

100110

## PROGRÈS RÉCENTS DANS LA CONNAISSANCE DES GISEMENTS CÉNOZOÏQUES EN AQUITAINE MÉRIDIONALE (CHALOSSE, BÉARN ET BAS-ADOIR ; SW FRANCE)\*

par Dirk NOLF\*, Étienne STEURBAUT\* et Bruno CAHUZAC\*\*

(\* Excursion du Groupe d'Étude du Paléogène, du 4 au 6 septembre 2000).

**RÉSUMÉ.** – La présente note développe le livret-guide de l'excursion du Groupe d'Étude du Paléogène dans le sud de l'Aquitaine (4-6 septembre 2000), organisée par les auteurs. De nombreuses coupes dans le Paléogène sont discutées. Plusieurs n'avaient jamais été décrites en détail : divers gisements sur le Ruisseau de Lespontes à Saint-Lon-les-Mines (Éocène moyen et supérieur), d'autres le long de la route Gan-Rébénacq (Paléocène-Yprésien), dans la région de Gan (Yprésien) et dans celle de Lahosse (Rupélien). Plusieurs sites classiques sont aussi présentés et actualisés. Un intérêt particulier est porté au remplissage du paléocanyon de Saubrigues, avec des dépôts s'étageant du Chattien au Langhien. La stratigraphie de tous les niveaux examinés est précisée par des analyses de nannoplancton calcaire et, pour plusieurs coupes, des données paléocéologiques sont apportées à partir de l'examen des otolithes de poissons et du microbenthos (foraminifères, ostracodes). On dispose ainsi pour le Cénozoïque d'Aquitaine méridionale d'un ensemble de localités de référence pour toutes études complémentaires. Ces localités présentent en outre l'intérêt d'être bien échelonnées dans le temps et d'illustrer la variété des faciès que l'on observe dans la série sédimentaire marine de cette région.

**ABSTRACT.** – The present paper presents the guide book of the excursion of the « Groupe d'Étude du Paléogène » in southern Aquitaine (4-6 september 2000), organized by the authors. Numerous Paleogene sections are discussed. Several of them were never described in detail previously : various sections on the Lespontes river at Saint-Lon-les-Mines (Middle and Upper Eocene), others on the road from Gan to Rébenacq (Paleocene-Ypresian), in the Gan area (Ypresian) and at Lahosse (Rupelian). Several classic sites are also presented and updated. Special attention has been given to the filling of the Saubrigues paleocanyon, with deposits ranging from Chattian to Langhian age. The stratigraphy of all studied levels is detailed with calcareous nannoplankton analyses, and for several sections, paleoecological data based on the analysis of fish otoliths and microbenthos (foraminifers, ostracods) are presented. This provides a series of southern Aquitaine reference localities for any complementary study. Moreover, these localities are well calibrated in time and exemplify the wide variety of facies that can be observed in the marine sedimentation realm of this region.

**Mots-clés :** Aquitaine (Sud-Ouest France) – Paléogène – Néogène – Affleurements – Stratigraphie – Environnements.

**Key-words :** Aquitaine (SW France) – Paleogene – Neogene – Outcrops – Stratigraphy – Environments.

### STRUCTURE ET HISTOIRE GÉOLOGIQUE DU BASSIN D'AQUITAINE, DU CRÉTACÉ SUPÉRIEUR À L'ÉOCÈNE

L'Aquitaine, ancien golfe de l'Atlantique, constitue une région naturelle correspondant à un important bassin sédimentaire largement ouvert sur

l'Océan. Vers le nord, ce bassin est délimité par le Massif Armoricaïn, vers le sud par la Chaîne des Pyrénées, et du côté du continent, par le Massif Central. Nos données concernant la structure et l'histoire géologique du bassin sont essentiellement empruntées aux travaux suivants : « Géologie du Bassin d'Aquitaine », par une équipe de géologues du B.R.G.M., de ELF-RE, de ESSO-REP et de la

\* Institut royal des Sciences naturelles de Belgique, 29, Rue Vautier, 1000 Bruxelles, Belgique.

\*\* Laboratoire de Recherches et Applications géologiques, Université de Bordeaux I, 351, Cours de la Libération, 33405 Talence Cedex, France.

SNPA (1974), Kieken et Thibault (1972, 1975), Pomerol (1973), Le Pochat et Thibault (1977), Cahuzac (1980) et Cavalier *et al.* (1997).

Dans la région située au nord de l'embouchure de la Gironde et dans le nord-est du bassin, seuls des sédiments d'âge mésozoïque sont connus, sans aucune couverture cénozoïque. Plus au sud, depuis l'embouchure de la Gironde jusqu'aux Pyrénées, et s'étendant jusque dans la région de Carcassonne, une aire très vaste est comblée de sédiments cénozoïques. Ceux-ci sont d'origine marine du côté atlantique et continentale vers l'intérieur du bassin. Toutefois, sur la bordure nord des Pyrénées, des sédiments marins du Paléocène et de l'Éocène inférieur sont connus jusqu'à Carcassonne, où ils affleurent ; dans une large région intermédiaire, ils sont recouverts de dépôts d'origine continentale dont l'épaisseur totale peut atteindre 2500 m. Du point de vue structural, le Bassin d'Aquitaine se compose d'une plate-forme nord-aquitaine et d'un profond sillon pré-pyrénéen, séparés par une région médiane (Fig. 1).

La plate-forme nord-aquitaine est limitée au sud par une ligne de flexure allant d'Arcachon à Toulouse (Fig. 1). Cette flexure, dite « celtaquitaine », se prolonge dans l'Atlantique et rejoint le bord de la plate-forme bretonne. Elle prit place déjà au Trias. Sur la plate-forme nord-aquitaine reposent à l'ouest, dans le Médoc et le Bordelais, des formations néritiques et à l'est, des séries continentales alimentées par

le Massif Central. La puissance du Tertiaire y est inférieure à 600 m.

Le sillon pré-pyrénéen est le vestige d'un golfe profond (voir reconstructions paléogéographiques de Plaziat, 1981) qui existait dans le sud de l'Aquitaine durant le Crétacé supérieur. Ce golfe, dit sous-pyrénéen, occupait alors une grande partie du domaine pyrénéen et se prolongeait à l'est jusqu'aux Corbières. A la fin du Crétacé, la mer se retira progressivement de la plate-forme nord-aquitaine. Toutefois, au cours du Paléocène et de l'Éocène inférieur, une sédimentation marine considérable eut encore lieu dans le sillon pré-pyrénéen ; son comblement est ainsi progressivement effectué d'est en ouest. Par conséquent, durant l'Éocène la ligne de rivage se déplaça progressivement vers l'ouest.

L'orogénèse pyrénéenne a fait l'objet de deux synthèses récentes de Gély et Sztrakos (2000 et 2001) qui voient, après des phases de subsidence au Paléocène et à l'Yprésien, une phase de plissement antélutétienne, une phase de plissements et failles avec discordances angulaires au Bartonien, puis la mise en place des terrains allochtones de Biarrotte, Labenne et Bélus au Rupélien. Les apports détritiques provenant de ces reliefs émergés sont d'une telle importance qu'ils comblent la partie orientale du golfe aquitain (plus de 2500 m de molasses continentales dans le Bassin de Pamiers, au sud de Toulouse). La partie résiduelle du Sillon pyrénéen est déjà largement comblée à partir de la zone à *Nummulites planulatus* (dépôts littoraux) de l'Yprésien, mais la subsidence continuant, elle reçoit des dépôts continentaux dans la partie est et centrale durant l'Éocène moyen et supérieur. Pendant l'Éocène moyen, le Sillon et donc le centre de dépôt se déplace vers l'W/NW et une sédimentation marneuse profonde à microfaune planctonique atteint une épaisseur de 1000 m dans la région du Bas-Adour (Marnes de Gascon et de Miretrain). Les dépôts pélagiques qui s'étendent de Biarritz à Parentis sont limités à l'est par la plate-forme, en forme de demi-cercle. En Chalosse se déposent des couches d'origine plus néritique (Couches de Jeangazé vers la limite Yprésien-Lutétien, Couches de Nousse, Calcaire d'Aspremont au Lutétien, Formation de la Fontaine de la Médaille et Formation de Brassempouy au Bartonien). Notons encore que l'orogénèse de la partie ouest des Pyrénées provoqua une avancée du front de chevauchement nord-pyrénéen sur l'avant-pays aquitain. Pour l'unité chevauchante de Peyrehorade, le déplacement vers le nord/nord-ouest est estimé de l'ordre de 30 à 40 km (Gély et Sztrakos, 2001). Entre Lacq et la côte atlantique, cette nappe de charriage (Fig. 2) est constituée d'un ensemble de ter-

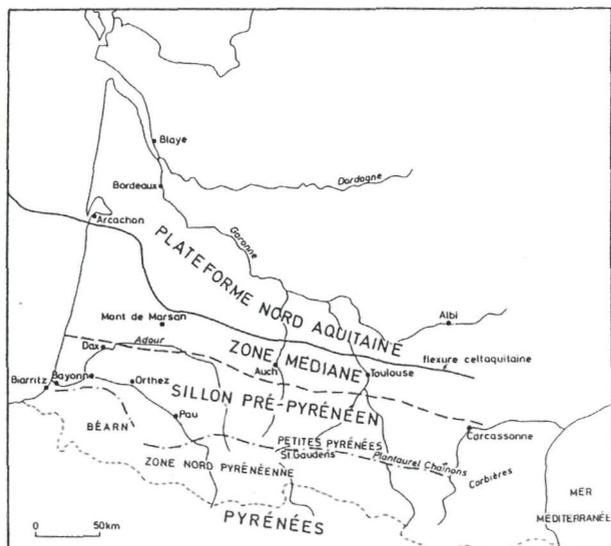


FIG. 1. – Structure d'ensemble du Bassin d'Aquitaine (d'après Kieken, 1973 et Pomerol, 1973, modifié).

Structure of the Aquitaine Basin (after Kieken, 1973 and Pomerol, 1973, modified).

rains, d'âge Éocène inférieur à Trias, recouvrant anormalement les sédiments éocènes préalablement déposés dans la partie sud-ouest du sillon pré-pyrénéen. Cet ensemble de terrains, parfois interprété comme des olistostromes et des klippes sédimentaires à l'avant du front nord-pyrénéen (Kieken et Winnock, 1973), correspondrait, d'après Gély et Sztrakos (2001), à un empilement de nappes chevauchantes dont la mise en place doit être située au Rupélien [Notons que nous avons choisi d'écrire ainsi cet étage « Rupélien », au lieu de « Rupélien », de par son

étymologie faisant référence aux argiles du « Rupel » en Belgique].

**La zone médiane** (Fig. 1), située entre la plateforme nord-aquitaine et le sillon pré-pyrénéen, comprend une partie occidentale plus subsidente et une partie orientale qui se relève en pente douce de la région de Mont-de-Marsan jusqu'à Toulouse. Toutefois, les dépôts éocènes de cette zone sont partout recouverts de sédiments plus récents.

Durant l'Oligocène et le Néogène, certaines transgressions dépassent les limites des côtes de l'Éocène supérieur de près de 50 km ; le Bassin d'Aquitaine se comble entièrement de sédiments (d'origine marine à l'ouest et d'origine continentale à l'est), pour acquiescer finalement sa disposition actuelle.

