

Biostratigraphie de l'Oligo-Miocène du bassin d'Aquitaine fondée sur les nannofossiles calcaires. Implications paléogéographiques*

Premier congrès français
de stratigraphie
Toulouse, 12-14 septembre 1994

Bruno CAHUZAC ⁽¹⁾
Marie-Christine JANIN ⁽²⁾
Etienne STEURBAUT ⁽³⁾

*Calcareous nannofossil biostratigraphy of the Oligo-Miocene
from the Aquitaine Basin. Palaeogeographical implications*

Géologie de la France, n° 2, 1995, pp. 57-82, 5 fig., 7 tabl.

Mots-clés : Nannofossiles, Biostratigraphie, Oligocène, Chattien, Miocène inf., Langhien, Serravallien, Paléogéographie, Bassin aquitain.

Key words: Coccoliths, Biostratigraphy, Oligocene, Chattian, Lower Miocene, Langhian, Serravallian, Palaeogeography, Aquitaine Basin.

Résumé

L'analyse de la nannoflore a permis de préciser l'âge d'une soixantaine de dépôts oligo-miocènes du Bassin aquitain, apportant des informations paléogéographiques nouvelles.

Les zones NP 24 et NP 25 (Oligocène supérieur) ont été reconnues en divers sites du Bassin de l'Adour (Aquitaine SW), confirmant les âges suggérés par les foraminifères. Dans le Bas-Adour, le remplissage du paléocanyon de Saubrigues-Bélus (prolongement oriental de l'actuel Gouf de Capbreton) a pu être suivi grâce à l'étude de nombreux affleurements et d'un forage : la partie orientale (gouttière de Bélus) a été comblée au cours du Chattien, tandis que le domaine de sédimentation marine se retirait progressivement du sud-est vers le nord-ouest, laissant des dépôts de l'Aquitainien et du Burdigalien (NN 1-3) sur le flanc sud-ouest du golfe, du Burdigalien supérieur (NN 3-4) dans les régions centrale et orientale, et du Langhien (NN 5) au nord-ouest.

Pour les sédiments marins du Miocène moyen, dont l'âge était jusqu'ici très controversé, deux épisodes transgressifs ont pu être distingués :

– un épisode langhien (NN 5), mis en évidence dans le Bas-Adour et dans le Centre Aquitain, et pour lequel une esquisse paléogéographique est proposée pour la première fois ;

– un épisode serravallien (NN 6-7, voire début 8) beaucoup plus étendu. Caractérisé par la présence d'*Helicospaera walbersdorfensis*, il a été reconnu aussi bien dans le secteur de Soustons, le golfe de Chalosse et d'Orthez, ou la bordure nord de la Chalosse, qu'en Aquitaine centrale/orientale (Sos) et en Gironde (Bordelais, région de Salles et Mios). Il correspond ainsi à la dernière transgression marine importante ayant affecté le Bassin d'Aquitaine.

Extended abstract

Fossiliferous marine sediments of Chattian to Serravallian age are frequently outcropping in the Aquitaine Basin (Fig. 1). Because of their predo-

minantly neritic origin, these deposits are generally rich in molluscs, largely collected by previous authors, but fairly poor in planktonic micro-organisms with high stratigraphic potential. Consequently, their age was often not well known (or still under discussion), especially from the Middle Miocene onwards, and this because of the disappearance of miogypsinids and other benthic larger foraminifera which, in Aquitaine, have been used to subdivide the preceding time intervals.

Calcareous nannofossil investigations have led to the precise dating and palaeogeographical interpretation of about sixty Oligo-Miocene outcrops (Tabl. 1), and this despite the poorly diversified associations, the frequent absence of the classical marker species (particularly the marked scarcity of *Discoaster* and *Sphenolithus* species) and the high rates of reworking of Cretaceous and Palaeogene (mainly Eocene) material. Species are listed in alphabetic order at the end of the paper (addendum). Their stratigraphic distribution is given in tables 2-3 and 5-7. A few of the

* Communication orale lors du Premier Congrès français de Stratigraphie, Toulouse, 12-14 septembre 1994. Manuscrit reçu le 28 novembre 1994, accepté définitivement le 14 avril 1995.

(1) LARAG, Université de Bordeaux-I, 351 Cours de la Libération, F- 33405 Talence Cedex.

(2) Université P. et M. Curie et CNRS, Laboratoire de Micropaléontologie, 4, place Jussieu, (T15 E4), F- 75252 Paris Cedex 05.

(3) Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique, 29, rue Vautier, B- 1040 Bruxelles.

identifications were made by the late Hélène Manivit and Annick Pujos, to whom, as an expression of our sincere respect, we want to dedicate this work. The calcareous nannofossil zonation of Martini and Müller (1986) and the planktonic foraminiferal zonation of Blow (1969) are used in the present paper.

I- The geological and structural framework of the Aquitaine Basin has conditioned the outline of the successive transgressions which have been more or less spreading out from the Atlantic in an eastern direction (Fig. 1, 4). Two major structural provinces can be recognized. The North-Aquitaine province consists of a stable platform with a few elevations (Villagrains ridge, ..., Fig. 4), whereas the South-Aquitaine area has been strongly deformed by the Pyrenean orogenic phases (Lutetian and terminal Oligocene in age). These tectonic events have led to the formation of a series of anticlinal ridges (among which diapirs) and subsiding basins, where marine sequences developed, often much more complete than in the north of the Basin. The studied area is bounded on the south by the North-Pyrenean subduction front.

II- The Upper Oligocene is only outcropping in the southwest of Aquitaine (Tabl. 1 and 2). Calcareous nannofossil zones NP 24 (or even 23 ?) and NP 25 have been identified at different sites in the Adour Basin, which agrees with the ages suggested by means of foraminifera (the Pontonx and St Paul-l  s-Dax areas, the St Etienne-d'Orthe / Orthevielle / B  lus palaeocanyon). The Chattian succession, which, according to the "grade-datings", spans the interval from ca. 27 to 23 Ma, seems to be fairly complete; it corresponds to eustatic cycles TB 1-2 to TB 1-4.

The Upper Oligocene deposits are transgressive in the southwest of Aquitaine, having been deposited after a major regressive episode at the Stampian/Chattian boundary. This episode seems to correspond to the major global sea-level fall occurring at the base of cycle TB 1-1. The incision of the palaeocanyon of Saubrigues-B  lus, probably the eastward prolongation of the present

"Gouf de Capbreton", may be related to this major sea-level fall (Fig. 2). North of this palaeocanyon, the Chattian coastline skirted along the western edges of the Pey / St Lon-les-Mines ridge and the Tercis ridge. Marls and calcareous sands accumulated in shallow bays (Escornebeou outcrops = NP 25) (Fig. 1). Coral reefs developed in the St Paul-l  s-Dax area.

III- The majority of the deposits in the Miocene Gulf of Saubrigues consists of marls with fairly rich macrofaunas, to which, according to the authors, different ages have been assigned, ranging from Burdigalian to Pliocene (Tabl. 4). The depositional history of the Saubrigues-B  lus palaeocanyon has been reconstructed through the investigation of many outcrops and the Saubrigues Sa H1 borehole section (Fig. 1-3 and Tabl. 3, 5). The eastern part of this canyon ("goutti  re de B  lus") has been filled in during the Chattian (NP 24-25). As the area of marine sedimentation progressively shifted from SE to NW, the oldest outcropping Miocene deposits, of Aquitanian and Burdigalian age (NN 1-3), were laid down on the southwestern edge of the gulf, the younger Late Burdigalian deposits (NN 3-4) in the central and eastern areas, and the Langhian deposits (NN 5) in the northwest.

The Sa H1 borehole section, of which 12 cored samples have been studied (Tabl. 5), has proved to be indispensable for the completion and the understanding of the surface data. The marine Miocene, which is predominantly marly and about 360 m thick in this borehole, unconformably rests on Lower Eocene (and Lowermost Lutetian) strata (NP 12-14). It consists of a basal 156 m thick marly unit of Aquitanian age (NN 1), of which parts are outcropping at Haut-Bernet, which is overlain by 50 m of Lower Burdigalian marls (NN 2) and 20 m of Upper Burdigalian deposits (NN 3 or NN 4).

The study of three additional borehole sections, drilled on the structural high of St Jean-de-Marsacq, the western prolongation of the Cretaceous ridge of St Lon-les-Mines / Pey (Fig. 3), provided evidence of a substantial hiatus, encom-

passing large parts of the Eocene and the entire Oligocene. Thus, the Stampian and the Eocene appear to have been deeply eroded during the incision of the palaeocanyon. Subsequently, the canyon was there filled in with Lower Miocene deposits, which, on top of the St Jean-de-Marsacq anticline, reach a thickness of over 450 m. (borehole Sa H2).

IV- The marine Middle Miocene deposits, of which the age has been often intensely discussed until now, seem to have been formed during two distinct transgressive episodes (Tabl. 6 and 7):

1- A Langhian episode (NN 5, characterized by the presence of *Sphenolithus heteromorphus* and the absence of *Helicosphaera ampliapertura* and *H. walbersdorfensis*), identified in the "Bas-Adour" area and in central Aquitaine. Several outcrops rich in marine mollusc faunas have been recognized, which have led to the identification of the "golfe de Manciet", a small gulf between the Tennar  ze Anticline and the Chalosse and Roquefort Anticlines (Fig. 4-5). These mollusc faunas are similar to those from the Langhian ("Pontilevian") of the Loire Basin (Northwestern France). The Langhian age has been confirmed on the basis of microplankton data, e.g. the presence of *Praeorbulina*. The first palaeogeographical sketch-map, illustrating this marine episode in the whole Aquitaine, is proposed here (Fig. 4).

2- A Serravallian episode (NN 6-7, even early NN 8), more widely recognizable. It is characterized by the absence of *S. heteromorphus* and the presence of *H. walbersdorfensis*. The latter, although fairly rare, seems to be a reliable marker for identifying the Serravallian in the Aquitaine Basin. This second episode has been recognized in the Soustons area, in the Chalosse and Orthez gulf, along the northern margin of the Chalosse, as well as in central and eastern Aquitaine (Sos,...) as in the Gironde (the "Bordelais" gulf, and the Salles and Mios areas).

The outcrop at Sos, of uncertain age until now, is particularly characterized by the presence of *Catinaster* ? sp., *H. walbersdorfensis* and *Trochoaster*

concavus, indicating a Late Serravallian age (NN 7-8) (Tabl. 6). This age attribution agrees well with the planktonic microfauna (presence of *Orbulina*, beds at Sos are thus related to the "couches à *Orbulines*"), the Rodent fauna and with a Sr-isotope dating of approximately 12,5 Ma.

From the palaeogeographical data, it is clear that the Serravallian transgression was very widespread in south and east Aquitaine (Fig. 4), having flooded several previously eroded structural anticlines, and in east Aquitaine, having led to the formation of the "golfe de l'Armagnac". The latter is characterized by a generally highly detrital and very shallow marine depositional regime (highly hydrodynamic environments). In the north, the Serravallian sea skirted along the western edge of the Villagrains ridge (deposition of the bioclastic sands and coquinas of Salles and Mios). In the Bordelais, it formed a gulf with sandy and marly deposits rich in littoral macrofaunas.

The investigation of the calcareous nannofossils has permitted to refine the stratigraphy and the palaeogeography of numerous classical sites from the Oligo-Miocene of Aquitaine, despite the unfavourable conditions of the deposits. The results presented here do not always agree with those obtained through "grade-datings", especially for the Middle Miocene, for which this method seems to be less reliable. On the contrary, they generally fit well with information available from other disciplines (field observations, distribution patterns of planktonic and benthic foraminifera, macrofaunas, and isotope datings).

Introduction

Les sédiments marins fossilifères chattiens à serravalliens sont fréquents à l'affleurement dans le bassin d'Aquitaine (fig. 1). Ils sont généralement riches en micro- et macrofaunes, notamment en mollusques largement récoltés par les anciens auteurs, ce qui a rendu ces dépôts célèbres dans la littérature géologique (réf. in Daguin, 1948). Plusieurs transgressions successives, plus ou moins étendues vers l'est, ont conduit à

des dépôts de faciès surtout néritiques, peu propices aux micro-organismes planctoniques. La stratigraphie de la série allant du Chattien au Burdigalien inférieur a pu être souvent précisée grâce aux associations planctoniques ou de "grands" foraminifères benthiques : miogypsines... Par contre, les formations du Miocène moyen ont longtemps été attribuées à l'"Helvétien" local ou à l'ancien étage "Sallomacien" sans plus de précisions ; elles avaient fait l'objet d'encore peu d'études de nannoplancton (Lezaud, 1967 ; Müller et Pujol, 1979 ; Folliot *et al.*, 1993). En particulier, les "marnes de Saubrigues", dans le bassin du Bas-Adour (fig. 2), ont été depuis un siècle attribuées à de nombreux étages (Burdigalien à Tortonien, voire Pliocène), d'après surtout la macrofaune. Du fait de la raréfaction au Miocène moyen des foraminifères à valeur stratigraphique, il était intéressant d'examiner les nannofossiles calcaires pour préciser l'âge de ces gisements, ainsi que les modalités du remplissage du "paléocanyon" de Saubrigues, prolongement oriental de l'actuel "Gouf de Capbreton". De nombreuses données paléogéographiques résultent de cette étude, en particulier pour ce qui concerne les phases transgressives du Miocène moyen dans le Centre aquitain, l'âge des dépôts correspondants étant controversé (cf. par exemple les désaccords entre chronologie mammalienne et "grade-datations" : Aguilar et Michaux, 1994, 1995).

Pour les nannofossiles calcaires, la systématique et les répartitions stratigraphiques adoptées sont celles classiquement utilisées par les biostratigraphes pour l'Europe du Nord-Ouest (cf. Perch-Nielsen, 1985 ; Martini et Müller, 1986). La liste des taxons est donnée en annexe, avec quelques précisions complémentaires. Nous avons bénéficié de quelques déterminations effectuées par Mmes H. Manivit et A. Pujos, à la mémoire desquelles nous tenons à rendre ici hommage. La nannoflore est en général assez bien conservée mais peu diversifiée en raison des conditions de dépôt (trop grande proximité de la côte), avec d'importants remaniements de Crétacé et de Paléogène (Eocène surtout).

Les zonations utilisées sont celles de E. Martini in E. Martini et C. Müller

(1986) pour les nannofossiles calcaires, et de W. A. Blow (1969) pour les foraminifères planctoniques.

Cadre géologique et géographique

Le bassin d'Aquitaine a été le siège, au cours du Tertiaire et particulièrement à l'Oligo-Miocène, de nombreuses transgressions d'obédience atlantique, qui se sont étendues plus ou moins loin vers l'est au gré des incursions marines. La province nord-aquitaine est une zone de plate-forme stable, comprenant les quelques bombements anticlinaux girondins (ride de Villagrains..., fig. 4). Par contre, l'ouest de la zone centrale et surtout la zone sud-aquitaine présentent des bassins profonds fortement subsidents et des rides ou des structures diapiriques dont le soulèvement durant tout le Tertiaire a été tributaire des phases tectoniques successives des Pyrénées proches. L'ancien "sillon nord-pyrénéen", en bordure nord de la chaîne, a été structuré lors de la phase majeure de la fin du Lutétien supérieur, l'ensemble de l'Aquitaine méridionale étant ensuite affecté par une dernière phase importante vers la fin de l'Oligocène (fig. 2). Cette organisation structurale explique que ce soit dans le sud du bassin (où alternent sillons et rides d'orientation WNW-ESE, activés par une halocinèse continue) que se rencontrent les séries marines les plus complètes et les faciès les plus variés.

Le présent travail concerne essentiellement les formations de l'Oligocène supérieur et du Miocène. Précédemment, durant l'Oligocène inférieur (étage "Stampien" classiquement utilisé en Aquitaine, à peu près équivalent du Rupélien), l'Aquitaine a connu une importante transgression, de grande extension vers l'est notamment en Aquitaine centrale et septentrionale, où le golfe marin dépassait nettement les vallées actuelles de la Garonne et de la Dordogne (Poignant, 1967 ; Kieken, 1973). La majeure partie des dépôts stampiens d'Aquitaine est constituée d'une série néritique carbonatée ("calcaire à Astéries"), localement enrichie en éléments détritiques (sables d'Yrieu dans le Bas-Adour : Steurbaut, 1983), alors que la

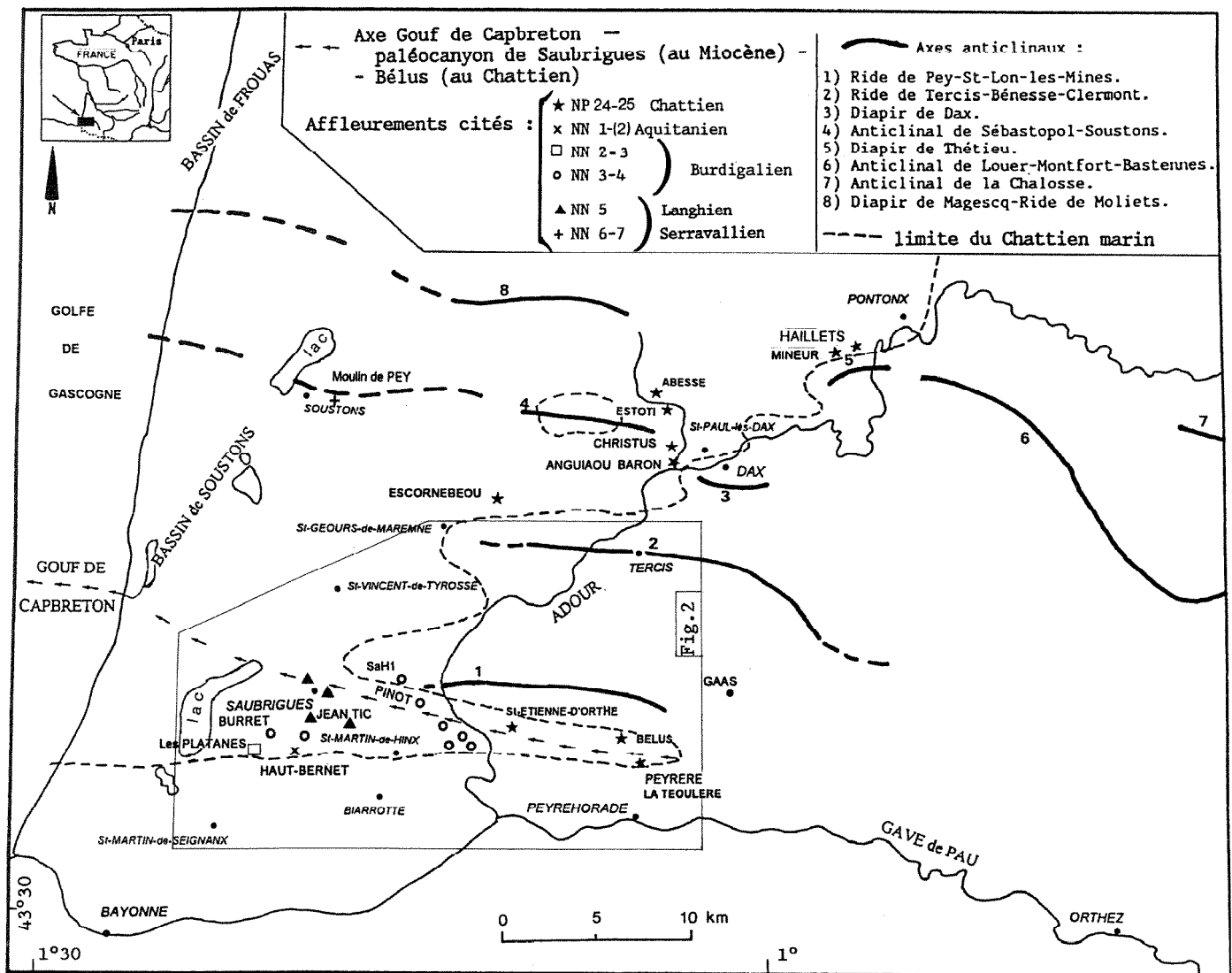


Fig. 1. – Cadre structural du Sud-Ouest aquitain (Bassin de l'Adour). Limite orientale d'extension du Chattien marin et localisation des principaux gisements oligo-miocènes étudiés.

Fig. 1. – Structural sketch-map of Southwestern Aquitaine (Adour Basin). Eastern boundary of the Chattian sea, and location of the main Oligo-Miocene outcrops studied.

façade occidentale du bassin montre des marnes pélagiques.

Localisation des échantillons

Les conditions d'affleurement des dépôts chattiens et néogènes sont le plus souvent très mauvaises à l'heure actuelle, toutes les marnières et la plupart des gisements anciens étant abandonnés depuis longtemps, voire détruits par l'urbanisation ou divers ouvrages. De longues prospections de terrain, entreprises depuis plusieurs années, nous ont toutefois permis d'échantillonner de nombreuses coupes (généralement de faible puissance et rarement continues) dans toutes les régions aquitaines où affleu-

raient jadis les niveaux fossilifères. Le tableau 1 synthétise les principales données relatives à ces échantillons de surface ainsi qu'à deux forages qui ont été examinés. On ne détaillera pas ici chaque affleurement (sauf certains niveaux particuliers qui appelleront quelques remarques dans le cours du texte), renvoyant le lecteur aux travaux de F. Crouzel (1956, 1989), C. Pujol (1970), A. Poignant (1967), C. Müller et C. Pujol (1979), B. Cahuzac (1980, 1984), B. Cahuzac *et al.* (1985, 1992), B. Cahuzac et A. Poignant (1988), B. Cahuzac et J. Roman (1994), E. Steurbaut (1984), J.P. Capdeville (1990, 1991), M. Folliot (1993) et M. Folliot *et al.* (1993).

Le bassin du Bas-Adour à l'Oligocène supérieur (Chattien)

Il faut souligner que le Chattien marin est inconnu à l'affleurement dans toute la partie centrale et septentrionale de l'Aquitaine. Cela démontre l'intérêt de la série du sud-ouest aquitain pour la connaissance de cette période et des riches associations fauniques qui y sont rencontrées (foraminifères, ostracodes, bryozoaires, scléractiniaires, mollusques, échinides, poissons...).

