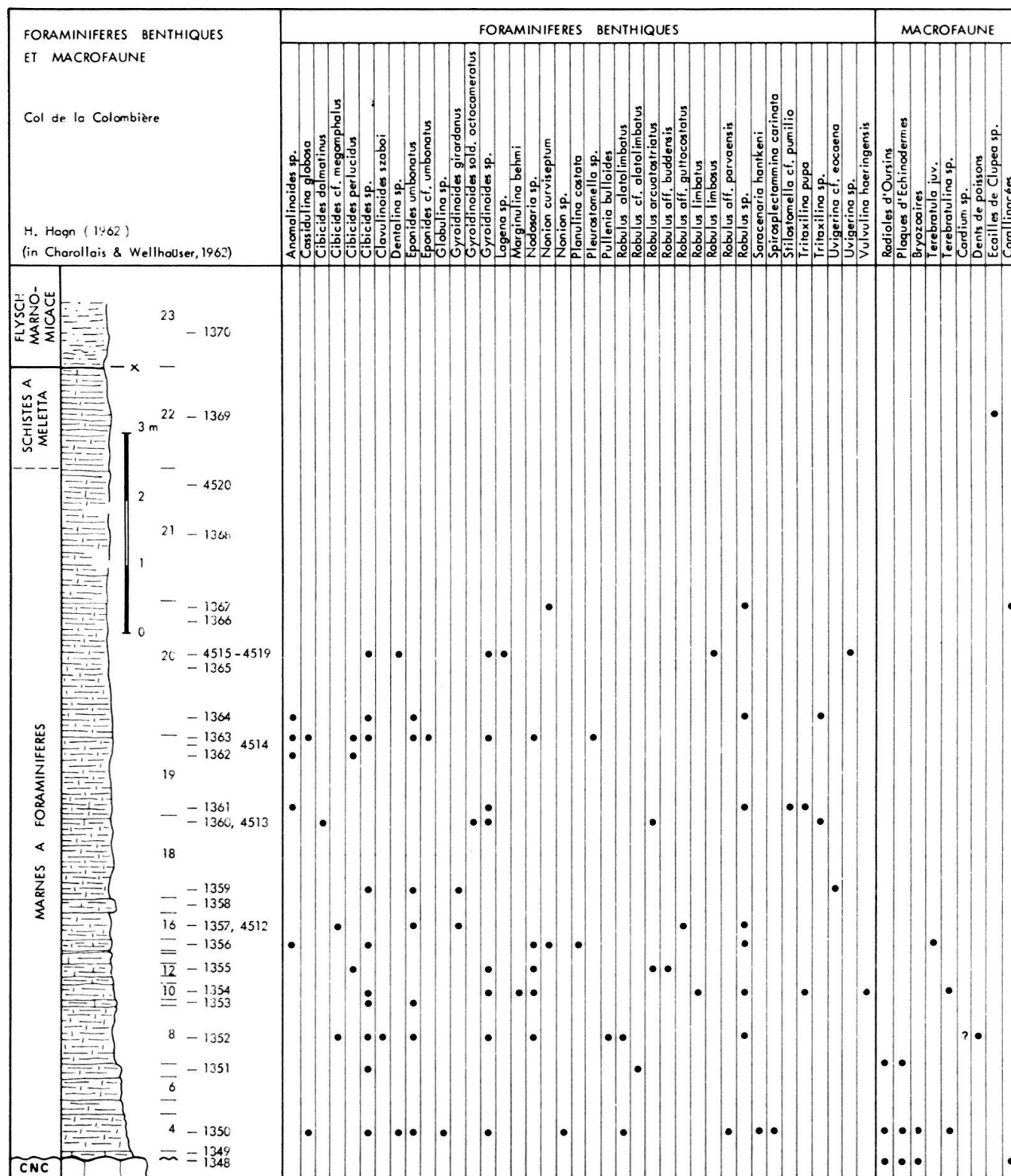


Fig. 5. Répartition des Foraminifères benthiques et de la macrofaune des Marnes à Foraminifères du col de la Colombière. CNC = Calcaires à petites Nummulites et Corallinacées.

Fig. 6. Répartition des Foraminifères planctiques des Marnes à Foraminifères du col de la Colombière. CNC = Calcaires à petites Nummulites et Corallinacées.

semblent exclus: toutes les espèces, plus précisément leur association, sont typiques d'un dépôt relativement profond (épibathyal).

La plupart des formes sont connues dans d'autres régions d'Europe: Turquie (Thrace), Yougoslavie (Istrie), Aquitaine, Bassin franco-belge. Leur datation n'aurait «pas posé de problèmes» il y a peu d'années encore: un âge Bartonien aurait paru évident. Mais, on serait tombé dans le «piège paléobathymétrique»; en effet, dans de nombreuses régions européennes, le début de l'Oligocène est marqué par une diminution nette de la profondeur de la mer par rapport à l'Eocène, d'où apparition de cortèges néritiques et disparition assez brutale de représentants d'eau profonde. Les études récentes des successions faunistiques d'une région à persistance de régime bathyal pendant tout le Paléogène (certaines parties de l'Aquitaine on- et offshore, travaux de DUCASSE notamment) modifient l'image de la répartition stratigraphique de certains Ostracodes paléogènes: la plupart des espèces qui paraissaient naguère caractéristiques de l'Eocène supérieur ou qui semblaient ne pas dépasser l'Eocène supérieur se prolongent en réalité – et sous condition donc d'un milieu identique – dans l'Oligocène. C'est le cas par exemple de *Bairdia gliberti*, *Agrenocythere ordinata*, *Trachyleberidea prestwichiana*, *Krithe bartonensis*. Ainsi, nous ne pouvons pas nous prononcer sur l'appartenance chronostratigraphique des Marnes à Foraminifères: la datation par Ostracodes se limite à la fourchette «Eocène supérieur – Oligocène inférieur».

OSTRACODES	Marnes à Foraminifères		Schistes à Meletta	
	4513 à 4520 La Colombière	4539 à 4542 Le Roy	4523 à 4527 Vacherie	4509 à 4511 Montarquis
H. Oertli	4521 – 4522 Pont de Venay	4558	Bourgeal Dessus	4561
<i>Cytherella ihsaniyensis</i>	•	•	•	•
<i>Argilloecia</i> sp. 294	•	•	•	•
<i>Krithe bartonensis</i>	•	•	•	•
<i>Bairdia</i> gr. <i>gliberti</i>	•	•	•	•
<i>Henryhowella</i> gr. <i>asperrima</i>	•	•	•	•
<i>Agrenocythere ordinata</i>	•	•	•	•
<i>Cardobairdia</i> gr. <i>ovata</i>	•	•	•	•
<i>Actinocythereis</i> n. sp.	•	•	•	•
<i>Trachyleberidea prestwichiana</i>	•	•	•	•
<i>Saida</i> ? sp.	•	•	•	•
<i>Aglaioocypris</i> sp.	•	•	•	•
<i>Argilloecia</i> sp. 293	•	•	•	•
<i>Krithe angusta</i>	•	•	•	•
<i>Bairdia crebra</i>	•	•	•	•
<i>Krithe</i> sp. 1	•	•	•	•
<i>Argilloecia</i> sp.	•	•	•	•
<i>Krithe</i> sp. 2	•	•	•	•

Fig. 7. Répartition des Ostracodes dans les Marnes à Foraminifères et dans les Schistes à *Meletta* du massif des Bornes. Les échantillons sont disposés par ordre stratigraphique, de la base (à gauche) vers le haut (à droite).

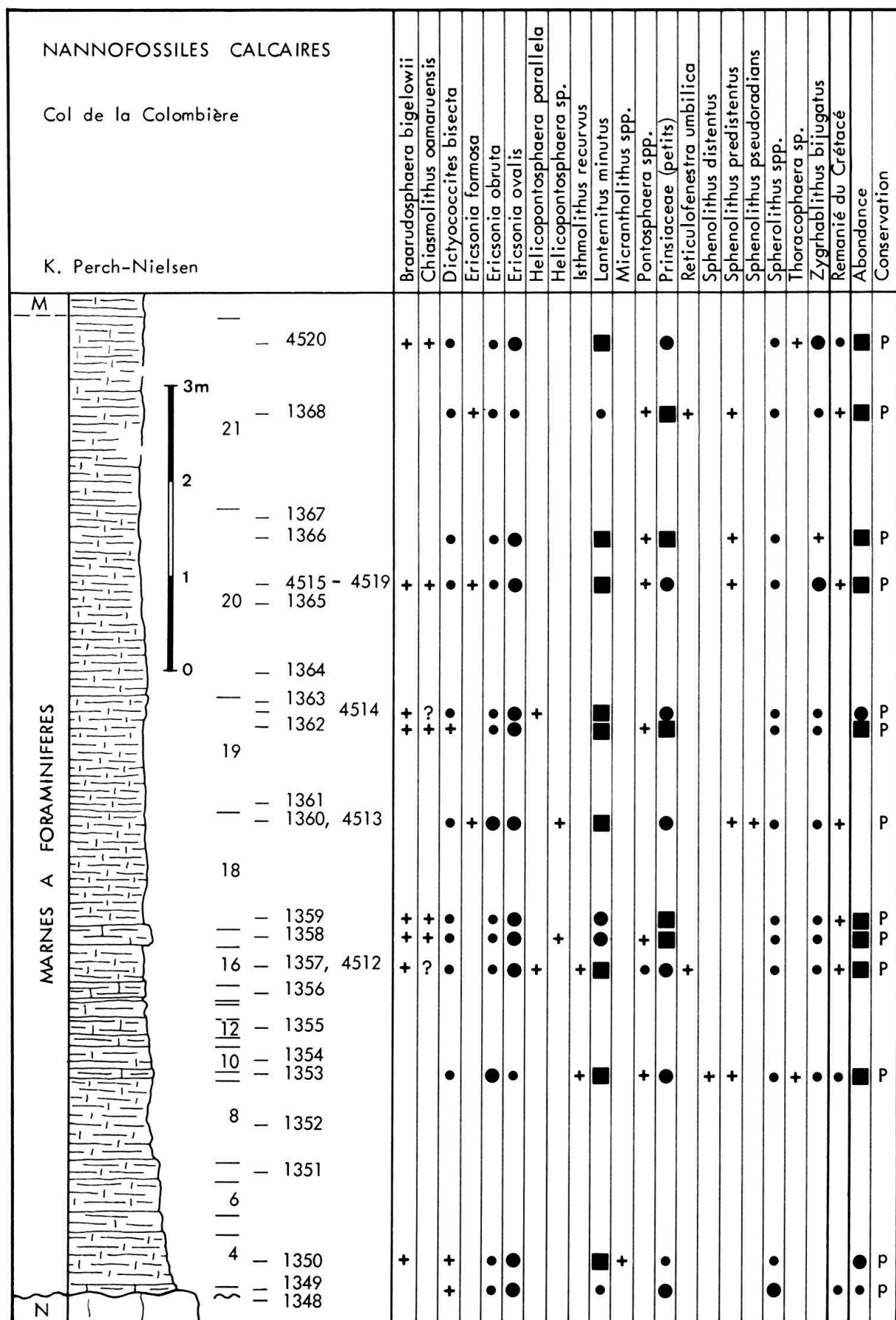


Fig. 8. Distribution des nannofossiles calcaires dans la coupe du col de la Colombière.
N = Calcaire à petites Nummulites et Corallinacées. M = Schistes à *Meletta*.

3.5 *Nannoflore*

Des nannofossiles communs et mal conservés ont été observés dans seize échantillons des Marnes à Foraminifères du col de la Colombière, entre les niveaux 3 et 21 (fig. 8). La plupart des spécimens ont subi une forte calcification et/ou une importante dissolution.

La figure 8 donne la répartition des espèces avec leur fréquence respective. On ne constate que peu de différences entre les associations des divers niveaux. On trouve pratiquement dans chaque échantillon des sphénolithes indéterminables, des petits Prinsiaceae et des coccolithes tels que *Dictyococcites bisecta*, *Ericsonia ovalis*, *E. obruta* (*E. subdisticha*), *Lanternithus minutus*, *Zygrhablithus bijugatus*. Par contre, certaines formes apparaissent sporadiquement et sont toujours très rares; c'est notamment le cas des espèces généralement utilisées pour la stratigraphie de l'intervalle compris entre l'Eocène moyen et l'Oligocène inférieur: *Reticulofenestra umbilica*, *Chiasmolithus oamaruensis*, *Isthmolithus recurvus*, *Ericsonia formosa*, *Sphenolithus pseudoradians* et *S. distentus*. D'autre part, dans les échantillons provenant des Marnes à Foraminifères du col de la Colombière, les Discoasters «à disque» normalement présents à l'Eocène, manquent ainsi que les Discoasters caractéristiques de l'Oligocène. Enfin, il faut relever dans la plupart des échantillons étudiés, la présence de quelques formes remaniées du Crétacé supérieur, telles que *Eiffellithus eximius*, *Kamptnerius magnificus*, *Micula staurophora*, *Parhabdolithus embergeri*, *Prediscosphaera cretacea*, *Stradneria crenulata*, *Watznaueria barnesae*.

En conclusion, l'absence de Discoasters «à disque» et la présence d'*Ericsonia obruta* qui est une espèce voisine de *E. subdisticha* normalement plus fréquente à l'Oligocène qu'à l'Eocène, s'accordent parfaitement avec l'âge oligocène inférieur attribué aux Marnes à Foraminifères du col de la Colombière grâce à la palynologie et aux Foraminifères planctiques.

4. Description d'affleurements de Marnes à Foraminifères et de Schistes à *Meletta* dans le massif des Bornes

L'étude de la partie supérieure des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* a été entreprise dans le massif des Bornes, entre la vallée de l'Arve et le lac d'Annecy. Comme l'objectif était avant tout chronostratigraphique, il a été nécessaire de faire l'inventaire paléontologique de chaque affleurement. Les gisements (fig. 2) seront décrits des zones paléogéographiques les plus internes aux zones les plus externes.

4.1 *Synclinal de Thônes*

Comme la coupe du col de la Colombière est située sur le flanc occidental du synclinal de Thônes (ou sur le flanc oriental de l'anticlinal du Bargy), il nous a semblé important d'analyser quelques affleurements de Marnes à Foraminifères et de Schistes à *Meletta* sur le même flanc de ce synclinal pour y comparer leurs associations paléontologiques.

LES GENRES UVIGERINA, BULIMINA ET BOLIVINA	MARNES A FORAMINIFERES															SCHISTES A MELETTA				
	Le Roy				Vacherie					Montarquis			Pont de Venay		Bourgeal Dessus			La Sage		
	4539	4540	4541	4542	4523	4524	4525	4526	4527	4509	4510	4511	4521	4522	4558	4559	4561	4565	4566	4567
F. Rögl																				
Uvigerina eocaena	+	+	+	•												+	+	•		+
Uvigerina sp. (ex gr. eocaena)	●	•	●	•															•	●
Uvigerina hantkeni	■	■	■	■					+							+	+	■	●	•
Uvigerina rippensis	•	●	•	•			+	+	●											
Uvigerina acutocostata						+	+	+												
Uvigerina mantaensis							+													
Uvigerina chirana									•											
Uvigerina cf. carapitana																+		+	+	
Bulimina subtruncana	+						+		+	+				+				•	+	●
Bulimina sculptilis	+	+							+				+					+	•	●
Bulimina alsatica									+											
Bulimina truncana																		•		
Bulimina tuxpamensis																		+		
Bolivina fastigia	■	●							+									+		
Bolivina vaceki bavarica	•	■	■	+		+	•	+						•				■		
Bolivina nobilis	+	+																		
Bolivina elongata	●	+	•	+														+		
Bolivina plicatella	+																			
Bolivina terquemi	+																			
Bolivina prion		+																		
Bolivina beyrichi carinata																		+		

Fig. 9. Distribution des genres de Foraminifères benthiques *Bolivina*, *Bulimina* et *Uvigerina*, dans les Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta* du massif des Bornes.

4.1.1 Affleurement de Montarquis (coord. 921.75/119.62): échantillons 4509–4511 (fig. 7, 9–11; pl. 8)

Cet affleurement (en dehors de la région représentée sur la fig. 2) est situé vers 1450 m d'altitude, dans un coude de la route D4 reliant Le Reposoir au Grand Bornand, à 1,75 km au nord-est du sommet du col de la Colombière; on y observe une coupe très tectonisée de Marnes à Foraminifères constituées de calcaires argileux schistoïdes à patine gris bleu à jaune clair. Un peu plus bas, dans le talus de la route mais, stratigraphiquement, au-dessus des Marnes à Foraminifères, appa-

FORAMINIFERES PLANCTIQUES	MARNES A FORAMINIFERES						SCHISTES A MELETTA					
	4539 à 4542 Le Roy	4523 à 4527 Vacherie	4509 à 4511 Montarquis	4521 - 4522 Pont de Venay	4558 Bourgeal Dessus	4561	4565 à 4567 La Sage	4552, 4554 Carré Derrière	4563 Sailllets	4536 à 4538 Nanoir	4528 à 4530 Pré Vernay	4546 à 4548, 1603 - 1604 Dessy
Caractéristiques de la microfaune												
Abondance												
Conservation												
TR très riche												
B bonne												
R riche												
Mo moyenne												
AR assez riche												
M mauvaise												
P pauvre												
TM très mauvaise												
TP très pauvre												
Fréquence des espèces												
■ abondant												
● rare												
● commun												
+ très rare												
M. Toumarkine												
Abondance des Foram. planctiques	R	TR	P	TR	TP	TP	R	P	AR	R	R	P
Conservation des Foram. planctiques	M	B	TM	Mo	TM	TM	Mo	TM	TM	Mo	Mo	TM
Abondance des Foram. benthiques	R	AR	AR	R	TP	TP	R	TP	TP	TP	TP	TP
Globigerina ampliapertura	●	●		+								
Globigerina angiporoides	●	●		●								
Globigerina anguliofficialis	+	+		+						+		
Globigerina angustiumbilitata	+	+		+			+		+	+	+	+
Globigerina cf. ciperoensis							+			+		+
Globigerina euapertura/prasaepis	●	■	●	●								
Globigerina galavisi	●	●	●	●		+						
Globigerina gortanii gortanii	■	■	●	■	●		●	●				
Globigerina officinalis	●	●		■			■	●	■	●	■	●
Globigerina ouachitaensis s.l.		●					■		●	■	●	■
Globigerina praebulloides s.l.		+					●	●	●	●	●	●
Globigerina cf. utilis index	+	●		+								
Globigerina tripartita	●	●		●		+						
Globigerina venezuelana	●	●		●								
Globorotalia increbescens	●	●		●								
Globorotalia munda							●			●		
Globorotalia opima nana							●					
Globorotalia cf. opima opima							+					
Globorotalia postcretacea	●	●		●			+				●	
Globorotaloides suteri	●	●		●			■	●	●	●	●	●
Globorotaloides cf. suteri		●										
Catapsydrax dissimilis				●			●					
Catapsydrax pera	■	■	●	■	+							
Catapsydrax unicavus	●	●		■			●	●		●	+	●
Pseudohastigerina nagewichiensis		+		+								
Chiloguembelina gr. cubensis	+	●		●								

Fig. 10. Répartition des Foraminifères planctiques dans les Marnes à Foraminifères et dans les Schistes à *Meletta* du massif des Bornes.

