

Foraminifères benthiques et Microproblematica du Serravallien d'Aquitaine (*)

Bruno CAHUZAC ⁽¹⁾
Armelle POIGNANT ⁽²⁾

Benthic foraminifera and microproblematica from the Serravallian of the Aquitaine Basin (SW France)

Géologie de la France, n° 3, 1996, pp. 35-55, 2 fig., 1 tabl., 2 pl. photo.

Mots-clés : Foraminifères, Taxons benthiques, Microproblematica, Serravallien, Stratigraphie, Paléogéographie, Bassin aquitain.

Key Words: Foraminifers, Benthonic taxa, Problematic microfossils, Serravallian, Stratigraphy, Paleogeography, Aquitaine basin.

Résumé

Le Serravallien est largement transgressif en Aquitaine, la mer s'étendant loin vers l'est (jusque dans la région de Condom, Gers = "Golfe de l'Armagnac"), et vers le sud (Chalosse et Golfe d'Orthez). Les dépôts affleurants sont partout de type littoral, souvent détritiques, et localement riches en macrofaune très variée. Ils ont été rattachés par les auteurs généralement à l'"Helvétien", au "Sallomacien" local ou au "Vindobonien". Ils correspondent principalement aux zones de foraminifères planctoniques N11 (pars)-N13 (pars) et de nannoplancton NN6-NN7-début NN8, reconnues dans plusieurs affleurements.

Les grands foraminifères sont très peu abondants et réduits à deux genres, Operculina et Heterostegina, chacun représenté par une seule espèce. Les foraminifères planctoniques sont relativement peu nombreux étant donné le caractère littoral des dépôts ; ils sont caractérisés par la présence d'*Orbulina suturalis* et *O. universa*. Les petits foraminifères benthiques (plus de 150 espèces) sont surtout des hyalins parmi lesquels les genres et espèces typiques des dépôts côtiers sont abondants : *Ammonia beccarii*, *Elphidium crispum*, *Cibi-*

cides lobatulus, *Nonion*, *Polymorphinidae*.... Des microproblematica ont été rencontrés dans quelques gisements : Bolboforma (*B. badenensis* et *B. clodiusi*) et *Bachmayerella laqueata*.

Le Serravallien est à peu près aussi riche que le Langhien observé dans la région de Saubrigues (marnes de faciès circalittoral à infralittoral) et dans le golfe de Mancier-Baudignan (faluns côtiers). Ces deux étages ont en commun de nombreux petits foraminifères.

Certains taxons semblent apparaître au Serravallien — ce sont les espèces *Virgulina pertusa*, *Ammonia punctatograna*, *Nonion magnum*, *Cymbaloporetta squamosa* entre autres —, ou ne deviennent communs que dans cet étage, comme le genre *Pseudoeponides* (très rare au Langhien).

Entre les régions méridionale et septentrionale de l'Aquitaine, on note, au Serravallien, quelques différences concernant l'absence ou la faible représentativité de certaines espèces. Par ailleurs, les répartitions observées dans l'ensemble des dépôts rapportés à cet étage (affleurements et forages) pourraient être en partie liées au gradient climatique de dégradation thermique

reconnu durant le Néogène moyen/supérieur.

Enfin, en ce qui concerne les comparaisons qui peuvent être faites avec le Miocène moyen du Golfe ligérien (rendues difficiles dans cette région par des datations parfois incertaines), on remarque surtout l'absence en Aquitaine des genres *Aubignyna* et *Monspeliensina*.

Extended abstract

The Serravallian was widely transgressive in Aquitaine; the sea spread far eastward (until Condom area, Gers = "Armagnac Gulf") and southward (Chalosse area and Orthez Gulf). The outcropping deposits are shallow water, detrital and locally rich in highly diversified macrofaunas.

This Serravallian series has been referred by previous authors to the "Helvetian", or "Sallomacian" (local facies) or "Vindobonian". The Sallomacian was recently revised by Folliot (1993) and Folliot et al. (1993), and Cahuzac et al. (1995) studied the nannoflora of the Oligo-Miocene of Aquitaine. These various papers have made it possible to conclude that the Serravallian deposits correspond to the planktonic foraminife-

* Manuscrit reçu le 18 janvier 1996, accepté définitivement le 27 mars 1996.

Communication présentée à l'Inter-Colloquium du R.C.A.N.S. : "Regional Committee of the Atlantic Neogene Stratigraphy", Tours, France, Mai 1995, co-organisé par le Projet du PICG 343.

(1) Laboratoire de Recherches et Applications Géologiques, Université Bordeaux 1, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence Cedex.

(2) Université P. et M. Curie, Laboratoire de Micropaléontologie et URA 1761, Tour 15, 4^e étage, 4 Place Jussieu, 75252 Paris Cedex 05.

ral zones N11 (pars) to N13 (pars) and to the nannoplankton zones NN6-NN7-NN8 (lower part), recorded in several exposures.

Apparently wrong "grade-datings", published a few years ago (Magné et al., 1987), had given a Langhian age to several outcrops of southern and central Aquitaine. As a matter of fact, a recent revision allowed to distinguish there two stages: the Langhian with common Praeorbulina and not Orbulina, and the Serravallian with e.g. Orbulina corresponding to the northern Sallomacian.

The thickness of the Serravallian deposits is very variable on account of the proximity of anticlines and of the shoreline; it is everywhere higher towards the West. The different sites have been grouped into five geographic areas corresponding roughly to the few main sedimentary facies. These are the: Northern Aquitaine (and Bordelais) Gulf, the Armagnac Gulf, the Chalosse Gulf, the Orthez/Salies-de-Béarn Gulf, and the Soustons western domain.

Larger foraminifera are not abundant, and are restricted to two genera: Operculina and Heterostegina, each represented by only one species. In northern Aquitaine, both genera are rare to absent in the exposures, but more common in the boreholes. In southern Aquitaine, they are fairly common in the Orthez/Salies-de-Béarn outcrops, which probably correspond to the first marine sequence. **Planktonic foraminifera** have a variable distribution and they occur quite often rarely on account of the nature of the deposits; they are notably characterized by the presence of Orbulina suturalis and O. universa. **Smaller benthic foraminifera** are not so abundant (slightly more than 150 species) as in the Burdigalian (250 species); they are mainly hyaline and most of them are typical of shore deposits: e.g. Ammonia beccarii, Elphidium crispum, Cibicides lobatulus, Nonion, Polymorphinidae, etc. Among the other taxa, are: Hopkinsina bonionensis compressa, Caucasina lappa, Cancris auriculus, Cibicoides pseudoungerianus, Discorbinella bertheloti, Nonion boueanum, N. commune, Nonionella janiformis...

A few exposures (Donzacq, Gibret, Carcarès, Soustons, Sallespisse) yield **microproblematika**: Bolboforma (B. badenensis and B. clodiusi) and Bachmayerella (laqueata).

The Serravallian is roughly as rich as the Langhian observed in southwestern Aquitaine (Saubrigues area with marls of an infralittoral to circalittoral facies) and eastern Aquitaine (Manciet-Baudignan Gulf with littoral shelly deposits). Both stages have numerous small foraminifera in common. Some species seem to disappear at the top of the Langhian: Hopkinsina bonionensis primiformis, Elphidium fichtelianum praeforme, Compressigerina capriciosa. On the other hand, other taxa seem to appear during the Serravallian, including Virgulina pertusa, Ammonia punctatogranoosa, Bigenerina agglutinans, Bannerella gibbosa, Nonion magnum, Neorotalia spp., Cymbaloporetta squamosa, etc. The genus Pseudoeponides, very rare in the Langhian, becomes common only in the Serravallian.

If we compare these deposits with the Upper Miocene (Tortonian) and Pliocene of Aquitaine, which are only known in some deep boreholes on the western façade and offshore, it is noticeable that the microfauna of the latter do not display any more larger foraminifera and Amphistegina as well. The smaller foraminifera are mostly similar to the Serravallian ones. Therefore, the assemblages of the Serravallian already herald modern microfaunas.

A few differences are noticeable between the Serravallian assemblages of southern and northern Aquitaine; they concern the absence or low abundance of some species. The northern Aquitaine deposits contain many agglutinated forms and Ammonia, Elphidium, Polymorphinidae, etc. In eastern Aquitaine, the microfauna is very poor on account of the (detrital) lithology, high hydrodynamic conditions and location at the extremity of the Gulf. In southern Aquitaine, the Soustons exposure yields a rich microfauna which provides evidence of an open marine environment; otherwise, Heterostegina granulata testata praeformis is mainly known in the Orthez Gulf.

Comparisons between the Aquitaine Basin and the Ligerian Gulf assemblages are not easy owing to the absence of biostratigraphical markers in the Loire area series. The Serravallian (with pars local Savignean facies) is notably present in the Tours and Blois domain and in the south of the region (Mirebeau). It is noted that several species mentioned in Margerel's papers (1980, 1989) are common to Aquitaine, such as: Elphidiella falunica, E. vignauxi, Hopkinsina bonionensis compressa, Discorbinella bertheloti, Pseudoeponides pseudotepidus miocenicus (fairly abundant in the Loire Gulf), Pararotalia serrata, Hanzawaia bolivarensis... The most significant absence in the Loire Gulf is that of the larger foraminifera. On the other hand, in Aquitaine, two genera seem to be missing: Aubignyna and Monspeliensina.

These data argue for the existence of a latitudinal climatic gradient of deterioration evidenced on the Atlantic front from the Middle Neogene: the northern areas show a more marked cooling than the southern ones. In Aquitaine, the decrease of temperature affecting the Serravallian is obvious in comparison with the Burdigalian and Langhian: there is a strong decrease of the larger foraminifera and the absence notably of Discorbinella mira (tropical species present in the Lower Miocene). Moreover, if we consider the distributions observed in the whole Serravallian (outcrops and boreholes), it seems that a thermic gradient took form during this stage: the climate was warmer during the lower sequences as demonstrated by the presence of larger foraminifera (Heterostegina, Operculina, and Amphistegina, Neorotalia, etc.). This suggests that the decline is linked with global oceanic cooling.

Introduction

Le Serravallien marin forme un grand golfe qui s'étend du nord au sud de l'Aquitaine et se développe vers l'est jusque dans l'Armagnac. Il s'observe en affleurement dans le Nord de l'Aquitaine: ouest de Bordeaux, région de Salles, et surtout dans le sud du Bassin où il est visible dans de nombreuses localités des vallées de l'Adour et de la Midouze, en

Chalosse, et jusque dans la vallée du Gave de Pau (golfe d'Orthez - Salies-de-Béarn). Vers l'ouest, il affleure à Soustons (Moulin de Pey). Dans le Centre aquitain, on le rencontre largement à l'est d'une ligne Mont-de-Marsan - Saint-Sever et jusqu'à Sos, Condom et Lectoure sous un faciès essentiellement détritique (sables tauves et grès). Au 19^e siècle, les marnes, "molasses" et sables serravalliens (ex-"helvétien") ont été activement exploités (Jacquot, 1870 ; Raulin, 1897), mais actuellement, la plupart des marnières sont oblitérées et ne subsistent plus que de rares carrières.

En affleurement, le Serravallien se présente partout sous forme de dépôts littoraux : "molasses", marnes, calcaires gréseux et faluns, localement très riches en bivalves et gastéropodes où l'on trouve quelques espèces communes à beaucoup de gisements : *Crassostrea gryphoides/crassissima*, *Megacardita jouanneti*, *Glycymeris bimaculata* et des Pectinidae (dont *Flabellipecten vasatensis*, *Gigantopecten gallicus*, *Aequipecten macrotis*, *A. opercularis*...). La macrofaune comporte également des restes de poissons, dauphins, grands cétacés... Une espèce de bryozoaire est particulièrement répandue : *Lunulites conica*. La présence d'orbulines dans le microplankton a souvent entraîné la qualification de "couches à orbulines" pour de nombreux niveaux classiquement rattachés à l'ancien "Helvétien" d'Aquitaine. Les dépôts serravalliens sont transgressifs sur des terrains d'âge varié, notamment le Lutétien-Bartonien en Chalosse (des nummulites remaniées pouvant être rencontrées à la base), parfois sur le Trias diapirique, le plus souvent sur l'Oligo-Miocène marin ou continental.

Cadre stratigraphique

Le Miocène moyen d'Aquitaine est bien caractérisé depuis longtemps, d'abord par ses malacofaunes (e.g., Tournouer, 1862 ; Benoist, 1887...), mais les attributions stratigraphiques des différents dépôts ont fortement varié selon les auteurs. Le synchronisme de diverses formations, souvent proposé, a été infirmé par des études récentes, notamment pour la succession de Saubrigues dans le Bas-Adour ou pour l'amalgame erroné

"faluns de Manciet"/"sables fauves marins" dans le Centre aquitain (voir discussion in Cahuzac *et al.*, 1995).

Dans le Nord de l'Aquitaine, E. Falot (1893) avait créé pour les dépôts à *Megacardita jouanneti* l'étage "Sallomacien" (de la localité de Salles, Gironde), qu'il plaçait dans le Néogène inférieur, mais il n'en donna pas de définition. Par la suite, tous ces niveaux aquitains ont été le plus souvent rattachés à l'Helvétien, étage post-burdigalien (Daguin, 1948 ; Julius, 1963 ; Alvinerie *et al.*, 1966b), au Vindobonien (Poignant, 1967), au "Miocène supérieur I" (Caralp *et al.*, 1963 ; Alvinerie, 1969) ou au "Sallomacien" (Marks et Vigneaux, 1971 ; Poignant, 1972 ; Poignant et Pujol, 1979).

Le "Sallomacien" du Nord de l'Aquitaine a fait l'objet d'une révision récente de M. Folliot *et al.* (1993) et M. Folliot (1993). Un inventaire des affleurements y est fait ainsi qu'une étude des microorganismes planctoniques. Les auteurs signalent en outre la présence dans ces gisements de plus de 370 espèces de mollusques, et de nombreux vertébrés : poissons osseux, sélaciens, delphinidés, baléonoptéridés... En ce qui concerne les biozonations, les attributions proposées par ces auteurs pour les gisements nord-aquitains rejoignent celles de C. Müller et C. Pujol (1979) et sont confirmées par l'étude de B. Cahuzac *et al.* (1995) : intervalle N 11 *pars* - N 13 *pars* (plus probablement zone N 12) de Blow d'après les foraminifères planctoniques et zones NN 6 - NN 7 de Martini d'après le nannoplancton.

Concernant le reste de l'Aquitaine, des "grade-datations" réalisées il y a quelques années (Magné *et al.*, 1987) donnaient un âge de 16 Ma aux faluns de Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques), à ceux de Manciet (Gers) et à plusieurs gisements de "sables fauves marins" centre-aquitains. En conséquence, de nombreux gisements sud-aquitains avaient été rattachés au Langhien (dont le sommet peut être évalué à -15 ou -14,8 Ma), attribution que nous avons reprise (Cahuzac et Poignant, 1993). Une révision récente de nombreux niveaux dans l'ensemble du Bassin a permis de clarifier la stratigraphie dans

le Miocène moyen sur la base des associations planctoniques, confortée par quelques datations isotopiques au strontium (Cahuzac *et al.*, 1995). Deux ensembles de dépôts ont ainsi été distingués :

- les uns **langhiens** (sans orbulines vraies, mais souvent avec préorbulines et *Globigerinoides sicanus* ; la zone NN 5 du nannoplancton y a été identifiée) reconnus à Saubrigues (*pars*) et dans le golfe de Manciet-Baudignan,

- les autres **serravalliens** (où les orbulines, e.g., sont toujours présentes et qui se rattachent aux zones NN 6-7-8 *pars* Martini), identifiés notamment à Soustons, à Sallespisse (golfe d'Orthez), en Chalosse et dans le golfe de l'Armagnac (incluant les "sables fauves marins", ex-"langhiens" en grade-dation: cette technique s'avère en fait inopérante au Serravallien, car les variations des indices biométriques mesurés sur les foraminifères concernés ne sont plus significatives à cause de l'évolution fortement ralentie de la lignée).