Stratigraphie

Gisement probablement attribuable à la zone NP 24

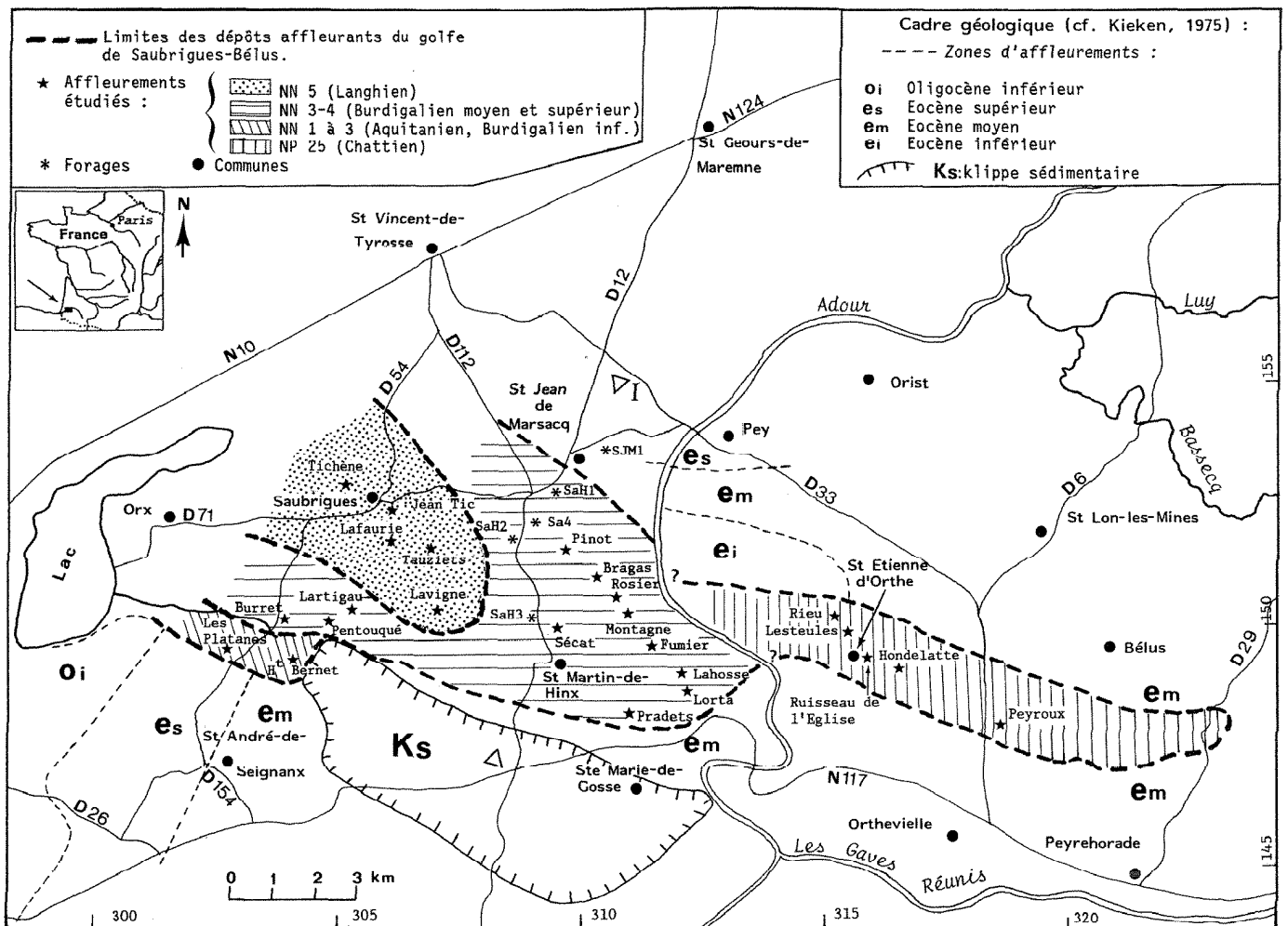


Fig. 2. - Remplissage du paléogolfe de Saubrigues-Bélus (I : localisation de la coupe fig. 3).

Fig. 2. - Depositional history of the Saubrigues-Bélus palaeogulf (I: location of the section, fig. 3).

Sur le flanc nord du diapir de Thétieu (fig. 1) s'observent plusieurs affleurements éocènes à chattiens soulevés à la faveur des mouvements tectoniques de cette structure (Cahuzac, 1980).

L'affleurement du ruisseau des Haillets a été rattaché à la zone NP 24 [C. Müller in Cahuzac (1980), repris ici tabl. 2], mais un âge NP 23 ne peut toutefois pas être totalement exclu. La microflore (où *R. umbilicus* est absent) contient simultanément *S. distentus* et *S. predistentus* (qui disparaissent au sommet de la NP 24) et *R. abisecta*, dont l'apparition coïncide plus ou moins selon les régions avec celle de *S. ciperoensis*, c'est-à-dire avec la limite NP 23-24 (Perch-Nielsen, 1985 ; Martini et Müller, 1986 ; voir aussi discussion in Firth, 1989). Dans les régions de hautes latitudes, *S. ciperoensis* est épisodique ; son absence ici peut être liée au faciès trop

peu océanique des dépôts. La présence de *R. lockeri* (qui apparaît dans l'Oligocène supérieur d'après Perch-Nielsen, 1985) s'accorde avec l'attribution proposée. Ce site est pour le moment le seul de toute l'Aquitaine où cette biozone serait mise en évidence.

Gisements attribuables à la zone NP 25 (directement ou par corrélation)

Les gisements correspondant à la zone NP 25 sont nombreux dans le bassin de l'Adour (fig. 1 et 2, cf. aussi Müller et Pujol, 1979). Ils témoignent d'une phase transgressive sous climat tropical, bien mise en évidence grâce à l'analyse de multiples forages et affleurements. Ces dépôts sont en général très riches en micro- et macrofaunes récemment révisées, avec des faciès variés, permettant de caractériser un Chattien de type tropical atlantique (e.g. G.F.E.N., 1974 ;

Cahuzac, 1980 ; Lozouet, 1986 ; Cahuzac et Poignant, 1988, 1992). Les associations de nannofossiles calcaires sont en général assez pauvres, et les marqueurs souvent absents (tabl. 2), entre autres chez les *Sphenolithus* dont la présence est irrégulière.

St Etienne-d'Orthe - ruisseau de l'Eglise

L'attribution de ce gisement à la NP 25 est fondée sur la présence de *H. recta*, *R. bisecta* et *Z. bijugatus* (qui disparaissent près de la limite NP 25/NN 1) et de *P. enormis* (limitée à la NP 25), et sur l'absence de *S. distentus*. Dans ce niveau, on peut remarquer l'absence de *S. ciperoensis*. Une paracmé de cette espèce au sein de la zone NP 25 a été notée dans des forages profonds de l'Océan Indien et pourrait être invoquée ici (Sturbaut in Zorn et Janssen, 1993). Une absence apparente liée aux condi-

cf.		Localisation des coupes		Faciès, lithologie	Coordonnées Lambert		N° référence des échantillons (Univ. Bordeaux)
Fig.	Tab.	Commune	Lieu-dit		x	y	
1	2	Pontonx	Haillets	Marnes fossilifères grises	334,750	3168,025	GA 29 748
2	2	St Etienne-d'Orthe	Ruisseau de l'Eglise	Marnes grises à microfaune et quelques mollusques	316,500	3149,150	GA 38 236
2	2	St Etienne-d'Orthe	Rieu inférieur		315,675	3150,050	GA 38 506
2	2	St Etienne-d'Orthe	Hondelatte		317,385	3148,810	GA 38 281
2	2	St Etienne-d'Orthe	Lesteules W		315,960	3149,750	GA 38 508
2	2	Orthevielle	Peyroux		319,100	3148,000	GA 38 507
1	2	St Paul-lès-Dax	Abesse ruisseau		Falun marneux gris bleu	323,835	3166,890
2	2	St Martin-de-Hinx	Haut-Bernet 1	Marnes grises à microfaune	303,875	3148,675	GA 38 513
2	2	St Martin-de-Hinx	Haut-Bernet 2	Marnes grises à microfaune	303,800	3148,650	GA 38 516
2	3	St André-de-Seignanx	Les Platanes	Marnes grises à microfaune et quelques mollusques	301,875	3149,250	GA 38 275A
2	3	St Jean-de-Marsacq	Pinot (base : ruisseau)		309,575	3151,200	GA 34 494
2	3	Ste Marie-de-Gosse	Les Pradets		311,175	3147,850	GA 34 497
2	3	Ste Marie-de-Gosse	Lorta		312,625	3148,275	GA 38 256
2	3	St Martin-de-Hinx	Lartigau		304,650	3149,775	GA 34 498
2	3	St Martin-de-Hinx	Le Rosier		310,750	3150,150	GA 34 480
2	3	Saubrigues	Pentouqué		304,100	3149,775	GA 34 499
2	3	Saubrigues	Burret		303,260	3149,415	GA 38 272
2	3	St Martin-de-Hinx	La Montagne		310,975	3150,050	GA 38 261/38 262
2	3	St Martin-de-Hinx	Sécat		309,350	3149,775	GA 38 263
2	3	St Martin-de-Hinx	Lahosse		312,315	3148,925	GA 38 265
2	3	St Martin-de-Hinx	Fumier		311,625	3149,500	GA 38 259/38 260
2	3	Saubrigues	Jean-Tic		305,700	3152,125	GA 34 491
2	3	Saubrigues	Lafaurie		306,000	3151,650	GA 34 479
2	3	Saubrigues	Lavigne		306,875	3149,900	GA 34 500
2	3	Saubrigues	Tauziets		306,550	3151,050	GA 38 268
2	3	Saubrigues	Tichène		304,525	3152,450	GA 38 270
2	5	St Jean-de-Marsacq	Forage Saubrigues H1	Marnes grises (-58 à -450m)	309,428	3152,501	N°archivage 976.6.9
4	6	Parleboscq	La Guirande	Sables marneux faluniens beiges	414,825	3184,560	GA 34 446
4	6	Manciet	"Abreuvoir"	Falun jaunâtre à brun	415,280	3168,650	GA 34 448
4	6	Le Houga	Carrière	Falun beige (niveau moyen)	397,825	3167,275	GA 38 536
4	6	Sos	Matilon	Falun bleu clair	426,330	3195,910	GA 34 441
4	6	Baudignan	Coupe du "Bois"	Marnes sableuses à mollusques, beiges à grises	416,925	3201,230	GA 34 444 A
4	7	Salles	Le Minoy	Faluns et sables argileux ocres à mollusques	345,087	3253,725	GA 34 302/34 303
4	7	Salles	Moulin Debat	Faluns et sables fins à mollusques, beiges à roux	345,550	3257,525	GA 34 308/311/315
4	7	Mios	Caze	Faluns gris bleuâtre	343,225	3260,750	GA 34 325/34 363
4	7	Martignas	"Pont-du-Soldat"	Marne sablo-calcaire fossilifère beige	354,825	3288,900	GA 34 411
4	7	Pessac	Magonty supérieur	Falun marno-sableux gris bleu	360,625	3281,650	GA 34 410
4	7	St Médard-en-Jalles	Forage Cap de Bos	Marnes sableuses fossilifères gris vert (-13,5m)	352,300	3290,450	N°archivage 802.8.182
1	7	Soustons	Pey (moulin)	Marnes sableuses coquillières gris bleu	307,350	3167,625	GA 38 285
4	7	Donzacq	Jouandéou A	Marnes sableuses fossilifères grises	345,765	3156,560	GA 38 551
4	7	Donzacq	Jouandéou B	Sables marneux beiges à galets et macrofaune	345,780	3156,550	GA 38 240
4	7	Sort	Labaiqt	Sables marneux gris	334,650	3159,150	GA 29 773
4	7	Sort	Luy (pont)	Sables argilo-calcaires gris beige	337,250	3158,850	GA 29 746
4	7	Clermont	Palepic	Marnes sableuses grises	338,775	3155,875	GA 29 758
4	7	Castelnau	Biolo	Marnes sableuses à macrofaune, gris beige	344,075	3156,720	GA 38 230
4	7	Laurède	Mauba	Marnes supérieures gris foncé, finement sableuses	347,680	3166,975	GA 38 547
4	7	Carcarès-Ste-Croix	(au bourg)	Sables marneux à huîtres, gris marron	348,560	3176,175	GA 38 589
4	7	Audon	Pétiton	Marnes inférieures, sableuses, grises, à mollusques	345,650	3170,760	GA 38 590
4	7	St Sever	Pipoulan	Sables supérieurs roux, graveleux, à mollusques et nodules calcaires	365,475	3166,800	GA 34 489
4	7	St Sever	Abattoir	Sables fins, gris à roux	365,935	3166,650	GA 34 485
4	7	Salies-de-Béarn	Bois de Baillenx	Marnes sableuses grises	335,200	3137,200	GA 38 586
4	7	Orthez	Le Paren	Marne très coquillière gris bleu	352,400	3137,775	GA 38 249
4	7	Sallespisse	Pouchan	Falun gris bleu	353,150	3138,725	GA 38 541

Tabl. 1. – Inventaire des coupes examinées. [Les gisements de Saint-Jean-de-Marsacq (Le Bragas, marnes : échantillon n° GA 34467) et Escalans (faluns, n° GA 34482), cités pour mémoire dans les tableaux 3 et 6, sont en cours d'étude et feront l'objet de publications ultérieures].

Table. 1. – List of the studied sections. [The investigation of samples from Saint-Jean-de-Marsacq (Le Bragas marls, sample n° GA 34467) and Escalans ("faluns", n° GA 34482), mentioned in tables 3 and 6, is still in process ; the results will be discussed in a next publication].

récifaux à La Téoulère : Cahuzac et Chaix, 1994), et s'approfondissent vers l'ouest (marnes circalittorales à épibathyales à Saint-Etienne-d'Orthe). Juste à l'ouest de Saint-Etienne-d'Orthe, la zone alluvionnaire quaternaire de la vallée de l'Adour masque complètement les dépôts tertiaires ; vers l'ouest, le Chattien marin n'est plus connu à l'affleurement et l'on rencontre directement la série miocène du golfe de Saubrigues.

Au nord de ce golfe, la mer chattienne contournait par l'ouest les anticlinaux de Pey et de Tercis (fig. 1). Sur la bordure nord du périclinal occidental de Tercis, les gisements d'Escornebeou (rattachés à la zone NP 25, mais longtemps célèbres pour les controverses sur leur datation, cf. G.F.E.N., 1974) montrent des faciès infralittoraux avec alternance de dépôts de milieu calme (marnes sableuses à microfaune) ou plus agité (calcaires bioclastiques) (Cahuzac et Roman, 1994). Vers le nord-est, entre les structures de Dax et de Sébastopol, s'est développé un domaine récifal à forte diversité faunique (Abesse, Estoti, Baron..., niveaux correspondant à la NP 25, cf. aussi Müller et Pujol, 1979), avec de petits édifices récifaux coralliens sur une plate-forme assez agitée (Cahuzac, 1980). Sur la bordure nord du dôme de Théticu, à des dépôts infralittoraux (Pontonx-Haillets, NP 24 probable) a succédé une série marno-calcaire de milieu côtier (Pontonx-Mineur, NP 25 in Müller et Pujol, 1979).

Le remplissage du golfe de Saubrigues au Miocène

Ce golfe orienté ESE-WNW (fig. 1) constitue la partie occidentale du paléocanyon de Saubrigues-Bélus (dont la partie amont, à l'est de l'Adour, a été colmatée par le Chattien marin). Il pourrait être le prolongement au Néogène de l'actuel Gouf de Capbreton, structure majeure dans la topographie sous-marine du Golfe de Gascogne. Comme on le voit sur la figure 2, l'axe du paléocanyon a par ailleurs une direction sensiblement parallèle à celle des principales structures anticlinales du sud-ouest aquitain. Une influence du cadre tectonique, complexe dans la région du Bas-Adour, sur le creusement du canyon peut être envi-

sagée. Les limites du golfe de Saubrigues sont constituées par :

- au sud l'avant-pays pyrénéen, ici essentiellement éocène, plus ou moins faillé et affecté par l'avancée du front de chevauchement nord-pyrénéen ; en liaison avec ce dernier se sont mises en place de vastes klippes sédimentaires sur semelle de roches plastiques (évaaporites et marnes bariolées) du Trias-Keuper (fig. 2 et Kieken, 1975). A l'extrême sud-ouest, au sud du lac d'Orx, affleure l'Oligocène inférieur sableux : Stampien basal daté de la NP 21 par E. Steurbaut (1983).

- au nord l'axe anticlinal formé par la ride de Saint-Lon-les-Mines (à coeur crétacé) - Pey (à coeur éocène inférieur), prolongée vers l'ouest en profondeur par le dôme de Saint-Jean-de-Marsacq.

La majeure partie des dépôts miocènes du golfe de Saubrigues est formée par des marnes grises connues depuis très longtemps, notamment pour les faunes de mollusques récoltées par les anciens auteurs (réf. in Daguin, 1948 ; Cahuzac, 1980). On examinera d'abord quelques niveaux miocènes sur le flanc sud du golfe, qui ne font pas partie des classiques "marnes de Saubrigues" et représentent des témoins de dépôts un peu plus anciens.

Stratigraphie

Les dépôts de la bordure sud-ouest du golfe de Saubrigues

Le gisement de Haut-Bernet (Saint-Martin-de-Hinx)

Ce site (marnière abandonnée) comporte des marnes grises à microfaune et rares Bivalves (dont des Pectinidés : *Amussiopecten praeauveri*, cf. Bongrain *et al.*, 1994), déposées en zone circalittorale à épibathyale d'après l'ostracofaune. Il n'est cité que dans quelques travaux relativement récents, où l'âge de ces dépôts a varié autour de la limite oligo-miocène : chattien pour M. Kieken (1975), J. Magné *et al.* (1987) et O. Bekaert *et al.* (1991), ou aquitainien pour C. Müller et C. Pujol (1979). Les deux échantillons présentés ici, distants d'environ 75 m ["Haut-Bernet 1" (prèl-

vement vers l'est à mi-hauteur de la marnière), et "Haut-Bernet 2" (plus à l'ouest et vers la base)], ont livré une nannoflore très comparable (tabl. 2). Nous la rattacherons aux NN 1-2 d'après :

- l'absence des marqueurs du Paléogène (*S. ciperensis*, *Z. bijugatus*, *R. bisecta*),

- la présence d'espèces néogènes (*H. carteri* s.l., *C. gr. fuscus-leptoporus*),

- la présence de *S. dissimilis*, qui disparaît durant le Miocène inférieur,

- et l'absence totale d'*H. ampliaperta* alors que les *Helicosphaera* sont bien représentées.

L'association est complétée par *D. deflandrei* assez abondant, des rhabdolithes et quelques *R. abisecta*. On peut avancer un âge miocène inférieur (intervalle NN 1-2), antérieur à l'apparition de *H. ampliaperta* qui se produit durant la NN 2 (cette espèce est effectivement présente dans d'autres coupes de la région de Saubrigues). La présence de *R. abisecta* ne suffit pas à caractériser la NN 1 dans ce cas, car des spécimens de *R. abisecta* (en place ou remaniés ?) s'observent en Aquitaine jusque dans le Miocène moyen (cf. tabl. 3 et 5-7). De manière générale, la caractérisation de la zone NN 1 reste très difficile en l'absence des marqueurs *T. carinatus* et *D. druggii* (Martini et Müller, 1986).

Un échantillon de Haut-Bernet avait été précédemment examiné par C. Müller et C. Pujol (1979) ; la nannoflore citée est très proche de celle que nous avons observée (avec *H. perch-nielseniae* en plus). Ces auteurs rattachent cet échantillon à la NN 1 (en notant la taille relativement petite des espèces, phénomène déjà souvent observé à l'extrême base du Miocène, sans doute pour des raisons écologiques et/ou climatiques, cf. Müller, 1984).

Si l'on examine les autres groupes fauniques, il apparaît que l'ostracofaune et les foraminifères benthiques ont encore un cachet oligocène (Bekaert *et al.*, 1991 ; Poignant, 1967 ; Kieken, 1975). Les *Almaena* montrent une abondance notable, alors que ce groupe a une acmé chattienne [Cahuzac et Poignant (1992), qui signalent la présence sporadique

valliens) de Gironde ou des Landes (Tournouer, 1874 ; Benoist, 1887 ; Depéret, 1893 ; Raulin, 1897 ; Dollfus, 1920 ...). Puis F. Daguin (div. trav., réf. in Daguin, 1948), en qualifiant cette série de "marnes à Pleurotomes", la rattacha au "Tortonien" qui représentait pour lui un **faciès profond de l'"Helvétien"** régional. A. Magne et M. Vigneaux (1948) ont contesté toutes ces attributions et ont donné un âge burdigalien global sur la base de la macrofaune. Malheureusement, ils ont surtout considéré des échantillons issus de collections historiques (de mollusques notamment) où tous les gisements étaient confondus sous le vocable "Saubrigues" ; or, si certains pouvaient effectivement receler une faune burdigalienne, il est bien clair aujourd'hui que tous les gisements ne sont pas synchrones. En réponse à ces auteurs, J. Cuvillier *et al.* (1949) ont distingué un "Vindobonien" et un "Burdigalien" d'après les foraminifères benthiques de 3 forages pétroliers. Ils rattachent au Vindobonien "de faciès profond tortonien" la plupart des affleurements de marnes de Saubrigues, et à un Burdigalien assez mal défini quelques autres niveaux en y amalgamant les marnes chattiennes de Saint-Etienne-d'Orthe.

