

Le Miocène et le Redonien d'Anjou (Maine-et-Loire) Étude sédimentologique et paléontologique de sondages à Genneteil, Sceaux-d'Anjou et Freigné

S. COURBOULEIX (1), P. BREBION (2), E. BUGÉ (2), C. CHAIX (4), B. COLLEUIL (3),
J. ESTEOULE-CHOUX (5), G. FARJANEL (1), M. GRUET (6), A. LAURIAT-RAGE (2),
O. LIMASSET (7), J.-P. MARGEREL (8), G. MOGUEDET (3), D. POUIT (9) et N. TRAUTH (10)

Mots-clés : Miocène, Pliocène, Redonien, Sédimentologie, Analyse pollinique, Faune foraminifère, Faune coralliaire, Faune bryzoaire, Faune pélicypode, Faune gastropode, Faune poisson.
Maine-et-Loire.

Résumé

Six sondages réalisés en Maine-et-Loire permettent de mieux caractériser les dépôts désignés comme « redoniens ».

Le sondage de « La Beurelière », près de Noyant, est différent puisqu'il montre des faluns (faciès pontilévien). Les faunes indiquent un âge miocène moyen à supérieur, où se joignent des remaniements de vertébrés terrestres du Miocène moyen (MN3 - MN4).

Les cinq autres sondages montrent une succession lithologique semblable : sur un socle altéré reposent des « argiles noires » fossilifères (6,5 à > 25 m), surmontées par des « sables rouges » (3 à 13 m).

Les faunes contenues dans ces argiles et à la base des sables, indiquent un climat chaud à tempéré chaud, d'âge pliocène. Les foraminifères permettent d'y différencier deux biozones. Plus précise, la palynologie rapporte ces couches au Reuvérien final et à la base du Prétiglien, ce qui correspond au premier coup de froid annonçant le Quaternaire.

Abstract

The deposits referred to as « Redonian » are better characterised on the results of six boreholes drilled in the Maine-et-Loire Department.

The « Beurelière » borehole, near Noyant, differs from the rest as it shows shelly sands (Pontilevian facies). The faunas suggest a Middle to Late Miocene age with associated reworked continental vertebrates of Middle Miocene age (MN3-MN4).

The five other boreholes reveal an identical lithological sequence with a 6.5 to 25m layer of fossiliferous « black clay » on a weathered basement, overlain by 3 to 13m of « red sand ». The faunas in the clays and at the base of the sand, suggest a warm to warm temperate Pliocene climate. The foraminifera enable two biozones to be identified. Palynology attributes these beds more accurately to the late Reuverian and the early Pretiglian, corresponding to the first cold period announcing the Quaternary.

(1) BRGM, Département Géologie. BP 6009, 45060 Orléans Cedex.

(2) Institut de Paléontologie, MNHN et UA 12 du CNRS, 8, rue de Buffon, 75005 Paris.

(3) Laboratoire, Faculté des Sciences, 2, bd Lavoisier, 49045 Angers.

(4) Institut de Paléontologie MNHN, 8, rue de Buffon, 75005 Paris.

(5) Université de Rennes, Institut de Géologie, Avenue du Général-Leclerc, Campus de Beaulieu, 35042 Rennes Cedex.

(6) 86, rue Frémur, 49000 Angers.

(7) BRGM, Service géologie régional Pays-de-Loire, 10, rue Henri-Picherit, 44300 Nantes.

(8) Laboratoire de Biogéologie et de Biostratigraphie, U.F.R., Sciences Université de Nantes, 2, rue de la Houssinière, 44072 Nantes Cedex 03.

(9) 38 bis, rue des Fours-à-Chaux, 49100 Angers.

(10) Institut de Géologie, Bât. 504, Faculté des Sciences, 91405 Orsay Cedex

1. Introduction

En vue de l'étude du Pliocène de l'ouest de la France, le BRGM a effectué en 1985 une première campagne de 25 sondages à la tarière autoportée.

Les sites ont été choisis avec l'aide des géologues régionaux et le matériel récolté réparti entre plusieurs spécialistes désireux de comparer leurs recherches et de tenter des corrélations entre méthodes.

Les résultats, fortement pluridisciplinaires, sont regroupés en trois ensembles régionaux : Vendée, Pays Nantais, Maine-et-Loire et publiés dans ce bulletin.

En Maine-et-Loire dont il est question ici, six sondages ont été choisis pour former une transversale E-W à travers l'Anjou (fig. 1).

2. Localisation, contexte géologique des sondages

Le plus oriental de ces sondages (La Beurelière) est implanté au Nord-Ouest de Noyant. Les autres, plus occidentaux s'échelonnent depuis l'est du Lion d'Angers (La Sautré), jusqu'aux environs de Candé (L'Épinay, La Bouillonnaie, La Pugle) et de Freigné (La Chênelière) (tabl. 1).

Cinq de ces sondages montrent une bonne homogénéité de faciès et d'évolution, ils seront donc traités ensemble. Seul, le site de la Beurelière est très différent ; il sera donc traité séparément.

2.1. La Beurelière

Ce sondage est implanté à 6 km au NW de Noyant, le long de la D 79, qui relie Auverse à Chigné, au lieu-dit La Beurelière.

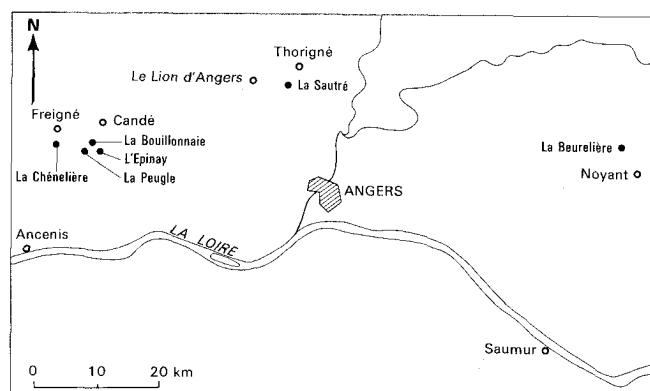


Fig. 1. - Localisation des sondages.

Ce gisement qui appartient au « bassin » de Noyant-Savigné-sur-Lathan, est connu depuis que Bardin (1881) et Couffon (1907) y ont décrit des faluns de type pontilévien, c'est-à-dire correspondant à un milieu de plage et/ou de mer chaude très peu profonde.

Les carrières étudiées au début du siècle ont disparu, mais la mise en culture des champs permet de voir une grande abondance de coquilles plus ou moins roulées, accompagnées de sables quartzeux et de graviers. C'est dans ce faciès qu'ont également été récoltés des restes de vertébrés.

Le sondage effectué à proximité immédiate de la ferme s'est arrêté à 29 m sur des calcaires beiges après avoir traversé une série argilo-détritique d'origine lacustre ou lagunaire. Le long de ce profil, les faluns de surface ne dépassent pas 2 m d'épaisseur.

2.2. La Sautré

A mi-chemin entre Thorigné et Sceaux-d'Anjou, le long de la D 74, se trouve le lieu-dit La Sautré, voisin immédiat du site de Bois Richard où un puits échantillonné par le Docteur Gruet a montré une quinzaine de mètres d'argiles sombres à coquilles de Nassa et autres faunes typiquement redoniennes. Le sondage effectué à quelques centaines de mètres au sud de ce puits a traversé les mêmes couches sur 15 m.

2.3. Sondages de la région de Candé

L'exploitation d'argiles pour briquetteries à 4 km au sud de Candé a incité l'implantation de trois sondages dans les carrières proches des lieux-dits l'Épinay et La Bouillonnaie, puis à La Pugle près du carrefour entre la N 23 bis et la D 185. Ces argiles sont recouvertes par des « sables rouges » peu épais, et qui n'apparaissent pas dans les coupes de l'Épinay et de La Pugle, ceux-ci ayant été enlevés pour l'exploitation.

2.4. La Chênelière

Toujours dans la région de Candé, au sud de Freigné, sur la D 183 se trouve le lieu-dit La Chênelière. Le sondage a été implanté vers le ruisseau, près du gazoduc souterrain. Il s'est arrêté dans les marnes à 40 m de profondeur sans atteindre le socle. Le site a été choisi sur la foi d'un ancien sondage (421-8-1) qui aurait traversé 13 m de sables rouges et 17 m d'argiles attribuées par G. Lecoindre au « Redonien ».

Nom forage	Commune (49)	N° code Minier	X	Y	Z	Prof.
La Beurelière	Genneteil	425-5-21	430,15	286,75	84 m	29 m
La Sautré	Sceaux d'Anjou	423-1-19	376,73	297,06	62 m	15 m
L'Épinay	Freigné	422-5-29	345,07	285,97	46 m	10 m
La Bouillonnaie	Freigné	422-5-28	344,65	286,25	47 m	15 m
La Pugle	Freigné	422-5-30	342,75	286,58	39 m	13 m
La Chênelière	Freigné	421-8-4	340,93	287,38	44 m	38 m

Tabl. 1. - Situation et numérotation des sondages.

3. Étude descriptive du sondage de la Beurelière

3.1. Sédimentologie (B. Colleuil, G. Moguedet)

A La Beurelière, le remplissage sédimentaire est caractérisé par quatre fractions (fig. 2 et 3).

Les lutites

Elles constituent au moins 50 % du sédiment, sauf à la partie supérieure entre 0 et 3 m, et à la base entre 28,5 et 29 m. Elles représentent la quasi-totalité du sédiment vers 6 m ainsi qu'entre 12,50 et 13 m, et contiennent entre 25 et 30 % de carbonates entre 0 et 13 m sauf à 6 m où ils n'atteignent pas 3 %.

Les sables fins

Ils sont essentiellement quartzeux et peuvent être divisés en deux ensembles distincts superposés.

On trouve le premier ensemble dans la partie inférieure de la carotte entre 29 et 13 m où il constitue 10 à 20 % du sédiment total sauf à 25,5 m où il atteint 40 %. Ce sont des petits quartz non-usés à émoussés-luisants, ayant un mode à 50 μm , ou à 125 μm lorsque le taux d'émoussés-luisants est important.

Entre 13 m et 3 m apparaît un second ensemble, qui ne dépasse jamais 10 % du sédiment total sauf à 3 m où il atteint 20 %. Il est formé de quartz aciculaires, semblables à ceux qui existent dans les bassins néogènes de la région de Candé. Ces quartz sont particulièrement bien triés et ont un mode compris entre 50 et 80 μm .

Les sables fins, qui n'existent pas à la partie supérieure de la carotte entre 0 et 3 m, résultent sans conteste d'un dépôt de décantation.

Les sables grossiers

Ils sont formés de quartz très roulés et de bioclastes et disparaissent pratiquement au-delà de 4 m de profondeur. Dans la zone où sables fins et grossiers coexistent la courbe granulométrique présente un palier très net entre les fractions, les seconds ne correspondent pas à un dépôt par décantation.

Les rudites

Elles sont constituées entre 11 et 29 m par des lithoclastes calcaires peu ou pas usés, associés parfois à des débris d'huîtres.

Entre 3,20 et 13 m, la fraction graveleuse, plus ou moins importante, est formée de granules calcaires blancs très arrondis.

A la partie supérieure de la carotte, apparaissent à nouveau des lithoclastes de grès, de calcaires coquilliers ou non, de calcaires sableux associés à des bioclastes où les huîtres sont nombreuses.

Les rudites, dont les proportions varient de façon importante, peuvent atteindre jusqu'à 50 % de la fraction totale du sédiment.

3.1.1. Conditions de mise en place

Dans le bassin de La Beurelière, on distingue quatre phases de remplissage (fig. 3).

Au-dessus du calcaire (a), la base de la série (b), entre 29 et 13 m, est caractérisée par un dépôt par décantation, en milieu calme et relativement profond, de lutites et sables fins constitués par des quartz non usés et émoussés et luisants. Périodiquement, des apports grossiers de lithoclastes et bioclastes, vraisemblablement remaniés de substratum, arrivent dans le bassin, dont les bords ont une pente relativement importante. Les rudites, qu'elles aient été apportées par des tributaires sans doute modestes, ou qu'elles proviennent par érosion des alentours immédiats, ont roulé sur la pente pour se mêler, au fond du bassin, aux éléments fins décantés. Les sables grossiers, pratiquement inexistant, ont pu quant à eux se sédimenter en haut de pente.

Une seconde phase (c) intervient entre 13 et 3,5 m. Les sables grossiers sont toujours absents, mais le faciès des sables fins n'est plus le même. Ceux-ci sont formés de quartz aciculaires et l'origine du matériel paraît donc être différente. Les rudites ont également changé puisqu'ici, elles sont constituées de granules calcaires blancs arrondis. Elles pourraient correspondre au remaniement d'un matériau différent de celui rencontré à plus grande profondeur, et qui aurait été émoussé. Il pourrait s'agir également de concrétions d'origine diagénétique. Entre 5 et 6 m apparaît un niveau oxydé riche en lutites où les granules carbonatés semblent avoir été en grande partie éliminés, puisqu'il n'en reste que des squelettes. L'analyse des carbonates des argiles montre d'ailleurs qu'à ce niveau il y en a moins de 3 %.

La troisième phase de remplissage (d), entre 3,5 et 2 m, est caractérisée par un apport moins important en lutites, par l'absence de sables fins, et l'existence d'une fraction biosilicoclastique grossière, accompagnée de lithoclastes de nature variée. Ce changement peut être lié à une variation dans la nature des apports, ou à une modification de la compétence de l'agent de transport ou correspondre plus simplement à la fin de la période de comblement.

La toute dernière phase (e) enfin, entre 2 m de profondeur et la surface correspond à un sédiment particulièrement bien trié (falun), dont le faciès marin marqué, traduit l'arrivée d'une transgression.

3.1.2. Étude des minéraux argileux (J. Esteoule-Choux, N. Trauth)

Dans les 30 m de sédiments traversés à La Beurelière, la recherche des minéraux argileux a porté sur

14 échantillons : un appartenant aux calcaires de la base du sondage, un provenant des faluns helvétiques et les 12 autres prélevés dans les argiles paléogènes.

Dans les calcaires de la base, aussi bien que dans les faluns, c'est une smectite qui constitue la traction fine. Pour les argiles paléogènes, c'est encore une smectite qui caractérise huit des échantillons tandis que la

palygorskite est le seul constituant de l'échantillon 31 (19 m au sommet), qu'elle se trouve en quantité égale à celle de la smectite dans l'échantillon 29 (17 m) et qu'elle apparaît en très faible quantité à côté de la smectite dans les argiles 34 (21 m) et 36 (22 m).

Des traces d'argiles micacées ainsi que d'interstratifiés mica-smectite se rencontrent dans certains niveaux.

L'inventaire des minéraux argileux de ce sondage vient s'ajouter à ce que l'on sait déjà de ceux du Paléogène et de l'Helvétien d'autres régions. La palygorskite a été identifiée dans de nombreux gisements paléogènes du Massif armoricain (Estéoule-Choux, 1967) et son apparition au sein de dépôts à smectite a été reconnue dans l'Oligocène de Quessoy (Estéoule-Choux, 1984). Le gisement de La Beurelière situé sur la bordure secondaire du Massif armoricain présente les mêmes caractéristiques et marque ainsi un jalon entre ceux du Massif armoricain et du bassin de Paris.

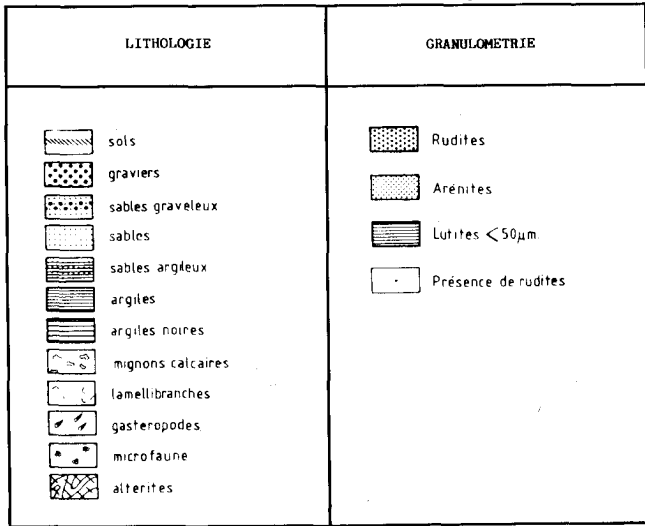


Fig. 2. - Légende des coupes et des diagrammes sédimentologiques.

3.2. Étude biostratigraphique

3.2.1. Palynologie (G. Farjanel)

Vingt échantillons prélevés dans les argiles beiges, vertes et noires se sont révélés aphytiques.