Ces formations serravalliennes d'Aquitaine centrale-méridionale peuvent donc être assimilées au "Sallomacien" nord-aquitain ; elles sont largement présentes à l'affleurement et correspondent dans le Miocène moyen à la phase transgressive la plus étendue géographiquement. Comme pour les dépôts du secteur de Salles (Gironde), une attribution aux zones NN6-NN7 de Martini a été proposée pour la plupart des gisements, avec localement un rattachement à NN7-début de NN8 (présence de *Catinaster* à Sos-Matilon : Cahuzac *et al.*, 1995).

D'après les espèces planctoniques (foraminifères et nannoflore : Folliot *et al.*, 1993 ; Cahuzac *et al.*, 1995), et des analyses des isotopes du strontium (donnant des âges voisins de 12,5 Ma, à paraître) à Sos et dans le Bordelais, il semble que dans ces deux régions ce soit principalement le Serravallien supérieur qui soit bien représenté en affleurement. Des recherches (incluant bio- et chimiostratigraphie) sont en cours pour tenter de préciser la position d'autres dépôts au sein de cet étage. Par ailleurs, la présence de préorbulines, parfois mentionnée dans quelques niveaux de Chalosse

(Cahuzac, 1980 ; Poignant, 1992) devrait être confirmée par de nouvelles études. Il en est de même de la citation de ce genre dans quatre gisements de "sables fauves" du Gers (non compris Manciet : faluns effectivement langhiens) par J. Magné *et al.* (1985) : dans les très nombreux échantillons de cette formation que nous avons examinés, le microplancton s'est révélé absent, en raison du faciès défavorable, extrêmement détritique et côtier.

Faciès et paléogéographie

La transgression de la mer serravallienne s'est largement développée en Aquitaine dans l'ensemble du Bassin. L'étude de nombreux affleurements et forages (fig. 1, 2, où seuls quelques forages-repères sont mentionnés) permet d'établir la limite approximative d'extension marine, qui tient compte de divers accidents structuraux précédemment mis en place (anticlinal de Villagrains dans le nord ; rides de Roquefort, Audignon, Saint-Lon-les-Mines, diapirs de Dax, Bénèsse..., dans le sud). Toutefois, une phase érosive importante s'est produite avant la transgression et la mer recouvre partiellement plusieurs structures arasées, comme les diapirs de Bastennes et Salies-de-Béarn, la ride de Louer-Montfort, la bordure nord de la ride d'Audignon. Les épaisseurs de la série sont très variables, en fonction de la proximité des anticlinaux et de la localisation par rapport à la ligne de côte. La puissance est toujours plus forte vers l'ouest : par exemple dans le Nord aquitain (fig. 1), le Serravallien compte quelques mètres de dépôts dans le Bordelais (secteur proche du paléorivage), 40 à 50 m dans la région de Salles, 55 m à Croix-d'Hins, 65 m à Biscarrosse-Plage, 113 m au Cap-Ferret, etc. De plus, ces épaisseurs doivent être considérées comme minimales, car des phases érosives postérieures se sont produites, avec plus ou moins d'intensité, dans la majeure partie de l'Aquitaine émergée à partir du Miocène supérieur.

En Gironde, divers gisements jalonnent le golfe du Bordelais, de Saint-Médard-en-Jalles au NW à Saucats au SE : faluns, marnes et sables fossilifères. Des faciès également de type littoral sont connus vers l'ouest (synclinal de Croix-

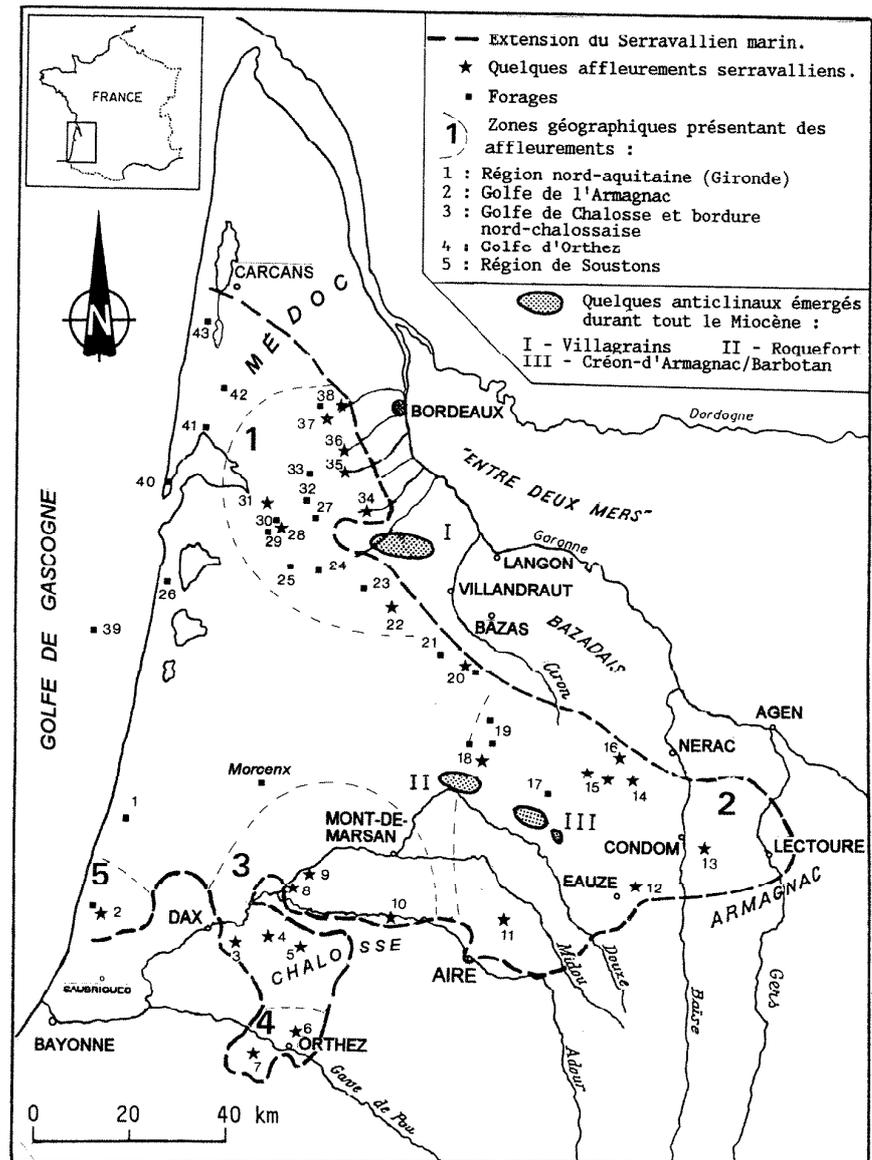


Fig. 1. - Carte de situation des localités citées et limite approximative de la transgression serravallienne en Aquitaine (d'après Cahuzac *et al.*, 1995, légèrement modifié).

Liste des gisements et forages cités, montrant du Serravallien marin (*List of cited outcrops and boreholes showing marine Serravallian*) : 1- Frouas-1 2- Soustons - Moulin de Pey et forage Soustons-Communal 3- Narrosse 4- Poyartin 5- Donzacq - Jouandéou supérieur 6- Sallespisse 7- Salies-de-Béarn 8- Audon 9- Carcarès-Ste Croix 10- Saint-Sever 11- Le Houga-supérieur 12- Courrensan - Le Sarthé 13- Caussens 14- Poudenas - Cayron 15- Sos - Matilon et Rimbez-et-Baudiets - Lapeyrie 16- Réaup-Lisse W 17- Estigarde-Communal 18- Saint Gor - Ruisseau de Launet et forage de Retjons (Communal) 19- Forages de Bourriot-Bergonce (Communal et Lucaucous) et "Captieux"-Bioulon "A n° 2" (en fait sur la commune de Bourriot-Bergonce) 20- Captieux - ruisseau (supérieur) et forage Captieux-Bellechasse 21- Cazalis-Communal 22- Saint-Symphorien 23- Le Tuzan 24- Hostens - Haudoua 25- Belin 26- Biscarrosse-Plage 27- Le Barp (Communaux 1 et 2) 28- Salles (div. gis. et forage Salles-Communal AEP1) 29- Salles-Caplanne 30- Salles-Communal AEP2 (Fourat) 31- Mios 32- "Marcheprime"-Les Gargails (C.E.A. n° 1), en fait sur la commune du Barp 33- Croix-d'Hins 34- Saucats - Lassime 35- Cestas 36- Pessac - Magonty supérieur 37- Martignas-sur-Jalle 38- Saint-Médard-en-Jalles et forage Cap-de-Bos (S1) 39- Antarès 2 40- Cap-Ferret 41- Arès (Communaux 1 et 2) 42- Le Porge (Communaux 1 et 2) 43- Lacanau - Le Moutchic.

Fig. 1. - Location map of the mentioned sections and approximate extent of the Serravallian transgression in the Aquitaine Basin (after Cahuzac *et al.*, 1995 slightly modified).

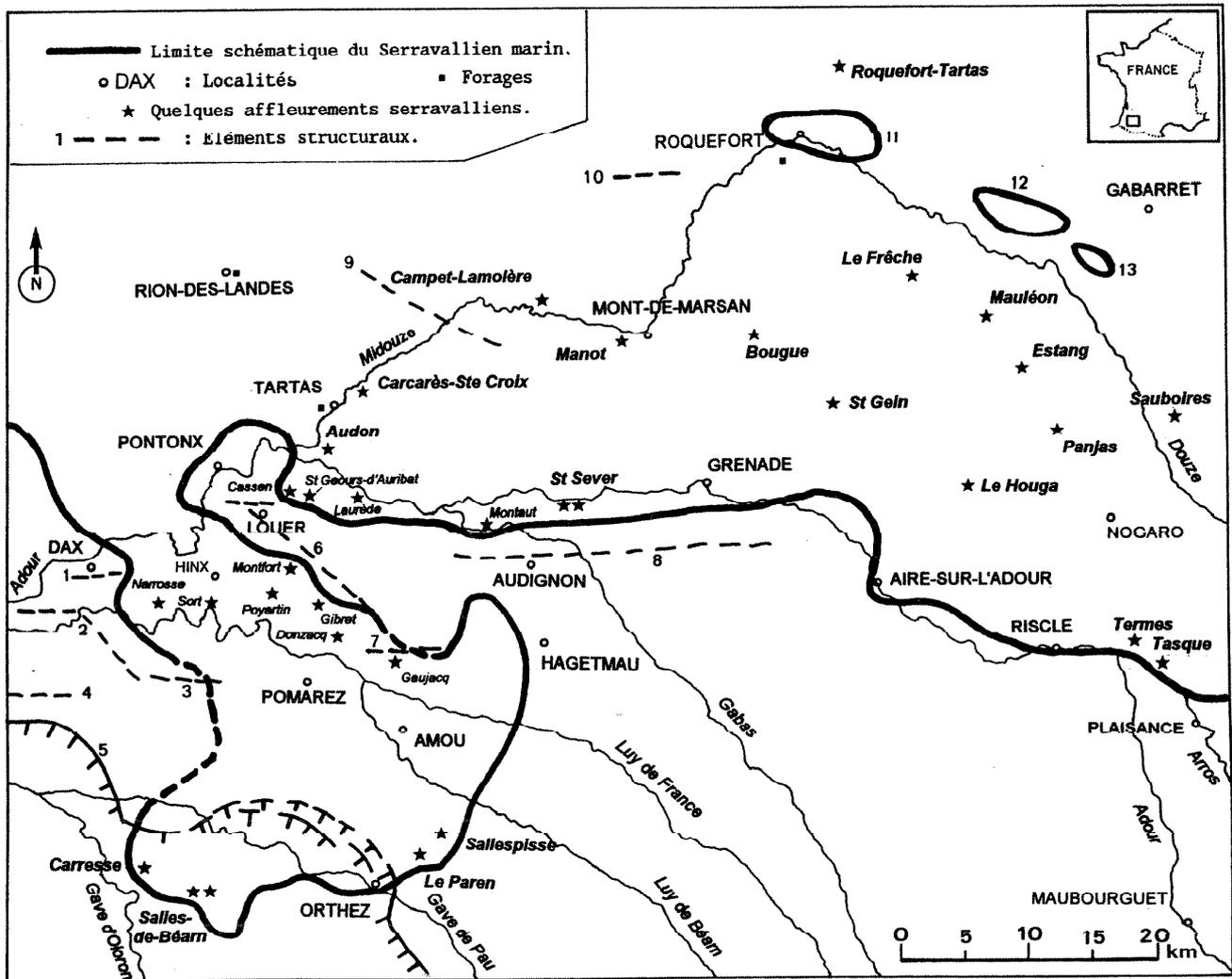


Fig. 2. — Paléogéographie du Serravallien dans le Sud-Aquitain (région de l'Adour) et cadre structural.

Quelques éléments structuraux (A few structural elements): 1- Diapir de Dax 2- Ride de Tercis - Bénèze-lès-Dax 3- Dôme de Clermont 4- Ride de Pey - Saint-Lon-les-Mines 5- Front de chevauchement nord-pyrénéen (arc-enveloppe) 6- Anticlinal de Louer - Montfort-en-Chalosse 7- Diapir de Bastennes 8- Anticlinal d'Audignon (ou de la Chalosse) 9- Ride de Villenave 10- Dôme de Brocas 11- Anticlinal de Roquefort 12- Anticlinal de Créon-d'Armagnac 13- Anticlinal de Barbotan-les-Thermes.

Forages (boreholes): Rion-des-Landes (n° 924.6.1); Tartas (n° 950.3.1); "Roquefort" (Sarbazan: 926.1.65).

Fig. 2. — Palaeogeography of the Serravallian in the southern Aquitaine Basin (Adour area) and structural sketch map.

d'Hins : Julius *et al.*, 1959) et sur la bordure atlantique (Biscarrosse, Cap-Ferret et plus au nord, forages du sud-Médoc : Arès, Le Porge, Lacanau ; Caralp et Vigneaux, 1960 ; Caralp *et al.*, 1963). Les affleurements classiques de Salles et Mios se situent sur le périclinal ouest de l'anticlinal (émergé) de Villagrains-Landiras : dépôts très côtiers et très détritiques, correspondant à la partie supérieure de la série traversée en forages à Salles-Fourat et Salles-Caplanne. Plusieurs forages implantés sur les bordures de ce périclinal ont traversé le Serravallien sous des faciès comparables de sables fossilifères et grès (ex-"Helvétien" ou "Miocène supérieur-I") : par exemple à Belin, Le Barp, Hostens-Hau-

doua, Le Tuzan (Vigneaux, 1953 ; Alvinerie, 1969 ; fig. 1). Vers le sud-est, des faluns sableux ont été reconnus en forage à Cazalis (Caralp, 1958 ; Caralp et Vigneaux, 1959) et des grès et sables coquilliers à Captieux-Bellechasse et "Captieux"-Bioulon "A n° 2" (situé sur la partie la plus septentrionale de Bourriot-Bergonce). Des sables et grès beiges à roux, à mollusques et rares scutelles, affleurent à Saint-Symphorien et Captieux. Le Serravallien marin, peu épais et grésocalcaire, est aussi présent au nord du dôme de Roquefort, dans les coupes profondes de Retjons (de -25 à -28,1 m) et de Bourriot-Bergonce (de -15 à -22 m et de -10 à -22 m à Lucaucus 1 et 2 respectivement), ainsi qu'à Saint Gor.