Les échantillons sont disposés par ordre stratigraphique, de la base (à gauche) vers le haut (à droite).

raissent les schistes à lentilles allochtones identiques à celles du col de la Colombière et décrits par CARON, CHAROLLAIS & ROSSET (1967). Les échantillons 4509-4511 ont été prélevés dans la partie supérieure des Marnes à Foraminifères dans des couches orientées N 30° E et plongeant 30° SE, près d'un imposant miroir de faille (N 40° E) affectant les Calcaires à petites Nummulites et Corallinacées.

Les échantillons examinés contiennent d'assez nombreux Foraminifères benthiques et une microfaune planctique pauvre, mal conservée, déformée, qui peut être attribuée à la moitié inférieure de l'Oligocène, sans plus de précision. Quelques Ostracodes ont été figurés sur la planche 8.

4.1.2 Affleurement près du pont de Venay (coord. 919.46/116.91): échantillons 4521-4522 (fig. 3, 4, 7, 9-11; pl. 1-5, 8)

Les échantillons proviennent de la partie supérieure des Marnes à Foraminifères, à 1 m en dessous du socle d'une croix érigée en 1873, à 1320 m, près de la culée septentrionale de l'ancien pont de Venay. Les Marnes à Foraminifères

NANNOFOSSILES	Marnes à Foram.			Schistes à Meletta			
	4523-4524 Vacherie	4509-4511 Montarquis	4521 Pont Venay	4562 Bourgeal Dessus	4532-4533 Nanair	4528-4530 Pré Vernay	4551 Dessy
CALCAIRES							
■ commun							
● peu commun							
• rare							
+ très rare							
m moyenne							
p mauvaise							
p très mauvaise							
K. Perch-Nielsen							
Braarudosphaera bigelowii	•		+		●	+	•
Chiasmolithus sp.	+		+		+		
Dictyococcites bisecta	•	•	•	•	■	•	•
Discoaster barbadiensis					+	+	
Discoaster deflandrei					+		
Discoaster saipanensis					+		
Discoaster tani nodifer					+		
Ericsonia formosa						•	
Ericsonia obruta	•	•	•	•	•	•	•
Ericsonia ovalis	•	•	•	•	•	•	•
Helicopontosphaera parallela			+				
Helicopontosphaera sp.	+					+	
Isthmolithus recurvus					•	•	
Lanternithus minutus	■	■	■	•	■	•	•
Micrantholithus spp.	+		+				
Pontosphaera spp.	•		+			+	
Prinsiaceae (petits)	•	•	•	■	■	■	■
Reticulofenestra umbilica			+		•	•	
Sphenolithus predistentus						+	
Sphenolithus pseudoradians	+						
Sphenolithus spp.	•	•	•	•	•	•	•
Transversopontis spp.						+	
Zygrhablithus bijugatus	•	•	•	•	•	•	
Remanié du Crétacé	+		+	+	+	+	+
Remanié de l'Eocène inférieur					+	+	+
Abondance	•	•	■	•	■	■	•
Conservation	P	P	P	p	m	P	P

Fig. 11. Répartition de la nannoflore dans les Marnes à Foraminifères et dans les Schistes à *Meletta* du massif des Bornes. Les échantillons sont disposés par ordre stratigraphique, de la base (à gauche) vers le haut (à droite).

affleurent très largement sur la rive droite du torrent du Chinaillon, entre l'ancien et le nouveau pont de Venay, tandis que les Schistes à *Meletta* sont bien développés à l'aval des torrents qui descendent du plateau de Samance. Les échantillons ont été prélevés dans des marnes calcaires gris bleu à gris jaune, schistoïdes, se débitant en plaquettes très riches en Foraminifères planctiques souvent pyritisés; les couches orientées N25°W plongent 10° vers le nord-est. A 1 m au-dessus, stratigraphiquement, des échantillons 4521 et 4522, apparaissent quelques débris de poissons (*Meletta*?).

Les palynomorphes, également assez bien conservés (4521) comprennent une association composée de nombreuses espèces de kystes de Dinoflagellés, caractéristique de l'Oligocène inférieur. D'autre part, la présence de *Classopollis* témoigne de remaniements de formations mésozoïques.

La microfaune, assez bien conservée, est très riche en Foraminifères, tant benthiques que planctiques. La présence de nombreux *Globigerina gortanii gortanii*, *Globorotalia postcretacea* et de rares *Pseudohastigerina nagewichiensis* caractérise donc ici la partie basale de l'Oligocène (zone à *Cassigerinella chipolensis*/*Pseudohastigerina micra*, selon BOLLI ou zone P 17 p.p. à P 19, selon BLOW).

4.1.3 Affleurement à l'ouest de La Vacherie (coord. 911.60/108.75): échantillons 4523-4527 (fig. 3, 4, 7, 9, 10; pl. 1-8)

Les échantillons analysés appartiennent à la partie supérieure des Marnes à Foraminifères qui affleurent en pente structurale (couches orientées N45°E à plongement 35°SE), à 850 m d'altitude, le long de la petite route reliant la Vacherie au Fételay, à une centaine de mètres après et au-dessus des quatre vieux chalets de Lachat. La partie supérieure des Marnes à Foraminifères qui apparaît dans le talus droit de la route (en montant), est représentée par des calcaires argileux schistoïdes gris bleu, riches en Foraminifères souvent épigénisés par des sulfures de fer, plus ou moins oxydés en surface.

Les palynomorphes sont abondants et bien conservés (4523-4527). Les kystes de Dinoflagellés sont fréquents et très riches en espèces alors que l'association sporopollinique est relativement pauvre. Outre ces deux groupes principaux, on trouve quelques exemplaires de *Pleurozonaria* (Tasmanaceae), des microforaminifères et des colécodontes. Les palynomorphes indiquent un âge oligocène inférieur. Les Foraminifères benthiques, quoiqu'assez abondants, sont moins fréquents que les Foraminifères planctiques, bien conservés, parmi lesquels nous avons reconnu de belles *Globigerina gortanii gortanii*, des *Globorotalia postcretacea*, des *Pseudohastigerina nagewichiensis*, ainsi que de nombreux *Chiloguembelina* gr. *cubensis* et *Globigerina angiporoides*; cette association caractérise ici encore la partie basale de l'Oligocène.

4.2 Zone synclinale du plateau de Cenise - Les Glières

C'est dans le synclinal de Cenise que les Marnes à Foraminifères ont leur plus grande épaisseur, puisqu'elles dépassent une vingtaine de mètres dans la partie méridionale. CHAROLLAIS et WELLHÄUSER (1962, p. 32-33) avaient surtout étudié la partie inférieure de cette formation qui leur a livré une majorité de Foraminifères

FORAMINIFERES BENTHIQUES	Synclinal de Cenise			Synclinal du Pl. d'Andey		
	917, 20/120 La Sarnia	918, 79/121, 88 Les Combes	916/118, 18 Paradis	913, 58/123, 27 Delaire	915, 43/125, 13 Le Clusard	914, 11/124, 06 Prêle
H. Hagn (1962) (in Charollais & Wellhäuser, 1962)						
<i>Alabamina oschmani</i>						●
<i>Anomalinoïdes cf. dalmatinus</i>					●	
<i>Anomalinoïdes sp.</i>		●	●			
<i>Bolivina vaceki antegressa</i>		●				
<i>Cassidulina globosa</i>		●				
<i>Cassidulina sp.</i>		●				
<i>Cibicides perlucidus</i>		●				
<i>Cibicides cf. megomphalus</i>					●	
<i>Cibicides cf. ungerianus</i>		●				
<i>Cibicides sp.</i>		●	●		●	
<i>Clavulinoides alpinus</i>		●				
<i>Clavulinoides szaboi</i>		●	●			
<i>Dentalina emaciata</i>			●			
<i>Dentalina sp.</i>			●			
<i>Dorothia fallax</i>		●				
<i>Eponides umbonatus</i>		●				
<i>Globulina cf. minuta</i>				●		
<i>Gyroidinoïdes soldanii octocameratus</i>		●				
<i>Haplophragmoïdes sp.</i>		●				
<i>Hopkinsina cf. citae</i>			●			
<i>Hopkinsina sp.</i>			●			
<i>Lenticulina sp.</i>		●				
<i>Marginulina sp.</i>		●				
<i>Nodosaria sp.</i>	●			●	●	●
<i>Nonion curvisseptum</i>		●				
<i>Planularia caribbeana</i>		●				
<i>Planulina compressa</i>					●	
<i>Pullenia sp.</i>		●				
<i>Quinqueloculina sp.</i>					●	
<i>Rhizammina sp.</i>		●				
<i>Robulus alatolimbatus</i>			●			
<i>Robulus aff. kressenoergensis</i>	●					
<i>Robulus limbatus</i>					●	
<i>Robulus limbosus</i>	●					
<i>Robulus princeps</i>		●				
<i>Robulus sp.</i>		●	●		●	●
<i>Stilostomella cf. pumilio</i>	●					
<i>Stilostomella sp.</i>					●	
<i>Tritaxilina pupa</i>			●			
<i>Uvigerina cf. hantkeni</i>					●	
<i>Uvigerina sp.</i>				●	●	●
<i>Vaginulina vel Vaginulinopsis</i>		●		●		
<i>Valvulineria sp.</i>					●	

Fig. 12. Inventaire des Foraminifères benthiques déterminés par HAGN (1962, in CHAROLLAIS & WELL-HÄUSER) dans la zone synclinale de Cenise et dans le synclinal du plateau d'Andey.

POLLENS ET SPORES		MARNES A FORAMINIFERES				SCHISTES A MELETTA								
		Col de la Colombière				4543 - 4544 Le Roy	4523 à 4527 Vacherie	4521 Pont de Venay	4560 Bourgeal Dessus	4568 La Sage	4553, 4555 Carré Derrière	4564 Sallets	4528, 4530 Pré Vernay	
		4512	4513	4515 à 4519	4520									
P. Hochuli														
SPORES	Cicatricosisporites paradorogensis		+					+						
	Echinatisporites verruechinus			+					+					
	Favoisporis trifavus			+						+				
	Gleicheniidites sp.			+										
	Ischyosporites asolidus			+										
	Muricingulisporis muricingulis			+										
	Polypodiaceoisporites sp.		+	+										
	Toroisporis sp.			+										
	Trilites multivallatus		+						+					
	Triplanosporites sp.			+										
Zlivisporites sp.								+						
Verrucatisporites alienus		+	+											
POLLENS	Pityosporites alatus	●	●	●	+	●	●	●	●	●	●	●	●	●
	Pityosporites microalatus	■	■	●	●	●	●	■	■	■	■	■	■	■
	Pityosporites ssp.	+		+	+	+	+							
	Podocarpidites libellus			+	+									
	Zonalapollenites maximus			+										
	Ephedripites fusiformis	+	+					+				+		
	Ephedripites tertiaris	+	+	●		+			●					+
	Inaperturopollenites sp.		+	+		+								+
	Arecipites oligocaenicus								+	+				
	Boehlensipollis hohli		+	●		+	+		+	+			●	
	Tricolporopollenites cingulum					●			+					
	Tricolporopollenites megaexactus			+		+								
	Tricolporopollenites sp.			+		+								
	Caryapollenites simplex	+	+	+		+	+				+		●	+
	Engelhardtoidites microcoryphaeus		+	+		+							+	+
	Polyatriopollenites stellatus					+							+	+
	Polyporopollenites undulosus			+									+	+
	Triatriopollenites rurensis			+			+							+
	Triatriopollenites arboratus													+
	Trivestibulopollenites betuloides													+

Fig. 13. Distribution des pollens et spores de la coupe du Torrent d'Enfer (synclinal de Cenise).

benthiques (fig. 12). Dans ce travail, nous n'avons examiné que la palynologie et la nannoflore de la coupe du Ruisseau d'Enfer; celle-ci débute au nord, à 1600 m, avec les Calcaires à petites Nummulites et Corallinacées, et se termine au sud près du Châtelard, dans le flysch présentant des structures chenalisées remplies par des conglomérats.

4.2.1 Palynologie (fig. 13–15)

Comme dans les autres localités, les palynomorphes des échantillons des Marnes à Foraminifères sont mieux conservés que ceux des Schistes à *Meletta* où ils sont considérablement endommagés par la pyritisation. Dans presque tous les échantillons, les kystes de Dinoflagellés sont plus fréquents que les pollens et spores (à l'exception des échantillons 4859 et 4863). L'association des Dinoflagellés est plus variée dans les Marnes à Foraminifères que dans les Schistes à *Meletta*.

L'association sporo-pollinique, dominée par les Pinacés, est plutôt pauvre en espèces; dans quelques échantillons, elle est même composée uniquement de Pinacés. L'échantillon 4863, au sommet de la coupe, apparaît plus riche en pollens et spores mais contient aussi un grand nombre de formes remaniées du Crétacé supérieur. Outre les pollens, les spores et les kystes de Dinoflagellés, quelques échantillons contiennent des restes chitineux de microforaminifères, des Scolécodontes, des Tasmanaceae et des Acritarches.

Pollens et spores: La présence de *Boehlensipollis hohli*, *Caryapollenites simplex*, *Polyatriopollenites stellatus* ainsi que de *Ephedripites fusiformis* et *E. tertiarius* confère un âge oligocène inférieur (voire moyen) (zones florales 19 ou 20a).

Dinoflagellés: Les associations de Dinoflagellés sont caractéristiques de la zone à *Deflandrea heterophlycta*. *Wetzeliiella gochtii*, reconnu dans un échantillon des Marnes à Foraminifères (4857), est présent dans tous les horizons des Schistes à *Meletta*; il permet de distinguer la zone à *Wetzeliiella gochtii*, dont la limite inférieure se situerait ici dans les Marnes à Foraminifères (fig. 18). D'après DOWNIE & COSTA (1976), la zone à *W. gochtii* correspondrait à l'Oligocène moyen. Cependant, il n'est pas exclu que cette zone commence déjà à l'Oligocène inférieur car la base de celle-ci n'est pas visible dans les coupes étudiées par ces auteurs. La limite lithologique entre les Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta* est aussi marquée chez les Dinoflagellés par l'augmentation de la fréquence de *Wetzeliiella symmetrica* et d'*Areosphaeridium arcuatum*.

4.2.2 Nannoflore (fig. 16)

Les nannofossiles calcaires sont rares à peu communs dans les Marnes à Foraminifères et communs dans la plupart des échantillons des Schistes à *Meletta*. Leur conservation est mauvaise et les assemblages ne contiennent aucune des formes généralement utilisées pour la datation de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène. Des coccolithes remaniés du Crétacé supérieur sont fréquents dans l'échantillon 4863, rares dans le 4862.