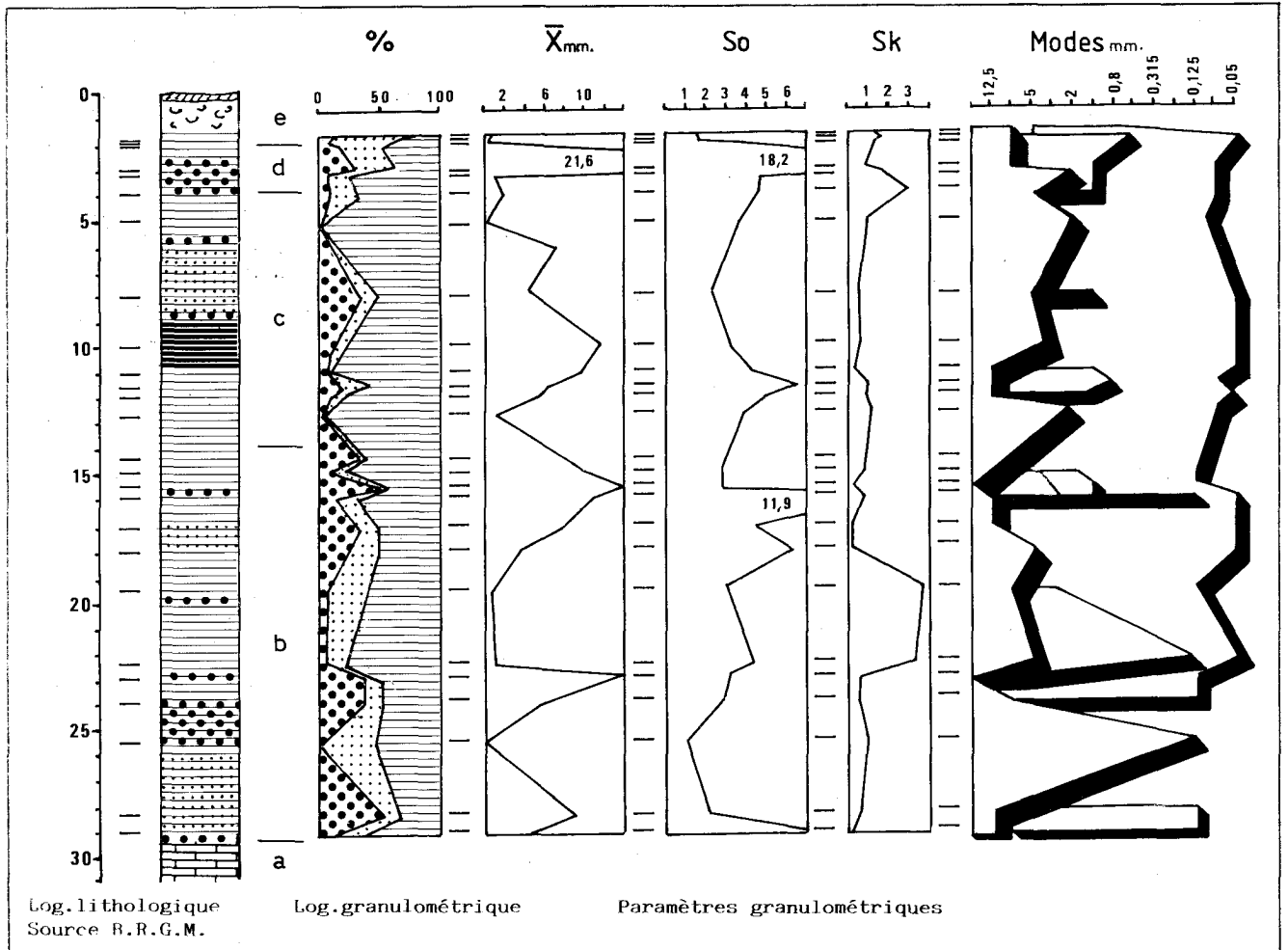


Fig. 3. - Sédimentologie du sondage de La Beurelière.

3.2.2. Foraminifères (J.-P. Margerel)

Quelques tests très usés de foraminifères ont été trouvés dans la couche coquillière du sommet. La seule espèce qui a pu être déterminée est *Cribronionion falunicum* (ALLEIX). Elle est connue au Langhien et Serravalien (?) en Touraine et Blésois.

3.2.3. Madréporaires (C. Chaix)

Le sondage de La Beurelière a fourni trois espèces dont une à l'état de fragment indéterminable spécifiquement. Parmi ces trois formes, aucune n'est récifale (à l'inverse du gisement classique tout proche, où les formes récifales coexistent avec les espèces solitaires) et toutes ont vécu de l'« Helvétien » *s.l.* au Pliocène. Les madréporaires ne peuvent donc dater précisément ce sondage. Les trois espèces vivaient en milieu infralittoral

(20 à 60 m environ) à une température comprise entre 12 et 25 °C (voir tabl. 4).

3.2.4. Bryozoaires (E. Buge)

Tous les gisements étudiés seraient à rapporter au Pliocène inférieur, sauf celui de La Beurelière qui aurait le caractère le plus ancien (Miocène supérieur) (voir tabl. 5).

3.2.5. Bivalves (A. Lauriat-Rage)

De ce sondage ont été extraits dix-neuf taxons dont quatorze espèces et sous-espèces déterminées ; six sont éteintes aujourd'hui et cinq caractérisent les faluns de Touraine et d'Anjou (Miocène moyen) ; sur les huit espèces restantes, toutes sans signification stratigraphique intéressante (Miocène-Actuel), quatre ne vivent

N° échantillons	4	5	11	16
Profondeur	2,50 m	5,00 m	6,50 m	9,50 m
TAXONS EXPRIMÉS EN %				
<i>Pinus</i> type <i>diploxylon</i>	85,7	76,9	74,6	66,7
<i>Pinus</i> type <i>haploxylon</i>	+	1,8	2,1	+
<i>Abies</i>	1,2	2,9	1,6	1,5
<i>Picea</i>	2,9	3	1,6	1,3
<i>Tsuga</i>	+	1,3	1	1,1
Taxodiaceae	+	+	+	1,6
<i>Sciadopitys</i>		1,2	1,2	+
<i>Eucommia</i>			+	
<i>Symplocos</i>		+		+
<i>Engelhardtia</i>	+	+	+	+
<i>Liquidambar</i>	+	+	+	+
<i>Carya</i>	+	+	1	1,8
<i>Pterocarya</i>			+	
<i>Myrica</i>	+			
TAXONS A "AFFINITE TERTIAIRE"				
<i>Carpinus</i>	+	1,8	2,5	3
<i>Quercus</i>		+	+	+
<i>Fagus</i>	+	+	1,4	2,8
<i>Alnus</i>	+	+	+	+
<i>Betula</i>	1,9	+	+	1,1
<i>Ulmus</i>	+	+	+	+
<i>Corylus</i>			+	
<i>Juglans</i>		+		
<i>Tilia</i>			+	
<i>Ilex</i>	+	+	+	+
<i>Salix</i>		+		+
Caprifoliaceae		+	+	+
Ericaceae	+	1,5	1,2	1,3
Chenopodiaceae	3,2	2,4	5,7	10
<i>Armeria</i>	+	+	+	+
Compositae Liguliflorae		+		+
Compositae Tubuliflorae		+		+
Gramineae	+		+	
Umbelliferae		+		
Geraniaceae		+		
Cupressaceae		+	1,9	2,7
Cyperaceae				+
Nymphaeaceae			+	
<i>Typha</i>		+		
<i>Laevigatopsorites haardtii</i>	+	+	+	+
<i>Verrucatosporites favus</i>	+	+		+
Polypodiaceae	+	+		+
Sphagnaceae	+		+	+
Osmundaceae	+	+	+	+
Lycopodiaceae		+	+	+
Phytoplankton marin	0	0	+	+
Remaniement	Mésozoïque	Mésozoïque	Mésozoïque	
		paléozoïque		

Tabl. 2. - Répartition des taxons polliniques dans le sondage de La Pugle.

NOMS DES ESPECES	La CHENELIERE				La POULE				La BOUILLE				La SAUTRE			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Textularia conica</i>																
<i>Textularia aff. transversaria</i>																
<i>Planostoma</i> sp.																
<i>Siphonotextularia</i> sp.																
<i>Caudryina rhodiensis</i>																
<i>Caudryina</i> sp.																
<i>Clavulina</i> sp.																
<i>Cylogyga involvens</i>																
<i>Spiroloculina depressa</i>																
<i>Spiroloculina disparilis</i>																
<i>Quinqueloculina haidingeri</i>																
<i>Quinqueloculina beccanensis</i>																
<i>Quinqueloculina longicetra</i>																
<i>Quinqueloculina rhodiensis</i>																
<i>Quinqueloculina schumbergeri</i>																
<i>Quinqueloculina seminula</i>																
<i>Quinqueloculina stelligera</i>																
<i>Quinqueloculina triangularis</i>																
<i>Quinqueloculina</i> sp.																
<i>Pyrgo elongata</i>																
<i>Sigmulina miosenica</i>																
<i>Sigmulina undulata</i>																
<i>Heterulina ?</i> sp.																
<i>Triloculina laevigata</i>																
<i>Triloculina trigonula</i>																
<i>Wilkinsonella subrotunda</i>																
<i>Biloculinella globula</i>																
<i>Nodosaria proxima</i>																
<i>Nodosaria pyrula</i>																
<i>Lagena clavata</i>																
<i>Lagena laevis</i>																
<i>Lagena semistriata</i>																
<i>Lagena striata</i>																
<i>Lenticulina clerioti</i>																
<i>Lenticulina</i> sp.																
<i>Polymorphina fissurata</i>																
<i>Polymorphina frondiformis</i>																
<i>Globulina gibba</i> vars.																
<i>Globulina inaequalis</i>																
<i>Guttulina prolixa</i>																
<i>Guttulina</i> sp.																
<i>Pseupolymorphina variata</i>																
<i>Sigmomorphina semitacta</i>																
<i>Sigmomorphina</i>																
<i>Sigmomorphina undulata</i>																
<i>Sigmomorphina williamseni</i>																
<i>Gulina globosa</i>																
<i>Gulina</i> sp.																
<i>Fissurina amoenens</i>																
<i>Fissurina compta</i>																
<i>Fissurina aff. crumenata</i>																
<i>Fissurina fasciata</i>																
<i>Fissurina foraminata</i>																
<i>Fissurina lagenoides</i>																
<i>robusta</i>																
<i>Fissurina lateralis</i>																
<i>Fissurina laevigata</i>																
<i>Fissurina lucida</i>																
<i>Fissurina milleti</i>																
<i>Fissurina orbignyana</i>																
<i>lacunata</i>																
<i>Fissurina pseudorbignyana</i>																
<i>Fissurina sequensae</i>																
<i>Fissurina silvestrii</i>																
<i>Fissurina timmseni</i>																
<i>Bolivina</i> sp.																
<i>Bolivina conopsea</i>																
<i>Bolivina gibbera</i>																
<i>Bolivina laffittei</i>																
<i>Bolivina pseudoplicata</i>																
<i>Bolivina operculata</i>																
<i>Bolivina variabilis</i>																
<i>Bolivina</i> sp.																
<i>Angulogerina angulosa</i>																
<i>Angulogerina Hughesi</i>																
<i>Trifarina huxleyi</i>																
<i>Bulimina elongata</i>																
<i>Buccella nuda</i>																
<i>Discorbina cushmani</i>																
<i>Discorbina</i> sp.																
<i>Epistominella irregularis</i>																
<i>Neocorbina caveti</i>																
<i>Neocorbina</i> sp.																
<i>Rosalina globularis</i>																
<i>Rosalina granulosa</i>																
<i>Rosalina nitida</i>																
<i>Rosalina aff. subglobosa</i>																
<i>Coneris auriculata</i>																
<i>Coneris sagrei</i>																
<i>Glabratella patelliformis</i>																
<i>Glabratella sidebotomi</i>																
<i>Glabratella</i> spp.																
<i>Herminium linguata</i>																
<i>Asteriporina nitida</i>																
<i>Pseudoponides pseudotepidus</i>																
<i>pseudotepidus</i>																
<i>Spirillina vivipara</i>																
<i>Fatellina corrugata</i>																
<i>Rotalia frederica</i>																
<i>Ammonia beccarii</i>																
<i>Ammonia limbatobeccarii</i>																
<i>Elphidium aculeatum</i>																
<i>Elphidium crispum</i>																
<i>Elphidium laminatum</i>																
<i>Elphidium macellum</i>																
<i>Elphidium pseudolensei</i>																
<i>Elphidium aff. puberulum</i>																
<i>Elphidium</i> sp.																
<i>Cibicides occidentalis</i>																
<i>Cibicides</i> sp.																
<i>Protelphidium</i> sp.																
<i>Subignya mariei mariei</i>																
<i>Eponides macroporus</i>																
<i>Cibicides cokeri</i>																
<i>Limbatoceras</i>																
<i>Cibicides lobatulus</i>																
<i>Planorbulina mediterranea</i>																
<i>Planorbulina</i> sp.																
<i>Caucasina</i> sp.																
<i>Vergulina schreibersiana</i>																
<i>Sigmastrophina testacea</i>																
<i>Loxostoma ncolae</i>																
<i>Loxostoma sinuatum</i>																
<i>Cassidulina varibea</i>																
<i>Ehrlichbergina aliantina</i>																
<i>Nonion beccanum</i>																
<i>Nonion crasseosuturatus</i>																
<i>Nonion pauperatum</i>																
<i>Astrononion italicum</i>																
<i>Succinea tuberculata</i>																
<i>Gyrodina longispina</i>																
<i>micocentia</i>																
<i>Anomalina</i> sp.																
<i>Hanzawaia vancouverica</i>																
<i>Hanzawaia nitidula</i>																
<i>Hanzawaia</i> sp.																
<i>Heterolepa frequens</i>																
<i>Lamarckina</i> sp.																
<i>Pararotalia serrata</i>																

Tabl. 3. - Répartition des foraminifères dans les sondages des environs de Thoirgné et de Candé.

Madréporaires des sondages de Maine-et-Loire	La Beurelière — 1,70 m — 1,90 m		La Sautré — 15 m
	<i>Cryptangia woodi</i> E & H	+	
<i>Sphenotrochus milletianus</i> (DEF.)	+	+	+
<i>Dendrophyllia</i> sp.		+	
Indications fournies par les Madréporaires	âge : Helvétien à Pliocène type : atlantique climat : tempéré chaud		âge : Oligocène à Actuel type : atlantique climat : tempéré chaud

Tabl. 4. - Répartition des

Jadis Couffon (1907) l'a citée à la fois à La Beurelière, à Breil-de-Foin (site voisin) et à Reneauleau, et un spécimen entier (les deux valves en connexion et en excellent état de conservation) figure dans les collections du musée d'Angers, avec mention La Beurelière. Couffon distingue nettement cette Astarte d'*Astarte solidula* DESH., reconnue également par lui à Breil-de-Foin, avec laquelle elle est fréquemment confondue. Des réserves sont émises sur l'authenticité de la provenance de cette sous-espèce (Lauriat-Rage, 1981, p. 143 ; 1982, p. 29) et on constate aujourd'hui qu'elle débute bien dans le Miocène de La Beurelière (fragments de charnières provenant du sondage BRGM, juillet 1985). Ailleurs, dans le Miocène, elle reste inconnue. C'est un argument important pour placer La Beurelière au-dessus du Miocène moyen (faciès pontilévien), dans le Miocène supérieur. Ce gisement mériterait d'être étudié à nouveau en détail ; Couffon a retenu soixante espèces, mais nombre de déterminations sont à revoir (synonymies, espèces de Millet non retrouvées).

Il s'agit d'une faune franchement marine, provenant de l'étage infra-littoral, les endobiontes étant plus nombreux que les épibiontes (voir tabl. 6).

3.2.6. Gastéropodes (Ph. Brébion)

La faune de La Beurelière, peu abondante, ne se distingue pas de celle des faluns de Touraine. D'après d'autres récoltes plus anciennes, la faune est légèrement plus récente, mais il n'y a là que de faibles nuances (voir tabl. 7).

3.2.7. Vertébrés (D. Pouit)

Les premiers restes de poissons, ainsi que deux dents de mammifères de La Beurelière en Genneteil (sigle BEUR) ont été récoltés par Couffon avant 1909, date à laquelle l'excavation fut comblée (Couffon, 1907, 1908, 1912). Ils sont conservés au musée paléontologique d'Angers. Les poissons cités par Couffon en 1907, 1908 et par Leriche en 1906 et 1957 sont :

- Odontaspis acutissima* AG.
- Labrodon pavimentatus* GERV.
- Cadus* sp.

De nouvelles fouilles de surface effectuées par nous-mêmes (CNDP) depuis plusieurs années permirent d'enrichir considérablement cette liste et d'y ajouter d'autres mammifères et des reptiles : plastrons et une écaille neurale brisée de tortue *Tryonix* sp. ainsi que des restes de carapaces de tortues testudinoïdes.

Étude systématique des poissons

Sélaciens :

Synodontaspis acutissima (AGASSIZ, 1844)
1 dent déjà connue dès 1906 et 3 autres depuis. C'est un genre à la fois littoral et pélagique.

Hemipristis serra AGASSIZ, 1843
1 seule dent latérale d'un jeune individu.

Pristis cf. *aquitanicus* DELFORTRIE, 1870
1 petite dent rostrale (17 mm) brisée et roulée, assez rare dans les faluns.

BIVALVES	La Beurelière	La Sautré	La Bouillonnaise	La Chénélière
<i>Nucula</i> sp.	-	+	+	-
<i>Nuculana</i> (<i>S.</i>) <i>fragilis</i> (CHEMN)	+	+	+	+
<i>Arca</i> (<i>A.</i>) <i>noae</i> L.	+	+	-	+
<i>Barbatia</i> (<i>B.</i>) <i>barbata</i> (L.)	-	+	-	-
<i>Barbatia</i> sp.	-	+	-	-
<i>Anadara</i> sp.	-	+	-	-
<i>Bathyarca</i> cf. <i>pectunculoides</i> (SCACCHI)	-	+	-	-
<i>Striarca lactea</i> (L.)	+	+	-	-
Arcidae indét.	-	+	-	-
<i>Limopsis</i> (<i>P.</i>) <i>recisa</i> (DEFR.)	-	+	-	-
<i>Limopsis</i> sp.	-	+	+	+
<i>Glycymeris</i> sp.	-	+	-	-
<i>Chlamys</i> (<i>A.</i>) <i>radians</i> (NYST)	?	-	-	-
<i>Chlamys</i> sp.	+	+	+	+
<i>Plicatula</i> sp.	-	+	-	-
<i>Spondylus</i> (<i>S.</i>) <i>gaederopus</i> L.	-	+	-	-
<i>Lima</i> sp.	-	-	+	-
Ostreidae indét.	+	+	-	-
<i>Chama</i> sp.	+	+	-	-
<i>Mysella</i> sp.	-	+	-	+
<i>Glans</i> (<i>C.</i>) <i>aculeata senilis</i> (LMK)	-	+	-	-
<i>Pteromeris</i> (<i>C.</i>) <i>corbis</i> (PHIL.)	+	+	-	-
<i>Cardites monilifera</i> (DUJ.)	+	+	-	-
Carditidae indét.	-	+	+	-
<i>Astarte</i> (<i>A.</i>) <i>omalii scalaris</i> DESH.	+	+	-	-
<i>Astarte</i> (<i>A.</i>) <i>fusca incassata</i> (BROCC.)	-	+	-	-
<i>Digitaria digitaria</i> (L.)	-	-	-	+
<i>Crassatina</i> (<i>C.</i>) <i>concentrica</i> (DUJ.)	+	-	-	-
<i>Plagiocardium papillosum</i> (POLI)	-	+	+	-
Cardiidae indét.	+	-	-	-
<i>Tellina</i> (<i>S.</i>) <i>serrata</i> REN.	-	+	-	-
Tellinidae indét.	-	+	-	-
<i>Venus</i> (<i>V.</i>) <i>casina</i> L.	+	+	-	-
<i>Gouldia</i> (<i>G.</i>) <i>minima</i> (MTG)	+	+	-	-
<i>Pitar</i> (<i>P.</i>) <i>rudis</i> (POLI)	+	+	-	-
<i>Callista</i> (<i>C.</i>) <i>chione</i> (L.)	-	+	-	-
Veneridae indét.	-	+	-	-
<i>Corbula</i> (<i>C.</i>) <i>revoluta</i> (BROCC.)	+	-	-	-
<i>Corbula</i> (<i>V.</i>) <i>gibba gibba</i> (OL.)	?	-	-	-
<i>Lentidium</i> (<i>L.</i>) <i>turonica</i> (COSSM.)	+	-	-	-
Pholadidae indét.	+	-	-	-

Tabl. 6. - Répartition des bivalves dans les sondages des environs de Thorigné et de Candé.

