

Biostratigraphie des dépôts néogènes de l'Ouest de la France

Constitution de biozones de foraminifères benthiques *

Jean-Pierre MARGEREL (1)

Mots-clés : Faune foraminifère, Taxon benthique, Faune spécifique, Néogène.
Indre-et-Loire, Loir-et-Cher, Maine-et-Loire, Ille-et-Vilaine, Morbihan.

Résumé

Les connaissances sur les foraminifères benthiques des dépôts néogènes de l'Ouest de la France sont suffisantes pour établir une échelle biozonale.

Deux grands ensembles homogènes de foraminifères ont été distingués, l'un représentant le Miocène moyen, l'autre, le Pliocène. Un ensemble de transition, beaucoup moins diversifié, se situe au Tortonien. La coupure majeure correspond à la limite Mio-Pliocène qui est caractérisée par l'apparition de *Pseudoepionides pseudotepidus pseudotepidus*. Un ensemble d'âge Aquitanien préfigure la microfaune du Miocène moyen.

L'échelle biostratigraphique comprend huit biozones établies à partir d'associations de foraminifères benthiques, et une non dénommée au niveau du Burdigalien.

Les associations ont été définies dans cinq formations situées à Channay-sur-Lathan (Indre-et-Loire), Thenay (Loir-et-Cher), Doué-la-Fontaine (Maine-et-Loire), Apigné (Ille-et-Vilaine) et Saint-Jean-la-Poterie (Morbihan).

Trois espèces : « *Epistomaria* » *fissurata* n. sp., *Pararotalia umbilicatula* n. sp., et *Cribroelphidium nudum* n. sp., une sous-espèce *Pseudoepionides pseudotepidus miocenicus* n. ssp. sont décrites.

Des conclusions d'ordre biogéographique sont tirées des corrélations établies avec les dépôts marins du Pliocène de Basse-Normandie (France) et ceux du Néogène du Nord de la Belgique.

Abstract

Data on the benthonic Foraminifera from the Neogene deposits of the Western France are sufficient to establish a biozonal scale.

Two large homogeneous foraminiferal assemblages have been distinguished, one representative of Middle Miocene, the other, of the Pliocene. A transitional assemblage, much less diversified, is placed in the Tortonian. The major break corresponds with the Mio-Pliocene boundary characterized by the appearance of *Pseudoepionides pseudotepidus pseudotepidus*. An Aquitanian assemblage indicates the Middle Miocene fauna.

The biostratigraphy consists of height biozones based on associations of benthonic Foraminifera, and one unnamed is equivalent to the Burdigalian.

The associations occurs in five formations located at Channay-sur-Lathan (Indre-et-Loire), Thenay (Loir-et-Cher), Doué-la-Fontaine (Maine-et-Loire), Apigné (Ille-et-Vilaine) et Saint-Jean-la-Poterie (Morbihan).

Three species, « *Epistomaria* » *fissurata* n. sp., *Pararotalia umbilicatula* n. sp. and *Cribroelphidium nudum* n. sp., and one subspecies *Pseudoepionides pseudotepidus miocenicus* n. ssp. are described.

Correlations with the Pliocene marine deposits of Basse-Normandie (France) and the Neogene marine deposits of the Northern Belgium give paleobiogeographical informations.

* Manuscrit déposé le 21 avril 1987, accepté le 12 décembre 1988.

(1) Laboratoire de Biogéologie et de Biostratigraphie — Université de Nantes, 2, rue de la Houssinière, 44072 Nantes Cedex 03.

Introduction

L'établissement de biozones de petits foraminifères benthiques pour les dépôts néogènes de l'Ouest de la France (Bretagne, Pays de Loire, Touraine) est une nouvelle tentative en vue de préciser la stratigraphie de ces dépôts. En effet, il est curieux de constater que, bien qu'ils soient très fossilifères l'attribution stratigraphique varie suivant les auteurs et les groupes étudiés.

Classiquement on distingue deux grands ensembles sédimentaires fossilifères, l'un correspondant aux sédiments laissés par la mer falunienne et considérés comme « helvétiens » et pour certains d'entre eux tortoniens, l'autre désigné, comme constituant le Redonien dont les sédiments sont attribués au Pliocène et, parfois en partie, au Miocène supérieur.

C'est que cette vaste région où sont distribués les affleurements néogènes et qui s'étend de l'Orléanais à la côte atlantique et son plateau continental, occupe une position charnière entre le domaine nordique et le domaine méridional. Cette dualité d'influence aboutit à un mélange des espèces d'affinités biogéographiques différentes, ce qui rend difficile le positionnement des formations dans l'une ou l'autre des échelles correspondantes. Or, à partir de l'Éocène supérieur, l'Ouest de la France subit un refroidissement qui va en s'accélérant au Pliocène. Il s'ensuit que dans la plupart des faunes benthiques les apports nordiques sont de plus en plus nombreux, et cette modification est alors considérée comme un critère stratigraphique. Mais il semble que la réponse aux variations paléoclimatiques ne soit pas la même suivant les groupes. Enfin, les dépôts sont disséminés, souvent de dimensions réduites, incomplets et sans liens apparents.

Les travaux les plus récents ayant pour objet la chronostratigraphie des dépôts néogènes sont dus à Lauriat-Rage et Vergnaud-Grazzini (1977). Ils sont basés sur l'étude isotopique de coquilles de Lamellibranches, et les résultats tendent à répartir un certain nombre de gisements suivant la température. Les conclusions conduisent à inclure les faluns du Blésois et de Touraine dans le Miocène moyen, un gisement proche de Doué-la-Fontaine dans le Miocène supérieur (Redonien archaïque), et à répartir les autres gisements redoniens entre un Pliocène 1, un Pliocène 2 et un Pliocène 3. L'étude plus récente de Ginsburg (1986) qui porte sur les mammifères de Doué-la-Fontaine (Anjou), est plus limitée et aboutit à la distinction entre deux transgressions miocènes, l'une s'étendant au Nord de la Loire et en Touraine et en Blésois (Orléanien supérieur dans le Blésois), l'autre plus méridionale affectant essentiellement la région très riche en faluns de la région de Doué-la-Fontaine (Vallésien).

La tentative de Lauriat-Rage et de Vergnaud-Grazzini est intéressante car elle aboutit à une attribution stratigraphique des dépôts du Néogène de l'ouest de la France, mais elle a l'inconvénient de traiter ces dépôts gisement par gisement, ceux-ci n'étant censés représenter qu'un seul niveau stratigraphique, et on est obligé d'invoquer des particularités locales pour expliquer les anomalies. Or, un examen précis des coupes, lorsque celles-ci existent, montre qu'il y a toujours une évolution des faunes de foraminifères dans le temps, et que

parfois celle-ci est sous le contrôle prédominant de la température. Le travail qui suit nous conduit à envisager l'établissement de biozones de petits foraminifères benthiques.

Les petits foraminifères benthiques du néogène de l'ouest de la France

Les petits foraminifères benthiques du Redonien (Pliocène) ont été étudiés en 1968 (Margerel), et un certain nombre de travaux ont apporté des compléments, en particulier dans le nord-ouest, en Manche (Margerel, 1971, 1972, 1976). Dans cette dernière région, une étude exhaustive consacrée à ce groupe a été récemment réalisée (Le Calvez, sous presse). En revanche, les foraminifères du Miocène étaient mal connus à ce jour. Très longtemps on s'en est tenu aux travaux de Lecointre et Allix (1913) et de Allix (1922), et c'est l'examen des faunes dans des faciès fins des faluns de Touraine (Camy-Peyret et Vuilleumier, 1973 ; Margerel, 1984) qui a montré, qu'en réalité elles étaient bien diversifiées et avaient des affinités avec les faunes redonniennes.

En 1985, le BRGM a effectué des sondages dans un certain nombre de bassins redonniens et des carrières ouvertes dans les faluns miocènes ont été systématiquement fouillées. L'analyse des faunes de foraminifères a permis de mieux définir les ensembles fauniques et de préciser leurs relations (fig. 1).

Les ensembles fauniques

Quatre ensembles ont été distingués (figure 2).

Ensemble I :

Il est mal défini car établi à partir de sites fossilifères peu nombreux et de faciès très différents.

Le premier est constitué par un calcaire friable dragué sur le plateau continental sud-armoricain. La faune est d'affinité aquitaine avec *Operculina gr. complanata* (DEFR.), *Miogypsinoidea complanatus* (SCHLUMB.), *Sphaerogypsina globula* (RSS), *Cribronion vigneaudi* (CARALP et JULIUS), *Asterigerinata planorbis* d'ORB. et *Virgulina schreibersiana* (CJZJEK).

Les autres faciès ont été rencontrés par sondage dans le bassin de Savigné-sur-Lathan (Indre-et-Loire). A la base, dans des argiles noires laguno-marines, les foraminifères sont, dans l'ensemble, de très petite taille. Une seule est bien développée. Il s'agit de *Monspeliensis vulpesii* GLAÇON et LYS. Au-dessus, des argiles sableuses et des argiles vertes à *Crassostrea* renferment une microfaune plus franchement marine à *Pararotalia serra* (TEN DAM et REINHOLD) sous une forme non épineuse, *Elphidium cf. rugosum* (d'ORB.) et *Asterigerinata planorbis* (d'ORB.).

Les deux formations ont été attribuées à l'Aquitainien, la seconde plus précisément à l'Aquitainien supérieur.