KYSTES DE DINOFLAGELLES	Coupe du Torrent d'Enfer (Plateau de Cénise)									
	CALC.			MARNES A				SCHISTES		
	GR.A.R.			FORAMINIFERES				A MELETTA		
	4853	4854	4855	4856	4857	4858	4859	4860	4861	4862
P. Hochuli										
Kystes à archeopyles apicales <i>Adnatospaeridium reticulense</i> <i>Areoligera senonensis</i> <i>Areosphaeridium diktyoplakus</i> <i>Areosphaeridium arcuatum</i> <i>Cleistospaeridium</i> sp. <i>Diphyes colligerum</i> <i>Distatodinium paradoxum</i> <i>Eatonicysta ursulae</i> <i>Glaphyrocysta pastielsii</i> <i>Glaphyrocysta reticulata</i> <i>Hystrichokolpoma cinctum</i> <i>Hystrichokolpoma rigaudae</i> <i>Hystrichospaeridium tubiferum</i> <i>Membranophoridium aspinatum</i> <i>Oligospaeridium complex</i> <i>Systematophora placacantha</i>	+	+	•			+	+	+		+
Kystes à archeopyles intercalaires <i>Deflandrea heterophlycta</i> <i>Deflandrea phosphoritica</i> <i>Deflandrea spinulosa</i> <i>Lejeunia hyalina</i> <i>Palaeocystodinium golzowense</i> <i>Selenopemphix nephroides</i> <i>Wetzeliiella</i> et genres voisins <i>Kisselovia coleothrypta</i> <i>Rhombodinium draco</i> <i>Wetzeliiella gochti</i> <i>Wetzeliiella symmetrica</i>	+	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Kystes à archeopyles précingulaires <i>Achilleodinium bifarmoides</i> <i>Achamosphaera alaicornu</i> <i>Achamosphaera ramulifera</i> <i>Cordospaeridium inodes</i> <i>Cordospaeridium cantharellum</i> <i>Corrudinium incompositum</i> <i>Lingulodinium machaerophorum</i> <i>Millioudodinium tenuitubulatum</i> <i>Pentadinium laticinctum</i> <i>Pterodinium</i> sp. <i>Spiniferites ramosus</i> <i>Spiniferites cornutus</i> <i>Spiniferites pseudofurcatus</i> <i>Spiniferites wetzelii</i> <i>Tectatodinium cf. pellitum</i> <i>Thalassiphora pelagica</i> <i>Thalassiphora delicata</i> <i>Lanternospaeridium</i> -groupe <i>Cordospaeridium microtriaina</i> / <i>Fibrocysta</i> ssp. <i>funiculatum</i> <i>Samlandia chlamydophora</i>	+	+	•	•	•	•	•	•	•	•
Kystes à archeopyles combinées <i>Hemicystodinium zoharyi</i>										
Acritarches <i>Cyclopsiella vieta</i> <i>Pterospermella</i> sp.		+							+	•
Tasmanaceae <i>Pleurozonaria</i> sp.	+		+	+		+	+			
Microforaminifères			+					+		+
Scolécodontes	+	+	+							+

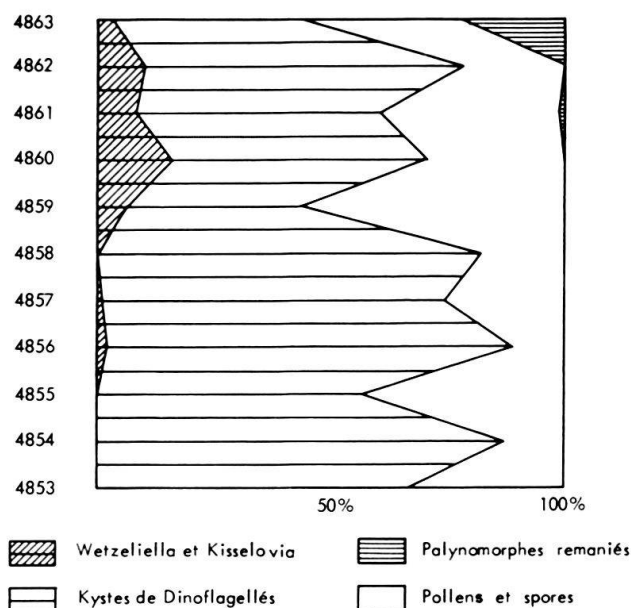


Fig. 15. Distribution quantitative des palynomorphes (kystes de Dinoflagellés, pollens et spores, palynomorphes remaniés) de la coupe du Ruisseau d'Enfer.

4.3 Zone synclinale de Solaizon – Champlaitier

4.3.1 Affleurement de Bourgeal-dessus (coord. 917.62/125.15): échantillons 4558–4562 (fig. 3, 4, 7, 9, 10; pl. 1)

Le long de la route V1 reliant Solaizon à Brizon, à 500 m après les derniers chalets de Brizon (en direction de Solaizon), nous avons échantillonné la partie supérieure des Marnes à Foraminifères (4558–4559) et la zone de passage de cette formation avec les Schistes à *Meletta* (4560–4562). Les échantillons ont été prélevés dans le talus gauche de la route (en montant) à une trentaine de mètres avant d'arriver au grand virage en épingle à cheveu (cote 1090 m) depuis lequel on domine le village de Brizon. En ce point situé au NNE de Bourgeal-dessus, les Marnes à Foraminifères, en partie couvertes par la végétation, apparaissent sur environ 2 m d'épaisseur et se composent de niveaux à faible pendage vers le sud-est, de calcaires très argileux, peu glauconieux, fortement schistoïdes (à débit en «crayons») à patine gris bleu à jaune, avec quelques bancs de 20 à 40 cm plus calcaires. Les Foraminifères benthiques sont très rares et les Foraminifères planctiques peu fréquents; par contre, on y observe quelques débris de petits Lamelli-branches et de rares dents de poissons.

Quoique très endommagés par la pyritisation, les palynomorphes sont encore déterminables (4560) à la limite des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta*; l'association de kystes de Dinoflagellés y est moins riche en espèces que dans la partie supérieure des Marnes à Foraminifères. L'association sporo-pollinique, bien qu'assez pauvre, est caractéristique de l'Oligocène inférieur à moyen. On trouve aussi des Tasmanaceae et des restes chitineux de microforaminifères.

Fig. 14. Distribution des kystes de Dinoflagellés de la coupe du Torrent d'Enfer (synclinal de Cenise).
(Calc. gr. ar. = Calcaires gréseux à grands Foraminifères arénacés.)

[illegible]

Fig. 16. Distribution des nannofossiles calcaires dans la coupe du Torrent d'Enfer (synclinal de Cenise).
G.A. = Calcaires gréseux à Grands Foraminifères arénacés.

La microfaune planctique, très pauvre et très mal conservée, n'autorise pas de datation précise.

4.3.2 *Affleurement de Carré-derrière* (coord. 919.25/125.05): échantillons 4552–4557 (fig. 3, 4, 10; pl. 2)

Cet affleurement est situé dans le talus septentrional de la route D286 reliant Thuet au Mont-Saxonnet, à 1 km avant le panneau routier indiquant l'entrée de ce village. Cet affleurement d'une cinquantaine de mètres de long a déjà été décrit par CHAROLLAIS (1962) et les échantillons analysés proviennent du niveau 3 de la coupe décrite page 715; ils ont été prélevés à la hauteur d'une borne kilométrique (D286/3) dans des marnes calcaires schistoïdes grises à patine brunâtre, peu ondulées et faillées, à faible pendage dirigé vers le sud. Ces faciès riches en écailles de *Meletta*, correspondent à la base des Schistes à *Meletta*. D'autre part, ils renferment des bancs lenticulaires atteignant 40 cm d'épaisseur, de conglomérats à ciment calcaire: les galets d'ordre centimétrique et d'origine locale proviennent du démantèlement de formations d'âge éocène, crétacé supérieur, barrémo-aptien et, peut-être même, hauterivien.

La microfaune planctique pauvre, mal conservée, ne permet pas de datation précise, cependant certains Foraminifères planctiques sont relativement gros et ressemblent à ceux que l'on rencontre dans les Marnes à Foraminifères, en particulier quelques *Globigerina gortanii gortanii*. Les palynomorphes sont mal conservés. L'association de Dinoflagellés caractérise l'Oligocène inférieur. L'association sporo-pollinique, consistant presque uniquement en pollens à sac d'aile, ne permet pas de datation. Dans ces échantillons (4553, 4555), les pollens prédominent sur les formes marines. On trouve également des Scolécodontes.

4.3.3 *Affleurement des Saillels* (coord. 917.44/125.05): échantillons 4563–4564 (fig. 3, 4, 10)

Cet affleurement qui permet d'observer la partie inférieure des Schistes à *Meletta*, s'étend sur environ 200 m le long de la route V1 reliant Brizon à Solaizon, au nord-est des Saillels, et se trouve partiellement recouvert par la végétation; il débute à l'orée d'une forêt, à l'altitude 1100 m et se termine dans un virage, près d'une petite carrière, à une vingtaine de mètres des premiers chalets de Bourgeal-dessus. Les couches présentent des pendages plus ou moins forts, mais toujours dirigés vers le sud-est.

Les échantillons 4563 et 4564 ont été prélevés à l'orée de la forêt (cote 1100 m) où apparaissent, dans le talus de la route, des Marnes schistoïdes à patine gris bleu se débitant en plaquettes dont les surfaces sont riches en écailles de *Meletta*.

Les palynomorphes sont mal conservés. L'association des kystes de Dinoflagellés est caractéristique de l'Oligocène inférieur. L'association sporo-pollinique consiste uniquement en Pinacés, très abondants.

Les Foraminifères benthiques sont très rares, mais les planctiques, assez abondants, sont généralement de petite taille et présentent une population peu variée, composée en majeure part de *Globigerina officinalis*, *G. ouachitaensis*, *G. praebuloides*, *Globorotaloides suteri* et de quelques *Globigerina angustiumbilitata*. Cet

assemblage pourrait se rapporter éventuellement à l'Oligocène inférieur ou même à la base de l'Oligocène moyen.

4.4 Synclinal du plateau d'Andey

Trois gisements avaient déjà été décrits dans le synclinal du plateau d'Andey par CHAROLLAIS et WELLHÄUSER (1962). Un nouvel affleurement entre Le Saix et La Sage a été étudié (coord. 913.90/124.50): éch. 4565–4572. Il apparaît dans le talus, le long de la route reliant Delaire à Thuet, à 300 m au nord du dernier chalet du Saix, dans une zone boisée. Il correspond à la base des Schistes à *Meletta* dont on peut observer une coupe sur 2 m d'épaisseur: il s'agit de calcaires argileux schistoïdes à patine gris bleu à gris brun, subhorizontaux, se débitant en plaquettes sur lesquelles se trouvent (au sommet de la coupe) de très nombreux Lamellibranches⁶⁾ et débris de poissons (*Meletta*); de plus, ces niveaux renferment (surtout au bas de la coupe) des lentilles d'ordre millimétrique formées de calcarénites riches en glauconie et en Foraminifères, ce qui démontre un régime de sédimentation perturbée par de petites turbidites.

Les palynomorphes sont très corrodés. L'association des Dinoflagellés, relativement pauvre, semblerait plutôt caractériser l'Oligocène inférieur (fig. 3, 4). L'association sporo-pollinique, également très pauvre, ne permet pas de datation. Quelques exemplaires de Tasmanaceae ont été trouvés dans cet échantillon (4568).

Cet affleurement entre Le Saix et La Sage est le seul des Schistes à *Meletta* qui soit riche à la fois en Foraminifères planctiques et en Foraminifères benthiques. Parmi ceux-ci, il a été remarqué (échantillons 4565–4567; fig. 9): *Bolivina beyrichi carinata*, *B. elongata*, *B. fastigia*, *B. vaccki bavarica*, *Bulimina sculptilis*, *B. subtruncana*, *B. truncana*, *B. tuxpamensis*, *Uvigerina* cf. *carapitana*, *U. eocaena*, *U. hantkeni*, *U. sp. (ex gr. eocaena)*.

La microfaune planctique (fig. 10; pl. 5, 7), moyennement conservée offre aussi des espèces que l'on rencontre de l'Oligocène inférieur à moyen telles que *Globorotalia opima opima*, très rares, et d'assez abondants *G. munda*.

4.5 Zone synclinale des Contrebandiers

L'étude des Foraminifères planctiques (fig. 10; pl. 6, 7) et de la nannoflore (fig. 11) porte sur la partie inférieure des Schistes à *Meletta* (échantillons 4532–4538) dans un affleurement près du Nanoir (coord. 899.91/109.60). Celui-ci est situé en bordure de la route romaine reliant Naves au pont St-Clair, à peu près à mi-distance entre ces deux points, plus exactement à une cinquantaine de mètres au sud du croisement avec la voie sans issue conduisant aux maisons de Rochebard. Là, on observe des marnes schistoïdes gris bleu, à débit en plaquettes orientées N45°W et plongeant 12°NE. Les surfaces de ces plaquettes sont assez riches en écailles de

⁶⁾ Les Lamellibranches ont été examinés fort aimablement par M. Macsotay qui a reconnu le genre *Palliolium* (*Pappiolium*) dont les représentants actuels vivent entre 600 et 2000 m de profondeur. De plus, ce spécialiste a remarqué quelques exemplaires d'un petit Gastéropode patelliforme d'eau profonde (600 à 1000 m) appartenant au genre *Acmaea* dont l'extension va de l'Oligocène à l'Actuel.

Meletta et présentent de nombreux moules internes de petits Lamellibranches qui devraient probablement se rapporter à «*Parvamussium bronni*», signalé au nord du Mont-Veyrier par MORET (1934, p. 44).

La microfaune planctique est abondante et relativement bien conservée tandis que les Foraminifères benthiques sont très rares. La présence de nombreux *Globigerina ouachitaensis* et *Globorotalia munda* est en faveur d'un âge compris entre le sommet de l'Oligocène inférieur et l'Oligocène moyen.

4.6 Synclinal de Dessy

Le long de la route D12 reliant St-Pierre-de-Rumilly au Petit Bornand, des formations tertiaires affleurent dans le talus, en amont du premier verrou glaciaire des Gorges du Borne, au sud d'une ancienne carrière, sur le flanc méridional du synclinal de Dessy (coord. 912.50/124.84). Ces affleurements ont déjà été décrits par CHAROLLAIS (1962, p. 720) et par SEGONZAC & CHAROLLAIS (1974, p. 118-119): ici, les Marnes à Foraminifères manquent et les Schistes à *Meletta* surmontent directement les Calcaires à petites Nummulites, un hard-ground souligné par une croûte limonitique et glauconieuse sépare ces deux formations. A 7 m au-dessus de ce contact, les Schistes à *Meletta* renferment, sur 3-4 m, des Foraminifères planctiques découverts par Rigassi, il y a une vingtaine d'années; ces niveaux qui se trouvent juste en face d'un poteau de sécurité jaune érigé par les Services hydro-électriques, sont constitués par des calcaires très argileux (60-70% CaCO₃) peu quartzeux et micacés, riches en matière organique, très schistoïdes, à débits en plaquettes sur lesquelles abondent les écailles de *Meletta* et autres débris de poissons (vertèbres, nageoires).

Ce niveau fossilifère a été étudié (échantillons 1603-1604; 4546-4551) pour sa microfaune (fig. 10) et sa nannoflore (fig. 11). La microfaune très encroûtée est très pauvre en benthiques et pauvre en planctiques. La conservation est mauvaise. La population, pauvre en espèces, composée presque uniquement de *Globigerina ouachitaensis*, *G. officinalis* et *G. praebulloides* s.l., ne permet pas de datation autre qu'Oligocène.

4.7 Zone synclinale de Naves

4.7.1 Affleurement près de chez le Roy (coord. 109.50/898.24)

La microfaune de cet affleurement avait déjà été décrite par RIGASSI (1957a) sous le nom de gisement du pont de Naves.

Nous avons réétudié la palynologie, les Foraminifères planctiques, quelques Foraminifères benthiques et les Ostracodes de ce gisement très bien localisé par RIGASSI (1957a; fig. 1). Pour y accéder, il faut prendre un petit escalier au sud du point coté 609 m, à la croisée de la route D16 et de la rue du Grand Essert; du haut de celui-ci, on voit, au sommet d'un champ, le réservoir d'eau près duquel affleurent les Marnes à Foraminifères.

Les palynomorphes (fig. 3, 4; pl. 1, 3) sont assez bien conservés dans tous les échantillons (4543-4544). Les kystes de Dinoflagellés sont beaucoup plus abondants que les pollens et spores. L'association sporo-pollinique, relativement riche en

espèces, indique un âge oligocène inférieur. Outre ces deux groupes de palynomorphes, on trouve des Tasmanaceae et des restes chitineux de microforaminifères.

La microfaune benthique (fig. 9) et planctique est riche; les Foraminifères planctiques (fig. 10; pl. 5) sont abondants mais leur conservation plutôt mauvaise; ils sont typiques de la formation des Marnes à Foraminifères avec de nombreuses formes indiquant un âge oligocène basal. Parmi celles-ci, on peut citer le groupe *Globigerina ampliapertura*–*Globorotalia increbescens*, de nombreux *Globigerina angiporoides*, *G. gortanii gortanii*, *G. euapertura*, *G. galavisi*, ainsi que des *Globorotalia postcretacea* et des *Chiloguembelina cubensis*.

Les Ostracodes sont nombreux et variés (fig. 7; pl. 8).

4.7.2 Affleurement de Pré-Vernay (coord. 897.50/108.15): échantillons 4528–4530 (fig. 3, 4, 10, 11; pl. 1, 2, 4, 6)

Cet affleurement correspond à la partie supérieure des Schistes à *Meletta*; il apparaît dans le talus d'une nouvelle route forestière qui se termine en cul-de-sac en dessous du lieu-dit Pré-Vernay (partie septentrionale de la Montagne de Veyrier). Les échantillons ont été prélevés au nord du parking aménagé de Pré-Vernay, dans des marnes schistoïdes gris bleu à gris brunâtre, plongeant de 30° vers le nord-ouest, riches en écailles de *Meletta* et en moules très mal conservés de petits Lamellibranches, rapportés par MORET (1934, p. 44) à «*Parvamussium bronni*».

Les palynomorphes sont fortement endommagés par la pyritisation; cependant, l'association de Dinoflagellés semble, comme les précédentes, caractériser l'Oligocène inférieur. L'association sporo-pollinique, plus riche en espèces, indiquerait également l'Oligocène inférieur (4528, 4530).

La microfaune benthique est très pauvre, la microfaune planctique riche et moyennement bien conservée; elle se compose surtout de petites formes, très peu nombreuses en espèces: *Globigerina ouachitaensis*, *G. officinalis*, *G. praebulloides*; dans l'échantillon 4528, apparaissent quelques *Globorotalia postcretacea*. Cet assemblage correspond à l'Oligocène inférieur à moyen, sans plus de précision.

5. Discussions biostratigraphiques sur les Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta* du massif des Bornes

5.1 Palynologie

5.1.1 Pollens et spores (fig. 3, 17, 18; pl. 1)

L'association sporo-pollinique des échantillons examinés en plusieurs points du massif des Bornes est très semblable à celle du col de la Colombière; elle est dominée par les Pinacés. Plusieurs échantillons des affleurements de La Vacherie, Bourgeal-dessus, Le Roy et Pré-Vernay contiennent la forme-guide *Boehlensipollis hohli*. Les plus riches présentent, en outre, d'autres espèces typiques de l'Oligocène inférieur: *Caryapollenites simplex*, *Polyatriopollenites stellatus*, *Polyporopollenites undulosus* et *Trivestibulopollenites betuloides*.