Myliobatis cf. *microrhizus* DELFORTRIE, 1870
3 dents incomplètes, de couronne peu épaisse et arquée.

Rhinoptera cf. *studerii* AGASSIZ, 1838
1 grande dent latérale caractéristique dont la couronne épaisse est plus haute du côté mésial, ainsi qu'une dent médiane brisée.

Aetobatis arcuatus AGASSIZ, 1843
Seule 1 extrémité distale de dent supérieure a été trouvée. C'est un genre tropical.

La fréquence des raies en genres et en spécimens est classique des gisements faluniens du Miocène moyen et supérieur de l'Anjou-Touraine.

Téléostéens :

Labrodon pavimentatum GERVAIS, 1857

1 pharyngien supérieur cité par Leriche en 1906 et non retrouvé.

Sparus auratus LINNE, 1758

2 dents ovales et aplaties : commissurales.

Sparus sp.

4 petites dents isolées ne permettant pas d'affirmer s'il s'agit d'une deuxième espèce.

Tetrodon lecoitrae LERICHE, 1857

1 plaque dentaire, composée de dix lames, caractéristique des faluns langhiens de l'Anjou-Touraine où l'espèce fut décrite en 1957 par Leriche. Elle existe aussi dans les faluns serravalliens de Doué-la-Fontaine.

Tinca sp.

1 dent pharyngienne de cyprinidé avec racine et aréa masticatrice allongée appartient au genre *Tinca*. C'est une forme d'eau douce existant dans les faluns, assez rare, mais par contre elle pourrait provenir de sables continentaux remaniés où elle est alors très commune.

Gadus sp.

Notons la présence d'une otolithe *vide* COUFFON et une autre mal conservée : Coll. D.P. (Dét. Nolf *in verbis*). Restes rares dans les faluns. Ce genre vit dans des eaux subtropicales à froides.

Conclusions

Ce sont des poissons littoraux des mers plus tropicales que subtropicales hormis *Gadus* (POUIT, 1982). Vu la présence des raies, cette ichthyofaune est plutôt caractéristique d'un site d'âge langhien ou serravallien, mais pour le moment le peu d'études nouvelles sur les poissons redoniens ne permet pas de statuer sur un âge précis de ce dépôt. Des études statistiques fines de répartition, dimensions, ... des poissons seraient à entreprendre carrière par carrière et même couche par couche.

En ce qui concerne les mammifères, un fragment d'émail dentaire chagriné, finement strié, caractéristique, atteste la présence de *Brachyodus* sp. (DINEUR et GINSBURG, 1986) *. Ce genre existe de la MN 3 à la MN 4 : Orléanien inférieur à moyen (« Burdigalien inf. à moy. » des anciens auteurs). Il serait donc remanié de ces sédiments continentaux miocènes inférieurs non observés en place. Ce serait alors un nouveau cas de figure de remaniements de sables continentaux par les faluns. L'étude des autres mammifères de ce site apportera certainement plus de précisions.

4. Sondages des environs de Thorigné et Candé

Les sondages occidentaux ont une lithologie semblable : sur un socle paléozoïque fortement altéré, repo-

* N.B. : on peut signaler ici la découverte récente d'une hémimandibule subcomplète de *Brachyodus* dans un site inédit de même type, très proche de « La Beurelière », situé à « La Mercerie ». L'étude de ses nombreux invertébrés et vertébrés, bien conservés, serait intéressante à entreprendre.

sent des « argiles noires » fossilifères (6,5 à > 25 m), surmontés par des « sables rouges » azoïques (3 à 13 m).

L'ensemble des argiles fossilifères débute par un niveau (1 à 2 m) riche en ostracodes, mélobésiés, bryozoaires, milioles, bivalves... d'âge « redonien », souvent roulés, auxquels s'ajoutent des remaniements originaires du Carbonifère, du Cénomaniens et de l'Éocène. Au-dessus, ces argiles restent fossilifères avec souvent une abondance remarquable en spicules de spongiaires. Dans ces argiles, la malacofaune livrée par les sondages de La Sautré (Sceaux-d'Anjou), La Bouillonnaie (Candé), et La Chênelière (Freigné), citées par ordre d'importance faunistique, appartiennent à un même ensemble à caractère chaud à tempéré, indiscutablement redonien. La faune (bryozoaires, bivalves et gastéropodes) indiquent un Redonien de type angevin (Pliocène, sauf pour les gastéropodes rattachés au Miocène supérieur), surtout visible à La Sautré qui est le plus fossilifère.

Par l'étude des foraminifères, il est possible de distinguer dans ces argiles deux biozones superposées ; celle de la base est représentée par de grandes milioles et de grands polymorphinidés caractéristiques du « Redonien » ; celle du sommet indique un changement net des conditions de milieu (température ?) et donne un âge plus récent.

Du point de vue palynologique, ces argiles noires présentent des associations microfloristiques à rapporter au Reuverien final.

Le sondage de La Sautré (près de Thorigné) montre dans sa partie supérieure le passage au Prétigilien. Cet étage pollinique de l'Europe du Nord signe le premier coup de froid plio-quaternaire daté à - 2,3 millions d'années.

4.1. Sédimentologie
(B. Colleuil, G. Moguedet)

L'étude des cinq sondages des environs de Thorigné d'Anjou (La Sautré) et de Candé (L'Épinay, La Bouillonnaie, La Pugie, La Chênelière) montre une grande homogénéité du remplissage sédimentaire. En conséquence, le sondage de La Bouillonnaie, jugé très représentatif, sera analysé d'une manière plus approfondie

4.1.1. La Sautré (fig. 4)

Les deux mètres supérieurs de la série sédimentaire sont représentés par des sables grossiers et des graviers qui forment près de 60 % du sédiment total. Les éléments les plus grossiers sont surtout des débris lithiques de nature schisteuse et des grès de type aliotique. Les sables grossiers et les graviers qui constituent plus de la moitié des arénites et rudites, n'ont pas de mode bien défini et leurs dimensions sont comprises entre 7 et 2 mm. Ce sont des quartz composés à 10 % de grains mats de forme arrondie, de 25 % de grains émoussés à aspect luisant, de 35 % de grains émoussés et mats.

Les autres quartz, très anguleux et rubéfiés, semblent avoir une origine filonienne et être repris du

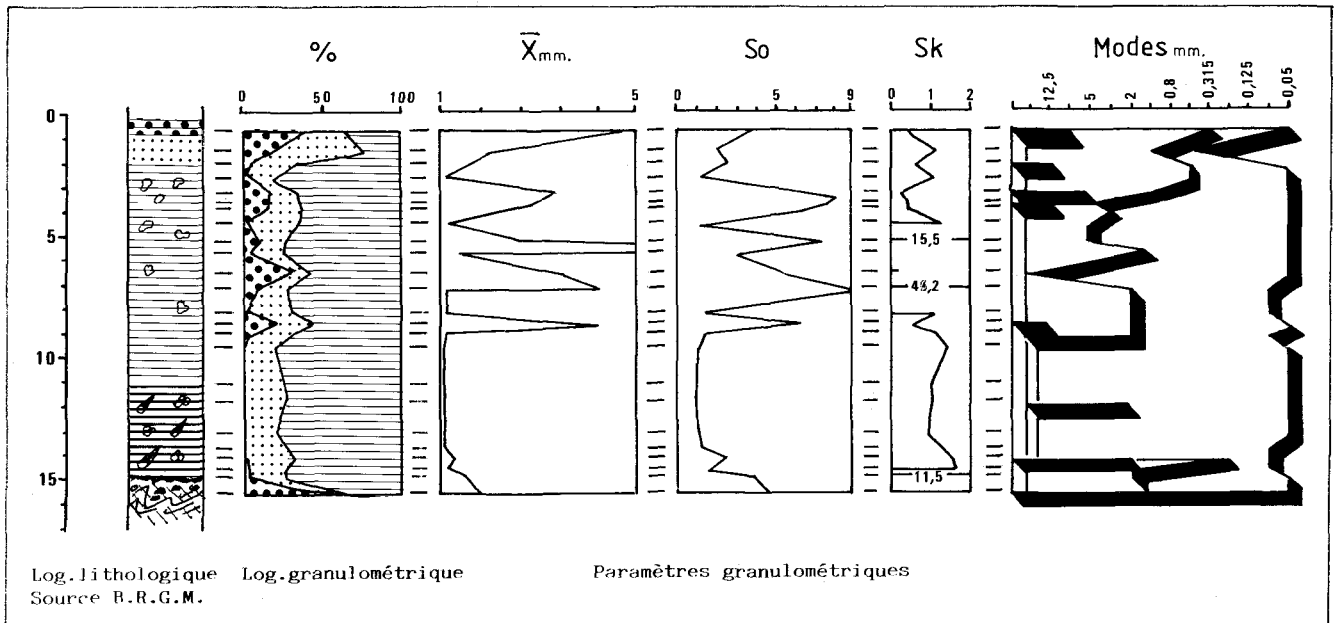


Fig. 4. - Sédimentologie du sondage de La Sautré.

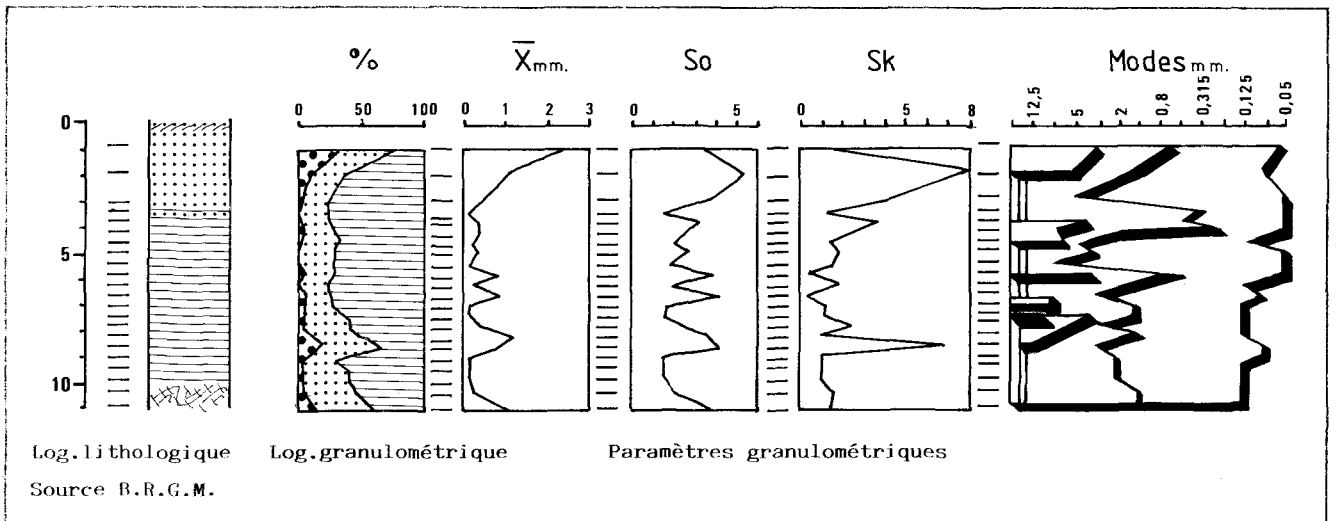


Fig. 5. - Sédimentologie du sondage de L'Épinay.

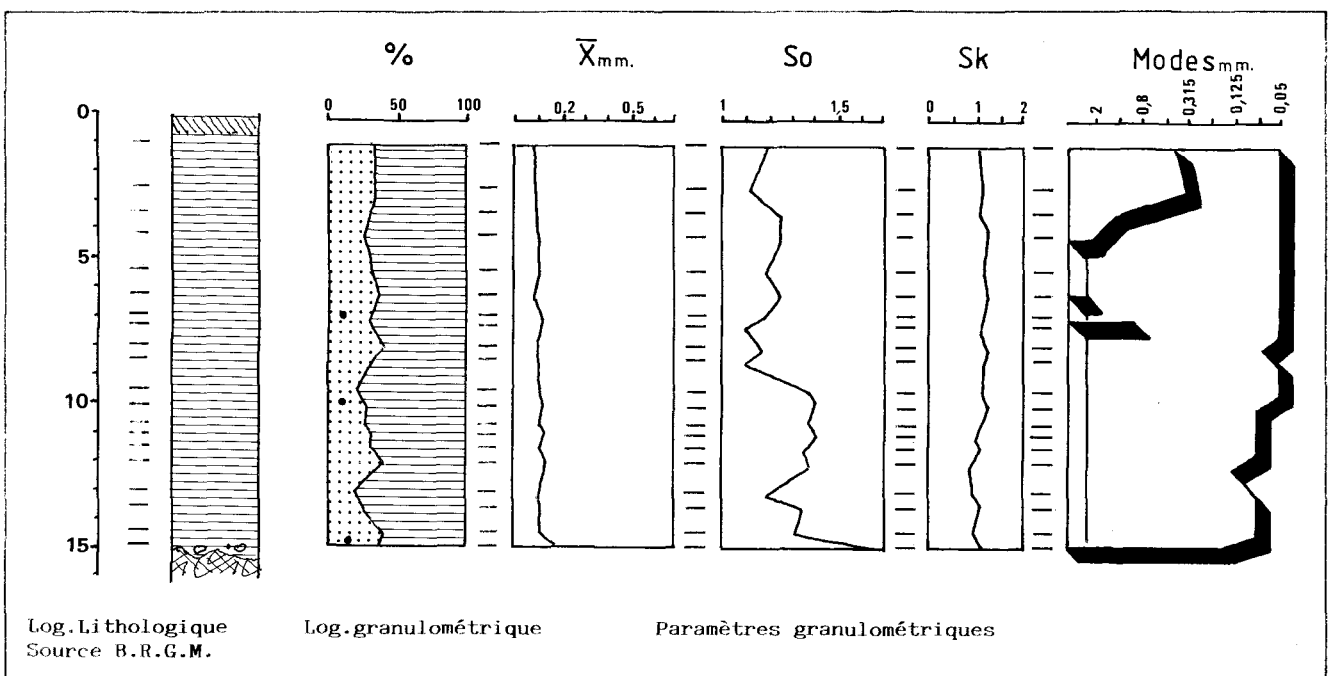


Fig. 6. - Sédimentologie du sondage de La Bouillonnaie.

substratum. Les sables fins, peu abondants ont un mode à 0,05 mm, les quartz anguleux à patine rouille et les micas y abondent. La quantité de sable augmente, jusqu'à 1,50 m au détriment des graviers et de la fraction fine, et les grains ronds-mats disparaissent.

A - 2,50 m, la sédimentation devient beaucoup plus fine mais il reste encore quelque 5 % de quartz grossiers dont le mode est à 0,5 mm. Les arénites sont cette fois-ci représentées à 70 % par les sables quartzeux très fins dont le mode est à 0,05 mm.

C'est à partir de - 3 m que l'on rencontre des concrétions calcaires d'origine diagénétique. Leur proportion variant tout comme leur dimension, ils perturbent par leur présence des paramètres granulométriques qui n'ont plus alors grande signification.

A partir de - 8 m de profondeur, les concrétions disparaissent et on n'observe plus alors qu'un sédiment dont la teneur en lutites dépasse 70 % et dont les arénites sont constituées à plus de 50 % par des sables quartzeux fins riches en micas et associés à une fraction biogène plus ou moins importante, influant sur la valeur du mode principal.

C'est vers - 14 m qu'apparaissent les premiers lithoclastes de nature variée (schistes, quartzites, etc...) annonçant la proximité du substratum.

4.1.2. L'Épinay (fig. 5)

La partie sommitale de la série est ici constituée jusqu'à - 3 m d'un mélange de sables et de graviers avec cette fois-ci des modes respectivement à 0,5 et 3,15 mm.

Les graviers et les sables présentent les mêmes caractéristiques, tels que golfes de corrosion et enduits ferrugineux, comme dans les autres sondages.

Les graviers sont constitués de quartz peu usés à patine ferrugineuse. Quant aux sables grossiers, dont le mode est ici à 0,5 mm, ils sont composés à 55 % de grains émoussés et mats dont le tiers présente une patine rouille, 20 % de grains émoussés à aspect luisant et 5 % de grains mats de forme arrondie. Le reste, environ 20 %, est partagé entre des grains non usés et des petits lithoclastes de schistes micacé.

A partir de - 3 m de profondeur, si les rudites sont encore présentes, elles sont cette fois accompagnées de débris de bivalves. Dès lors, le sédiment est surtout composé de lutites (60 % en moyenne) et d'arénites (30 %).

Il faut toutefois remarquer la présence au sein des sables fins, dont le mode varie entre 0,05 mm et 0,125 mm, en fonction de l'importance des débris coquilliers, d'une proportion notable de malacofaune et de microfaune noircies, indiquant l'influence d'un milieu réducteur. Cette dernière ne se distingue par aucun paramètre granulométrique exceptionnel si ce n'est le fait qu'on observe alors en même temps la présence de grains verts glauconieux, de pyrite et de débris ligneux minéralisés.