De tels dépôts détritiques constituent la séquence principale (qui est la séquence marine supérieure du Néogène) que l'on retrouve dans tout le "golfe de l'Armagnac" (fig. 1), à l'est de la longitude de Roquefort. Les gisements y sont nombreux et nous avons pu échantillonner en abondance les "sables fauves marins" et les grès ou calcaires rognonneux et en plaquettes, beiges à roux, de faciès très peu profond, et plus ou moins fossilifères (surtout en bivalves, quelques dents de sélaciens, rares oursins plats..., et microfaune très appauvrie). Des niveaux ou des lentilles de marnes grises à faune lagunaire (dont *Crassostrea*, Potamididac, auxquels sont associées des *Ammonia*) peuvent être

intercalés dans les grès sableux (à Poudenas-Cayron, Le Frêche) ou surmonter ceux-ci (Réaup-Lisse). Localement (Sos-Matilon base), la succession débute par un falun marneux bleu dont le nannoplancton indique un âge serravallien supérieur (Cahuzac *et al.*, 1995). Dans ce golfe, la séquence marine détritique serravallienne, qui se suit bien cartographiquement, surmonte généralement les marnes continentales de l'Armagnac (du Miocène inférieur), parfois aussi les dépôts marins coquilliers langhiens du golfe de Manciet-Baudignan (par exemple à Manciet, Le Houga... : cf. Crouzel, 1989 ; Cahuzac *et al.*, 1995), ou localement l'Aquitainien laguno-marin (au SSW de la ride de Roquefort : sondage "route D 932", cf. Vigneaux, 1951b).

A l'ouest d'une ligne Mont-de-Marsan - Saint-Sever, dans la vallée de la Midouze et sur la bordure nord de la Chalosse, sous la séquence détritique supérieure (analogue à celle reconnue en Armagnac et représentée ici par des calcaires gréseux coquilliers et des sables roux à gros bivalves dont *Megacardita jouanneti*) existe en affleurement une série fossilifère de granulométrie plus fine (marnes sableuses et glauconieuses grises), datée du Serravallien par le nannoplancton, et où le microbenthos est assez diversifié. Ces dépôts sont localement transgressifs sur le Stampien récifal (Cassen, Montaut), ou sur les marnes continentales du Burdigalien/Langhien (Saint-Geours-d'Auribat, Laurède, Poyanne, Saint-Sever... : Poignant, 1967 ; Cahuzac, 1980). Ils sont également connus en forages (Tartas...). Vers le sud, la mer développe le vaste "golfe de Chalosse" recouvrant les bordures de la ride de Louer-Montfort et des diapirs de Bastennes et Dax. De nombreux gisements y sont connus, souvent très fossilifères, dans le synclinal (subsident) de Hinx-Pomarez-Amou, avec une lithologie variée de marnes et sables gris, faluns, calcaires détritiques (= "molasse coquillière" des anciens auteurs ; Raulin, 1897) : cf. A. Poignant (1967), B. Cahuzac (1980, 1995), B. Cahuzac *et al.* (1995). Plus au sud, lors du maximum transgressif s'est formé le golfe d'Orthez-Salies-de-Béarn, qui a transgressé divers éléments structuraux (front nord-pyrénéen, diapir de Salies-Carresse...) : faluns et marnes coquillières témoignant de milieux de plate-forme interne.

Au nord et nord-ouest de l'Adour, le Serravallien sous faciès littoral détritique est connu par divers forages (Rion-des-Landes, Morcenx... ; réf. in Vigneaux, 1951a ; Cahuzac, 1980, 1985) ; la mer contournait par le nord le promontoire émergé des dômes de Dax/ Sébastopol/ Magescq et occupait à l'ouest la région de Soustons, restant apparemment au nord du paléogolfe de Saubrigues, dont le remblaiement s'est achevé au Langhien (Cahuzac *et al.*, 1995). Ce n'est que sur cette bordure atlantique aquitaine que sont connus en forages des faciès (marneux) un peu plus profonds que ceux, intralittoraux à côtiers, existant dans tout le reste du bassin : dans le forage de Soustons-Communal, le Serravallien (au-dessus de -111 m) témoigne d'un faciès de type haut de talus puis circalittoral, alors qu'un peu plus au nord, dans la coupe de Frouas-1, le faciès évo-

lue de l'épibathyal au circalittoral (écozones 6 *pars*-7 de Peypouquet, 1979).

Remarque

Nous avons synthétisé en Annexe 1 les principales données concernant les forages cités ; bien que généralement classiques *in litteris*, ceux-ci ont été souvent publiés avec des erreurs diverses de localisation, de coordonnées..., que nous avons ici rectifiés.

La microfaune de foraminifères benthiques

Généralités

Quelques travaux antérieurs ont abordé l'étude de la microfaune de foraminifères benthiques de ces dépôts serraval-

Nom du forage	Année	Coordonnées Lambert			Profondeur (m.)	N° I.R.H.
		X	Y	Z (m.)		
Antarès 2	1966-1967	302,745	3234,503	-	-3870	30.12.6
Arès Communal 1	1930	324,75	3280,35	5	-291	825.4.15
Arès Communal 2	1965	325,25	3280,25	5,81	-471,5	825.4.12
Belin Communal 2	1955	351,42	3249,03	47,52	-91,3	850.8.2
Biscarrosse-Plage 1	1959	316,05	3245,55	13,65	-451	873.3.2
Bourriot-Bergonce Communal 1	1953	397,60	3205,46	118	-35	900.6.17
Bourriot-Bergonce Lucaucous 1	1978	393,20	3209,20	125	-62	900.6.27
Bourriot-Bergonce Lucaucous 2	1989	393,02	3209,45	121	-127	900.6.58
Cap-Ferret A (commune de La Teste-de-Buch)	1955	315,55	3268,45	5	-701	825.7.50
Captieux Bellechasse Communal 2	1984	393,45	3225,58	97	-110	876.6.6
"Captieux"- Bioulon "A n°2" (en fait commune de Bourriot-Bergonce)	1960	394,525	3212,69	137,5	-58	900.6.72
Cazalis Communal	1951	383,48	3230,42	100	-27	875.8.1
Croix-d'Hins (A.I.A n°1, commune de Cestas)	1955-1956	353,73	3271,40	63,8	-104,5	826.8.1
Estigarde Communal	1968	403,50	3195,02	142	-50	926.3.2
Frouas 1 (CFP)	1959	306,34	3191,04	24	-1609	923.6.11
Hostens-Haudoua	1951-1952	358,69	3248,70	64,6	-50	851.5.1
Lacanau-Le Moutchic	1935	325,70	3305,70	16,5	-300,3	801.4.3
Le Barp Communal 1	1951	353,36	3260,72	69	-77	850.4.4
Le Barp Communal 2	1975-1976	353,32	3260,75	72	-249	850.4.7
Le Porge Communal 1	1934	329,08	3291,46	20	-312,05	801.0.1
Le Porge Communal 2	1954	329,06	3291,45	20,2	-328,5	801.8.2
Le Tuzan Communal	1936	368,32	3242,85	75	-32	875.2.1
"Marcheprime"-Les Gargails (C.E.A. n°1) (en fait commune du Barp)	1964	350,94	3266,29	55,2	-360	826.8.20
Morcenx Génie Rural	1938	339,50	3197,80	76	-230,9	924.2.26
Morcenx Communal 2	1972	341,03	3196,44	67,37	-300	924.3.12
Retjons Communal	1963	389,45	3203,62	86	-47,5	900.5.3
Rion-des-Landes (Les Platanes)	1955	338,98	3186,70	65	-200	924.6.1
"Roquefort-des-Landes" (route D 932) (commune de Sarbazan)	~ 1950	384,70	3194,20	96	-40	926.1.65
Saint-Médard-en-Jalles Cap-de-Bos (S1)	1994	352,30	3290,45	30	-90,5	802.8.182
Salles Communal AEP 1	1959	345,42	3255,87	25	-145,5	850.3.1
Salles Communal AEP 2 Fourat	1974	344,36	3257,79	23	-144	850.3.10
Salles Caplanne	1961	342,30	3255,45	20	-99,6	850.2.1
Soustons Communal	1959	306,46	3168,40	24	-364,1	949.6.3
Tartas Cellulose du Pin 1	1956	345,90	3175,36	18,68	-240	950.3.1

Annexe 1. – Inventaire des forages cités, avec leurs coordonnées. De nombreuses corrections ont été apportées par rapport aux indications données *in litteris*. (N° d'archivage I. R. H. : Inventaire des Ressources Hydrauliques). Ces forages sont mentionnés sur la fig. 1, sauf Rion-des-Landes, Tartas et "Roquefort", repérés sur la fig. 2.

Annexe 1. – List of the cited boreholes, with their coordinates. Numerous corrections have been made in comparison with the indications mentioned in *litteris*. These boreholes are located on fig. 1, except Rion-des-Landes, Tartas and "Roquefort", which are located on fig. 2.

liens (ex-"helvétiques"). Ainsi, pour les affleurements, certains niveaux ont-ils été examinés de manière ponctuelle : J.P. H. Kaasschieter (*in* Drooger *et al.*, 1955) a mentionné 17 espèces à Saucats et Salles, et C. Julius (1963) a recensé 57 taxa benthiques (étude complétée par Poignant et Pujol, 1979) dans trois coupes de la commune de Salles (Gironde). De façon plus sommaire, E. Buge *et al.* (1973) et D. Boulanger *et al.* (1970) ont examiné deux gisements de la région de Salies-de-Béarn, et J. Magné *et al.* (1985) ont cité quelques espèces dans les "sables fauves marins" du Centre aquitain, mais en y amalgamant à tort le niveau falunien de Manciet d'âge langhien, et d'autres sites d'âge serravallien (voir Cahuzac *et al.*, 1995). D'autre part, A. Poignant (1967, 1972) a détaillé la faune de plusieurs affleurements du Nord et du Sud de l'Aquitaine. De nombreuses espèces d'intérêt stratigraphique sont citées par B. Cahuzac et A. Poignant (1993) dans une étude sur l'ensemble du Miocène aquitain.

La microfaune benthique de quelques forages d'Aquitaine a fait l'objet de certains travaux, notamment à Salles-Caplanne (Alvinerie *et al.*, 1966b), Soustons-Communal (Vigneaux *et al.*, 1966), Frouas-1 (Sourdillon, 1960), "Marcheprime" (Öztümer, 1966). Quelques taxons sont également cités dans les coupes de Croix-d'Hins, Biscarrosse-Plage, Cap-Ferret, Belin, Le Barp... (Delmas, 1958 ; Julius *et al.*, 1959 ; Caralp *et al.*, 1963).

Nous avons aussi consulté diverses publications relatives à la région (Cuvillier et Szakall, 1949 ; Sacal et Debourle, 1957...), ainsi que celles où certaines espèces ont été décrites dans le Serravallien aquitain, dont *Heterostegina granulataesta praeformis*, *Elphidiella vigneauxi*, *Nonion magnum*, *Textularia ovulata*... Une autre forme, décrite dans un forage de Soustons, *Bolivinoides vasconiensis* (Caralp et Julius, 1963), n'a pas été retrouvée en affleurement.

La présente étude s'appuie sur l'examen de très nombreux gisements, incluant les sites "classiques" anciennement échantillonnés (Poignant, 1967 ; Cahuzac, 1980) ; elle a bénéficié d'une recherche et d'un échantillonnage systé-

matiques de nouveaux affleurements dans l'ensemble du bassin, ce qui a permis de compléter les observations et de préciser la composition et les caractéristiques fauniques. Par ailleurs, nous avons aussi examiné les sédiments traversés par les forages Saint-Médard-en-Jalles/Cap-de-Bos (S1) et Salles-Communal AEP 2 (Fourat).

Les principaux affleurements étudiés sont cités ci-après ; leurs coordonnées et leur localisation précises pourront être retrouvées dans divers travaux antérieurs (Magne, 1939 ; Poignant, 1967, 1972 ; Müller et Pujol, 1979 ; Cahuzac, 1980 ; Capdeville, 1990, 1991 ; Platel, 1990 ; Platel *et al.*, 1990 ; Folliot, 1993 ; Cahuzac *et al.*, 1995). Pour plus de commodités dans l'exposé des résultats, nous avons regroupé les sites par grandes régions géographiques correspondant à des ensembles sédimentaires (tabl. 1) :

– **Golfe nord-aquitain** : Salles (Minoy, Moulin Débat, Carrières du Château), Mios, Saucats (Lassime supérieur), Saint-Médard-en-Jalles (Cap-de-Bos et forage carotté S1, profondeurs : -9,4 m, -11,3 m, -13,5m), Martignas (divers gisements), Pessac-Magonty supérieur. Sur la bordure **sud du Bazadais** : Captieux (ruisseau de Gouaneyre - niveau supérieur), Saint-Symphorien (La Toulouse, ruisseau de la Hure).

– **Golfe de l'Armagnac** : Sos-Matillon (divers niveaux), Rimbez-et-Baudiets (Lapeyrie), Poudenas (Cayron), Réaullisse W, Caussens, Courrensan (Le Sathé), Saint-Gor, Roquefort (Tartas), Le Frêche (div. gis.), Mauléon-d'Armagnac (Lasfosses, Pellebarre), Estang (Le Guiton), Le Houga supérieur, Panjas, Saubouires, Saint-Amand, Saint-Gein, Pouydraguin près de Tasque.

– **Golfe de Chalosse [1] et bordure nord-chalossaise (région de Saint-Sever - Mont-de-Marsan) [2]** :

[1] Montfort-en-Chalosse (Marlat, Jean Bouton), Gibret (Maysonnave, Horguilhem), Donzacq (Jouandéou supérieur), Gaujacq, Bastennes (Arrimblar), Baigts-en-Chalosse (Marsan), Poyartin (Poupan), Narrosse (div. gis.), Sort.

[2] Campet-et-Lamolère (Basta, ruisseau de Geloux), Carcarès-Ste Croix, Audon, Cassen, Saint-Geours-d'Auribat, Poyanne (Pouyet), Laurède (Blade,

Mauba), Montaut, Saint-Sever (Pipoulan, Abattoir), Mont-de-Marsan (Manot), Bougue (Papin).

– **Golfe d'Orthez** : Salies-de-Béarn (ruisseau de Barranque, Bailleux, Bois de Coulomme, La Galère dou Cartoug), Carresse (Saleys), Sallespisse, Orthez (Le Paren).

– **Région sud-occidentale de Soustons** : Moulin de Pey.