5.1.2 *Dinoflagellés* (fig. 4, 17, 18; pl. 2-4)

Toutes les associations de kystes de *Dinoflagellés* du massif des Bornes appartiennent à la zone à *Deflandrea heterophlycta*. La différence la plus marquante entre les échantillons des Marnes à Foraminifères et ceux des Schistes à *Meletta* est l'augmentation de la fréquence d'*Areosphaeridium arcuatum* et des espèces du groupe *Wetzeliiella-Kisselovia*; cette différence résulte de la modification du milieu.

5.1.3 *Chronostratigraphie*

Les associations sporo-polliniques de tous les échantillons examinés font partie de la zone florale (Paléogène) 19, peut-être de la zone 20a. D'après les recherches sur les Schistes à Poissons de la Molasse autrichienne et sur l'Oligocène inférieur tyrolien, on peut corréler ces associations avec le nannoplancton calcaire de la zone NP21 (fig. 18). De plus, la présence des Foraminifères planctiques *Pseudohastigerina naguewichiensis* et *Globigerina gortanii* confirme cette attribution chronostratigraphique (RÖGL et al. 1979). Si l'on se réfère à la zonation basée sur les associations des kystes de *Dinoflagellés* de l'Atlantique nord, on peut rattacher les associations des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* à la zone à *Deflandrea heterophlycta* (WILLIAMS 1975). Avec les espèces caractéristiques de cette zone, on trouve dans notre matériel quelques espèces qui disparaissent dans les profils de l'Atlantique nord à la limite de l'Eocène et de l'Oligocène. Dans le massif des Bornes, presque toutes ces espèces sont présentes dans les Marnes à Foraminifères: *Areoligera senonensis*, *Areosphaeridium diktyoplokus*, *Eatonicysta ursulae* et *Cyclopsiella vieta*. Comme dans l'Atlantique nord, la zonation est basée sur la notion

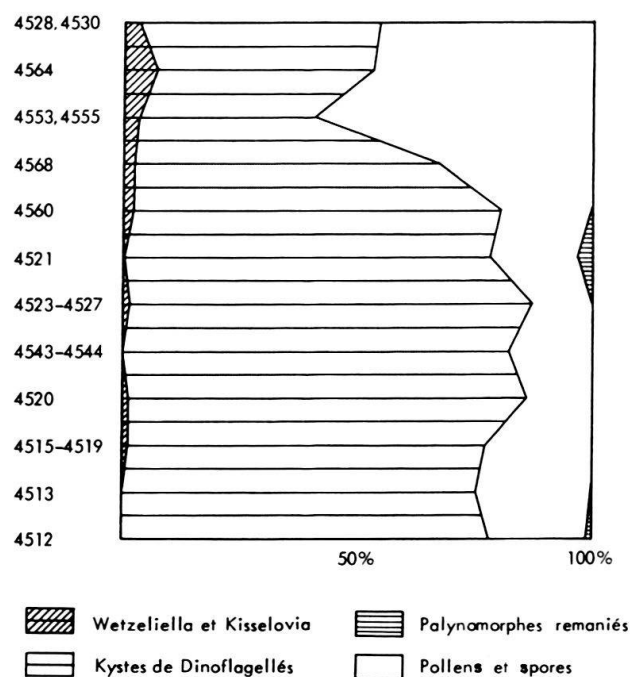


Fig. 17. Distribution quantitative des palynomorphes (kystes de *Dinoflagellés*, pollens et spores, palynomorphes remaniés) dans les Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta* du massif des Bornes (y compris la coupe du col de la Colombière).

MARNES A FORAMINIFERES	SCHISTES A MELETTA	
Zone de <i>Chiropteridium dispersum</i> - <i>Samlandia chlamydophora</i> Subzone à <i>Deflandrea heterophlycta</i> (Oligocène inférieur)		WILLIAMS, 1977 Zones à kystes de dinoflagellés
	Zone de <i>Wetzeliella gochti</i> (Oligocène ? inférieur p.p. et moyen)	COSTA & DOWNIE, 1976
Zone florale (Paléogène) 19 (Oligocène inférieur)	Zone florale (Paléogène) 20a (Oligocène inférieur et moyen p.p.)	KRUTZSCH, 1966 HOCHULI, 1978 Zones de pollen et spores
<i>Cassigerinella chipolensis</i> / <i>Pseudohastigerina micra</i> (Oligocène inférieur)	<i>Cass. chip.</i> / <i>Ps. micra</i> , p.p. - ? <i>Globigerina ampliapertura</i> (Oligocène inférieur à ? base Oligo- cène moyen)	BOLL, 1966 Zones de Foraminifères planctiques
P 17 p.p. - P 18 - P 19 p.p. (Oligocène inférieur)	P 19 - ? P 20 (Oligocène inférieur à ? base Oligocène moyen)	BLOW, 1969
Oligocène inférieur		Age des <i>Uvigerina</i> , <i>Bulimina</i> et <i>Bolivina</i>
Eocène supérieur à Oligocène inférieur		Age de la nanoflore
Eocène supérieur à Oligocène inférieur		Age des Ostracodes

Fig. 18. Relations chronostratigraphiques entre les groupes paléontologiques étudiés dans les Marnes à Foraminifères et les Schistes à *Meletta* des chaînes subalpines septentrionales.

d'«assemblage zone», nous considérons que les associations entières sont plus significatives que la présence de certaines espèces, surtout quand elles ne sont représentées que par quelques exemplaires (c'est le cas pour les espèces en question). En conséquence, nous attribuons les associations de Dinoflagellés des Marnes à Foraminifères à la zone à *Deflandrea heterophlycta* bien que quelques espèces considérées comme typiques de la zone précédente soient présentes. Cette zone est nommée «*Areosphaeridium diktyoplokus*–*Pentadinidium laticinctum* zone». En Haute-Savoie, elle a été étudiée par JAN DU CHÊNE et al. (1975) dans les grès des Voirons sous le nom de «zone à *Areosphaeridium diktyoplokus*». Ces auteurs considèrent *Wetzeliiella perforata* comme une autre espèce-guide de cette zone. Par conséquent, la zone *Areosphaeridium diktyoplokus* (sensu JAN DU CHÊNE et al.) et la «*Wetzeliiella perforata* zone» de COSTA & DOWNIE (1976) correspondent à la même période. Ces zones sont corrélées en Haute-Savoie et en Angleterre méridionale avec les zones NP 17–20 de nannoplancton calcaire. Deux autres espèces de kystes de Dinoflagellés (*Pterodinium* sp. et *Spiniferites wetzelii*) sont toujours présentes dans les Marnes à Foraminifères et manquent totalement dans tous les échantillons des Schistes à *Meletta*. Leur distribution a donc peut-être une valeur stratigraphique. Le genre *Pterodinium*, qui est fréquent dans le Crétacé, a sa dernière occurrence dans l'Oligocène inférieur. Quant à *Spiniferites wetzelii*, il n'est connu jusqu'à maintenant que dans les sédiments crétacés.

5.1.4 Paléoécologie

La composition des associations de palynomorphes est assez homogène dans tous les échantillons étudiés. Dans l'association sporo-pollinique, les formes disaccates de Pinacés sont très nombreuses. Généralement, ces formes sont extrêmement fréquentes dans les sédiments marins du Paléogène supérieur et du Néogène. Grâce à leur grande flotabilité, elles ont subi de longs transports. Tous les autres pollens sont relativement rares. Généralement, la grande fréquence de spores dans les sédiments marins est liée à la proximité du littoral; or, les spores sont très rares dans nos échantillons. L'association sporo-pollinique est homogène dans les deux formations ce qui traduit le peu de changement des conditions de sédimentation.

Une très faible variation du paléoenvironnement ne peut être mise en évidence que dans les associations de Dinoflagellés, à la limite des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta*: la fréquence de *Areosphaeridium arcuatum* et du groupe *Wetzeliiella*–*Kisselovia* est plus grande dans les Schistes à *Meletta*. Dans le Paléogène de l'Angleterre du sud, DOWNIE et al. (1971) interprètent la prédominance de *Wetzeliiella* (et probablement aussi de *Deflandrea*) comme un indicateur de sédimentation littorale avec influence saumâtre. Par contre, l'abondance de *Areoligera arcuatum* correspond à un environnement marin normal, de même que la prédominance du groupe de *Spiniferites* (avec les genres *Spiniferites*, *Achomosphaera*, *Cordosphaeridium* et *Hystrichosphaeridium*). Les représentants de ce groupe sont fréquents dans tous nos échantillons. L'augmentation de la fréquence de *Areosphaeridium arcuatum* et du groupe de *Wetzeliiella* dans le même horizon signifie donc que le milieu franchement marin des Marnes à Foraminifères devient un peu plus confiné lors de la sédimentation des Schistes à *Meletta*, ce qui se traduit aussi par un

net appauvrissement en variété chez les Foraminifères planctiques, comme nous le voyons plus loin.

5.2 Foraminifères benthiques

Sur les figures 5 et 12, ont été reportés tous les Foraminifères benthiques qui avaient été examinés et déterminés par HAGN (1962, in CHAROLLAIS & WELLHÄUSER) dans la coupe de la Colombière et dans les synclinaux de Cenise et du plateau d'Andey. Vu leur mauvaise conservation, nous ne les avons pas réexaminés, par contre, nous avons procédé à un nouvel échantillonnage dans les gisements les plus favorables; nos études n'ont porté que sur les genres *Bolivina*, *Bulimina* et *Uvigerina* et les résultats sont résumés sur la figure 9.

Les associations reconnues dans les cinq gisements des Marnes à Foraminifères sont identiques à celles qui ont été attribuées au Lattorfien (= Oligocène inférieur), près de Häring (Tyrol) et dans l'unité de Pouzdrany (Tchécoslovaquie). *Uvigerina hantkeni* était considéré autrefois comme un marqueur du Rupélien (= Oligocène moyen); mais, actuellement, cette forme a été trouvée dans les formations lattorfiennes près de Häring, en association avec les différentes espèces de *Bolivina* et de *Bulimina* rencontrées dans le massif des Bornes et énumérées sur la figure 9. Cette remarque découle des travaux de HAGN (1956, 1960), de LÜHR (1962), de LINDENBERG (1965), de CICHA et al. (1971) et de STEININGER et al. (1976).

Quant aux Foraminifères benthiques des Schistes à *Meletta* de l'affleurement entre Le Saix et La Sage, ils ne présentent pas de différences significatives avec ceux des Marnes à Foraminifères; mais, comme nous l'avions suggéré plus haut (4.4), ils sont très probablement remaniés.

5.3 Foraminifères planctiques

Certains seulement des échantillons ont subi un lavage spécial au désogène et un tamisage plus fin. Cela fait que parfois l'absence de très petites formes est peut-être dû au traitement plutôt qu'à une absence réelle. De même, la conservation appa-
rente en est tributaire aussi.

5.3.1 Marnes à Foraminifères (fig. 10, 18; pl. 5-7)

Ces échantillons proviennent des localités de Montarquis, Pont de Venay, Vacherie et Le Roy et sont très semblables les uns aux autres, avec une microfaune nettement Oligocène inférieur (zone à *Cassigerinella chipolensis*/*Pseudohastigerina micra* selon BOLLI ou zone P 17 *p.p.* à P 19 selon BLOW), sauf pour ceux de Montarquis qui sont pauvres et peu caractéristiques. Les remarques faites pour les échantillons du col de la Colombière sont valables ici, les espèces rencontrées étant les mêmes. Il semble que les conditions paléoécologiques aient été favorables à un bon développement de la microfaune qui apparaît variée, avec de nombreuses espèces, représentées par des individus bien caractéristiques. Ces niveaux ont dû être préservés de trop fortes distortions car même les espèces les plus grosses apparaissent peu déformées. On trouve dans tous les échantillons de nombreux petits benthiques accompagnant les planctiques.

5.3.2 *Schistes à Meletta* (fig. 10, 18; pl. 5–7)

Dans une des localités, La Sage, on trouve une microfaune mixte, benthique et planctique, avec parmi celle-ci des formes de grande taille. Si elles ne sont pas remaniées à partir des Marnes à Foraminifères, cela indiquerait que, là, les conditions de vie ont continué semblables à celles qui régnaient lors du dépôt des Marnes à Foraminifères.

Dans les autres localités, Carré-Derrière, Saillels, Nanoir, Dessy et Pré-Vernay, l'apparence de la microfaune est très différente: presque plus de benthiques, microfaune planctique réduite à des espèces de petite taille, espèces elles-mêmes peu nombreuses, les *Globigerina officinalis*, *G. ouachitaensis* et *G. praebulloides* formant la majeure part de la population.

On retrouve très souvent cet aspect de la microfaune à l'Oligocène moyen de l'Europe nord-alpine (Suisse centrale, BLAU 1966, SCHERER 1966; Fossé Rhéna, DOEBL et al. 1976). Cela semble indiquer un refroidissement assez net de ces régions par rapport à l'Europe du Sud, alors qu'à l'Eocène et même à l'Oligocène inférieur, il y avait peu de différence entre les associations de microfaunes planctiques des Alpes du Nord et celles des régions nord-méditerranéennes. Cet appauvrissement peut aussi provenir de la fermeture progressive des bassins marins du nord des Alpes aboutissant à un milieu de plus en plus confiné.

Au point de vue spécifique, ce sont les échantillons de La Sage qui sont les plus variés. De très rares *Globorotalia opima opima* et d'assez abondants *G. munda* permettent de leur donner un âge compris entre le sommet de l'Oligocène inférieur et la base de l'Oligocène moyen (sommet de la zone à *Cassigerinella chipolensis*/*Pseudohastigerina micra* – zone à *Globigerina ampliapertura* selon la zonation de BOLLI ou P 19–20 selon la zonation de BLOW).

Globorotalia munda, décrite par JENKINS (1967) dans des échantillons oligocènes de Nouvelle-Zélande (zones à *Globigerina angiporoides angiporoides* et à *G. euapertura*, ce qui correspond au sommet de l'Oligocène inférieur et à l'Oligocène moyen, plus ou moins zones à *G. ampliapertura* et à *Globorotalia opima opima* de BOLLI ou zones P20–21 de BLOW) est un bon indicateur pour cette partie de l'Oligocène des régions tempérées. BERGGREN (1972, DSDP, Leg 12) dans l'Atlantique nord s'en est servi pour caractériser les assemblages de la partie médiane de l'Oligocène (sommet P 19 à base de P 21). SZTRAKOS (1974) a créé la zone à *Globorotalia munda* pour l'Oligocène moyen du nord-est de la Hongrie. RÖGL (in STEININGER, RÖGL & MARTINI 1976) a rencontré cette forme dans le Rupélien de la Paratéthys centrale et TOUMARKINE (1978, DSDP, Leg 40) dans l'Atlantique sud, toujours à l'Oligocène moyen. Cependant, BERGGREN (1969) signale dans certaines localités d'Europe du Nord que cette espèce apparaît déjà à l'Oligocène inférieur, ce que confirme POORE (1978, DSDP, Leg 49) dans l'étude de forages de l'Atlantique nord.

Dans le massif des Bornes, on trouve également cette espèce dans les échantillons de Nanoir.

Les échantillons de Pré-Vernay semblent un peu plus anciens que ceux de La Sage et de Nanoir. Ils sont composés principalement de petites formes de Globigérines comme la majeure part des échantillons des Schistes à *Meletta*, mais dans un des échantillons, le 4528, on trouve encore de nombreuses *Globorotalia postcretacea*, forme dont l'abondance caractérise, ici, les Marnes à Foraminifères.

5.4 Ostracodes

5.4.1 Marnes à Foraminifères (fig. 7, 18; pl. 8)

Sans atteindre la relative richesse des échantillons du col de la Colombière, les faunes recueillies dans les divers affleurements du massif des Bornes sont assez variées pour des niveaux profonds, bien qu'en général pauvres en individus (sauf en ce qui concerne *Bairdia* et *Cytherella*). Il n'y a pas de différence notable par rapport aux faunes de la Colombière: les principales espèces sont présentes partout et les formes non communes n'ont été observées qu'à un seul individu près, ce qui leur enlève une signification particulière.

Les espèces les plus fréquentes sont *Bairdia* gr. *gliberti* KEIJ 1957, *Cytherella ihsaniyensis* SÖNMEZ 1973 (espèce qui regroupe la plupart des individus que de nombreux auteurs avaient attribués avec plus ou moins de certitude à *C. transversa* SPEYER 1863), *Krithe bartonensis* (JONES 1857), *Henryhowella asperrima* (REUSS 1850) et *Agrenocythere ordinata* (DELTEL 1964) – une association donc qui caractérise l'Eocène supérieur et l'Oligocène inférieur et une bathymétrie située probablement entre 400 et 800 m.

Parmi les espèces rares, on peut signaler une nouvelle *Actinocythereis*, qui n'est pas sans rappeler des espèces du (Maastrichtien) Paléocène d'Afrique et du Proche-Orient, *A. teiskotensis* (APOSTOLESCU 1961), *A. coronata* (ESKER 1968) et *A. arabica* (BASSIOUNI 1970). C'est, à notre connaissance, la première fois que la présence de ce genre est signalée en Europe. A mentionner aussi une *Krithe* (sp. 2) de grande taille; en faisant abstraction de la déformation (de l'individu repéré), la taille réelle doit approcher 1 mm.

Il faut mentionner enfin que ces faunes d'Ostracodes des Marnes à Foraminifères montrent une analogie frappante avec la partie supérieure («Marnes à faciès argileux») du Priabonien de la coupe du Fa (Alpes de Haute-Provence; MOUGIN 1978), d'où nous avons pu examiner une série d'Ostracodes.