Il faut attendre les travaux de A. Poignant (1967) et de C. Pujol (1970) pour que les affleurements soient bien différenciés et étudiés de façon indépendante, et que les micro-organismes planctoniques soient considérés. A. Poignant (1967) date les nombreux gisements examinés du Vindobonien (Lezaud, 1967, fait de même pour le seul site qu'il étudie). D'après les foraminifères planctoniques étudiés dans 5 coupes, C. Pujol (1970) distingue le Burdigalien et la base du Miocène moyen ; cette dernière contient une association à préorbulines, précédemment reconnue par E. Szöts (1968) dans un seul site de la région de Saubrigues non localisé avec précision. Des résultats comparables sont indiqués par M. Kieken (1975) qui toutefois cartographie l'ensemble des marnes de Saubrigues de manière uniforme et en "Miocène inférieur" (m1) sur la feuille de Saint-Vincent-de-Tyrosse. Le gisement de Jean Tic (Saubrigues) a été rattaché aux zones N 8 et NN 5 par C. Müller et C. Pujol (1979), puis daté

"MARNES DE SAUBRIGUES"			Fossiles étudiés
Tournouer, 1874	MIOCENE SUPERIEUR	} au-dessus des dépôts "helvétiques" de Salles	mollusques
Benoist, 1887	"TORTONIEN" (Miocène supérieur)		
Depéret, 1893	"TORTONIEN" (Miocène moyen)		
Raulin, 1897	PLIOCENE inférieur		
Dollfus, 1920	"TORTONIEN" (Miocène supérieur)		
Peyrot, 1933	"TORTONIEN", de faciès bathyal		
Daguin, 1948	"TORTONIEN" (= faciès profond de l'"Helvétien")	= "marnes à Pleurotomes"	
Magne & Vigneaux, 1948	BURDIGALIEN	d'après la macrofaune, tous sites confondus	mollusques bryozoaires
Cuvillier <i>et al.</i> , 1949	"VINDOBONIEN" (Miocène supérieur) "BURDIGALIEN" (incluant des sites chattiens)	forages et affleurements	foraminifères benthiques
Poignant, 1967	VINDOBONIEN	nombreux gisements	foraminifères
Lezaud, 1967	VINDOBONIEN	1 site (canal de Burret)	nannoflore
Szöts, 1968	LANGHIEN (Miocène inférieur)	1 site (?) (Saubrigues)	foraminifères planctoniques
Pujol, 1970	BURDIGALIEN et base du MIOCENE MOYEN (à Préorbulines)	5 gisements	planctoniques
Schoeffler, 1973	"HELVETIEN"	Pas de gisement indiqué	(non précisés)
Müller & Pujol, 1979	NN 5; N 8	1 site (Jean Tic)	nannoflore et foraminifères planctoniques
Cahuzac, 1980 Pujol & Cahuzac, 1986 Pujos & Cahuzac, 1986	MIOCENE INFÉRIEUR et MOYEN (dont les zones N 6-7, N 8; NN 5)	Nombreux gisements	planctoniques
Magné <i>et al.</i> , 1987	16,2 Ma (en "grade-datation") - LANGHIEN	1 site (Jean Tic)	"grade-datation"
Ce travail	NN 2 à NN 5	Nombreux gisements Forage Sa H1	nannoflore (et foraminifères, grade-datation, datations au Strontium...)

Tabl. 4. – Diverses attributions stratigraphiques publiées pour les "Marnes de Saubrigues".

Table. 4. – Various stratigraphical attributions mentioned in the literature for the "Saubrigues Marls".

de 16,2 Ma (Langhien) par une "grade-datation" de J. Magné *et al.* (1987). Enfin, une approche du contenu planctonique de plusieurs affleurements a été esquissée par B. Cahuzac (1980), C. Pujol et B. Cahuzac (1986) et A. Pujos et B. Cahuzac (1986), avec différenciation de Miocène inférieur et moyen, dont la zone CN 4 d'Okada et Bukry (= NN 5 de Martini).

En ce qui concerne les conditions de sédimentation, les milieux de dépôt étaient certainement beaucoup moins profonds que ne le pensaient les anciens auteurs (faciès tortonien "bathyal"). Les profondeurs dans le golfe de Saubrigues étaient évidemment variables dans le temps et dans l'espace. Des valeurs de l'ordre de 100 m (d'après la malacofaune), 50 à 100 m (d'après les coraux), 200 m (d'après les foraminifères), ou des milieux néritiques (d'après les ostracodes) à "néritiques profonds" (soit

200 m ou un peu moins, d'après les Téléostéens) ont été avancés (réf. in Cahuzac, 1980 ; Steurbaut, 1979, 1984 ; Nolf et Brzobohaty, 1992) : la majorité des marnes de Saubrigues s'est donc déposée dans des zones de plate-forme interne et externe.

Les affleurements de "Marnes de Saubrigues" étudiés

Nous avons réalisé un échantillonnage systématique de tous les niveaux affleurants du golfe de Saubrigues *s.l.* Malgré le total abandon actuel des marnières, de nombreuses coupes anciennes ont pu être retrouvées et dégagées, et plusieurs nouvelles ont été découvertes. Les associations de nannofossiles calcaires de quelques niveaux sont présentées dans le tableau 3 ; l'étude complète du nannoplancton de ces marnes fait partie d'un programme de recherche entrepris par E. Steurbaut.

Malgré la faible abondance des nanofossiles, trois types d'associations ont été distingués :

1)- Associations à *H. ampliaperta* (sans *S. heteromorphus*), attribuables aux zones NN 3-4 (Burdigalien supérieur). L'absence de *S. belemnus* (dont la disparition marque le sommet de la NN 3) rend difficile la distinction des zones NN 3 et NN 4.

Ces associations se rencontrent dans des affleurements situés vers la périphérie du paléogolfe, soit sur la bordure méridionale au sud de Saubrigues (Lartigau et Pentouqué), soit à l'extrême sud-est du golfe (Les Pradets et Lorta) ou à l'ENE (Pinot et Le Rosier).

La base de la coupe de Pinot (marnes grises au niveau du ruisseau, à *Glycymeris*, gastéropodes, rares coraux) a livré des nanofossiles calcaires peu abondants, avec une forte proportion de spécimens remaniés du Crétacé et du Paléogène. Outre *H. ampliaperta*, il faut signaler comme espèces caractéristiques *D. deflandrei* et des formes plus légères tendant vers *D. variabilis* voire *D. pseudovariabilis*, de rares *S. moriformis* comme seuls *Sphenolithus*, quelques *R. procera* s.l. et de très rares *T. rugosus*.

Les foraminifères planctoniques, examinés dans quelques affleurements du secteur considéré par C. Pujol (1970) et M. Kieken (1975), se rapportent aux zones N 6-7 de Blow (Burdigalien moyen-supérieur), résultat en accord avec les données issues de la nanoflore.

2)- Associations à *H. ampliaperta* et *S. heteromorphus*, attribuables à la zone NN 4 (Burdigalien supérieur, voire extrême base du Langhien).

Elles se rencontrent dans la partie orientale du golfe (La Montagne, Fumier, Sécat, Lahosse, Le Bragas) ou à son extrémité sud-ouest (canal de Burret).

* Au Bragas-base par exemple, *H. ampliaperta* est bien représentée et associée à *H. scissura*, *D. gr. variabilis*, *D. cf. druggii* et *S. heteromorphus* (rare, mais typique). Une datation par les isotopes du Strontium sur des coquilles du bivalve *Glycymeris cor* a donné un âge de 17,7 Ma (Cahuzac, à paraître).

* L'échantillon du "canal de Burret", étudié par L. Lezaud (1967), a été réexaminé (tabl. 3). Provenant de l'ouest du golfe, il contient une nanoflore plus diversifiée et de plus grande taille (pour *C. miopelagicus*, *D. exilis* et *R. cf. floridana* en particulier) que celle des autres gisements aquitains. Les *Discoaster*, quoique souvent atypiques, se répartissent en deux groupes : l'un, comprenant *D. exilis*, *D. gr. variabilis* et des formes intermédiaires entre les deux, semble correspondre aux "*D. challengerii*" cités par L. Lezaud (1967) ; l'autre, plus rare, se rapproche de *D. signus*, avec un développement souvent incomplet des bifurcations terminales des bras (cassure post-mortem ou non-développement originel). La mention de "*D. brouweri*" par L. Lezaud (1967) se rapporte certainement à de tels spécimens incomplets, car aucun *D. brouweri* typique n'a pu être retrouvé dans le matériel de L. Lezaud ré-examiné. Outre la présence des deux marqueurs mentionnés ci-dessus et de *C. gr. leptoporus - macintyreii*, il faut noter l'abondance inhabituelle des *Rhabdosphaera* et *Helicosphaera*, ce dernier groupe étant d'ordinaire mieux développé en zones d'up-wellings. On peut donc supposer qu'à la fin du Miocène inférieur, l'embouchure du paléocanyon de Saubrigues a connu, sinon de vrais up-wellings, du moins des conditions paléocéologiques comparables (apports en sels minéraux, températures, ...) particulièrement favorables au développement du nanoplancton calcaire.

3)- Associations à *S. heteromorphus* (sans *H. ampliaperta*), attribuables à la zone NN 5 (Langhien). L'âge de cette zone varie selon les auteurs : elle correspond au Langhien pour E. Martini et C. Müller (1986), alors qu'elle s'étend du Langhien au Serravallien inférieur pour W.A. Berggren *et al.* (1985), B.U. Haq *et al.* (1987) et J.R. Young *et al.* (1994), ces derniers fixant à 13,6 Ma le toit de la NN 5 avec l'extinction de *S. heteromorphus*. Les sites de ce groupe sont localisés dans la partie WNW du golfe et principalement sur la commune de Saubrigues (Jean Tic, Lafaurie, Lavigne, Tauziets, Tichène, cf. fig. 2 et tabl.3). En plus du marqueur *S. heteromorphus* ont été notamment observés des individus peu abondants de *D. formosus* (taxon caractéristique de la NN 5

in Perch-Nielsen, 1985) ainsi que *D. variabilis*, *C. premacintyreii* (qui s'étend de NN 4 à NN 6 in Young *et al.*, 1994), et quelques *Helicosphaera*. Par ailleurs, *D. exilis* est cité à Jean Tic par C. Müller et C. Pujol (1979).

Le microplancton observé dans certains de ces affleurements s'accorde avec un âge langhien ; les associations, qui comprennent notamment *Praeorbulina glomerata* et/ou *P. transitoria* (Pujol 1970 ; Kieken 1975), se rattachent à l'intervalle des zones N 8 supérieure - N 9 basale de Blow, conformément à la répartition stratigraphique de ces espèces. Cela correspond en fait au Langhien inférieur, i.e. à la partie inférieure de la NN 5 ; en effet, bien que l'extension chronologique de la NN 5 soit variable *in litteris*, plusieurs auteurs récents retiennent une équivalence de la NN 5 avec l'intervalle N 8 pars-N 11 pars (Martini et Müller, 1986 ; Haq *et al.*, 1987) ou avec N 8 pars-N 10 pars (Berggren *et al.*, 1985). Un tel âge langhien inférieur s'accorde avec l'âge de 16,2 Ma obtenu en "grade-dation" sur les marnes de Jean Tic par J. Magné *et al.* (1987).

Cette analyse des nanofossiles des "Marnes de Saubrigues" montre donc qu'en affleurement, les niveaux les plus anciens (burdigaliens) se localisent sur les bordures du paléocanyon et que les affleurements les plus jeunes (langhiens) se trouvent vers le nord et l'ouest. Ces données ont été complétées par l'étude d'un forage profond (Saubrigues H1).

Le forage Saubrigues H1 (Sa H1)

Ce forage pétrolier a été réalisé en 1947 par la S.N.P.A. jusqu'à une profondeur finale de 764 m. Nous avons pu examiner 12 échantillons carottés de la partie supérieure de la coupe, entre -450 m (carotte n° 16) et -58 m (carotte n° 1), les dépôts quaternaires occupant l'intervalle 0-50 m. Cet ouvrage destiné à explorer le prolongement occidental de la ride anticlinale de Saint-Lon-les-Mines / Pey a été implanté sur la bordure nord-est du golfe miocène de Saubrigues, un peu au sud-ouest de Saint-Jean-de-Marsacq (fig. 2). Le tableau 5 donne la répartition des principaux nanofossiles calcaires reconnus dans les échantillons de ce forage.

Echantillons (carottes)		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C8	C9	C10	C12	C13	C16
Profondeur (m)		-58	-79	-96	-119	-147,5	-175	-227	-250	-276	-331	-361	-450
ESPECES NEOGENES	<i>Calcidiscus fuscus</i>		x										
	<i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i>	x	x	cf	cf	cf	x	x	x		x		
	<i>Helicosphaera carteri</i> s.l.	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
	<i>Helicosphaera truempyi</i>								x				
	<i>Helicosphaera</i> sp. (doses)	x			x	x	x			x	x		
	<i>Helicosphaera ampliaperta</i>	x	x	cf	x	x							
	<i>Rhabdosphaera procera</i>					x							
	<i>Sphenolithus belemnos</i>								x				
	<i>Discoaster cf. druggii</i>			x				x				x	
	<i>Discoaster cf. variabilis</i>	x											
<i>Discoaster cf. pseudovariabilis/ocarus</i>	x												
ESPECES PALEOGENES / NEOGENES	<i>Coccolithus pelagicus/eopelagicus</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Reticulofenestra floridana</i>	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
	<i>R. sp. (cf. R. floridana ?)</i>												x
	<i>R. abisecta</i>	x	x		cf							cf	
	<i>R. spp.</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	<i>Coronocyclus</i> sp.	x	x							x	x	x	x
	<i>Helicosphaera intermedia</i>				x								
	<i>Pontosphaera multipora</i>	x				x	x		x	x	x		
	<i>P. plana</i>												x
	<i>P. sp.</i>		x					x		x			
	fam. Calyptosphaeraceae						x	x		x	x		
	<i>Orthozygus aureus</i>				x								x
	<i>Braarudosphaera bigelowii</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x
	<i>B. sp.</i>		x	x	x					x	x	x	
	<i>Micrantholithus</i> sp.		x	x	x	x			x		x		
	<i>Pemma</i> sp.								x				
	<i>Discoaster deflandrei</i> s.l.	x	cf	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
<i>D. obtusus</i>											x		
<i>Sphenolithus moriformis/neoabies</i>				x		x	x	x	x	x	x	x	
<i>S. dissimilis</i>					x								
<i>Thoresosphaera</i> sp.				x					x	x			
ESPECES PALEOGENES	<i>Campylosphaera dela</i>		x										x
	<i>Coccolithus formosus</i>												x
	<i>Reticulofenestra umbilicus</i>	x						cf	x	cf	cf		cf
	<i>Chiasmolithus</i> sp.			x			x	x	x		x	x	x
	<i>Striatococcolithus pacificanus</i>												x
	<i>Chiaczygus</i> sp.							x					x
	<i>Neococcolithes dubius</i>				x								x
	<i>Helicosphaera papillata</i>							x					
	<i>Helicosphaera seminulum</i>												cf
	<i>Lopholithus nascentis</i>									x			x
	<i>Nannotetrina alata</i>								x				
	<i>Nannotetrina pappi</i>								x				
	<i>Pontosphaera pectinata</i>												x
	<i>Scyphosphaera canescens/tubifera</i>												x
	<i>Transversopontis</i> sp.							x					
	<i>T. rectipons</i>			x									
	<i>Rhabdosphaera pinguis</i>												x
	<i>Zygodiscus bramletti</i>												x
	<i>Discoaster barbatusensis</i>	x							x			x	x
	<i>D. lodoensis</i>	x	cf						x			x	x
	<i>D. sublodoensis</i>							x					cf
	<i>D. bimodosus</i>	x							x				x
	<i>D. nonradiatus</i>								x				x
	<i>D. lenticularis</i>	x											
	<i>D. salzburgensis</i>							x					
	<i>D. multiradiatus</i>								x				
	<i>D. wemmelsensis</i>								x				
<i>D. ornatus</i>												x	
<i>Tribrachiatus orthostylus</i>												x	
<i>Zygrhablithus bijugatus</i>												cf	
<i>Holodiscolithus macroporus</i>	x	x	x	x				x				cf	
<i>Sphenolithus radians</i>												x	
<i>S. sp. (cf. S. predistentus ?)</i>												x	
Espèces crétaées (remaniées)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	
ZONATION		NN 3-4		NN 2				NN 1				NP 12-14	

Tabl. 5. – Répartition stratigraphique des nannofossiles calcaires dans le forage Saubrigues H1.
Table. 5. – Stratigraphical distribution of calcareous nannofossils in borehole Saubrigues H1.

– Le premier échantillon (carotte C1, -58 m) a livré une nannoflore peu abondante. La fréquence relative des *H. ampliaperta* (environ la moitié des *Helicosphaera*) et la présence, parmi les *Discoaster*, de *D. deflandrei* mais aussi de spécimens à bras plus effilés, proches de *D. variabilis* ou *D. pseudovariabilis*, permettent un rattachement à l'intervalle NN 3-4 (partie supérieure du Burdigalien), ce qui est en accord avec l'absence de *D. variabilis* typique. L'absence totale des *Sphenolithus* empêche de préciser davantage.

– L'échantillon C2 (-79 m) montre peu de différences avec C1 ; les nannofossiles y sont encore un peu moins abondants. Il y a moins de *Discoaster*, mais davantage de *Braarudosphaera* et de *Micrantholithus*, ces deux derniers groupes pouvant provenir de remaniements. Les sphénolithes sont absents, et les *Discoaster* ne comportent que *D. deflandrei*. Comme pour C1, l'abondance relative des *H. ampliaperta* permet un rattachement aux NN 3-4.

– Les trois carottes suivantes (C3 à

-98 m, C4 à -119 m, C5 à -147,5 m) où la nannoflore est rare, semblent correspondre à la zone NN 2 (Burdigalien inférieur). En C3, *H. ampliaperta* est moins typique qu'en C1 et C2, et nettement moins abondante par rapport aux autres *Helicosphaera* ; quelques *D. cf. druggii* sont également présents. En C4, *Micrantholithus* et *Helicosphaera* sont rares, avec *H. ampliaperta* minoritaire ; les *S. moriformis* sont de très grande taille, comme c'est souvent le cas en NN 1-2. L'absence de *S. belemnos* est peu significative à cause de la rareté des sphénolithes. En C5, les *Discoaster* sont rares, avec seulement *D. deflandrei* ; la présence de *H. ampliaperta*, très rare et atypique comme souvent en NN 2, et de quelques *S. dissimilis*, espèce surtout fréquente en NN 1-début NN2, suggèrent un rattachement à la partie inférieure de la NN 2.

– Les cinq carottes sous-jacentes (C6 à -175 m, C8 à -227 m, C9 à -250 m, C10 à -276 m, C12 à -331 m) sont attribuées à la partie supérieure de la NN 1 (Aquitainien supérieur), d'après l'absence de *H. ampliaperta* et *R. abisecta*. Les associations sont un peu plus riches que dans les niveaux supérieurs. En C6, on trouve davantage de *Reticulofenestra* mais moins de *Discoaster* et de *Braarudosphaera/Micrantholithus* qu'en C5 ; *D. deflandrei* est le seul *Discoaster* présent. En C8, la nannoflore est un peu plus pauvre avec un tiers environ d'individus remaniés. En C9, les *Helicosphaera* sont plus fréquentes, avec *H. carteri* et aussi *H. truempyi* (espèce dont la répartition est limitée à la NN 1 in Perch-Nielsen, 1985). Les *Sphenolithus* sont représentés par *S. belemnos* en plus de *S. moriformis*. Comme *S. belemnos* est absent de la base de la NN 1, cet échantillon se rattache encore à la partie supérieure de la NN 1, ce que confirme l'absence de *R. abisecta*. En C10 et C12, les associations sont proches de celle de C9 ; la présence de rares *R. abisecta* (supposés en place) en C12 semble montrer que ce niveau se situe déjà au-dessus de la fin d'acmé de ce taxon, lequel est abondant jusqu'à l'Aquitainien inférieur. Donc, ces niveaux sont aussi attribués à la partie supérieure de la NN 1.

– Les deux carottes inférieures (C13 à -361 m et C16 à -450 m) se rattachent aux biozones éocènes NP 12-14 ;

cet intervalle représente la partie supérieure de l'Éocène inférieur et l'Éocène moyen basal (i.e. le Cuisien supérieur/Yprésien supérieur/Lutétien basal). L'association comporte notamment *D. lodoensis* et *T. orthostylus*, avec à -361 m des *D. cf. sublodoensis*. Ce sous-bassement éocène correspond au bombement anticlinal de Pey / Saint-Jean-de-Marsacq (fig. 2). D'après M. Kieken (1975), l'Éocène inférieur traversé à Sa H1 a une épaisseur totale de 260 m. Au forage SJM 1 (Saint-Jean-de-Marsacq) situé un peu au nord-est (fig. 2, 3), c'est l'Éocène moyen qui est le premier niveau rencontré sous le Quaternaire (et non l'Éocène supérieur comme indiqué par erreur in Kieken, 1975, p. 39 de la notice).

En résumé, la série miocène traversée par le forage Sa H1 relève essentiellement du Miocène inférieur. Les épaisseurs des différents ensembles reconnus ont une imprécision liée au pas d'échantillonnage des carottes examinées. Sous le Quaternaire, les dépôts marins supérieurs se rapportent aux zones NN 3-4 et peuvent donc être corrélés avec les niveaux affleurant au voisinage précédemment étudiés sur les bordures est et nord-est du golfe. A Sa H1 également, les dépôts langhiens correspondant à la NN 5 sont absents ; ils ne semblent donc exister qu'à l'ouest du "canyon". Ce premier ensemble (zones NN 3-4) a une épaisseur **minimale** de 20 à 30 m si l'on prend en compte d'une part la profondeur de -50 m de la limite Quaternaire-Miocène indiquée pour ce forage par M. Kieken (1975), et d'autre part l'action d'une éventuelle érosion post-burdigalienne de ces dépôts supérieurs. Un examen préliminaire des foraminifères planctoniques des deux carottes supérieures (dét. C. Pujol in Cahuzac, 1980) fait apparaître une bonne cohérence avec la nannoflore : l'association contient des formes telles que *Globigerinoides subquadratus*, *Globoquadrina altispira*, *Globorotalia gr. scitula*, *G. cf. peripheroronda*, et se corréle donc avec les zones N 6-7 du Burdigalien moyen à supérieur.