Les grands foraminifères

Ainsi que nous l'avons montré dans une publication précédente (Cahuzac et Poignant, 1993), les grands foraminifères, qui ont déjà subi une nette diminution d'abondance et de variété au passage Oligocène-Miocène, sont encore plus réduits au Miocène moyen, puisque ne subsistent plus que deux genres, représentés par une seule espèce : *Operculina* gr. *complanata*, et *Heterostegina granulataesta praeformis* Papp et Küpper (pl. 2, fig. 15), décrite d'ailleurs en Aquitaine méridionale (Sallespisse), où elle est parfois très abondante mais qui est rarement citée en Aquitaine septentrionale. La répartition précise de ces formes dans la succession serravallienne est intéressante et peut être déterminée grâce aux coupes de forages :

* *En Aquitaine du nord*, ces deux taxons sont ainsi épisodiques à absents dans les affleurements. Par contre, en forages, ils sont présents, voire fréquents, dans la séquence inférieure du Serravallien (souvent moins grossièrement détritique) :

– à Salles-Caplanne (Alvinerie *et al.*, 1966b), les operculines sont nombreuses de -60 à -47 m pour un Serravallien marin global traversé de -60 à -11 m ;

– ces formes sont également fréquentes dans les dépôts inférieurs (de -110 à -87 m) rapportés à cet étage à "Marcheprime"-Les Gargails (en fait sur la commune du Barp) ; elles sont absentes au-dessus, l'ensemble de la série marine ayant été traversé de -110 à -68 m (Alvinerie *et al.*, 1966a ; Öztümer, 1966, et nos obs. pers.) ;

– il en est de même à Belin-Communal 2 : les operculines sont présentes de -50,75 à -44 m (Delmas, 1958), l'"Hel-

FORAMINIFÈRES BENTHIQUES ET MICROPROBLEMATICA DU SERRAVALLIEN D'AQUITAINE

FORAMINIFÈRES	NORD AQUITAINE	GOLFE D'ARMAGNAC	GOLFE DE CHALOSSE	GOLFE D'ORTHEZ	SOUSTONS
Spiroplectinella carinata (d'ORB.)	X		X		X
Spiroplectinella deperdita (d'ORB.)	X		X	X	X
Gaudryina lapugyensis CUSH.	X			X	X
Bannerella gibbosa (d'ORB.)	X		X		X
Bigenerina agglutinans d'ORB.	X			X	X
Textularia abbreviata d'ORB.	X		X		
Textularia gr. agglutinans d'ORB.	X		X	X	X
Textularia badensis LALICKER	X		X		X
Textularia consecuta d'ORB.	X			X	
Textularia dolifusi LALICKER	X		X		
Textularia ovulata LALICKER	X		X		
Textularia pala CZJZEK	X			X	X
Textularia pseudorugosa LACROIX	X			X	X
Textularia sagittula DEFRANCE	X		X	X	
Textularia serrata (REUSS)			X		X
Textularia vautrinii CUVILLIER et SZAKALL	X		X	X	X
Spirrotextularia concava (KARRER)			X	X	X
Adelosina schreibersii (d'ORB.)			X		X
Sigmoliopsis celata (COSTA)			X	X	
Plectofrondicularia parri FINLAY			X		
Lagena crenata PARKER et JONES	X		X	X	
Lagena spirata BANDY	X		X		
Globulina punctata d'ORB.	X		X	X	
Globulina spinosa d'ORB.	X		X	X	
Alliatina tollmanni LANGER	X			X	X
Bolivina fastigia droogeri CICHA et ZAPLETAL.	X		X	X	
Latibolivina aff. cancellata (BERMUDEZ)			X	X	
Latibolivina aff. reticulata (HANTKEN)			X	X	
Latibolivina scalprata retiformis (CUSHMAN)			X	X	X
Cassidulina cruyi MARKS	X		X		
Cassidulinoides cf. compacta CUSH. et ELLISOR			X	X	
Burseolina calabra SEGUENZA			X	X	
Hopkinsina bononiensis compressa (CUSHMAN)	X		X	X	X
Uvigerina pygmoides PAPP et TURNOVSKY	X		X		
Trifarina bradyi CUSHMAN	X		X	X	X
Virgulina pertusa (REUSS)			X	X	X
Caucasina iappa (CUSHMAN et PARKER)	X		X	X	X
Cancris auriculus (FICHEL et MOLL)	X		X	X	X
Cancris sagra communis CUSHMAN et TODD	X		X	X	
Stomatobina concentrica (PARKER et JONES)	X		X	X	
Discorbina discoides (d'ORB.)			X	X	X
Gavelinopsis praegeri (HERON-ALLEN et EARL.)	X		X	X	
Rosalina semiporata (EGGER)			X	X	X
Glabrataella saubriguensis RAHAGHI			X	X	X
Cibicides dertonensis (RUSCELLI)	X		X	X	X
Cibicides pseudoungarianus (CUSHMAN)	X		X	X	X
Discorbina bertheloti (d'ORB.)	X		X	X	
Discorbina sp.	X		X	X	
Planorbina mediterranea d'ORB.			X	X	X
Cibicides boueanus (d'ORB.)	X		X	X	X
Cibicides lobatulus (WALKER et JACOB)	X		X	X	X
Cymbaloporeta squamosa (d'ORB.)	X		X	X	
Pseudoepionides falsobeccarii ROUVILLOIS	X		X	X	
Pseudoep. pseudotepidus miocenicus MARGEREL	X		X	X	
Amphistegina hauerina d'ORB.			X	X	
Amphistegina vulgaris d'ORB.	X		X	X	
Nonion boueanum (d'ORB.)	X	X	X	X	X
Nonion commune (d'ORB.)	X	X	X	X	X
Nonion magnum JULIUS	X		X	X	
Nonionella janiformis (JONES)	X		X	X	
Astrononion stelligerum (d'ORB.)	X		X	X	X
Almaena spp., pars escornebovensis (SIGAL)			X	X	X
Escornebovina sp. 2			X	X	X
Itansenisca elliformis (N.E. et K.G. STEWART)	X		X		
Hanzawaia americana (CUSHMAN)		X	X		
Hanzawaia bolivarensis (GARRETT)	X		X	X	
Hanzawaia cf. ornata LE CALV., de KL. et RERAT	X		X	X	
Neorotalia aculeata (d'ORB.)			X	X	
Neorotalia lithothamnica (UHLIG)	X		X	X	
Neorotalia spp.			X	X	
Pararotalia armata (d'ORB.)	X		X	X	X
Pararotalia serrata (TEN DAM et REINHOLD)		X	X	X	X
Ammonia gr. beccarii (LINNE)	X	X	X	X	X
Ammonia inflata (SEGUENZA)	X		X	X	X
Ammonia propingua (REUSS)	X		X	X	X
Ammonia purciatogranosa (SEGUENZA)	X		X	X	X
Ammonia tepida (CUSHMAN)	X	X	X	X	X
Elphidiella falunica (ALLIX)	X	X	X	X	X
Elphidiella vigneauxi (CARALP et JULIUS)	X	X	X	X	X
Elphidium cf. articulatum (d'ORB.)			X	X	
Elphidium gr. crispum (LIN.)-macellum (F. et M.)	X	X	X	X	X
Elphidium fichtelianum (d'ORB.)	X	X	X	X	X
Heterostegina granulata praef. PAPP et K.	(X forages)		X	X	
Operculina complanata (DEFRANCE)	X (et forages)		X	X	
MICROPROBLEMATICA					
Bachmayerella laqueata ROGL et FRANZ			X	X	X
Bolboforma badensis SZCZECZURA			X		
Bolboforma ciodiusi DANIELS et SPIEGLEH			X		
Voorthuyseniella sp. (bryozoaire ?)	X			X	

Tabl. 1. – Répartition des principaux foraminifères benthiques dans les affleurements serravalliens des diverses régions d'Aquitaine.

Table 1. – Distribution of the main benthic foraminifera in the Serravallian outcrops from different areas of the Aquitaine basin.

vétien" marin étant reconnu jusqu'à -29 m. Dans les forages communaux du Barp, ce groupe est plus rare et s'observe dans les horizons inférieurs du Serravallien traversé de -58 à -39,55 m au forage Communal 1 et de -65 à -42 m au forage Communal 2 (Delmas, 1958 ; Alvinerie *et al.*, 1977, et nos obs. pers.),

– operculines et hétérostégines abondent dans la partie inférieure du Serravallien de Croix-d'Hins (de -101 à -69 m, l'étage s'étendant jusqu'à -45,5 m, cf. Julius *et al.*, 1959),

– dans la coupe de Salles-Communal AEP2 (Fourat), où l'étage a été reconnu de -60 à -18 m (Folliot, 1993 ; Folliot *et al.*, 1993, et nos obs. pers.), ces deux groupes ne sont bien représentés que dans la séquence inférieure de la série alors qu'au-dessus, seules quelques operculines épisodiques se rencontrent ;

– dans le forage Salles-Communal AEP1, le Serravallien n'a été traversé que de -56 à -36 m, avec des operculines fréquentes, et est recouvert par d'épais sables plio-quaternaires ; l'épaisseur de la série est ainsi réduite de plus de la moitié par rapport aux autres coupes de Salles. Il semble qu'une érosion locale ait pu ici tronquer la séquence supérieure, comme le pense J. Alvinerie (1969, p. 144) : "on constate qu'il manque au sommet [du "Miocène supérieur"] de ce forage... les formations si riches en amphiboles rencontrées à Salles-Caplane et en affleurements".

* *En Aquitaine méridionale*, c'est dans le golfe d'Orthez que les grands foraminifères sont bien représentés (ils ne sont signalés que localement en Chalosse et sont absents dans le golfe de l'Armagnac et à Soustons). Or, il semble que les dépôts d'Orthez-Salies-de-Béarn correspondraient en fait à la première séquence marine serravallienne (séquence inférieure; datations par analyses isotopiques du strontium en cours) traduisant dans cette région l'avancée maximale de la mer en relation avec la variation eustatique positive la plus forte de l'étage.

Il apparaît donc que les grands foraminifères, globalement très réduits en diversité, sont de plus principalement présents durant la séquence inférieure du Serravallien et tendent à disparaître au

cours de cet étage, pour des raisons sans doute à la fois climatiques (rafraîchissement) et faciologiques (sédimentation très détritique et très agitée, et de type côtier).

On peut noter aussi que, dans les forages de Soustons et de Frouas, les grands foraminifères sont totalement absents au Miocène moyen (dont la série paraît ici pourtant complète, en zone de permanence marine), en raison des conditions paléoécologiques, ces deux ouvrages se situant dans des domaines occidentaux plus ouverts et plus profonds.

Les petits foraminifères

Remarques sur les foraminifères planctoniques

Leur abondance est variable selon les gisements dont certains, en raison de leur caractère très littoral, ne renferment aucune forme planctonique. Dans les affleurements du Nord de l'Aquitaine, ils sont assez variés avec une vingtaine de taxons (Müller et Pujol, 1979 ; Folliot *et al.*, 1993) et caractérisés par la présence d'*Orbulina universa*. L'association y est complétée notamment par *Globigerina druryi*, *Globigerinoides obliquus*, *G. ruber*, *G. bulloideus*, *Globorotalia siakensis*, *Sphaeroidinellopsis disjuncta*. Dans le centre et le sud du bassin, la plupart des niveaux se rattachent aussi aux "couches à orbulines" (réf. in Cahuzac, 1980 ; Cahuzac *et al.*, 1995) car ce genre est largement représenté (région de Soustons, golfes de Chalosse, d'Orthez..., avec *Orbulina suturalis*, *O. bilobata* pouvant accompagner *O. universa*). Quelques espèces ayant un certain intérêt stratigraphique y ont été citées, comme *Globigerina decoraperta* (à Sos-Matilon base, dét. C. Pujol in Cahuzac *et al.*, 1995), *Hastigerina praesiphonifera* et *Globorotalia scitula* dans des sites nord-chalossais (Platel *et al.*, 1990).

D'un point de vue stratigraphique, l'absence des marqueurs tropicaux des zones N9 à N15 Blow d'une part, les répartitions variables selon les auteurs de plusieurs espèces d'autre part, ne facilitent pas une datation précise des dépôts au sein du Serravallien. Toutefois, en tenant compte des distributions présentées par exemple par S. Iaccarino (1985) et H. M. Bolli et J. B. Saunders (1985) [respectivement IA et BS ci-dessous], on peut noter

que la présence en Aquitaine de divers taxons, bien que généralement peu fréquents, tend à conforter les indications fournies par le nannoplancton :

– ainsi, certaines espèces apparaissent-elles dans le Serravallien *vide* IA (p. 299) : *G. decoraperta*, *G. obliquus* et *G. bulloideus*. Cette dernière forme n'apparaît toutefois qu'au toit de l'étage *in* BS (p. 192) et plutôt au Tortonien pour R. Anglada (communic. pers.) ; signalée uniquement en affleurement dans le Nord-aquitain, elle s'accorde avec un possible rattachement de ces dépôts à la partie supérieure du Serravallien. D'autre part, *G. scitula* est citée dès la base du Serravallien *in* IA.

– d'autres taxons s'éteignent au sommet du Serravallien (*in* IA : *G. siakensis*, *G. druryi*, *S. disjuncta*, cette dernière atteignant le Tortonien pour BS) ou vers le milieu de l'étage (*H. praesiphonifera*). Par ailleurs, *Globorotalia continuosa* et *G. obesa* ne sont présentes que jusqu'au Serravallien supérieur *in* BS.

Les foraminifères benthiques

En moyenne, on ne récolte guère plus d'une soixantaine de taxons dans les gisements (à l'exception de celui de Soustons, plus riche). La faune globale, qui compte un peu plus de 150 espèces, est donc beaucoup moins abondante que dans le Burdigalien (plus de 250 espèces signalées dans le stratotype de Gironde : Poignant et Pujol, 1978) et à peu près aussi riche que dans le Langhien, notamment de la région de Saubrigues, Landes (étude en cours). Le tableau 1 montre la répartition des formes les plus fréquentes.

Les "Agglutinés" comportent 6 genres, parmi lesquels domine le genre *Texularia* qui est le plus fréquent et le plus diversifié (une dizaine d'espèces). Ils sont presque complètement absents dans certains sites et abondants, au contraire, dans les gisements nord-aquitains et, en Aquitaine méridionale, à Narrosse, Laurède, Donzacq. [Quelques autres formes d'Agglutinés sont citées à Sallespisse par C. Bourdillon de Grissac (*in* G. Karnay, sous presse : feuille géologique d'Arthez 1/50 000), dont *Glomospira gordialis*, *Miliammina fusca*, *Trochammina*, *Eggerelloides*].

Les "Porcelanés" sont très peu représentés dans le nord de l'Aquitaine (Moulin du Minoy à Salles) ; plus au sud, le gisement de Soustons apparaît le plus riche avec de nombreux exemplaires d'*Adelosina schreibersii*, et plusieurs espèces (de l'ordre d'une quinzaine) des genres *Triloculina*, *Quinqueloculina*, *Pyrgo*, *Spiroloculina*, *Hauerina*... Nous

n'avons pas reporté sur le tableau 1, ces espèces sans intérêt biostratigraphique regroupant des formes bien connues et ubiquistes telles que *Quinqueloculina akneriana*, *Triloculina trigonula*, *Sinuloculina consobrina*..., ou de détermination incertaine comme les espèces du genre *Hauerina* (spécimens de grande taille et brisés).

Ce sont donc les foraminifères hyalins qui dominent largement les associations et parmi eux, les genres et espèces communs dans les dépôts côtiers : *Ammonia* gr. *beccarii*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium crispum*, *Elphidium fichtelianum*. On peut encore citer, parmi les formes les plus fréquentes : *Globulina spinosa* (pl. 1, fig. 10), *Hopkinsina bononiensis compressa*, *Caucasina lappa*, *Cancris auriculus*, *Cibicidoides pseudoungerianus*, *Discorbinella bertheloti*, *Pseudoeponides* spp. (*P. pseudotepidus miocenicus* : pl. 1, fig. 12, 15 ; *P. falsobeccarii* : pl. 1, fig. 17 ; ce genre semble avoir été méconnu dans tous les travaux antérieurs), *Nonion boueanum*, *N. commune*, *Nonionella janiformis* (pl. 2, fig. 18), *Astrononion stelligerum*. Les amphistégines sont inégalement réparties ; *A. hauerina* est localement abondante par exemple en Chalosse à Sort-Labaigt. Parmi les formes un peu moins fréquemment rencontrées, on note : *Bolivina fastigia droogeri* (pl. 1, fig. 8) ; *Latibolivina* aff. *reticulata* (pl. 1, fig. 7) ; *L. scalprata retiformis* (pl. 1, fig. 5) ; *Cassidulina cruyssi*, *Burseolina calabra*, *Trifarina bradyi*, *Virgulinea pertusa* (pl. 1, fig. 11) ; *Cancris sagra communis*, *Rosalina semiporata*, *Cibicidoides dertonensis*, *Hansenisca altiformis*, *Hanzawaia americana*, *H. cf. ornata* (pl. 2, fig. 2) ; *Neorotalia* spp. (dont *N. aculeata*, pl. 2, fig. 3) ; *Pararotalia armata*. *Ammonia punctatogramosa*, également peu abondante, a été trouvée dans le Nord aquitain et à Soustons (pl. 2, fig. 16) ; on peut noter que cette espèce semble n'apparaître qu'au Tortonien en Méditerranée (e.g., Algérie, Italie, Provence, cf. AGIP, 1982 et R. Anglada, communic. pers.). Les spécimens aquitains paraissent dans l'ensemble un peu moins ornés que la forme du Miocène supérieur (l'ornementation sur la face spirale étant ici surtout développée dans la région centrale, avec un dernier tour peu ornementé) et pourraient constituer les représentants ancestraux de la lignée.