5.4.2 Schistes à Meletta (fig. 7)

Un échantillon (4561; Bourgeal-dessus) a livré un seul Ostracode déterminable (*Henryhowella asperrima*) – ces dépôts apparemment peu favorables à la conservation des Ostracodes (et probablement aussi à leur vie) ne livrent donc pas d'information utilisable pour leur datation.

5.5 Nannoflore

5.5.1 Marnes à Foraminifères (fig. 11, 18)

Plusieurs échantillons provenant d'affleurements de Marnes à Foraminifères décrits ci-dessus contiennent des assemblages très similaires à ceux de la coupe du col de la Colombière. On y note, là aussi, l'absence complète de Discoasters, mais également celle de *Isthmolithus recurvus* qui, lui est présent au col de la Colombière dans quelques échantillons. Comme formes remaniées du Crétacé supérieur, on trouve *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Glaukolithus fessus*, *S. crenulata* et *W. barnesae*.

5.5.2 Schistes à *Meletta* (fig. 11, 18)

Les échantillons de Schistes à *Meletta* renferment un assemblage de nannofossiles calcaires un peu différent de celui des Marnes à Foraminifères (fig. 11). Les Coccolithes sont communs et leur conservation mauvaise à moyennement mauvaise. *Dictyococcites bisecta* et *Reticulofenestra umbilica* sont notamment plus fréquents dans les Schistes à *Meletta* que dans les Marnes à Foraminifères, de la coupe du col de la Colombière et des autres échantillons provenant des affleurements décrits précédemment dans le massif des Bornes. Quelques rares spécimens de Discoaster «à disque» ont été trouvés dans deux échantillons et *Isthmolithus recurvus* est présent dans presque tous les échantillons examinés. Les assemblages des Schistes à *Meletta* semblent donc avoir un cachet Eocène supérieur plutôt qu'Oligocène inférieur. Ceci pourrait résulter du remaniement d'une flore éocène, dans les Schistes à *Meletta*, puisque nous avons démontré des remaniements de l'Eocène inférieur (présence de *Tribrachiatulus orthostylus* dans la moitié des échantillons) et du Crétacé supérieur (présence de *Lithraphidites quadratus*, *A. cymbiformis*, *Broinsonia parca*, *G. fessus*, *Cribrosphaerella ehrenbergi*, *S. crenulata*, *Biscutum* sp., *P. cretacea*, *W. barnesae* et *E. eximius* dans la plupart des échantillons).

5.5.3 Conclusions

Les flores reconnues dans les échantillons examinés ne semblent pas permettre l'utilisation des zonations proposées pour l'Eocène supérieur et l'Oligocène inférieur, car les marqueurs classiques sont très rares ou paraissent absents.

Tous les échantillons contiennent *Lanternithus minutus* en quantité beaucoup plus grande que ce n'est généralement le cas dans les formations de l'Eocène supérieur ou de l'Oligocène. Nous n'avons pas d'explication pour ce phénomène que nous avons d'ailleurs aussi constaté dans des sédiments d'un âge comparable provenant du flysch de l'Apennin (Italie). On rencontre souvent, mais en général peu abondamment, *L. minutus*, un holococcolithe (ainsi d'ailleurs que l'autre holococcolithe cité, *Zygrhablithus bijugatus*) dans des sédiments considérés comme littoraux ou peu profonds. Mais, dans des sédiments littoraux, on attendrait une présence plus constante et abondante des Braarudosphaeraceae (*Braarudosphaera* et *Micrantholithus*) que celle trouvée dans les Schistes à *Meletta*. S'agit-il de sédiments déposés sur un haut-fond sous-marin isolé dans la haute mer mais dans des eaux peu profondes ou, plutôt de turbidites provenant d'une telle structure? Sans exclure la présence évidente de turbidites en plusieurs régions du massif des Bornes, les arguments de terrain plaideraient plutôt pour la première hypothèse.

6. Conclusions

Des différentes études paléontologiques, il ressort que la majeure partie des Marnes à Foraminifères du massif des Bornes doit être attribuée à l'Oligocène inférieur (fig. 18). Cette conclusion est basée essentiellement sur les associations palynologiques et celles des Foraminifères planctiques. Parmi les palynomorphes, la présence de *Boehlensipollis hohli*, marqueur de l'Oligocène inférieur et moyen d'après la plupart des auteurs (SITTLER, SCHULER et al. 1976), est particulièrement

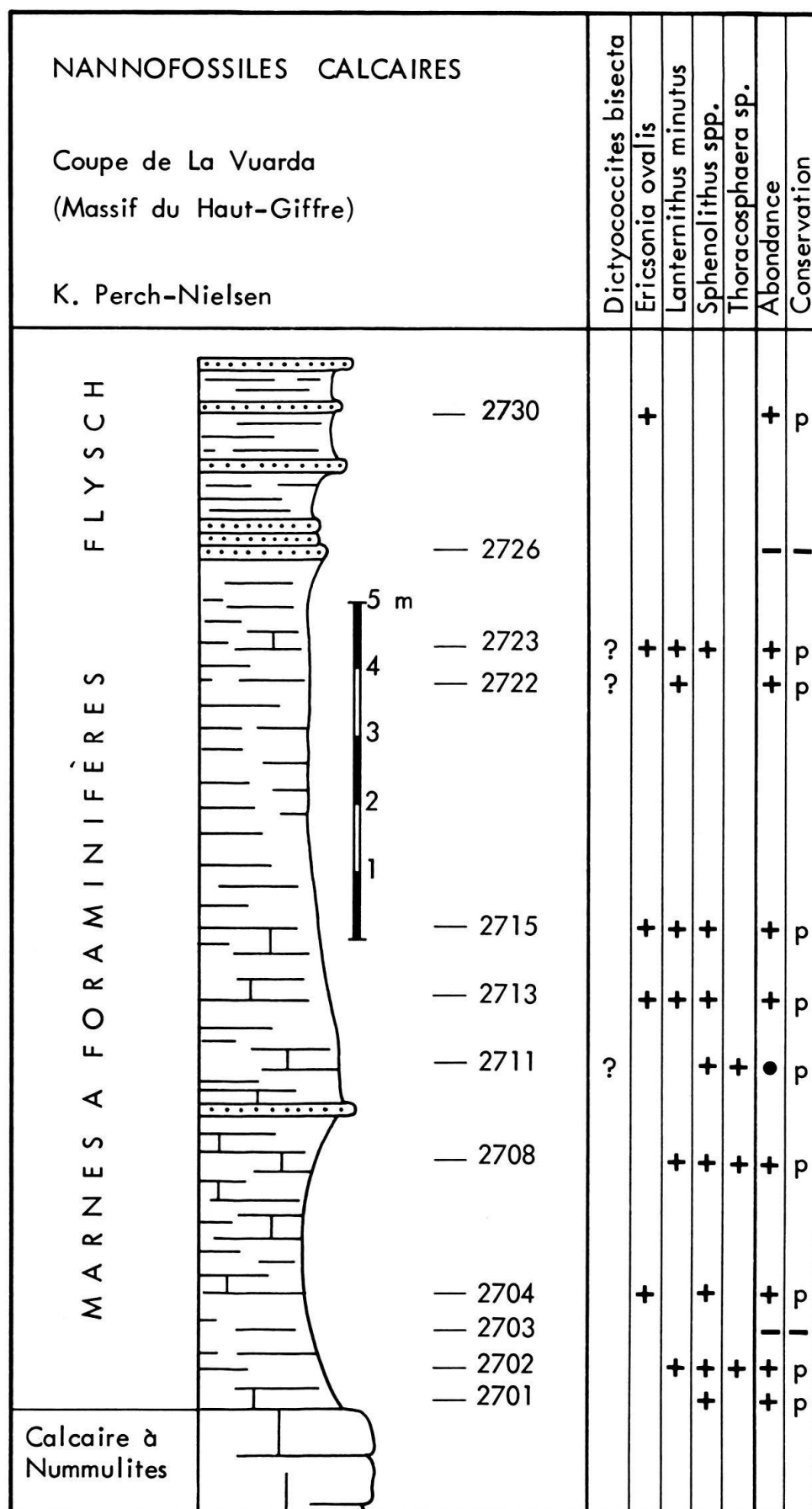


Fig. 19. Distribution des nannofossiles calcaires dans la coupe de La Vuarda.

importante. Quant à l'association des planctiques comprenant *Pseudohastigerina naguiewichiensis*, *Globigerina ampliapertura*, *G. angiporoides*, *G. euapertura*, *G. galavisi*, *G. gortanii gortanii*, *Globorotalia increbescens*, *G. postcretacea* et *Chiloguembelina cubensis*, elle est aussi caractéristique de l'Oligocène inférieur. Les associations de Foraminifères benthiques, d'Ostracodes et de nannoflore sont tout à fait compatibles avec cette attribution chronostratigraphique. Il serait présomptueux, dans l'état de nos connaissances, de vouloir préciser celle-ci; en effet, suivant l'échelle de zonation adoptée, c'est-à-dire suivant le groupe paléontologique choisi comme référence ou suivant le bassin où ont été faites les coupures biostratigraphiques; on peut dire que les Marnes à Foraminifères du massif des Bornes s'étendent de la base de l'Oligocène inférieur et même, éventuellement, d'un Eocène tout à fait terminal jusqu'à la partie supérieure de l'Oligocène inférieur.

Quant aux Schistes à *Meletta*, ils présentent certains caractères paléontologiques, tout au moins en ce qui concerne les Foraminifères planctiques, qui les distinguent des Marnes à Foraminifères. En effet, la plupart des espèces, citées ci-dessus, caractéristiques des Marnes à Foraminifères, sont absentes dans les Schistes à *Meletta*. De ces formes, seules subsistent, mais en beaucoup moins grande abondance, *Globorotalia postcretacea* à La Sage et à Pré-Vernay et *Globigerina gortanii gortanii* à La Sage et à Carré-Derrière. Par contre, d'autres espèces, inconnues dans les Marnes à Foraminifères, apparaissent dans les Schistes à *Meletta*, comme *Globorotalia* gr. *opima* et *G. munda* rencontrées dans les affleurements de La Sage et de Nanoir. Dans les Schistes à *Meletta* de ces deux localités, la présence de *Globorotalia munda* et l'absence de *Pseudohastigerina* confèrent un caractère biostratigraphique particulier, avec affinités oligocène moyen, qui permet de distinguer paléontologiquement cette formation des Marnes à Foraminifères. Mais partout ailleurs les différences paléontologiques sont plutôt dues à un appauvrissement en espèces des Schistes à *Meletta* résultant probablement plus d'une modification du paléoenvironnement que d'une coupure biostratigraphique franche.

D'autre part, dans les Marnes à Foraminifères et dans les Schistes à *Meletta*, en dehors des niveaux conglomératiques signalés plus haut et de l'affleurement de La Sage, aucun remaniement de microfaune (Foraminifères, Ostracodes) n'a pu être mis en évidence; ce n'est qu'à l'échelle de la nannoflore et des palynomorphes qu'il a été possible de détecter des formes remaniées appartenant surtout à l'Eocène inférieur (nannoflore) et au Crétacé supérieur (nannoflore et palynomorphes) et peut-être à l'Eocène supérieur (nannoflore).

Aucun diachronisme réel n'a pu être démontré dans le massif des Bornes, tant dans les Marnes à Foraminifères que dans les Schistes à Meletta. Si ce diachronisme existe, son ordre de grandeur est inférieur au temps enregistré par l'évolution des faunes et des flores dont on dispose: il ne peut donc être démontré paléontologiquement. *Les différences observées dans la composition des associations paléontologiques sont ici plus liées à des variations écologiques qu'à des variations temporelles.*

Nous avons tenté de comparer les formations des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* du massif des Bornes avec leurs homologues dans les massifs voisins (Aravis, Haut-Giffre); nous nous sommes heurtés à de grandes difficultés car les variations sédimentologiques sont telles que, soit certains termes lithologiques (Schistes à *Meletta*) disparaissent, soit les faciès deviennent presque azoïques: ainsi,

les Marnes à Foraminifères de la Vuarda (massif du Haut-Giffre; coord. 118.20/939.80) semblent dépourvues de palynomorphes; quant aux nannofossiles calcaires (fig. 19), ils sont très rares et leur conservation est très mauvaise; aucune forme reconnue ne permet une datation; de plus, à la Vuarda, il ne semble pas y avoir d'espèces crétacées remaniées.

Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'est donc pas possible d'élargir le cadre de notre étude restreinte au massif des Bornes. Un modèle du bassin de sédimentation du domaine helvétique ne pourra être conçu en Haute-Savoie, qu'à partir d'analyses biostratigraphiques et paléocéologiques qui ne peuvent se faire que dans des faciès favorables, ce qui nécessitera de longues et patientes recherches sur le terrain.

Remerciements

Nous exprimons toute notre gratitude au Professeur H.M. Bolli qui a bien voulu relire ce texte et nous faire profiter de ses critiques.

Nous remercions J.-J. Châteauneuf d'avoir bien voulu revoir certaines préparations palynologiques renfermant *Boehlensipollis hohli* et C. Sittler pour ses précieux conseils.

Nous témoignons notre reconnaissance à M.P. Desjacques qui a mis au point différentes techniques de préparations indispensables à l'étude des microfaunes notamment et à H.E. Franz à qui l'on doit les photos de Foraminifères planctiques au microscope électronique. Les Foraminifères planctiques illustrés dans cette étude sont déposés au Museum d'Histoire naturelle de Bâle sous les numéros C 34619-C 34647.

Une grande partie de ce travail a pu être réalisée grâce au soutien financier du Fonds National Suisse de la Recherche Scientifique (projets n° 2.023.0.78 et 2.448.0.75) à qui nous adressons nos plus vifs remerciements.

BIBLIOGRAPHIE

- BAUMANN, P. (1970): *Mikropaläontologische und stratigraphische Untersuchungen der obereozänen-oligozänen Scaglia im Zentralen Apennin (Italien)*. – *Eclogae geol. Helv.* 63/3, 1133–1211.
- BENEDEK, P.N. (1972): *Phytoplanktonen aus dem Mittel- und Oberoligozän von Tönisberg (Niederrheingebiet)*. – *Palaeontographica, Abt. B*, 127/1–3, 1–71.
- BERGGREN, W.A. (1969): *Paleogene biostratigraphy and planktonic Foraminifera of Northern Europe*. – *Proc. 1st plankt. Conf. Genève (1967)*, I, 121–160.
- (1972): *Cenozoic biostratigraphy and paleobiogeography of the North Atlantic*. – *Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. 12*, 965–1001 (U.S. Government printing Office, Washington).
- BLAU, R.V. (1966): *Molasse und Flysch im östlichen Gurnigelgebiet (Kt. Bern)*. – *Matér. Carte géol. Suisse [n.s.]* 143.
- BLOW, W.H. (1969): *Late middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy*. – *Proc. 1st plankt. Conf. Genève (1967)*, I, 199–422.
- BLOW, W.A.H., & BANNER, F.T. (1962): *The Mid-Tertiary (upper Eocene to Aquitanian) Globigerinaceae*. In: EAMES, F.E., BANNER, F.T., BLOW, W.H., & CLARKE, W.J. (Ed.): *Fundamentals of Mid-Tertiary stratigraphical correlation* (p. 61–152). – Cambridge University Press, Cambridge.
- BOLLI, H.M. (1957): *Planktonic foraminifera from the Oligocene-Miocene Cipero and Lengua formations of Trinidad, B.W.I.* – *Bull. U.S. natl. Mus.* 215, 97–124.
- (1966): *Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planktonic foraminifera*. – *Bol. (inform.) Asoc. venez. Geol. Min. Petroleo* 9/1, 3–32.
- BOUSSAC, J. (1912): *Etudes stratigraphiques sur le Nummulitique alpin*. – *Mém. Serv. Carte géol. France*.
- CARON, C., CHAROLLAIS, J., & ROSSET, J. (1967): *Eléments autochtones et éléments allochtones du soubassement des klippen des Annes et de Sulens (Haute-Savoie)*. – *Trav. Lab. Géol. Fac. Sci. (Univ.) Grenoble* 43, 47–62.