BIOSTRATIGRAPHIE DES DÉPÔTS NÉOGÈNES DE L'OUEST DE LA FRANCE

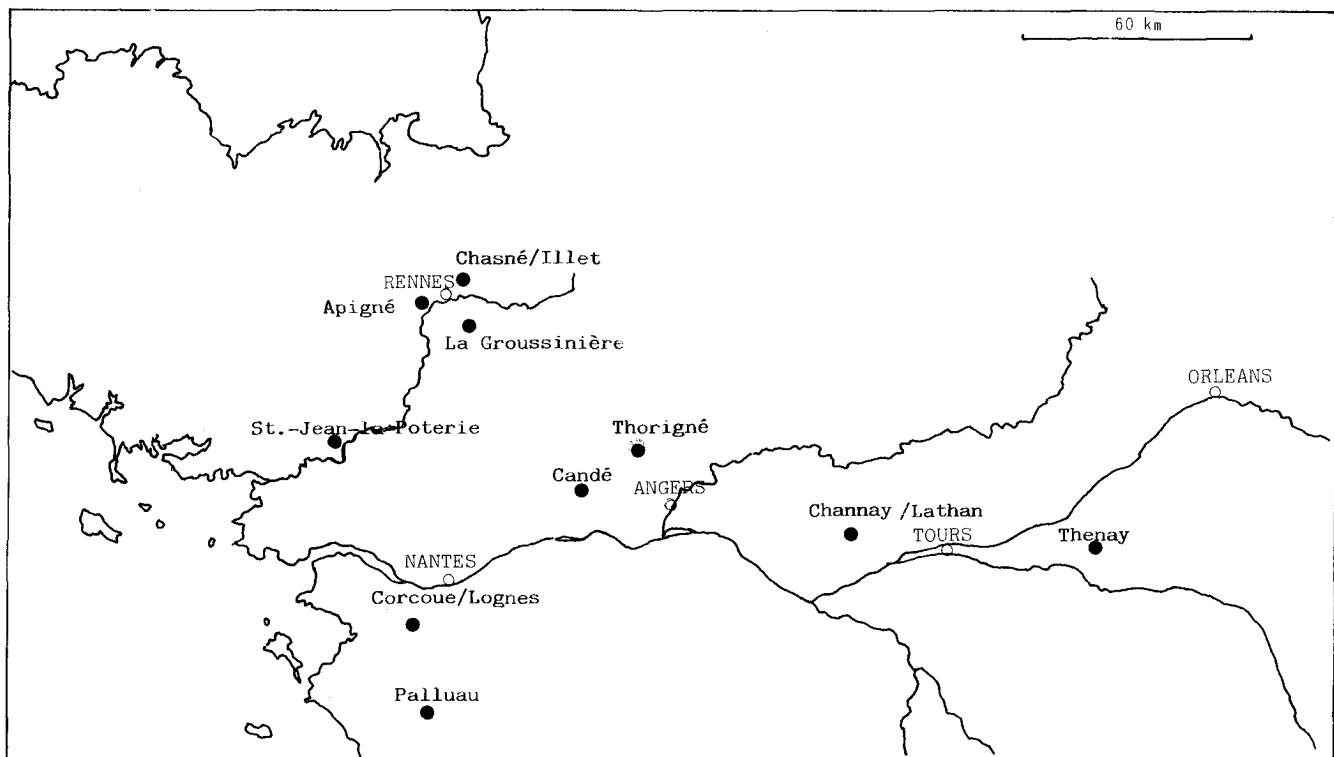


Fig. 1. - Situation géographique des principaux sites néogènes étudiés.

Fig. 2. - Distribution stratigraphique des principales espèces.

Ensemble II :

Le faciès concerné est généralement le « falun », sable coquillier, soit de type savignéen, soit de type pontiléien. Mais dans les bassins miocènes du nord de Rennes, des intercalations marno-calcaires riches en cocolithes recoupent les faluns. Les sites les plus riches en foraminifères sont ceux de Thenay (Loir-et-Cher) et de Mirebeau (Vienne).

La faune comprend une centaine d'espèces, bien conservée en général, et concentrée surtout dans les niveaux fins en raison des phénomènes de tri.

Les familles sont très diversement représentées. Du point de vue de l'abondance, ce sont les Glandulinidae, les Uvigerinidae, les Epistomariidae, les Rotaliidae et le Elphidiidae qui prédominent.

Les Textulariidae sont assez rares, les Miliolidae plus abondantes mais mal connues.

Les Polymorphinidae constituent un groupe bien représentatif des faluns avec *Pseudopolymorphina variata* (P., J. et BRADY), différentes variétés de *Globulina gibba* d'ORB., *Globulina inaequalis* RSS et *Polymorphina fissurata* MARG., cette dernière ayant été décrite au Redonien.

Les Nodosariidae sont représentées par des formes banales, connues dans tout le Néogène. Les plus abondantes sont *Lagena striata* (d'ORB.), *L. clavata* d'ORB. et *L. flexa* CUSHM. et GREY.

La famille des Glandulinidae est importante dans tout le Néogène de l'ouest de France. Les espèces sont nombreuses, la plus représentative des faluns miocènes étant *Fissurina punctata* ALLIX. Plus rares, mais intéressantes car elles se développent au Pliocène, sont *F. foraminata* (MATTES) et *F. seguenziae* (BUCHNER).

Une seule espèce est à classer parmi les Turrilinidae. Il s'agit de *Buliminella* sp., très rare, mais facilement reconnaissable grâce à la dernière loge très développée du test.

La famille des Bolivinitidae groupe plusieurs espèces, les plus fréquentes étant *Bolivina pseudoplicata* H.A. et Earl. et une espèce que l'on peut inclure dans le groupe des *B. fastigia* CUSHMAN. *B. gibbera* MILLETT est plus rare.

Les Uvigerinidae sont peu diversifiées. L'une des espèces observées est abondante : *Angulogerina angulosa* (WILL.). *Trifarina bradyi* CUSHM. est plus rare ainsi qu'*A. hughesi* (GALLOWAY et WISSL.) et *Uvigerina bononiensis compressa* CUSHM.

La famille des Discorbidae est bien représentée, avec *Rosalina globularis* d'ORB., *Cancris auriculus* (F. et M.), *C. sagrai* (d'ORB.) et *Buccella nuda* MARG., mais également avec des formes appartenant au genre *Discorbitura* qui nécessitent une étude plus approfondie.

Trois espèces appartiennent aux Epistomariidae : *M. vulpesii* déjà signalée dans l'ensemble I, *Pseudoepionides pseudotepidus* (v. VOORTH.) sous une forme différente du type (voir note taxonomique) qui est l'espèce la plus commune de l'ensemble I, et une troisième espèce décrite sous le nom de « *Epistomaria* » *fissurata* n. sp.

Les Rotaliidae rassemblent deux espèces appartenant au genre *Pararotalia*. L'une, *P. serrata*, est bien connue dans tout le Néogène nordique, mais se présente ici sous une forme à test dépourvu d'épines. En Touraine, elle n'est abondante que dans la partie supérieure

des faluns et elle est commune à Mirebeau, en Poitou, où on voit apparaître des tests épineux. Elle voisine avec *P. umbilicatula* n. sp., petite forme épineuse, à bouton ombilical absent et qui présente un acmé dans la partie inférieure des faluns. Une troisième espèce a été également laissée en nomenclature ouverte. Souvent attribuée à *Ammonia beccarii* (LIN.), elle s'en distingue par un petit bouton ombilical et l'absence de crénulations le long des sutures ; elle est abondante.

Les Elphidiidae sont bien diversifiés. Trois espèces sont caractéristiques des faluns miocènes : *Cribronion falunicum* ALLIX, *C. dollfusi* CUSHM. et *C. vineuxi*. Le genre *Elphidium* est représenté par *E. crispum* (LIN.), *E. aff. hauerinum* d'ORB., *E. cf. nigarensis* CUSHM., *Criboelphidium nudum* n. sp., *E. cf. semistriatum* (d'ORB.) et *Elphidiella* sp.

Les autres familles sont représentées par : *Cibicides lobatulus* (W. et J.) (Cibicididae), *Caucasina* sp. MARG., *Virgulina schreibersiana* (CJZJEK) (Caucasinidae), *Loxostomum ovalis* MARG. (Loxostomidae), *Cassidulina caribea* REDMOND (Cassidulinidae), *Nonion boueanum* (d'ORB.), *Astrononion italicum* CUSHM. et EDW. (Nonionidae), *Sratkina tuberculata* (BALKW. et WRIGHT) (Alabaminidae), *Hanzawaia nitidula* BANDY, *H. sp.*, *Heterolepa frequens* MARG. (Anomalinidae). Parmi ces espèces, *C. caribea* et *H. nitidula* présentent une certaine abondance.

A cette liste, il convient d'ajouter deux espèces typiques de milieux paraliques holocènes : *Trichohyalus aguayoi* (BERMUDEZ) et *Bisaccium imbricatum* ANDERSEN.

L'âge de cette faune prête à discussion. Elle est composée d'espèces dont beaucoup sont connues dans tout le Miocène, d'autres retrouvées au Pliocène et certaines non encore décrites. En revanche, nous possérons des datations obtenues avec d'autres groupes fossiles. C'est ainsi que la base des faluns de Pontlevoy (Loir-et-Cher) est placé dans l'Orléanien supérieur (zone MN 5) par Ginsburg (1979). Dans un petit bassin du nord de Rennes, Breheret (1984) a reconnu la zone NN 5 dans des marnes recouvrant des faluns à *C. falunicum*. On peut donc attribuer à l'ensemble II un âge Langhien, mais il n'est pas impossible que la série monte dans le Serravallien, en particulier en ce qui concerne le gisement de Mirebeau.

Ensemble III :

Il est constitué d'un petit nombre d'espèces reconnus dans des faluns argileux de type savignéen. L'assemblage a été rencontré à proximité de Doué-la-Fontaine dont la base des dépôts a été datée du Vallésien par Ginsburg (1979). Pour la plupart, les espèces appartiennent aux Rotaliidae, aux Elphidiidae et aux Polymorphinidae. L'espèce la plus abondante est *Pararotalia serrata* mais sous une forme épineuse. Il faut noter l'apparition de formes redonniennes comme *Spiroplectammina sagittula* (DEFR.) et *Rosalina* aff. *subglobosa* CUSHM. qui se développent considérablement au Pliocène. Une grande partie des espèces du Langhien disparaissent.

L'ensemble III a été retrouvé dans le bassin de Savigné-sur-Lathan (Indre-et-Loire) où le falun savignéen remanie en partie des sables de type pontiléien et des argiles sableuses.