Les Polymorphinidae (hormis *Globulina spinosa*, commune dans de nombreux gisements) sont surtout abondants dans le "Sallomacien" nord-aquitain où plusieurs taxons ont été signalés par J. A. Cushman et Y. Ozawa (1930).

Les formes suivantes, que nous avions précédemment citées (Cahuzac et Poignant, 1993) sont rencontrées rarement, dans un seul gisement ; elles n'ont pas été incluses dans le tableau 1 :

Ceratocancris hauerii, *Hoeglundina elegans*, *Neoepionides schreibersii*, *Cassidulina laevigata*, *C. carinata*, *Eponides repandus*, *Bulimina striata*, *Uvigerina parviformis*, *U. semiornata*, *Bolivina plicatella* et la forme proche *B. pseudoplicata*, *Elphidiella dollfusi* var. B, *E. cestasensis*, *Escornebovina* sp. 2 sensu Poignant. Il en est de même pour "*Nonion grateloupi*", qui fera l'objet d'une discussion ultérieure dans un travail en cours.

Oolina sp. et *Lagena* sp., également rares, sont toutefois figurées ici parce que très reconnaissables (respectivement fig. 19 et 9 de la pl. 1). Par ailleurs, plusieurs autres espèces de grande longévité (non rappelées sur le tableau 1) complètent l'association faunique, comme *Reussella spinulosa*, *Heterolepa* gr. *dutemplei*, *Globulina gibba*... et d'autres Polymorphinidae, ainsi qu'*Asterigerinata planorbis*, peu fréquente en affleurement (Audon, Saint-Sever, Soustons), mais mentionnée dans le Serravallien de nombreux forages aquitains. En annexe 2, est présentée une liste des taxons rencontrés essentiellement dans les gisements de surface.

Les comparaisons entre cette faune et les taxa cités dans diverses publications antérieures sur le Serravallien aquitain (en forages ou en affleurements, voir références *supra*) posent quelques problèmes, notamment de déterminations : les noms d'espèces sont souvent différents et on ne dispose pas de figurations pour contrôler l'identité éventuelle des formes. On reconnaît plusieurs espèces, en général les ubiquistes, qui sont les moins intéressantes, les autres sont peu aisées à comparer. En tenant compte des synonymies, il y a plus d'une quarantaine de formes communes entre nos gise-

ments et les coupes des forages de Gironde ou de Soustons (Julius *et al.*, 1959 ; Caralp *et al.*, 1963 ; Alvinerie *et al.*, 1966b ; Vigneaux *et al.*, 1966...). En dehors des taxa ubiquistes, dont nous indiquons l'équivalence supposée (le nom donné *in litteris* étant mis entre parenthèses), comme *Textularia agglutinans*, *T. consecta*, *Sinuloculina consobrina* (= "*Triloculina nitens*"), *Quinqueloculina akneriana*, *Valvulinaria complanata* (= "*V. bradyana*"), *Ammonia beccarii*, *Cibicides lobatulus*, *Elphidium crispum / macellum*, *E. fichtelianum*, *Nonion boueanum*, *Caucasina lappa* (= "*Bulimina elongata*"), *Rosalina semiporata* (= "*Discorbis globularis* var. *bradyi*"), *Trifarina bradyi*, *Spiroplectinella deperdita* (= "*Spiroplectamina*"), *S. carinata*, *Ceratocancris hauerii* (= "*Ceratobulimina*"), *Cancris auriculus*, *Astrononion stelligerum*, *Neorotalia lithothamnica* (= "*Rotalia burdigalensis*"), *Hopkinsina bononiensis*, *Operculina complanata*..., on peut signaler quelques espèces plus intéressantes : *Cassidulina cruyssi*, *Nonionella janiformis*, *Bigenerina agglutinans* (= "*B. nodosaria*"), *Latibolivina scalprata retiformis*, *Bannerella gibbosa* (= "*Dorothia*"); deux formes décrites en Aquitaine, *Elphidiella vigneauxi* (= "*Nonion*") et *Nonion magnum* (= "*N. sol* var. *magnum*"), ont été retrouvées et la première est particulièrement fréquente. Par ailleurs, *Cymbaloporetta squamosa* n'avait été signalée jusqu'à présent en Aquitaine que dans le Miocène supérieur d'Antarès 2 (Alvinerie *et al.*, 1968), mais elle est citée par AGIP (1982) dès le Serravallien en Italie.

Concernant la coupe du forage de Frouas (Sourdillon, 1960) en domaine très occidental sur la façade atlantique, l'abondance et la diversité des lenticulines (= *Robulus*) et des uvigérines, confortées par la richesse en planctoniques, attestent de dépôts plus profonds que ceux des affleurements serravalliens ; la rareté des formes littorales se retrouve dans l'ostracofaune qui indique des conditions épibathyales à cette époque, ce puits se situant dans le vaste bassin miocène de Léon-Frouas largement ouvert sur l'Atlantique, au nord de l'axe anticlinal "diapir de Magescq - ride profonde de Moliets" (Peypouquet, 1979 ; Cahuzac, 1980 ; Cahuzac *et al.*, 1995).

Le haut de la série du Miocène moyen (marnes sablo-glauconieuses) voit se développer une abondante malacofaune (bivalves et gastéropodes de type néritique), en même temps que le microbenthos s'enrichit en foraminifères de milieu moins profond que précédemment (dont *Ammonia*, *Cibicides* spp., "*Dorothia*"...), associés aux lenticulines, uvigérines..., dans des dépôts où apparaît *Globorotalia menardii* (déterm. P. Andreieff in Dubreuilh et Karnay, 1991) ; le puits de Frouas appartient, à la fin du Serravallien, au domaine de plateforme (externe), ce qui est confirmé par ailleurs par l'ostracofaune : cette évolution correspond à la poursuite de la gradation du talus continental vers l'ouest, et donc du remblaiement progressif du bassin.

A Soustons-Communal (Vigneaux *et al.*, 1966), l'association montre un assemblage de nombreuses formes côtières ou littorales et de plusieurs espèces d'affinités plus profondes telles que les cassidulines, uvigérines, *Robulus*, *Gyroidina*, *Eponides*, *Pullenia*, *Hoe-glundina*, *Lingulina*. Un tel ensemble faunique s'accorde bien avec un milieu de type circalittoral (confirmé par l'ostracofaune) ; ce forage est localisé sur le flanc nord de la ride profonde de Soustons (prolongement occidental du dôme de Sébastopol : Cahuzac, 1980), donc en bordure d'un petit bassin situé entre cette dernière et la ride de Moliets plus au nord.

Microproblematica

Il est intéressant de noter la présence de quelques microproblematica dans le Serravallien sud-aquitain. Ils y ont été signalés pour la première fois (Poignant, 1992) dans le gisement de Laurède, attribué alors au "Langhien". Il s'agit du genre *Bolboforma* représenté par les espèces *badenensis* (pl. 2, fig. 10) et *clodiusi* (pl. 2, fig. 12) et de *Bachmayerella laqueata* (pl. 2, fig. 14). Depuis, *Bolboforma badenensis* a été aussi rencontrée à Donzacq (Jouandéou supérieur) et *Bachmayerella laqueata* à Donzacq, Gibret, Carcarès, Soustons et Sallespisse. *Bolboforma badenensis* et *clodiusi* sont connues dans les zones de nannoplancton NN 6 et NN 7 Martini du

domaine méditerranéen (Spiegler et Rögl, 1992) et *Bachmayerella laqueata*, en Paratéthys, dans la zone NN 7 (Rögl et Franz, 1979) et dans le Miocène moyen (Bajraktarevic, 1984 ; Szczechura, 1986). D. Spiegler et C. von Daniels (1991) rangent le genre *Bolboforma* dans les Protophytes et F. Rögl et H.E. Franz (1979) suggèrent que *Bachmayerella* pourrait appartenir aux Tintinnides ou représenter un stade de reproduction de métazoaires marins.

On peut signaler également la présence de *Voorthuyseniella* spp. (pl. 2, fig. 4) dans un gisement de Salles (Carières du Château) et à Salies-de-Béarn (Baillénx) ; considéré longtemps comme microproblematica, il s'agirait en fait d'un bryozoaire.

Comparaisons avec le Langhien d'Aquitaine méridionale

Les données et les répartitions présentées ici (tabl. 1) peuvent être légèrement différentes de celles précédemment proposées (Cahuzac et Poignant, 1993), puisque nous avons considéré comme langhiens certains gisements maintenant datés du Serravallien.

Le Langhien marin (zone NN 5 Martini) affleure seulement en Aquitaine sud-occidentale à Saubrigues (Tichène, Jean-Tic, Tauziets, Haurant) et vers l'est dans le golfe centre-aquitain de Manciet et Baudignan (Cahuzac *et al.*, 1995). Les abondantes faunes côtières du Serravallien n'ont pas d'équivalent à Saubrigues où le faciès est différent : les dépôts y sont marneux, de milieu calme et un peu plus profond, de type circalittoral (à infralittoral) (cf. Ducasse et Cahuzac, 1996 sous presse), ce qui rend les comparaisons peu aisées entre les deux étages. Toutefois, si l'on considère l'ensemble des gisements, on constate qu'en plus d'*Operculina complanata*, un certain nombre de petits foraminifères benthiques sont communs aux deux séries. D'autres, au contraire, semblent disparaître à la fin du Langhien : *Hopkinsina bononiensis primiformis*, *Elphidium fichtelianum praeforme*, *Compresigerina capriciosa*. A l'inverse, certaines espèces semblent apparaître au

Serravallien ; c'est le cas de *Virgulinea pertusa*, *Ammonia punctatogranosa*, *Bigenerina agglutinans*, *Bannerella gibbosa* (pl. 1, fig. 1), *Textularia ovulata* (pl. 1, fig. 4), *Nonion magnum* (pl. 2, fig. 17), *Neorotalia* spp., *Uvigerina pygmaïdes*, *Cymbaloporetta squamosa* (pl. 2, fig. 1) et de *Heterostegina granulata testata praeformis* (précédemment citée dans le "Langhien", mais à Sallespisse seulement, gisement dont l'âge est en fait serravallien). Le genre *Pseudoeponides* ne devient commun qu'au Serravallien ; nous ne l'avons trouvé que très rarement au Langhien (quelques spécimens à Parleboscq-La Guirande, golfe d'Aquitaine centrale).

Elphidiella vigneauxi (pl. 2, fig. 8 9) décrite à Sallespisse, souvent considérée comme apparaissant avec le Serravallien et effectivement bien représentée dans beaucoup de gisements de cet âge, existe déjà dans le Langhien de Saubrigues et peut-être même dans le Burdigalien sommital (Burret à Saubrigues) où l'on observe aussi sa forme ancestrale *E. praevigneauxi*. Parmi les taxons qui perdurent au Serravallien et dont la présence peut apparaître insolite, il y a celle du genre *Almaena*, que l'on a longtemps considéré comme confiné à l'Oligocène (l'acmé des espèces d'*Almaena* de forme "symétrique" se produit au Chattien, réf. in Cahuzac et Poignant, 1993), et qui, en fait, se rencontre encore dans le Sud aquitain au Burdigalien (Sainte-Marie-de-Gosse, Mimbaste), au Langhien (Saubrigues) et dans le Serravallien de Laurède, Gibret, Soustons et de plusieurs gisements de la région de Salies-de-Béarn (avec l'espèce *A. escornebovensis*) ; le genre *Almaena* est aussi signalé dans l'Aquitainien de la Nerthe en Provence (*A. escornebovensis* à Sausset-les-Pins : Anglada, 1972). Il faut également noter la persistance du genre *Escornebovina*, lui aussi fréquent au Chattien (où l'espèce *cuvillieri* est commune) et qui s'observe encore dans le Burdigalien de Saint-Martin-de-Hinx (Landes : "golfe de Saubrigues") et dans le Serravallien de Salies-de-Béarn (*E. sp. 2 sensu Poignant*). De même, on rencontre encore dans le Serravallien quelques spécimens de deux espèces abondantes au Burdigalien : *Elphidiella dollfusi* var. B (à Saucats-Lassime) et *E. cestasensis* (à Salies-

de-Béarn), et des formes de transition entre ces deux dernières espèces (pl. 2, fig. 13).

Comparaisons avec le Miocène supérieur et le Pliocène d'Aquitaine

Le Miocène supérieur n'est actuellement connu qu'au niveau de plusieurs coupes profondes de la façade occidentale du Bassin ("Miocène supérieur II" *auct.*, cf. Caralp *et al.*, 1963 ; Vigneaux *et al.*, 1966) ou de forages "off-shore" (Alvinerie *et al.*, 1968...). C'est essentiellement le Tortonien qui semble représenté, localement daté par les foraminifères planctoniques dans certains forages du proche plateau continental (zones N 16-17 Blow in Chang, 1980 ; cf. aussi Alvinerie *et al.*, 1978, pour la coupe d'Antarès 101). Peu de foraminifères benthiques y ont été signalés, ce qui rend les comparaisons fragmentaires ; de plus, certaines attributions stratigraphiques anciennes devraient être précisées grâce à des révisions des microorganismes planctoniques (par exemple le "Miocène supérieur à Pliocène" de la "faunizone 3" à Antarès 2 : Alvinerie *et al.*, 1968 ; cf. fig. 1). Au sein du microbenthos, on peut remarquer que beaucoup d'espèces sont communes avec la faune des dépôts serravalliens, notamment les formes qui débutent dans cet étage, comme *Cymbaloporetta squamosa*, *Bannerella gibbosa*, *Nonion magnum*..., et de nombreuses espèces de grande longévité, souvent encore vivantes de nos jours. On note aussi l'absence totale des grands foraminifères, ainsi que des amphistégines, dans les dépôts post-serravalliens.

Des observations très comparables peuvent également être faites pour les microfaunes pliocènes citées en forages sur la façade ouest-aquitaine (Caralp *et al.*, 1963 ; Caralp et Julius, 1965), où l'on retrouve par exemple *Bannerella gibbosa*, *Nonionella janiformis*, *Cassidulina cruyssi*, *Bigenerina agglutinans*, et un très large fonds commun d'espèces identiques. Toutefois, dans le "Pliocène" du sondage de Soustons (Caralp et Julius, 1965), on relève la présence d'espèces qui sont classiquement citées au Miocène supérieur ou au Pliocène et

ne semblent pas exister auparavant. Ce sont : *Planularia cassis* (= "*Robulus*"), *Globobulimina ovula* (= "*Bulimina*"), *Neoconorbina williamsoni* (= "*Discorbis nitida*"), *Buccella frigida granulata* (= "*Eponides*").

Les associations reconnues dans le Serravallien, et plus généralement dans le Miocène moyen d'Aquitaine, ont donc, dans l'ensemble, un cachet moderne qui annonce les faunes plus récentes.