Ces mêmes caractéristiques se retrouvent jusqu'à la base du sondage sauf à 8,50 m où il semble y avoir une pollution.

A partir de 10 m de profondeur, les lithoclastes de schiste briovérien abondent dans la fraction supérieure à

2 mm mais, toutefois, accompagnés de quelques graviers de quartz peu usés à enduit ferrugineux.

4.1.3. La Bouillonnaie (fig. 6)

Si l'on excepte la partie tout à fait supérieure et la base du sondage, le remplissage sédimentaire à la Bouillonnaie est très uniforme.

Celui-ci comprend entre 60 et 75 % de fraction inférieure à 0,05 mm, et le refus au tamis de 0,05 mm est constitué à plus de 90 % par un mélange de quartz, de micas et de fraction biogène de nature variée. Les paramètres sédimentologiques, mesurés sur la fraction supérieure à 0,05 mm, montrent que l'on est en présence d'un sédiment particulièrement bien trié puisque son indice de classement (S_0) est compris entre 1,1 et 1,4, et que son coefficient de dissymétrie (Sk) s'écarte peu de la valeur 1. Le grain moyen a un diamètre (\bar{X}) qui varie de 0,08 mm à la partie supérieure de la carotte, à 0,11 mm à la partie inférieure au-dessus du niveau de base contenant des éléments remaniés du substratum. Le mode principal quant à lui passe du tamis 0,05 mm au tamis 0,08 mm au-delà de 10 m de profondeur. Cette augmentation de la valeur du mode n'est due qu'à la présence en quantité plus importante de la fraction biogénique, moins dense que le quartz et donc plus grossière, à la partie inférieure du sondage. Dans ce cas, la teneur en carbonates dépasse 25 % de la fraction supérieure à 0,05 mm, et lorsque, exceptionnellement, à 12 m de profondeur, cette teneur dépasse 40 % le mode est alors situé sur le tamis 0,125 mm.

Après décarbonation, le mode, qui correspond alors aux quartz, micas et spicules de spongiaires siliceux, est exclusivement situé sur le tamis 0,05 mm. Les quartz sont dans leur grande majorité non usés, mais étant donné leur dimension, ce n'est pas significatif.

L'examen des courbes granulométriques montre que le sédiment, tant détritique que biogène, est extrêmement bien trié, que le vecteur des apports, déposés ensuite par décantation, ne peut être que commun. Ceci tendrait donc à prouver que la fraction biogène est ici allochtone.

Outre cette fraction qui constitue donc plus de 90 % du remplissage sédimentaire, on note :

1/ La présence au sommet du sondage d'une population de grains de quartz dont le mode est compris entre 0,5 et 0,8 mm. La plus grande partie d'entre eux sont émoussés et luisants ou mats et ont un fort indice d'arrondi. D'autres plus irréguliers, montrent des marques pédogénétiques très nettes. Ils sont accompagnés de rares grains ronds et mats, ainsi que des débris lithiques également peu nombreux, alors que les bioclastes sont totalement absents.

Cet ensemble, qui est assez typique de la sédimentation détritique des « sables rouges » représente ici moins de 5 % du sédiment.

2/ L'existence entre - 2 et - 10 m de profondeur de granules constitués par des petits éléments faisant partie de la fraction prédominante c'est-à-dire par des petits quartz, des micas et des éléments biogènes, et dont le liant est de nature variable. Il est soit de nature argileuse non carbonatée et de couleur beige-brun entre - 2 et - 3 m, soit carbonaté donnant des granules blancs entre - 3 et - 7 m, soit de nature ferrugineuse donnant des

granules rouille à - 7,20 m. Plus bas et jusqu'à - 10 m, le liant est noir et présente des irradiations caractéristiques d'un milieu réducteur riche en sulfures.

L'abondance de ces granules peut déterminer un mode grossier et leur présence peut être attribuée à des phénomènes diagénétiques liés sans doute au battement d'une nappe aquifère.

3/ L'existence enfin, à la base de la carotte, de débris lithiques de nature schisteuse qui constituent environ 25 % du sédiment. Bien qu'annonçant la proximité du substratum, l'importance de la fraction quartzobiogénique montre que l'on n'a pas encore atteint l'altérite proprement dite.

4.1.4. La Pugle (fig. 7)

Le remplissage sédimentaire à La Pugle est très semblable à celui rencontré à La Bouillonnaie, hormis dans sa partie supérieure où les sables détritiques grossiers sont plus développés. Jusqu'à - 2 m de profondeur, on rencontre en effet une population de quartz dont le mode est à - 0,5 mm et qui constituent 50 % du sédiment. Ils ont un fort indice d'arrondi, et sont émoussés, variant d'un aspect luisant à mat, les quartz filoniens étant ici peu nombreux.

La présence de ces mêmes quartz, à 6 m de profondeur, est vraisemblablement due à une pollution.

Le sédiment entre - 2 m et - 10 m de profondeur contient plus de 80 % de lutites auxquelles sont associés des sables très fins ayant un mode à 0,05 mm. Ils forment plus de 90 % de la fraction sableuse, où prédominent les quartz non-usés, mais où l'on trouve également des micas et des éléments biogènes.

L'existence de concrétions calcaires entre - 2 m et - 6 m de profondeur peut déterminer un mode grossier lorsqu'elles atteignent, comme entre - 2 et - 4 m ; au moins 5 % de la fraction supérieure à 0,05 mm.

A partir de - 11 m et surtout de - 12 m, le sédiment devient un peu plus grossier, puisque le diamètre moyen des grains passe de 0,08 mm à 0,10 mm puis 0,12 mm, ceci étant dû à un accroissement de la fraction biogénique.

Enfin à - 13 m apparaissent des lithoclastes schisteux qui, à - 15 m, atteignent 75 % de la fraction supérieure à 0,05 mm. On est alors dans la zone d'altération du substratum.

4.1.5. La Chênelière (fig. 8)

Ici, la partie sommitale graveleuse est quasiment absente. Elle est remplacée par des arénites où les émoussés luisants majoritaires présentent des golfes de corrosion et des enduits ferrugineux. Ces sables grossiers, monomodaux et bien classés sont représentatifs des trois premiers mètres de la série. Ils ont une teinte orange assez caractéristique.

A partir de - 3 m les courbes granulométriques sont pluri-modales. Ceci s'explique par la présence d'une fraction grossière presque exclusivement composée de lithoclastes de schistes et de grès mélangés à des sables quartzeux identiques aux précédents, des grains verts mais surtout des granules dont les caractéristiques sont

comparables à celles des granules du sondage La Bouillonnaie. On peut ainsi y retrouver des spicules d'éponges qui, en fait, appartiennent à la fraction sédimentaire plus fine dont le mode est situé autour de 0,08 mm. Ce dernier est représenté par des sables gris où l'on retrouve les fractions bioclastique et détritique classiques.

Ces caractéristiques sont constantes jusqu'à la base du sondage qui n'a semble-t-il pas atteint le niveau des altérites malgré la présence de lithoclastes de quartzites et de grès ferrugineux de type aliotique dans les deux derniers échantillons.

4.1.6. Conditions de mise en place

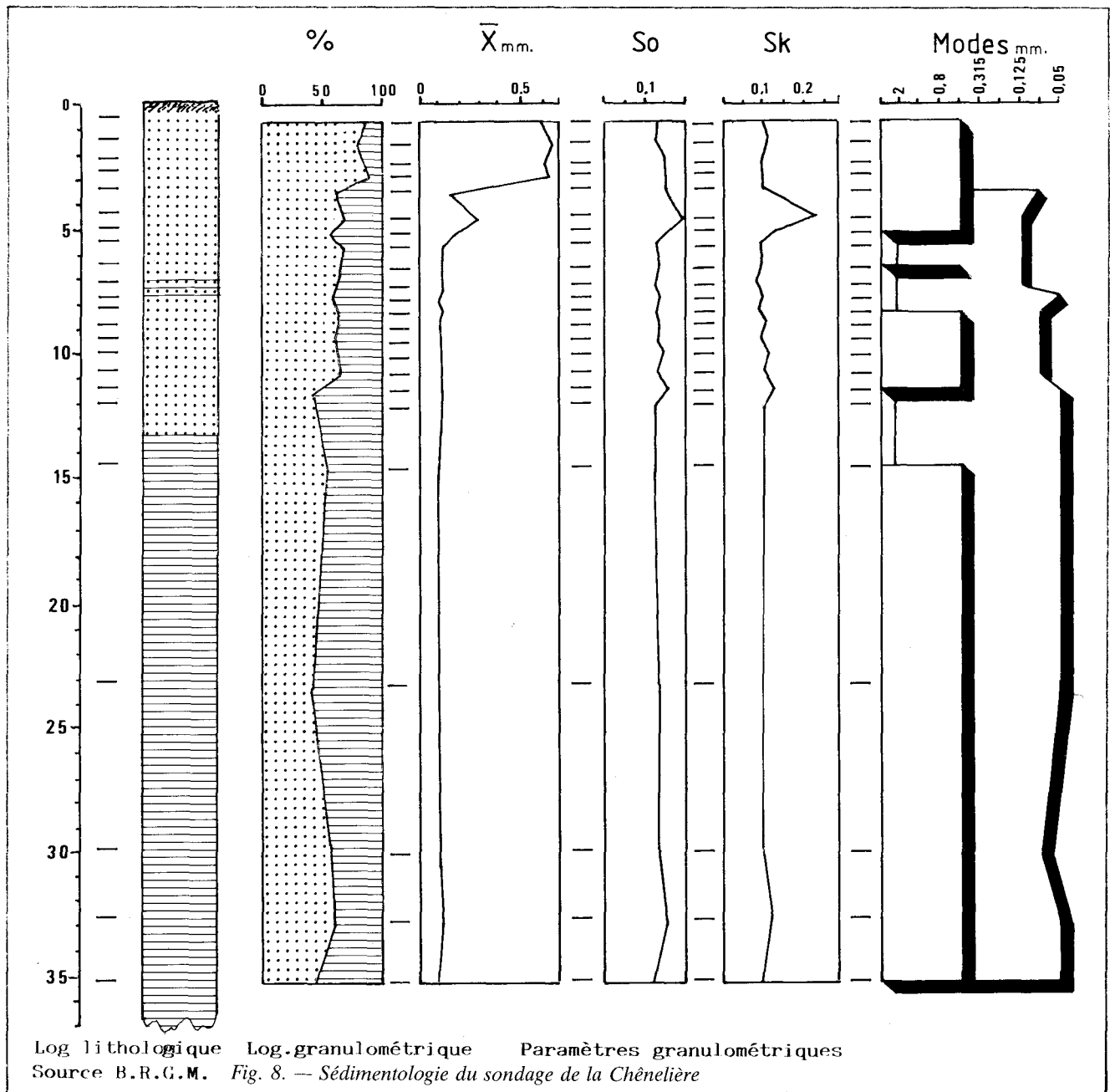
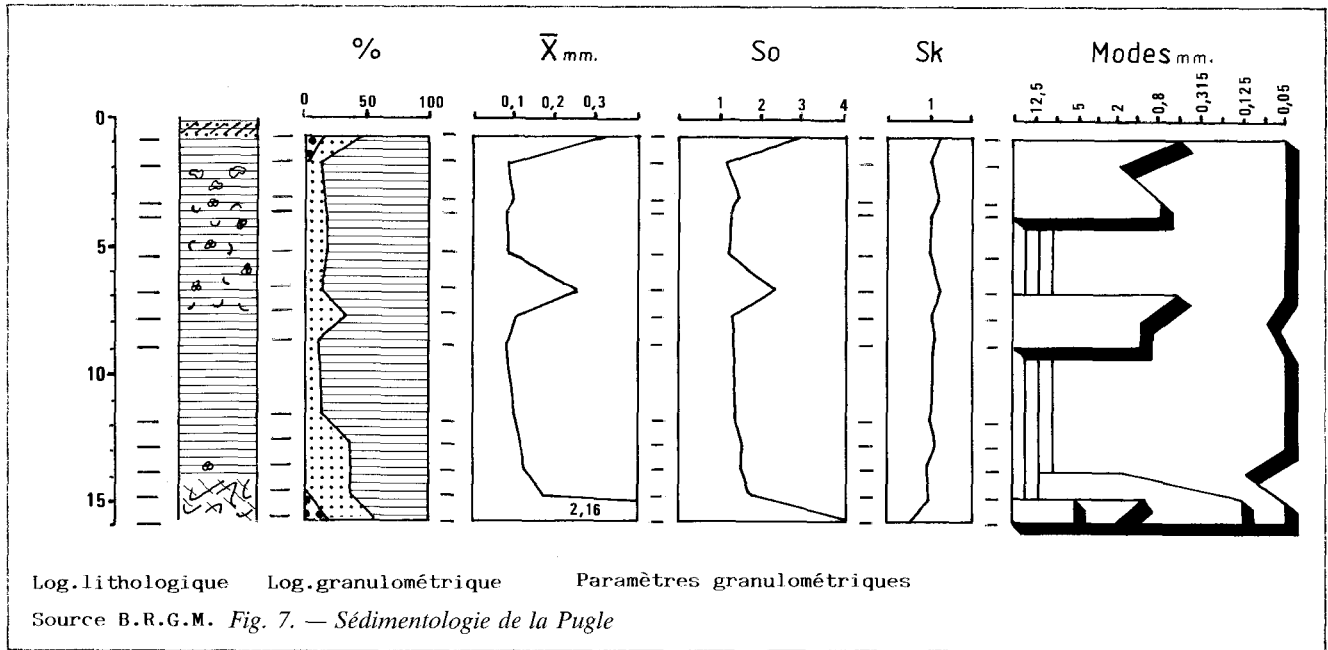
Le remplissage sédimentaire de cinq sondages néogènes situés dans la partie occidentale du Maine-et-Loire montre une grande similitude. Sous l'horizon sablo-graveleux supérieur, plus ou moins développé, la série apparaît très homogène. Elle est caractérisée par un sédiment riche en lutites qu'accompagnent des sables fins, particulièrement bien triés. Ils sont composés de quartz, de micas et d'une fraction biogénique surtout importante à la base de la série, et qui influe sur la valeur du mode principal des arénites. Si l'on fait abstraction des « accidents » d'origine diagénétique qui viennent perturber courbes et paramètres granulométriques, on se rend compte qu'un seul et unique vecteur, dont les caractéristiques hydrodynamiques ont très peu varié au cours du remplissage, est responsable de ces apports en suspensions. Celles-ci ont pu ensuite décanter en milieu calme. On peut donc en déduire que la plus grande partie du matériel, tant bioclastique que détritique, est d'origine allochtone.

4.1.7. Études des minéraux argileux (J. Estéoule-Choux, N. Trauth)

Dans les cinq sondages étudiés, le socle altéré qui a été atteint partout sauf à La Chênelière, a une composition minéralogique caractérisée par l'assemblage kaolinite - mica - smectite mais c'est la prédominance de l'un ou l'autre de ces minéraux qui varie d'un point à un autre. La smectite est très franchement dominante à L'Épinay et à La Bouillonnaie ; elle est relayée au deuxième rang avec la kaolinite derrière le mica dominant à La Pugle ; enfin à La Sautré, elle arrive en troisième position après la kaolinite accompagnée du mica, et la chlorite. Il faut noter que la chlorite, absente à L'Épinay n'est jamais prépondérante.

Au-dessus de ces schistes altérés, les marnes et argiles noires, fossilifères ou non, sont caractérisées par une smectite accompagnée par de très faibles quantités de kaolinite et de mica. C'est encore la smectite qui constitue la fraction fine des sables jaune orange du sommet de L'Épinay et de ceux de La Chênelière qui ont 12 m d'épaisseur. A La Sautré, la kaolinite est dominante dans les deux premiers mètres qui sont vraisemblablement d'âge quaternaire.

Il apparaît clairement que le Pliocène étudié ici est caractérisé par la smectite. Ces résultats s'ajoutent à ceux déjà obtenus sur de nombreux autres dépôts redoniens, Redonien étant employé au sens de faciès (Estéoule-Choux, 1967, Estéoule-Choux, Bos et Blan-



chet, 1987). En effet, quelle que soit la position stratigraphique exacte de ces dépôts, et quelle que soit leur lithologie (marnes, argiles, faluns, sable argileux) ils renferment toujours la même fraction fine constituée de smectite et s'opposent de ce point de vue aux « sables rouges », en général très peu argileux, et caractérisés par l'assemblage illite ; kaolinite. Ce caractère tout à fait particulier du faciès redonien mériterait d'être reconsidéré dans le cadre général de la sédimentation pliocène.

4.2. Étude biostratigraphique

4.2.1. Palynologie (G. Farjanel)

Les échantillons ont été prélevés, chaque fois que possible selon une maille très faible permettant de repérer les changements intervenus dans la végétation. Sables, argiles noires, vertes, beiges ont été analysés. Les résultats sont présentés sous forme de diagrammes synthétiques dans lesquels les taxons sont regroupés par affinité écologique (fig. 9).

Des corrélations sont ensuite proposées entre les phases climatiques repérées en Anjou et les étages climatiques définis aux Pays-Bas (Zagwijn, 1960, 1974).

a) La Sautré

L'analyse des argiles sous le sable roux fait apparaître deux ensembles polliniques (fig. 10).

— Ensemble 1 (de 5,50 m à 15 m de profondeur).

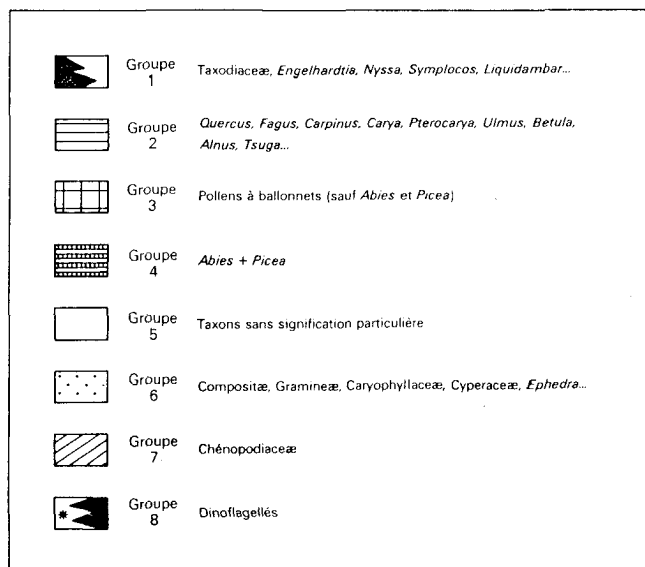


Fig. 9. - Légende des diagrammes polliniques synthétiques.