Ensemble IV

Il correspond à la faune redonienne telle qu'elle a été définie par Margerel (1968) et qui comprend plus de 150 espèces. Il n'est pas utile de revenir sur sa composition et on se contentera de signaler les espèces les plus marquantes. Ce sont : *Lagena* aff. *mariæ* KARRER, *Pseudopolymorphina frondiformis* WOOD, *Polymorphina fissurata* MARG., *Fissurina foraminata* (MATTHES), *F. lagenoides robusta* MARG., *F. milletti* MARG., *Bolivina laffittei* MARG., *B. pseudoplicata* H.A. et EARL., *B. compacta* SIDEB., *B. spathulata* (WILL.), *Buccella nuda* MARG., *Discorbitura cushmani* MARG., *Epistominella irregularis* MARG., *Rosalina granulosa* MARG., *R. aff. subglobosa* (CUSHMAN), *Glabratella sidebotomi* MARG., *Pseudoeponides pseudotepidus* (VAN VOORTH.) sous sa forme typique, *Pararotalia serrata* (TEN DAM et REINHOLD), *Elphidium ottmanni* MARG., *E. paraskevaidisi* CHRISTODOULO, *E. pseudolessonii* TEN DAM et REINH., *Cribrononion occidentalis* MARG., *Cassidulina caribeana* REDMOND, *Gyroidina umbonata* (SILVESTRÌ), *Hanzawaia nitidula* (BANDY) et *Heterolepa frequens* MARG.

L'examen d'échantillons de sondages réalisés à Pal-luau (Vendée), au sud du Lac de Grand-Lieu (Loire-Atlantique), à la Groussinière et à Apigné (Ille-et-Vilaine), à Saint-Jean-la-Poterie (Morbihan), au sud de Candé (Maine-et-Loire), permet de distinguer quatre associations successives :

— à la base, une association assez mal caractérisée ; elle comprend deux des espèces les plus caractéristiques de la faune redonienne, soit *Pseudoeponides pseudotepidus* et *Discorbitura cushmani*. Au sud du lac Grand-Lieu, une espèce de *Virgulinella* que l'on peut rapporter à *V. fragilis* GRINDELL et COLLEN, décrite à Wellington Harbour (Nouvelle Zélande) et attribuée à *V. pertusa* (REUSS) par Sellier de Civr. (1977) pour une forme observée sur le littoral vénézuélien. Mais l'espèce la plus fréquente est *Elphidium macellum* (FICHT et MOLL).

— directement superposée, une association où la présence d'espèces à tests de grande taille donne un cachet particulier. Il s'agit de grandes polymorphines comme *Polymorphina frondiformis* et *Pseudopolymorphina variata*, de grandes milioles, en particulier de *Quinqueloculina triangularis* Y. d'ORB., de *Q. longirostra* d'ORB. et dans la région de Rennes de *Planomiliola jullieni* (SCHLUMB.), d'*Elphidium paraskevaidisi* et *E. macellum*. Cet assemblage est largement répandu.

— cette association passe plus ou moins progressivement à un assemblage où les espèces à tests de petite taille dominent. Deux groupes prennent de l'importance. Ce sont des fissurines avec *F. annectens*, *F. fasciata*, *F. foraminata*, *F. lagenoides robusta*, *F. laevata*, *F. lucida*, *F. milletti*, *F. silvestri* et des milioles avec *Spiroloculina disparilis*, *Q. lecalvezae*, *Q. schlumbergeri*, *Q. stelligera irregularis*, *Sigmoilina undulata*. Mais ce sont deux espèces, probablement concurrentes, qui dominent l'association : *P. pseudotepidus* et *Ammonia limbata beccarrii*. L'association est particulièrement bien définie au sud de Candé.

— observée uniquement à Saint-Jean-la-Poterie, la quatrième association est caractérisée par l'abondance de *P. pseudotepidus*, mais également par celle de deux espèces, rares ou peu représentées dans les précédentes. Ce sont *Elphidium ottmanni* et *Aubignyna mariæ*.

Il paraît évident que cette succession a une signification écologique. Si l'ensemble des associations a un caractère littoral, celles-ci évoluent suivant le déroulement d'un cycle sédimentaire, du moins pour les trois premières. Il y a d'abord installation d'une faune déjà à cachet nettement « redonien » lorsque la transgression débute, puis celle-ci s'étant stabilisée, développement d'une association d'eau peu profonde et probablement assez chaude que l'on observe de l'Atlantique jusqu'à la région d'Angers. Puis un mouvement régressif apparaissant, on passe dans l'Est et dans le domaine méridional à la mise en place de milieux à tendance confinée. En Bretagne, en revanche, le caractère franchement marin subsiste, mais la faune s'appauvrit. La quatrième association correspond à un milieu marin peu profond avec des venues d'eau continentale. La considération des caractères sédimentologiques et paléontologiques (Chevalier *et al.*, 1989) indique la persistance du régime marin dans cette région jusqu'au Pliocène supérieur.

La datation de la base de l'ensemble IV ne peut être encore précisée dans l'état de nos connaissances. Celle de la dernière association peut être obtenue indirectement. En effet, l'abondance d'*A. mariæ* est considérée comme un indicateur de refroidissement se plaçant vers – 2,4 Ma (Shackleton, 1984). Toutefois, la comparaison de cette faune avec celle des ensembles II et III, qui est discutée dans le chapitre suivant, amène à conclure pour l'ensemble III à un âge Pliocène.

Relations entre les ensembles fauniques

L'ensemble I, bien que pauvre en espèces en raison du faciès, tout en montrant la persistance de formes oligocènes, préfigure l'ensemble II. On trouve en effet dans ce dernier ensemble *M. vulpesii* et *P. serrata*.

La comparaison entre les ensembles II et IV est plus simple à faire en raison du grand nombre d'espèces. Une quarantaine d'entre elles seulement sont communes aux deux ensembles. Les deux faunes sont donc aisément différenciables et le renouvellement des espèces est important. Certaines d'entre elles, très caractéristiques, disparaissent. C'est le cas pour *C. falunicum* et *C. vigneaudi*. Il faut remarquer que deux espèces de l'ensemble IV sont déjà présentes dans l'ensemble II, mais sous une forme archaïque. Il s'agit de *P. pseudotepidus* et d'*A. mariæ*. On peut donc considérer que la faune pliocène est composée, pour une faible part, d'espèces miocènes en voie d'extinction ou qui subsistent, de quelques espèces qui évoluent à partir de souches miocènes et d'un grand nombre d'espèces nouvelles.

L'ensemble III est probablement une faune de transition. La plupart des espèces miocènes a disparu, mais en revanche quelques espèces bien typiques du Pliocène apparaissent.

La figure 2 donne la distribution stratigraphique des principales espèces.

Biozonation

Elle a été établie à partir des ensembles précédemment définis et également de l'évolution de trois lignées : *Aubignyna mariei*, *Pseudeponides pseudotepidus*, *Pararotalia serrata*.

Cinq unités lithostratigraphiques ont été définies en vue de placer les biozones. Ce sont la formation de Channay-sur-Lathan, de Thenay, de Doué-la-Fontaine, d'Apigné et de Saint-Jean-la-Poterie.

Lithostratigraphie

Miocène

Formation de Channay-sur-Lathan

Reconnue dans le bassin de Savigné-sur-Lathan (Indre-et-Loire) au nord-ouest de Tours.

Argile noire, sable argileux et argile verte à *Crassostrea* à faune laguno-marine et marine.

Subdivisée en :

— **membre de Channay-sur-Lathan** : argile noire et argile sableuse à *Globigerina angulisuturalis*, *Cassigerinella chipolensis* et *Monspeliensina vulpesii*, *Hoornbrookella bavarica* et *Cytheridae praesulcata*, diatomées, pollens, characées.

— **membre de Bois-Feuillet** : argile sableuse et argile verte à *Crassostrea* à *Elphidium cf. rugosum*, *Pararotalia serrata*, *Pseudeponides pseudotepidus miocenicus*..., *Hornbrookella macropora*, *Cyamocytheridae strigulosa*,... bryozoaires, balanes, radioles d'oursins, spicules de spongiaires.

Formation de Sologne

Les sables de Sologne *s.l.* occupent la Sologne au nord du Cher.

Sable quartzeux, feldspathique, plus ou moins argileux, très grossier.

Lui sont rapportés les sables et argiles du bassin de Savigné-sur-Lathan et les sables argileux verdâtres de la plaine des Rasoirs (Loir-et-Cher).

Formation de Thenay

Carrières du Mincé et de la Rangère, près de Thenay (Loir-et-Cher) au sud-est de Blois.

Sable coquillier, fin à grossier, à stratifications souvent obliques ou entrecroisées (falun).

Subdivisée en :

— **membre inférieur de Thenay** : sable fin à lamination argilo-calcaires entaillé par des chenaux sableux.

— **membre supérieur de Thenay** : sable grossier très coquillier.

La faune de mollusques marins est très riche (environ 750 espèces). Les autres groupes représentés sont les bryozoaires (parfois abondants), les foraminifères et ostracodes, les ascidies (sclérites) et des *Bolboforma*.

Constitue l'essentiel des faluns du Blésois et une partie des faluns de Touraine et du Nord de Rennes.

Formation de Doué-la-Fontaine

Carrière les Hautes-Varennes près de Doué-la-Fontaine à Douces (Maine-et-Loire).

Sable coquillier riche en bryozoaires (faciès savignéen), algues, échinodermes, grands pectinidés, foraminifères et ostracodes.

Subdivisée en :

— **membre inférieur de Doué-la-Fontaine** : sable argileux à bryozoaires.

— **membre supérieur de Doué-la-Fontaine** : sable à débris coquilliers, plus ou moins grossier, quartzeux à stratifications obliques ou entrecroisées, comprenant à la base un lit de scutelles et séparé du membre inférieur par un niveau durci.

Reconnue en Anjou (Doué-la-Fontaine), en Loire-Atlantique (les Cléons) et en Vendée (Challans). Sa présence est probable en Bretagne, mais n'a pu être confirmée.

Pliocène

Formation d'Apigné

Sondages à Apigné, le Temple-du-Cerisier, Lilion, la Groussinière, au sud de Rennes (Ille-et-Vilaine).

Argile sableuse et sable gris à jaune, parfois très coquillier.

Faune de mollusques très riche : 500 espèces de gastéropodes avec des survivances miocènes importantes, 186 espèces ou sous-espèces de pélécypodes dont le groupe évolutif *Astarte omalii*. Les bryozoaires et les échinodermes sont plus rares. La microfaune de foraminifères et d'ostracodes est relativement abondante.