- CHAROLLAIS, J. (1963): *Recherches stratigraphiques dans l'E du Massif des Bornes (Haute-Savoie)*. – Arch. Sci. (Genève) 15/4, 631–732.
- CHAROLLAIS, J., JAN DU CHÊNE, R., LOMBARD, A., & VAN STUIJVENBERG, J. (1975): *Contribution à l'étude des flyschs des environs de Bonneville (Haute-Savoie, France)*. – Géol. alp. (Grenoble) 51, 25–34.
- CHAROLLAIS, J., & WELLHÄUSER, F. (1962): *Contribution à l'étude des Marnes à Foraminifères des Chaînes subalpines (Haute-Savoie, France)*. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 29/76, 21–38.
- CICHA, I., HAGN, H., & MARTINI, E. (1971): *Das Oligozän und Miozän der Alpen und Karpaten. Ein Vergleich mit Hilfe planktonischer Organismen*. – Mitt. bayer. Staatssamml. Paläont. hist. Geol. 11, 279–293.
- COSTA, L. I., & DOWNIE, C. (1976): *The distribution of the dinoflagellate Wetzeliella in the Palaeogene of north-western Europe*. – Paleontology 19/4, 591–614.
- DOEBL, F., MÜLLER, C., SCHULER, M., SITTNER, C., & WEILER, H. (1976): *Les marnes à foraminifères et les schistes à poissons de Bremmelbach (Bas-Rhin)*. – Sci. géol. (Strasbourg) [Bull.] 29/4, 285–300.
- DOUXAMI, H. (1896): *Etude sur les terrains tertiaires du Dauphiné, de la Savoie et de la Suisse occidentale*. – Ann. Univ. Lyon 1/27, 316.
- DOWNIE, C., HUSSAIN M. A., & WILLIAMS, G. L. (1971): *Dinoflagellate cyst and acritarch associations in the Paleogene of southeast England*. – Geosci. and Man 3, 29–35.
- DUCASSE, O. (1977): *La faune d'Ostracodes des dépôts tertiaires du plateau continental dans la partie centrale du golfe de Gascogne: intérêt paléocéologique – relations avec le continent*. In: LÖFFLER, H., & DANIELOPOL, D. (Ed.): *Aspects of Ecology and Zoogeography of Recent and Fossil Ostracoda*. – Proc. 6th int. Symp. Ostracods, Saalfelden (1976), p. 417–423.
- ESPITALIE, J., & SIGAL, J. (1961): *Microstratigraphie des «Marnes bleues» des bassins tertiaires des Alpes méridionales. Le genre Caucasina (Foraminifère)*. – Rev. Micropaléont. 3/4, 201–206.
- FLEISHER, R. L. (1975): *Oligocene foraminiferal biostratigraphy, Central North Pacific Ocean*. – Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. 32, 753–763 (U.S. Government Printing Office, Washington).
- GERLACH, E. (1961): *Mikrofossilien aus dem Oligozän und Miozän Nordwestdeutschlands, unter besonderer Berücksichtigung der Hystrichosphaeren und Dinoflagellaten*. – N. Jb. Geol. Paläont. [Abh.] 112/2, 143–228.
- GOCHT, H. (1969): *Formengemeinschaften alttertiären Mikroplanktons aus Bohrproben des Erdölfeldes Meckelfeld bei Hamburg*. – Palaeontographica [B], 126/1–3, 1–100.
- HAGN, H. (1956): *Geologische und paläontologische Untersuchungen im Tertiär des Monte Brione und seiner Umgebung (Gardasee, Oberitalien)*. – Palaeontographica [A], 107, 67–210.
- (1960): *Die stratigraphischen, paläogeographischen und tektonischen Beziehungen zwischen Molasse und Helvetikum im östlichen Oberbayern*. – Geologica bavar. 44, 3–208.
- HOCHULI, P. A. (1978): *Palynologische Untersuchungen im Oligozän und Untermiozän der Zentralen und Westlichen Paratethys*. – Beitr. Paläont. Österr. 4, 1–132.
- JAN DU CHÊNE, R., GORIN, G., & VAN STUIJVENBERG, J. (1975): *Etude géologique et stratigraphique (palynologie et nannoflore calcaire) des Grès des Voirons (Paléogène de Haute-Savoie, France)*. – Géol. alp. (Grenoble) 51, 51–78.
- JENKINS, D. G. (1967): *Planktonic foraminiferal zones and new taxa from the Danian to Lower Miocene of New Zealand*. – New Zealand J. Geol. Geophys. 8, 1088–1126.
- KRASHENINNIKOV, V. A., & PFLAUMANN, U. (1978): *Zonal Stratigraphy and planktonic Foraminifera of Paleogene deposits of the Atlantic Ocean to the West of Africa*. – Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. 41, 581–611 (U.S. Government Printing Office, Washington).
- KRUTZSCH, W. (1966): *Die sporenstratigraphische Gliederung des älteren Tertiär im nördlichen Mitteleuropa (Paläozän–Mitteloigozän)*. – Abh. zent. geol. Inst. Berlin 8, 112–149.
- LINDENBERG, H. G. (1965): *Die Bolivinen (Foram.) der Häringer Schichten. Mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär des Unterinntal-Gebietes*. – Boll. Soc. paleont. ital. 4/1, 64–160.
- LÜHR, H. (1962): *Geologische und mikropaläontologische Untersuchungen im Alttertiär von Haring/Tirol*. – Diss. Univ. München.
- MARTINI, J. (1962): *Etude de la répartition des Nummulites priaboniennes et oligocènes dans les massifs des Bornes et des Bauges (Haute-Savoie)*. – Arch. Sci. (Genève) 15/3, 509–532.
- (1968a): *Etude de l'Eocène inférieur et moyen des chaînes subalpines savoyardes*. – Arch. Sci. (Genève) 21/1, 37–72.

- (1968b): *Note sur la migration du géosynclinal subalpin savoyard à la fin de l'Eocène et au début de l'Oligocène*. – C.R. Soc. Phys. Hist. nat. Genève [n.s.] 3/2, 79–89.
- (1970): *Contribution à l'étude de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène subalpin de la Savoie*. – Arch. Sci. (Genève) 23/1, 197–276.
- MORET, L. (1934): *Géologie du massif des Bornes et des klipptes préalpines des Annes et de Sulens (Haute-Savoie)*. – Mém. Soc. géol. France [n.s.] 22.
- MOUGIN-GROSSO, F., & PAIRIS, J.-L. (1973): *Remarques sur la sédimentation tertiaire dans la partie Est de la structure d'Annot (Alpes de Haute-Provence)*. – Ann. Cent. Univ. Savoie (Chambéry) 1, 99–118.
- PAIRIS, B. (1975): *Contributions à l'étude stratigraphique, tectonique et métamorphique du massif de Platé (Haute-Savoie)*. – Thèse 3^e Cycle, Grenoble.
- PAIRIS, B., & PAIRIS, J.L. (1975a): *Précisions nouvelles sur le Tertiaire du massif de Platé (Haute-Savoie)*. – Géol. alp. (Grenoble) 51, 83–127.
- (1975b): *Le pli Arbaron-Sixt, clé de la continuité structurale entre les massifs des Bornes et du Haut-Giffre (Alpes de Haute-Savoie)*. – Ann. Cent. Univ. Savoie (Chambéry) 2, 121–129.
- POORE, R.Z. (1978): *Oligocene through Quaternary planktonic foraminiferal biostratigraphy of North Atlantic*. – Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. 49, 477–517 (U.S. Government Printing Office, Washington).
- RIGASSI, D. (1957a): *Faune sannoisienne du Pont de Naves*. – Arch. Sci. (Genève) 10/2, 171–184.
- (1957b): *Le Tertiaire de la région genevoise et savoissienne*. – Bull. Ver. schweiz. Petroleum-Geol. u. -Ing. 24/66, 19–34.
- RÖGL F., HOCHULI, P., & MÜLLER, C. (1979): *Oligocene–Early Miocene stratigraphic correlations in the Molasse Basin of Austria*. – Proc. 7th int. Congr. méditerran. Neogène Athènes. Ann. géol. Pays hellén. [h.s.] 3, 1045–1049.
- ROSSET, J. (1956): *Description géologique de la chaîne des Aravis entre Cluses et le col des Aravis (Haute-Savoie)*. – Bull. Serv. Carte géol. France 53/247, 341–487.
- ROSSET, J., CHAROLLAIS, J., TOUMARKINE, M., MANIVIT, H., CHÂTEAUNEUF, J.-J., & SCHAUB H. (1976): *Présentation des différentes unités du synclinal de Thônes (Haute-Savoie, France)*. – Eclogae geol. Helv. 69/2, 359–402.
- SAMUEL, O., & SALAJ, J. (1968): *Microbiostratigraphy and Foraminifera of the Slovak Carpathian Paleogene*. – Geol. Ústav Dionyza Stura, Bratislava.
- SCHERER, F. (1966): *Geologisch-Paläontologische Untersuchungen im Flysch und in der Molasse zwischen Thunersee und Eriz (Kt. Bern)*. – Matér. Carte géol. Suisse [n.s.] 127.
- SEGONZAC, G., & CHAROLLAIS, J. (1974): *Sur quelques algues calcaires (Corallinacées, Peyssoneliacées) des calcaires à petites Nummulites des chaînes subalpines septentrionales (massif des Bornes, Haute-Savoie, France)*. – Arch. Sci. (Genève) 27/1, 111–132.
- SITTLER, C. (1965): *Le Paléogène des fossés rhénan et rhodanien. Etudes sédimentologiques et paléoclimatiques*. – Mém. Serv. Carte géol. Als.-Lorr. 24.
- SITTLER, C., & SCHULER, M. (1976): *Extension stratigraphique, répartition géographique et écologie de deux genres polliniques paléogènes observés en Europe occidentale: Aglaoreidia et Boehlensipollis (Coll. Palynologie, Paris 1975)*. – Bull. Soc. bot. (F), 122, 231–254.
- STAINFORTH, R.M., LAMB, J.L., LUTERBACHER, H., BEARD, J.H., & JEFFORDS, R.M. (1975): *Cenozoic planktonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms*. – Paleont. Contr. Univ. Kansas 62, 1–425.
- STEININGER, F., RÖGL, F., & MARTINI, E. (1976): *Current Oligocene/Miocene biostratigraphic concept of the Central Paratethys (Middle Europe)*. – Newsl. Stratigr. 4/3, 174–202.
- STOVER, L.E., & EVITT, W.R. (1978): *Analyses of Pre-Pleistocene organic-walled Dinoflagellates*. – Univ. Stanford Publ. (Géol. Sci.) 15, 1–300.
- SUBBOTINA, N.M. (1953): *Globigerinidae, Hantkeninidae et Globorotaloidae: Foraminifères fossiles d'USSR*. – Trudy VNIGRI 76, 1–29.
- SZTRAKOS, K. (1974): *Paleogene planktonic foraminiferal zones in Northeastern Hungary*. – Fragment. mineral. palaeont. 5, 29–81.
- TOUMARKINE, M. (1978): *Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Paleogene of Sites 360 to 364 and the Neogene of Sites 362A, 363 and 364, Leg 40*. – Init. Rep. Deep Sea Drill. Proj. 40, 679–721 (U.S. Government Printing Office, Washington).
- VUAGNAT, M. (1952): *Pétrographie, répartition et origine des microbrèches du flysch nordhelvétique*. – Matér. Carte géol. Suisse [n.s.] 97.

- WILLIAMS, G.L. (1975): *Dinoflagellate and spore stratigraphy of the Mesozoic-Cenozoic, offshore Eastern Canada*. - Pap. geol. Surv. Canada 74/30, 107-161.
- (1977): *Dinocysts. Their classification, biostratigraphy and paleoecology*. In: RAMSEY, A.T.S. (Ed.): *Oceanic Micropaleontology* (vol. 2, p. 1231-1325). - Academic Press, London.
- WILLIAMS, G.L., & BRIDEAUX, W.W. (1975): *Palynologic analyses of Upper Mesozoic and Cenozoic rocks of the Grand Banks, Atlantic continental margin*. - Bull. geol. Surv. Canada 236, 1-163.
- WILLIAMS, G.L., & BUJAK, J.P. (1977): *Cenozoic palynostratigraphy of offshore Eastern Canada*. In: ELSIK, W.C. (Ed.): *Contributions of stratigraphic Palynology*. - Contr. Ser. amer. Assoc. Stratigr. Palynol. 1/5A, 14-47.

Planche 1

Pollens, spores et kystes de Dinoflagellés des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* du massif des Bornes.

- Fig. 1 *Tectatodinium* cf. *pellitum* WALL 1967.
Vacherie, 4527.
- Fig. 2 *Ephedripites* (*Distachyapites*) *tertiarius* W. KR. 1970.
Bourgeal-dessus, 4560.
- Fig. 3 *Selenopemphix nephroides* BENEDECK 1972.
Pont de Venay, 4521.
- Fig. 4 *Tricolporopollenites megaexatus* (R. POT.) TH. & PF. 1953.
Le Roy, 4544.
- Fig. 5 *Arecipites oligocaenicus* W. KR. 1970.
Bourgeal-dessus, 4560.
- Fig. 6 *Triatriopollenites rurensis* TH. & PF. 1953.
Pré Vernay, 4528.
- Fig. 7, 8 *Boehlensipollis hohli* W. KR. 1962.
Bourgeal-dessus, 4560.
- Fig. 9 *Echinatisporis verruechinus* W. KR. 1959.
Col de la Colombière, 4515.
- Fig. 10 *Polyporopollenites undulosus* (WOLFF) TH. & PF. 1953.
Col de la Colombière, 4513.
- Fig. 11 *Polypodiaceoisporites fortis* W. KR. 1959.
Col de la Colombière, 4513.
- Fig. 12 *Zlivisporites* fsp.
Bourgeal-dessus, 4560.

Grossissements: $\times 1000$.

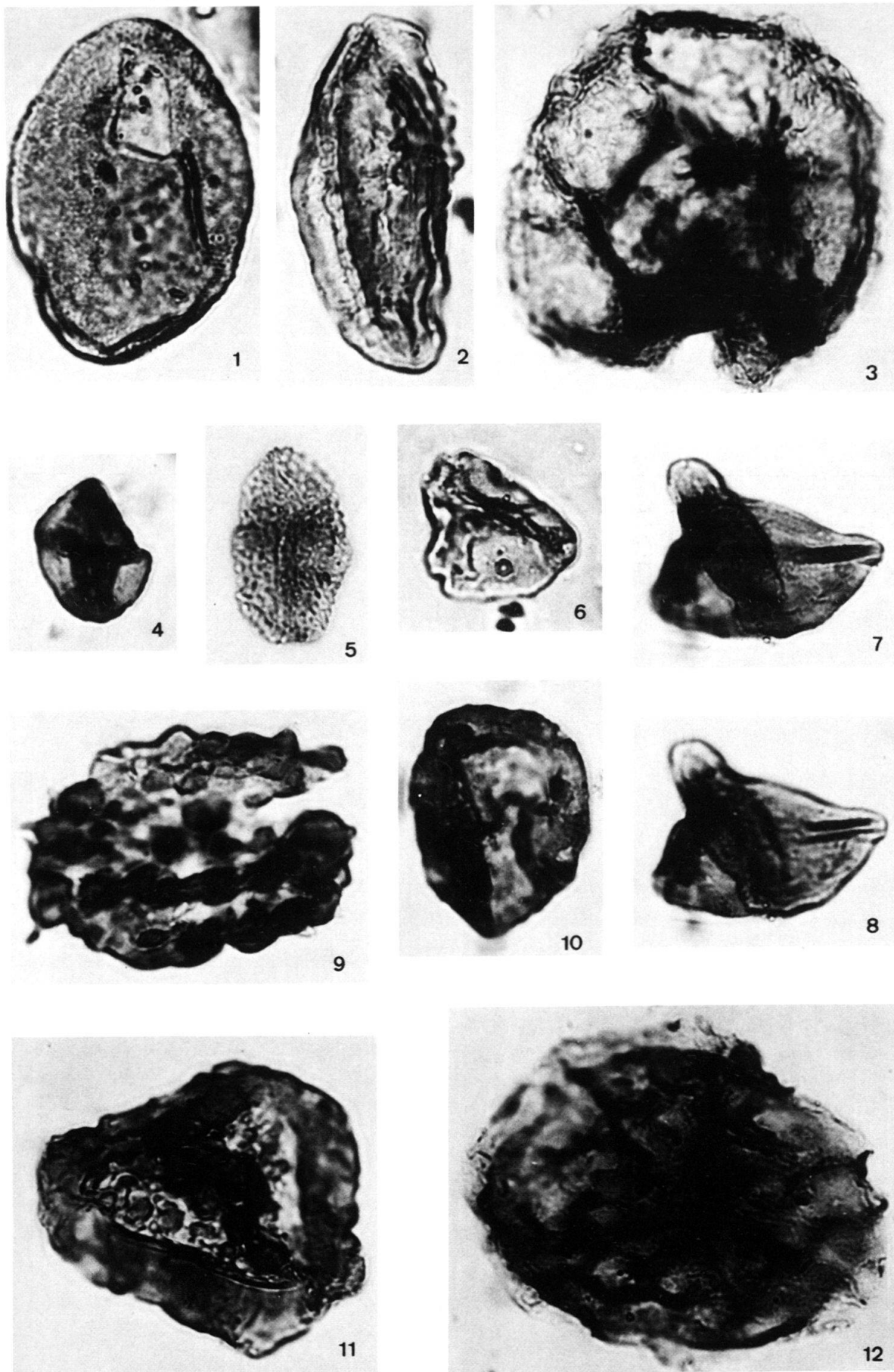


Planche 2

Kystes de Dinoflagellés des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* du massif des Bornes.

- Fig. 1 *Eatonicysta ursulae* (MORGENROTH) STOVER & EVITT 1978.
Col de la Colombière, 4519.
- Fig. 2 *Hystrihokolpoma cinctum* KLUMPP 1953.
Vacherie, 4523.
- Fig. 3 *Deflandrea heterophlycta* DEFL. & COOKS. 1955.
Vacherie, 4527.
- Fig. 4, 5 *Adnatosphaeridium reticulense* (PASTIELS) DE CONINCK 1969.
Vacherie, 4527.
- Fig. 6 *Deflandrea spinulosa* ALBERTI 1959.
Pré Vernay, 4530.
- Fig. 7 *Wetzeliella symmetrica* WEILER 1956.
Carré Derrière, 4555.
- Fig. 8 *Areosphaeridium diktyoplokus* (KLUMPP) EATON 1971.
Pont de Venay, 4521.

Grossissements: $\times 500$.