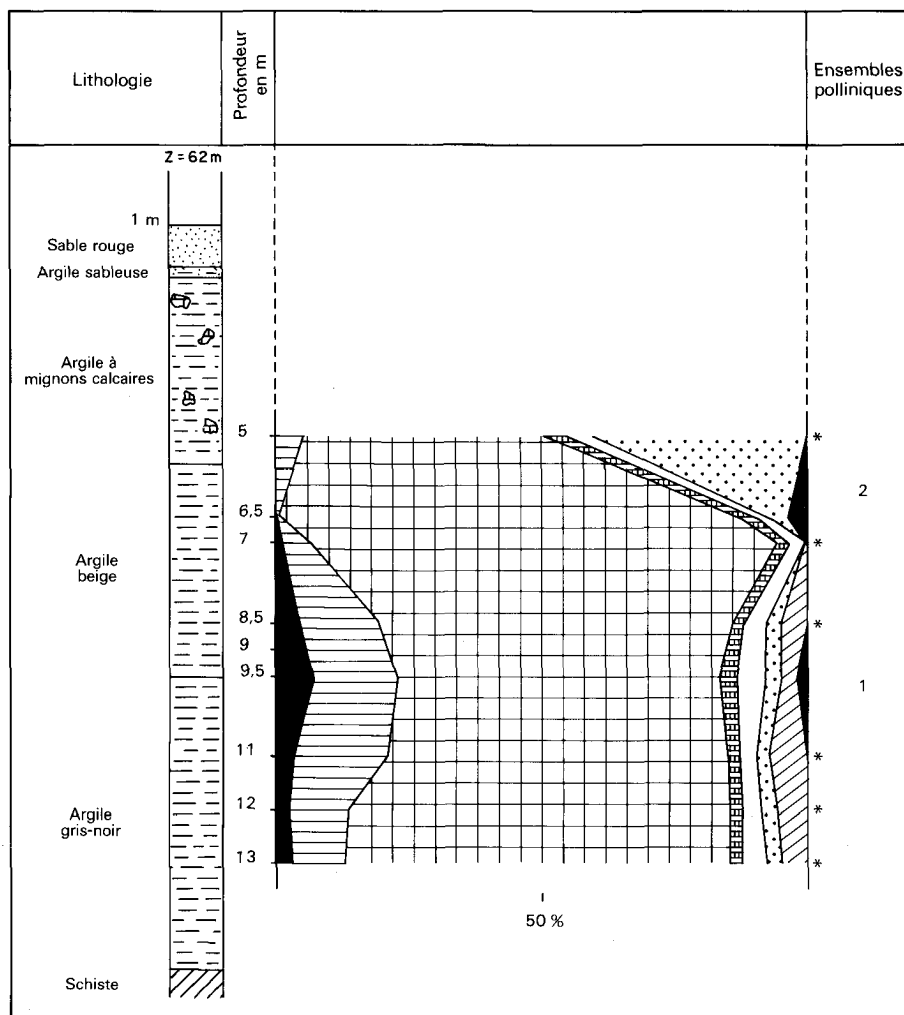


Fig. 10. - Diagramme pollinique synthétique du sondage de La Sautré.

Les taxons à « affinité tertiaire » (groupe 1) sont faiblement représentés ; maximum 7,2 % à 9,50 m.

Les représentants du groupe 2, constituants essentiels des forêts mésophiles ont des pourcentages variant de 1 à 17,6 %.

Les conifères (Groupes 3 et 4) sont abondants, classiquement surreprésentés en milieu marin.

Les herbacées avoisinent 2,5 % dans l'ensemble du sondage. Les *Chenopodiaceae* ont un maximum de 7 % à 11 m ; elles sont associées aux dinoflagellés attestant une influence marine.

— *Ensemble 2* (1,80 à 5,50 m de profondeur).

Deux échantillons seulement ont pu être correctement analysés et comptés.

Les grains de pollen de *Taxodiaceae*, *Liquidambar*, *Engelhardtia* ont pratiquement disparu. Les feuillus sont très faiblement représentés.

Cet ensemble est caractérisé par la prédominance des pollens d'herbacées. Les *Compositae* (*Liguliflorae* presque exclusivement) réalisent 37 % (5 m) associées aux *Ericaceae*.

Quelques rares dinoflagellés persistent. Signalons la présence de remaniement crétacé dans certains niveaux.

— *Interprétation stratigraphique*

L'ensemble 1 qui traduit l'existence d'une phase forestière témoin d'une phase climatique tempérée chaude sera rapporté au Reuvérien. L'ensemble 2 illustrant une végétation plus ouverte conséquence d'un refroidissement du climat sera attribué au Prétiglien.

Une évolution comparable de la végétation a été observée en Bresse dans le sondage de Sens-sur-Seille Les Corales (Farjanel, 1985).

Un changement de lithologie est à signaler entre le Reuvérien et le Prétiglien ; on passe respectivement des argiles beiges à des argiles brunes à mignons calcaires.

b) Sondages des environs de Thorigné et Candé

L'Épinay

Quatre échantillons étudiés (quatre autres sont aphytiques) offrent un assemblage pollinique identique à celui du sondage précédent (fig. 11).

Les dinokystes sont très discrets. Le remaniement crétacé est partout présent.

La Bouillonnaie

Les niveaux d'argile brune et noire entre 4 et 15 m de profondeur (fig. 12) présentent les mêmes caractéristiques microfloristiques que celles du sondage La Chênelière étudié plus loin. L'influence marine est attestée ici non par des kystes de dinoflagellés mais par des microforaminifères chitineux.

La Pugle

Ce sondage n'a pas été vu dans sa totalité mais cette étude partielle (tabl. 2, p. 195) confirme les analyses précédentes : forts pourcentages de conifères, taxons à « affinité tertiaire » ne dépassant pas 3 %, feuillus peu abondants, herbacées dominées par les *Chenopodiaceae*, dinokystes rares.

La Chênelière

Sous les sables 24,80 m de marnes noires (de 13,20 m à 38 m de profondeur) ont été prélevées pour analyse palynologique (fig. 13).

Les échantillons dans l'ensemble très fossilifères à l'exception d'une passée aphytique de 26,00 à 31,00 m, révèlent une association palynologique très proche de celle observée dans l'ensemble 1 du sondage La Sautré.

Les dinokystes sont plus rares. Dans ces marnes des formes remaniées du crétacé ont également été observées.

Interprétation stratigraphique des quatre sondages

La microflore de ces sondages identique à celle de l'ensemble 1 du sondage La Sautré nous autorise à dater ces niveaux du Reuvérien final.

Conclusion palynologique :

Il est important de souligner que les résidus organiques des sédiments pliocènes ont fourni un abondant matériel sporopollinique alors que les résidus des niveaux, datés miocènes par d'autres microfossiles (La Beurelière), se sont révélés très pauvres ce qui peut s'expliquer, par exemple, par des conditions de dépôt défavorables.

L'analyse palynologique de ces différents niveaux a permis de mettre en évidence l'existence d'un refroidissement climatique assez important en Anjou (sondage La Sautré) rapporté au Prétiglien.

La plus grande partie des argiles étudiées, sous les sables rouges, sont très proches de la limite Reuvérien-Prétiglien et correspondent à des sédiments de bordure de littoral.

Des résultats analogues ont été obtenus en Vendée et en Pays-Nantais (Borne *et al.*, ce volume). Tous ces résultats sont à rapprocher de ceux de Clet-Pellerin et Morzadec-Kerfourn en Bretagne et Normandie (1985) et Morzadec-Kerfourn (1987) à Saint-Jean-la-Poterie (Morbihan) dans les argiles situées au-dessus des « sables rouges ».

4.2.2. Foraminifères (J.-P. Margerel)

Caractères généraux

Les dépôts fossilifères traversés par les sondages renferment une microfaune de foraminifères benthiques relativement bien diversifiée et parfois abondante. Elle est associée à des ostracodes, des spicules de spongiaires et des sclérites d'ascidies. Si la composition varie d'un site à l'autre, il existe un fond commun assez homogène.

Cent trente-deux espèces ont été reconnues et la quasi-totalité a été décrite dans le Redonien (Margerel, 1968). Un certain nombre d'éléments permettent de caractériser les assemblages, soit au niveau de la famille, soit au niveau du genre ou de l'espèce (pl. 1 et 2).

Le groupe le plus constant est constitué par les fissurines présentes dans tous les niveaux et presque toujours abondantes. Les espèces les plus représentatives sont :

Fissurina annectens, *F. fasciata*, *F. foraminata*, *F. lagenoides robusta*, *F. laureata*, *F. milletti*, *F. pseudoorbignyana*, *F. seguenzae*, *F. silvestrii*, *F. timmsensis*.

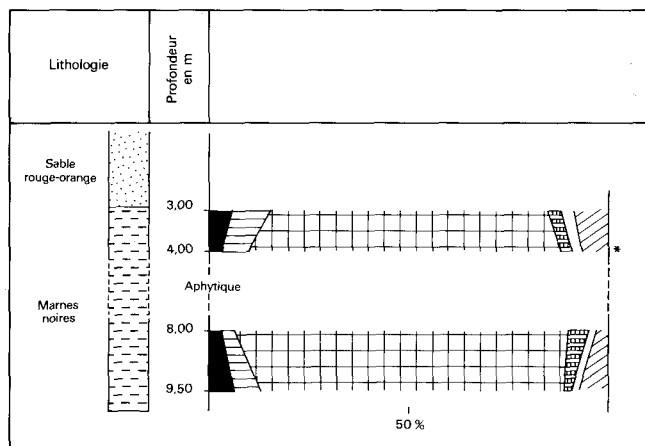


Fig. 11. - Diagramme pollinique synthétique du sondage de l'Épinay.

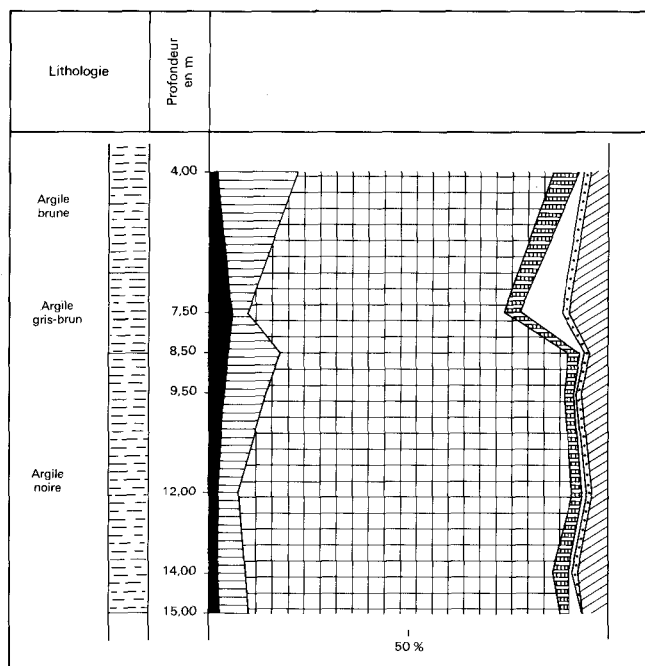


Fig. 12. - Diagramme pollinique synthétique du sondage de La Bouillonnaie.

L'autre caractéristique est la présence, à la base des dépôts, d'espèces à tests de grande taille. Ce sont soit des miliolites, principalement *Quinqueloculina longirostra*, *Q. triangularis*, soit des formes du genre *Elphidium*, surtout *E. macellum*. La partie inférieure du sondage de La Sautré contient en outre de grandes polymorphines dont *Polymorphina frondiformis* et *Pseudopolymorphina variata*, et de grands *Rotalia*.

Parmi les autres groupes ce sont les *Discorbidae* qui sont les plus diversifiés avec des espèces bien connues dans le Redonien comme *Buccella nuda*, *Discorbitura cushmani*, *Epistominella irregularis*, *Rosalina granulosa*, *Rosalina* aff. *subglobosa*, *Cancris sagrum*. Mais ces espèces sont rarement abondantes. En revanche, une espèce laissée en nomenclature ouverte, *Neoconorbina* sp. caractérise très bien ces dépôts de l'Anjou, car elle semble y être localisée.

Mais c'est parmi les *Epistomaroidae* qu'il faut rechercher l'espèce la plus représentative. Il s'agit de *Pseudoeponides pseudotepidus pseudotepidus* qui se présente ici sous une forme à grand test. Elle est, la plupart

du temps, abondante. Elle paraît être en compétition, dans certains sondages, avec une espèce rapportée à *Ammonia limbatobeccarij*.

Le genre *Glabrattella* constitue également un élément important de la microfaune avec principalement deux espèces : *G. sidebottomi* et *G. patelliformis*.

Enfin, une espèce attribuable à *Gyroidina longispira miocenica* est fréquente dans tous les sondages.

La microfaune de ces dépôts contient nombre d'espèces communes avec ceux du bassin d'Apigné, Chartres-de-Bretagne, le Temple-du-Cerisier.

Répartition dans les sondages (tabl. 3)

La Sautré : la partie inférieure des dépôts est caractérisée par la présence de grandes polymorphines et de grandes miliolites. Les principales espèces sont *Polymorphina frondiformis*, *Pseudopolymorphina variata*, *Quinqueloculina haidingeri*, *Q. Longirostra*, *Q. rhodiensis*, *Q. triangularis*. On observe également un grand *Rotalia*, *R. frederica*. Les fissurines sont abondantes avec les espèces citées plus haut. Parmi les autres espèces, en dehors de celles également citées, il faut noter la présence de *Bolivina lafittei*, *B. pseudoplicata*, *B. compacta*, *Cancris auriculus*, *Cribrononion occidentalis*, *Elphidium* aff. *pulvereum*, *Pararotalia serrata*, *Loxostoma noelae*, *Hanzawaia nitidula*. Cette écozone est limitée aux profondeurs allant de - 15 m à - 14 m (cotes sondage).

Des nodules calcaires ont été ramenés avec les sédiments de base. En lame mince, on observe de nombreuses sections de mélobésiées et de bryozoaires. Les foraminifères sont rares et non déterminables.

Au-dessus et jusqu'à une profondeur de - 5 m, les grandes polymorphines disparaissent complètement tandis que les grandes miliolites deviennent de plus en plus rares. En revanche, une association de petites miliolites se développe avec *Quinqueloculina lecalvezae*, *Q. scheumbergeri*, *Q. stelligerum*, *Sigmoilina undulata*. Les fissurines sont nombreuses, mais *F. seguenzae* et *F. Laureata* disparaissent. D'autres espèces apparaissent. Ce sont *Bolivina gibbera*, *B. variabilis*, *Bulimina elongata*, *Nonion crassesuturatus*, *N. pauperatum*, *Caucasina*, sp., *Hanzawaia concentrica* et *Lamarckina* sp. On rencontre également des espèces à petits tests appartenant aux genres *Nonion*, *Elphidium* et *Cribrononion*. Il faut noter l'absence de *Pseudoeponides pseudotepidus pseudotepidus*, espèce présente dans l'écozone de base. L'abondance et le nombre d'espèces décroissent vers le haut, mais dans le détail les fluctuations sont nombreuses.

Deux écozones peuvent ainsi être distinguées dans ce sondage. Cette distinction est due certainement à un changement des conditions de milieu. Nous discuterons de ce problème d'une manière plus générale dans les conclusions.

L'Épinay : Sur le substratum schisteux altéré, une microfaune de foraminifères se met en place. Elle est associée à des ostracodes, des spicules de spongiaires et des sclérites d'ascidies. Il n'y a pas prédominance d'un groupe ou d'une espèce en particulier. Le genre *Elphidium* est représenté par *E. macellum*, *E. laminatum*, *E. pseudolessonii* et des tests de petite taille appartenant à des espèces laissées en nomenclature ouverte. Le

groupe angevin des fissurines est présent. Les polymorphes sont peu développées et les autres groupes sont peu diversifiés. Malgré cela les principales espèces redoniennes ont été observées : *Bolivina laffitei*, *B. pseudoplicata*, *Rosalina granulosa*, *Pseudoeponides pseudotepidus pseudotepidus*, *Hanzawaia nitidula*, etc.

A partir de la profondeur de - 10 m (cote sondage), les grandes miliolles apparaissent avec *Quinqueloculina longirostra* et *Q. triangularis* associées à de nombreux tests d'*Elphidium macellum*. Parmi les espèces intéressantes à signaler, il faut citer : *Siphotextularia* sp., *Fissurina timmsensis*, *Neoconorbina* sp., *Bolivina gibbera*, *Pseudoeponides pseudotepidus*, *Glabrattella sidebottomi*, *Patellina corrugata*, *Epistominella irregularis*, *Heterolepa frequens*, *Gyroidina longispira miocenica*, etc. Cet assemblage ne subit pas de modifications importantes jusqu'à la profondeur de - 3,50 m, mais entre 3,50 m et 3,00 m, l'abondance diminue rapidement et certaines espèces disparaissent. Le seul élément à noter est l'apparition d'*Ammonia limbatobeccarii*. Au-dessus, on n'observe plus de foraminifères.

Du point de vue de la zonation, on peut distinguer une écozone de base constituée par une association mal caractérisée, et une écozone supérieure qui occupe presque toute la longueur du sondage, et qui est marquée par la présence de grandes miliolles et d'*Elphidium macellum*.

La Bouillonnaie : Le site du sondage de La Bouillonnaie est proche de celui de l'Épinay, mais la microfaune de foraminifères est plus abondante et le nombre d'espèces observées plus grand. Le maximum d'abondance se situe entre les profondeurs de - 10 et - 12 m. Les foraminifères sont associés à des ostracodes, des spicules de spongiaires dont de nombreux éléments de *Geodia* et des sclérites d'ascidies.