Le deuxième ensemble, d'épaisseur minimale 50 m, se rattache à la zone NN 2 du Burdigalien inférieur. L'affleurement des Platanes précédemment étudié

peut correspondre à un témoin de cet ensemble qui serait encore visible en surface à la limite sud du canyon.

Le troisième ensemble est rapporté à la zone NN 1 (partie supérieure) de l'Aquitainien supérieur. On peut en rapprocher le gisement de Haut-Bernet à l'extrême sud du golfe, en raison de son contenu à la fois en microfaune et en nannoflore. L'épaisseur de cet ensemble est assez forte, au moins 156 m. Cela peut traduire un taux de sédimentation localement élevé ; d'autre part, la durée de la zone NN 1 dans de nombreuses échelles chronologiques récentes pourrait être nettement trop minorée. Une durée plus longue de cette zone est adoptée par exemple par B.U. Haq *et al.* (1987) ou M.C. Janin (1990).

Paléogéographie

Les informations obtenues permettent de préciser l'histoire du comblement du paléocanyon de Saubrigues et d'en dater les différents épisodes. Ce canyon a été creusé vers la fin de l'Oligocène inférieur, sans doute en relation avec la forte baisse eustatique, d'environ 200 m, reconnue vers -30 Ma par B.U. Haq *et al.* (1987).

- Sa partie amont, à l'est de l'Adour, a été remblayée par le Chattien marin, dont les dépôts sont transgressifs et discordants sur tous les termes de l'Éocène (cf. les levés de terrain de Kieken, 1973). Dans l'état actuel des affleurements, ces dépôts forment un étroit

sillon ou gouillère, dont l'orientation est ESE / WNW.

- A l'ouest de l'Adour, le Miocène du golfe de Saubrigues est discordant en forages sur l'Éocène inférieur, et en affleurements sur l'Éocène moyen dans la bordure sud-est du golfe (Sainte-Marie-de-Gosse) et sur l'Éocène supérieur et l'Oligocène inférieur en bordure sud-ouest. La compréhension de la géologie de ce secteur a bénéficié d'informations issues de campagnes sismiques et de forages. Un bombement anticlinal (de direction est-ouest) a été mis en évidence entre Saint-Jean-de-Marsacq et Saint-Martin-de-Hinx, constituant le prolongement occidental de la ride de Saint-Lon-les-Mines / Pey (Kieken, 1973). Le sommet de ce bombement se situe au droit des forages Sa H2 et Sa 4 (fig. 2, 3). Les forages Sa H1 et SJM 1 sont sur le flanc nord du dôme, Sa H3 sur le flanc sud (Kieken, 1973).

En Sa H1, environ 300 m de Miocène reposent sur 260 m d'Éocène inférieur. En Sa H2 et Sa 4 ont été traversés respectivement 463 m et 450 m de Miocène reposant sur 90 m et 80 m d'Éocène inférieur. En Sa H3, 275 m de Miocène surmontent plus de 525 m d'Éocène inférieur (avec arrêt du forage dans cette série) (Kieken, 1975). Par ailleurs, l'Éocène moyen et supérieur a été reconnu tant sur le flanc nord de l'anticlinal (forage SJM 1 et affleurements, fig. 2) que sur le flanc sud (vaste zone d'affleurements). Il apparaît donc que le creusement du paléocanyon a profondément érodé, sur plusieurs centaines de mètres

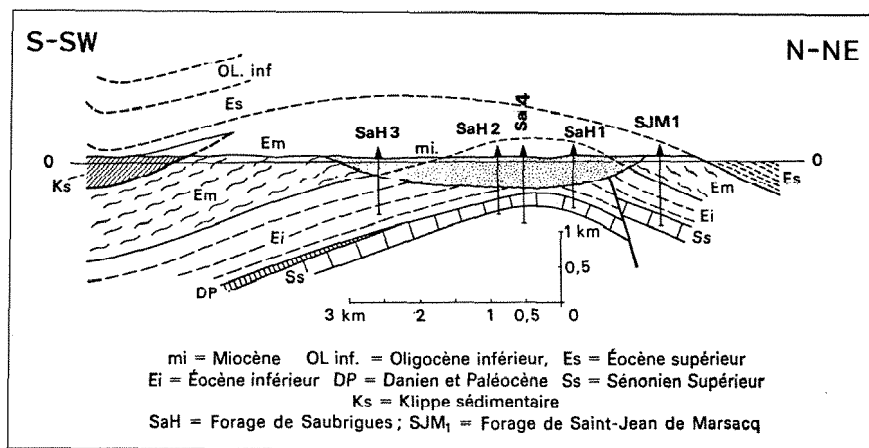


Fig. 3 - Coupe schématique dans la région de Saubrigues (Bas-Adour), d'après Kieken (1973).
Fig. 3. - Schematic section in the Saubrigues area ("Bas-Adour"), from Kieken (1973).

d'épaisseur, l'ensemble de la série éocène. C'est au droit du dôme anticlinal que l'érosion semble avoir été la plus intense : l'Eocène inférieur y est réduit à environ 80 m d'épaisseur (à Sa 4), alors qu'il dépasse 520 m sur le flanc sud (Sa H3). Corrélativement, au droit du dôme, le remplissage miocène du paléocanyon est maximal (plus de 450 m).

Considérons par ailleurs la bordure nord-est du golfe miocène, où une faible distance (moins de 2 km) sépare les deux forages SJM 1 et Sa H1 (fig. 2). Des affleurements d'Eocène supérieur sont connus un peu à l'est de SJM 1, en

rive droite de l'Adour ; SJM 1, situé juste en dehors du golfe, a traversé de l'Eocène moyen subaffleurant sous le Quaternaire, puis une série complète d'Eocène, alors qu'à Sa H1, situé dans le golfe tout près de la limite probable d'extension de la mer miocène, le Miocène est déjà épais (300 m) avec érosion complète de l'Eocène supérieur et moyen. Il apparaît donc que ce canyon pouvait être, vers la base du Miocène, assez profond (avec une pente assez forte) dès la zone proche de la ligne de rive.

L'étude de l'ensemble des coupes miocènes du golfe de Saubrigues montre

que les niveaux les plus anciens (Miocène inférieur) se situent vers le centre-est du golfe et sur sa périphérie (au sud, à l'est et au nord-est), et que les dépôts les plus jeunes (Langhien) occupent la partie ouest et nord-ouest du golfe. Ces résultats indiquent que le paléocanyon avait une orientation du sud-est au nord-ouest. Il semble que le centre de sédimentation se soit progressivement déplacé vers le nord-ouest pendant le Burdigalien supérieur et le Langhien. C'est donc apparemment durant le Langhien que s'acheva le remplissage du golfe.

On peut souligner enfin l'intérêt, pour le Bassin aquitain, de la série miocène de Saubrigues, qui apparaît assez continue, fait très rare en Aquitaine ; en particulier, le Burdigalien moyen-supérieur n'est pas connu ailleurs dans tout le Bassin, où les dépôts burdigaliens ne relèvent que de la partie inférieure de l'étage, correspondant aux couches du stratotype (attribuées à la NN 2 par C. Müller et C. Pujol, 1979).

Le Miocène moyen dans le reste de l'Aquitaine.

Les formations du Miocène moyen marin, largement représentées dans tout le Bassin aquitain (fig. 4), sont abondamment citées dans la littérature géologique ; en particulier, leurs macrofaunes sont souvent riches et ont été étudiées par de nombreux auteurs (réf. in Daguin, 1948 ; Poignant, 1967 ; Cahuzac, 1980...). Toutefois, d'un point de vue stratigraphique, une confusion certaine a régné sur l'âge des différents dépôts, le plus souvent rattachés globalement à l'"Helvétien" *auct.* (e.g. Daguin, 1948), terme qui en Aquitaine correspond classiquement à l'ensemble du Miocène moyen actuel (et non pas au stratotype helvétien *s.s.* : réf. in C. Müller et C. Pujol, 1979). Mais plusieurs autres attributions ont également été proposées, comme anciennement un rattachement au "Tortonien" (Benoist, 1878) ou au "Sallomacien" (Fallot, 1893), étage local créé pour les dépôts du Miocène moyen de Gironde, ou plus récemment au Vin-dobonien (réf. in Poignant, 1967) ou au "Miocène supérieur I" (réf. in Alvinerie, 1969) pour l'ensemble de l'Aquitaine.

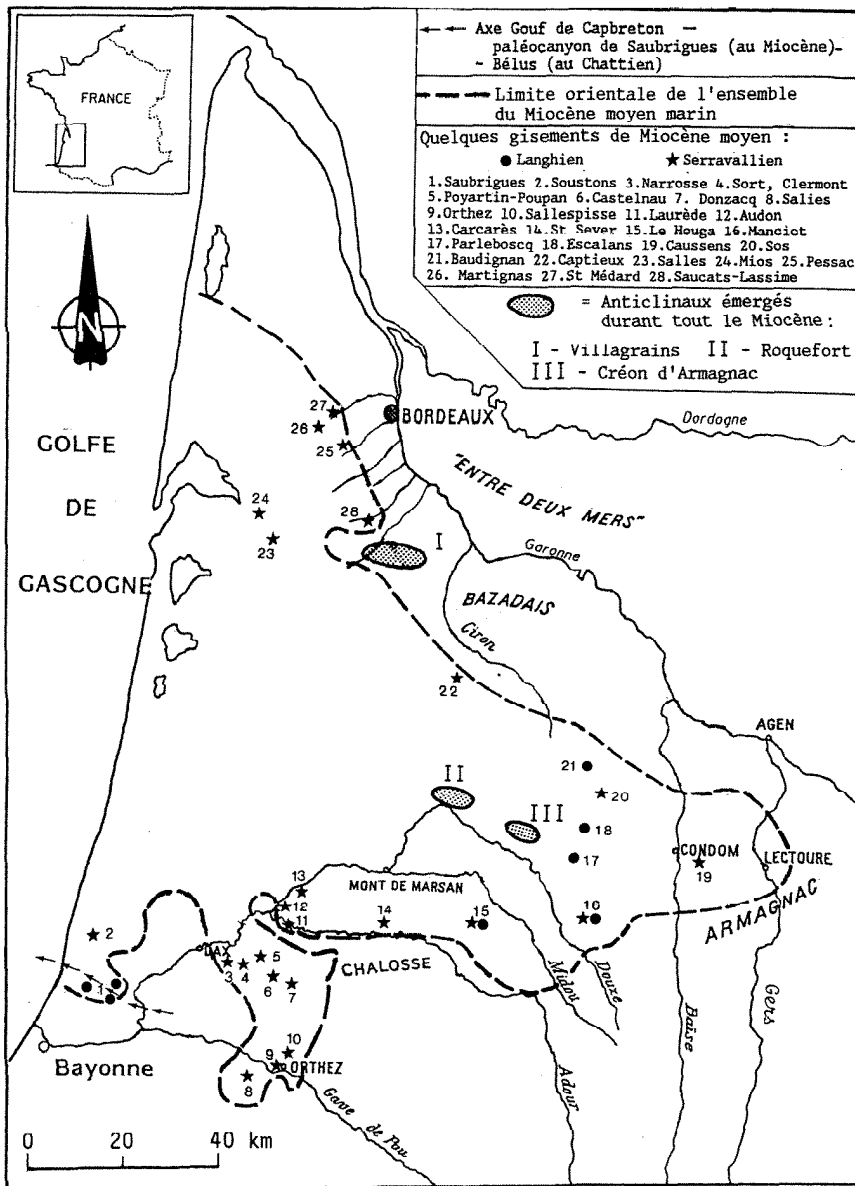


Fig. 4. - Extension du Miocène moyen marin dans le Bassin d'Aquitaine.
Fig. 4. - Extent of the marine Middle Miocene deposits in the Aquitaine Basin.

D'autre part, le synchronisme des différents dépôts concernés, admis par certains auteurs anciens, a été discuté par d'autres, sur la base de la malacofaune (réf. in Daguin, 1948). Ainsi ont été proposées, dans l'ensemble des affleurements, des subdivisions qui se sont révélées très variables selon les conceptions. On peut noter par exemple que A. Peyrot (1923) distingue un "Helvétien inférieur" (sous un "faciès sableux pontilévien") pour les **faluns** du Centre aquitain, et un "Helvétien supérieur" (ou "Sallomacien") pour les gisements girondins de Salles et de Mios. F. Crouzel (1956, 1989) distingue deux phases marines post-burdigaliennes dans le Centre de l'Aquitaine, qu'il rattache respectivement à l'"Helvétien" et au "Tortonien" ; au contraire, J. Magné *et al.* (1985) estiment qu'une seule transgression (d'âge langhien) a affecté cette région au Miocène moyen. Par ailleurs, de vives controverses opposent encore les stratigraphes à propos des corrélations fondées sur les faunes de rongeurs ou les grade-datations (cf. discussions lors du 1^{er} Congr. Fr. Stratigr., Toulouse, sept. 1994 ; Aguilar et Michaux, 1994, 1995).

Stratigraphie

Les difficultés de datation des dépôts du Miocène moyen viennent notamment du fait que les marqueurs classiques chez les foraminifères sont rares ou absents (foraminifères planctoniques, miogypsines...). En particulier, dans tous les niveaux à orbulines manquent les marqueurs-types tropicaux des zones N9 à N15 (Cahuzac et Pujol, 1984).

Les quelques études antérieures relatives à la nannoflore se sont avérées prometteuses malgré le faciès littoral des sédiments (absence ou mauvaise conservation des *Discoaster* et *Catinaster* ne permettant pas d'utiliser les marqueurs classiques, remaniements modifiant l'extension apparente de *R. abisecta* et *R. floridana* et leur ôtant beaucoup de valeur stratigraphique,...). Ainsi les dépôts "sallomaciens" de Gironde ont-ils pu être rattachés aux zones NN 6-7 du Serravallien (Müller et Pujol, 1979 ; Folliot *et al.*, 1993). Nous avons donc dans cette optique examiné de nombreux

affleurements. Grâce à l'étude de la nannoflore, deux séries de dépôts d'âge différent (Langhien et Serravallien) ont pu être reconnues.

Les dépôts langhiens

Cinq échantillons du Centre aquitain, situés au sud, à l'est et au nord-est des anticlinaux de Roquefort et Créon-d'Armagnac (fig. 4 et 5), sont attribués à la zone NN 5 (tabl. 6), du fait de la présence de *S. heteromorphus* et de l'absence d'*H. ampliaptera* alors que le groupe des *Helicosphaera* est bien représenté. De

plus, à Baudignan, est présente *H. waltrans*, dont la répartition est presque entièrement limitée à la NN 5 (Theodoridis, 1984), cette espèce étant extrêmement rare dans la partie sommitale de la NN 4.

Ces niveaux très fossilifères sont généralement faluniens (Manciet, Le Houga, Escalans) ou marno-sableux très coquilliers (Parleboscq, Baudignan), avec une faune de bivalves et de gastéropodes souvent diversifiée et en bon état de conservation ; leur faciès est très différent de celui des "sables fauves marins" qui sont souvent présents régio-

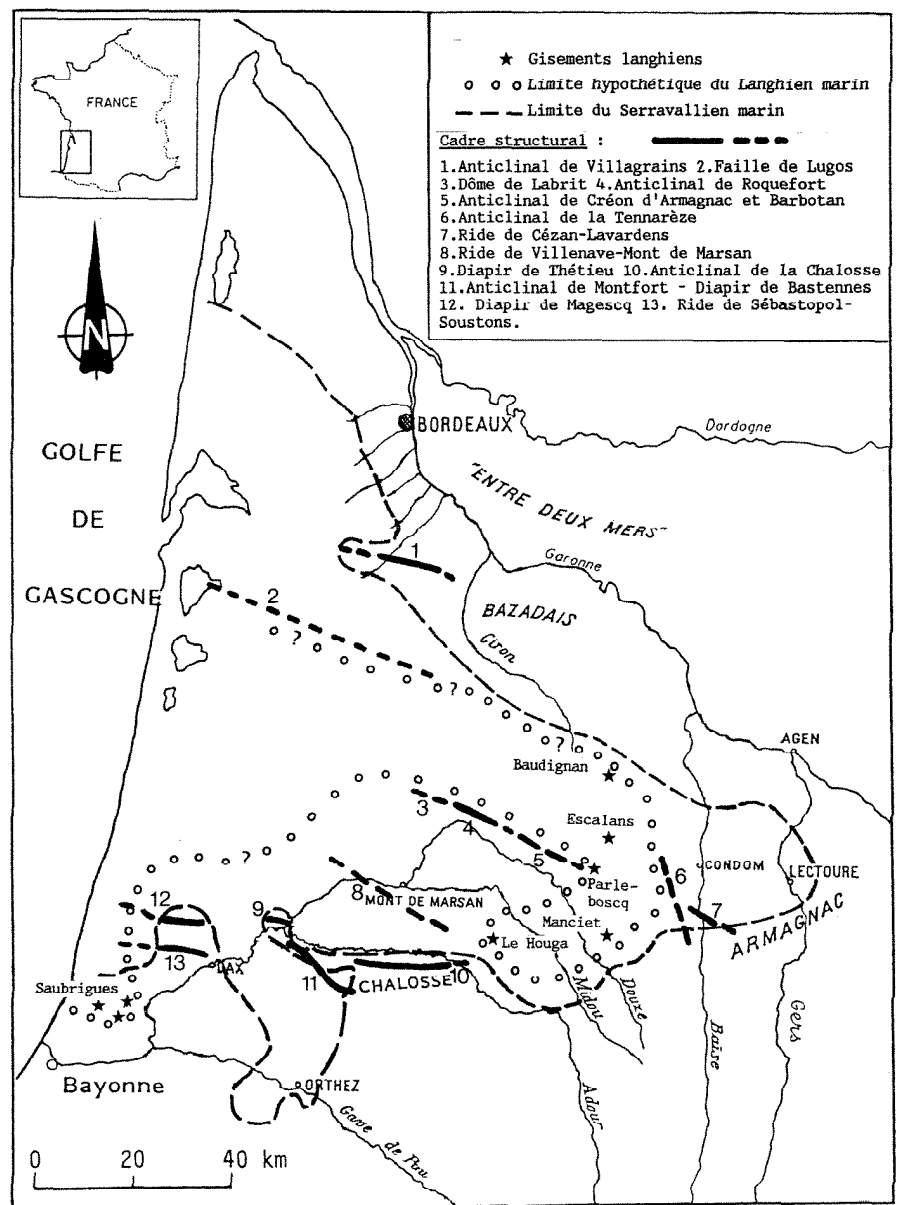


Fig. 5. - Esquisse paléogéographique hypothétique du Langhien marin dans le Bassin d'Aquitaine (avec rappel du cadre structural et de la limite de la mer serravallienne pour comparaison).

Fig. 5. - Hypothetical palaeogeographical sketch-map of the marine Langhian in the Aquitaine Basin (with indication of the main structural units and the Serravallian sea boundaries).

nalement dans la série sus-jacente. Leur malacofaune a été rapprochée par plusieurs auteurs (Tournouer, 1874 ; Peyrot, 1923, 1933, 1934 ; Crouzel, 1989...) de celle du Pontilévien du Bassin de la Loire, dont beaucoup de dépôts sont aujourd'hui datés du Langhien (Cavelier *et al.*, 1980 ; Alvinerie *et al.*, 1992). On peut noter en particulier la présence du bivalve *Pecten subarcuatus*, localement fréquent (Baudignan), et dont la répartition en Aquitaine semble essentiellement langhienne ; cette espèce est également connue dans les dépôts synchrones de Saubrigues.

La mention de *Praeorbulina* gr. *glomerosa* dans les "faluns de Manciet" (Magné *et al.*, 1985 ; l'échantillon ayant été effectivement prélevé dans le niveau **falunien**, confirm. pers. de J. Magné), ainsi que la grade-datation de 16,0 Ma, sont en accord avec l'attribution à la NN 5, et permettent une bonne corrélation avec les dépôts du NW du golfe de Saubrigues, que nous avons rattachés à la NN 5 inférieure (Langhien inférieur). Toutefois, la mise en correspondance par J. Magné *et al.* (1987) des "faluns de Manciet" avec les "sables fauves marins du golfe de Lectoure" doit être rejetée, ce dernier ensemble étant d'un âge postérieur (Serravallien) comme on le verra plus loin. A Manciet même et dans le voisinage, les coupes dressées par F. Crouzel (1989) montrent nettement dans le Miocène moyen un premier ensemble marin à la base ("faluns" dits de Manciet, transgressifs sur une série marno-calcaire continentale) et un deuxième ensemble marin au sommet (grès et "sables fauves") : ces deux ensembles sont parfois séparés par une assise peu épaisse de marne ou calcaire continental.