Il est difficile d'envisager des subdivisions en raison de la variabilité des faciès. Surtout sableux en Bretagne, ils sont plus argileux en Loire-Atlantique, en Vendée et en Anjou. Parfois très coquilliers (faluns redoniens), les sables peuvent être complètement azoïques et glauconieux et prendre une couleur rouge (sables rouges).

La formation d'Apigné est connue dans le sud de la Bretagne et de part et d'autre de la Loire, jusqu'en Anjou.

Formation de Saint-Jean-la-Poterie

Près de Redon (Morbihan).

Argile silteuse à « *Nassa prismatica* ».

STRAT.	FORMATIONS	NUM.	BIOZONES
PLIOCENE	Formation de Saint-Jean-la-Poterie	FBN9	Biozone à <i>Elphidium ottmanni</i> <i>Aubignyna mariei mariei</i>
		FBN8	Biozone à <i>Pseudoepponides pseudotepidus pseudotepidus</i> <i>Ammonia limbata beccarii</i>
		FBN7	Biozone à <i>Polymorphina frondiformis</i> <i>Elphidium paraskevaidisi</i>
		FBN6	Biozone à <i>Elphidium macellum</i> <i>Discorbitura cushmani</i>
MIOCENE	Formation de Doué-la-Fontaine	FBN5	Biozone à <i>Pararotalia serrata</i> (forme épineuse)
		FBN4	Biozone à <i>Pararotalia serrata</i> (forme non épineuse) <i>Aubignyna mariei praemariei</i>
	Formation de Thenay	FBN3	Biozone à <i>Cibronion falunicum</i> <i>Pseudoepponides pseudotepidus miocenicus</i>
		FBN2	Biozone non dénommée
inf.	Formation de Channay-sur-Lathan	FBN1	Biozone à <i>Elphidium cf. rugosum</i> <i>Asterigerinata planorbis</i>

Fig. 3. - Échelle biostratigraphique et lithostratigraphiques du Néogène de l'Ouest de la France.

Biostratigraphie

Les biozones (figure 3) sont les suivantes :

— **Biozone à *Elphidium cf. rugosum* et *Asterigerinata planorbis*.** Définie dans les argiles sableuses de Bois-Feuillet et les argiles à *Crassostrea*. L'espèce associée la plus abondante est *Pararotalia serrata*.

— **Biozone non dénommée.** Elle devrait correspondre au Burdigalien, mais aucun dépôt marin de cet âge n'est connu.

— **Biozone à *Cibronion falunicum* et *Pseudoepponides pseudotepidus miocenicus n. ssp.*** Définie dans la formation de Thenay, dans sa partie inférieure. Sa microfaune est bien diversifiée. Les espèces associées les plus caractéristiques sont *Fissurina punctata*, *Cibronion vignaeuxi*, *C. dollfusi*, *Elphidium nudum* n. sp., *Porosonion granosum*, *Pararotalia umbilicatula* n. sp., *Cancria auriculus*, *Cibicides lobatulus*, *Hanzawaia* sp.

— **Biozone à *Pararotalia serrata* (forme non épineuse) et *Aubignyna mariei praemariei*.** Définie dans la partie supérieure de la formation de Thenay ; on note une persistance de *C. falunicum*, et une diminution de *C. dollfussi*, par rapport à l'association précédente. En revanche, *C. vignaeuxi* devient plus abondante. Les Elphidiidae s'enrichissent avec *Elphidiella* sp., *E. cf. nigarensis*, *C. nudum* n. sp. et *E. sp.* Beaucoup d'espèces présentes dans la biozone précédente se retrouvent. Quelques espèces, qui vont par la suite se développer au Pliocène, apparaissent. Ce sont *Neoconorbina* sp. et *Lamarckina* sp. Une petite espèce très particulière, « *Epistomaria* » *fissurata* n. sp. semble se limiter à cette biozone. A Mirebeau, les populations de *Pararotalia serrata* comprennent une certaine proportion de tests épineux, ce qui pourrait indiquer un âge plus récent que celui attribué aux dépôts de Thenay. Dans les niveaux grossiers *Pseudopolymorphina variata* est commune.

— **Biozone à *Pararotalia serrata* (forme épineuse).** Définie dans la formation de l'Anjou. Tortonien. L'association est assez pauvre en espèces. La plus abondante, en dehors de *P. serrata*, est *Cibicides lobatulus*. Trois espèces, qui vont caractériser la base des dépôts plio-cènes apparaissent. Ce sont *Spiroplectammina sagittula*, *Discorbitura cushmani* et *Rosalina aff. subglobosa*.

— **Biozone à *Elphidium macellum* et *Discorbitura cushmani*.** Définie à la base de la formation d'Apigné, l'association comprend déjà un bon nombre d'espèces redonniennes, et parmi elles *Pseudoepponides pseudotepidus pseudotepidus*, *Spiroplectammina sagittula*, *Rosalina aff. subglobosa*, *Buccella nuda* et *Epistomella irregularis*. *Pararotalia serrata* (forme épineuse) et *Cibicides lobatulus* sont abondantes, ainsi que certaines fissurines redonniennes. En Loire-Atlantique, une petite espèce, *Virgulinella fragilis* apparaît dans cette biozone.

— **Biozone à *Polymorphina frondiformis* et *Elphidium paraskevaidisi*.** Définie dans la formation d'Apigné, elle est présente dans la plupart des dépôts plio-cènes. Les espèces caractéristiques de cette biozone sont toujours accompagnées de grandes milioles parfois très abondantes. C'est le cas de *Quinqueloculina longirostra* et de *Q. haidingeri*. Les deux espèces types de la biozone sont toujours associées à *Pseudopolymorphina variata* et *Elphidium macellum*. Les autres espèces plio-cènes persistent.

— **Biozone à *Pseudoepponides pseudotepidus pseudotepidus* et *Ammonia limbata beccarii*.** Définie dans la partie supérieure de la formation d'Apigné, cette biozone se caractérise par une notable diminution des espèces à tests de grande taille. En revanche, de nombreuses petites milioles apparaissent, ainsi que des *Glabantella*.

— **Biozone à *Elphidium ottmanni* et *Aubignyna mariei mariei*.** Définie dans la formation de Saint-Jean-la-Poterie. L'association est dominée, outre les espèces types, par *Pseudoepponides pseudotepidus pseudotepidus*, *Ammonia beccarii*, *Cibicides advenus*, *Nonion* sp. et *Discorbitura cushmani*.

Comparaison avec la Basse-Normandie et la Belgique

Dans une note sur le Pliocène de Basse-Normandie, Y. Le Calvez distingue trois subdivisions (Pliocène I, II et III), basées sur l'évolution des associations de foraminifères. Elles reposent sur une base lithostratigraphique constituée par cinq formations.

Les correspondances avec les biozones établies plus haut sont, dans l'ensemble, convenables. Il est clair qu'à la base, le Pliocène I correspond à la biozone à *Polymorphina frondiformis* et *Elphidium paraskevaidisi*. Au-dessus, les corrélations sont moins nettes. En effet, le renouvellement de la microfaune fait apparaître des espèces inconnues dans l'ouest de la France, telles les différentes espèces de *Faujasina* et *Buccella frigida* dans le Pliocène II, et *Elphidiella hannai* au sommet du Pliocène III. De plus, le Pliocène est complet et passe d'une manière continue au Pléistocène, alors que dans le domaine étudié, le Pliocène est incomplet au sommet. Il semble donc qu'à partir du Pliocène II, la Basse-Normandie et l'Ouest de la France constituent deux provinces biogéographiques distinctes qui ne communiquent pas, et que les espèces « froides » apparaissent plus tôt dans la première province, la seconde restant plus longtemps à l'abri des fluctuations de température des eaux. Le Pliocène II pourrait être relié à la biozone à *Pseudoepionides pseudotepidus* et *Ammonia limbato-beccarii* et la base du Pliocène III à la biozone à *Elphidium ottmanii* et *Aubignyna mariei mariei*.

De Meuter et Laga (1976) ont établi une biozonation des dépôts néogènes du nord de la Belgique. Il est difficile d'y voir des relations, en particulier au Miocène. Au Pliocène, les affinités entre faunes sont plus importantes, certaines espèces étant communes comme *Pseudoepionides pseudotepidus pseudotepidus* et *Aubi-*

gnyna mariei mariei pour les plus typiques, mais les ressemblances s'arrêtent là. Nous sommes dans un domaine encore plus septentrional que la Basse-Normandie et les espèces « froides » signalées plus haut apparaissent dès la base du Pliocène. Seule une juxtaposition des échelles biozonales est possible.

La figure 4 donne le tableau de corrélation proposé pour les trois domaines paléobiogéographiques.

Note taxonomique

Famille des *Turrilinidae* 1927

Genre *Buliminella* CUSHMAN 1911

Buliminella sp. (planche 1, figure 2 et 3)

Bien que toujours rare, cette espèce, qui possède un test de petite taille, est facilement reconnaissable par le grand développement de la dernière loge qui occupe, du côté oral, la presque totalité de la hauteur. L'ouverture est courbe et très longue.

Elle a été trouvée dans des dépôts du Miocène moyen et du Pliocène.

Famille des *Bolivinitidae* CUSHMAN 1927

Genre *Bolivina* d'ORBIGNY 1839

Bolivina gr. *fastigia* CUSHMAN (planche 1, figure 1)

Il s'agit d'une forme à test lancéolé, sutures courbes, crénelées et bordées de grosses perforations. Elle a été rattachée à *B. fastigia*. La côte médiane et les costulations latérales sont à peine perceptibles.

Elle est connue dans tout le Miocène de l'ouest de la France.

Famille des *Discorbidae* EHRENBERG 1838

Genre *Discorbitura* BANDY 1949

Discorbitura sp. 1 (planche 2, figure 4).