Concernant le cadre structural particulier de la région qui concerne notre excursion, la coupe SW-NE, à la latitude de Suzanne – Audignon illustre bien la géologie profonde (Fig. 3).

### STRATIGRAPHIE

Parmi les travaux plus anciens traitant de la stratigraphie de l'Éocène du Bassin d'Aquitaine, on doit citer avant tout ceux de Boussac (1911) sur les falaises de Biarritz, de Douvillé (1919) sur l'Éocène inférieur et de Daguin (1948) sur l'Aquitaine occidentale. La thèse inédite de Boulanger (1968) sur l'Aquitaine méridionale demeura pendant longtemps une source de référence de grande importance pour la géologie de surface de la Chalosse, du Béarn et du Bas-Adour, mais il faut attendre la parution des cartes géologiques de Hasparren, de Saint-Vincent-de-Tyrosse (Kieken et Thibault, 1972, 1975) et de Dax (Le Pochat et Thibault, 1977) pour qu'on

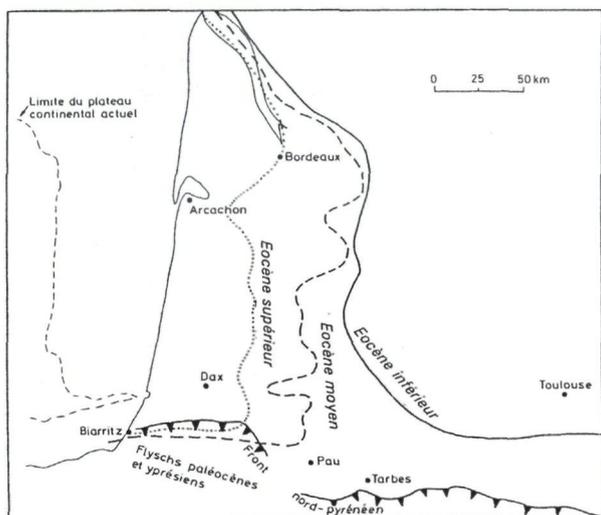


FIG. 2. – Position des lignes de rivage en Aquitaine pendant l'Éocène. Les limites méridionales ne peuvent être tracées avec précision, à cause de l'orogénèse pyrénéenne ayant provoqué le chevauchement de la partie méridionale du bassin (d'après Kieken, 1973 et Pomerol, 1973, modifié).

*Position of the Eocene shorelines in Aquitaine. The southern limits cannot be traced exactly because the southern part of the Basin is overthrust, as a result of the Pyrenean orogenesis (after Kieken, 1973 and Pomerol, 1973, modified).*

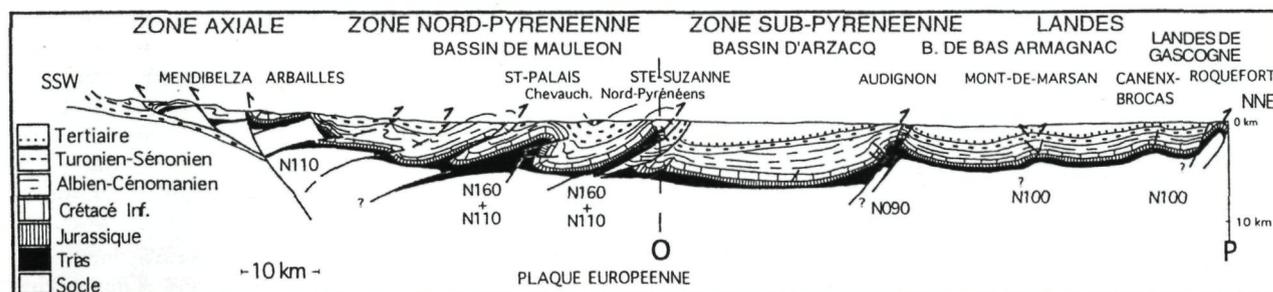


FIG. 3. – Coupe géologique schématique du sud du Bassin aquitain et du nord des Pyrénées (d'après Rocher, 1999 ; Rocher *et al.*, 2000) ; voir localisation de cette coupe sur la Fig. 20.

*Generalised geological section through the southern Aquitaine Basin and the northern Pyrenees ( after Rocher, 1999 ; Rocher *et al.*, 2000) ; see also fig. 20 for the location of the section.*

puisse disposer de données topographiques vraiment utilisables sur le terrain.

L'ouvrage collectif « Géologie du Bassin d'Aquitaine » (1974) fournit des cartes d'isopaches et de faciès pour chaque niveau stratigraphique, ainsi que de nombreuses coupes montrant clairement la structure et la lithologie pour l'ensemble du bassin à l'Éocène inférieur, moyen et supérieur. Par suite de l'approche très générale de ce travail, la nature des sédiments n'y est exprimée qu'en termes purement descriptifs. Ce n'est que très récemment que les travaux de Sztrakos (1996) et Sztrakos *et al.* (1997, 1998) fournissent une nomenclature lithostratigraphique moderne pour les terrains qui nous concernent. C'est sur ces derniers travaux qu'est basé le tableau lithostratigraphique de la Fig. 4.

Pour ce qui est du cadre biostratigraphique, il faut surtout citer les travaux de Sztrakos (2000) et de Mathelin et Sztrakos (1993) pour la micropaléontologie à l'Éocène. Une première tentative de corrélation entre la zonation fondée sur les grands foraminifères et celle établie sur le nannoplancton calcaire fut entreprise par Kapellos et Schaub (1973). La synthèse de Schaub (1981) sur les nummulites et assilines de la Téthys paléogène fournit de très nombreuses données sur les grands foraminifères éocènes et leurs gisements en Aquitaine méridionale. Pour les grands foraminifères de l'Oligo-Miocène, la synthèse de Cahuzac et Poignant (1997) est largement basée sur des observations faites dans le Bassin d'Aquitaine. La micropaléontologie de l'Oligocène supérieur et du Miocène inférieur et moyen du Paléocanyon de Saubrigues a fait l'objet d'une synthèse de Cahuzac *et al.* (1995), basée essentiellement sur l'étude du nannoplancton calcaire.

## GISEMENTS VISITÉS

– PREMIÈRE JOURNÉE (Fig. 5) : étude de l'Éocène supérieur dans la coupe du ruisseau de Lespontes (Saint-Lon-les-Mines) ; observation des marnes yprésiennes au N de Saint-Étienne-d'Orthe ; étude des niveaux successifs (Chattien à Langhien) dans le Paléocanyon de Saubrigues ; observation des sables de l'Oligocène inférieur près de l'Étang d'Yrieu.

SAINT-LON-LES-MINES, RUISSEAU DE LESPONTES (Voir aussi étude détaillée de Steurbaut, Sztrakos et Nolf, ce volume)

La coupe du ruisseau de Lespontes a été sommairement décrite par Boulanger (1968, p. 212 et 215). Les riches gisements dans les Marnes de Brihande près de Bignaou ont livré une partie importante des otolithes priaboniennes décrites par Nolf (1988). En 1995, la série du ruisseau de Lespontes a été levée en détail par Nolf et Steurbaut, et c'est de cette étude que résulte le plan de la Fig. 6. La partie inférieure de la coupe (gisements de Bagats et de Bignaou) reste bien accessible aujourd'hui, mais la coupe de la grande falaise E (Fig. 7 et 8), qui offre la plus belle succession dans les Marnes de Brihande, se prête moins à une visite rapide. En mai 2000, nous avons trouvé la partie inférieure (en-dessous du banc gréseux Es) de cette falaise complètement envahie par la broussaille, tandis que l'accès à la partie supérieure est dangereuse sans l'usage de cordes. Notons encore que le niveau d'eau du Lespontes est sujet à de fortes crues par temps de pluie, ce qui inonde alors la plupart des affleurements.

Sztrakos (2000) a étudié les foraminifères de quelques échantillons provenant de la collection de feu D. Boulanger (notés DB), mais ceux-ci sont imprécisément localisés. Pour autant que l'on puisse interpréter la localisation de ces échantillons, les Marnes de Miretrain, situées au sud des grandes masses de glauconie qui affleurent à partir de l'angle SW de l'usine de Bagats, appartiennent au Lutétien supérieur – Bartonien basal, Zone à *Morozovella lehneri* de Toumarkine et Luterbacher (1985) (analyse de nos échantillons Y et Z), tandis que tous les échantillons des Marnes de Brihande situés entre les points A et W de notre carte appartiennent au Priabonien, Zone à *Globigerinatheka seminvoluta* des mêmes auteurs. L'échantillon DB 491 (Sztrakos, 2000, p. 152) correspond probablement à notre point A ou B, et le DB 492 doit être un niveau non précisé dans la falaise E. Les grosses masses de glauconie affleurant du côté SW de l'usine de Bagats n'ont apparemment pas été observées par Boulanger, mais il est évident que les lieux ont fort changé depuis. Boulanger (1968) parle de la maison et du moulin de Bagats, alors qu'actuellement une grande usine pour traitement de maïs occupe l'endroit.

### Arrêt 1 : Bagats (Fig. 6)

– points Y et Z : Marnes de Miretrain, partie basale de la Zone à *Morozovella lehneri* de Toumarkine et Luterbacher (1985) et Zone NP 15 de Martini