Les dépôts serravalliens

La nannoflore a permis de rattacher de nombreux affleurements au Serravallien, **biozones NN 6-7** dans la plupart des cas (tabl. 7), parfois **NN 7-8** (Sos-Matilon, tabl. 6). Les associations se distinguent nettement de celles des dépôts langhiens par l'absence de *S. heteromorphus* et la présence de *H. walbersdorfensis*, *Helicosphaera* de très petite taille et à aile développée latéralement en une expansion triangulaire. Initialement décrite dans le Miocène moyen d'Autriche (Müller, 1974), *H. walbersdorfensis*

ECHANTILLONS ESPECES	ECHANTILLONS					
	Escalans	Parleboscq	Manciet	Le Houga	Baudignan	Sos
<i>Reticulofenestra floridana</i>	x	x		x		
<i>Reticulofenestra abisecta</i>	x				x	
<i>R. petits (dont minuta, haqii) : < 3 µm</i>						x
<i>R. moyens (dont producta) : 3 à 6 µm</i>	x			x	x	x
<i>Reticulofenestra cf. pseudoumbilicus</i>						x
<i>Coccolithus pelagicus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Coccolithus miopelagicus</i>	x		x	x	x	x
<i>Helicosphaera obliqua</i>		x				
<i>Helicosphaera carteri</i> s.l.	x	x	x	x	x	x
<i>Helicosphaera waltrans</i>					x	
<i>Lithostromation perdurum</i>						x
<i>Rhabdosphaera procera</i> s.l.						x
<i>Rhabdosphaera</i> sp.	x				x	
<i>Pontosphaera multipora</i> s.l.		x			x	
<i>Sphenolithus moriformis</i>					x	
<i>Sphenolithus heteromorphus</i>	x	x	x	x	x	
<i>Braarudosphaera bigelowii / discula</i> s.l.		x		x	x	x
<i>Micrantholithus</i> sp. (dont <i>M. vesper</i>)			x		x	x
<i>Syracosphaera</i> sp.			x	x	x	x
<i>Coronocyclus nitescens</i>						x
<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i>						x
<i>Holodiscolithus</i> sp.						x
<i>Catinaster ?</i> sp.						x
<i>Discoaster sanmiguelensis</i>						x
<i>Discoaster</i> sp.						x
<i>Trochoaster concavus</i>						x
ZONATION	NN 5	NN 5	NN 5	NN 5	NN 5	NN 7-8
AGE	Langhien					Serravallien

Tabl. 6. – Répartition stratigraphique des nannofossiles calcaires dans quelques dépôts du Miocène moyen du Centre aquitain.

Table. 6. – Stratigraphical distribution of calcareous nannofossils in some Middle Miocene deposits of Central Aquitaine.

est d'ordinaire limitée à l'intervalle NN 6-7, voire base de NN 8 (C. Müller, communic. pers.). L'extension stratigraphique plus vaste mentionnée par S. Theodoridis (1984) pour la Méditerranée résulte du regroupement de cette espèce avec des formes voisines (dont *H. minuta* et *H. californiana*) déjà présentes dans des niveaux inférieurs. Une telle confusion n'est pas possible en Aquitaine, où aucune forme comparable à *H. walbersdorfensis* ne se rencontre dans le Miocène inférieur ou le Langhien, tandis que des spécimens typiques s'observent régulièrement dans les gisements considérés comme post-langhiens d'après le reste de la nannoflore et les autres informations disponibles. Ces observations sont en accord avec celles de D. Rio et E. Fornaciari (1994) pour le domaine méditerranéen, où *H. walbersdorfensis* n'apparaît pas en quantité significative avant la partie supérieure de la NN 5, niveaux probablement non représentés en Aquitaine.

La séquence de dépôts marins rapportable au Serravallien, dernier épisode transgressif de grande extension en Aquitaine, peut se suivre régionalement assez facilement. Lorsque les marqueurs stratigraphiques sont localement absents, ce sont les similitudes de micro- et

macrofaunes et de faciès, ainsi que les corrélations cartographiques dans la série affleurante, qui permettent de rapprocher ces dépôts des niveaux bien datés ; ainsi a-t-on parlé de "couches à orbules" en Chalosse, ou de "grès et sables fauves à *Megacardita jouanneti* et *Crassostrea crassissima*" (ou "molasse coquillière") dans toute l'Aquitaine centrale et orientale.

La région de Soustons

Le Serravallien s'observe à l'affleurement à la faveur de la structure anticlinale (profonde) de Soustons, prolongement occidental du dôme de Sébastopol (fig. 1). Il s'agit de marnes plus ou moins coquillères dont la malacofaune fut étudiée par V. Raulin (1897) et F. Daguin (1948) ; elles correspondent aux zones NN 6-7 d'après la présence d'*H. walbersdorfensis* (tabl. 7). *S. heteromorphus*, rencontré en un seul exemplaire, ne paraît pas significatif dans ce cas.

Ces marnes contiennent des orbules dont *O. universa* (Pujol et Cahuzac, 1986). Leur présence indique que ces dépôts sont équivalents ou postérieurs à la zone N 9, l'absence des marqueurs des biozones plus récentes ne permettant pas d'autre précision.

ECHANTILLONS		ESPECES																							ZONATION													
		<i>Reticulofenestra pseudoumbilicus</i>	<i>R. pelita</i> (dont minima, haqii) : < 3 µm	<i>R. moyensis</i> (dont producta) : 3 à 6 µm	<i>Reticulofenestra antarctica</i>	<i>Reticulofenestra hesslandii</i>	<i>Reticulofenestra floridana</i>	<i>Reticulofenestra albisacta</i>	<i>Coronocylus nitescens</i>	<i>Coccolithus pelagicus</i>	<i>Coccolithus mopelagicus</i>	<i>Calcidiscus leptoporus</i>	<i>Calcidiscus raciniformis</i>	<i>Helicosphaera carteri</i> s.l.	<i>Helicosphaera</i> sp. (close)	<i>Helicosphaera walbersdorfensis</i> (?)	<i>Lithostromation perdurum</i>	<i>Rhabdosphaera proera</i> s.l.	<i>Pontosphaera</i> spp.	<i>Pontosphaera apsteinii</i>	<i>Pontosphaera amphora</i> s.l.	<i>Pontosphaera multipora</i> s.l.	<i>Triquetrorhabdulus rugosus</i>	<i>Sphenolithus abies</i>		<i>Sphenolithus neobabes</i>	<i>Sphenolithus moerformis</i>	<i>(Sphenolithus heteromorphus) (3)</i>	<i>Braardtosphaera bigelowii</i> / <i>discula</i> s.l.	<i>Micrantholithus</i> spp.	<i>Discoaster bollii</i>	<i>Discoaster exilis</i>	<i>Discoaster gl. variabilis</i>	<i>Discoaster deflandrei</i>	<i>Discoaster intercalaris</i>	<i>Discoaster</i> sp.	<i>Syracosphaera</i> sp.	
NORD - AQUITAINE	Salles (1)	Le Minoy	X	X	X																																	NN 6-7
	Salles (1)	Moulin Debat	X	X	X			X									X	X	X	X																	NN 6-7	
	Mios	Caze	X	X	X					X										X																X	NN 5-7	
	Martignas	"Pont-du-Soldat"	X	X	X			X			X																										Mioc. (moyen?)	
	Pessac	Magonty sup.	X	X	X			X			X	X					X	X																			X	NN 6-7
	St Médard-en-Jalles	forage (-13,5m)				X						X	X			X	X																				X	NN 6-7
SUD - AQUITAINE	Soustons	Pey (moulin)	X	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X					X	X		X	X	X	(X)	X	X			X		X	NN 6-7	
	Donzacq	Jouandéou A	X	X	X			X	X		X												X											cf.			NN 5-7	
	Donzacq	Jouandéou B	X	X	X				X	X	X												X											cf.	X	X	NN 6-7	
	Sort	Labaigt	X	X				X		X	X	X	X	X	X	X	X						X				X										NN 6-7	
	Sort	Luy (pont)	cf.	X				X												X																Mioc. (moyen?)		
	Clermont	Palepic	X	X	X	X				X	X				X	X							X														NN 6-7	
	Castelnau	Biole	X	X	X					X	X				X	X																					X	NN 6-7
	Laurède	Mauba	X	X	X			X			X	X			X	X							X	X	X	X	X	X				cf.	cf.	X		X	NN 6-7	
	Carcarès-Ste Croix	(au bourg)	X	X	X	X				X	X				X	X						X															X	NN 6-7
	Audon	Petitfon	X	X	X	X		X			X	X			X	X		X	X																		X	NN 6-7
	St Sever	Pipoulan		X	X	X				X	X				X	X		X																			X	NN 6-7
	St Sever	Abattoir		X	X			X			X	X			X	X																				X	NN 6-7	
	Salles-de-Béarn	Bois de Baillieux		X	X	X					X				X	X		X	X																			NN 6-7
	Orthez	Le Paren	X	X	X	X					X	X			X	X		X	X																			NN 6-7
	Sallespisse	Pouchan	X	X	X	X					X				X	X		X	X								X									X	NN 7	

(1) Déterminations incluant des données antérieures de † H. Manivit. (2) in Müller & Pujol 1979. (3) Présence à Soustons de *S. heteromorphus*, mais extrêmement rare.

Tabl. 7. – Répartition stratigraphique des nannofossiles calcaires dans les dépôts serravalliens du Bassin de l'Adour (Sud de l'Aquitaine) et de Gironde (Nord de l'Aquitaine).

Table. 7. – Stratigraphical distribution of calcareous nannofossils in the Serravallian deposits from the Adour Basin (South Aquitaine) and the Gironde (North Aquitaine)

La Chalosse

Les dépôts "helvétien" de Chalosse occidentale au sud-est de Dax (fig. 4), souvent qualifiés de "molasses" ou "faluns à *Cardita jouanneti*" par les anciens auteurs, sont célèbres pour leurs riches faunes de mollusques et de gros oursins (réf. in Daguin, 1948 ; Cahuzac, 1980). La nannoflore de différents affleurements se rapporte aux zones NN 6-7 (tabl. 7), notamment à Donzacq, Sort, Clermont, Castelnau ; un niveau voisin (Poyartin-Poupan) a été par ailleurs attribué à la "NN 6 ?" par C. Müller et C. Pujol (1979).

Les orbulines sont présentes dans ces niveaux (qui sont donc ≥ N 9) : *O. universa* ou *O. suturalis* sont ainsi citées à Poyartin-Poupan, Narrosse, Sort..., et *O. bilobata* à Narrosse et Sort (Poignant, 1967 ; Müller et Pujol, 1979 ; Cahuzac, 1980 ; Pujol et Cahuzac, 1986).

La région d'Orthez

Cette région montre plusieurs affleurements (sur les communes d'Orthez,

Salies-de-Béarn, Sallespisse...) attribués à l'"Helvétien" ou au "Vindobonien", et dont certains sont extrêmement riches en mollusques, notamment en *Megacardita jouanneti* (réf. in Daguin, 1948 ; Poignant, 1967). La nannoflore des 3 niveaux examinés (tabl. 7) permet de leur attribuer un âge serravallien : NN 6-7 à Salies-de-Béarn et Orthez avec la présence de *H. walbersdorfensis*, et NN 7 à Sallespisse où cette dernière espèce est accompagnée de *D. bollii*, *Discoaster kugleri*-, et apparaissant durant la NN 7 (Kerzazi, 1994).

Ces précisions stratigraphiques sont importantes, car elles permettent de corréler les dépôts de la région d'Orthez avec ceux de Chalosse occidentale. En conséquence, le rattachement au Langhien basal proposé par J. Magné et al. (1987) d'après une grade-datation à 16,0 Ma du falun de Sallespisse (et repris dans divers travaux récents : Alvinerie et al., 1992) semble peu vraisemblable (de même que la corrélation avec le niveau de Jean Tic à Saubrigues). On peut rappeler qu'au-dessus du Langhien,

la courbe de grade-datation montre une évolution extrêmement lente de la lignée de foraminifère concernée (asymptote de la courbe indice/temps) et donc que l'imprécision de la méthode rend alors celle-ci très aléatoire (Gourinard, 1992).

D'autre part, au sein de l'association de foraminifères planctoniques, des orbulines sont signalées dans trois gisements de cette région : *O. bilobata* et *O. suturalis* d'une part, *O. universa* d'autre part dans deux sites de Salies-de-Béarn respectivement par D. Boulanger et al. (1970) et par E. Buge et al. (1973), ainsi que *O. suturalis* et *O. universa* à Sallespisse par C. Bourdillon de Grissac (sous presse in Karnay, notice carte géol. Arthez-de-Béarn). Cette présence conforte la corrélation avec les "dépôts à orbulines" de Chalosse, ce genre étant absent des niveaux langhiens que nous avons précédemment rattachés à la partie inférieure de la NN 5.

La bordure nord de la Chalosse et l'Aquitaine centrale

C'est probablement en Aquitaine centrale que les controverses sur l'âge

des dépôts du Miocène moyen ont été les plus vives, par exemple entre chronologie mammalienne et "grade-datation" (Aguilar et Michaux, 1994). Elles peuvent s'expliquer par différents facteurs, comme les imprécisions sur la localisation exacte des couches échantillonnées et des fossiles cités par divers auteurs, la confusion dans les termes lithologiques utilisés ("faluns" assimilés à tort aux "sables fauves"), l'emploi abusif de certains termes ("sables fauves") qui recouvrent des ensembles sédimentaires différents selon les auteurs, l'éventualité de remaniements des fossiles (mammi-fères par exemple), que l'on récolte au sein des couches marines (ou qui parfois ont été étudiés dans d'anciennes collections), etc.

Nous avons donc entrepris une étude détaillée de l'ensemble de la série marine, dont nous présentons ici les premiers résultats. Quelques données générales peuvent être tirées des observations de terrain :

– **La séquence marine la plus supérieure** s'observe très bien à l'affleurement et peut se suivre cartographiquement de manière correcte :

* **En bordure nord de la Chalosse** (fig. 4), i.e. au nord des anticlinaux de Louer-Montfort et de "la Chalosse" (fig. 1), cette séquence consiste en une formation de calcaires gréseux (à grès) bioclastiques roux, où les fossiles sont assez peu fréquents, les plus représentatifs étant *Crassostrea crassissima*, *Megacardita jouanneti* et de grands Pectinidés.

* **Vers l'est, et jusqu'à Lectoure**, cette formation marine se poursuit, mais on y observe généralement une diminution des bancs de calcaires indurés au profit de couches de sables plus meubles, également roux et toujours marins, quoique localement la macrofaune puisse y être raréfiée. Le terme de "sables fauves" a été utilisé pour cette série (e.g. Crouzel, 1956), mais ce terme recouvre en fait différentes formations en Aquitaine. Notre propos ne concerne ici que les sables marins intercalés dans les calcaires gréseux bioclastiques ou passant latéralement à ceux-ci, et pas du tout les "sables fauves" **fluviaux** de

Chalosse centrale et orientale (Crouzel, 1956) ou du centre-aquitain, où ils sont sus-jacents aux dépôts marins, comme J.P. Capdeville (1991) l'a bien montré sur la feuille de Nogaro par exemple.

– Cet ensemble marin a toujours été difficile à dater en raison de la pauvreté de la faune liée au caractère très détritique de la série et aux conditions de son dépôt, en milieu très côtier et de fort hydrodynamisme. Au sein de la microfaune très rare, les foraminifères montrent souvent des traces d'usure ou de remaniement. Des âges variés : "helvétien" (Daguin, 1948), "tortonien" (Crouzel, 1989), serravallien (Capdeville, 1991), langhien (Magné *et al.*, 1985), etc., ont été attribués à ces dépôts.

– Dans cet ensemble calcaréo-gréseux roux, la nannoflore s'est avérée généralement inexistante. Pour tenter de résoudre le problème stratigraphique, nous avons recherché systématiquement dans cette séquence marine supérieure les niveaux les plus fossilifères et de faciès les moins détritiques grossier. Ainsi avons-nous échantillonné certains dépôts situés à la base de la séquence et qui s'observent en quelques localités seulement :

• **En bordure nord de la Chalosse**, vers Carcarès, Audon et surtout Saint-Sever où les coupes sont démonstratives, la séquence marine est transgressive sur une série de "molasses" continentales blanches bien connue régionalement (Poignant, 1967) ; elle comporte à la base des sables fins et des marnes fossilifères gris qui passent progressivement vers le haut aux calcaires sableux roux à *Crassostrea crassissima* et *Megacardita jouanneti*. L'étude de ces sables gris de base montre qu'ils se rattachent aux zones NN 6-7 dans les affleurements d'Audon, Carcarès, Laurède et St Sever-abbatoir (tabl. 7). A Saint-Sever-Pipoulan, un niveau intermédiaire entre les sables gris inférieurs et la dalle supérieure de calcaire bioclastique roux indique également les zones NN 6-7 : il s'agit d'un sable argilo-graveleux et noduleux, roux, meuble, à *Megacardita jouanneti*. Par suite, le calcaire supérieur a au moins cet âge serravallien (ou est un peu plus jeune).

Dans les sables de base est signalée en quelques localités (Laurède,

Carcarès : Platel *et al.*, 1990) une faune planctonique contenant notamment des orbulines (*O. universa* et *O. suturalis*, donc âge \geq N 9) et *Hastigerina prae-siphonifera* (N7-N13).

• **A Sos-Matilon** (fig. 4 et tabl. 6), l'ensemble supérieur de grès et sables roux bioclastiques s'observe sur une quinzaine de mètres d'épaisseur dans la carrière anciennement exploitée. Juste à la base de cette séquence et en continuité avec elle, affleure un falun grossier bleu clair (à *Arca*, *Chama*, *Corbula*,..., parmi les bivalves ; niveau échantillonné début 1994) qui repose sur une épaisse série de marno-calcaires continentaux. Ce niveau falunien se rattache aux **zones NN 7-8** du Serravallien supérieur, comme l'indique la présence simultanée de *H. walbersdorfensis* (NN 6-7, voire base de NN 8), *Catinaster* ? sp. (les catinasters apparaissent dès la base de la NN 8), *T. concavus* (espèce rare connue dans le "Tortonien" de Hongrie), *D. sanmiguelensis* (NN 5-7), *C. miopelagicus* (présent jusqu'au sommet de la NN 8), ainsi que l'absence de *S. heteromorphus* et *R. floridana*. Il s'ensuit que l'ensemble des dépôts marins roux sus-jacents a ici aussi un âge au moins équivalent à celui de ce falun.

Une analyse des isotopes du Strontium effectuée sur le bivalve *Chama* sp. prélevé dans ce falun basal bleu a fourni une indication d'âge de $12,5 \pm 0,6$ Ma (Cahuzac, à paraître), confirmant le Serravallien supérieur.

– Il apparaît donc que d'après la nannoflore, la séquence marine la plus supérieure du Centre-aquitain peut être datée au moins du **Serravallien supérieur (à terminal)**, compte tenu du fait que dans toute cette région ces dépôts sont horizontaux et qu'ils se suivent cartographiquement. Le rattachement par grade-datation (Magné *et al.*, 1985) au Langhien inférieur des "sables roux" et grès calcaires à "*Ostrea crassissima* et *Cardita jouanneti*" de plusieurs affleurements du Centre-aquitain (hormis les "faluns" de Manciet) ne s'accorde pas avec nos données de terrain et avec celles issues de l'examen de la nannoflore ; le problème de l'imprécision des grade-datations au Miocène moyen se retrouve ici, comme à Sallespisse. C'est le cas notamment à Sos où l'échantillon

"grade-daté" a été prélevé au sein de l'ensemble grésos sableux exploité dans la carrière de Matilon (J. Magné, communic. pers.), donc au-dessus du falun bleu qui se situe à l'extrême base de cette séquence marine.

La microfaune planctonique de ce falun bleu (GA 34441) a été examinée ; de bonne conservation bien qu'assez peu abondante, elle a livré : *Orbulina universa*, *Globigerinoides immaturus*, *Globigerina bulloides*, *G. falconensis*, *G. decoraperta* (dét. C. Pujol) [aucune pré-orbuline n'a été recueillie]. Cette association permet de rattacher ce niveau aux "couches à orbulines" de Chalosse, la présence de *G. decoraperta* typique (associée à *O. universa*) semblant indiquer que l'on est au-dessus de N 9 ; cette espèce débute en général vers le milieu du Serravallien (Iaccarino, 1985). Un tel résultat, compatible avec la nannoflore reconnue, est en désaccord avec un âge langhien inférieur grade-daté de 16,01 Ma in Magné *et al.* (1985). La mention de *Praeorbulina gr. glomerata* à Sos-Matilon dans les sables supérieurs par J. Magné *et al.* (1985) doit donc être confirmée (selon J. Magné, communic. pers., les spécimens y étaient extrêmement rares et mal conservés ; la distinction des pré-orbulines et des orbulines peut alors être délicate, sans que par ailleurs l'on puisse exclure l'éventualité d'un remaniement des premières formes).

Dans l'état actuel des affleurements, la présence à Sos d'un **autre niveau marin inférieur** qui serait corréléable avec la séquence langhienne des "faluns de Manciet" reste totalement hypothétique. En effet, une analyse détaillée de terrain nous a montré qu'apparemment toute la série inférieure de la coupe de Sos est formée de "molasses" continentales reposant à l'extrême base de la colline sur les assises du Miocène inférieur, classiques régionalement ("marnes à *Ostrea aginensis*" et "calcaire gris de l'Agenais").

En ce qui concerne le gisement de Sos, l'âge serravallien correspondant à la nannoflore paraît être globalement en accord avec l'âge indiqué par la récente étude des rongeurs recueillis dans cette séquence marine à Sos même ou dans d'autres carrières du voisinage (à Poude-

nas-Cayron par exemple ; cf. Aguilar, communic. pers. et 1995 ; Aguilar et Michaux, 1994 et 1995). La présence notamment de *Megacricetodon furnasi*, espèce débutant dans le Serravallien, est mentionnée par ces auteurs ; cette espèce est plus évoluée (au sein d'une même lignée) que *M. gersii* du gisement classique de Sansan (Gers) dont l'âge serait voisin de 15 Ma (*vide* Aguilar et Michaux, 1994, citant Sen, à paraître).

Toutefois, une confirmation de cette possible corrélation ne pourra se réaliser que si tous les restes de mammifères concernés (qui doivent évidemment être recueillis en nombre suffisant du fait d'éventuels remaniements) sont localisés de manière très précise et intégrés dans la séquence marine locale. On devra aussi tenir compte des disparités d'épaisseur notables dans cette série, liées à l'existence de paléoreliefs antérieurs au Serravallien supérieur et à des "ravinevements profonds (...) des roches lacustres émergées lors de l'invasion de la mer à *Ostrea crassissima*", comme le soulignait déjà R. Tournouer (1874) qui pouvait alors observer de nombreuses carrières exploitées.

Par ailleurs, dans la région de Mont-de-Marsan (fig. 3), quelques échantillons (affleurement de Basta, forage de Bertheuil : Capdeville, 1990) ont livré une microfaune planctonique à *Orbulina suturalis*, *O. universa*, ce qui permet de les corréler avec les "couches à orbulines" de Sos et donc de disposer d'un jalon géographique entre le golfe de Chalosse et le golfe de l'Armagnac.