OUEST DE LA FRANCE	BASSE-NORMANDIE FRANCE	NORD DE LA BELGIQUE
FBN9 <i>Elphidium ottmanni</i> <i>Aubignyna mariei mariei</i>	PLIOCENE 3	
FBN8 <i>Pseudoepionides pseudotepidus pseudotepidus</i>	PLIOCENE 2	BFN6 <i>Elphidiella hannai</i> <i>Cribrononion excavatum</i>
FBN7 <i>Polymorphina frondiformis</i> <i>Elphidium paraskevaidisi</i>	PLIOCENE 1	BFN5 <i>Cibicides lobatulus</i>
FBN6 <i>Elphidium macellum</i> <i>Discorbitura cushmani</i>		BFN4 <i>Florilus boueanus</i> <i>Monspeliensis pseudotepida</i>
FBN5 <i>Pararotalia serrata</i> (épin.)		BFN3 <i>Uvigerina hosiusi deurnensis</i> <i>Elphidium antoninum</i>
FBN4 <i>Pararotalia serrata</i> (non épin.)		BFN2 <i>Uvigerina tenuipustulata</i> <i>Elphidium inflatum</i>
FBN3 <i>Cribrononion falunicum</i> <i>Pseudoepionides pseudotepidus miocen.</i>		BFN1 <i>Trifarina gracilis rugulosa</i> <i>Elphidium ungeri</i>
FBN2 non dénommée		
FBN1 <i>Elphidium cf. rugosum</i> <i>Asterigerinata planorbis</i>		

Fig. 4. - Tableau de corrélation des échelles biostratigraphiques du Néogène de l'Ouest de la France, du Pliocène de Basse-Normandie et du Néogène du Nord de la Belgique.

Cette espèce est caractérisée, du côté ombilical, par des sutures très incisées et une ornementation granuleuse centrale, se développant en côtes radiales peu nombreuses. L'ouverture, située à la périphérie, est bordée par une lèvre épaisse. Elle est fréquente dans la formation de Thenay.

Discorbitura sp. 2 (planche 2, figure 8)

Le test possède une face ombilicale lisse à sutures sigmoïdes. L'ombilic, profond, est garni d'un bouton central.

Elle a été observée, comme la précédente, dans la formation de Thenay, mais elle est très rare.

Genre *Neoconorbina* HOFKER 1951

Neoconorbina sp. (planche 1, figure 16)

Le test, à bords arrondis, est reconnaissable à des sillons radiaires disposés de part et d'autre des sutures.

Elle est distribuée du Langhien au Pliocène.

Famille des *Epistomariidae* HOFKER 1954

Genre *Epistomaria* GALLOWAY 1933

« *Epistomaria* » *fissurata* n. sp. (planche 1, figure 6 à 10)

Holotype : échantillon n° T1 déposé au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Localité-type : Thenay (Loir-et-Cher).

Niveau-type : Formation de Thenay, membre supérieur (Langhien - Serravalien ?).

Description :

Test calcique, trochospiralé, de petite taille, à contours subcirculaires à elliptiques, bords lobés et arrondis. Les loges sont très nettement dissociées au niveau des sutures.

La face ombilicale est déprimée dans sa partie centrale qui est masquée par le prolongement basal des loges qui est très développé. L'extension des sutures est limitée à la partie proximale des loges. Le nombre de loges visibles varie entre 7 et 9. L'ouverture intérieure marginale à extra-ombilicale est recouverte par une lèvre constituant une expansion de la base de la dernière loge.

La face spirale est légèrement convexe. Formée de 2 tours à 2 tours et demi de spire, elle comprend 10 à 14 loges. Les sutures sont peu visibles, et comme pour la face ombilicale, sont limitées à la partie proximale.

Une lame interne subdivise l'intérieur des loges en deux parties. Dans l'une s'ouvre un foramen elliptique ; l'autre qui est en position ombilicale porte l'ouverture. Cette structure interne incite à placer cette espèce dans le genre *Epistomaria*. Pourtant, par la séparation très nette des loges, elle pourrait appartenir à un genre à part. Le Calvez (1970) avait tiré une conclusion identique en décrivant une espèce qui présentait le même caractère, *Epistomaria separans*.

Dimensions :

Grand diamètre : 0,28 à 0,20 mm.

Petit diamètre : 0,20 à 0,16 mm.

Épaisseur : 0,14 à 0,10 mm.

Distribution géographique : cette espèce n'a été observée qu'à Thenay (Loir-et-Cher) et à Mirebeau (Vienne).

Pseudoeponides pseudotepidus miocenicus n. ssp. (planche 3, figures 1 à 3)

1984 - *Monspeliensina pseudotepida* (VAN VOORTHUYSEN) forme A, Margerel, p. 6, pl. 1.

Cette sous-espèce se distingue de l'espèce-type par un contour plus lobé, des sutures découpées par un sinus très prononcé et des tenons périombilicaux nettement séparés, parfois granuleux.

Il s'agit d'une espèce très commune dans le Miocène moyen de l'ouest de la France. Elle est plus rare dans le Miocène supérieur.

Famille des *Rotaliidae* Ehrenberg 1879

Genre *Pararotalia* LE CALVEZ 1949 emend. Loeblach et Tappan 1957

Pararotalia serrata (V. VOORTHUYSEN) (planche 3, figures 5 à 7 ; pl. 4, figures 1 et 10).

1941 - *Rotalia serrata* TEN DAM et REINHOLD, Meded. Geol. Sticht, sér. C-V, 1, p. 59, pl. 4, fig. 10, pl. 6, fig. 4).

Cette espèce, très répandue dans tout le Néogène, a été signalée sous des noms différents dans des gisements situés de l'Aquitaine à la Hollande. Laga (1972) a donné un aperçu complet du problème. Dans le Néogène de l'ouest de la France, il apparaît qu'une tendance évolution affecte les contours du test. Au Miocène inférieur et moyen les populations, dans leur majorité, présentent un test dont le pourtour des loges est entier. Au Tortonien, la proportion de tests munis d'épines augmente, pour devenir très importante au Pliocène. Cette variation s'accompagne parfois d'une augmentation de l'importance du bouton ombilical.

Pararotalia umbilicatula n. sp. (planche 3, figures 3 à 11)

Holotype : échantillon n° T2, déposé au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Localité-type : Thenay (Loir-et-Cher).

Niveau-type : Formation de Thenay, membre inférieur (Langhien).

Description :

Test calcique, trochospiralé, à contours étoilés et épineux et bords aigus.

La face ombilicale est très convexe, et pourvue d'une dépression ombilicale profonde. Le dernier tour de spire comprend 5 à 6 loges losangiques munies chacune d'une forte épine à la périphérie. Les sutures sont droites et déprimées. Les loges, globuleuses, sont ornées sur la partie proximale par un gros tubercule. L'ouverture subbasale est caractéristique du genre.

La face spirale est presque plane, constituée de 2 tours de spire comprenant 10 à 12 loges. Les sutures sont obliques. Le pourtour du test est bordé par un bourrelet.

Le test est très perforé.

Dimensions :

Diamètre : 0,26 à 0,32 mm.

Épaisseur : 0,16 à 0,17 mm.

Rapports et différences :

Cette espèce se différencie des formes épineuses paléogènes par une face spirale plane.

Il faut noter l'absence de bouton ombilical.

Famille des **Elphidiidae** GALLOWAY 1933Genre **Elphidium** de MONTFORT 1808*Elphidium* sp. (planche 1, figures 14 et 15)

Le test est de petite taille, à contours circulaires, bordé par une forte carène. L'ombilic est occupé par un gros bouton vitreux percé de deux à trois grosses perforations. Les sutures sont courbes et très en relief. Les ponts suturaux sont peu nombreux et très marqués, les fossettes très épineuses.

Genre **Criboelphidium** CUSHMAN et BRÖNNIMANN 1948*Criboelphidium nudum* n. sp. (planche 2, figures 6 à 8)

Holotype : échantillon n° T3, déposé au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris.

Localité-type : Thenay (Loir-et-Cher)**Niveau-type** : formation de Thenay (Langhien)**Description :**

Test calcique translucide, planispiralé, à bords largement arrondis, aplati sur les côtés.

L'enroulement est involute et seules les 8 ou 9 dernières loges sont visibles. Les sutures sont courbes, faiblement déprimées et traversées par d'importantes barres septales. Ouverture basale et multiple marquée par une fine granulation.

Le test est finement perforé.

Dimensions :

Grand diamètre : 0,36 à 0,44 mm.

Petit diamètre : 0,24 à 0,28 mm.

Épaisseur : 0,16 à 0,18 mm.

Genre **Elphidiella** CUSHMAN 1936*Elphidiella* sp. (planche 2, fig. 9 et 10)

Cette espèce, observée uniquement dans le membre supérieur de la formation de Thenay, est caractérisée par un test très épais et grossièrement perforé. Les pores suturaux sont séparés par des bourrelets. Le test est translucide, laissant voir les tours internes.

Famille des **Anomalinidae** CUSHMAN 1927Genre **Hanzawaia** ASANO 1944*Hanzawaia* sp. (planche 3, figure 13)

Bien que rare, cette espèce est nettement caractérisée par ses perforations denses et grossières. Sa distribution est limitée au membre inférieur de la formation de Thenay.

Conclusions

Une évolution des associations de petits foraminifères benthiques est observable, aussi bien dans les dépôts miocènes que pliocènes. Dans chacun des deux grands ensembles fauniques mis en évidence, cette évolution est plutôt due à des modifications d'ordre écologique, mais il semble que ce soit la température qui constitue le facteur de contrôle dominant. L'enregistrement de ses variations fait plutôt penser à un caractère cyclique de celles-ci. Malgré cela, la grande extension géographique des associations rend fiable l'échelle biozonale établie. Le renouvellement des espèces est très important, et dans l'état actuel de nos connaissances, il atteint 60 %. Ceci conforte l'idée d'attribuer au Pliocène l'ensemble des gisements caractérisés par la microfaune de foraminifères benthiques redoniens, et de faire débuter celui-ci à l'apparition de *Pseudoepionides pseudotepidus pseudotepidus* sans pour autant dater chronologiquement le début de la transgression pliocène.

La reconnaissance des biozones dans les différents domaines de l'ouest de la France permet de distinguer plusieurs phases transgressives. La première qui se développe à l'Aquitaniens supérieur affecte les domaines septentrionaux, de la Bretagne à la Touraine. Après une phase continentale au Burdigalien, une importante transgression recouvre le même domaine mais s'étend jusqu'au Blésois, poussant un golfe en Poitou. Elle correspond au Langhien et peut-être à une partie du Serravalien. Au Tortonien, une nouvelle transgression gagne les domaines méridionaux de la Vendée, de la Loire-Atlantique et du sud de l'Anjou, mais se limite, vers l'est, à la Touraine. Après un hiatus (Messinien, base du Pliocène ?) la mer présente une extension assez semblable, mais ne dépasse pas, à l'est, l'Anjou.