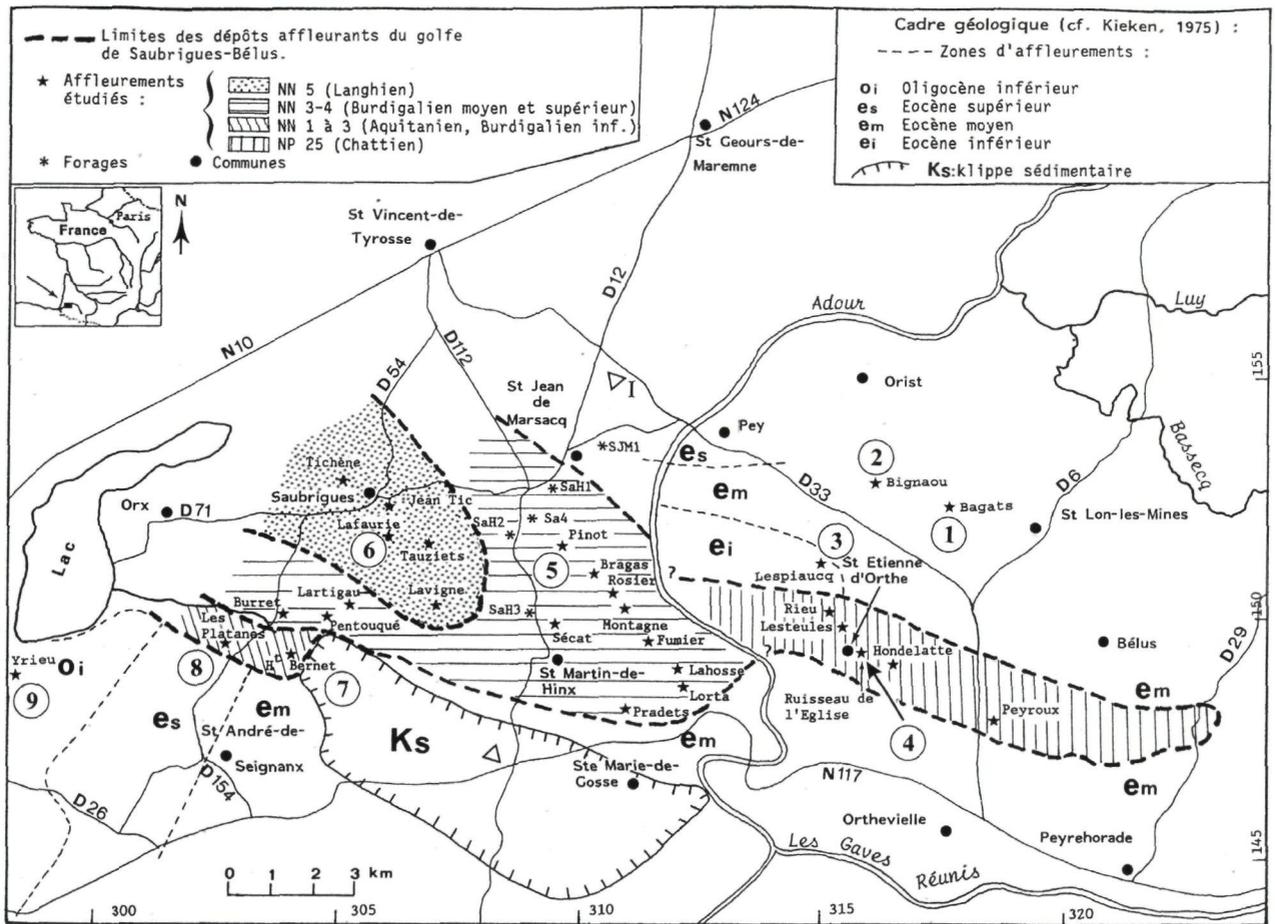


FIG. 5. – Aperçu des gisements visités pendant la première journée de l'excursion, des principaux affleurements dans le Paléocanyon de Saubrigues – Bélus et du cadre géologique autour du Paléocanyon ; carte de base d'après Cahuzac *et al.* (1995). Si l'on accepte l'hypothèse de Gély et Sztrakos (2001), la structure « klippe sédimentaire » marqué Ks dans la figure, devrait être interprétée comme un empilement de nappes chevauchantes.

Map indicating the localities visited during the first day of the excursion, the main exposures in the Saubrigues Paleocanyon and the geological surroundings of the Paleocanyon ; base map after Cahuzac *et al.* (1995). Accepting the hypothesis of Gély and Sztrakos (2001) the structure « sedimentary klippe », marked Ks on the figure, should be interpreted as an accumulation of overthrust nappes.

(1971) ou Zone CP 13 de Okada et Bukry (1980). Un bon affleurement d'accès très facile des mêmes marnes existe aussi au point  $x = 318.200$ ,  $y = 3152.000$ , dans le talus de la route, près du pont sur le Lespontes (point 1, au SSE de l'usine de Bagats).

– série I à VII : « Complexe glauconieux » : complexe de grès et de marnes gréseuses, tous très glauconifères. Ce complexe, dont la base est d'âge Bartonien (partie supérieure de la Zone à *Truncorotaloides rohri*, P 14) est fort tectonisé, à cause de sa position proche de l'accident de Saint-Lon-les-Mines.

La position exacte des divers compartiments séparés par des petites failles ne peut être précisée, mais il est probable que l'épaisseur totale de ce « complexe » atteint au moins 10 m. Ces niveaux sont riches en petites dents de requins squaliformes.

– Points W et V, situés de part et d'autre du tunnel qui passe sous l'usine de Bagats : Marnes de Brihande, Priabonien, Zone à *Globigerinatheka semivoluta*. Le gisement W constitue le premier affleurement des Marnes de Brihande, dont les niveaux stratigraphiques se succèdent en descendant le cours du Lespontes.

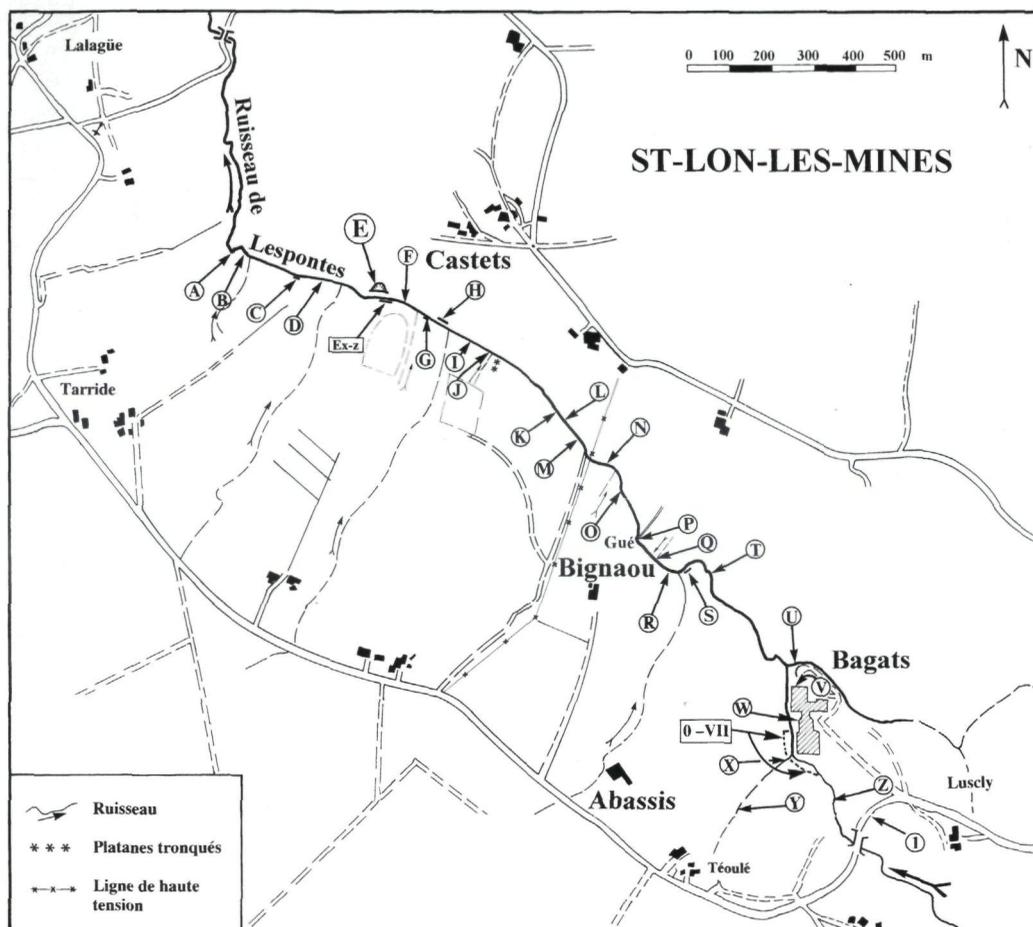


FIG. 6. - Carte des affleurements sur le Ruisseau de Lespontes, au NW de Bagats (Saint-Lon-les-Mines).  
 Map of the exposures on the Lespontes River, NW of Bagats (Saint-Lon-les-Mines).

## Arrêt 2 : Gué de Bignaou

Ce gisement bien accessible fournit un bon affleurement dans les Marnes de Brihande fossilifères : Priabonien, Zone NP 20 (datation de Steurbaut *in* Nolf, 1988, p. 26). Il est cité dans ce travail (site P, Fig. 6), mais la majeure partie des otolithes de poissons de Bignaou étudiées par Nolf provient d'un point mal exposé aujourd'hui et situé sur la rive droite du ruisseau, à environ 50 m en aval du gué. Un autre point bien accessible et fossilifère ayant livré de nombreuses otolithes se situe dans une petite falaise au point O, où l'on trouve aussi d'assez nombreux mollusques, généralement de petite taille. Tous ces gisements ont livré des associations variées, riches en poissons mésopélagiques, qui traduisent un environnement néritique profond, bien exposé au domaine océanique.

Des échantillons de gisements situés plus haut dans la stratigraphie compte tenu du pendage nord observé (divers prélèvements dans la falaise E [Ez, E6, E9], affleurements Ex et Ey, point A ; cf. Fig. 6-8) ont fourni des associations d'otolithes fort semblables.

## GISEMENT DANS L'YPRÉSIEN

### Arrêt 3 : Saint-Étienne-d'Orthe, Lespiaucq

Gisement sur le ruisseau de Castreyan (x = 315.800, y = 3150.650) ; Marnes de Donzacq inférieures, de faciès profond : faciès « Marnes de Gascon », marnes hémipélagiques gris verdâtre de

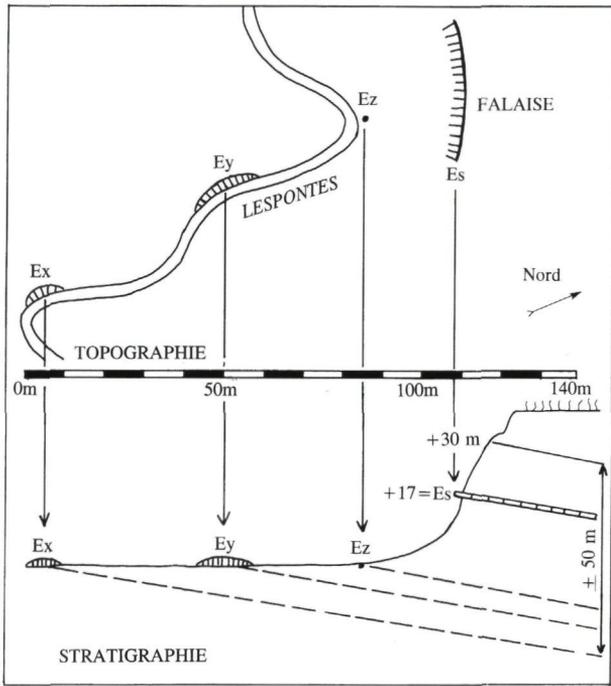


FIG. 7. – Aperçu topographique et stratigraphique aux environs de la falaise E sur le Ruisseau de Lespontes (voir Fig. 8 pour la coupe détaillée de la falaise).

*Surroundings and stratigraphy of the cliff E on the Lespontes River (see Fig. 8 for a detailed section of the cliff).*

l'Yprésien, sommet de la Zone NP 13 (datation E. Steurbaut). Ce point correspond vraisemblablement à l'échantillon DB 684, cité par Sztrakos (2000, p. 153), et placé dans la Zone à *Acarinina pentamerata* de l'Yprésien supérieur.

**GISEMENTS DANS LE PALÉOCANYON DE SAUBRIGUES**

A partir du Chattien (Zones NP 24-25), on trouve dans l'axe de prolongement vers l'est de l'actuel Gouf de Capbreton, une série de dépôts marneux, argileux et silteux, entaillant fortement les couches sous-jacentes (Fig. 5 et 9). Cette structure, appelée « Paléocanyon de Saubrigues-Bélus », constitue apparemment le prolongement fossile de l'actuel gouf vers l'intérieur du pays. Dans le forage Saubrigues H2 (Fig. 9), les « Marnes de Saubrigues » atteignent une épaisseur de 460 m (Cuvillier *et al.*, 1949 ; Kieken et Thibault, 1975).