Par rapport à la microfaune de l'Épinay, on constate une nette diminution des tests de grande taille. En revanche, les miliolles à tests de petite taille sont abondantes et représentent souvent des formes juvéniles. Les fissurines, nombreuses à la base, sont en nette régression vers le sommet. *Pseudoeponides pseudotepidus pseudotepidus* est partout présent mais devient dominant à la partie supérieure de la zone fossilifère qui s'étend vers le haut et jusqu'à la profondeur de - 6 m.

La Pugle : Bien que présente entre les profondeurs de - 15 m et + 1,50 m la microfaune de foraminifères n'est jamais très abondante. Elle est associée à des ostracodes, des spicules de spongiaires et des sclérites d'ascidies.

Comme à l'Épinay, les foraminifères ont été observés dans la zone d'altération du substratum schisteux. L'assemblage d'espèces à tests de grande taille est dominé par *Elphidium macellum*. Celui-ci est en forte diminution à partir de - 10 m. Ce genre est représenté également par une espèce attribuable à *E. laminatum*, abondante à la base du sondage. La remarque la plus notable qui peut être faite est le développement à partir de la profondeur de - 8 m d'*Ammonia limbatobeccarii*.

Il est possible de distinguer deux écozones, l'une à la base caractérisée par *Elphidium macellum*, l'autre qui lui est superposée où l'assemblage à tests de grande taille disparaît et *Ammonia limbatobeccarii* devient abondante.

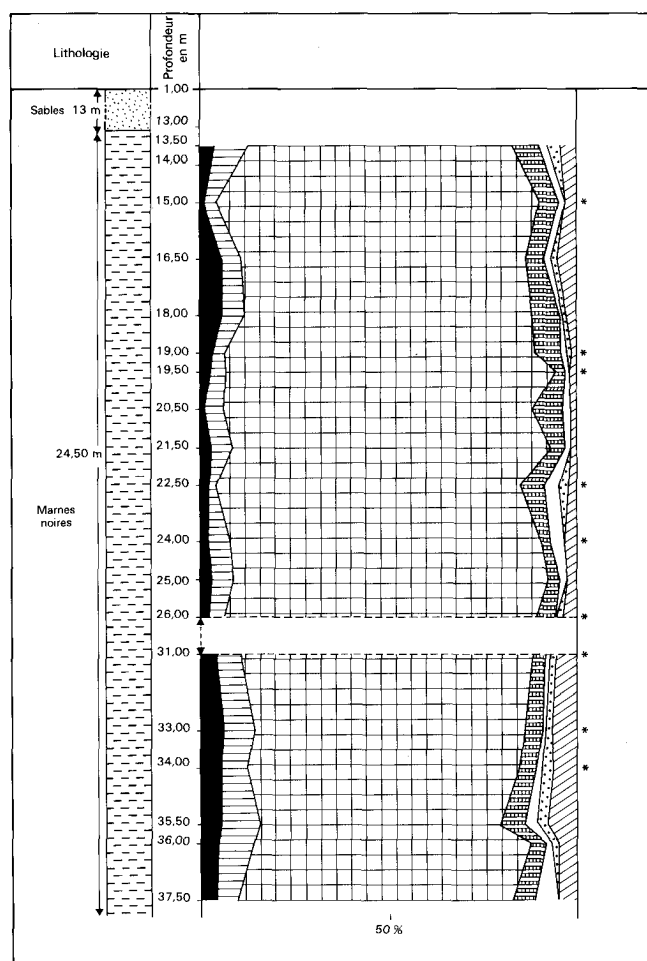


Fig. 13. - Diagramme pollinique synthétique du sondage de La Chênelière.

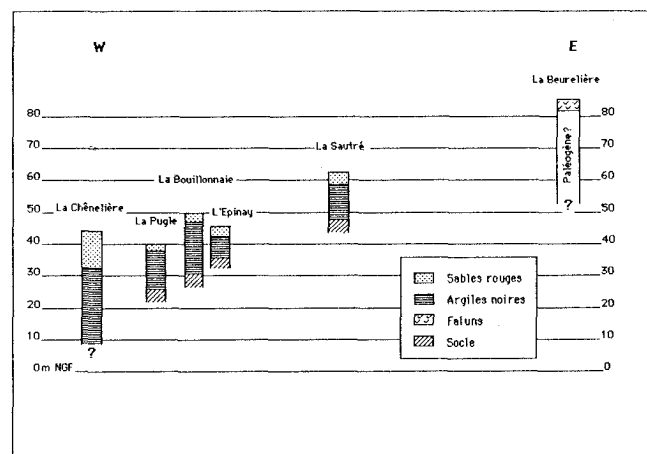


Fig. 14. - Altimétrie des sondages étudiés en Maine-et-Loire.

La Chênelière : Ce sondage, situé à l'ouest de La Pugle n'a pu être réalisé jusqu'au substratum. L'assemblage à grandes miliolles et *Elphidium macellum* n'a pas été reconnu. Les foraminifères sont présents de la base du sondage jusqu'à la profondeur de - 8,50 m. Ils sont associés à des ostracodes, des spicules de spongiaires dont de nombreux éléments appartenant à *Geodia* et des sclérites d'ascidies. Jamais très abondants, ils sont représentés par les espèces observées dans les autres sondages avec une prédominance de *Pseudoeponides pseudotepidus pseudotepidus*. Comme à la Bouillonnaie,

on rencontre autour de la profondeur des - 16 m des miliolites de petite taille. Au-dessus, *Ammonia limbato-beccarii* se développe. Bien que rares, deux espèces : *Aubignyna mariei mariei* et *Elphidium ottmanni* apparaissent à certains niveaux.

Remarques paléocéologiques

L'ensemble des populations benthiques indique une hauteur d'eau peu importante, inférieure probablement à une cinquantaine de mètres. La composition faunique : abondance des fissurines et de certaines espèces, est cohérente avec la nature lithologique des dépôts : argile plus ou moins sableuse avec une fraction fine dépassant généralement 50 %. La prédominance, bien souvent, de *Pseudoepionides pseudotepidus pseudotepidus* fait penser à un milieu relativement fermé, peu carbonaté. A la base de certains sondages, en particulier à La Sautré, le milieu est plus riche en carbonate et probablement plus ouvert.

Remarques stratigraphiques

Comme il a été dit plus haut, cette microfaune est typique du Redonien et la position stratigraphique de cet « étage » a été discuté par différents auteurs. En ce qui me concerne, j'avais en 1968 attribué au Pliocène celui-ci. Cette position est maintenue en ce qui concerne les dépôts de l'Anjou traversés par les sondages. La définition de biozones à l'intérieur des séries étudiées ne peut être envisagée que dans le cadre d'une étude générale qui fait l'objet d'une note particulière (J.-P. Margerel, 1986).

4.2.3. Madréporaires (C. Chaix)

Parmi les six sondages effectués, deux seulement ont livré des madréporaires : le sondage de La Beurelière cité précédemment, et le sondage de La Sautré. Les quatre autres sondages étaient implantés dans une région où il n'a jamais été trouvé de madréporaires néogènes. Il était intéressant de vérifier leur absence dans cette zone de transition à faciès trop argileux pour le développement des coraux.

Le sondage de La Sautré près de Thorigné (qui est un gisement classique) n'a fourni qu'une seule et unique espèce, à large répartition stratigraphique (Oligocène-Actuel) et conditions de vie identiques aux indications données à La Beurelière.

Ces deux sondages n'ont fourni aucune espèce nouvelle pour la région (tabl. 4).

4.2.4. Bryozoaires (E. Buge)

A l'exception de La Chênelière, assez pauvre, tous les gisements ont fourni une faune abondante et variée, surtout celui de La Sautré qui est l'un des plus riches gisements « redoniens » connus. Ils doivent être datés du Pliocène inférieur, sauf celui de La Beurelière paraissant le plus ancien (Miocène supérieur) (tabl. 5).

La faune, par l'abondance des *Cupuladria* et la présence de *Tremopora radificera* (HINCKS) et du genre *Lunulites*, indique un climat chaud voisin sans doute de celui régnant lors du dépôt des faluns d'Anjou. La présence fréquente du genre *Steginoporella* confirme ce fait et rapproche ces gisements des localités typiques du « Redonien » d'Anjou.

4.2.5. Bivalves (A. Lauriat-Rage)

Trois sondages (La Sautré, La Bouillonnaie et La Chênelière), à dominance argileuse et d'âge pliocène (nombreuses espèces actuelles) sont étudiés ici.

Une liste de trente-trois taxons a été dressée, mais à peine plus de la moitié ont pu être déterminés spécifiquement (dix-huit espèces et sous-espèces) (tabl. 6). Toutefois, cet inventaire permet d'aborder la question de l'évolution du Pliocène en Anjou et de ses relations avec le Miocène.

La Sautré. Ce gisement est situé tout près de deux localités classiques du Redonien d'Anjou, Sceaux-d'Anjou et Thorigné. Trente et un taxons ont été relevés et dix-sept déterminés spécifiquement. On compte dix espèces en commun avec Sceaux-d'Anjou et onze avec Thorigné. Les espèces restantes ont été récoltées soit à Saint-Clément, soit aux Pierres-Blanches (Chalonnnes) qui, malgré sa situation plus méridionale, appartient au même ensemble, soit encore à Noëllet ou à Saint-Michel et Chanveau, tout à fait à l'ouest du département, ou plus rarement à Beaulieu dans le Maine à l'écart de ces gisements, et à la Groussinière en Bretagne, ce dernier rattaché à un autre ensemble dans un diverticule nord (Lauriat-Rage, 1981, p. 14, fig. 1 ; p. 21, fig. 3).

Tous les gisements angevins ont une même caractéristique paléobiogéographique du fait de leur position plus ou moins confinée à l'intérieur du golfe ligérien (endémisme) et stratigraphique (Pliocène) attesté par la présence des *Astartidae* du Gedgraven (East Anglia). L'examen détaillé des bivalves des gisements redoniens « classiques » situés juste à l'ouest du méridien d'Angers (Sceaux, Thorigné, Saint-Clément, Chalonnnes) fait apparaître un important fonds commun constitué à la fois d'espèces à vaste répartition stratigraphique, de reliquats du Miocène, d'apports pliocènes et de quelques formes endémiques. Les bivalves de l'Anjou, comme le reste de la macrofaune (madréporaires, bryozoaires, gastéropodes) renferment bon nombre d'éléments à caractère chaud, issus du Miocène (*Plicatula* sp., *mytilina* PHIL. ou *striata* DEFR., récoltée à La Sautré) ou encore des espèces émigrées aujourd'hui en Méditerranée (*Arca noae*, *Spondylus gaedero-pus*, également récoltés à La Sautré), absentes du Redonien de Basse-Loire (1) et de Vendée pour des raisons stratigraphiques ou climatiques (l'Anjou étant plus chaud et plus ancien). Toutefois la grande majorité des espèces de La Sautré (treize sur dix-sept) sont également connues dans les gisements plus récents de Basse-Loire et de Vendée. Les différences décelées, si petites soient-elles, ont une grande importance (cf. comparaison avec les trois gisements du Pays Nantais, Borne *et al.*, 1987). Il faut dire, au détriment de la discussion, que les faunes malacologiques provenant des sondages sont presque toujours privées des grandes formes souvent caractéristiques, et qu'en règle générale, la composition plus ou moins argileuse des gisements conduit à un appauvrissement en nombre d'espèces.

L'analyse isotopique des coquilles de bivalves provenant de divers gisements angevins (Lauriat-Rage et

(1) Le Redonien de Basse-Loire comprend tous les gisements du Redonien de Loire-Atlantique, excepté Séverac près Redon, Choisel et Noyal-sur-Brutz près Châteaubriant, mais inclut le Girondor, près Montaugu.

Vergnaud Grazzini, 1977) confirme à peu de chose près le classement stratigraphique de ces mêmes gisements sur des critères paléontologiques (Lauriat-Rage, 1981, p. 127, fig. 7), les deux méthodes concluant au refroidissement progressif des eaux du golfe ligérien au cours du Néogène.

Rappelons que, selon la méthode isotopique, la distinction en trois groupes de gisements (à caractère chaud, à caractère intermédiaire c'est-à-dire frais, et à caractère « froid »), place St-Clément dans la catégorie des gisements les plus chauds, au même titre que Beugnon au sud-est d'Angers et deux exemples pris dans les faluns miocènes en Touraine, Pontlevoy et Pavvrelay. Le reste du Redonien d'Anjou se partage, toujours selon les paléotempératures isotopiques, entre le Redonien intermédiaire, moins chaud que précédemment, et le Redonien « froid », plus récent (Saint-Michel, Thorigné). La méthode paléontologique ne permet pas de distinguer de façon tranchée, en Anjou, ces trois subdivisions dont le fondement se trouve confirmé aujourd'hui par les résultats des études palynologiques. En effet, Farjanel (*ibid.*) accorde un âge reuvérien (Reuvérien final) aux trois sondages (La Sautré, La Bouillonnaie et La Chênelière) et propose même pour le sommet de La Sautré, un niveau daté du Prétiglien, ce qui expliquerait l'attribution, par la méthode isotopique, au Redonien « froid » du gisement de Thorigné, à proximité de La Sautré. Il est vraisemblable que les bivalves angevins, comme le reste de la macrofaune, se sont progressivement adaptés au refroidissement intra-pliocène, sans grande modification, et ont bénéficié de conditions paléobiogéographiques favorables au maintien de bon nombre d'espèces miocènes (niches écologiques isolées des influences du large).

La Bouillonnaie. A première vue, ce gisement pauvre (deux espèces déterminées sur huit taxons) évoque les trois gisements du Pays nantais (Borne *et al.*, 1987) dont il est équidistant, Treffégan pour *Parvicardium papillosum*, Moulin-de-Gobert pour les fragments de *Chlamys*, Coopérative-de-Malakoff pour *Nuculana fragilis*. En réalité, ce sont des espèces banales, triées par le sondage et qui, toutes les trois, rentrent dans la composition de n'importe quelle catégorie de gisements redoniens (Basse-Loire, Vendée, Anjou — y compris La Sautré —, Bretagne, Cotentin et Fécamp). Toutefois, si les débris de *Chlamys* pouvaient être rapportés à *Chlamys opercularis* (L.) non précisé ici du fait de la fragmentation des coquilles (mais excluant *Chlamys pusio* (L.) bien connu en Anjou), cela dénierait l'appartenance de ce gisement au type angevin, car cette espèce ne figure dans aucun gisement du Redonien d'Anjou (Sauf à Saint-Michel situé à la limite paléogéographique du Redonien d'Anjou et de Basse-Loire et classé dans les gisements à caractère « froid » par les paléotempératures isotopiques), ni de Bretagne (les deux groupes de gisements de l'intérieur du golfe ligérien). Par ailleurs, l'absence de quelques formes caractéristiques du Redonien d'Anjou, telles *Arca noae*, *Plicatula* sp., *Spondylus gaederopus* récoltés à La Sautré ou bien d'autres encore, tend encore à prouver que La Bouillonnaie se rapproche plutôt du Redonien de type nantais. Cependant un autre argument, indirect il faut le dire, pourrait s'y opposer, c'est justement la présence de cette même *Arca noae* à La Chênelière, gisement tout proche de La Bouillonnaie, et inconnue, dans le Redonien récent de Basse-Loire et de Vendée pour des raisons climatiques, ce

dernier point faisant pencher la balance du côté angevin.

Tous ces arguments ne sont pas très convaincants, sans doute parce que l'on se trouve justement dans la zone de transition Redonien angevin-Redonien nantais.

La Chênelière. Les bivalves de ce gisement sont au nombre de six dont trois sont déterminés spécifiquement. La seule indication fournie pour placer ce gisement dans le Redonien d'Anjou est la présence d'*Arca noae* (méditerranéenne), remplacée dans les gisements ouverts sur le large, à Palluau par exemple, par *Arca tetragona* (POLI) (européenne). Les nombreux débris de *Chlamys* (*Chlamys opercularis* (L.) possible), mais surtout la présence du genre *Mysella* signalé seulement dans le Pliocène de la Manche sont en faveur d'affinités avec le Redonien récent.

Discussion. L'intérêt de l'étude de ces deux derniers sondages, dans le contexte général du Redonien, tient au fait qu'ils se trouvent à la limite du Redonien nantais. Soulignons à ce propos que *Venus fallax* MILLET, très grosse coquille endémique du Redonien d'Anjou (absente du sondage et pour cause) figure dans tous les gisements groupés à l'ouest d'Angers et, fait intéressant, provient aussi de Noyal-sur-Brutz au nord de Châteaubriant (L.-Atl.), fixant au moins dans cette région la limite ouest du Redonien du type angevin (Lauriat-Rage, 1981, pp. 98 et 99). Par ailleurs, il a été démontré l'existence de formes de passage du type angevin au type nantais dans une même population d'*Astarte omalii scalaris* provenant de la Bégassière non loin du Pigeon-Blanc (Lauriat-Rage, 1981, p. 134 ; 1982, p. 42 ; Borne *et al.*, 1987). Je pense donc qu'il faut chercher dans ce secteur la zone de transition entre les deux types de Redonien (angevin et nantais), suivant une direction NW-SE, incluant du côté Anjou le bassin de Châteaubriant (Choisel, Saint-Michel) Noyal-sur-Brutz au nord et Chalonnnes (les Pierres-Blanches, Sainte-Anne) au sud et qui ne dépasse pas vers l'ouest, du côté nantais, Treffégan/Forêt du Gâvre au nord et l'ensemble Moulin-de-Gobert/Coopérative-de-Malakoff/bassin de Goulaine (nombreux gisements redoniens avec Le Pigeon-Blanc pour type) au sud.

Les trois sondages redoniens ont livré une faune marine, infralittorale, les espèces vivant dans le sédiment (plus argileux que sableux) étant plus nombreuses que celles nécessitant un substrat dur.