L'établissement de corrélations avec l'échelle biozonale du Pliocène de Normandie conduit à considérer que l'ouest de la France constitue, après la biozone à *Pseudopolymorpha frondiformis* et *Elphidium paraskevadisi* une province biogéographique indépendante du domaine nordique en général, et que, si l'abaissement des températures affecte les faunes, les apports nordiques sont différents suivants les régions.

Références bibliographiquesALLIX G. (1922). - Liste des foraminifères recueillis dans l'Helvétien de la Chausserie. *Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, 2, n° 2, p. 278.ANDREIEF P., BOILLOT G., GENESSEAU M. (1968). - Pré-reconnaissance géologique du sud du Massif Armorican : affleurements de dépôts aquitaniens. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 266, (D), n° 12, pp. 1220-1222.ANDREIEF P., BOILLOT G., BUGE E., GENESSEAU M. (1969). - La couverture sédimentaire tertiaire à l'W et au SW du Massif armoricain. *Bull. BRGM Fr.*, Section IV, n° 4, pp. 23-37.BORNE V., BREBION Ph., BUGE E., CHAIX Ch., CHEVALIER M., COURBOULEIX S., ESTÉOULE-CHOUX J., FARJANEL G., LAURIAT-RAGE A., LIMASSET O., MARGEREL J.P., NIKODIC J., SELLIER D., TRAUTH N. (1989). - Conservation, dans le pays nantais, d'une sédimentation pliocène en bordure d'accidents de type « Quesnoy - Nort-sur-Erdre » (Loire-Atlantique, France). *Géologie de la France*, n° 1-2, 1989 (ce volume).CARALP M., LAMY A. (1968). - Le groupe du « *Nonion dolifusi* » Cushman dans le Miocène aquitain. *Giorn. Geol.* (2), 35, n° 2, pp. 247-252.CHARRIER P., PALBRAS N. (1978). - Mise en évidence, dans le bassin de Savigné-sur-Lathan (Indre-et-Loire), du passage latéral entre faciès savignéen et faciès pontélévien au sein des faluns miocènes de Touraine. *C.R. Acad. Sci., Fr.*, 287, (D), pp. 915-918.

CHARRIER P., CARBONNEL G., CHATEAUNEUF J., GARDETTE D., MARGEREL J.P., RIVELINE J., ROUX M. (1980). - Découverte dans le

bassin de Savigné-sur-Lathan (Indre-et-Loire) d'une microfaune et d'une microflore du Miocène inférieur correspondant aux premiers niveaux transgressifs de la mer des faluns de Touraine. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **290**, (D), pp. 1325-1328.

CHAUVEL J. (1956). - La faune pliocène de Saint-Jean-la-Poterie (Morbihan). *Bull. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, n° 1, pp. 66-74.

CHEVALIER M., BORNE V., BREBION Ph., BUGE E., CHAIX Ch., COURBOULEIX S., DELANOË Y., ESTÉOULE-CHOUX J., FARJANEL G., HOLLIER-LARROUSSE A., LAURIAT-RAGE A., MARGEREL J.P., POUTIT D., ROMAN J., TRAUTH N., VIAUD J.M. (1989). - Le complexe cénozoïque de Corcoué-sur-Logne (Loire-Atlantique). Étude sédimentologiques et paléontologiques, et premières reconnaissances géophysiques. *Géologie de la France*, n° 1-2, 1989 (ce volume).

CHEVALIER M., BARREAU A., CHATEAUNEUF J.J., COURBOULEIX S., ESTÉOULE-CHOUX J., FARJANEL G., GENOT P., HOLLIER-LARROUSSE A., MARGEREL J.P., MERLE D., OLLIVIER-PIERRE M.F., LAURIAT-RAGE A., TRAUTH N. (1989). - Le couloir « le Maupas - les Étangs » (La Limouzinière, Loire-Atlantique, France). *Géologie de la France*, n° 1-2, 1989 (ce volume).

DE MEUTER F.J. (1974). - Bijdrage de Systematiek en de Paleoenologie van de Benthonische Foraminiferen uit het Mioceen van België : Deel I : Stratigrafie ; Deel II : Systematiek ; Deel III : Multivariaat-analyse. *Unpublished thesis K.U. Leuven*.

DE MEUTER F.J., LAGA P.G. (1977). - Lithostratigraphy and Biostratigraphy based on benthonic Foraminifera of the Neogene Deposits of northern Belgium. *Bull. Soc. belge Géol.*, **85**, 4, pp. 133-152.

DENIZOT G. (1968). - Le Néogène dans le bassin moyen de la Loire (Orléanais, Touraine et Anjou). *Mém. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, **13**, pp. 1-21.

DOPPERT J.W., LAGA P.G., DE MEUTER F.J. (1979). - Correlation of the biostratigraphy of marine neogene deposits, based on benthonic foraminifera, established in Belgium and the Netherlands. *Meded Rijk Geol. dienst.*, **31**, pp. 1-8.

DURAND S. (1960). - Le Tertiaire de Bretagne. *Mém. Soc. Géol. Minér. Bretagne*, **12**, pp. 1-389.

DURAND S. (1968). - Miocène et Pliocène en Bretagne (Introduction à la visite de quelques gisements). *Mém. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, **13**, pp. 23-35.

ESTÉOULE-CHOUX J., MARGEREL J.P., PARIS F. (1972). - Découverte d'argiles pliocènes fossilifères à 17 km au NE de Rennes. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **274**, pp. 2276-2279.

GINSBURG L. (1972). - Sur l'âge des Mammifères des faluns miocènes du Nord de la Loire. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **274**, (D), pp. 3345-3347.

GINSBURG L., SEN S. (1977). - Une faune à micromammifères dans le falun miocène de Thenay (Loir-et-Cher). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), **19**, n° 5, pp. 1159-1166.

GINSBURG L., JANVIER Ph., MORNAND J., POUTIT D. (1979). - Découverte d'une faune de Mammifères terrestres d'âge vallésien dans le falun miocène de Doué-la-Fontaine (Maine-et-Loire). *C.R. Somm. Soc. Géol. Fr.*, n° 5-6, pp. 223-227.

LAGA P. (1972). - Stratigraphie van de mariene Plio-Pleistocene afzettingen uit de omgeving van Antwerpen met een bijzondere studie van de Foraminiferen. Deel I : Lithostratigrafie ; Deel II : Biostratigrafie - Paleoécologie - Chronostratigrafie. *Unpublished thesis, K.U. Leuven*.

LAURIAT-RAGE A. (1981). - Les Bivalves du Redonien (Pliocène atlantique de France). Signification stratigraphique et paléobiogéographique. *Mém. Mus. nati. Hist. nat., Paris*, n.s., sér. C, Sci. Terre, **45**, 173 p.

LAURIAT-RAGE A. (1983). - Mise en évidence du sous-genre *Monothyra* (Pholadidae, Bivalvia) dans le Miocène européen. Le problème

des plaques accessoires chez les Pholades. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, (2), **296**, pp. 1745-1755.

LE CALVEZ Y. (1970). - Contribution à l'étude des Foraminifères paléogènes du Bassin de Paris. *Cahiers Micropal.*, 324 p.

LE CALVEZ Y. (1987). - Les Foraminifères du Pliocène de Basse-Normandie (sous presse).

LECOINTRE G., ALLIX G. (1913). - Les formes diverses de la vie dans les faluns de Touraine : Treizième suite. Les Foraminifères. *Feuille des Jeunes Naturalistes*, **43**.

LECOINTRE G. (1947). - La Touraine. *Actual. Sci. ind.*, n° 1027, 250 p., Hermann et Cie, édit., Paris.

LECOINTRE G., MARIE P. (1960). - Un « crassat » d'huîtres dans les faluns de Touraine. *Rev. Norois*, n° 25, pp. 45-48.

MARGEREL J.P. (1968). - Les Foraminifères du Redonien. *Thèse Fac. Sci. Nantes*, 2 vol., 209 p.

MARGEREL J.P. (1970). - Les Foraminifères des Marnes à « *Nassa prismatica* » du Bosq d'Aubigny. *Bull. Soc. belge Géol. Paléontol. Hydrol.*, **79**, n° 2, pp. 133-156.

MARGEREL J.P. (1971). - L'extension des dépôts redoniens à l'E. de Nantes, dans la région du Loroux-Botterau. *C.R. somm. Soc. Géol. Fr.*, n° 6, pp. 323-325.

MARGEREL J.P. (1972). - Les Foraminifères du Néogène de l'Ouest de la France. Intérêt paléoenologique et stratigraphique. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (7), **14**, pp. 121-126.

MARGEREL J.P. (1973). - Le genre *Monspeliensina* Glacon et Lys dans le Pliocène de l'Ouest de la France. Étude biométrique de trois populations appartenant à deux espèces du genre. *Mém. BRGM Fr.*, coll. Orsay 1970, N° 77, pp. 109-119.

MARGEREL J.P. (1980). - Les Foraminifères des faluns de Touraine et d'Anjou. *Soc. Et. Sci. d'Anjou*, Mém., n° 4, pp. 65-67.

MARGEREL J.P. (1987). - Le genre *Aubignyna* - Un indicateur paléoenologique - Application à la biostratigraphie des dépôts néogènes de l'Ouest de la France. *Revue de Paléobiologie*, Colloque Benthos 1987, Genève (à paraître).

MARGEREL J.P., BREHERET J.G. (1983). - Révision de l'attribution stratigraphique du gisement de Chasné/Illet (I.-et-V.) à l'aide de la faune de foraminifères et de la nannoflore calcaire. *Cahiers Micropal.*, n° 1, pp. 5-25.

MARIE P. (1958). - Sur la faune de Foraminifères des Marnes à *Nassa* du Bosq d'Aubigny. *C.R. Congr. Sci. sav. Colloque sur le Miocène*, pp. 239-246.

PONCET J. (1968). - Esquisse géologique du Pliocène de Basse-Normandie. *Mém. Soc. Géol. Minéral. Bretagne*, **13**, pp. 37-39.

ROGER J., FRENEIX S. (1946). - Remarques sur les faunes de Foraminifères du Redonien. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (5), **16**, n° 1-2-3, pp. 103-114.