Dans le pays d'Orthe, à l'est de l'Adour, les dépôts chattiens comblent la partie amont (orientale) du paléocanyon. Ce dernier a vraisemblablement été

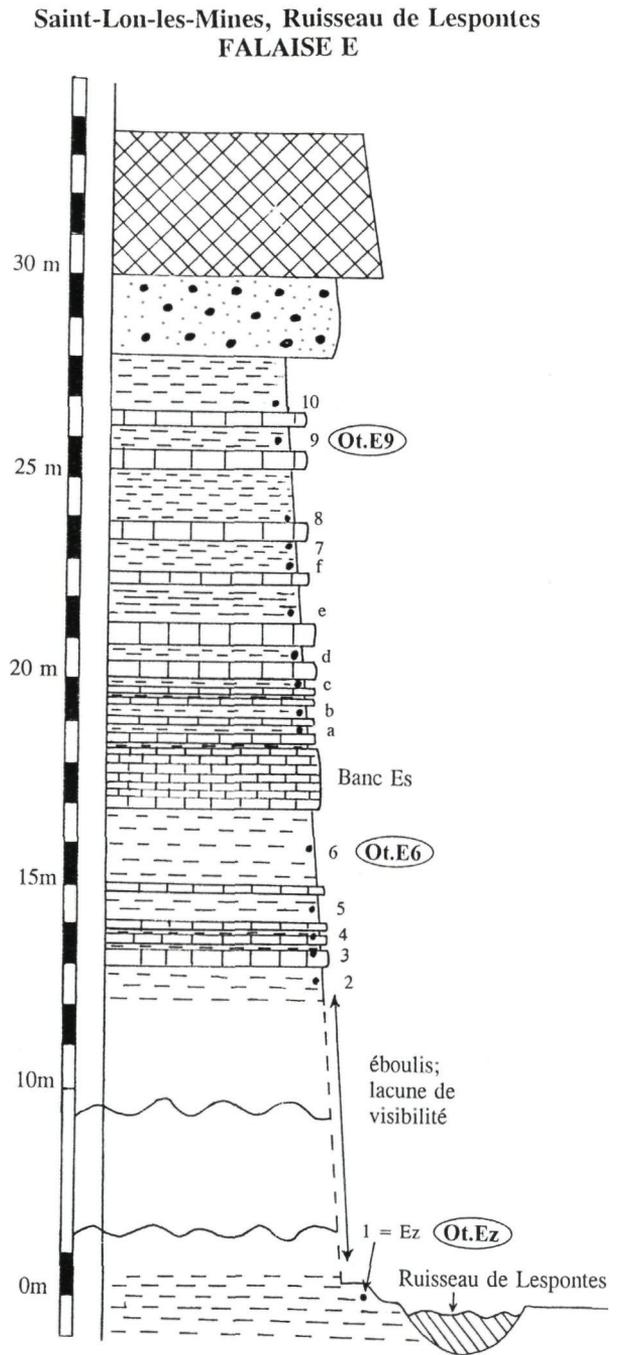


FIG. 8. – Coupe détaillée de la falaise au point E sur le Ruisseau de Lespontes. Ot. = échantillons pour l'étude des otolithes de poissons ; chiffres et lettres = échantillons pour l'étude micropaléontologique.

*Detailed section of the cliff on point E of the Lespontes River. Ot. = fish otoliths sampling points ; figures and letters : micropaleontological sampling points.*

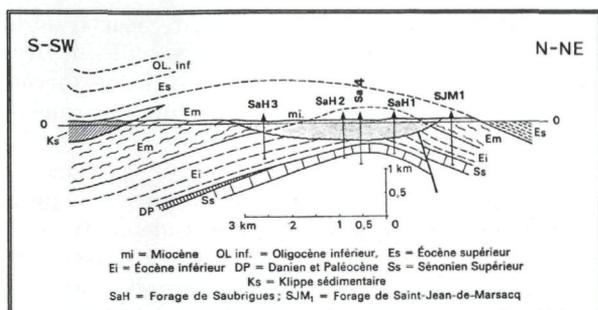


FIG. 9. – Coupe schématique dans la région de Saubrigues (Bas-Adour), d'après Kieken (1973). Selon l'interprétation de Gély et Sztrakos (2001), la partie gauche du dessin (Klippe sédimentaire Ks et une portion des couches qui se trouvent au-dessous) serait constituée d'un empilement de nappes chevauchantes, séparée du reste de la coupe par un front de chevauchement.

*Generalised section in the Saubrigues area (Bas-Adour), after Kieken (1973). Accepting the hypothesis of Gély and Sztrakos (2001), the left part of the drawing (Sedimentary klippe and part of the beds below) should be formed by an accumulation of overthrust nappes, separated from the rest of the section by an overthrusting front.*

creusé au début du cycle eustatique très régressif TB 1-1 dans la partie moyenne de l'Oligocène (Cahuzac *et al.*, 1995). Pour Gély et Sztrakos (2001, p. 510) ce paléocanyon pourrait aussi être lié à la forte érosion de la zone frontale du chevauchement nouvellement mis en place au Rupélien (Zone NP 23). Dans cette zone en forme de gouttière étroite, les faciès chattiens sont infralittoraux à l'est (marnes dominantes entre Bélus et Peyrehorade : Lozouet, 1986 ; localement calcaires récifaux au gisement de la Téoulère, à Peyrehorade : Cahuzac et Chaix, 1994, 1996), et s'approfondissent vers l'ouest (marnes circalittorales à épibathyales à Saint-Étienne-d'Orthe). Juste à l'ouest de Saint-Étienne-d'Orthe, les dépôts tertiaires sont complètement masqués par les alluvions quaternaires de la vallée de l'Adour. À l'ouest du fleuve, le Chattien marin n'est plus connu à l'affleurement et l'on rencontre directement la série miocène.

Dans le forage SaH1 (Fig. 5 et 9), le Miocène marin repose en discordance sur des marnes de l'Éocène inférieur. La série miocène traversée relève essentiellement du Miocène inférieur dont les Zones NN 1, NN 2 et NN 3-4 ont été reconnues (Cahuzac *et al.*, 1995, p. 68) ; elle est recouverte en discordance par 50 m de dépôts quaternaires. La figure 5 donne un aperçu des principaux affleurements et montre que les niveaux les plus anciens (Miocène inférieur) se situent vers le centre-est du paléocanyon et sur sa périphérie (au sud, à l'est et au nord-est). Les dépôts

les plus jeunes (Langhien) occupent la partie ouest et nord-ouest. Il semble que le centre de sédimentation se soit progressivement déplacé vers le nord-ouest pendant le Burdigalien supérieur et le Langhien.

Une documentation plus détaillée sur la biostratigraphie des sédiments remplissant le paléocanyon est fournie par Cahuzac *et al.* (1995). Ces sédiments ont aussi livré une faune malacologique très riche, renfermant de nombreuses espèces nouvelles (Lozouet, 1986, 1997, 1999). Tous les niveaux contiennent des associations d'otolithes très diversifiées. La faune de poissons (plus de 80 taxa) des gisements langhiens de Jean Tic (maintenant remblayé) et Tauziets a été publiée par Steurbaut (1979 et 1984), et celles du Chattien et de l'Aquitaniens sont partiellement connues (Steurbaut, 1982 et 1984). Depuis ces travaux, de nombreux gisements nouveaux dans tous les niveaux stratigraphiques du paléocanyon ont livré des associations d'otolithes diversifiées (Nolf et Brzobohaty, ce volume). Des résultats partiels ont été publiés par Nolf et Brzobohaty (1994 et 1997). La plupart de ces associations sont riches en poissons mésopélagiques, avec cependant un ajout important de poissons côtiers. L'absence ou la grande rareté de poissons benthiques de la pente continentale indique une sédimentation circalittorale sous des eaux parfois assez profondes, mais rarement supérieures à 200 m. Les associations les plus profondes ont été recensées au Chattien (Marnes de Saint-Étienne-d'Orthe, gisement de Lestelle ; x = 316.075, y = 3149.650).

#### Arrêt 4 : Saint-Étienne-d'Orthe, ruisseau de l'Église

Gisement classique dans les Marnes de Saint-Étienne-d'Orthe (x = 316.500, y = 3149.150). Chattien, Zones planctoniques P22 de Blow et NP 25 de Martini, zone SB23 des grands foraminifères de Cahuzac et Poignant (1997). Environnement circalittoral profond. Principale littérature récente : Steurbaut, 1984 (otolithes de poissons), Lozouet, 1997 et 1999 (gastéropodes), Zorn et Janssen, 1993 (mollusques holoplanctoniques).

On observe dans cette coupe des marnes grises à gris-bleu, à lentilles ou passées plus sableuses et plus carbonatées bioclastiques. La microfauve benthique y est diversifiée. Les ostracodes comptent une trentaine d'espèces ; dans les niveaux marneux, on note une association de formes circalittorales à épibathyales et de formes infralittorales sans doute apportées depuis la plate-forme (Bekaert *et al.*, 1991, et observ. person. de O. Ducasse et B. Cahuzac). Les

taxons d'affinités profondes sont notamment représentés par *Henryhowella asperrima*, *Protoargilloecia*, *Cytheropteron*, *Pontocyprilla*, *Cytherella consueta*, *C. inaequalis*, *C. transversa*.

Le microbenthos de foraminifères est abondant et diversifié, avec plus de 150 espèces (voir Poignant, 1967 ; Cahuzac et Poignant, 1992 et ce volume, où une révision de l'association des foraminifères benthiques est présentée). On rencontre notamment des *Rectobolivina* et *Bolivina* abondantes (formes vasicoles), des *Almaena* très fréquentes, les genres *Paralabamina*, *Seabrookia*, *Escornebovina*, *Robertinoides*, d'une manière générale beaucoup de Nodosariacea : nombreuses lenticulines, dentalines, amphicorynes, frondovaginulines, également *Stilostomella*, *Sphaeroidina bulloides*, *Tubulogenerina lunata*, ainsi que des agglutinés (*Spirorutilus*, *Vulvulina*) et des porcelanés (*Cycloforina*, *Quinqueloculina*...). L'association des niveaux de marnes correspond à des milieux de plate-forme externe à haut du talus ; les taxons d'affinités profondes sont bien représentés, notamment au sein des genres *Glandulina*, *Lenticulina*, *Laevidentalina*, *Marginulina*, *Pseudonodosaria*, *Plectofrondicularia*, *Stilostomella*, *Gyroidinoides*, *Hoeglundina*, *Uvigerina*, *Oridorsalis*. Les grands foraminifères sont présents dans les lentilles calcaréosableuses, issues de coulées depuis les zones littorales vers le paléocanyon, qui était probablement assez étroit dans cette région : lépidocyclines, *Miogypsinoides complanatus* (localité-type), *Grzybowskiia asilinoïdes*, *Planostegina*, *Operculina complanata*, *Spiroclypeus blanckenhorni ornata*, associés à des foraminifères fixés (*Victoriella*, *Carpenteria*, *Wadella*).

#### Arrêt 5 : Saint-Jean-de-Marsacq, Pinot

Grande marnière et divers affleurements aux environs immédiats (Fig. 10). Marnes de Saubrigues, intervalle Burdigalien supérieur, Zones NN 3-4 (Cahuzac *et al.*, 1995).