L'Aquitaine septentrionale

Les dépôts du Miocène moyen de Gironde se rapportent à l'ancien étage "Sallomacien" (nom issu de "Salles" ; Fallot, 1893). Les faciès sont variés mais toujours de type littoral et très fossilifères, tant dans le Bordelais (Saucats-Lassime, Pessac-Magonty, Martignas, Saint-Médard-en-Jalles) que vers l'ouest (Salles, Mios) (réf. in Daguin, 1948 ; Poignant, 1967 ; Müller et Pujol, 1979 ; Folliot, 1993 ; Folliot *et al.*, 1993). Dans la région de Salles et Mios, la série marine est portée à l'affleurement en raison de la présence du périclinal ouest de

l'anticlinal de Villagrains (fig. 4). L'ensemble de ces affleurements se rattache aux zones NN 6-7 (tabl. 7). Ces résultats confirment l'âge indiqué précédemment pour la région de Salles par C. Müller et C. Pujol (1979) et M. Folliot *et al.* (1993), avec une association de foraminifères planctoniques localement un peu plus diversifiée et comportant des orbulines, correspondant à l'intervalle N 12-N 14 *pars*.

Paléogéographie

La transgression langhienne

Si l'on considère les temps anté-langhiens, il apparaît que le Burdigalien supérieur marin n'est connu que dans le golfe de Saubrigues ; dans le reste de l'Aquitaine, il existe une lacune entre les dépôts du Burdigalien inférieur (largement représentés dans l'ensemble du Bassin et correspondant au stratotype de Gironde) et ceux du Langhien.

Le Langhien inférieur (zone NN 5 inférieure) apparaît donc transgressif en Aquitaine ; cela semble correspondre au cycle eustatique TB 2-3 qui présente un haut niveau marin à sa partie supérieure (de 16 à 15,5 Ma, cf. Haq *et al.*, 1987). Les dépôts de cet âge ne sont actuellement caractérisés à l'affleurement que dans peu de régions : golfe de Saubrigues et Centre-aquitain (fig. 4 et 5). L'absence apparente du Langhien dans les autres régions peut être partiellement due à l'existence de deux phases érosives intenses, au Serravallien (dans toute l'Aquitaine) puis au Plio-Quaternaire (en Aquitaine centrale et occidentale), et au recouvrement par les "sables des Landes" pléistocènes d'une très grande partie du Bassin aquitain, ces phénomènes ayant décapé et/ou masqué les dépôts miocènes sous-jacents.

Toutefois, aucun témoin de cet âge n'a été trouvé jusqu'ici dans toute l'Aquitaine septentrionale, pourtant minutieusement explorée depuis plus d'un siècle ; il est donc probable que la mer n'ait pas alors atteint cette région. Le tracé détaillé de la transgression langhienne demeure très difficile à reconstituer dans l'état actuel des connaissances (fig. 5). Des informations complémentaires, de surface et de subsurface, sont néces-

saires pour préciser cette paléogéographie. À titre d'hypothèse, on peut supposer que le cadre structural précédemment mis en place (dernière phase tectonique importante vers la limite oligo-miocène dans le Sud-aquitain, Cahuzac, 1980) a influencé de manière notable l'avancée marine, beaucoup plus qu'au Serravallien. Il semble que la mer, présente dans l'extrême sud-ouest (Saubrigues), soit restée largement au nord des structures émergées de Dax et de Thétieu, ne franchissant pas, tout comme à l'Aquitainien (Cahuzac, 1980), le seuil entre celles-ci. Puis la ligne de côte a pu contourner par l'ouest la ride profonde de Villenave / Mont-de-Marsan et par le nord l'alignement anticlinal majeur des dômes de Roquefort et Créon-d'Armagnac / Barbotan, formant au sud-est de ceux-ci un petit golfe dans les biotopes littoraux étaient très riches en macrofaunes, sous climat subtropical comme en témoignent mollusques et coraux. Une certaine subsidence dans ce golfe, de même que localement une moins forte érosion post-langhienne, ont pu contribuer à la préservation de ces dépôts. Ce golfe (pour lequel nous proposons la dénomination "golfe de Manciet") devait être relativement étroit, puisque vers l'est la mer n'a apparemment pas franchi les zones hautes des anticlinaux de la Tennarèze et de Cézan-Lavardens (fig. 5). Vers le Nord, la ligne de rivage passait probablement un peu à l'est de Baudignan, où les dépôts peu profonds sont riches en mollusques littoraux et en oursins plats de milieu côtier (scutelles, amphiope). Puis, toute la "plate-forme nord-aquitaine" étant apparemment restée émergée, cette ligne s'infléchissait vers l'ouest (à NW ?), suivant peut-être l'accident transverse formé par la faille de Lugos, elle-même en relation avec l'ancienne flexure majeure "celtaquitaine" qui est la limite sud, entre Arcachon et Toulouse, du grand "Panneau Nord-aquitain" et se prolonge vers l'ouest dans le golfe de Gascogne (Kieken, 1973).

La transgression serravallienne

Les informations relatives au Serravallien sont plus nombreuses qu'au Langhien. Par ailleurs, le cadre structural influence beaucoup moins la transgression, qui présente une très grande extension, en Aquitaine centrale et méridionale surtout (fig. 4 et 5).

Dans la zone sud-ouest, la mer est présente dans la région de Soustons. Vers l'est, elle franchit le seuil structural entre les diapirs de Dax et de Thétieu, formant un grand golfe dans le "synclinal périadiapirique" de Chalosse occidentale, dont la subsidence a été un élément constant au Cénozoïque moyen-supérieur (Kieken, 1973 ; Schoeffler, 1973 ; Cahuzac, 1980). Ce golfe serravallien recouvrait en partie des zones anticlinales précédemment fortement érodées : dôme de Louer-Montfort, diapir de Bastennes (fig. 1 et 5, et cf. Poignant 1967 ; Cahuzac, 1980). La mer dépasse même vers le sud l'actuel Gave de Pau, transgressive sur diverses structures arasées (accident diapirique de Salies-de-Béarn, front de chevauchement nord-pyrénéen à Orthez...) avec des biotopes littoraux très favorables à la macrofaune.

Au nord-est, dans la région de l'Adour, les anticlinaux de Louer et de "la Chalosse" (= d'Audignon) sont partiellement transgressés sur leurs bordures nord, et vers le sud-est le domaine marin atteint sa plus grande extension de tous les temps oligo-miocènes (région de l'Adour et hautes vallées du Midou et de la Douze). La mer s'étale largement jusqu'à l'est de Condom et Lectoure sur une vaste région aplanie : c'est le "golfe de l'Armagnac" (appellation préférable à celle de "golfe de Lectoure", qui en fait recouvrait des entités géochronologiques différentes). Dans toute cette région, les dépôts sont grésosableux et témoignent d'apports terrigènes importants liés à une érosion intense durant le Serravallien et à l'existence de puissants appareils fluviaux permettant le transfert dans une très vaste région de grandes masses d'éléments détritiques d'origine pyrénéenne (Alvinerie, 1969). La mer était partout très peu profonde, ces faciès côtiers et à fort hydrodynamisme étant en général peu favorables au développement de la faune, qui souvent se limite à quelques Bivalves (rarement en place : *Crassostrea*, *Megacardita*, Pectinidés,...) et localement à des oursins plats (*Amphiope*, *Parascutella*) comme à Caussens (fig. 4). Les épaisseurs de cette séquence marine sont très variables en fonction du paléorelief mis en place lors de la phase érosive ayant précédé la transgression (à Sos par exemple, profond ravinement de la série continentale sous-jacente, cf. Tournouer, 1874).

Vers le nord-est, la mer occupe la région de Captieux (fig. 4) où sont connus en affleurements des calcaires gréseux bioclastiques à *Crassostrea* et *Megacardita* (Moyes *et al.*, 1955), puis contourne par l'ouest le dôme de Villagrains (affleurements de Salles et Mios très riches en faunes littorales). Le golfe développé dans le Bordelais est jalonné par des dépôts très fossilifères depuis Saucats-Lassime au sud-est jusqu'à la vallée de Saint-Médard-en-Jalles au nord-ouest.

Conclusions

Cette étude de nannofossiles calcaires oligo-miocènes du Bassin Aquitain a permis de préciser l'âge et la paléogéographie d'une soixantaine de gisements, souvent célèbres pour leur faune malacologique autant que pour les controverses stratigraphiques dont ils furent l'objet. Malgré le caractère défavorable des dépôts (faciès plus ou moins côtiers, pauvres en nannoflore et à fort taux de remaniements), la plupart des échantillons a pu être attribuée à des intervalles de temps équivalents à 1 ou 2 biozones consécutives de nannofossiles calcaires. Le groupe des *Helicosphaera*, particulièrement bien représenté, a fourni (avec *H. carteri*, *H. ampliapertura*, *H. waltrans* et *H. walbersdorfensis*) des indications chronologiques d'autant plus précieuses que nombre de marqueurs classiques sont épisodiques (chez *Discoaster*, *Catinaster*, *Sphenolithus*), ou inutilisables du fait des remaniements de matériel paléogène (*Reticulofenestra*). Pour le Bassin d'Aquitaine au moins, *H. walbersdorfensis* apparaît comme un marqueur fiable du Serravallien (NN 6-7, voire début 8).

Les âges indiqués par les nannofossiles calcaires s'accordent avec ceux, en général plus rares et moins précis, fournis par les foraminifères planctoniques ou benthiques. Ils concordent également avec les observations de terrain et les quelques autres informations disponibles (macrofaunes, datations isotopiques,...). En revanche, et surtout pour le Miocène moyen, des désaccords apparaissent avec les résultats de "grade-datation", cette méthode étant moins fiable à ces niveaux que dans l'Oligocène et le Miocène inférieur.

L'ensemble des résultats conduit à préciser la paléogéographie de l'Oligo-Miocène aquitain, avec en particulier :

– le suivi du remplissage du Golfe de Saubrigues-Bélus, prolongement oriental et "ancêtre" probable de l'actuel Gouf de Capbreton.

– la distinction, parmi les faciès marins du Miocène moyen, de deux

phases transgressives indépendantes : (1) un épisode langhien (NN 5 à *S. heteromorphus sans H. ampliaperta*) probablement limité à un golfe étroit vers le Centre aquitain ; et (2) un épisode serravallien (NN 6-7, voire début 8, à *H. walbersdorfensis*) beaucoup plus développé et représentant la dernière incursion marine d'importance dans le Bassin d'Aquitaine.

Remerciements

Nous remercions vivement : – pour leurs déterminations, C. Müller et C. Pujol, ainsi qu'à titre posthume, H. Manivit et A. Pujos ; – pour nous avoir communiqué certains affleurements, A. Cluzaud, P. Lozouet et D. Nolf ; – pour leurs remarques, C. Cavelier et les deux rapporteurs (K. von alis Perch-Nielsen et J. Dubreuilh).

Références

- AGUILAR J.P. (1995). – Evolution de la lignée *Megacricetodon collongensis* - *Megacricetodon roussillonensis* (Cricetidae, Rodentia, Mammalia) au cours du Miocène inférieur et moyen dans le sud de la France. *Palaeovertebrata*, Montpellier, **24**, n° 1-2, sous presse.
- AGUILAR J.P., MICHAUX J. (1994 et 1995). – Chronologie mammalienne et grade-dation dans le Néogène inférieur français. 1er Congr. Fr. Statigr., Toulouse, sept. 1994. (Résumés : strata, 1994, série 1, **6**, pp. 171-172). *Géologie de la France*, 1995, n° 1, pp. 69-76.
- ALVINERIE J. (1969). – Contribution sédimentologique à la connaissance du Miocène aquitain. Interprétation stratigraphique et paléogéographique. Thèse Sci. Nat., Univ. Bordeaux, 2 tomes, 451 p.
- ALVINERIE J., ANTUNES M.T., CAHUZAC B., LAURIAT-RAGE A., MONTENAT C., PUJOL C. (1992). – Synthetic data on the paleogeographic history on Northeastern Atlantic and Betic-Rifian basin, during the Neogene (from Brittany, France, to Morocco). *Palaeogeogr., Palaeoclim., Palaeoecol.*, Amsterdam, **95**, pp. 263-286.
- BEKAERT O., CAHUZAC B., DUCASE O., ROUSSELLE L. (1991). – Espèces et populations d'Ostracodes à la limite oligo-miocène en Aquitaine : stratégies de réponse, microévolution, dans le cadre stratigraphique régional. *Rev. Paléobiologie*, Genève, **10**, n° 2, pp. 217-227.
- BENOIST E. (1878). – L'étage tortonien dans la Gironde. *Proc. Verb. Soc. Linn. Bordeaux*, **32**, pp. 85-90.
- BENOIST E. (1887). – Esquisse géologique des terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France. *J. Hist. Natur. Bordeaux*, 6^e année, n° 1, pp. 1-71.
- BERGGREN W.A., KENT D.V., VAN COUVERING J.A. (1985). – Neogene geochronology and chronostratigraphy. In Snelling N.J., *The Chronology of the Geological Record*. Blackwell Sci. Public., **10**, pp. 211-260.
- BLOW W.A. (1969). – Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. *Proceed. Ist Intern. Conf. Planktonic Microfossils* (Geneva, 1967), Ed. Brill, Leiden, **1**, pp. 199-422.
- BONGRAIN M., CAHUZAC B., FRENEIX S. (1994). – *Amussiopecten* (*Costellamussiopecten*) *praeahaueri* nov. subgen., nov. sp. (Pectinidae, Bivalvia) de l'Aquitainien basal d'Aquitaine. Considerations sur la lignée des *Costellamussiopecten*. *Rev. Paléobiologie*, Genève, **13**, n° 1, pp. 97-115.
- BOULANGER D., POIGNANT A., SAULE M. (1970). – Découverte d'un nouveau gisement de Miocène à Salies-de-Béarn (Pyrénées-Atlantiques). *Bull. Soc. Sci. Lettres Arts, Pau*, (4^e), **5**, pp. 19-37.
- BUGE E., DEBOURLE A., DELOFFRE R. (1973). – Gisement miocène à nodules algaires (Rhodolithes) à l'ouest de Salies-de-Béarn (Aquitaine sud-ouest). *Bull. Centre Rech. Pau-SNPA*, **7**, n° 1, pp. 1-51.
- CAHUZAC B. (1980). – Stratigraphie et paléogéographie, de l'Oligocène au Miocène moyen, en Aquitaine sud-occidentale. Thèse Univ. Bordeaux, 2 tomes, 586 p.
- CAHUZAC B. (1984). – Les faunes de Miogypsinidae d'Aquitaine méridionale (France). Benthos'83, 2^e Symp. Intern. Foram. benthiques (Pau). H.J. Oertli éd. Pau, pp. 117-129.
- CAHUZAC B., ALVINERIE J., CLUZAUD A., LESPORT J.F. (1992). – Les *Trisidos* (Bivalvia, Arcidae) du Chattien du Bassin de l'Adour (Aquitaine, France). Systématique, intérêt paléocéologique et paléobiogéographique, *Geobios*, Lyon, Mém. spéc. n° 14, pp. 87-96.
- CAHUZAC B., CHAIX C. (1994). – La faune de coraux de l'Oligocène supérieur de La Téoulère (Peyrehorade, Landes). *Bull. Soc. Borda*, Dax, **119**, n° 436 (4), pp. 463-484.
- CAHUZAC B., CROUZEL F., MAGNÉ J. (1985). – Néogène Sud-Aquitain. Livret-guide du Groupe Français d'Etude du Néogène ; Réunion 1985 et excursion en Aquitaine méridionale : 6-7-8 mai 1985, 43 p.
- CAHUZAC B., POIGNANT A. (1988). – Les foraminifères benthiques de l'Oligocène terminal du vallon de Poustagnac (Landes, Bassin d'Aquitaine, SW de la France). Découverte de *Cycloclypeus* et de *Pararotalia* à loges équatoriales supplémentaires. *Rev. Paléobiologie*, Genève, vol. spéc. 2 (Benthos'86), pp. 633-642.
- CAHUZAC B., POIGNANT A. (1992). – Les foraminifères benthiques intéressant la limite Oligocène-Miocène en Aquitaine (sud-ouest de la France). Comparaison avec la Méditerranée occidentale. "Paleontologia i Evolucio", Sabadell (IXth Congress R.C.M.N.S., Barcelone, Nov. 1990), **24-25**, pp. 15-28.
- CAHUZAC B., PUJOL C. (1984). – Contribution à la reconnaissance des dépôts tertiaires d'Aquitaine méridionale. 10^e R. A.S.T., Bordeaux, Soc. géol. Fr. éd., p. 463.
- CAHUZAC B., ROMAN J. (1994). – Les Echinoïdes de l'Oligocène supérieur (Chattien) des Landes (Sud-Aquitaine, France). *Rev. Paléobiologie*, Genève, **13**, n° 2, pp. 349-371.

- CAPDEVILLE J.P. (1990). – Carte géologique France (1/50 000^e), feuille Mont-de-Marsan (951), avec la collaboration de J. Dubreuilh. BRGM, Orléans. Notice explicative par Capdeville J.P., 41 p.
- CAPDEVILLE J.P. (1991). – Carte géologique France (1/50 000^e), feuille Nogaro (952), avec la collaboration de J.P. Platel. BRGM, Orléans. Notice explicative par Capdeville J.P., 35 p.
- CAVELIER C., KUNTZ G., LAUTRIDOU J.P., MANIVIT J., PAREYN C., RASPLUS L., TOURENQ J. (1980). – Miocène et Pliocène, in Mégnien C. (éd.), Synthèse géologique du Bassin de Paris, vol. 1, Mémoires BRGM, Orléans, n° 101, pp. 415-436.
- CROUZEL F. (1956). – Le Miocène continental du Bassin d'Aquitaine. *Bull. Carte géol. Fr.*, **54**, n° 248, pp. 1-264.
- CROUZEL F. (1989). – Carte géologique France (1/50 000^e), feuille Eauze (953). BRGM, Orléans. Notice explicative par Crouzel F., Cosson J., Bel F., Galarhague J., 48 p.
- CUVILLIER J., DUPOUY-CAMET J., SACAL V. (1949). – Le Miocène marin de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq (Landes). Observations à la note de A. Magne et M. Vigneaux. *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, **19**, n° 5, pp. 95-97.
- DAGUIN F. (1948). – L'Aquitaine Occidentale. Hermann et Cie Ed., Paris, 232 p.
- DEPÉRET C. (1893). – Sur la classification et le parallélisme du système miocène. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (3), **21**, pp. 170-226.
- DOLLFUS G.F. (1920). – Réunion Extraordinaire de la Société géologique de France à Bordeaux, du 23 au 28 août 1920. *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, (4), **20**, n° 13, pp. 141-160.
- FALLOT E. (1893). – Sur la classification du Néogène inférieur. *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, (3), **21**, pp. 77-84.
- FIRTH J.V. (1989). – Eocene and Oligocene calcareous nannofossils from the Labrador Sea, ODP Leg 105. In Srivastava S.P., Arthur M., Clement B. et al., Proceedings of the Ocean Drilling Program, Sci. Results, College Station (Texas), **105**, pp. 263-286.
- FOLLIOT M. (1993). – Les dépôts néogènes de la région de Salles et Mios (Nord du Bassin d'Aquitaine, France). Révision du "Sallomacien", étude de la macrofaune et considérations paléocologiques et paléogéographiques. Thèse Univ. Bordeaux, 412 p.
- FOLLIOT M., PUJOL C., CAHUZAC B., ALVINERIE J. (1993). – Nouvelles données sur le Miocène moyen marin ("Sallomacien") de Gironde (Bassin d'Aquitaine, France). Approche des paléoenvironnements. 1st R.C.A.N.S. Congress, Lisbonne, 1992. Revue "Ciências da Terra", Univ. Nov. Lisboa, n° 12, pp. 117-131.
- G.F.E.N. (Groupe Français d'Etude du Néogène) (1974). – Etude biostratigraphique des gisements d'Escornebéou (Aquitaine méridionale, France). *Docum. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, n° 59, 86 p.
- GOURINARD Y. (1992). – Précision et exactitude des grade-datations par les lignées de *Globigerinoides trilobus* et de *Rosita fornicata* (foraminifères planctoniques). *Bull. Soc. Hist. nat. Toulouse*, **128**, pp. 59-65.
- HAQ B.U., HARDENBOL J., VAIL P.R. (1987). – The new chronostratigraphic basis of Cenozoic and Mesozoic sea level cycles. Cushman Foundation Foraminiferal Research, Sp. publ. n° 24, pp. 7-13.
- IACCARINO S. (1985). – Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. In Bolli H.M., Saunders J.B. et Perch-Nielsen K. (ed.), Plankton stratigraphy, Cambridge Univ. Press, vol. 1, pp. 283-314.
- JANIN M.-C. (1990). – Variabilité et évolution chez les *Discoaster* et genres voisins (nannofossiles calcaires du Cénozoïque). *Rev. Micropal., Fr.*, Paris, **33**, n° 3-4, pp. 175-192.
- KERZAZI K. (1994). – Etude biostratigraphique du Miocène sur la base des foraminifères planctoniques et nannofossiles calcaires dans le Préif et la marge atlantique du Maroc (site 547A du DSDP Leg 79), aperçu sur leur paléoenvironnement. Thèse Doct. Univ. Paris VI, n° 9402, 231 p.
- KIEKEN M. (1973). – Evolution de l'Aquitaine au cours du Tertiaire. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (7), **15**, n° 1, pp. 40-50.
- Kieken M. (1975). – Feuille géologique et notice de la carte Saint-Vincent-de-Tyrosse au 1/50 000^e. Public. BRGM, Orléans, 46 p.
- LAMB J.L., STAINFORTH R.M. (1976). – Unreliability of *Globigerinoides* Datum. *Amer. Assoc. Petrol. Geol. Bull.*, Tulsa, **60**, n° 9, pp. 1564-1569.
- LEZAUD L. (1967). – Contribution à l'étude des nannofossiles calcaires de l'Eocène (Coccolithophoridés). Leur rôle stratigraphique en Aquitaine sud-ouest (Chalosse, Béarn, Bas-Adour). Thèse Univ. Paris, 3 tomes, 325 p.
- LOZOUEP P. (1986). – Les gastéropodes prosobranches de l'Oligocène supérieur du Bassin de l'Adour (systématique, paléoenvironnements, paléoclimatologie). Mém. Ecole Pratique Hautes Etudes, (inédit), Paris, 465 p.
- MAGNE A., VIGNEAUX M. (1948). – Les gisements de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq (Landes). *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, **18**, n° 13-14, p. 293.
- MAGNÉ J., BAUDELLOT S., CROUZEL F., GOURINARD Y., WALLEZ M.J. (1985). – La mer du Langhien inférieur a envahi le centre du Bassin d'Aquitaine : arguments biostratigraphiques et géochronologiques. *C.R. Acad. Sci. Fr.*, Paris 300, II (19), pp. 961-964.
- MAGNÉ J., GOURINARD Y., WALLEZ M.J. (1987). – Comparaison des étages du Miocène inférieur définis par stratotypes ou par zones paléontologiques. *Strata*, Toulouse, **1**, n° 3, pp. 95-107.
- MARTINI E., MÜLLER C. (1986). – Current Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton stratigraphy and correlations. *Newsl. Stratigr.*, Berlin, **16**, 2, pp. 99-112.
- MOYES J., VEILLON M., VIGNEAUX M. (1995). – Sur la limite d'extension de l'Helvétien dans le sud-est du département de la Gironde. *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, n° 3-4, pp. 56-57.
- MÜLLER C. (1974). – Nannoplankton aus dem Mittel-Miozän von Walbersdorf (Burgenland). *Senckenberg. Lethaea*, Frankfurt/Main, **55**, n° 1-5, pp. 389-405.