Variations latitudinales de microfaunes : comparaisons entre le nord, le sud et l'est de l'Aquitaine ; comparaisons avec le Miocène moyen du Golfe ligérien. Considérations climatiques

On constate quelques dissemblances entre les différentes régions du Bassin d'Aquitaine, dues, entre autres, à des raisons d'ordre lithologique et paléocologique, à la proximité plus ou moins grande de l'entrée du golfe et à la position pas toujours synchrone des dépôts dans la succession. Ainsi, les niveaux du Nord aquitain dont le faciès est généralement détritique, grés-sableux à sableux coquillier ou marno-sableux, contiennent-ils de nombreux Agglutinés, *Elphidium*, *Ammonia*, Polymorphinidae, et pratiquement pas d'organismes vasicoles, comme les bolivines, ni de Miliolidae. Les affleurements de l'Est aquitain (Sos, Rimbez, golfe de l'Armagnac) et déjà à partir de la région de Mont-de-Marsan - Saint-Sever, sont très pauvres en microfaunes et ne fournissent guère qu'*Ammonia beccarii* et *Elphidium crispum*, avec quelques *Nonion*, *Pararotalia* et *Elphidiella*. Ceci est à mettre en relation avec leur lithologie — grès calcaires et sables —, les conditions fortement hydrodynamiques de leur sédimentation, et leur situation orientale au fond du golfe. [Quelques intercalations de marnes à *Crassostrea* ont livré des formes lagunaires, dont *Ammonia tepida*].

A l'opposé de ces régions, le gisement le plus riche est celui du Moulin de Pey à Soustons, situé à l'entrée du golfe

serravallien, en milieu plus ouvert, plus franchement marin et plus calme. Ce sont des marnes plus ou moins coquillières où l'on relève la plus grande diversité spécifique (plus de 80 espèces, incluant une quinzaine de Porcelanés). L'ensemble de l'association paraît témoigner d'une profondeur un peu supérieure à celle des autres dépôts, i.e. vers la limite plate-forme interne-plate-forme externe, avec la présence de genres tels que *Reophax*, *Pyrgo*, *Spirillina*, *Patellina*, *Amphicoryna*, *Pullenia*, *Melonis*, *Cassidulina* (*C. gr. laevigata*). Cet affleurement est localisé sur une ride profonde ; il semble correspondre à la partie supérieure de la séquence serravallienne traversée au forage Soustons-Communal situé à un peu plus d'1 km au NW, et son faciès néritique s'accorde avec la tendance générale au comblement progressif de ces bassins occidentaux, que l'on observe régionalement.

Les gisements sud-aquitains de Chalosse (régions de Dax, Montfort-en-Chalosse, Mugron, Tartas) et ceux plus méridionaux de Salies-de-Béarn, Carresse, Orthez, sont assez riches en microfaunes, avec des associations assez voisines dans les deux domaines (tabl. 1) ; on y remarque la présence de *Virgulinel-la pertusa*, *Burseolina calabra*, *Neorotalia* spp. (dont *Neorotalia cf. tuvuthaensis* : pl. 2, fig. 5, 7), *Rosalina semiporata*, *Planorbulina mediterraneensis*, absentes au nord, et l'abondance des bolivines. Une espèce : *Plectofrondicularia parri* (pl. 1, fig. 14) n'est connue que dans les gisements de la Chalosse. En revanche, on note dans le golfe chalossais la faible représentation des Polymorphinidae et l'absence d'*Ammonia punctatogranosa*. En ce qui concerne *Heterostegina granulataesta praeformis*, elle est absente en Aquitaine septentrionale en affleurements (ceux-ci correspondant à la séquence supérieure de l'étage), et dans le sud, se rencontre surtout dans la région d'Orthez, Salies-de-Béarn, Carresse et dans les gisements de Jouandéou à Donzacq et de Baigts (Chalosse).

Les comparaisons ne sont pas aisées avec le golfe ligérien au Miocène moyen, car l'absence de marqueurs stratigraphiques dans cette région fait que les attributions à un étage sont basées parfois sur les associations de mol-

lusques, parfois sur l'évolution de la microfaune de foraminifères benthiques, ou bien sur des comparaisons avec les faunes du Pliocène ("Redonien" local) et, éventuellement, sur des datations obtenues à partir des associations de vertébrés (Margerel, 1968, 1989). Le Langhien semble être bien représenté dans l'Ouest de la France (sous faciès "pontilévien", très coquillier : réf. in Cahuzac *et al.*, 1992; Lauriat-Rage *et al.*, 1993). Le Serravallien existe en Touraine et en Blésois, sous faciès "savignéen", notamment dans les bassins de Savigné-sur-Lathan et de Noyant-sous-le-Lude, ainsi que dans le sud du golfe ligérien, à Mirabeau (Vienne) [datations confirmées par des analyses isotopiques de strontium sur des bivalves, à paraître].

Les comparaisons que l'on peut faire avec la microfaune citée par J. P. Margerel (1980, 1989 ; — dans les synonymies proposées, nous indiquons entre parenthèses les noms donnés par cet auteur —) montrent l'existence de plusieurs formes communes aux deux régions : *Elphidiel-fa falunica* (= "*Cribrononion*"), *E. vigneauxi* (= "*Cribrononion*"), *Hopkinsina bononiensis compressa*, *Bolivina gr. fastigia*, *Discorbina bertheloti* (= "*Hanzawaia nitidula*"), *Pseudoeponides pseudotepidus miocenicus* (ce dernier étant beaucoup plus abondant dans le golfe ligérien qu'en Aquitaine), *Pararotalia serrata*, *Hanzawaia bolivarensis* (= "*Hanzawaia sp.*"), *Trifarina bradyi*, *Cibicides lobatulus*, *Cancris auriculus*, *Ammonia beccarii*... On peut aussi remarquer, dans les sables coquilliers du "membre supérieur" de Thenay, Blésois (Margerel, 1989, p. 240), d'âge serravallien, la présence du genre *Bolboforma* que nous avons nous-mêmes trouvé dans les dépôts du même âge en Aquitaine. Le genre *Bolboforma* a un intérêt stratigraphique certain depuis l'Eocène moyen jusqu'au Pliocène basal (Spiegler et Müller, 1992). La présence en France de ce genre, qui est moins fréquent dans le domaine téthysien que paratéthysien, mérite d'être signalée.

Les genres les plus significatifs manquants en Aquitaine sont : *Monspeliensina* et *Aubignyna*. *Monspeliensina*, pourtant connue dans le Miocène inférieur du Languedoc (Magné, 1978), n'a jamais été rencontrée jusqu'à maintenant en Aquitaine ; c'est *M. vulpesii* qui est citée

dans le Miocène ligérien [on ne considère pas ici l'espèce *pseudotepidus*, anciennement rattachée à ce genre par J.P. Margerel (réf. in Margerel, 1989), et attribuée aujourd'hui à *Pseudoeponides*, cette espèce étant par ailleurs présente en Aquitaine]. *Aubignyna*, qui existe dans le Pliocène des bassins catalans (Magné, 1978) est considérée comme une forme côtière indicatrice d'eaux plus fraîches lorsqu'elle existe en abondance ; on pourrait alors supposer que le refroidissement n'était pas assez marqué en Aquitaine au Miocène moyen. [On peut noter quelque incertitude sur l'attribution générique de l'espèce citée dans le Miocène du bassin de la Loire, *Aubignyna mariei* Margerel, qui est mise en synonymie d'*Ammonia perlucida* (Heron-Allen et Earland) par F.J. Jorissen (1988) ; toutefois, pour J.P. Margerel (1988), ces deux espèces appartiennent bien à une même lignée, et se rattachent au genre *Aubignyna*]. On notera aussi l'absence de grands foraminifères (hétérostégines, operculines), formes thermophiles, dans le domaine ligérien. Cela est en accord avec l'existence d'un gradient climatique latitudinal de dégradation thermique mis en évidence sur la façade est-atlantique à partir du Néogène moyen, les régions plus septentrionales (Normandie, Loire) montrant alors en domaine néritique des indices de rafraîchissement plus importants que les bassins plus méridionaux (Lauriat-Rage *et al.*, 1993).

Cependant, la diminution de la température dans le Serravallien d'Aquitaine est nette par rapport à celle régnant au Burdigalien et au Langhien dans ce Bassin : elle est attestée par la disparition presque totale des grands foraminifères, le nombre réduit de petits et aussi la diminution du nombre de taxons chauds au sein de la microfaune (par exemple absence du petit foraminifère tropical *Discorbina mira* qui était abondant au Miocène inférieur) et chez les mollusques et polypiers. Ainsi la faune de scléactiniaires est-elle alors essentiellement ahermatypique, ce qui marque une nette rupture avec les associations langhiennes où les formes hermatypiques étaient encore relativement diversifiées en faciès subrécifal (i.e. sans constructions récifales, lesquelles n'étaient fréquentes que jusqu'au Burdigalien) : B. Cahuzac et C. Chaix, 1996. Comme on l'a vu précédemment d'après l'analy-

se des foraminifères, le gradient thermique semble exister au cours même du Serravallien. Le climat était plus chaud, de type subtropical (à tempéré chaud) au cours de la première phase marine de l'étage (golfe d'Orthez, séquence inférieure des forages) : présence régulière, souvent en abondance, des hétérostégines, operculines, ainsi que d'autres taxons thermophiles (amphistégines, *Neorotalia*, *Cymbaloporetta*..., et aussi chez les mollusques : Degrange-Touzin, 1895). La raréfaction de ces foraminifères "chauds" dans la partie supérieure de la série serravallienne aquitaine, en même temps que s'observe le développement de taxons de climat plus tempéré au sein du microbenthos et de la macrofaune (chez les gastéropodes et bivalves qui montrent des affinités atlantico-méditerranéennes prédominantes : M. Folliot *et al.*, 1993, chez les échinides avec apparition par exemple de l'espèce tempérée *Arbacina monilis* dans le Bordelais et la région de Salles, chez les coraux avec de nombreuses formes eurythermes...), permet de supposer alors une certaine baisse de température. Cette dernière peut être liée au refroidissement océanique global supposé correspondre aux phases précoces de la glaciation antarctique (réf. in Oslick *et al.*, 1994). Des facteurs locaux interviennent aussi en Aquitaine, pouvant moduler ou diminuer les influences froides par exemple dans le golfe d'Orthez et dans une moindre mesure dans la région de Chalosse : ces domaines devaient être au Serravallien plus ou moins "protégés" de l'océan ouvert et isolés des courants marins dans un golfe dont l'ouverture était assez étroite par le seuil de Dax-Pontoux.

Conclusions

La révision de nombreuses coupes dans le Serravallien d'Aquitaine (dont l'attribution stratigraphique a été récemment précisée) a permis de compléter l'inventaire des foraminifères benthiques en augmentant notablement le nombre de taxons précédemment connus. Cette microfaune, qui apparaît moins diversifiée que dans le Miocène inférieur, compte en fait plus de 150 espèces dans les dépôts de faciès principalement littoral présents dans l'ensemble du Bassin. Beaucoup de ces formes côtières sont

ubiquistes et d'assez grande longévité, mais quelques taxons semblent apparaître avec cet étage, le renouvellement faunique restant sensiblement réduit. Il y a globalement, dans la faune serravallienne, un mélange de formes chaudes (subtropicales) et de formes plus tempérées, ce qui correspond à une baisse thermique progressive en domaine néritique par rapport aux périodes précédentes. L'analyse de la microfaune de foraminifères permet de nuancer les modalités de cette dégradation, qui serait plus sensible durant la séquence marine supérieure de l'étage. Les comparaisons demeurent partielles avec les autres dépôts syn-

chrones de la façade est-atlantique, du fait d'une connaissance encore trop fragmentaire des microfaunes (Bassins de Loire/Normandie, voire Espagne, Portugal...), d'où l'intérêt de révisions comme le montre le présent travail, pour préciser les répartitions des taxons, les caractéristiques des associations et l'évolution faunique latitudinale. Si le Serravallien est souvent considéré comme un étage marqué par un notable appauvrissement de la faune en général, les études récentes menées en Aquitaine permettent en fait de moduler cette opinion, tant pour la microfaune que pour la macrofaune (près de 400 espèces de mollusques, 25 de

scélérentinaires dans l'ensemble du Bassin...). Par ailleurs, l'analyse détaillée des microfaunes languisiennes (en cours) précisera les changements et l'évolution des associations au cours de l'ensemble du Miocène moyen dans le domaine aquitain, ce dernier constituant une référence pour la province néritique est-atlantique.

Remerciements

Nous remercions vivement, pour leurs remarques, C. Cavelier et l'un des rapporteurs, R. Anglada, et pour leur aide sur le terrain, M. Saule, A. Cluzaud et J.P. Dupuy.

Références

- AGIP (1982). – Foraminiferi padani. AGIP S.P.A., San Donato Milanese, 2da edizione, 52 pl.
- ALVINERIE J. (1969). – Contribution sédimentologique à la connaissance du Miocène aquitain. Interprétation stratigraphique et paléogéographique. Thèse Sci. Nat., Univ. Bordeaux, 2 tomes, 475 p.
- ALVINERIE J., BARRIER J., CARALP M., ITTEL D., KLINGEBIEL A., MAGNÉ J., MOYES J. (1968). – Reconnaissance des fonds marins et des séries superficielles de la plate-forme continentale au large de la côte landaise (golfe de Gascogne, France). *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, vol. spécial, Congrès A.F.A.S. 1967 (Assoc. Fr. Avanc. Sc.), Groupe 2, section 9B, pp. 121-136.
- ALVINERIE J., CARALP M., DUCASSE O., LAIOUCHE C., ÖZTÜMER E., PUECHMAILLE C. (1966a). – Etudes paléontologiques et sédimentologiques de la coupe profonde de Marcheprime (Gironde). *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, Bordeaux, n°1, pp. 63-72.
- ALVINERIE J., CARALP M., PRATVIEL L. (1977). – Données nouvelles stratigraphiques et structurales sur le Cénozoïque nord-aquitain: le forage profond du Barp (Gironde). 5° R.A.S.T. (Réunion Ann. Sci. Terre), Rennes, p. 8.
- ALVINERIE J., DUCASSE O., GAYET J., LABRACHERIE M., PRATVIEL L., PUJOL C., VEILLON M. (1978). – Contribution à la connaissance du Cénozoïque du Golfe de Gascogne : étude du forage off shore d'Antarès 101. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, Bordeaux, n°24, pp. 179-188.
- ALVINERIE J., JULIUS C., MOYES J., VIGNEAUX M. (1966b). – A propos de l'Helvétien de Salles (Gironde). Proc. 3rd session Com. Medit. Neogene Strat. (Beine, 1964), Leiden, Brill éd., pp. 231-237.
- ANGLADA R. (1972). – Etude des petits foraminifères. In: Contribution à l'étude de l'Aquitainien. La coupe de Carry-le-Rouet (Bouches-du-Rhône, France). *Bull. BRGM, Fr.*, Orléans, (2), section I, n° 4, pp. 29-35.
- BAJRAKTAREVIC Z. (1984). – *Bachmayerella*, i potvrda njene stratigrafske prvodnosti unutar srednjeg miocena (badena). *Geol. Vjesnik*, 37, Zagreb, pp. 7-10.
- BENOIST E. (1887). – Tableau synchronique des terrains tertiaires du Sud-Ouest de la France, du bassin de Paris, du bassin de Mayence et du Vicentin. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, 41, (5^e) (I), pp. 191-199.
- BOLLI H. M., SAUNDERS J. B. (1985). – Oligocene to Holocene low latitude planktic foraminifera. In BOLLI H. M., SAUNDERS J. B. et PERCH-NIELSEN K. (eds), *Plankton stratigraphy*, Cambridge Univ. Press, 1, pp. 155-262.
- BOULANGER D., POIGNANT A., SAULE M. (1970). – Découverte d'un nouveau gisement de Miocène à Salies-de-Béarn (Pyrénées-Atlantiques). *Bull. Soc. Sci. Lett. et Arts Pau*, 4 (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. (1985). – Le remplissage oligo-miocène de la zone synclinale de Saint-Paul-lès-Dax - Laluque - Rion-des-Landes (Bassin Sud-Aquitain, France). *Bull. Soc. Borda*, Dax, 110, n° 400, 4^e trimestre, pp. 649-671, 7 fig.
- CAHUZAC B. (1995). – Evolution paléogéographique de la Chalosse (S-W Aquitaine) à l'Oligocène et au Miocène. *Strata*, Toulouse (séance spécialisée Soc. géol. Fr. : Le Bassin d'Aquitaine), (1), 7, pp. 9-11.
- CAHUZAC B., ALVINERIE J., LAURIAT-RAGE A., MONTENAT C., PUJOL C. (1992). – Palaeogeographic maps of the Northeastern Atlantic Neogene and relation with the Mediterranean Sea. IXth Congress R.C.M.N.S. ("Regional Committee of Mediterranean Neogene Stratigraphy"), Barcelone, Nov. 1990. "Paleontologia i Evolucio", Sabadell, 24-25 (1992), pp. 279-293.
- CAHUZAC B., CHAIX C. (1996). – Structural and faunal evolution of Chattian-Miocene reefs and corals in Western France and Northeastern Atlantic Ocean. In F. Franseen, M. Esteban, W. Ward & J.M. Rouchy, eds: "Models for Carbonate Stratigraphy from Miocene Reef Complexes of the Mediterranean Regions", S.E.P.M. (Soc. Econ. Pal. Miner.), Tulsa, *Concepts in Sedimentology and Paleontology*, n° 5, pp. 105-127.