Les niveaux les plus bas de la série se situent dans le ruisseau de Pinot, près de la lisière E du bois (point VIII) et appartiennent au Burdigalien supérieur, Zones NN 3-4 (Cahuzac *et al.*, 1995). On monte dans la stratigraphie en suivant le ruisseau en amont. Vers 40 m avant le pont, les couches plongent d'environ 5° vers l'ouest, ce qui indique que l'on monte plus rapidement dans la stratigraphie que ne le suggère la pente du ruisseau. Si le pendage visible en ce point était constant dans toute la série, cela situerait le point VIII à près de 50 m au-dessous de la grosse dalle calcaire visible dans la grande marnière

(point I), mais cela est assez spéculatif. Juste avant le pont, on observe un niveau riche en coquilles de *Glycymeris cor*, avec quelques coraux branchus (*Stylophora rugosa*) (point VII). Les anciennes marnières dans le bois sont plus difficiles à repérer. A 185 m du pont, une petite saignée en rive droite du ruisseau débouche près d'une rangée de platanes tronqués, perpendiculaire au ruisseau. En remontant cette saignée, on traverse une série de petits affleurements (IV, III, II), avant d'aboutir à la grande marnière (I), à 120 m au sud du ruisseau. Les relations géométriques indiquées entre les gisements I à IV ont été mesurées. Plusieurs autres affleurements sont encore visibles dans les environs immédiats : petite marnière VI indiquée sur le plan ; cascade en amont sur le ruisseau, également indiquée (V), et une ancienne marnière (en dehors du plan) située au point x = 309.750, y = 3151.100, sur un affluent en rive droite qui se jette dans le ruisseau de Pinot vers la lisière du bois, du côté est de notre plan.

La microfaune benthique est bien conservée et abondante (Cahuzac et Poignant, à paraître ; et ce volume) et sensiblement homogène selon les niveaux. Parmi les foraminifères, il y a peu de grandes formes (rares operculines et planostégines, à tests assez petits, dans le niveau inférieur : point VII du ruisseau). Les petits foraminifères sont nombreux, dominés par les espèces à test hyalin. L'association correspond à un milieu de bas de zone infralittorale ; on peut noter la présence de formes littorales, variées, comme *Elphidiella cestasensis*, *E. vigneauxi*, *Elphidium crispum*, *E. macellum*, *E. fichtelianum*, *Falsocibicides aquitanicus*, *Biasterigerina planorbis*, *Ammonia beccarii*, *A. propingua*, ainsi que celle de formes porcelanées assez diversifiées (genres *Quinqueloculina*, *Pyrgo*, *Triloculina*, *Sinuloculina*, *Spiroloculina*, *Cycloforina*), et des arénacés des genres *Textularia* et *Spirorutilus*. Quelques taxons pouvant vivre à une profondeur plus forte semblent ici indiquer que le milieu était bien ouvert vers l'océan, le golfe de Saubrigues étant largement développé vers l'ouest au Burdigalien supérieur (Fig. 5) ; on rencontre ainsi *Plectofrondicularia raricosta*, *Glandulina laevigata*, *Saracenaria italica*, *Melonis pompilioides*, *Gyroidinoides umbonatus*, *Oridorsalis umbonatus*.

L'ostracofaune de la coupe de Pinot, avec près de 110 taxons, est une des plus diversifiées du Miocène de la région (B. Cahuzac et O. Ducasse : observ. person.). Elle se compose d'espèces vivant sur la plate-forme, les groupes les plus fréquents étant de type néritique interne et euhalin, et se rapportant en particulier aux Loxoconchidae et à *Cyamocytheridea strigulosa*, *Cytheromorpha*, *Tenedocythere*, *Hermantites*, *Callistocythere*, *Xestoleberis*, *Sagmatocythere*



Marnes finement sableuses, riches en organismes variés (mollusques, foraminifères, ostracodes, otolithes de poissons). Le sédiment contient d'assez nombreux débris organiques (bois). La microfaune recueillie à Lafaurie est bien conservée et abondante. L'ostracofaune compte 70 espèces, le milieu pouvant correspondre au bas de la zone infralittorale (Ducasse et Cahuzac, 1996) ; trois formes sont dominantes : *Loxoconcha punctatella*, *Neocytherideis linearis*, *Olimfalunia plicatula*. Les genres *Aurila*, *Bosquetina*, *Callistocythere*, *Cytheretta*, *Cytherelloidea*, *Cytheromorpha*, *Paracytheridea*, *Pontocythere*, sont bien représentés. La présence de quelques formes d'affinités un peu plus profondes (*Costa*, *Rectobuntonia*) montre que le milieu était bien ouvert vers le large. D'après les associations d'ostracodes, on peut au Langhien suivre régionalement selon les sites le passage de milieux infralittoraux à des milieux circalittoraux, l'approfondissement étant bien marqué par exemple à Tichène 1 (= Monte-Cristo) et Tichène 2, au NW de Lafaurie (Fig. 5).

Les foraminifères benthiques sont diversifiés (plus de 80 taxa ; Cahuzac et Poignant, 2000). Les espèces communes sur la plate-forme sont prépondérantes, appartenant aux *Reussella* (5 espèces), *Coryphostoma*, *Nonion*, *Cibicides*, *Cibicidoides*, *Hanzawaia*, *Cancris*, *Neorotalia*, *Pararotalia* (*P. serrata*, *P. armata*, *P. canui*), astérigérines, *Elphidium*, *Elphidiella*, *Rosalina semiporata*, *Amphistegina*, *Ammonia* (*A. propingua*), avec quelques operculines. On peut aussi noter une certaine abondance de formes souvent considérées comme plutôt profondes, les lenticulines, accompagnées par des dentalines, marginulines, *Stilostomella*. Les porcelanés sont peu fréquents (quelques *Adelosina*, *Triloculina*, *Spiroloculina*), de même que les arénacés. De rares formes côtières, voire à tendance saumâtre, ont pu être apportées dans le milieu de dépôt (*Ammonia beccarii*, *Elphidium excavatum* sous les formae *excavata* et *williamsoni*). Globalement, un environnement de bas de plate-forme interne est probable au vu du microbenthos de foraminifères.

#### Arrêt 7 : Saint-Martin-de-Hinx, Haut-Bernet

Talus d'un sentier (x = 303.800, y = 3148.650). Marnes de Saubrigues, intervalle Aquitanien, Zone N 4 ; Zones NN 1 à NN 1-2 (Müller et Pujol, 1979 ; Cahuzac *et al.*, 1995).

Ces marnes grises contiennent une macrofaune rare et très dispersée (e.g. quelques oursins vasicoles et des Bivalves dont le Pectinidé *Amussiopecten praeahaueri*) et une abondante microfaune de foraminifères et d'ostracodes. Les associations du microbenthos correspondent à des milieux de type circalittoral à épibathyal. L'ostracofaune renferme plus de 50 taxons (Bekaert *et al.*, 1991, et observations personnelles de O. Ducasse et B. Cahuzac) ; plusieurs espèces profondes sont abondantes, comme *Buntonia*, *Cytherella* (4 espèces), *Cytheropteron* spp., *Krithe parvula*, *Parakrithe soustonsensis*, *Paracypris polita*, *Henryhowella asperrima*, *Cardobairdia*, associées à des formes infralittorales souvent phytiales (dont *Loxoconcha* spp., *Semicytherura*, *Cytheretta*, *Occultocythereis*, *Pontocythere*), apportées depuis des zones littorales.

Les foraminifères benthiques sont variés (plus de 110 espèces ; cf. Cahuzac et Poignant, ce volume). Comme à Saint-Étienne-d'Orthe, les Nodosariacea sont ici abondants, avec plusieurs espèces de lenticulines, marginulines, dentalines et le genre *Saraceniaria* ; on note aussi des cassidulines, *Pullenia*, *Sphaeroidina*, *Melonis*. Sont également bien représentées des formes vasicoles, telles que bolivines, reusselles, uvigérines, *Virgulopsis*, alors que les agglutinés et les porcelanés sont très rares. *Almaena escornebovensis* est encore présente et assez abondante (acmé à l'Oligocène) ; les grands foraminifères, notamment miogypsines et lépidocyclines, sont absents (sans doute en raison des conditions bathymétriques).

#### Arrêt 8 : Saint-André-de-Seignanx, Les Platanes

Petit affleurement dans le flanc sud de la vallée du ruisseau du Moulin de Navachon (x = 302.025, y = 3149.375). Marnes de Saubrigues, intervalle Burdigalien inférieur à moyen, Zones NN 2-3 (Cahuzac *et al.*, 1995). La coupe montre des marnes gris-bleu où s'intercalent deux bancs de grès calcaire induré.

L'association de foraminifères benthiques des niveaux marneux est riche (110 espèces) et correspond à un milieu de plate-forme externe. Les indicateurs profonds sont bien représentés, comme les Vaginulinidae et Nodosariidae, très abondants, alors que les formes plus littorales sont plus rares (par exemple, il y a très peu d'*Elphidium*, et pas d'*Elphidiella* ni d'*Ammonia*).

## GISEMENT DANS L'OLIGOCÈNE INFÉRIEUR

### Arrêt 9 : Saint-Martin-de-Seignanx, Moulin d'Yrieu.

Ancienne exploitation (x = 296.525, y = 3148.450). Sables d'Yrieu, Oligocène inférieur, Zone NP 21 (Steurbaut, 1983).

L'association de foraminifères benthiques est moyennement diversifiée et de type infralittoral. On y remarque notamment la présence de Nummulitidae (*Nummulites bouillei*, *Operculina complanata*, *Planostegina costata*), bolivines, *Almaena abrardi*, Rotaliidae, *Anomalinoïdes*. Dans les Sables d'Yrieu sont aussi citées localement *Nummulites vascus* et *N. fichteli* (Kieken et Thibault, 1975). Ces deux espèces sont également présentes dans le gisement du sud de l'étang d'Orx (commune de Saint-André-de-Seignanx ; x = 299.100 ; y = 3148.825 ; à 2,5 km à l'E/SE du site du Moulin d'Yrieu), qui montre le même faciès de sables fins ; elles y sont associées à *Chapmanina gassinensis*, forme relique de l'Éocène, ainsi qu'à *Almaena epistominoides* et *Halkyardia minima*. Ces microfaunes s'accordent bien avec une attribution à l'Oligocène basal comme indiqué par la nannoflore.

DEUXIÈME JOURNÉE : étude du Paléocène et de l'Yprésien de la région de Gan (Fig. 11). Principaux documents bibliographiques : Douvillé (1919), O'Gorman (1923), Cossmann (1923), Gubler et Pomeyrol (1946), Hay et Mohler (1967), Flicoteaux (1967), Schaub (1981), Seyve (1984), Peybernès et al. (1996).

## AFFLEUREMENTS DU PALÉOCÈNE ET DE L'YPRÉSIEN INFÉRIEUR

### Arrêt 10 : Route Gan - Rébénacq, entre Guillempau et Bourbon.

Affleurements situés en bordure de route (Fig. 12, 13, 14).