- MÜLLER C. (1984). – Climatic evolution during the Neogene and Quaternary evidenced by marine microfossil assemblages. *Paléobiologie continentale*, Montpellier, **14**, n° 2, pp. 359-369.
- MÜLLER C., PUJOL C. (1979). – Etude du nannoplancton calcaire et des foraminifères planctoniques dans l'Oligocène et le Miocène en Aquitaine (France). *Géol. méditer.*, Marseille, **6**, n° 2, pp. 357-368.
- NOLF D., BRZOBOHATY R. (1992). – Fish otoliths as palaeobathymetric indicators. "Paleontologia i Evolucio", Sabadell (IXth Congress R.C.M.N.S., Barcelone, Nov. 1990), **24-25**, pp. 255-264.
- PERCH-NIELSEN K. (1985). – Cenozoic calcareous nannofossils. In Bolli H.M., Saunders J.B. et Perch-Nielsen K. (ed.), *Plankton stratigraphy*, Cambridge Univ. Press, **1**, pp. 427-554.
- PEYROT A. (1923). – Contribution à l'étude du Miocène du département du Gers : le falun de Manciet, *Proc. Verb. Soc. Linn. Bordeaux*, **75**, pp. 28-47.
- PEYROT A. (1933). – Conchologie néogénique de l'Aquitaine. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, **85**, n° 1, pp. 5-68.
- PEYROT A. (1934). – Le falun de Baudigan. *Proc. Verb. Soc. Linn. Bordeaux*, **86**, pp. 158-166.
- PLATEL J.P., CAPDEVILLE J.P., DUBREUILH J. (1990). – Carte géologique France (1/50 000^e), feuille Tartas (950). BRGM, Orléans. Notice explicative par Platel J.P., 51 p.
- POIGNANT A. (1967). – L'Oligo-Miocène d'Aquitaine méridionale. Thèse Doct. Univ. Paris, ronéot., 3 tomes, 381 p.
- PUJOL C. (1970). – Contribution à l'étude des foraminifères planctoniques dans le Bassin d'Aquitaine. *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquit.*, Bordeaux, n° 9, pp. 201-219.
- PUJOL C., CAHUZAC B. (1986). – Reconnaissance de deux phases marines dans le Miocène moyen (ancien "Hclvétien") du Bassin de l'Adour, 11^e Réunion des Sciences de la Terre, Clermont-Ferrand, Soc. géol. Fr. édit., p. 152.
- PUJOS A., CAHUZAC B. (1986). – Apports de l'étude du nannoplancton à la reconnaissance de plusieurs limites stratigraphiques dans le Tertiaire aquitain. 11^e Réunion des Sciences de la Terre, Clermont-Ferrand, Soc. géol. Fr. édit., p. 152.
- RAULIN V. (1897). – Statistique géologique et agronomique du département des Landes. 3^e partie : Terrains tertiaires et d'alluvions de la partie occidentale du département et additions. Ed. Laurent, Verdun, pp. 491-674.
- RIO D., FORNACIARI E. (1994). – Remarks on Middle to Late Miocene chronostratigraphy. *Neogene Newsl.* (IUGS, Subcom. Neogene Strat.), n° 1, pp. 26-34.
- SCHOEFFLER J. (1973). – Etude structurale des formations molassiques du Piémont-Nord des Pyrénées. *Revue Inst. Fr. Pétrole*, Paris, **28**, n° 4, pp. 515-551.
- STEURBAUT E. (1979). – Les otolithes de téléostéens des marnes de Saubrigues (Miocène d'Aquitaine méridionale, France). *Palaeontographica*, Stuttgart, A, **166**, pp. 50-91.
- STEURBAUT E. (1983). – The stratigraphical position of the Lower Oligocene Yrieu sands (Southwestern France), based on calcareous nannofossils and a new *Helicosphaera* species. *Eclogae Geol. helv.*, Bâle, **76**, n° 2, pp. 327-331.
- STEURBAUT E. (1984). – Les otolithes de téléostéens de l'Oligo-Miocène d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). *Palaeontographica*, Stuttgart, A, **186**, pp. 1-162.
- SZÖTS E. (1968). – Les foraminifères planctoniques et la position stratigraphique des affleurements miocènes de Saubrigues (Landes, France). *Giorn. Geol. Bologna*, **35**, n° 2, pp. 303-306.
- THEODORIDIS S. (1984). – Calcareous nannofossil biozonation of the Miocene and revision of the Helicoliths and Discoasters. *Utrecht Micropal. Bull.*, n° 32, 272 p.
- TOURNOUER R. (1874). – Note sur les terrains miocènes des environs de Sos et de Gabarret (Lot-et-Garonne et Landes). *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, **39**, n° 9, pp. 119-169.
- YOUNG J.R., WEI W., BACKMAN J. (1994). – A summary chart of Neogene nannofossil magnetobiostratigraphy. *Journ. Nannoplankt. Research*, London, **16**, n° 1, pp. 21-27.
- ZORN I., JANSSEN A.W. (1993). – *Vaginella tricuspidata* sp. nov., a new holoplanktonic mollusc from the Late Oligocene of SW France and Hungary. *Contr. Tert. Quatern. Geol.*, Leiden, **29** (3-4), pp. 61-71.

ANNEXE :

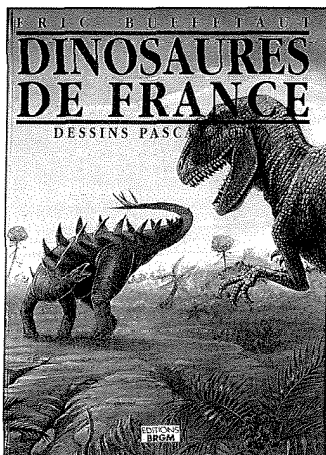
Liste alphabétique des taxons de nannofossiles calcaires cités

Alphabetical list of calcareous nannofossil taxa cited

- Braarudosphaera* sp.
- Braar. bigelowii* (GRAN et BRAARUD, 1935) DEFLANDRE (1947) : formes en général typiques, mais parfois accompagnées de spécimens intermédiaires avec d'autres "espèces" de *Braarudosphaera*, voire de *Micrantholithus/Pemma* (d'où la mention s.l. portée dans certains tableaux).
- Braar. discula* BRAMLETTE et RIEDEL (1954) : différenciable de *B. bigelowii* s.l. dans certains échantillons seulement.
- Braar. rosa* LEVIN et JOERGER (1967) : différenciable de *B. bigelowii* s.l. dans certains échantillons seulement.
- Calcidiscus fuscus* (BACKMAN, 1980) JANIN (1987).
- Calc. leptoporus* (MURRAY et BLACKMAN, 1898) LOEBLICH et TAPPAN (1978).
- Calc. macintyreii* (BURRY et BRAMLETTE, 1969) LOEBLICH et TAPPAN (1978).
- Calc. premacintyreii* THEODORIDIS (1984) : distingué de *C. macintyreii* dans quelques échantillons seulement.
- Calyptosphaeraceae BOUDREAUX et HAY (1969) : taxon utilisé ici pour désigner les holococcolithes indéterminés.
- Campylosphaera dela* (BRAMLETTE et SULLIVAN, 1961) HAY et MOHLER (1967).
- Catinaster* ? sp. : forme très proche de celle figurée sous ce nom par PERCH-NIELSEN (1985, p. 479, fig. 34.4).
- Chiasmolithus* sp.
- Chiastozygus* sp.
- Coccolithus miopelagicus* BUKRY (1971) : distingué de *C. pelagicus* surtout par sa taille ; peut inclure, dans certains échantillons, quelques individus de grande taille du groupe *pelagicus*, remaniés du Paléogène.
- Coccol. eopelagicus* (BRAMLETTE et RIEDEL, 1954) BRAMLETTE et SULLIVAN (1961) : éventuellement confondu avec *C. miopelagicus* en cas de remaniement dans des niveaux miocènes.
- Coccol. formosus* (KAMPTNER, 1963) WISE (1973).
- Coccol. pelagicus* (WALLICH, 1877) SCHILLER (1930) : les formes les plus grandes sont attribuées ici à *C. miopelagicus* ou *C. eopelagicus*, selon l'âge des échantillons établi d'après le reste de la nannoflore.
- Coronocyclus* sp.
- Coron. nitescens* (KAMPTNER, 1963) BRAMLETTE et WILCOXON (1967).
- Cyclococcolithus* sp.
- Discoaster* sp.
- Disc. aulakos* (GARTNER (1967).
- Disc. barbadiensis* TAN SIN HOK (1927).
- Disc. binodosus* MARTINI (1958) : distingué de *D. nodifer* dans certains échantillons seulement.
- Disc. bollii* MARTINI et BRAMLETTE (1963).
- Disc. deflandrei* BRAMLETTE et RIEDEL (1954) : pris en général dans un sens très large, incluant des spécimens mal conservés ou très recristallisés (dont *D. obtusus*).
- Disc. druggii* BRAMLETTE et WILCOXON (1967) : aucune forme typique n'a été observée dans ce travail.
- Disc. exilis* MARTINI et BRAMLETTE (1963).
- Disc. formosus* MARTINI et WORSLEY (1971).
- Disc. intercalaris* BUKRY (1971).
- Disc. lenticularis* BRAMLETTE et SULLIVAN (1961).
- Disc. lodoensis* BRAMLETTE et RIEDEL (1954).
- Disc. multiradiatus* BRAMLETTE et RIEDEL (1954).
- Disc. gr. nodifer* (BRAMLETTE et RIEDEL, 1954) BUKRY (1973) : inclus, pour certains échantillons, des spécimens proches de *D. binodosus*.
- Disc. nonaradiatus* KLUMPP (1953).
- Disc. obtusus* GARTNER (1967) : distingué dans certains échantillons seulement ; inclus sinon dans *D. gr. deflandrei*.
- Disc. ornatus* STRADNER (1958).
- Disc. cf. pseudovariabilis/icarus* : formes à bras bifurqués comme ceux de *D. variabilis* mais présentant une expansion axiale comparable, en moins développé, à celle des bras de *D. pseudovariabilis* MARTINI et WORSLEY (1971) ou *D. icarus* STRADNER (1973).
- Disc. salisburgensis* STRADNER (1961).
- Disc. sanmiguelensis* BUKRY (1981).
- Disc. signus* BUKRY (1971).
- Disc. sublodoensis* BRAMLETTE et SULLIVAN (1961).
- Disc. gr. variabilis* MARTINI et BRAMLETTE (1963) : pris ici dans un sens assez large, incluant des formes à bras de robustesse variable, mais toujours terminés par une bifurcation simple.
- Disc. wemmelensis* ACHUTHAN et STRADNER (1969).
- Ericsonia fenestrata* (DEFLANDRE et FERT, 1954) STRADER in STRADNER et EDWARDS (1968).
- Helicosphaera* sp. (= *Helicopontosphaera* sp.) : afin d'établir la présence ou l'absence de *H. ampliaperta*, une attention particulière a été portée à l'organisation de l'aire centrale (close ou non) de tous les spécimens d'*Helicosphaera*, même non identifiables au rang spécifique.

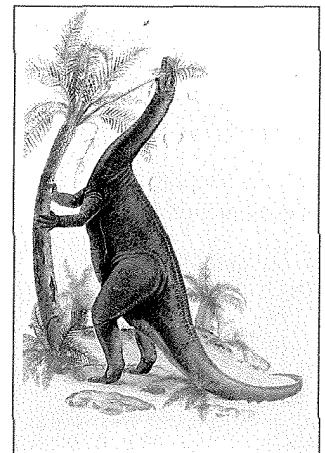
- Helic. ampliaptera* BRAMLETTE et WILCOXON (1967).
- Helic. burkei* BLACK (1971) : distingué de *H. carteri* s.l. dans certains échantillons seulement.
- Helic. californiana* BUKRY (1981) : aucune forme typique n'a été observée dans cette étude.
- Helic. carteri* (WALLICH, 1877) KAMPTNER (1954) : pris ici dans un sens assez large, incluant tous les spécimens à aire centrale close, dont *Helicopontosphaera kamptneri* HAY et MOHLER in HAY et al. (1967).
- Helic. euphratis* HAQ (1966).
- Helic. cf. gertae* BUKRY (1981).
- Helic. intermedia* MARTINI (1965).
- Helic. minuta* MÜLLER (1981) : non observé dans cette étude.
- Helic. obliqua* BRAMLETTE et WILCOXON (1967).
- Helic. papillata* (BUKRY et BRAMLETTE, 1969) JAFAR et MARTINI (1975).
- Helic. recta* (HAQ, 1966) JAFAR et MARTINI (1975).
- Helic. rhomba* (BUKRY, 1971) JAFAR et MARTINI (1975).
- Helic. scissura* MILLER (1981).
- Helic. seminulum* BRAMLETTE et SULLIVAN (1961).
- Helic. truempyi* BIOLZI et PERCH-NIELSEN (1982).
- Helic. walbersdorfensis* MÜLLER (1974).
- Helic. waltrans* THEODORIDIS (1984).
- Holodiscolithus* sp.
- Holod. macroporus* (DEFLANDRE in DEFLANDRE et FERT, 1954) ROTH (1970).
- Lithostromation perdurum* DEFLANDRE (1942).
- Lophodolithus nascens* BRAMLETTE et SULLIVAN (1961).
- Micrantholithus* sp.p.
- Micranth. vesper* DEFLANDRE in DEFLANDRE et FERT (1954).
- Nannotetrina alata* (MARTINI, 1960) HAQ et LOHMANN (1976).
- Nannotetrina pappii* (STRADNER, 1959) PERCH-NIELSEN (1971).
- Neococcolithes dubius* (DEFLANDRE in DEFLANDRE et FERT, 1954) BLACK (1967).
- Orthozygus aureus* (STRADNER, 1962) BRAMLETTE et WILCOXON (1967).
- Pemma* sp.
- Pontosphaera* sp.p.
- Pont. amphora* s.l. : inclus des lopadolithes (morphogénre "*Scyphosphaera*") à collerette évasée distalement, tels que *P. amphora* (DEFLANDRE, 1942) JANIN (1987), *P. pulcherrima* (DEFLANDRE, 1942) JANIN (1987) ou *P. halldalii* (DEFLANDRE in DEFLANDRE et FERT, 1954) JANIN (1987).
- Pont. apsteinii* (LOHMANN, 1902) JANIN (1987) : lopadolithes (morphogénre "*Scyphosphaera*") dépourvus de collerette distale.
- Pont. enormis* (LOCKER, 1967) PERCH-NIELSEN (1984).
- Pont. multipora* s.l. : inclus des discolithes (morphogénre "*Pontosphaera*") à nombre de pores variable, proches en général de *P. multipora* (KAMPTNER, 1948) ROTH (1970), plus rarement de *P. discopora* SCHILLER (1925) ou *P. distincta* (BRAMLETTE et SULLIVAN, 1961) ROTH et THIERSTEIN (1972).
- Pont. pectinata* (BRAMLETTE et SULLIVAN, 1961) SHERWOOD (1974).
- Pont. plana* (BRAMLETTE et SULLIVAN, 1961) HAQ (1971).
- Reticulofenestra* sp.p. [incl. *Dictyococites* BLACK (1967), *Cyclicargolithus* BUKRY (1971) et genres voisins] : compte tenu de la grande variabilité de ce groupe, dont la taxonomie est complexe et parfois subjective, seules quelques "espèces" ont été distinguées (en nombre variable selon les échantillons) ; la plupart des autres formes sont simplement réparties en fonction de leur taille. Les "petits" spécimens (diamètre < 3 µm) correspondent à des "espèces" telles que *Ret. minuta* ROTH (1970) ou *Ret. haqii* BACKMAN (1978) ; les "moyens" (3-6 µm) incluent *Dictyoc. productus* (KAMPTNER, 1963) BACKMAN (1980).
- Ret. abisecta* (MÜLLER, 1970) ROTH et THIERSTEIN (1972).
- Ret. antarctica* (HAQ, 1976) DRIEVER (1988).
- Ret. bisecta* (HAY, MOHLER et WADE, 1966) ROTH (1970).
- Ret. dictyoda* (DEFLANDRE et FERT, 1954) STRADNER in STRADNER et EDWARDS (1968).
- Ret. floridana* (ROTH et HAY in HAY et al., 1967) THEODORIDIS (1984).
- Ret. hesslandii* (HAQ, 1966) ROTH (1970).
- Ret. insignita* ROTH et HAY in HAY et al., 1967.
- Ret. lockeri* MÜLLER, 1970.
- Ret. pseudumbilicus* (GARTNER, 1967) GARTNER (1969).
- Ret. umbilicus* (LEVIN, 1965) MARTINI et RITZKOWSKI (1968).
- Rhabdosphaera* sp.
- Rhabd. pinguis* DEFLANDRE in DEFLANDRE et FERT (1954).
- Rhabd. procera* MARTINI (1969) : pris au sens large, incluant tous les rhabdolithes de type néogène.
- Rhabd. vitrea* (DEFLANDRE in DEFLANDRE et FERT, 1954) BRAMLETTE et SULLIVAN (1961).
- Scyphosphaera canescens/tubifera* : Lopadolithes cylindriques et très allongés, rappelant *Scyph. canescens* KAMPTNER (1955) ou *Scyph. tubifera* KAMPTNER (1955).
- Sphenolithus abies* DEFLANDRE in DEFLANDRE et FERT (1954).
- Sphen. belemnos* BRAMLETTE et WILCOXON (1967).
- Sphen. ciperiensis* BRAMLETTE et WILCOXON (1967).
- Sphen. dissimilis* BUKRY et PERVICAL (1971).
- Sphen. distentus* (MARTINI, 1965) BRAMLETTE et WILCOXON (1967).

<i>Sphen. heteromorphus</i> DEFLANDRE (1953).	<i>Striatococcolithus pacificanus</i> BUKRY (1971).	<i>Triquetrorhabdulus carinatus</i> MARTINI (1965).
<i>Sphen. moriformis</i> (BRÖNNIMANN et STRADNER, 1960) BRAMLETTE et WILCOXON (1967).	<i>Syracosphaera</i> sp.	<i>Triq. rugosus</i> BRAMLETTE et WILCOXON (1967).
<i>Sphen. neoabies</i> BUKRY et BRAMLETTE (1969).	<i>Thoracosphaera</i> sp.	<i>Trochoaster concavus</i> Bona (1964).
<i>Sphen. predistentus</i> BRAMLETTE et WILCOXON (1967).	<i>Transversopontis</i> sp.	<i>Zygodiscus bramlettei</i> PERCH-NIELSEN (1981).
<i>Sphen. radians</i> DEFLANDRE in GRASSÉ (1952).	<i>Transv. rectipons</i> (HAQ, 1968) ROTH (1970).	<i>Zygrhablithus bijugatus</i> (DEFLANDRE in DEFLANDRE et FERT, 1954) DEFLANDRE (1959).
	<i>Tribrachiatus orthostylus</i> SHAMRAI (1963).	



DINOSAURES DE FRANCE

par Eric BUFFETAUT
Dessins Pascal ROBIN



Le mot "dino­saure" évoque aisément des visions exotiques de grands squelettes émer­geant des sables du Désert de Gobi ou extraits laborieusement des "badlands" de l'Ouest américain. Les dinosaures, pourtant, sont proches de nous : des falaises du Boulonnais aux garrigues des Corbières, de nombreux restes de ces animaux ont été trouvés, depuis près de deux cents ans, dans diverses régions de France. Ossements, œufs et empreintes de pas découverts dans le sol français nous renseignent sur presque tous les stades de la longue histoire des dinosaures. Pourtant, ces dinosaures de France sont restés méconnus. Il s'agit souvent, il est vrai, de restes fragmentaires moins spectaculaires que les grands squelettes à peu près complets trouvés en d'autres lieux, et qui attirent le public dans les musées. Surtout les paléontologues français, à de rares exceptions près, ne leur ont pas accordé l'attention qu'ils méritaient, plus intéressés qu'ils étaient, par la reconstitution de l'histoire des mammifères et de l'évolution de l'homme.