- CAHUZAC B., JANIN M.C., STEURBAUT E. (1995). – Biostratigraphie de l'Oligo-Miocène du Bassin d'Aquitaine fondée sur les nannofossiles calcaires. Implications paléogéographiques. *Géologie de la France*, Orléans (BRGM et Soc. géol. Fr., éd.), n° 2, pp. 57-82.
- CAHUZAC B., POIGNANT A. (1993). – Répartition des foraminifères benthiques dans les gisements de surface du Miocène d'Aquitaine (SW de la France). *Ciencias da Terra*, **12**, Univ. nova de Lisboa (1st Congress RCANS : Regional Committee of the Atlantic Neogene Stratigraphy, Lisbonne, 1992), pp. 71-81.
- CAPDEVILLE J.P. (1990). – Carte géologique de la 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 de la 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.
- CARALP M. (1958). – Le sous-sol du Bazadais. Etude micropaléontologique et stratigraphique. Thèse Univ. Bordeaux, n° 14, 247 p.
- CARALP M., JULIUS C. (1963). – Présence du genre *Bolivinoïdes* CUSHMAN (Foraminifère) dans le Miocène supérieur sud-aquitain. *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, n° 8, pp. 265-266.
- CARALP M., JULIUS C. (1965). – Les foraminifères dans l'interprétation biostratigraphique du Cénozoïque terminal de Soustons (Aquitaine occidentale). *Bull. Soc. géol. minéral. Bretagne*, (Congrès A.F.A.S. Rennes, 1963), Nouv. série, pp. 11-16.
- CARALP M., JULIUS C., VIGNEAUX M. (1963). – Considérations stratigraphiques sur le Miocène supérieur et le Pliocène marins en Aquitaine occidentale. *Mémoire Soc. belge Géol., Pal. et Hydrol.*, Bruxelles, n° 6, pp. 146-167.
- CARALP M., VIGNEAUX M. (1959). – La géologie du Bazadais. *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, **98**, pp. 91-113.
- CARALP M., VIGNEAUX M. (1960). – Aspect structural du Médoc atlantique. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (7), **2**, n° 6, pp. 796-800.
- CHANG S. K. (1980). – Les foraminifères planctoniques de quelques séries tertiaires du Golfe de Gascogne. Leur utilisation en biostratigraphie. Thèse Univ. Bordeaux-I, 333 p.
- CROUZEL F. (1989). – Carte géologique de la France (1/50 000^e), feuille EAUZE (953). BRGM, Orléans Notice explicative par Crouzel F., Cosson J., Bel F. et Galarhague J., 48 p.
- CUSHMAN J.A., OZAWA Y. (1930). – A monograph of the foraminiferal family Polymorphinidae, recent and fossil. *U.S. Nat. Mus., Proc.*, **77**, 185 p.
- CUVILLIER J., SZAKALL V. (1949). – Foraminifères d'Aquitaine, Première partie (Reophacidae à Nonionidae). Boisseau Imp., Toulouse, 112 p., 32 pl.
- DAGUIN F. (1948). – L'Aquitaine occidentale. Paris, Hermann et Cie éd., 227 p.
- DEGRANGE-TOUZIN A. (1895). – Etude préliminaire des coquilles fossiles des faluns des environs d'Orthez et de Salies-de-Béarn (Basses-Pyrénées). *Actes Soc. Linn. Bordeaux*, **47**, (5^e) (VII), pp. 333-457.
- DELMAS G. (1958). – Contribution à l'étude des foraminifères fossiles dans le sud du Bordelais. Dipl. Et. Sup., Univ. Bordeaux, 61 p.
- DROOGER C.W., KAASSCHIETER J.P.H., KEY A.J. (1955). – The microfauna of the Aquitanian-Burdigalian of southwestern France. *Verhand. Konink. Nederl. Akad. Wetensch.*, Amsterdam, **21**, 2, 136 p.
- DUBREUILH J., KARNAY G. (1991). – Carte géologique de la France (1/50 000^e), feuille LIT-ET-MIXE (923), avec la collaboration de J.M. Bouchet. BRGM, Orléans. Notice explicative, 56 p.
- DUCASSE O., CAHUZAC B. (1996). – Evolution de la faune d'ostracodes dans un cadre paléogéographique et interprétation des paléoenvironnements au Langhien en Aquitaine. *Rev. Micropal.*, Paris, **39**, n° 4, (sous presse).
- FALLOT E. (1893). – Sur la classification du Néogène inférieur. *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, (3), **21**, pp. 77-84.
- 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-I, 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. *Ciencias da Terra*, **12**, Univ. nova de Lisboa (1st Congress RCANS: Regional Committee of the Atlantic Neogene Stratigraphy, Lisbonne, 1992), pp. 117-131.
- IACCARINO S. (1985). – Mediterranean Miocene and Pliocene planktic foraminifera. In BOLLI H. M., SAUNDERS J. B. et PERCH-NIELSEN K. (eds), *Plankton stratigraphy*, Cambridge Univ. Press, **1**, pp. 283-314.
- JACQUOT E. (1870). – Description géologique, minéralogique et agronomique du Département du Gers. Paris, Imprim. Nationale, 152 p.
- JORISSEN F. J. (1988). – Benthic foraminifera from the Adriatic Sea; principles of phenotypic variation. *Utrecht Micropal. Bull.*, n° 37, 176 p.
- JULIUS C. (1963). – La microfaune de Foraminifères des gisements de Salles (Gironde). *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (7), V, pp. 989-992.
- JULIUS C., MOYES J., VIGNEAUX M. (1959). – Existence d'un petit synclinal helvétien entre Bordeaux et le bassin d'Arcachon. *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, (7), **1**, n° 8, p. 233.
- LAURIAT-RAGE A., BREBION P., CAHUZAC B., CHAIX C., DUCASSE O., GINSBURG L., JANIN M.C., LOZOUET P., MARGEREL J.P., NASCIMENTO A., PAIS J., POIGNANT A., POUYET S., ROMAN J. (1993). – Paleontological data about the climatic trends from Chattian to Present along the Northeastern Atlantic frontage. *Ciencias da Terra*, **12**, Univ. nova de Lisboa (1st Congress RCANS: Regional Committee of the Atlantic Neogene Stratigraphy, Lisbonne, 1992), pp. 167-179.
- MAGNE A. (1939). – Nouvelle contribution à l'étude des faluns de Cestas. *Proc.-Verb. Soc. Linn. Bordeaux*, **91**, pp. 130-133.
- MAGNÉ J. (1978). – Etudes microstratigraphiques sur le Néogène de la Méditerranée nord-occidentale. 1 - Les bassins néogènes catalans. 2 - Le Néogène du Languedoc méditerranéen. C.N.R.S., Centre régional de publ. Toulouse, 1: 230 p. - 2: 414 p.

- 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., 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), **3**, pp. 95-107.
- MARGEREL J.P. (1968). – Les Foraminifères du Redonien. Thèse Fac. Sci. Nantes. 2 vol., 209 p.
- MARGEREL J.P. (1980). – Les Foraminifères des faluns de Touraine et d'Anjou. *Soc. Et. Sci. d'Anjou, Mém.* n° 4, pp. 65-67.
- MARGEREL J.P. (1988). – Deux lignées du genre cénozoïque *Aubignyna* MARGEREL, 1970 (Foraminifères) en Europe occidentale. Application à la biostratigraphie des dépôts néogènes de l'Ouest de la France. *Revue de Paléobiologie*, Genève, vol. spéc. 2 (Benthos'86), pp. 567-574.
- MARGEREL J.P. (1989). – Biostratigraphie des dépôts néogènes de l'Ouest de la France. Constitution de biozones de foraminifères benthiques. *Géologie de la France*, Orléans (BRGM éd.), n°1-2, pp. 235-250.
- MARKS P., VIGNEAUX M. (1971). – Sallomacien. *Giorn. Geol.*, Bologne, (2), **37**, n° 2, pp. 171-174.
- MÜLLER C., PUJOL C. (1979). – Etude du nannoplancton calcaire et des foraminifères planctoniques dans l'Oligocène et le Miocène en Aquitaine (France). *Géol. Méditerran.*, Marseille, VI, n° 2, pp. 357-368.
- OSLICK J. S., MILLER K.G., FEIGENSON M.D., WRIGHT J.D. (1994). – Oligocene-Miocene strontium isotopes: stratigraphic revisions and correlations to an inferred glacioeustatic record. *Paleoceanography*, Washington, **9**, 3, pp. 427-443.
- ÖZTÜMER E. (1966). – Etude micropaléontologique de la coupe profonde de Marcheprime. Dipl. Et. Sup., Univ. Bordeaux, 73 p.
- PEYPOUQUET J.P. (1979). – Ostracodes et paléoenvironnements. Méthodologie et application aux domaines profonds du Cénozoïque. *Bull. BRGM*, Orléans, (2), section IV, 1, pp. 3-79.
- PLATEL J.P. (1990). – Carte géologique de la France (1/50 000^e), feuille CAZAUBON (926). BRGM, Orléans. Notice explicative par Platel J.P., 66 p.
- PLATEL J.P., CAPDEVILLE J.P., DUBREUILH J. (1990). – Carte géologique de la 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. Paris, ronéot., 3 tomes, 381 p.
- POIGNANT A. (1972). – Microfaciès et microfaunes du Priabonien, de l'Oligocène et du Miocène d'Aquitaine méridionale. *Trav. Lab. Micropaléont.*, Univ. P. et M. Curie, Paris, **1**, 11 p.
- POIGNANT A. (1992). – Découverte de formes "incertae sedis": *Bachmayerella* Rögl et Franz et *Bolboforma* Daniels et Spiegler dans le Miocène moyen d'Aquitaine (SW de la France). *C.R. Acad. Sci., Paris*, **315**, II, pp. 1155-1158.
- POIGNANT A., PUJOL C. (1978). – Nouvelles données micropaléontologiques (foraminifères planctoniques et petits foraminifères benthiques) sur le stratotype bordelais du Burdigalien. *Géobios*, Lyon, **11** (5), pp. 655-712.
- POIGNANT A., PUJOL C. (1979). – Les stratotypes du Bordelais (Bassin d'Aquitaine, France): Aquitanien et Burdigalien. Le "Sallomacien". Leur microfaune et leur position biostratigraphique. *Ann. Géol. Pays Hellén.*, tome Iouis série, fasc. 2 (VIIIth. Int. Cong. on Médit. Neogene, Athens, 1979), pp. 993-1001.
- 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.
- RÖGL F., FRANZ H.E. (1979). – *Bachmayerella* - ein neues problematisches Mikrofossil aus dem marinen Miozän von Walbersdorf, Burgenland. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **82**, pp. 83-98.
- SACAL V., DEBOURLE A. (1957). – Foraminifères d'Aquitaine, 2^e partie (Peneroplidae à Victoriellidae). *Mém. Soc. géol. Fr.*, Paris, n° 78, 88 p.
- SOURDILLON O. (1960). – Etude micropaléontologique du Tertiaire du forage de Frouas (Landes). *Rev. Micropal.*, Paris, **3**, n° 2, pp. 81-94.
- SPIEGLER D., DANIELS C. von (1991). – A stratigraphical and taxonomic atlas of *Bolboforma* (Protohytes, Incertae sedis, Tertiary). *J. Foram. Res.*, Washington, **21**, 2, pp. 126-158.
- SPIEGLER D., MÜLLER C. (1992). – Correlation of *Bolboforma* zonation and nannoplankton stratigraphy in the Neogene of the North Atlantic: DSDP Sites 12-116, 49-408, 81-555 and 94-608. *Mar. Micropal.*, Amsterdam, **20**, pp. 45-48.
- SPIEGLER D., RÖGL F. (1992). – *Bolboforma* (Protohyta, incertae sedis) im Oligozän und Miozän des Mediterran un der Zentralen Paratethys. *Ann. Naturhist. Mus. Wien*, **94**, A, pp. 59-95.
- SZCZECURA J. (1986). – Microproblematics *Bolboforma* and *Bachmayerella* from the Middle Miocene of Central Paratethys. *Acta paleont. Pol.*, Varsovie, **31**, 3-4, pp. 213-228.
- TOURNOUER R. (1862). – Note stratigraphique et paléontologique sur les faluns du département de la Gironde. *Bull. Soc. géol. Fr.*, Paris, (2), **19**, pp. 1035-1088.
- VIGNEAUX M. (1951a). – Aperçu géologique sur la région centrale des Landes de Gascogne. *Bull. Soc. Hist. Natur. Toulouse*, **86**, 3-4, pp. 389-399.
- VIGNEAUX M. (1951b). – Sur les limites de la mer burdigalienne dans le Sud du Bassin d'Aquitaine. *C.R. Somm. Soc. géol. Fr.*, Paris, n° 9, pp. 146-147.
- VIGNEAUX M. (1953). – L'anticlinal de Villagrains-Landiras (Gironde). *Public. BRGG*, Paris, n° 11, 53 p.
- VIGNEAUX M., ALVINERIE J., CARALP M., JULIUS C., LATOUCHE C., MOYES J., RECHINAC A., VALETON S. (1966). – Une succession stratigraphique en milieu marin épicontinental. Principes et méthodes d'interprétations. *Bull. Inst. Géol. Bassin d'Aquitaine*, Bordeaux, n° 1, pp. 1-61.

Annexe 2. – Liste des foraminifères benthiques rencontrés dans les dépôts serravalliens d'Aquitaine étudiés. (Les taxa cités dans les coupes des forages de Frouas, Soustons..., seront retrouvés *in litteris*).

Annexe 2. – List of the benthic foraminifera found in the studied Serravallian deposits of Aquitaine (the taxa cited in the borehole logs of Frouas, Soustons, etc., are mentioned in litteris).