Cette suite d'affleurements montre une succession dont l'âge s'étend du Sélandien (Zone NP 5) à l'Yprésien inférieur (Zone NP 11). La datation des échantillons (Fig. 13 et 14) par le nannoplancton calcaire (E. Steurbaut) est la suivante :

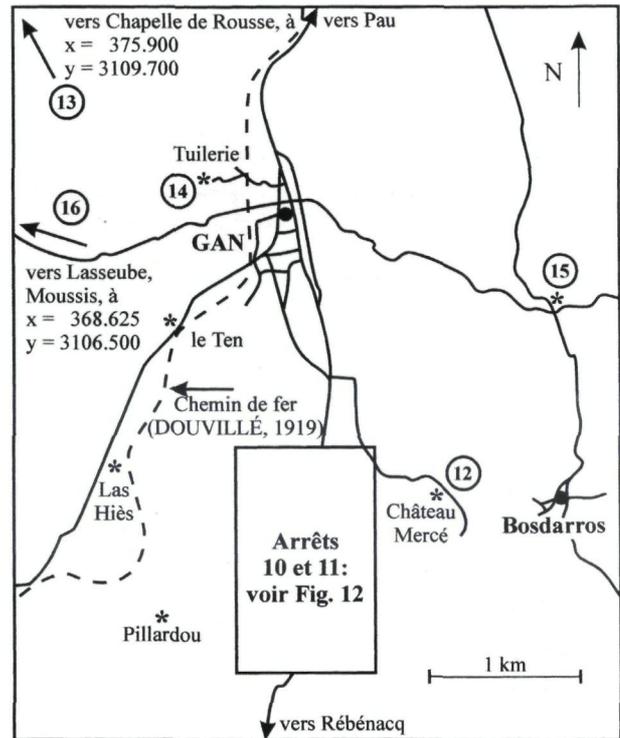


Fig. 11. - Localisation des principaux gisements dans la région de Gan.

Location of the main exposures in the Gan area.

- B 1 - B 4 : NP 4
- B 9 - B 11 : NP 5
- B 12 - B 30 : NP 6
- B 31 - B 34 : NP 7
- B 35 - B 36 : NP 8
- B 37 - B 39 : NP 9 (inférieur)
- B 41 - B 42 : stérile
- C 1 - C 2 : NP 9 (moyen)
- C 3 : ? NP 10
- (Faille)
- C 4 : NP 5
- C 6 - C 7 : NP 6
- D 1 : ? NP 7
- D 2 - D 22 : NP 8
- D 23 - D 25 : NP 9 (inférieur)
- (Faille)
- E 1 : NP 7
- E 2 : ? NP 10
- E 3 : NP 11
- E 4 - E 22 : NP 11

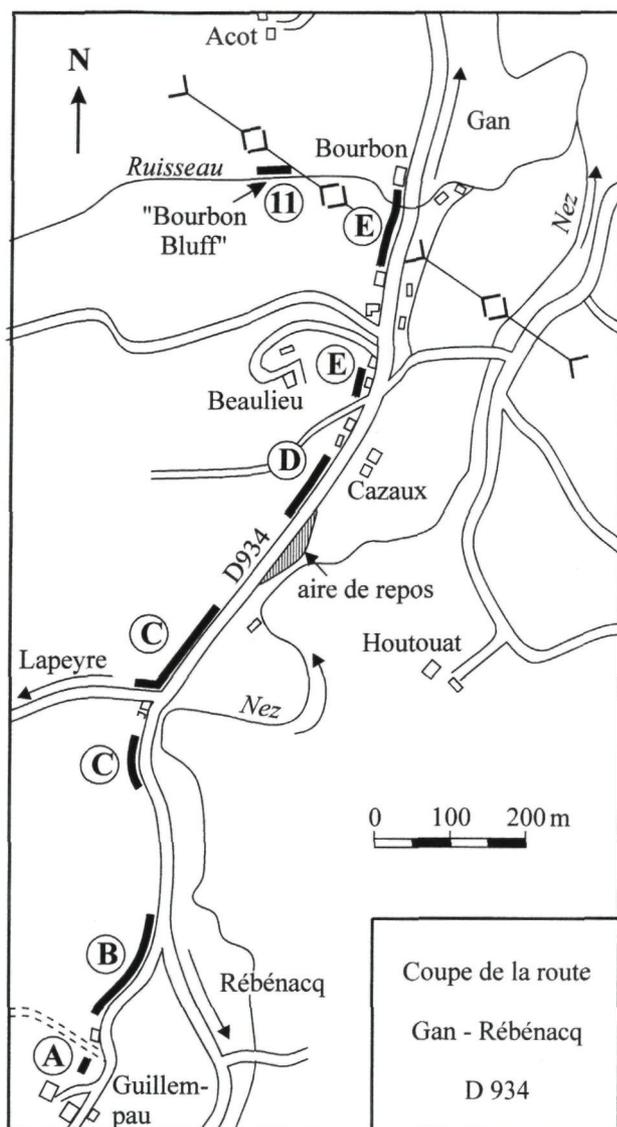


FIG. 12. – Localisation des points d'observation en bordure de la route D 934 de Gan à Rébénacq.

*Location of the observation points along the road D 934 from Gan to Rébénacq.*

Une étude des foraminifères des mêmes échantillons est présentée par Steurbaut et Sztrakos (ce volume).

La série débute avec des coulées turbiditiques de sables grossiers, disposés en bancs épais (de l'ordre de 50 cm) : Sables de Guillem-pau, ou « Sables inférieurs » dans la littérature plus ancienne. Après une lacune de visibilité, on passe à des sédiments plus argileux : B9 à B11 (Marnes de Latapy), puis à une

série rythmique à dominante calcaire : B 12 – B 35 (Couches de Néez – ou « Nez » sur les nouvelles cartes topographiques-) dont les derniers mètres se situent un peu au nord de la jonction du petit chemin descendant de Guillem-pau à la D 934. Plusieurs glissements synsédimentaires sont visibles dans cette série. Plus au nord, la qualité des affleurements devient plus médiocre et ne permet plus que des observations ponctuelles, jusqu'aux nouvelles séries d'affleurements D et E. Cette zone de lacune de visibilité est entrecoupée d'au moins deux failles, mises en évidence par des séries répétitives dans les datations micropaléontologiques. Une nouvelle série en ordre stratigraphique normal commence avec la suite d'affleurements E, dont les échantillons E4 à E19 (sous la ligne à haute tension) et ceux situés au début du ruisseau qui passe au S de la maison Bourbon (E20-22) représentent les Marnes d'Artigueloutan, d'âge Yprésien, Zone NP 11.

#### AFFLEUREMENTS DANS LES MARNES DE GAN

Dans la région qui nous concerne, la Formation de Gan est constituée par un ensemble de marnes et argiles bleues, très micacées, dont l'épaisseur est estimée entre 600 et 800 m. Cette succession fut observée en quasi-continuité lors de la construction du chemin de fer de Gan à Oloron par Douvillé (1919), dont nous reproduisons ici la coupe (Fig. 15). Actuellement, la végétation exubérante qui couvre la région ne permet plus que des observations ponctuelles et même ces gisements-là sont souvent éphémères.

La série commence par des argiles sableuses, admettant des petits niveaux gréseux d'épaisseur centimétrique (couches visibles dans le ruisseau Les Hiés (= Lashies) au point  $x = 377.350$ ,  $y = 3104.950$  ; au gisement de Bourbon Bluff et sous le Château Mercé ; Fig. 11, 12). La masse principale de la série est constituée par des argiles massives contenant peu de macrofaune (par exemple au gisement disparu « Le Ten » qui a livré une belle association d'otolithes de poissons d'eau profonde ; quelques petits affleurements existent encore de l'autre côté de la route, un peu plus au nord). La série se poursuit par des niveaux très fossilifères (Tuilerie de Gan, anciens gisements de Bosdarros), puis devient plus sableuse (partie supérieure de la tuilerie, actuellement envahie par la végétation, gisements obsolètes près de la cave coopérative et en face de la gare de Gan). Une dizaine de km plus à l'est, la partie supérieure des Marnes de Gan passe latéralement à d'épaisses mas-

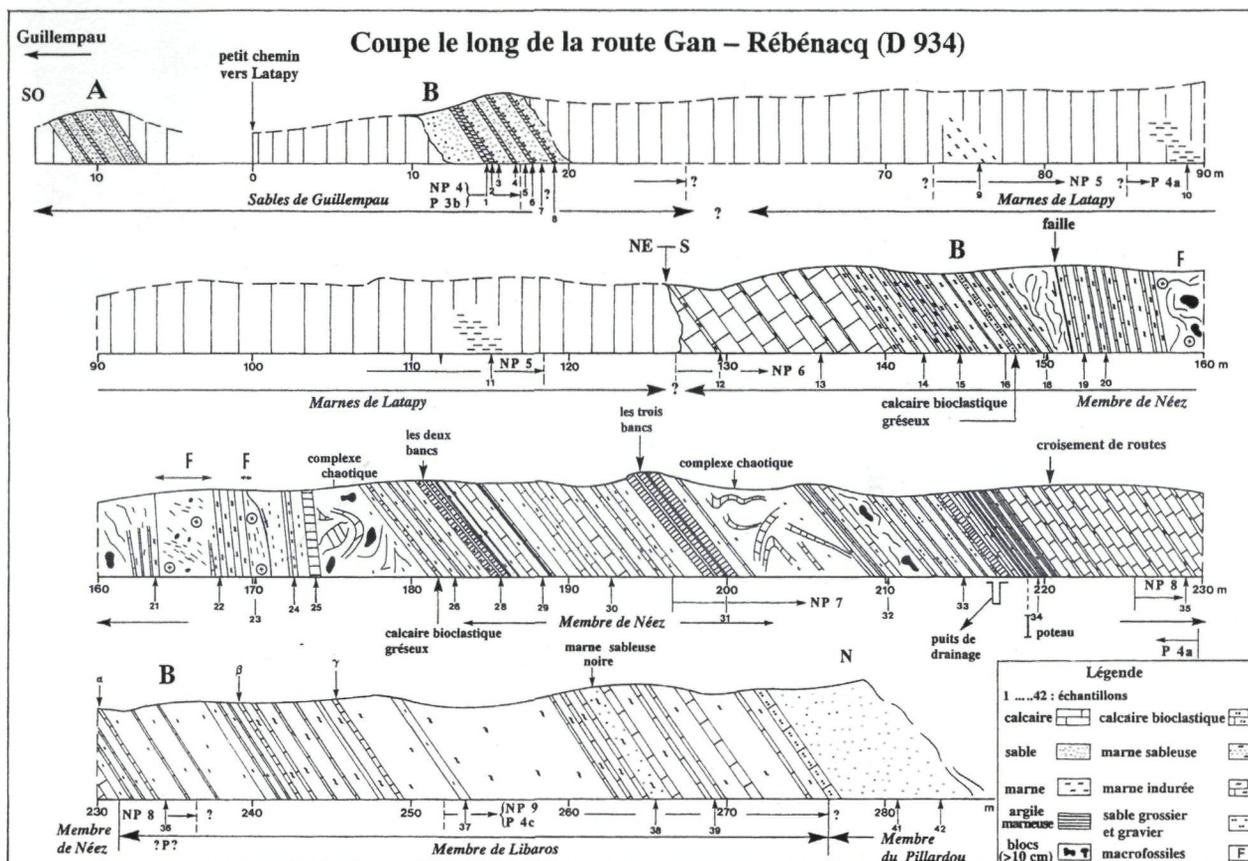


FIG. 13. – Coupes A et B en bordure de la route D 934 ; localisation : voir Fig. 12.  
Sections A and B along the road D 934 ; location : see Fig. 12.

ses de sables grossiers, les Sables de Baliros, dont nous avons vu de bons affleurements en 1996 dans de grandes sablières à l'est de Lagos et Bordères (carte 1645-Est à 1/25.000<sup>e</sup>), aux points x = 393.300, y = 3104.850 et x = 394.350, y = 3104.150.