Depuis quelques années, avec le regain d'intérêt pour les dinosaures qui se manifeste dans le monde entier, la recherche sur les dinosaures de France a pris un nouvel élan, tant sur le terrain, où les fouilles systématiques se multiplient, que dans les réserves des musées, où dormaient, depuis souvent des décennies, des fossiles souvent d'un grand intérêt.

Ce livre ne se veut pas un catalogue systématique et exhaustif des restes de dinosaures connus en France. Son but est plutôt de présenter les principaux sites ayant livré des dinosaures dans notre pays, dans l'ordre de la chronologie des temps géologiques, et de décrire les faunes de dinosaures qui se sont succédé, pendant près de 150 millions d'années, à l'emplacement de ce qui allait devenir le territoire français. L'aspect historique ne sera pas oublié, car derrière chaque découverte paléontologique, il y a des hommes, paléontologues professionnels ou amateurs, géologues, carriers, instituteurs, fermiers ou ecclésiastiques, qui tous, ont contribué d'une façon ou d'une autre, à faire progresser notre connaissance des dinosaures de France.

Relié, format 21 x 29,7 cm, 160 p., abondamment illustré, réf. 000167 **Prix : 150 F**

Éditions BRGM
Avenue de Concyr - BP 6009
45060 ORLÉANS CEDEX 2
FRANCE - Tél. : (33) 38 64 30 28

En vente chez votre libraire habituel ou, à défaut, aux Éditions BRGM. Veuillez dans ce cas nous envoyer un chèque du montant de votre commande augmenté de 40 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'étranger.

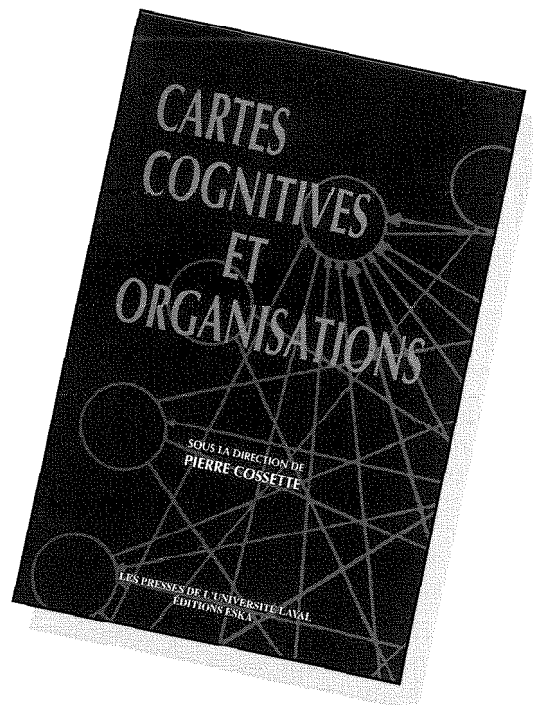
**VIENT DE PARAÎTRE
AUX ÉDITIONS ESKA**

CARTES COGNITIVES ET ORGANISATIONS

Sous la direction de Pierre COSSETTE

ISBN 2-86911-286-6 - 15 x 23 cm - 232 pages

Prix 195 FF



Une image vaut mille mots... Voilà la conviction des auteurs de cet ouvrage à propos des cartes cognitives, ces images de l'esprit qui résument graphiquement un discours oral ou écrit. La valeur d'une carte cognitive vient surtout du pouvoir qu'elle a d'aider un individu ou un groupe à réfléchir sur la conception de la réalité qu'elle représente. Plus précisément, la simple visualisation du réseau de concepts qu'est la carte cognitive ainsi que l'analyse qu'elle permet, facilitent l'exploration, la prise de conscience et la modification ou la confirmation des idées mises en relief.

L'intérêt pour les cartes cognitives est récent, mais la curiosité qu'elles suscitent auprès des spécialistes en gestion et développement des organisations n'étonne guère. Puisqu'elles aident à penser, donc à agir, les différents acteurs de l'organisation, en particulier les actionnaires et les gestionnaires, sont susceptibles d'en tirer profit. Par ailleurs, les consultants pourraient bien y trouver un outil de premier plan pour permettre à ces mêmes individus de clarifier leurs idées. Quant aux chercheurs, plusieurs seront tentés par l'étude de la cartographie cognitive comme technique d'intervention ou d'analyse du contenu, ou encore par l'étude de phénomènes organisationnels au moyen de cette même technique.

AUTEURS

Cet ouvrage est le fruit d'une collaboration de plusieurs personnes : M. Audet, C. Banville, M. Bougon, C. Eden, J. Komocar.

Sous la direction de Pierre Cossette, professeur à l'Université du Québec à Montréal. Il a terminé des études en psychologie et en sciences de l'administration.

Ouvrages déjà parus dans la collection "Sciences de l'organisation" :

Gareth Morgan, Images de l'organisation

Jean-François Chanlat, L'individu dans l'organisation. Les dimensions oubliées

Danny Miller, Le paradoxe d'Icare. Comment les grandes entreprises se tuent à réussir.



BON DE COMMANDE à retourner aux
Éditions ESKA - 27, rue Dunois, 75013 PARIS
Tél. : (1) 44 06 80 40 - Fax : (1) 44 24 06 94



Je désire recevoir exemplaires de « **Cartes cognitives et organisations** » de Pierre COSSETTE

au prix de 195 FF (+ 23 FF de port), soit 218 FF x = FF.

NOM Prénom

Adresse

Code Postal Ville

Je joins mon règlement par :

Chèque bancaire à l'ordre des Editions Eska

Virement postal aux Editions Eska - CCP Paris 1667-494-Z

Photo Interprétation

La revue **PHOTO-INTERPRÉTATION** se révèle être, plus de trente ans après sa création, la publication scientifique de référence internationale dans le domaine de l'observation de la terre à partir des enregistrements de télédétection.

Spécialistes des sciences de la Terre, géographes, océanographes, botanistes, agronomes, urbanistes, praticiens de l'environnement, aménageurs ou enseignants confrontés de plus en plus à des problèmes de mise en œuvre des images aériennes et spatiales, trouveront au travers d'une collection d'exemples choisis par un comité de lecture composé de spécialistes internationaux, le matériel, l'expérience et les résultats obtenus par les services ou chercheurs spécialisés dans la méthodologie de l'interprétation de l'image.

PHOTO-INTERPRÉTATION, dont l'originalité réside dans la présentation d'articles courts accordant une place privilégiée aux enregistrements satellitaires, s'attache plus à la méthodologie de leur interprétation qu'aux phénomènes observés eux-mêmes, à la différence de la plupart des revues scientifiques.

Les commentaires et leur illustration ont pour but de montrer ce qu'il est possible d'extraire comme information utile pour améliorer la connaissance des thèmes étudiés au sein de la biosphère.

Cette conception méthodologique en fait un outil de première main pour toute application basée sur l'interprétation des enregistrements de télédétection.

* * *

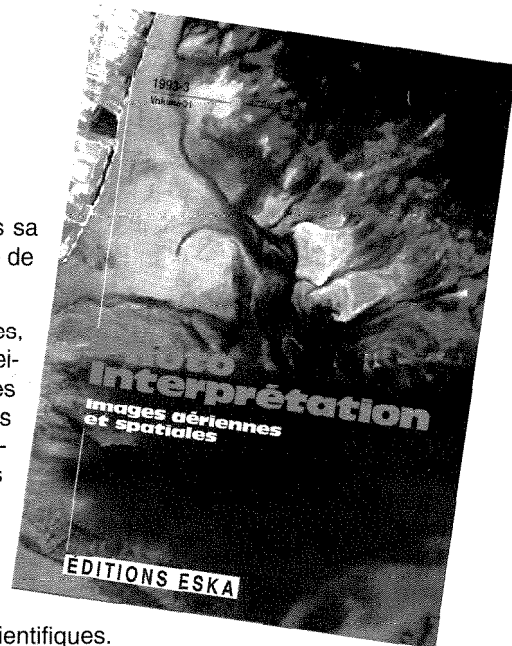
*More than thirty years after it was founded, **PHOTO-INTERPRETATION** is proving to be the international reference scientific publication in the field of Earth observation from remote sensing recordings.*

***PHOTO-INTERPRETATION** provides people such as earth science specialists, geographers, oceanographers, botanists, agronomists, town planners, environmentalists, developers and teacher — who are increasingly confronted with problems in interpreting aerial and satellite images — with articles covering the material, the experience and the results obtained by organizations and researchers specialized in the methodology of image interpretation. The articles are selected by a review committee made up of international specialists.*

*The difference between **PHOTO-INTERPRETATION** and most other scientific journals is that it presents short articles which give pride of place to satellite-based sensor recordings with greater emphasis laid on the methodology of interpreting phenomena than on the observed phenomena themselves.*

The commented illustrations show what can be extracted in the way of useful information to improve our knowledge of the themes studied within the biosphere.

This methodological approach makes this review a first class tool for any application based on the interpretation of remote sensing recordings.



BULLETIN D'ABONNEMENT

À retourner à :

Editions ESKA, Edition et Diffusion, 27, rue Dunois, 75013 PARIS
Tél. (1) 44 06 80 42 - Fax : (1) 44 24 06 94

SUBSCRIPTION ORDER FORM

Mail to :



Oui, je désire souscrire un abonnement à la revue PHOTO-INTERPRÉTATION (1 an - 6 numéros)

Yes, start sending me Revue PHOTO INTERPRETATION (1 year - 6 issues)

Pour l'année 1994..... FRANCE..... FF 1 072 FF

For the year 1994..... ÉTRANGER, OUTSIDE FRANCE..... FF 1 202 FF

Pour l'année 1995..... FRANCE..... FF 1 104 FF

For the year 1995..... ÉTRANGER, OUTSIDE FRANCE..... FF 1 276 FF

(Frais de port par avion en sus. Airmail charges to be added.)

NOM - NAME

SOCIÉTÉ - ORGANIZATION

ADRESSE - ADDRESS.....

Ci-joint mon règlement
(Une facture vous sera retournée comme justificatif de votre paiement.)

Payment inclosed
(An invoice will be returned as proof of payment.)

RECOMMENDATIONS TO AUTHORS

Géologie de la France is a journal aiming at researchers, teachers, those to whom the knowledge of geology is essential to their work and the general interested public in France and elsewhere. It is devoted to the publication of results of projects related to all disciplines of the Earth Sciences, both in France and in the surrounding regions.

Papers may cover fundamental geological knowledge, or be related to specific research or applied geology programmes.

The aim is to cover all aspects of both subsurface and surface geology. By taking into account surrounding regions, studies need not be restricted by national boundaries, but can take into account entire geological entities.

The journal welcomes publications from both French and other authors, both full-length papers and short notes.

MANUSCRIPTS

Two copies of typescripts and illustrations must be addressed to the Editor-in-Chief. They will be reviewed by two referees. On acceptance, authors will be invited to send in a 3.5" diskette of the final manuscript, for either PC or Mackintosh systems, written using Microsoft Word or in revisable format (for example RFT).

LANGUAGES

French authors should preferably use the French language, unless the paper is intended for a special thematic issue (which features papers by authors of different nationalities). Authors from other countries may use either French or English.

PAPERS

Length

Papers should not exceed 15 printed pages, including illustrations and references (80 typed lines of 80 characters or spaces correspond approximately to one printed page).

However, review papers and in-depth analyses may be longer.

Arrangement of texts

Text should be arranged as follows:

Title in French and English.

Running header: using a maximum of 60 characters, including spaces, when the full title exceeds this length.

Authors' name(s), preceded by first name(s).

Plan of paper.

Complete address(es) of the author(s).

Abstract in the language of the text (maximum 2,000 characters and spaces).

Extended Abstract in the other language: this should be approximately one to two printed pages long (6,000 to 12,000 characters and spaces in all), depending upon the length of the paper. The author(s) must submit the extended summary in its original language and, if possible, provide its translation into the other language. According to circumstances, the editor will either have a translation made or have the submitted translation verified.

The main body of the paper.

Acknowledgements.

References of all authors cited.

List of figures, tables and photographic plates with their captions in French and English.

The illustrations.

General technical requirements

Typescripts should be submitted double-spaced, using one side only of size A4 paper (21 × 29.7 cm), with sufficient margins left on either side. Special characters (Greek letters, numerals and symbols), chemical formulas or mathematical equations should be written distinctly. So that accents, small characters and punctuation, such as cedillas and dashes stand out clearly, authors are requested to typescript their entire text in lower-case letters (including titles and authors' names) and to use capitals only when strictly necessary (the first letter of proper names, for instance). The usually accepted abbreviations should be used (cm, m, Ma, t, °C, NW-SE, Pb, etc.), and units of measurement should comply with international standards.

Citations in the text

References must be indicated by giving the name of the author, followed by the date of publication of the paper; if the paper in question has more than two authors, the expression "*et al.*" should be used after the initial author. This information should be included in parentheses if the citation is not an integral part of the sentence; if it is, on the other hand, the name of the author should be preceded by his first initial, e.g. "(Bastos Neto *et al.*, 1991)"; "according to A. Bastos Neto *et al.* (1991)..."

List of References

This should include all the sources cited in the text and only those sources. It should list authors alphabetically and then chronologically when several references by the same author are given. If there are several references by the same author for a given year, they should be distinguished by appending a, b, c, etc., to the year (e.g. 1990a). References with more than two authors beginning with the same author (the rest may be different) in the course of a single year, should also be distinguished by adding a, b, c, and so on, to that year.

Citations should be listed as follows: the name of the author(s), followed by their initial(s), the date of publication (in parentheses), the full title of the paper, the full name of the publication, the volume and number, and the numbers of the first and last pages of the paper. For books, the name of the book should be given, followed by the publisher and the number of pages in the book. For papers in volumes of collected papers, the name(s) of the editor(s) should be given, followed by the title of the volume, its publisher and the numbers of the first and last pages of the paper in question.

References should be typescripted in lower case to ensure that the accents and typographical characters of each language are clearly distinguishable, and should follow the punctuation given in the examples below:

Bastos Neto A., Charvet J., Touray J.-C., Dardenne M. (1991). – Evolution tectonique du district à fluorine de Santa Catarina (Brésil) en relation avec l'ouverture de l'Atlantique. Bulletin

de la Société géologique de France, 162, n° 3, pp. 503-513.

Deroin J.P., Girault F., Rouzeau O., Scanvic J.Y. (1993). – Cartographie géologique en Velay : aspects méthodologiques de l'étude par télé-détection et présentation des résultats. Géologie de la France, n° 1, pp. 3-13.

Illustrations (figures, tables, photographic plates)

The original illustrations must only be submitted with the final typescript. They should be on separate sheets and numbered according to the order in which they are cited in the text.

Authors must ensure that all the place names mentioned in the text are shown on the corresponding figures, or that they can be situated in relation to another location shown on one of the figures (e.g. "10 km northeast of Paris").

All figures must be submitted on mediums which allow quality reproduction (tracings or black and white prints), and use line drawings, diagrams and lettering which can be scaled down to fit in either one or both columns; for this reason, only metric scales are accepted.

Tables should be typescripted and, if possible, designed so that they can be reproduced directly.

The photographic plates, in black and white, should be distinct, and must fit the journal's effective page size (18 × 25 cm); they should be provided as prints or on film.

Colour reproductions of figures and photographic plates are possible at the request and expense of authors.

Copyright

It is the author's responsibility to obtain permission to use previously published material.

SHORT NOTES

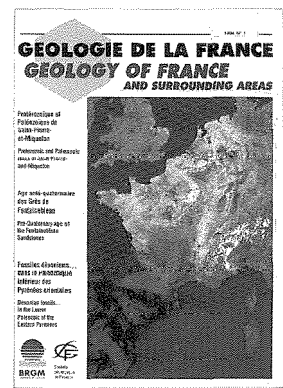
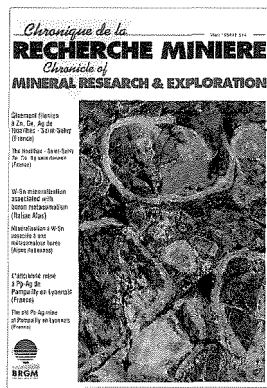
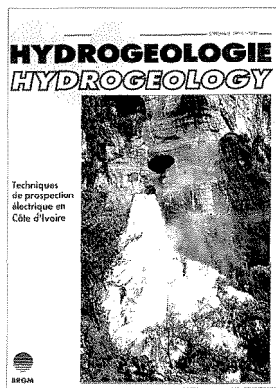
These contributions should not exceed 5 printed pages in length, including the text, references and illustrations. The recommendations are identical to those for scientific papers, except that the abstracts in French and in English should be of the same length and should not exceed 1,500 characters and spaces. The text will be reviewed by one referee only.

CORRECTION OF PROOFS

Only one set of proofs will be sent to authors for proofreading. If a paper has several authors, the proofs will be sent to the one having submitted the paper. The proofs should be returned to the editor within two weeks. The editor reserves the right to undertake any necessary corrections, without incurring liability, should the author fail to return proofs in a timely fashion and thereby threaten to jeopardise the publication deadline. Corrections must be limited to typographical errors only.

OFFPRINTS

Offprints are available at extra charge. An offprint order form and price list will be sent with the proofs.



Revue scientifique et technique, Hydrogéologie est destinée aux spécialistes de l'eau souterraine : chercheurs conduisant des travaux sur les processus hydrodynamiques et géochimistes, modélisateurs, ingénieurs et praticiens de la prospection, de l'exploitation et de la gestion des nappes. Dédiée à un seul objet, l'eau souterraine et ses interfaces, Hydrogéologie publie des travaux concernant aussi bien les milieux de climat tempéré que les zones tropicales et arides.

Les articles peuvent porter sur des avancées dans la connaissance fondamentale et son application, des présentations de nouveaux outils, des études de cas ou encore des synthèses thématiques ou régionales. Régulièrement, la revue publie des numéros thématiques. Elle procède également à des analyses d'ouvrages et à des présentations de séminaires et colloques.

Hydrogéologie is a scientific and technical journal aiming at ground-water specialists, including researchers studying hydrodynamic processes, and geochemists, modellers, engineers and technicians prospecting for, exploiting or managing ground-water. Entirely devoted to ground water and related subjects, Hydrogéologie publishes papers on topics in temperate as well as in tropical and arid zones.

Papers may cover advances made in fundamental knowledge and their applications, introduce new tools, discuss case histories or review particular themes or regions. The journal publishes entire issues devoted to specific themes on a regular basis. It also presents book reviews and covers seminars and conferences.

Prix de vente au numéro :

Année en cours et année précédente : 190 F
Année antérieure (réduction de 50 %) : 95 F

Règlement par chèque bancaire libellé au nom des Éditions BRGM - BP 6009 45060 Orléans cedex 2

La Chronique de la recherche minière s'adresse aussi bien aux scientifiques qui font progresser les connaissances fondamentales sur la géologie des gîtes minéraux qu'aux géologues d'exploration.

Les contributions proposées à la revue doivent être inédites et traiter de sujets relatifs aux gisements de métaux et de minéraux industriels (descriptions de gisements, synthèses régionales ou thématiques, case histories de découvertes) et à leur prospection (méthodes et outils d'exploration) ; elles peuvent également concerner les méthodes de traitement et l'économie minière.

À côté des articles scientifiques, les communications scientifiques et techniques sont destinées à favoriser la publication rapide de résultats nouveaux sur des sujets qui n'ont pas encore fait l'objet d'études scientifiques détaillées (par exemple une découverte de gisement), ou pour présenter de courtes contributions sur des sujets techniques d'intérêt général.

Chronique de la Recherche Minière is a journal aiming at both researchers studying the fundamental geology of mineral deposits and exploration geologists.

Contributions to the journal must not have been previously published and should cover topics relating to metalliferous and industrial mineral deposits (descriptions of deposits, regional and thematic reviews, case histories of discoveries) and their prospection (methods and tools used); contributions will also be welcome on methods of processing and on mining economics.

Apart from scientific papers, the scientific and technical communications are aimed at enabling rapid publication of new results relating to work which has not yet been the subject of detailed scientific study (for example, the discovery of a deposit), or at providing short contributions on technical subjects of general interest.

Destiné aux chercheurs, enseignants, praticiens, tout public français ou étranger, Géologie de la France a pour vocation de diffuser les résultats de travaux relevant de toutes les disciplines des Sciences de la Terre et concernant le territoire français et les régions voisines.

Ces travaux peuvent relever de la connaissance géologique de base, correspondre à des actions de recherche ou être liés à des opérations de géologie appliquée.

L'objectif est d'appréhender tous les aspects de la géologie du substrat comme ceux de la surface. La prise en compte des régions voisines traduit le souci de ne pas être lié à des limites administratives mais de favoriser la compréhension d'ensembles géologiques cohérents.

Géologie de la France est ouvert à tous, auteurs français et étrangers. La revue accueille tout à la fois des articles importants et des notes brèves.

Géologie de la France is a journal aiming at researchers, teachers, those to whom the knowledge of geology is essential to their work and the general interested public in France and elsewhere. It is devoted to the publication of results of projects related to all disciplines of the Earth Sciences, both in France and in the surrounding regions.

Papers may cover fundamental geological knowledge, or be related to specific research or applied geology programmes.

The aim is to cover all aspects of both subsurface and surface geology. By taking into account surrounding regions, studies need not be restricted by national boundaries, but can take into account entire geological entities.

The journal welcomes publications from both French and other authors, both full-length papers and short notes.

Abonnement 1995 :

Abonnement par revue : France : 650 F Étranger : 700 F
Abonnement aux 3 revues, 12 numéros France : 1 800 F Étranger : 1 900 F
Chèque à établir à l'ordre de : CDR, 11 rue Gossin, 92543 Montrouge cedex, France

Les règlements par cartes bancaires (VISA, EUROCARD, MASTERCARD) sont acceptés. Préciser le numéro de la carte ainsi que la date de validité

ISSN 0246-0874 © Éditions BRGM – BP 6009
45060 Orléans cedex 2 – France
Directeur de la publication : Gérard Sustrac
Commission paritaire : N° 624 ADEP
Dépôt légal : 2^e trimestre 1995
Imprimerie P. Oudin, Poitiers, France.