ROUX M., FATTON E., MACAIRE J.J., RASPLUS L. (1980). - Données nouvelles sur les faluns miocènes du Blésois (Loir-et-Cher) et leurs relations stratigraphiques avec les sables de Sologne. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, **290**, (D), pp. 1099-1102.

TERS M., BREBION Ph., BUGE E., CHEVALIER J.P., LAURIAT-RAGE A., MARGEREL J.P. (1970). - Le Redonien de la région de Palluau (Vendée). *Bull. BRGM Fr.*, (2), sect. I, n° 2, 26 p.

VAN VOORTUYSEN J.H., PANNEKOEK A.J. (1951). - La distribution verticale quantitative des Foraminifères du Diestien, du Scaldien et du Poederlien du Kruisschans près d'Anvers. *Bull. Soc. belge Paléontol. Hydrol.*, **59**, pp. 204-212.

VASSEUR G. (1881). - Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale. *Thèse*, Paris, 423 p.

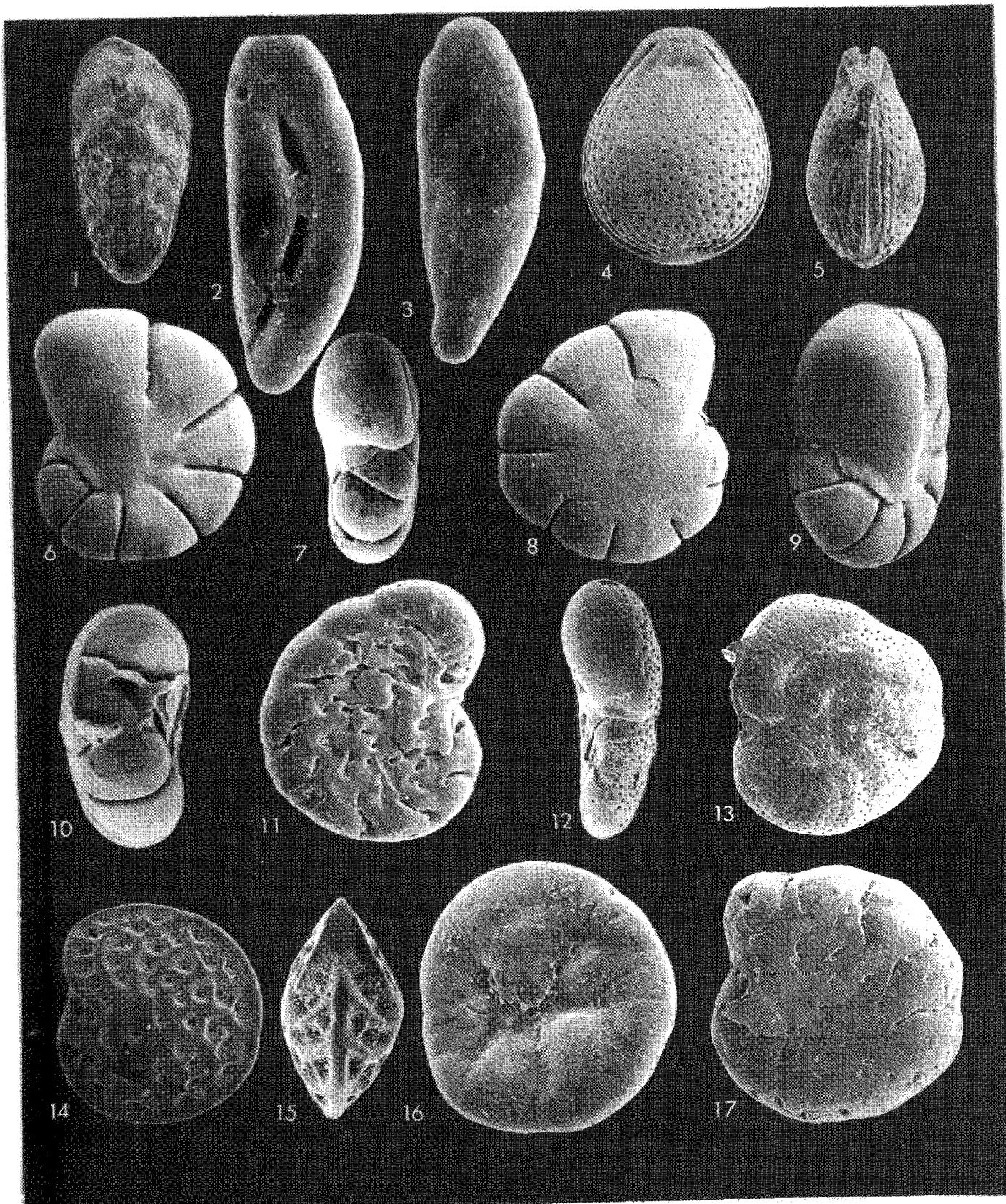


PLANCHE 1

- Fig. 1. - *Bolivina* gr. *fastigia* CUSHM - Thenay — $\times 115$;
 Fig. 2 et 3. - *Buliminella* sp. - Thenay - $\times 250$;
 Fig. 4 et 5. - *Fissurina punctata* (ALLIX) - Thenay - $\times 170$;
 Fig. 6 à 10. - « *Epistomaria* » *fissurata* n. sp. - Thenay, membre supérieur - $\times 200$;
 Fig. 11 à 13. - *Trichohyalus aguayoi* (BERMUDEZ) - Thenay - $\times 120$;
 Fig. 14 et 15. - *Elphidium* sp. - Thenay - $\times 135$, $\times 140$;
 Fig. 16. - *Neoconorbina* sp. - Thenay - $\times 215$;
 Fig. 17. - *Bissaccium imbricatum* ANDERSEN - Thenay - $\times 120$.

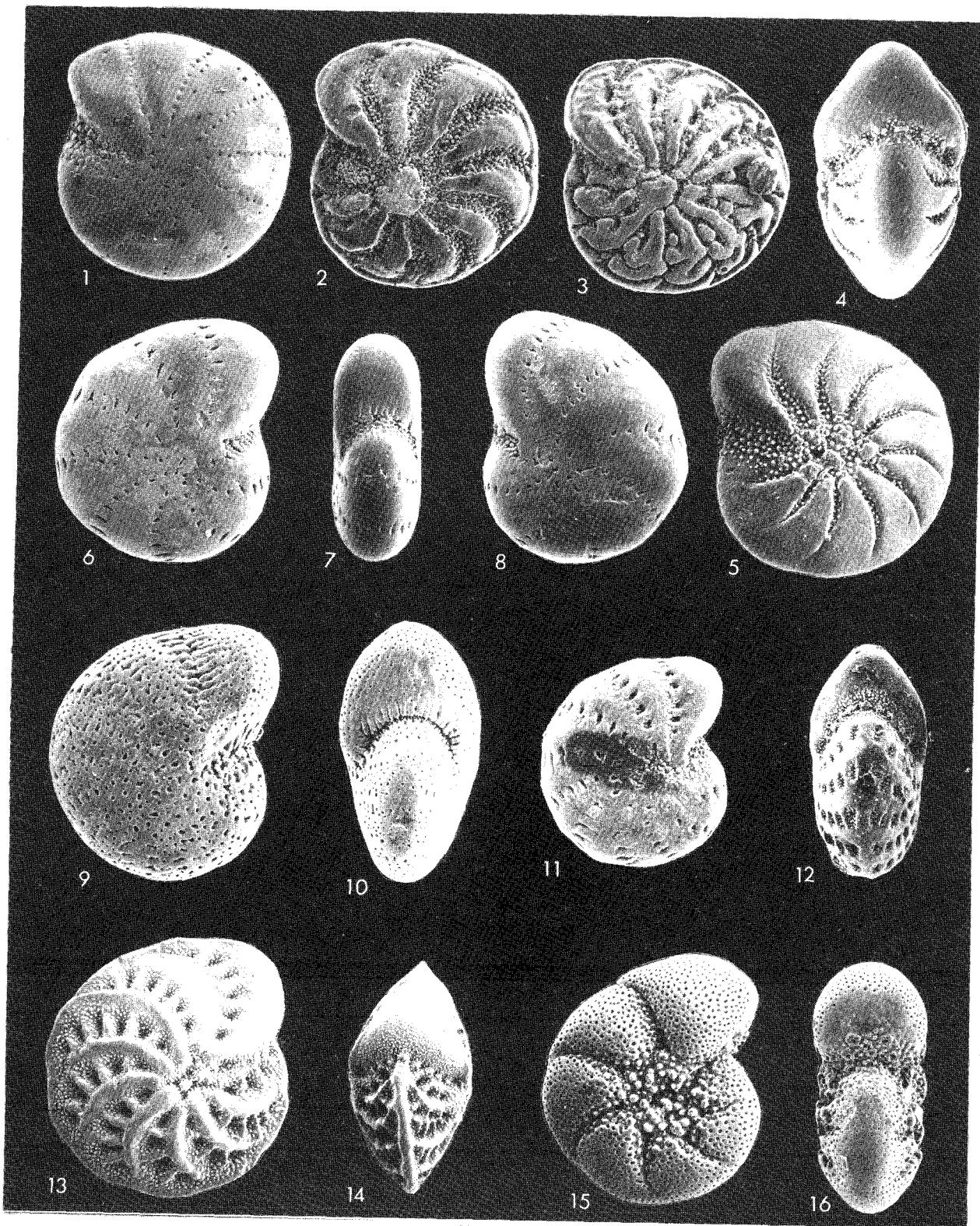


PLANCHE 2

- Fig. 1. - *Cribrononion falunicum* (ALLIX) - Thenay - $\times 80$;
 Fig. 2. - *Cribrononion dollfusi* (CUSHM.) - Thenay - $\times 110$;
 Fig. 3. - *Cribrononion vineauxi* (CARALP et JULIUS) - Thenay - $\times 80$;
 Fig. 4 et 5. - *Protelphidium* sp. - Thenay - $\times 170$;
 Fig. 6 à 8. - *Cribroelphidium nudum* n. sp. - Thenay - $\times 130$;
 Fig. 9 et 10. - *Elphidiella* sp. - Thenay, membre supérieur - $\times 160$;
 Fig. 11 et 12. - *Elphidium* cf. *hauerinum* (d'ORB.) - Thenay - $\times 110$;
 Fig. 13 et 14. - *Elphidium* cf. *nigarensse* (CUSHM.) - Thenay - $\times 140$;
 Fig. 15 et 16. - *Porosononion granosum* (d'ORB.) - Thenay - $\times 160$.