Les otolithes de poissons récoltées dans les Marnes de Gan indiquent une faune ichthyologique hautement diversifiée. Celle-ci est partiellement décrite par Nolf (1988) et comparée à la célèbre ichthyofaune de Monte Bolca, près de Vérone (Nolf, 1995). Les associations décrites en 1988 proviennent seulement de deux gisements : la tuilerie de Gan et Acot. En tout, 70 taxa ont été décrits. Par la suite, de nombreux prélèvements nouveaux ont livré une faune très riche dont l'étude est actuellement en cours. Des différences notoires, reflétant surtout des conditions écologiques différentes, sont apparentes dans les associations des niveaux successifs. En ordre stratigraphique, du bas vers le haut, ce sont :

1. – Gan, « Bourbon Bluff » (19 taxa). Arrêt 11. L'association est dominée par des otolithes de petits myctophidés (*Diaphus rhinoceros*), constituant 88 % des spécimens représentés. Les myctophidés sont des poissons mésopélagiques cantonnés surtout entre 500 et 1 000 m pendant le jour, mais montant à la surface pendant la nuit. A côté de ces formes franchement océaniques, on trouve cependant aussi quelques taxa à mode de vie très côtier, tels qu'un ariidé, des serranidés, des apogons et un haemulidé. Ceci indique un milieu néritique probablement peu profond, mais largement exposé à l'environnement océanique proche. La présence prolifique d'otolithes de petits *Diaphus* doit probablement être expliquée par des courants d'eaux bathyales montant vers la surface. Des associations semblables sont aussi connues dans des niveaux gréseux du gisement « Les Hiès ».

2. – Gan, Château Mercé (29 taxa). Arrêt 12. Cette association est essentiellement constituée de poissons

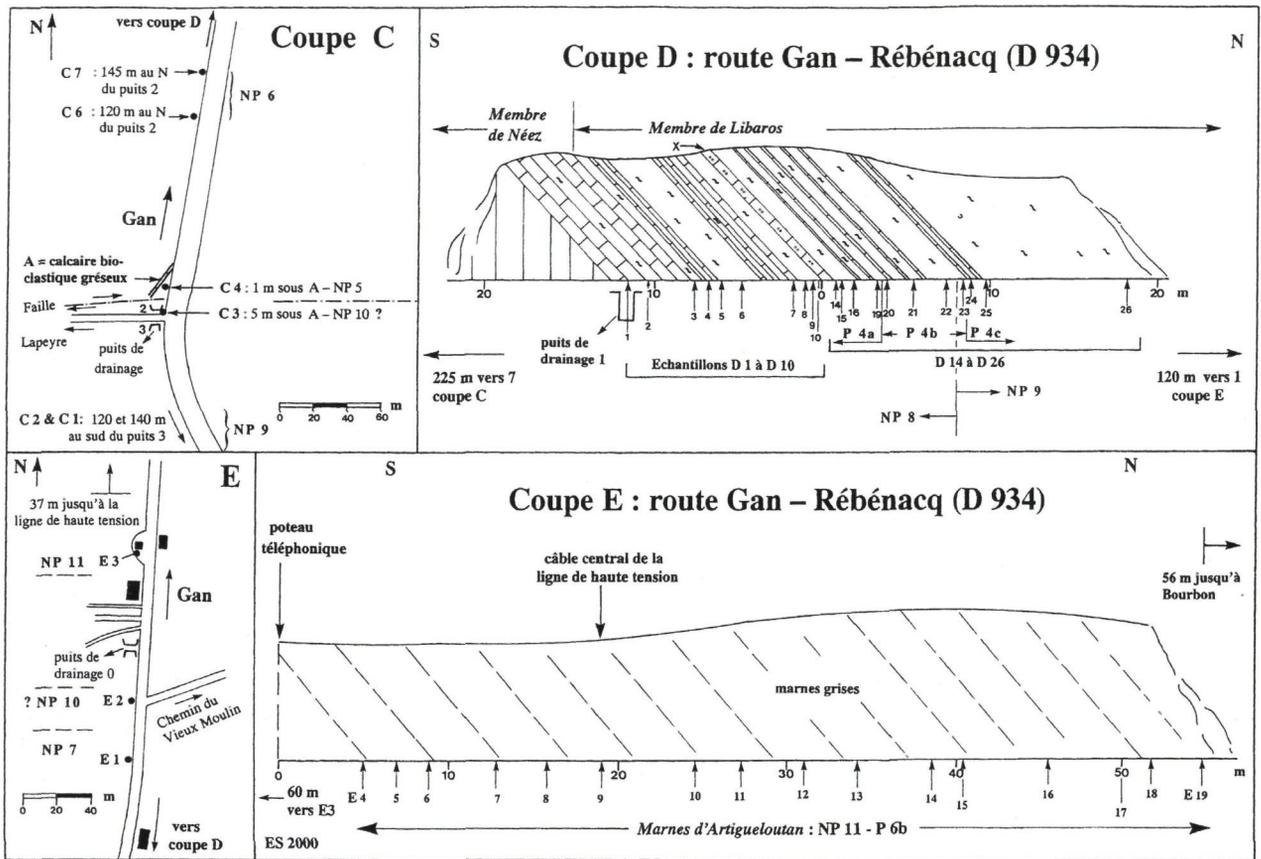


FIG. 14. – Coupes C, D et E en bordure de la route D 934 ; localisation : voir Fig. 12.

Sections C, D and E along the road D 934 ; location : see Fig. 12.

côtiers de fond mou et vaseux. *Diaphus rhinoceros* n'y constitue plus que 0,5 % de l'association tandis que les anguilliformes et les ophidiiformes représentent respectivement 20 et 40 % et les apogonidés 8 %.

3. – *Gan, Acot* (27 taxa).  $x = 378.800$ ,  $y = 3105.050$ . Cette association reflète un net approfondissement par rapport aux deux sites précédents. Le gisement (échantillonné par C. Dolin) a fourni 64 otolithes qui se répartissent en 27 taxa dont 16 ne sont représentés que par un seul spécimen. Il est évident que le tamisage de plus grandes quantités de sédiment ajouterait beaucoup d'espèces à celles actuellement connues. L'association est riche en espèces mésopélagiques (Alepocephalidae, *Opisthoproctus*, Phosichthyidae, Myctophidae, Melamphaidae, Bathylupeiidae), et d'eau profonde (*Beryx*, *Epigonus*), mais on y trouve aussi des taxa plus côtiers (congridés, ophidiidés, *Sargocentron*, *Platycephalus*, *Apogon*, Haemulidae). Il s'agit probablement d'un environnement circalittoral profond.

4. – *Gan, Le Ten* (27 taxa).  $x = 377.900$ ,  $y = 3106.075$ . C'est une association remarquable par sa grande diversité. Seulement 95 otolithes y ont été récoltées, mais celles-ci se répartissent en 27 taxa. L'association est dominée par des poissons mésopélagiques (14 taxa), et du domaine circalittoral, avec ajout, toutefois, de quelques rares éléments plus côtiers.

5. – *Gan, Tuilerie* (70 à 100 taxa, étude en cours). Arrêt 14. Ce gisement est caractérisé par une faune littorale hautement diversifiée, ayant vécu sous une tranche d'eau probablement inférieure à 50 m. L'association est dominée par des poissons fréquentant les fonds mous et vaseux : Congridae (4 %) et Ophidiiformes (40 %), mais les Perciformes y sont également bien représentés (Serranidae, Apogonidae, Centranchidae, Cepolidae...). On y voit encore quelques rares éléments mésopélagiques, mais parmi ceux-ci, l'espèce la plus abondante, *Diaphus rhinoceros*, ne représente que 2 % du total de l'association.

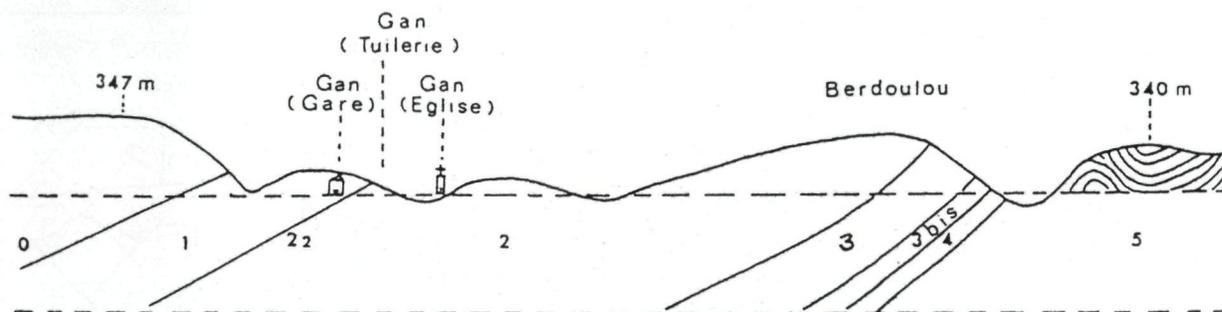


FIG. 15. – Coupe schématisé de l'Éocène inférieur de Gan, d'après Douvillé (1919) et Kapellos et Schaub (1973). 0 = Poudingue de Jurançon ; 1 = argiles et sables près de la gare de Gan ; 2 = marnes d'un gris bleuâtre ; 2.2 = niveau de la tuilerie de Gan ; 3 et 3 bis = argiles sableuses ; 4 = argiles sableuses, par endroit fossilifères, avec petits niveaux gréseux ; 5 = Paléocène.

Generalised section of the Lower Eocene near Gan, after Douvillé (1919) and Kapellos and Schaub (1973). 0 = Poudingue de Jurançon ; 1 = clays and sands exposed near the Gan railway station ; 2 = blue-gray marls ; 2.2 = level of the Gan brickyard ; 3 and 3 bis = sandy clays ; 4 = sandy clays, locally fossiliferous, with thin sandstone levels ; 5 = Paleocene.

**6. – Bosdarros (22 taxa).** Arrêt 15. Ce gisement de dimensions réduites se prête mal au tamisage de grandes quantités de sédiment. Un prélèvement d'environ 100 kg a livré 86 otolithes, réparties en 22 taxa, dont 15 représentés par un seul spécimen. Tout comme au gisement d'Acot, de plus amples prélèvements permettraient d'allonger la liste des espèces. C'est une faune très côtière (Ophidiiformes, serranidés, apogonidés, centracanthidés) où les éléments pélagiques sont rares (deux otolithes de *Diaphus*).

#### Arrêt 11 : « Bourbon Bluff »

Petit affleurement sur le ruisseau derrière la Maison Bourbon, à environ 150 m à l'W du point où une ligne à haute tension passe au-dessus du ruisseau (x = 378.650, y = 3104.625). Yprésien, Zone NP 12 (datation E. Steurbaut). Marne de Gan, très près de la base de la série (marne sableuse à petits niveaux gréseux). Par ailleurs, le dernier affleurement des Marnes d'Artigueloutan (Formation sous-jacente, cf. Fig. 4) se situe sur le même ruisseau, en aval, entre le jardin de la maison Bourbon et la D 934.

#### Arrêt 12 : Château Mercé

Affleurement dans le ruisseau qui passe au NW du Château Mercé (x = 379.800, y = 3104.750). Yprésien, Zone NP 12 (datation E. Steurbaut). Marne de Gan, près de la base de la série.