Grands foraminifères	Ceratocancris hauerii (d'ORBIGNY)	Cymbaloporetta squamosa (d'ORBIGNY)
Heterostegina granulataesta praeformis PAPP et KÜPPER	Lamarckina sp.	Pseudoepionides falsobecarii ROUVILLOIS
Operculina complanata (DEFRANCE)	Hoeglundina elegans (d'ORBIGNY)	Pseudoepionides pseudotepidus miocenicus MARGEREL
Petits foraminifères (cités dans l'ordre systématique)	Alliatina tollmani LANGER	Asterigerinata planorbis (d'ORBIGNY)
Reophax sp.	Bolivina fastigia droogeri CICHA et ZAPLETALOVA	Amphistegina hauerina d'ORBIGNY
Spiroplectinella carinata (d'ORBIGNY)	Bolivina plicatella CUSHMAN	Amphistegina vulgaris d'ORBIGNY
Spiroplectinella deperdita (d'ORBIGNY)	Bolivina pseudoplicata HERON-ALLEN et EARLAND	Nonion boueanum (d'ORBIGNY)
Gaudryina lapugyensis CUSHMAN	Bolivina sp.	Nonion commune (d'ORBIGNY)
Bannerella gibbosa (d'ORBIGNY)	Latibolivina aff. cancellata (BERMUDEZ)	Nonion grateloupi (d'ORBIGNY)
Bigenerina agglutinans d'ORBIGNY	Latibolivina aff. reticulata (LIANTKEN)	Nonion magnum JULIUS
Textularia abbreviata d'ORBIGNY	Latibolivina scalprata retiformis (CUSHMAN)	Nonionella janiformis (JONES)
Textularia gr. agglutinans d'ORBIGNY	Bolivinoïdes vasconiensis CARALP et JULIUS	Nonionella sp.
Textularia badenensis LALICKER	Rugobolivinaella poignantae HAYWARD	Protelphidium granosum (d'ORBIGNY)
Textularia consecta d'ORBIGNY	Cassidulina carinata SILVESTRI	Astrononion stelligerum (d'ORBIGNY)
Textularia dollfusi LALICKER	Cassidulina cruyssi MARKS	Melonis pompilioides (d'ORBIGNY)
Textularia ovulata LALICKER	Cassidulina laevigata d'ORBIGNY	Pullenia bulloides (d'ORBIGNY)
Textularia pala CZJZEK	Cassidulinoïdes cf. compacta CUSHMAN et FI I ISOR	Pullenia quadriloba REUSS
Textularia pseudorugosa LACROIX	Burseolina calabra SEGUENZA	Pullenia quinqueloba (REUSS)
Textularia sagittula DEFRANCE	Hopkinsina bononiensis compressa (CUSHMAN)	Almaena escornebovensis (SIGAL)
Textularia serrata (REUSS)	Virgulopsis gr. tuberculata (EGGER)	Almaena sp.
Textularia vaurini CUVILLIER et SZAKALL	Bulimina striata d'ORBIGNY	Heterolepa gr. dutemplei (d'ORBIGNY)
Siphotextularia concava (KARRER)	Uvigerina parviformis PAPP	Hansenisca altiformis (R.E. et K.C. STEWART)
Spirillina vivipara EHRENBERG	Uvigerina pygmoïdes PAPP et TURNOVSKY	Hanzawaia americana (CUSHMAN)
Patellina corrugata WILLIAMSON	Uvigerina semionata d'ORBIGNY	Hanzawaia bolivarensis (GARRETT)
Adelosina schreibersii (d'ORBIGNY)	Angulogerina angulosa (WILLIAMSON)	Hanzawaia cf. ornata LE CALVEZ, de KLASZ et RERAT
Spiroloculina sp.	Trifarina bradyi CUSHMAN	Paralabamina toulmini (BROTZEN)
Cycloforina costata (d'ORBIGNY)	Reussella aperta CUSHMAN	Neorotalia aculeata (d'ORBIGNY)
Hauerina sp.	Reussella laevigata CUSHMAN	Neorotalia lithothamnica (UHLIG)
Quinqueloculina akneriana d'ORBIGNY	Reussella spinulosa (REUSS)	Neorotalia cf. tectoria (TODD et POST)
Quinqueloculina sp.	Coryphostoma digitalis (d'ORBIGNY)	Neorotalia cf. tuvuthaensis (KLEINPELL)
Sinuloculina consobrina (d'ORBIGNY)	Coryphostoma sinuosa (CUSHMAN)	Pararotalia armata (d'ORBIGNY)
Pyrgo sp.	Fursenkoina acuta (d'ORBIGNY)	Pararotalia serrata (TEN DAM et REINHOLD)
Triloculina gibba d'ORBIGNY	Sigmavirgulina tortuosa (BRADY)	Ammonia gr. beccarii (LINNE)
Triloculina cf. gibba d'ORBIGNY	Virgulinella pertusa (REUSS)	Ammonia inflata (SEGUENZA)
Triloculina gr. trigonula (LAMARCK)	Caucasina lappa (CUSHMAN et PARKER)	Ammonia propingua (REUSS)
Sigmoilopsis celata (COSTA)	Cancris auriculus (FICHTEL et MOLL)	Ammonia punctatogranosa (SEGUENZA)
Sigmoilopsis schilumbegeri (SILVESTRI)	Cancris sagra communis CUSHMAN et TODD	Ammonia tepida (CUSHMAN)
Plectofrondicularia parri FINLAY	Valvulinera complanata d'ORBIGNY	Elphidiella cestasensis (JULIUS)
Amphicoryna scalaris (BATSCH)	Eponides repandus (FICHTEL et MOLL)	Elphidiella dollfusi var. B (HARDENBOL)
Lagena crenata PARKER et JONES	Stomatorbina concentrica (PARKER et JONES)	Elphidiella falunica (ALLIX)
Lagena spirata BANDY	Discorbina discoides (d'ORBIGNY)	Elphidiella vignauxi (CARALP et JULIUS)
Lagena striata (d'ORBIGNY)	Neoeponides schreibersii (d'ORBIGNY)	Elphidium cf. articulatum (d'ORBIGNY)
Lagena sp.	Gavelinopsis praegeri (HERON-ALLEN et EARLAND)	Elphidium crispum (LINNE)
Globulina consobrina (FORNASINI)	Neonorbina terquemi (SILVESTRI)	Elphidium fichtelianum (d'ORBIGNY)
Globulina gibba d'ORBIGNY	Rosalina semiporata (EGGER)	Elphidium hauerinum (d'ORBIGNY)
Globulina inaequalis REUSS	Glabratella saubriguensis RAHAGHI	Elphidium macellum (FICHTEL et MOLL)
Globulina punctata d'ORBIGNY	Escornebovina sp. 2 <i>sensu</i> POIGNANT	Les taxons suivants sont cités par C. Bourdillon de Grissac (<i>in G. Karnay, sous presse, feuille Arthez 1/50 000^e</i>):
Globulina rotundata (BORNEMANN)	Heronallenia lingulata (BURROWS et HOLLAND)	Glomospira gordialis (JONES et PARKER)
Globulina spinosa d'ORBIGNY	Cibicidoides dertonensis (RUSCELLI)	Miliammina fusca (BRADY)
Globulina triserialis CUSHMAN et OZAWA	Cibicidoides pseudoungerianus (CUSHMAN)	Trochammina cf. inflata (MONTAGU)
Guttulina bulloides (REUSS)	Discorbinella bertheloti (d'ORBIGNY)	Ammotium cf. salsum (CUSHMAN et BRONNIMANN)
Guttulina irregularis (d'ORBIGNY)	Discorbitura sp.	Eggerelloides sp.
Pseudopolymorphina incerta (EGGER)	Cibicides boueanus (d'ORBIGNY)	Nonionella miocenica CUSHMAN
Pseudopolymorphina soldanii (d'ORBIGNY)	Cibicides lobatulus (WALKER et JACOB)	Rosalina globularis (d'ORBIGNY).
Oolina hexagona (WILLIAMSON)	Planorbulina mediterraneensis d'ORBIGNY	
Oolina sp.		
Fissurina orbignyana SEGUENZA		

PLANCHE I

Plate I

1. *Bannerella gibbosa* (d'ORB.). Salles, Moulin Débat (Gironde). × 50
2. *Textularia badenensis* LALICKER. Carcarès (Landes). × 75
3. *Textularia serrata* (REUSS). Soustons (Landes) × 60
4. *Textularia ovulata* LALICKER. Salies-de-Béarn, Baillenx (Pyrénées-Atlantiques). × 75
5. *Latibolivina scalprata retiformis* (CUSHMAN). Laurède (Landes). × 120.
6. *Latibolivina* aff. *cancelata* (BERMUDEZ). Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques). × 110
7. *Latibolivina* aff. *reticulata* (HANTKEN). Laurède (Landes) × 110
8. *Bolivina fastigia droogeri* CICHA et ZAPLETALOVA. Carcarès (Landes). × 90
9. *Lagena* sp. Gibret (Landes). × 80
10. *Globulina spinosa* d'ORB. Gibret (Landes). × 110
11. *Virgulinea pertusa* (REUSS). Carresse (Pyrénées-Atlantiques) × 60
- 12, 15. *Pseudoepionides pseudotepidus miocenicus* MARGEREL. Montfort-en-Chalosse, Jean Bouton (Landes). × 90.
13. *Bolivina plicatella* CUSHMAN. Laurède (Landes). × 130
14. *Plectofrondicularia parri* FINLAY. Carcarès (Landes). × 70
16. *Globulina punctata* d'ORB. Salles, Moulin Débat (Gironde). × 125
17. *Pseudoepionides falsobecarii* ROUVILLOIS. Montfort-en-Chalosse, Jean Bouton (Landes). × 90
18. *Discorbitura* sp. Salles, Moulin Débat (Gironde). × 125
19. *Oolina* sp. Donzacq, Jouandéou supérieur (Landes). × 100

Sont figurées des espèces rencontrées fréquemment dans les dépôts serravalliens et d'autres, plus rares, pouvant être intéressantes pour des comparaisons régionales.

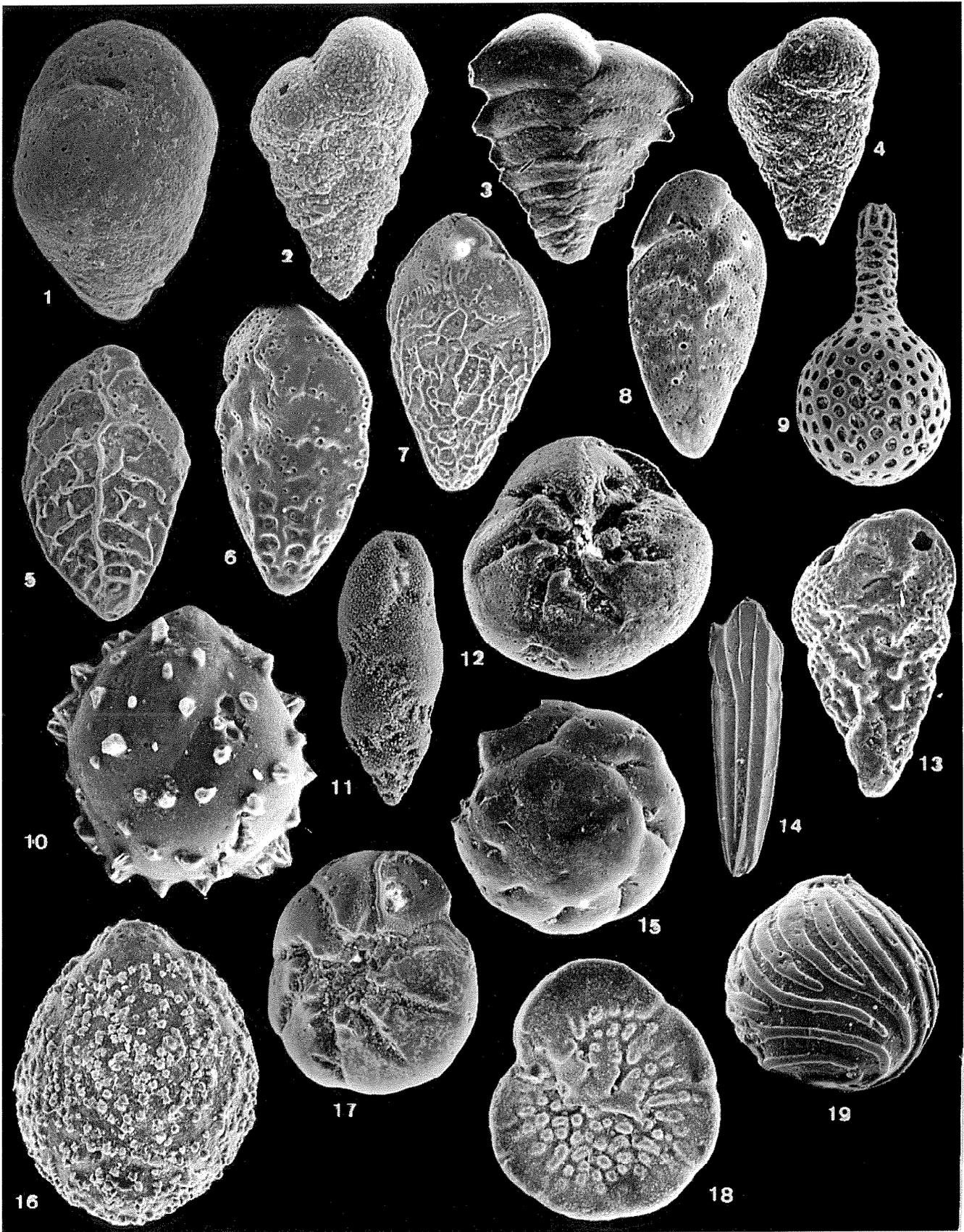


PLANCHE 2

Plate 2

1. *Cymbaloporeta squamosa* (d'ORB.) Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques). × 100
2. *Hanzawaia* cf. *ornata* LE CALVEZ, de KLASZ et RÉRAT. Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques). × 80
3. *Neorotalia aculeata* (d'ORB.). Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques). × 75
4. *Voorthuyseniella* sp. Salies-de-Béarn, Baillenx (Pyrénées-Atlantiques). × 50
- 5, 7. *Neorotalia* cf. *tuvuthaensis* (KLEINPELL). Salies-de-Béarn, La Galère dou Cartoug (Pyrénées-Atlantiques). 5: Face spirale (*spiral side*); 7: Face ombilicale (*umbilical side*). × 50
6. *Elphidiella fatunica* (ALLIX). Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques). × 60
- 8-9. *Elphidiella vigneauxi* (CARALP et JULIUS). × 70. 8 : Poyartin (Landes); 9 : Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques).
10. *Bolboforma badenensis* SZCZECZURA. Donzacq, Jouandéou supérieur (Landes). × 225
11. *Bolivina* sp. Audon (Landes). × 90
12. *Bolboforma clodiusi* DANIELS et SPIEGLER. Donzacq, Jouandéou supérieur (Landes). × 200
13. *Elphidiella* ex. interc. *dolfusi* var. B (HARDENBOL) / *cestasensis* (JULIUS). Saucats, Lassime (Gironde). × 55
14. *Bachmayerella laqueata* RÖGL et FRANZ. Donzacq, Jouandéou supérieur (Landes). × 175
15. *Heterostegina granulata* testata *praeformis* PAPP et KÜPPER. Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques). × 30.
16. *Ammoniu punctatograno*sa (SEGUENZA). Salles, Moulin Débat (Gironde). Face spirale (*spiral side*). × 60
17. *Nonion magnum* JULIUS. Sallespisse (Pyrénées-Atlantiques). × 60
18. *Nonionella janiformis* (JONES). Laurède (Landes). × 70

Sont figurées des espèces rencontrées fréquemment dans les dépôts serravalliens et d'autres, plus rares, pouvant être intéressantes pour des comparaisons régionales.