Encadrant le Redonien ancien à la base, on connaît un niveau antérieur, que j'ai appelé Redonien archaïque et localisé au sud-est d'Angers à Beugnon et Reneau-leau. Ces deux gisements constituent, à mon avis, le début du Pliocène ; toutefois Cavelier (1980) les place dans le Miocène terminal (équivalent du Messinien), ainsi que Brébion (1970) qui, par ailleurs, attribue un âge miocène supérieur à l'ensemble du Redonien du golfe ligérien. Sous le Redonien archaïque viennent les gisements angevins de La Beurelière et de Doué-la-Fontaine que l'on peut placer dans le Miocène supérieur, lui-même situé au-dessus des faluns du Miocène moyen de Touraine et d'Anjou (Langhien-Serravalien). Ainsi l'Anjou offre une série stratigraphique complète (Pomerol, 1973, p. 164, tabl. XII ; Lauriat-Rage, 1981, pp. 143-145, fig. 8).

En conclusion, les sondages effectués en Anjou ont permis d'étudier de façon beaucoup plus détaillée que

précédemment les variations enregistrées au cours du Pliocène (déjà divisé en épisodes chaud, frais et « froid ») et les relations de ce dernier avec le Miocène supérieur de La Beurelière qui constitue un intermédiaire stratigraphique avec les faluns du type pontilévien (Miocène moyen). Par ailleurs, il est probable que les gisements de la région de Candé se situent dans la zone de passage (ou à proximité) du Redonien du type angevin au Redonien du type nantais, démontrant ainsi l'unité de la transgression pliocène dans le golfe ligérien.

4.2.6. Gastéropodes (Ph. Brébion)

Les gisements de La Sautré, La Bouillonnaie et La Chênelière ont fourni 40 espèces, en générale assez petites, donc peu caractéristiques. Cependant, on peut affirmer l'appartenance au Redonien de type Anjou-Maine-Bretagne (tabl. 7).

Il n'y a aucune espèce pliocène ou nordique ; la faune paraît tortonienne. Il semble que nous sommes en présence de dépôts de la base du Redonien inférieur, d'autant que le pourcentage de formes communes avec les faluns de Touraine est assez élevé ; mais en raison de la pauvreté de la récolte et du faciès un peu particulier, il convient d'être prudent.

5. Conclusions générales

Cette étude pluridisciplinaire du « Redonien » d'Anjou à partir de six sondages n'a pas résolu tous les problèmes, dont certains sont posés depuis fort longtemps. Toutefois, elle apporte des précisions nouvelles, en particulier sur l'âge et l'environnement des dépôts (tableau 7).

Les faluns traversés par le sondage de La Beurelière, au NW de Noyant, sont peu épais (2 m). Ils correspondent à une transgression marine sur une série de comblement argilo-sableuse, d'origine laguno-lacustre ou laguno-marine sous forte influence continentale. Cette série est azoïque et n'a pas été étudiée ici en détail, mais régionalement (Carte géologique à 1/50 000 : Le Lude) elle est attribuée au Miocène inférieur (?), soit au Paléogène pour d'autres.

Les faluns de La Beurelière sont formés d'une thanatocénose d'organismes infralittoraux qui indiquent un âge Miocène supérieur vraisemblable avec un possible passage à la base du Pliocène. La présence d'apports latéraux importants est indiquée par l'abondance des quartz, mais aussi par des restes de vertébrés remaniés du Miocène inférieur (Orléanien inférieur à moyen : MN 3, MN 4) et peut-être aussi en partie ou en totalité du Miocène moyen (Langhien-Serravalien). Notons que ces couches ne sont pas connues à l'affleurement dans les environs proches du gisement.

De part la composition de leurs faunes et leur détritisme abondant, les faluns de La Beurelière se rattachent au faciès pontilévien des faluns de Touraine — quoiqu'un peu plus récents que ces derniers alors qu'ils sont (Lauriat-Rage, 1981, p. 121) environnés par

une sédimentation plus carbonatée de type « savi-gnéen ». Ceci laisse supposer l'existence d'une côte ou d'îlots à proximité.

A une altitude de 84 m NGF et avec des faunes de mer chaude à tempérée chaude, les faluns de La Beurelière se rapprochent du Redonien archaïque. Comparaisons et corrélations seront donc à tenter avec les gisements classiques d'âge identique ou proche du Sud de la Loire, dans les environs de Brigné, à l'Ouest de Saumur. Dans ce but, un échantillonnage par sondage a été effectué au cours de cette campagne sur le site de Beugnon, mais il n'a pas encore été exploité.

Les cinq autres sondages étudiés (La Sautré, L'Épinay, La Bouillonnaie, La Pugle, La Chênelière) sont distants de plus d'une cinquantaine de kilomètres à l'ouest de « La Beurelière » et ils se répartissent inégalement sur un axe de quarante kilomètres de long (fig. 1).

Gastéropodes du REDONIEN INFÉRIEUR DE MAINE-ET-LOIRE	La Sautré					La Bouillonnaie							
	11 m	13,5 m	14 m	14,5 m	15 m	9,5 m	10 m	11 m	13 m	13,5 m		14 m	14,5 m
<i>Entalis brevifissa</i> (DESH.)													1
<i>Pseudentalis rubescens</i> (DESH.)	4	5	3	3									
<i>Calliostoma deshayesi</i> (MAY.)													1
<i>Cianculus</i> (<i>Cianculopsis</i>) <i>baccatus</i> (DEFR.)													2
<i>Gibbula</i> (<i>Colliculus</i>) <i>sosensis</i> C. et P.													1
<i>Gibbula</i> sp.			1										1
<i>Astraea</i> (<i>Bolma</i>) sp.													1
<i>Tricolia pulla</i> (L.)		2		5									
<i>Folinia</i> (<i>Manzonina</i>) <i>costata</i> (AD.)				1									
<i>Alvania</i> sp.										1			
<i>Rissoa notabilis</i> (MILL.)		4											
<i>Tornus dollfusi</i> COSSM.	1	4	1	1				1					
<i>Petalonchus intortus woodii</i> (MORCH.)		7	1	4									
<i>Vermicularia milleti</i> (DESH.)		2	1	1									1
<i>Turritella subangulata</i> (BR.)													2
<i>Turritella incrassata</i> SOW.			1										6
<i>Colina jucunda</i> (MILL.)	1			1									
<i>Colina petitiata</i> (MILL.)			2		1								
<i>Bittium reticulatum courtillerianum</i> (MILL.)			7	4									1
<i>Bittium reticulatum miocae-nicum</i> (MILL.)			3	3									1
<i>Cerithiopsis vignalii</i> C. et P.	1												
<i>Triphora perversa</i> (L.)		6	1	1									
<i>Leiostraca taurinensis</i> (SACCO)											1		
<i>Melanella polita</i> (L.)			1				1						
<i>Melanella</i> (<i>Balcis</i>) <i>subbrevis</i> (ORB.)			1										
<i>Euspira helicina</i> (BR.)				2									
<i>Ficus geometra berilla</i> (GREG.)			1										
<i>Hinia</i> (<i>Uzita</i>) <i>caroli</i> (D.D.)	1					2	1						1
<i>Micrella</i> (<i>Afilia</i>) <i>inedita</i> (BELL.)			3	1									
<i>Anachis terebralis</i> (GRAT.)			3	1									
<i>Anachis corrugata</i> (BELL.)			1										
<i>Vexillum</i> sp.				1									
<i>Clavatulina anaglypta</i> (MILL.)		2											
<i>Mangilia</i> sp.		1	1										
<i>Conus</i> (<i>Conolithus</i>) <i>dujardini</i> DESH.					1								
<i>Ringicula</i> (<i>Ringiculina</i>) <i>buc-cinea</i> (BR.)		2											
<i>Ringicula</i> (<i>Ringiculina</i>) <i>striata</i> PH.		1	1	1									
<i>Pyramidella plicosa</i> BRONN		3											
<i>Odostomia</i> (<i>Megastomia</i>) <i>conoidea</i> (BR.)									1				
<i>Eulimella scillae</i> (SCACCHI)													

La Chênelière

Tabl. 7. - Répartition des gastéropodes dans les sondages de Thorigné et de Candé.

Ils sont altimétriquement plus bas que La Beurelière » (84 m) puisque leurs têtes s'étagent entre 60 et 40 m NGF (fig. 14). Aucun falun n'a été rencontré. Ils montrent tous les cinq une grande homogénéité de faciès et de faunes : sur un socle altéré reposent des « argiles noires », elles-mêmes recouvertes par des « sables rouges » ou orangés.

C'est le faciès « argiles noires » qui, par la présence de fossiles, apporte le plus d'informations sur l'histoire du « Redonien » angevin.

— Ces argiles sont conservées dans des paléo-dépressions et elles recouvrent un socle antécambrien (région du Lion d'Angers) ou paléozoïque (région de Candé-Freigné) assez profondément altéré, ce qui laisse supposer que la morphologie qui a guidé la transgression « redonienne » était relativement ancienne.

— A leur base, ces « argiles noires » sont fortement mêlées à l'altérite, au point qu'il est parfois difficile de les distinguer. La présence de microfaune y indique un certain remaniement lors de l'inondation, conjointement à des apports latéraux confirmés par des débris végétaux hérités du Crétacé principalement, mais aussi de l'Éocène et du Carbonifère.

Dans ces « argiles noires », les faunes marines abondent. Ce sont toutes des formes vivant en eaux calmes (faciès argileux et espèces vasicoles), peu profondes (moins de 50 m), chaudes (gastéropodes, bryozoaires) ou tempérées chaudes (madréporaires), bivalves.

A l'exception des gastéropodes qui seraient du Miocène supérieur, ces faunes indiquent un âge pliocène.

Les « argiles noires » sont assez homogènes d'un site à l'autre, mais les sondages les plus occidentaux (La Bouillonnaie, La Chênelière...) laissent pressentir la transition du domaine angevin au domaine nantais.

La présence de flores sous-entend un littoral proche et leur étude traduit le changement d'un paysage de

forêt mixte à celui de tundra-parc qui signe le passage du Reuvérien au Prétiglien.

Dans l'Ouest de la France, donc en Anjou, ce rafraîchissement est connu par l'étude isotopique des coquilles de bivalves (Lauriat-Rage et Vergnaud Grazzini, 1977), mais il n'est pas mis ici en évidence par les faunes. Il y a donc opposition très nette entre les indications climatiques fournies par l'étude des faunes marines et celles des flores continentales.

Les formes marines chaudes du Néogène se seraient donc adaptées sélectivement aux changements du climat. Les mollusques en particulier, auraient survécu sans modifications significatives. Seuls les foraminifères, plus ouverts sur les influences du large, auraient été sensibles aux modifications de l'environnement, puisque deux biozones sont discernables.

Pourtant, cette rupture climatique entre le Reuvérien et le Prétiglien à une portée très générale puisqu'elle correspond à l'installation de la première glaciation continentale en Europe vers - 2,3 millions d'années. Il est difficile d'expliquer comment des faunes chaudes ont pu persister au fond d'un bras de mer peu profond, alors que l'environnement continental subissait un refroidissement conséquent. Le problème reste entier.

Dans tous les sondages angevins, hormis à La Beurelière où ils n'existent pas, les « sables rouges » surmontent les « argiles noires ». L'absence de ces sables dans les coupes de La Bouillonnaie et de La Pugle vient de ce qu'ils ont été enlevés pour l'exploitation des argiles.

A l'échelle d'observation de la tarière, le contact sables sur argiles ne semble pas ravinant, contrairement à l'examen de certains affleurements. Le passage entre les deux faciès est très rapide mais il existe des récurrences argileuses fossilifères à la base du faciès détritique. La fragilité de certaines de ces faunes semble exclure un remaniement des argiles par l'arrivée de la décharge sableuse. La présence de coquilles, de micro-

FACIES		SEDIMENTO (Colleuil; Moguedet)	ARGILES Estéoule-Choux Trauth)	MADREPOR (Chaix)	BRYOZOAIRE (Buge)	GASTEROP (Brébion)	BIVALVES (Lauriat-Rage)	MICROFAUNE (Margere)	POLLENS (Farjanel)	VERTEBRES (Pouit)
SABLES ROUGES	AGE							Pliocène	base Prétiglien/ Reuvérien	
	CLIMAT								froid à tempéré	
	MILIEU		smeclites					marin	marin regressif	
ARGILES NOIRES	AGE			Pliocène à Mioc. sup	Pliocène inférieur	Miocène supérieur	Pliocène	Pliocène (2 biozones)	Prétiglien/ Reuvérien terminal	
	CLIMAT			tempéré chaud	chaud	chaud	frais	+ frais ? chaud	froid à tempéré	
	MILIEU	abrité décantation	smeclites	type Atlantique	proche faluns d'Anjou		marin infralittoral	< 50 m d'eau	marin littoral	
FALUNS	AGE			Miocène supérieur	Miocène supérieur	Mioc. moy + récent que faluns Touraine	Miocène supérieur	Langhien à Serravalien		Langhien à Serravalien
	CLIMAT			tempéré chaud (12° à 25°)		chaud	chaud			tropical
	MILIEU	transgression marine	smeclites	infralittoral (20 à 60 m)		cf. faluns Touraine	marin infralittoral			littoral héritage Miocène inf.

Tabl. 8. - Récapitulatif des informations apportées par l'étude des sondages en Maine-et-Loire.

faune et parfois de glauconie confirme l'ambiance marine du dépôt, au moins sur une certaine épaisseur. La composition calcitique des bioclastes exclut que ces sables soient le produit direct d'une décalcification des faluns comme cela a parfois été proposé. Tout se passe comme si les sables envahissaient brutalement le milieu marin en oblitérant puis remplaçant la sédimentation argileuse.

En conséquence, **les premiers niveaux sableux sont donc contemporains des derniers dépôts argileux « redoniens » datés du Reuvérien final** (La Chênelière, La Pugle, La Bouillonnaie, L'Épinay) **et de la base du Prétiglien** (La Sautré).

L'étude des minéraux lourds de ces sables n'a pas été effectuée, mais l'analyse des minéraux argileux indique que la smectite est prédominante. Cette observation laisse supposer que ces sables pourraient appartenir à la formation des « **Sables et graviers de l'Anjou** » (Denizot, 1924) plutôt qu'aux « **Sables rouges de Bretagne** », très peu argileux et caractérisés par l'association illite-kaolinite ; la correspondance entre ces deux corps sableux restant toujours problématique.

En l'absence de jalons intermédiaires, la corrélation est délicate entre les sondages angevins et ceux de la région nantaise (Borne *et al.*, ce volume). En Pays nantais, les sédiments, bien que d'âge reuvérien, montrent des faciès différents, à la fois plus sableux et plus carbonatés. D'autre part, la tectonique semble y avoir joué un rôle très important dans la distribution des gisements, ce qui n'est pas le cas en Anjou où les variations de la topographie et du niveau des mers peuvent rendre compte à elles seules des modifications locales. Notons à ce propos que l'étude de cinq gisements est insuffisante pour tenter, en Anjou, de mettre en évidence d'éventuels gauchissements néotectoniques de la région.

Cette analyse pluridisciplinaire du « Redonien » angevin conduit aussi à situer les gisements dans un contexte plus général susceptible d'éclaircir quelques zones d'ombres. Même si certains de ces raisonnements restent spéculatifs, ils pourront servir d'orientation aux futurs travaux.

D'après les résultats du forage DSDP-IPOD-548 (Loubere et Moss, 1986) localisé au large de la Bretagne, le rafraîchissement des eaux atlantiques serait apparu vers - 3,4 Ma. Par paliers successifs, ce refroidissement conduira à la première glaciation continentale en Scandinavie (Blanc, 1981) vers - 2,4 Ma ou - 2,3 Ma selon les échelles d'âges absolus.

Ce coup de froid très important (Prétiglien) est sensible dans toute l'Europe, jusque dans le sud de l'Italie (Combourieu-Nebout, 1987).

Cette glaciation serait la conséquence d'une rapide descente en latitude du Front polaire qui empêche alors la pénétration en mer de Norvège des eaux chaudes de la dérive Nord-Atlantique (blanc *et al.*, 1983). On peut se demander si ce courant chaud n'aurait pas, un temps au moins, été détourné vers le sud pour tempérer les eaux du Golfe ligérien, ce qui expliquerait la persistance des formes marines chaudes.

Nous avons vu également que les faluns de La Beurelière sont à rapporter au « Redonien » le plus ancien (Miocène supérieur) et qu'ils se sont déposés à une altitude élevée (84 m).

Logiquement, ces faluns et leurs dépôts adjacents ont dû recouvrir une surface plus vaste que les sédiments du Pliocène supérieur, moins élevés (60-40 m).

Pourtant, les argiles pliocènes datées avec précision par la palynologie reposent directement sur le socle, sans aucune trace des dépôts antérieurs qui devraient s'y trouver !

Si ce raisonnement est juste, il est difficile de ne pas admettre un retrait de la mer et une phase d'érosion continentale en Anjou au cours des 3 millions d'années qui séparent le Miocène supérieur du Pliocène supérieur, d'autant que ce socle a sans doute été altéré avant l'arrivée des « argiles noires ».

Ce décapage et ce démantèlement du Miocène supérieur n'auraient laissé que des reliquats qui expliquent la discontinuité des gisements de cet âge.

D'après la palynologie, les « argiles noires » et les « Sables » se sont déposés pendant la brève période (quelques dizaines ou centaines de milliers d'années ?) qui encadre le passage du Reuvérien au Prétiglien. L'ingression marine du Pliocène supérieur aurait donc été de très courte durée.

Le sommet de ces dépôts est contemporain de l'installation de la première calotte glaciaire scandinave et doit logiquement correspondre à une baisse prononcée et brusque du niveau général des mers. Dans l'Ouest de la France, ce reflux a dû commander une vidange rapide du Golfe ligérien.

En Anjou, la sédimentation observée serait, au moins dans sa partie supérieure, contemporaine de cette régression marine. L'arrivée brutale des « sables rouges » pourrait s'expliquer par une « rhéxistase » continentale, consécutive à la modification du couvert végétal sous l'emprise de la détérioration du climat prétiglien, et par la reprise d'érosion qui a du faire suite à la chute du niveau marin.