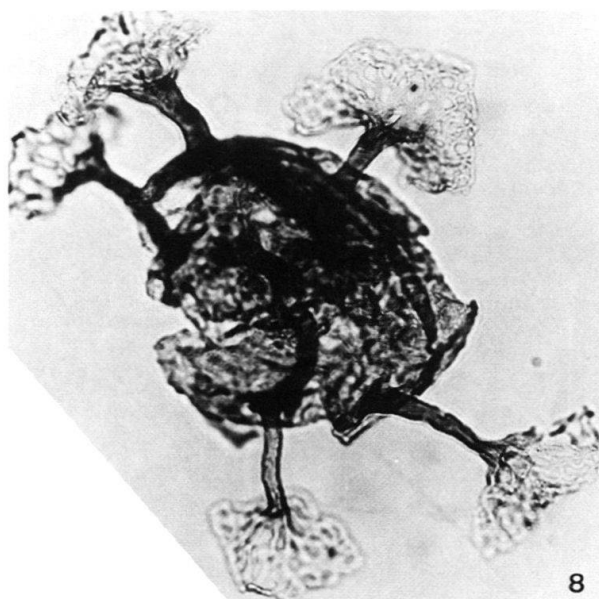
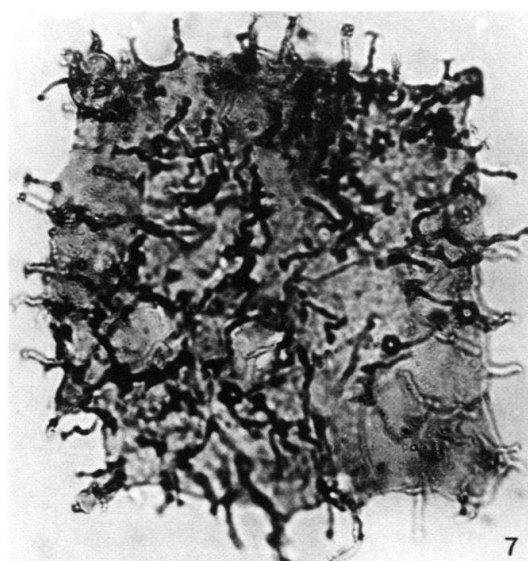
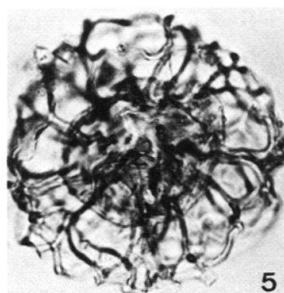
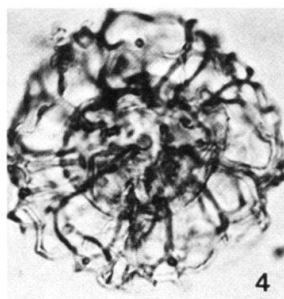
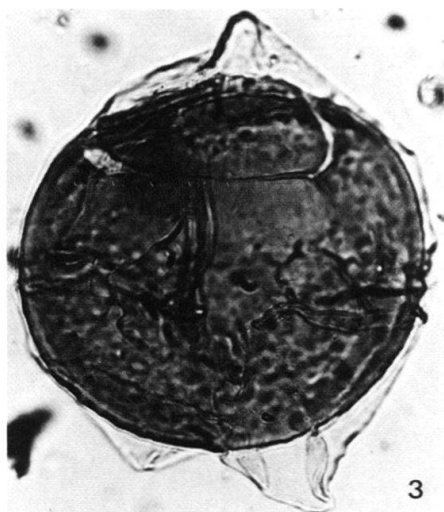
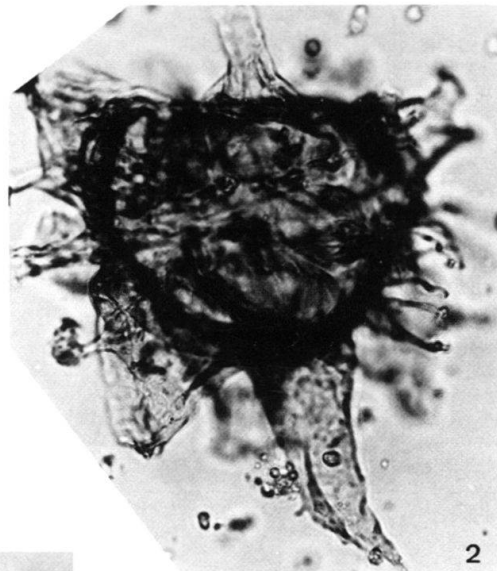
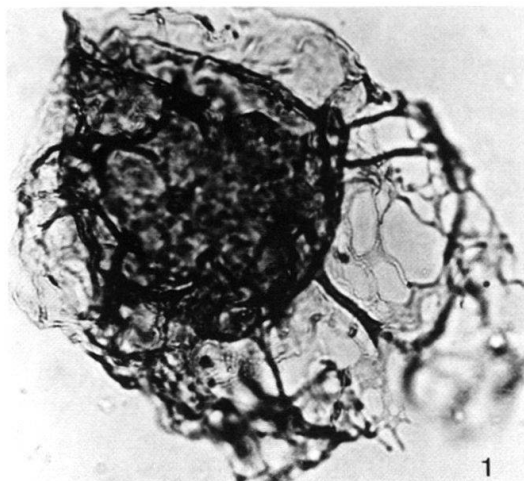


Planche 3

Kystes de Dinoflagellés des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* du massif des Bornes.

- Fig. 1 *Membranophoridium aspinatum* GERLACH 1961.
Vacherie, 4526.
- Fig. 2, 3 *Spiniferites wetzelii* (DEFL.) SARJEANT 1970.
Col de la Colombière, 4513.
- Fig. 4 *Glaphyrocysta pastielsii* (DEFL. & COOKS.) STOVER & EVITT 1978.
Vacherie, 4524.
- Fig. 5 *Hystriocholpoma rigaudae* DEFL. & COOKS. 1955.
Vacherie, 4525.
- Fig. 6, 7 *Spiniferites cornutus* (GERLACH) SARJEANT 1970.
Le Roy, 4544.
- Fig. 8 *Thalassiphora pelagica* (EISENACK) EISENACK & GOCHT 1960.
Le Roy, 4544.
- Fig. 9 *Diphyes colligerum* (DEFL. & COOKS.) COOKS. 1965.
Pont de Venay, 4521.
- Fig. 10 *Corrudinium incompositum* (DRUGG) STOVER & EVITT 1978.
Torrent d'Enfer, 4855.
- Fig. 11, 12 *Pterodinium* sp.
Torrent d'Enfer, 4854.
- Fig. 13 *Areosphaeridium arcuatum* EATON 1971.
Vacherie, 4524.

Grossissements: $\times 500$.

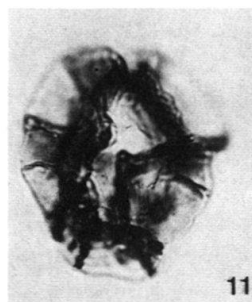
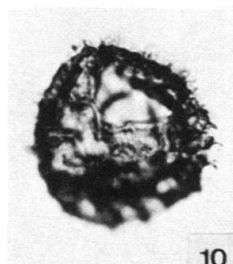
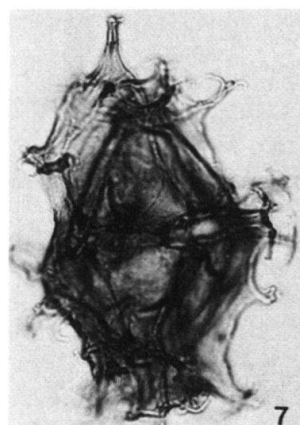
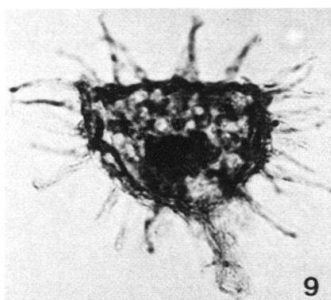
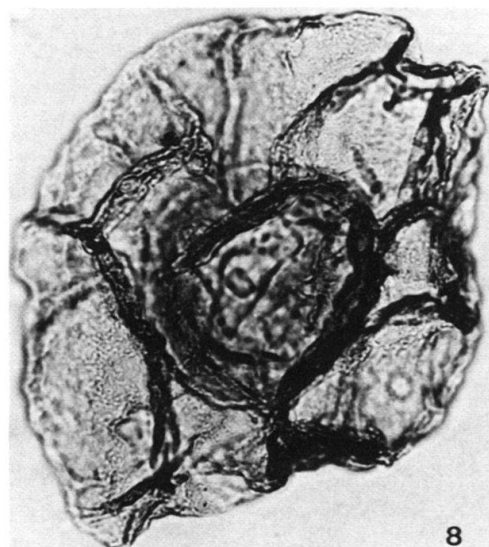
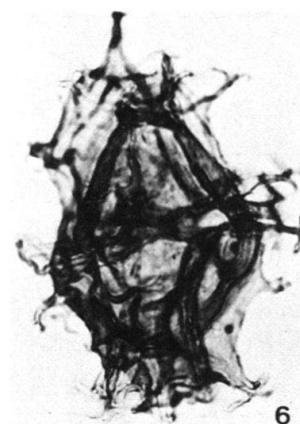
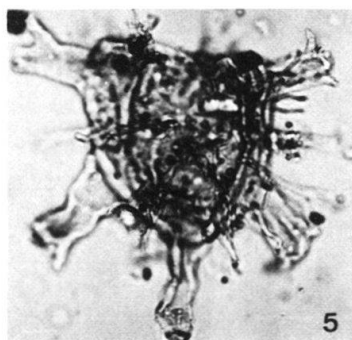
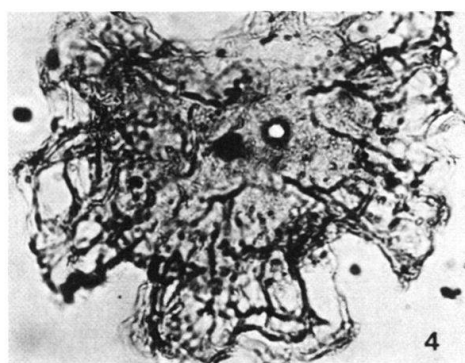
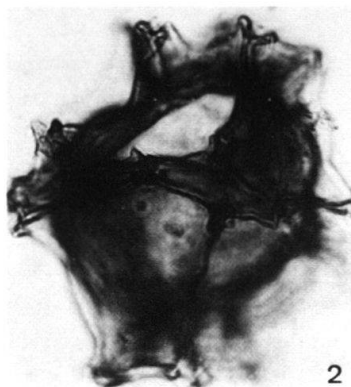
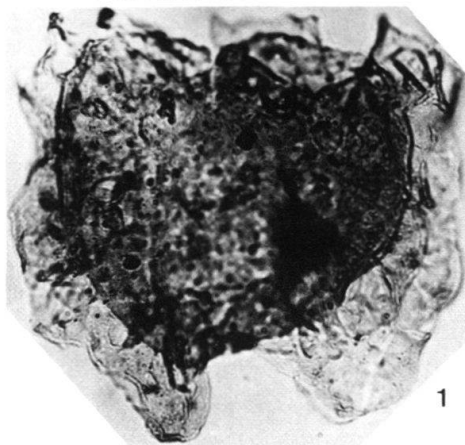


Planche 4

Kystes de Dinoflagellés des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* du massif des Bornes.

- Fig. 1 *Samlandia chlamydophora* EISENACK 1954.
Vacherie, 4526.
- Fig. 2 *Cordosphaeridium funiculatum* MORGENROTH 1966a.
Torrent d'Enfer, 4858.
- Fig. 3 *Cordosphaeridium microtriaina* (KLUMPP) EISENACK 1963b.
Torrent d'Enfer, 4853.
- Fig. 4 *Achilleodinium biformoides* (EISENACK) EATON 1976.
Col de la Colombière, 4512.
- Fig. 5 *Wetzeliiella gochtii* COSTA & DOWNIE 1976.
Pré Vernay, 4528.
- Fig. 6 *Kisselovia coleothrypta* (WILLIAMS & DOWNIE) LENTIN & WILLIAMS 1976.
Pont de Venay, 4521.

Grossissements: $\times 500$.

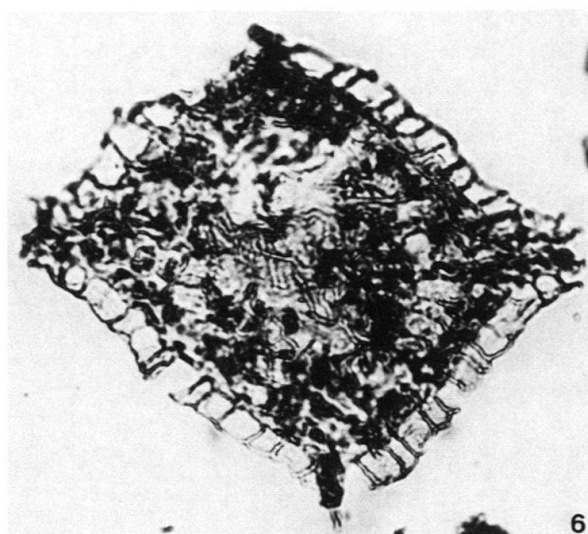
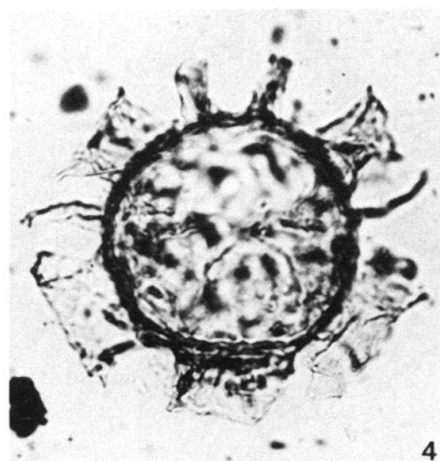
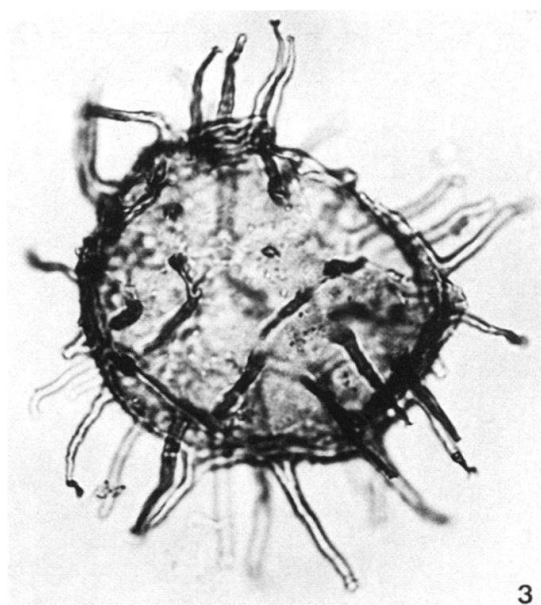
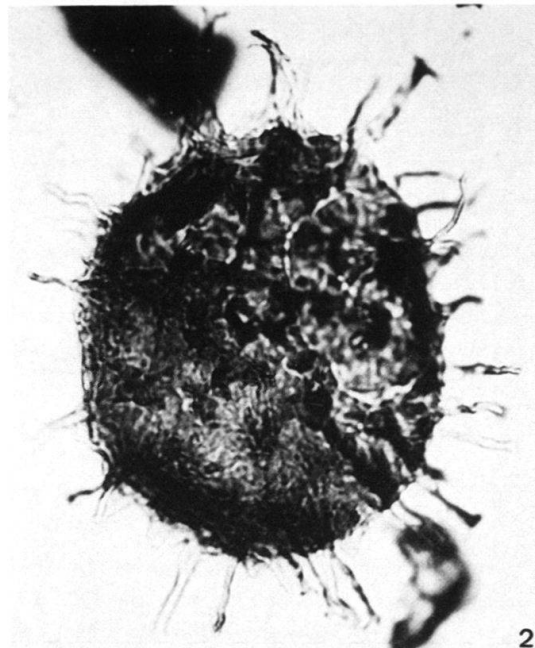
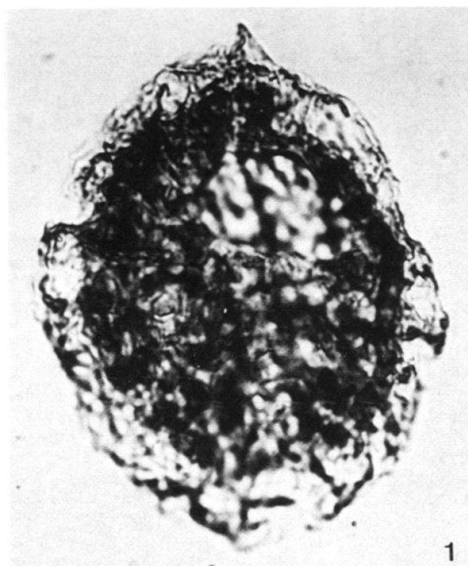


Planche 5

Foraminifères planctiques des Marnes à Foraminifères du massif des Bornes.

- Fig. 1, 2 *Globigerina gortanii gortanii* BORSETTI.
Vacherie, 4526, Marnes à Foraminifères (C 34619–34620), vues de profil.
- Fig. 3–5 *Globigerina* cf. *utilis index* JENKINS & ORR.
Vacherie, 4526, Marnes à Foraminifères (C 34621–34622). Fig. 3: face spirale; fig. 4: face ombilicale; fig. 5: détail de l'avant-dernière loge de la figure 4 montrant la structure réticulée du test.
- Fig. 6 *Globigerina galavisi* BERMUDEZ.
Vacherie, 4527, Marnes à Foraminifères (C 34623). Face ombilicale montrant la lèvre en forme de dent recouvrant en partie l'ouverture.
- Fig. 7 *Globigerina tripartita* KOCH.
Vacherie, 4527, Marnes à Foraminifères (C 34624). Face ombilicale.
- Fig. 8 *Globigerina prasaepis* BLOW.
Vacherie, 4527, Marnes à Foraminifères (C 34625). Face ombilicale.
- Fig. 9 *Globigerina ampliapertura* BOLLI.
Le Roy, 4541, Marnes à Foraminifères (C 34626). Face ombilicale.
- Fig. 10 *Globorotalia increbescens* (BANDY).
Le Roy, 4541, Marnes à Foraminifères (C 34627). Face ombilicale.
- Fig. 11 *Globorotalia opima nana* BOLLI.
La Sage, 4565, Schistes à *Meletta* (C 34628). Face ombilicale vue de $\frac{3}{4}$.
- Fig. 12, 13 *Catapsydrax dissimilis* CUSHMAN & BERMUDEZ.
Pont de Venay, 4522, Marnes à Foraminifères (C 34629). Fig. 12: face ombilicale; fig. 13: détail de la figure 12 montrant la bulle et ses ouvertures accessoires.
- Fig. 14 *Catapsydrax pera* (TODD).
Vacherie, 4526, Marnes à Foraminifères (C 34630). Face ombilicale.
- Fig. 15 *Catapsydrax unicavus* BOLLI, LOEBLICH & TAPPAN.
Pont de Venay, 4522, Marnes à Foraminifères (C 34631). Vue ombilicale montrant la bulle recouvrant l'ombilic et son unique ouverture accessoire.