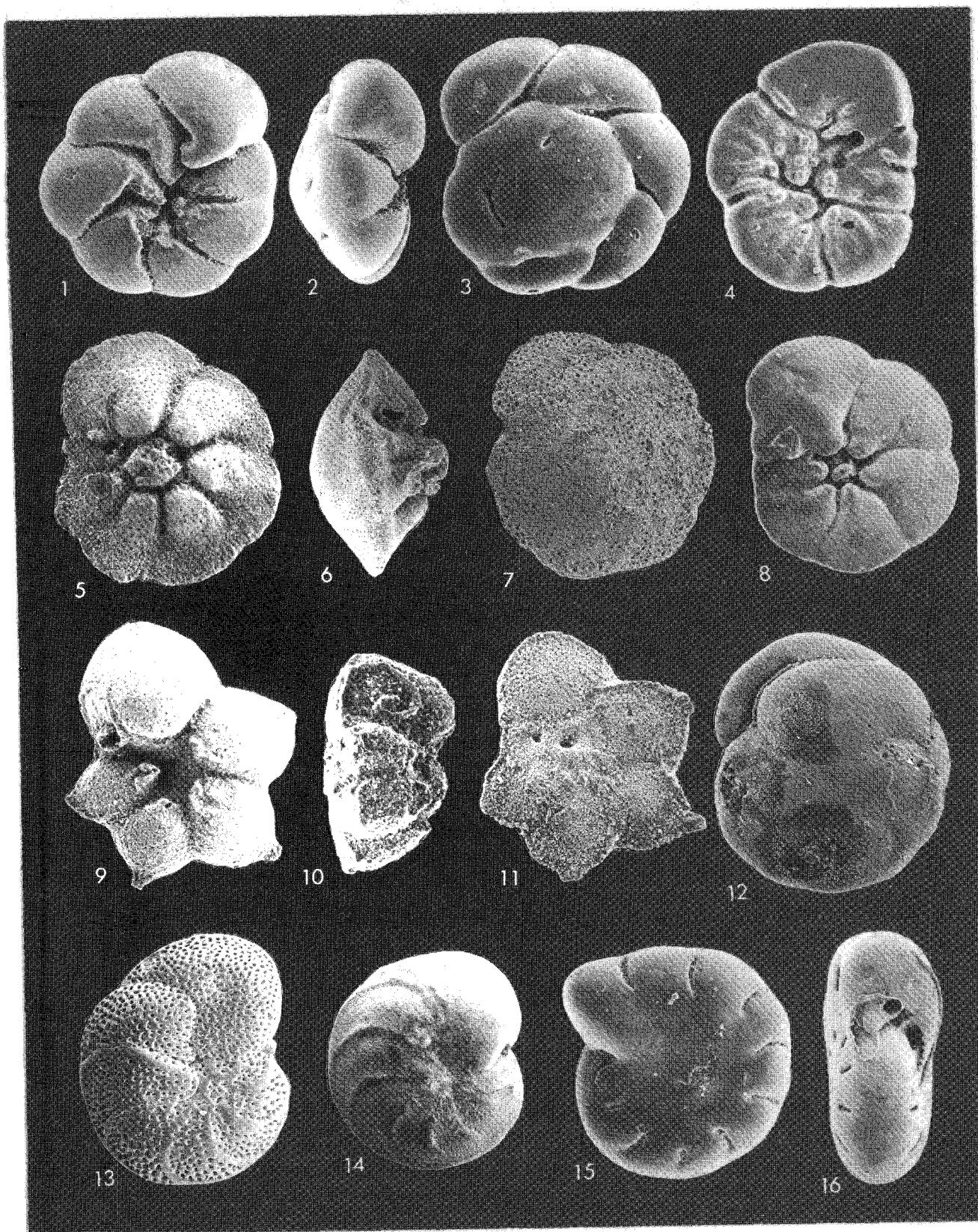


PLANCHE 3

Fig. 1 à 3. - *Pseudoeponides pseudotepidus miocenicus* n. ssp. - Thenay - $\times 130$; Fig. 4. - *Discorbitura* sp. 1 - Thenay - $\times 250$; Fig. 5 à 7. - *Pararotalia serrata* (ten DAM et REINH.) - forme non épineuse - non spinose form - Thenay - $\times 130$; Fig. 8. - *Discorbitura* sp. 2 - Thenay - $\times 190$; Fig. 9 à 11. - *Pararotalia umbilicatula* n. sp. - Thenay, membre inférieur - $\times 220$; Fig. 12. - *Cassidulina* aff. *caribeanus* REDMOND - Thenay - $\times 210$; Fig. 13. - *Hanzawaia* sp. - Thenay, membre inférieur - $\times 95$; Fig. 14. - *Hanzawaia nitidula* (BANDY) - Thenay - $\times 100$; Fig. 15 et 16. - *Monspeliensis vulpesii* GLAÇON et LYS - Thenay - $\times 125$.

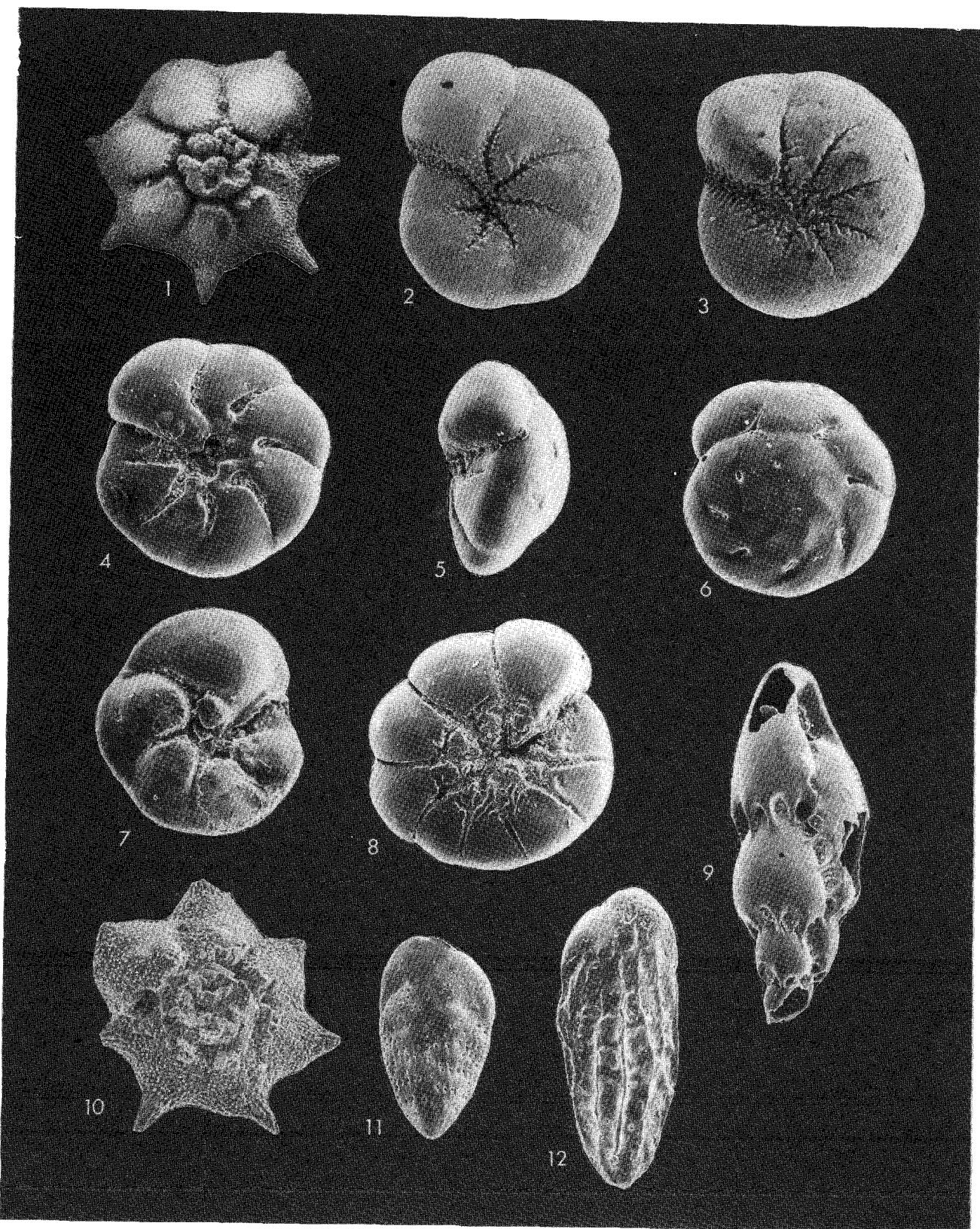


PLANCHE 4

Fig. 1. - *Pararotalia serrata* (ten DAM et REINH.) - forme épineuse - spinose form - Doué-la-Fontaine - $\times 80$; Fig. 2. - *Aubignyna mariei praemariei* n. ssp. - Thenay, membre supérieur - $\times 160$; Fig. 3. - *Aubignyna mariei mariei* MARG. - Saint-Jean-la-Poterie - $\times 180$; Fig. 4 à 6. - *Pseudoeponides pseudotepidus pseudotepidus* (VAN VOORTH.) - La Sautré - $\times 110$. ; Fig. 7. - *Rosalina* aff. *subglobosa* CUSHM. - Treffégan - $\times 200$; Fig. 8. - *Ammonia limbata beccarii* (MAC LEAN) - La Sautré - $\times 60$; Fig. 9. - *Virgulinella fragilis* GRINDELL et COLLEN - Treffégan - $\times 170$; Fig. 10. - *Pararotalia serrata* (ten DAM et REINH.) - forme épineuse - spinose form - Saint-Jean-la-Poterie - $\times 140$; Fig. 11. - *Bolivina compacta* SIDEB. - La Sautré - $\times 110$; Fig. 12. - *Bolivina Laffithei* MARG. - La Sautré - $\times 130$.