Références bibliographiques

- BARDIN (1882). - Étude paléontologique sur les terrains tertiaires miocènes du département de Maine-et-Loire. *Mém. Soc. Nat. Agric., Sci. et Arts d'Angers* (3), **22**, pp. 1-115.
- BARDIN (1882). - Étude stratigraphique sur les faluns de Genneteil et les faluns de Saint-Clément-la-Place. *Mém. Soc. Agric. Sci. et Arts d'Angers* (3), **22**, pp. 308-319.
- BLANC P.L. (1981). - Paléoclimatologie isotopique et histoire de l'eau profonde atlantique depuis 15 millions d'années. Thèse Université Paris-Sud, centre d'Orsay, n° 2474, note CEA-N-2244, 190 p.
- BLANC P.L., FONTUGNE M.R., DUPLESSY J.C. (1983). - The time-transgressive initiation of boreal Ice-Caps : continental and oceanic evidence reconciled. *Paleogéography, palaeoclimatology, paleoecology*, **42**, Elsevier-Amsterdam, pp. 211-224.
- BORNE V., BREBION Ph., BUGÉ E., CHAIX Ch., COURBOULEIX S., CHEVALIER M., ESTÉOULE-CHOUX J., FARJANEL G., LAURIAT-RAGE A., LIMASSET O., MARGEREL J.P., SELLIER D. (1987). - Étude de trois gisements, Conservation, dans le pays nantais, d'une sédimentation pliocène en bordure d'accidents, de type Quessoy - Nort-sur-Erdre (ce volume).
- BRÉBION Ph. (1970). - Les Gastéropodes du Redonien et leur signification (résumé). *Bull. Inform. Géologues Bassin de Paris*, n° 24, pp. 168-169.
- CAVELIER C. (1959). - Révision des gisements helvétiques (faciès pontilévien) de l'Anjou. *Bull. Mus. Nain. Hist. Nat.*, (2), 31, n° 5, pp. 454-460.

- CAVELIER C., en collab. avec KUNTZ G., LAUTRIDOU J.P., MANIVIT J., PAREYN Cl., RASPLUS L., TOURENO J. (1980). - Miocène et Pliocène. In Synthèse géologique du Bassin de Paris, Stratigraphie et Paléogéographie. *Mém. BRGM Fr.*, 1, n° 101, pp. 416-436.
- CLET-PELLERIN M., MORZADEC-KERFOURN M.T. (1985). - Palynologie et paléogéographie des sédiments marins reuvériens à tigliens de Bretagne et de Normandie : un essai de synthèse. *Sci. Géol. Bull.*, 38, 1, Strasbourg, pp. 73-78.
- COMBOURIEU-NEBOUT M. (1987). - Place de la première glaciation boréale vis-à-vis de la limite Plio-Pléistocène en Méditerranée. Analyse pollinique du Pliocène supérieur de Semaforo (Crotona, Italie). *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 304, série II, n° 10, pp. 533-538.
- COUFFON O. (1907). - Le Miocène en Anjou. *Bull. Soc. Et. Sci. Angers*, (1906), n.s., 36^e année, pp. 157-196.
- COUFFON O. (1908). - Le Miocène en Anjou (supplément) *Bull. Soc. Et. Sci. Angers*, (1907), n.s., 37^e année, pp. 49-58.
- COUFFON O. (1912). - Excursion scientifique du 23 juin 1912 à Baugé et ses environs (partie géologique). *Bull. Soc. Et. Sci. Angers*, n.s., 41^e année, pp. 115-124.
- COUFFON O. (1936). - Période miocène in précis de géologie angevine, pp. 161-181, 1 carte Angers.
- DINEUR H., GINSBURG L. (1986). - Les variations de taille chez *Brachyodus* (*Mammalia*, *Artiodactyla*, *Anthaco theriidae*) dans le bassin miocène de la Loire ; implications systématiques et stratigraphiques. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, 303, Série II, n° 7.
- DOLLFUS G.F., DAUTRENBURG Ph. (1902). - Conchyliologie du Miocène moyen du bassin de la Loire. Position des gisements fossilifères. *Mém. Soc. Géol. Fr.*, n° 10, (2-3).
- ESTÉOULE-CHOUX J. (1967). - Contribution à l'étude des argiles du Massif armoricain. Argiles des altérations et argiles des bassins sédimentaires tertiaires. Thèse, Rennes, 319 pages.
- ESTÉOULE-CHOUX J. (1967). - Contribution à l'étude des argiles du Massif armoricain. Argiles des altérations et argiles sédimentaires tertiaires. Thèse Sci. Rennes, 319 p.
- ESTÉOULE-CHOUX J. (1984). - Palygorskite in the Tertiary deposits of the Armorican Massif. *Developments in Sedimentology*, 37. Palygorskite-sepiolite, occurrence, genesis and uses. A Singer and E. Galan (Editors) Elsevier, pp. 75-85.
- ESTÉOULE-CHOUX J., BOS P., BLANCHET C. (1987). - Le bassin tertiaire de Pipriac (Ille-et-Vilaine) : structure, mise en évidence de dépôts oligocènes. *Géologie de la France*, n° 1-2, 1989.
- FARJANEL G. (1985). - La flore et le climat du Néogène et du Pléistocène de Bresse (France) d'après l'analyse pollinique — Implications stratigraphiques. *Document du BRGM Fr.*, n° 97, 200 p.
- GINSBURG L., MORNAND J. (1986). - Les restes de Mammifères des faluns de l'Anjou. Touraine. *Soc. Et. Sci. Anjou*, p. 4, Mém. n° 6, CDDP Édité.
- GRUET M. (1980). - Le Pliocène en Anjou. *Soc. Et. Sci. Anjou*, Mém. n° 4, pp. 79-84.
- KLEIN C. (1973). - Massif armoricain et Bassin parisien. Contribution à l'étude géologique et géomorphologique d'un massif ancien et ses enveloppes sédimentaires. Normandie, Maine, Anjou, Touraine, Poitou septentrional et contrées adjacentes. Assoc. Publication près les Universités de Strasbourg. Fondation Baulig, t. 12, thèse, 3 vol., 1197 p.
- LAURIAT-RAGE A., VERGNAUD GRAZZINI C. (1977). - Signification climatique des bivalves du Pliocène de l'Ouest de la France (Redonien) d'après leur étude biogéographique et isotopique. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, (D), 284, pp. 2475-2478.
- LAURIAT-RAGE A. (1981). - Les bivalves du Redonien (Pliocène atlantique de France). Signification stratigraphique et paléobiogéographique. *Mém. Mus. natn. Hist. nat.*, n.s., C., Sci. Terre, 45, 173 p.
- LAURIAT-RAGE A. (1982). - Les Astartidae (Bivalvia) du Redonien (Pliocène atlantique de France). Systématique, biostratigraphie, biogéographie. *Mém. Mus. natn. Hist. nat.*, n.s., C, Sci. Terre, 48, 118 p.
- LERICHE M. (1906). - Note préliminaire sur les poissons des faluns néogènes de la Bretagne, de l'Anjou et de la Touraine. *Ann. Soc. géol., Nord*, 35, pp. 290-321.
- LERICHE M., SIGNEUX J. (1957). - Les poissons néogènes de la Bretagne, de l'Anjou et de la Touraine. *Mém. Soc. géol. Fr.*, n.s., 36, n° 4, mém. n° 81, 64 p.
- LOUBERE P., MOSS K. (1986). - Late Pliocene climatic change and the onset of Northern Hemisphere glaciation as recorded in the northeast Atlantic Ocean. *Geol. Soc. America Bull.* 97, pp. 818-828.
- MARGEREL J.P. (1968). - Les foraminifères du Redonien. Systématique, répartition stratigraphique, paléoécologie. Thèse, Faculté des Sciences de Nantes, 2 vol., 197 p.
- MARGEREL J.P. (1987). - Biostratigraphie des dépôts néogènes de l'Ouest de la France. Constitution de biozones de foraminifères benthiques. *Géologie de la France*, n° 1-2, 1989 (ce volume).
- MORZADEC-KERFOURN M.T. (1989). - Microplancton organique, pollen et spores des argiles pliocènes de Saint-Jean-la-Poterie (Morbihan). *Géologie de la France*, n° 1-2, 1989 (ce volume).
- POMEROL Ch. (1973). - Stratigraphie et paléogéographie. Ere cénozoïque (Tertiaire et Quarternaire). Doin, Paris, 269 p.
- POUIT D. (1982). - L'Ichthyofaune marine des faluns miocènes de l'Anjou-Touraine : quelques apports paléoécologiques et paléoclimatologiques. *Bull. Soc. Et. Sci. Anjou*, n.s., 11, pp. 139-144.
- ZAGWIJN W.H. (1960). - Aspects of the Pliocene and early Pleistocene vegetation in the Netherlands. *Meded. Geol. Sticht*, Maestricht, sér. C, 3, 5, 78 p.
- ZAGWIJN W.H. (1974). - The Pliocene - Pleistocene boundary in western and southern Europe. *Boreas*, 3, pp. 75-97. Oslo.

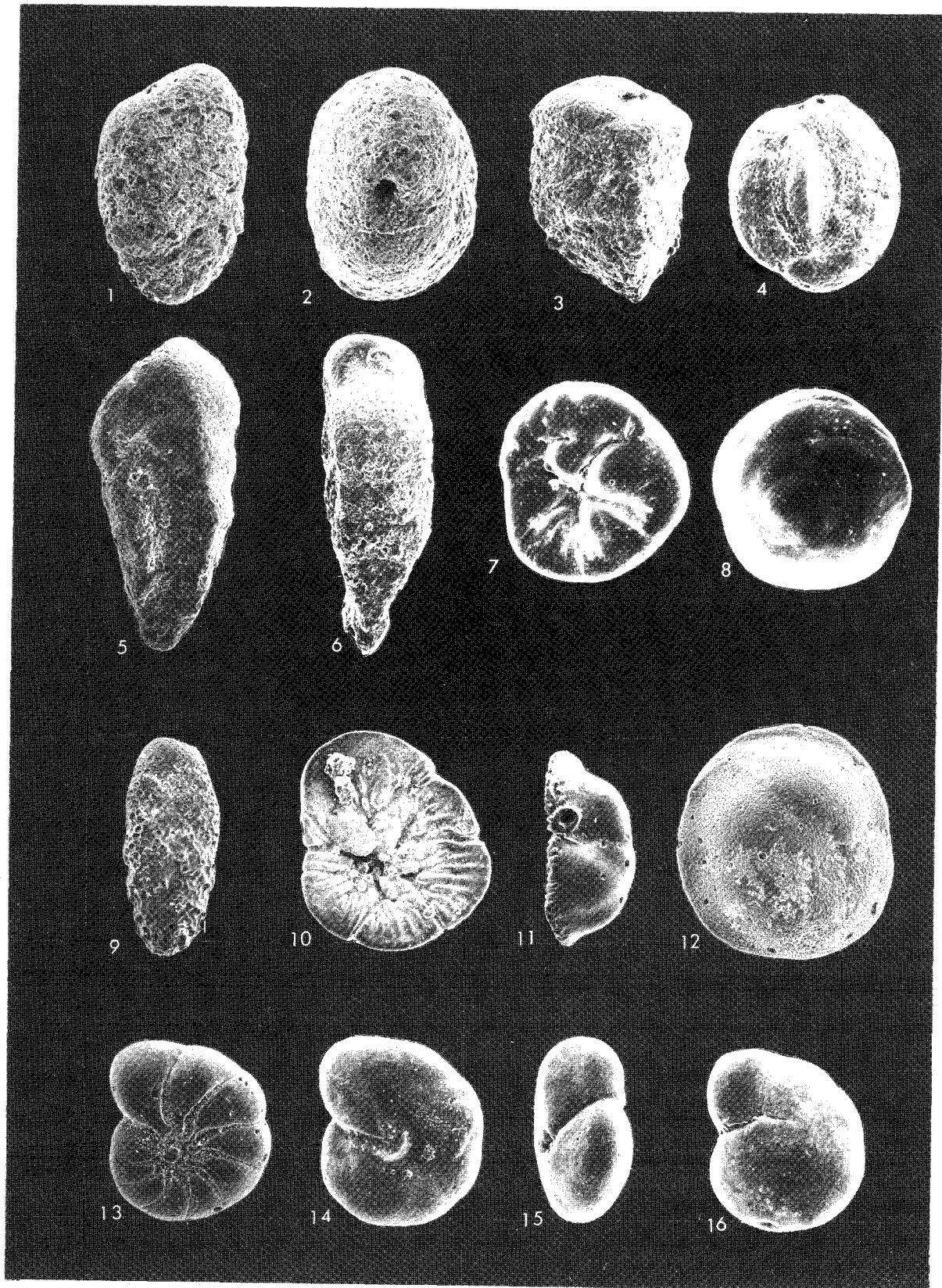


PLANCHE I

Fig. 1. - *Planctostoma* sp. × 190 ; Fig. 2. - *Planctostoma* sp. × 240 ; Fig. 3. - *Gaudryina* sp. × 100 ; Fig. 4. - *Heterellina* sp. × 180 ; Fig. 5-6. - *Siphotextularia* sp. × 140 ; Fig. 7-8. - *Neoconorbina* sp. × 130 ; Fig. 9. - *Bolivina* sp. × 160 ; Fig. 10. - *Discorbitura* sp. × 130 ; Fig. 11. - *Discorbitura* sp. × 90 ; Fig. 12. - *Hanzawaia* sp. × 140 ; Fig. 13. - *Protelphidium* sp. × 140 ; Fig. 14-16. - *Anomalina* sp. × 220.

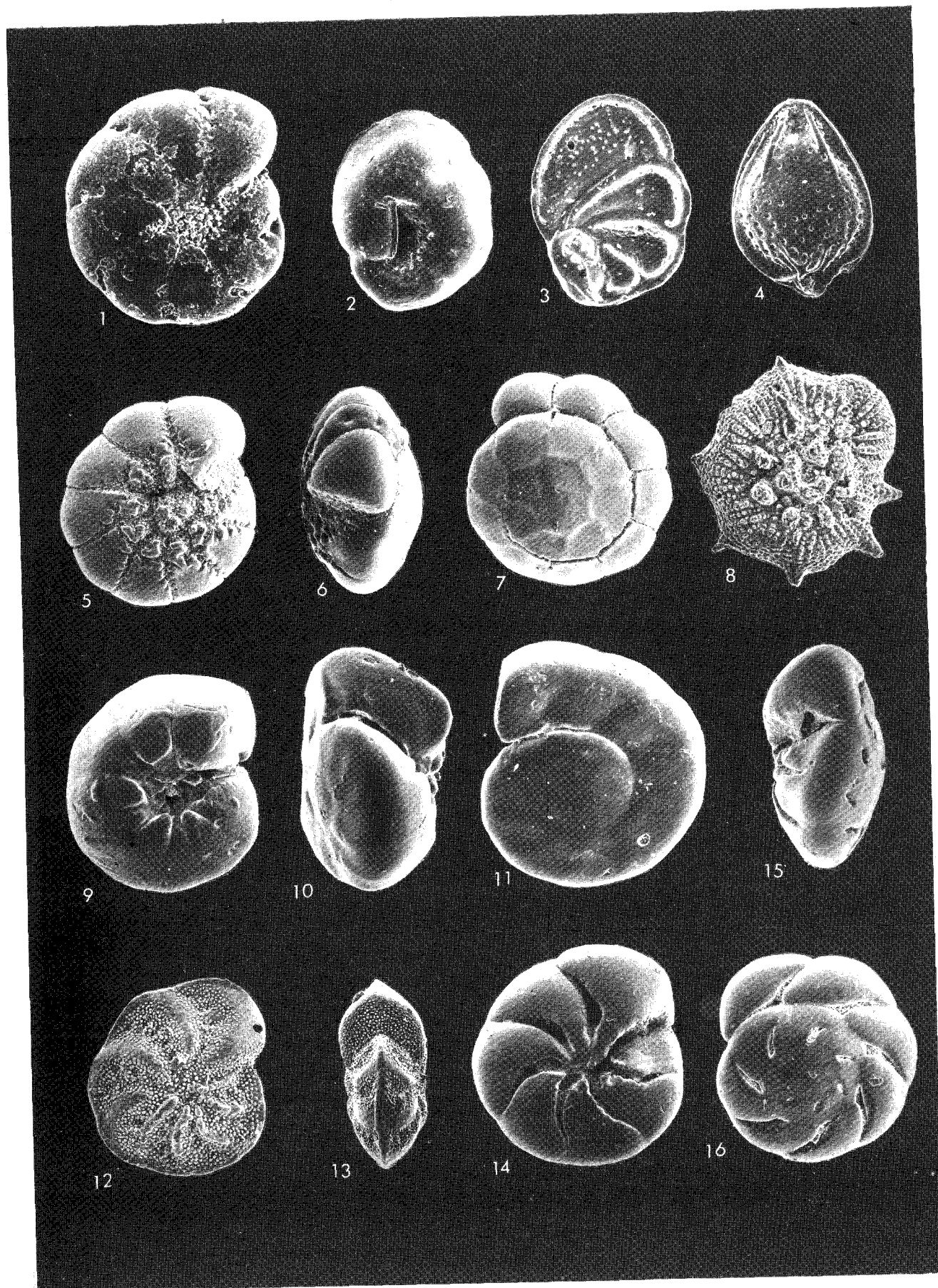


PLANCHE 2

Fig. 1. - *Cribrononion* sp. $\times 180$; Fig. 2. - *Lamarckina* sp. $\times 120$; Fig. 3. - *Lamarckina* sp. $\times 160$; Fig. 4. - *Fissurina seguenzae* sp. $\times 160$; Fig. 5-7. - *Ammonia limbatosuturalis* sp. $\times 90$; Fig. 8. - *Glabratella sidebottomi* sp. $\times 160$; Fig. 9. - *Gyroidina longispira miocenica* $\times 160$; Fig. 10. - *Gyroidina longispira miocenica* $\times 180$; Fig. 11. - *Gyroidina longispira miocenica* sp. $\times 195$; Fig. 12-13. - *Elphidium* aff. *pulverum* $\times 130$; Fig. 14-16. - *Pseudoepinides pseudotepidus* $\times 80$.