Grossissements: fig. 1: $\times 70$; fig. 2, 6–8, 14: $\times 80$; fig. 3, 4, 9–12: $\times 100$; fig. 13: $\times 250$; fig. 5: $\times 1000$.

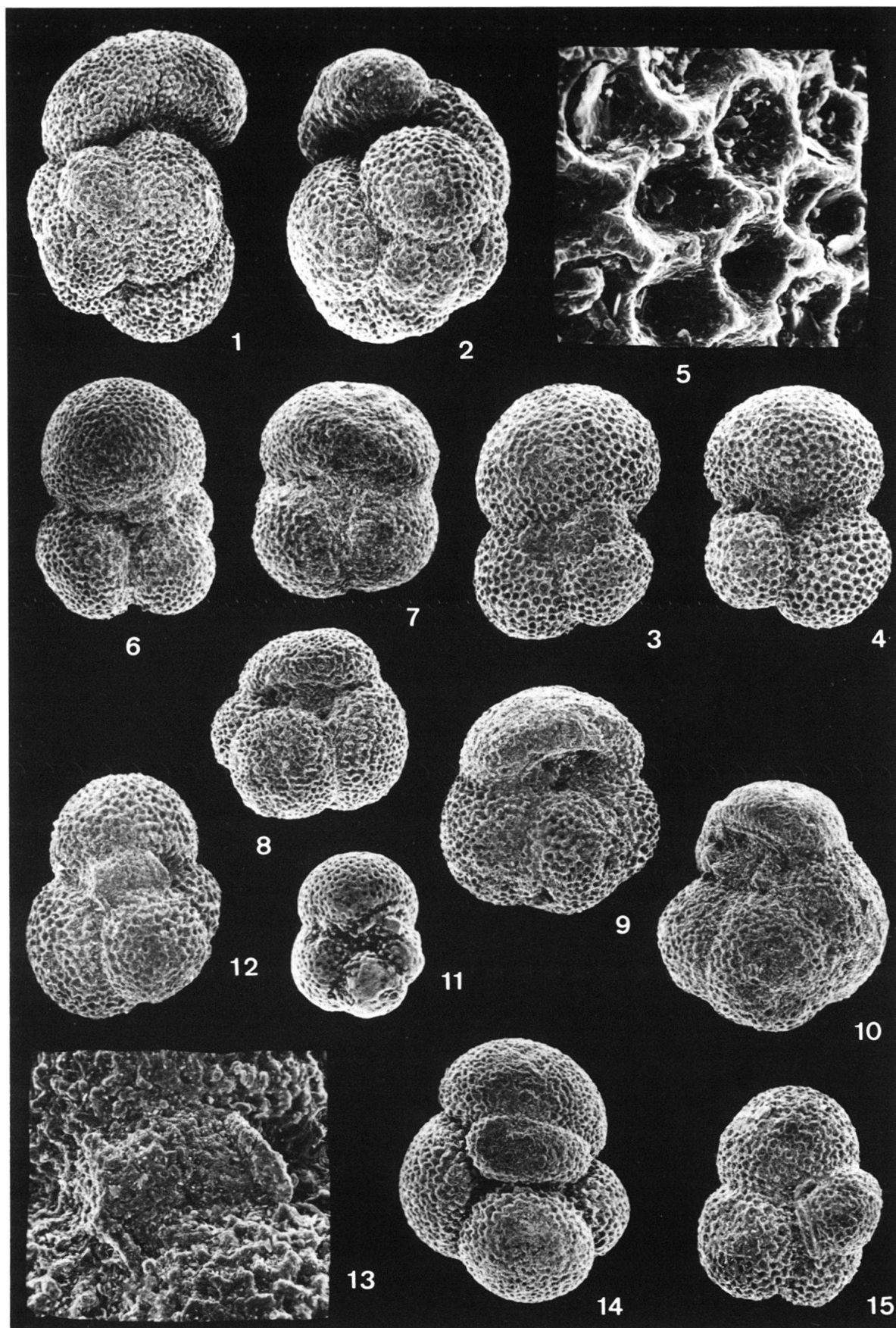


Planche 6

Foraminifères planctiques des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* du massif des Bornes.

- Fig. 1, 2 *Chiloguembelina cubensis* (PALMER).
Vacherie, 4526, Marnes à Foraminifères (C 34632–34633).
- Fig. 3, 4 *Pseudohastigerina naguewichiensis* (MYATLIUK).
Vacherie, 4526, Marnes à Foraminifères (C 34634–34635). Fig. 3: vue aperturale;
fig. 4: vue de côté.
- Fig. 5–7 *Globigerina officinalis* SUBBOTINA.
Pré Vernay, 4528, Schistes à *Meletta* (C 34636–34638). Fig. 5: face spirale; fig. 6, 7:
face ombilicale.
- Fig. 8, 9 *Globigerina angustiumbilitata* BOLLI.
Fig. 8: Pré Vernay, 4528, Schistes à *Meletta* (C 34639), face spirale; fig. 9: Vacherie,
4526, Marnes à Foraminifères (C 34640), face ombilicale.
- Fig. 10, 11 *Globigerina* cf. *ciperoensis* BOLLI.
Nanor, 4536, Schistes à *Meletta* (C 34641–34642). Fig. 10: face spirale; fig. 11: face
ombilicale.
- Fig. 12, 13 *Globigerina anguliofficialis* BLOW.
Vacherie, 4527, Marnes à Foraminifères (C 34643). Fig. 12: face spirale; fig. 13: détail
de la figure 12 montrant la forme en «U» d'une suture entre deux loges du dernier
tour.
- Fig. 14–17 *Globigerina ouachitaensis* HOWE & WALLACE.
Nanor, 4536, 4537, Schistes à *Meletta* (C 34644–34647). Fig. 14, 17: face spirale;
fig. 15, 16: face ombilicale.

Grossissements: fig. 1–4: $\times 200$; fig. 5–12: $\times 150$; fig. 14–17: $\times 100$; fig. 13: $\times 500$.

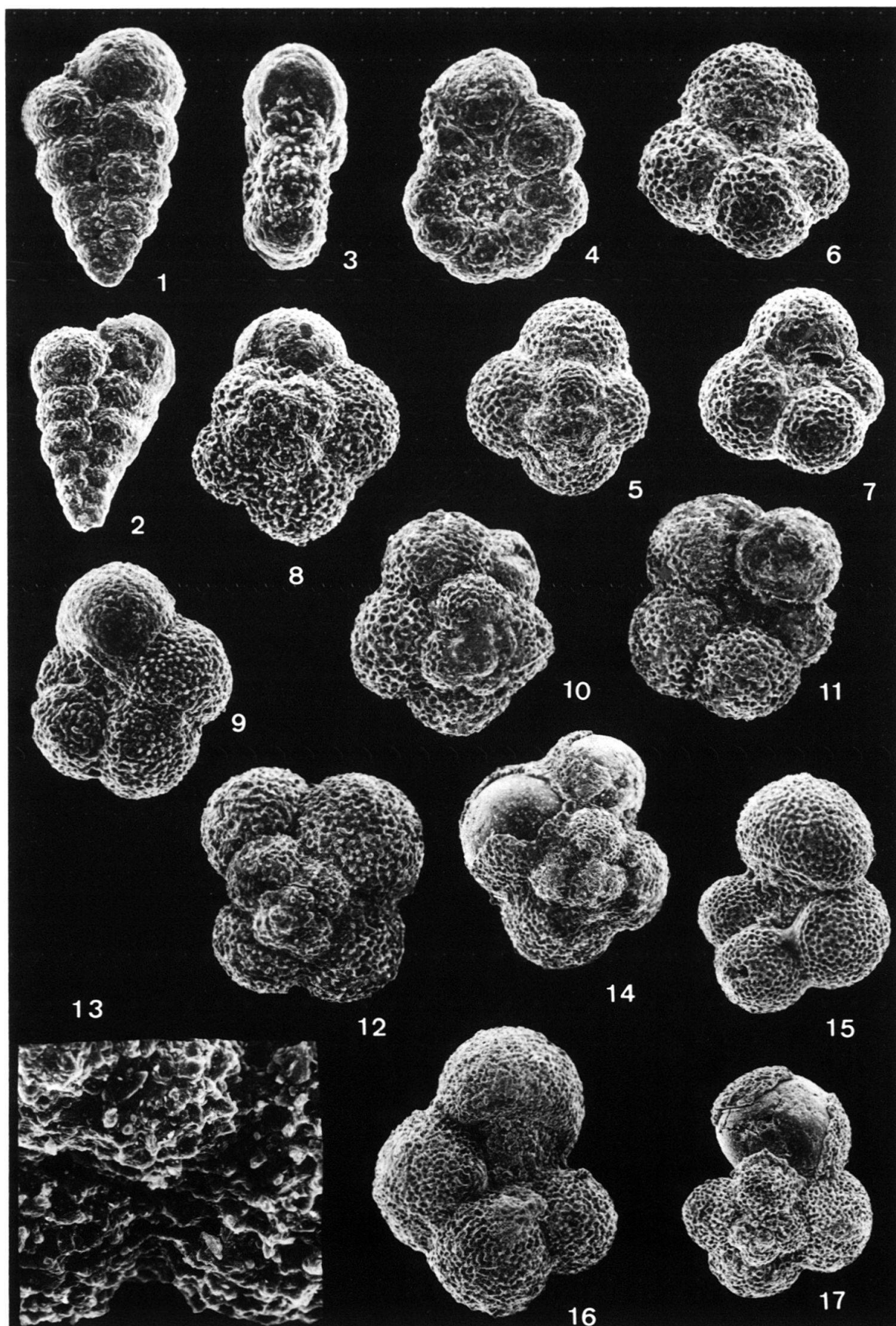


Planche 7

Foraminifères planctiques des Marnes à Foraminifères et des Schistes à *Meletta* du massif des Bornes.

- Fig. 1-4 *Globorotalia postcretacea* (MYATLIUK).
Vacherie, 4526, 4527, Marnes à Foraminifères (C 34648-34651). Fig. 1: face spirale; fig. 2, 3: face ombilicale; fig. 4: vue de profil.
- Fig. 5-11 *Globorotalia munda* JENKINS.
Nanor, 4536, Schistes à *Meletta* (C 34652-34658). Fig. 5-7: face spirale; fig. 8-10: face ombilicale; fig. 11: vue de profil.
- Fig. 12-15 *Globorotaloides suteri* BOLLI.
Fig. 12, 14: Vacherie, 4526, 4527, Marnes à Foraminifères (C 34659-34660); fig. 13, 15: La Sage, 4565, Schistes à *Meletta* (C 34661-34662). Fig. 12-14: face ombilicale; fig. 15: face spirale.
- Fig. 16-19 *Globorotaloides* cf. *suteri* BOLLI.
Vacherie, 4527, Marnes à Foraminifères (C 34663-34666). Fig. 16: face spirale; fig. 17, 18: face ombilicale; fig. 19: vue de profil. On remarquera la forme générale du test très lobé ainsi que son aplatissement. La vue de profil montre aussi le reste d'une dernière loge qui devait recouvrir l'ombilic.

Grossissements: fig. 1, 2, 4: $\times 200$; fig. 3, 5-11, 16-19: $\times 150$; fig. 12-15: $\times 100$.

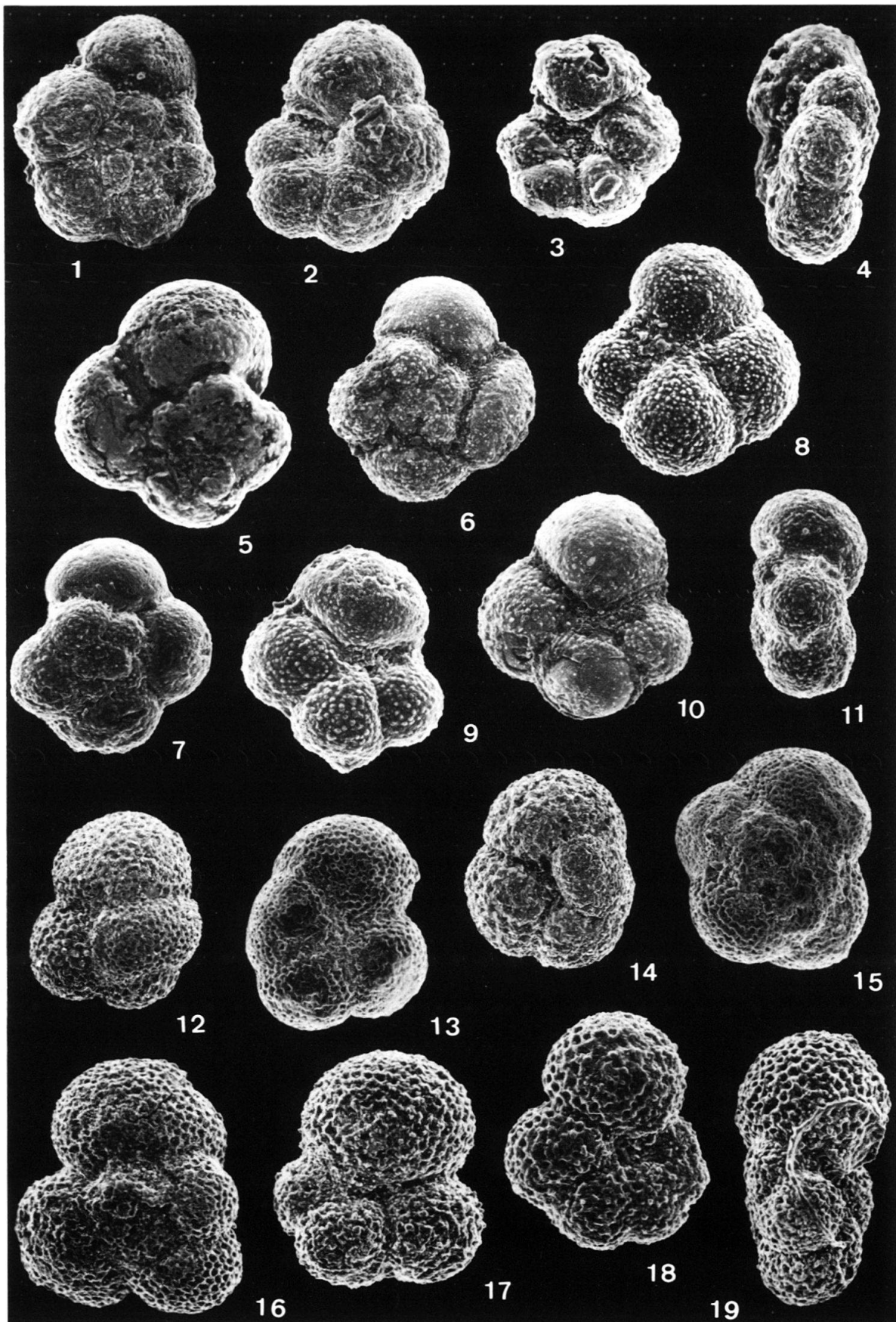


Planche 8

Ostracodes des Marnes à Foraminifères du massif des Bornes.

- Fig. 1-2 *Bairdia* gr. *gliberti* KEU 1957.
 Fig. 1: carapace de droite; Le Roy, 4540. Fig. 2: Valve gauche de l'extérieur; Le Roy, 4540.
- Fig. 3 *Bairdia crebra* DELTEL 1964.
 Carapace de droite; Le Roy, 4540.
- Fig. 4-5 *Cytherella ihsaniyensis* SÖNMEZ 1973.
 Fig. 4: Carapace de gauche; Le Roy, 4539. Fig. 5: Valve gauche de l'extérieur; Le Roy, 4539.
- Fig. 6 *Carobairdia* gr. *ovata* BOLD 1960.
 Carapace de droite; col de la Colombière, 4520.
- Fig. 7 *Krithe angusta* DELTEL 1964.
 Carapace de droite; Le Roy, 4542.
- Fig. 8 *Krithe bartonensis* (JONES 1857).
 Carapace de droite; Le Roy, 4539.
- Fig. 9 *Krithe* sp. 1.
 Carapace de droite; Vacherie, 4524.
- Fig. 10 *Krithe* sp. 2.
 Carapace de droite; Montarquis, 4511.
- Fig. 11 *Argilloecia* sp. 293 KOLLMANN 1963.
 Carapace de gauche; Le Roy, 4540.
- Fig. 12 *Argilloecia* sp. 294 KOLLMANN 1963.
 Carapace de gauche; Le Roy, 4539.
- Fig. 13 *Actinocythereis* n.sp.
 Carapace de droite; Vacherie, 4524.
- Fig. 14 *Trachyleberidea prestwichiana* (JONES & SHERBORN 1887).
 Carapace de droite; col de la Colombière, 4516.
- Fig. 15 *Saida* ? sp. DELTEL 1964.
 Carapace de droite; col de la Colombière, 4520.
- Fig. 16, 17 *Henryhowella* gr. *asperrima* (REUSS 1850).
 Fig. 16: Valve gauche ♀ de l'extérieur; Le Roy, 4539. Fig. 17: Valve gauche ♂ de l'extérieur; Pont de Venay, 4522.
- Fig. 18 *Agrenocythere ordinata* (DELTEL 1964).
 Carapace de gauche; Vacherie, 4523.

Grossissements: tous × 50.