La zone d'affleurements se situe à une distance de 94 m à 177 m en amont d'un petit pont marqué 228 m sur la carte à 1/25.000e. Vers 141,5 m, on voyait en

1994 un niveau d'argile beige très fossilifère, riche en bryozoaires et mollusques partiellement décalcifiés et difficiles à récolter, et avec d'assez nombreuses dents de sélaciens (détermination H. Cappetta) : Hexanchidae, Squaliformes, *Hemiscyllium* aff. *bruxellensis*, *Carcharias* sp., *Striatolamia macrota*, *Abdounia* sp., *Galeocerdo latidens*, *Rhinobatos* sp., *Dasyatis* sp. Nous n'avons plus revu ce niveau en mai 2000, le profil du ruisseau ayant été érodé et modifié par le passage d'eaux torrentielles.

#### Arrêt 13 : Chapelle de Rouse

Affleurement en bordure de la route qui monte de la maison Aramoune vers Chapelle de Rouse (x = 375.900, y = 3109.700). Poudingue de Jurançon (formation continentale d'âge bartonien à éocène supérieur).

#### Arrêt 14 : Gan, tuilerie (Fig. 16 et 17)

Ancienne tuilerie de Gan. Yprésien supérieur, sommet de la Zone NP 12 et Zone NP 13.

Les meilleurs points d'observation qui subsistent de cet affleurement se situent au nord-ouest de l'étang qui remplit actuellement l'argilière, vers le point x = 378.100, y = 3107.200. La coupe de Merle (1986), levée en 1981 et reproduite ici (Fig. 16 et 17), constitue à peu près le seul document précis dont on dispose. L'inondation de la partie inférieure de l'argilière, les nombreux glissements de terrain et l'invasissement par la broussaille de la partie supérieure ne permettent plus maintenant de lever une coupe

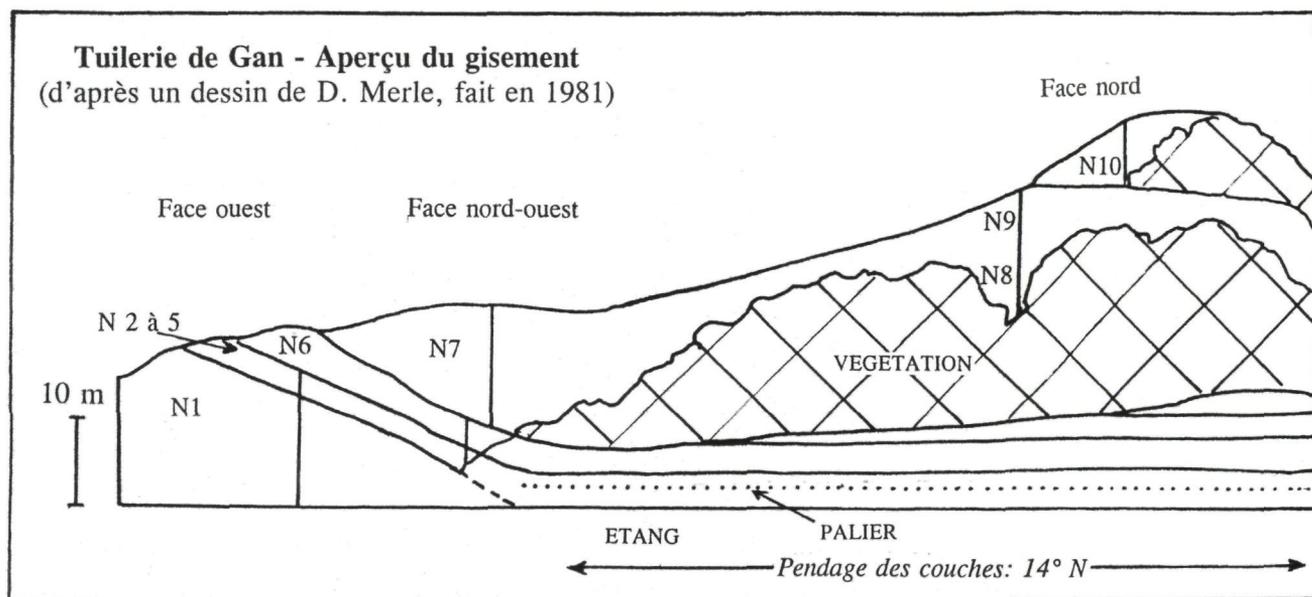


FIG. 16. - Tuilerie de Gan. Aperçu général des points d'observation (d'après Merle, 1986, coupe levée en 1981).  
Gan brickyard. Overview of the observation points (after D. Merle, 1986, drawing made in 1981).

complète. Martini (1971) cite la tuilerie de Gan comme coupe de référence à la fois de ses Zones à nannoplancton calcaire NP 12 et NP 13. E. Steurbaut a identifié la Zone NP 12 dans un échantillon pris en 1990 au point  $x = 378.150$ ,  $y = 3107.130$  sur la rive est de l'étang, et la zone NP 13 a été identifiée dans le niveau 4 de la coupe ici reproduite (datation de Steurbaut *in* Nolf, 1988, p. 23). A la tuilerie de Gan, la sédimentation franchement argileuse se termine sur la face ouest par un niveau rubéfié, légèrement induré (niveau 5 de la Figure 17). Ce niveau et les derniers mètres juste en-dessous sont très riches en organismes de toutes sortes et ont livré une association d'otolithes parmi les plus riches à l'échelle mondiale. Chaque prélèvement de l'ordre de quelques centaines de kilos peut encore fournir de nouveaux taxa.

#### Arrêt 15 : Bosdarros

Affleurement en bordure de route ( $x = 380.725$ ,  $y = 3106.125$ ). Yprésien supérieur, zone NP 13 (datation E. Steurbaut).

Ce point se situe le plus haut dans la stratigraphie parmi tous les gisements de Marne de Gan visités. Il correspond probablement au « niveau de Bosdar-

ros », souvent cité mais jamais bien défini dans la littérature ancienne. Il s'agit d'une argile très sableuse, riche en nummulites, petits mollusques et otolithes de poissons. L'association reflète un environnement encore moins profond que le niveau 4 de la tuilerie de Gan.

#### Arrêt 16 : Lasseube, Moussis

Petite falaise près d'une étable et affleurement en bordure de route, quelques mètres plus haut ( $x = 368.625$ ,  $y = 3106.500$ ). Calcaire de Lasseube.

Ce point n'a pas été examiné en détail, mais il est mentionné comme alternative pour observer les calcaires daniens qui existent à la base des niveaux paléocènes étudiés dans la coupe de la route Gan-Rébénaq, dont les affleurements (coude du ruisseau du Nééz et Carrière Larroque, voir Hay et Mohler, 1967 ; Seyve, 1984) sont mal accessibles aujourd'hui. Il importe de signaler aussi une très belle coupe dans le Calcaire de Lasseube, étudiée récemment par Peybernès *et al.* (2000), dans la région au sud d'Orthez. Il s'agit d'une grande carrière, située à environ 1 km à l'est de Loubieng, au point  $x = 350.500$ ,  $y = 3130.000$ .

Tuilerie de Gan  
Coupe levée en 1981 par D. MERLE

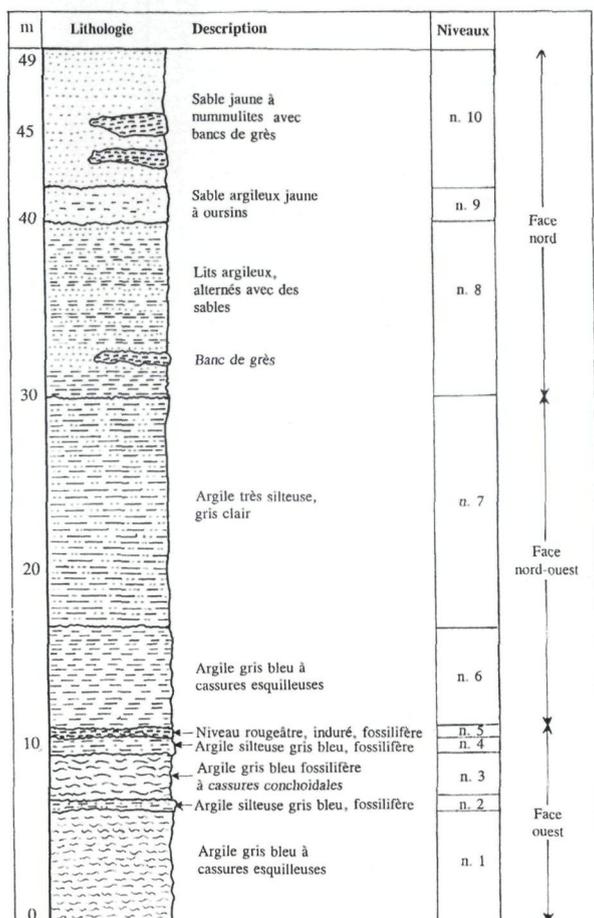


FIG. 17. – Coupe de la tuilerie de Gan, d'après Merle (1986).  
Measured section of the Gan brickyard, after Merle (1986).

### Arrêts 18 à 20 : Saint-Jean-de-Lier, Tuc de Saumon

Le site du Tuc de Saumon, connu depuis longtemps, forme une protubérance de 2 km de long, s'élevant d'une vingtaine de mètres au-dessus de la plaine alluviale de l'Adour, en bordure de la ride anticlinale de Louer (à cœur danien). C'est un des rares exemples de récif corallien dans le Rupélien d'Aquitaine ; de direction WNW-ESE, il était frangeant à la presqu'île de Louer, alors émergée (Fig. 20).

#### Arrêt 18 : Saint-Jean-de-Lier, Carrière Conte

Ancienne carrière, formant une sorte de grotte (x = 340.525, y = 3168.575), au S/SE de la maison Conte. Oligocène inférieur (Rupélien), sous faciès carbonaté récifal. Sommet de la Zone SB 21 de la zonation à grands foraminifères de Cahuzac et Poinant (1997), avec présence d'abondantes *Nummulites fichteli*.

Ce gisement a fait l'objet d'une étude détaillée par Boulanger *et al.* (1970), dont nous reproduisons ici la coupe (Fig. 18). Au-dessus d'un calcaire crayeux fossilifère s'observe la masse récifale à grosses colonies de scléactiniaires et algues assez diversifiées (coralli-nacées –dont des mélobésiées variées–, et quelques dasycladacées). Le microbenthos de foraminifères comprend surtout des formes fréquentes dans les eaux littorales chaudes, comme *Bullaveolina bulloides*, *Miliolacea*, *Nummulites fichteli*, operculines, Rupertinae, *Sphaerogypsina*, *Neorotalia*, *Pararotalia armata*, *Amphistegina*, *Halkyardia minima*, *Elphidium*. L'ostracofaune est assez diversifiée (une cinquantaine d'espèces ; Ducasse, 1972), dominée par les formes infralittorales, souvent assez thermophiles.

#### Arrêt 19 : Saint-Jean-de-Lier, Carrière Saumon

Lieu-dit Petit, à 625 m au SE de la coupe de Conte : anciennes exploitations de sables calcaires bioclastiques, localement indurés (x = 341.150, y = 3168.375). Rupélien supérieur. Zone SB22A, avec des lépidocyclines (*Eulepidina*) associées à de très nombreuses *Nummulites fichteli*.

Cette coupe est sus-jacente à celle de Conte, compte tenu du pendage relevé dans la série, mais avec une lacune de visibilité entre les deux gisements (Fig. 18). Les niveaux inférieurs sont très riches en

## TROISIÈME JOURNÉE

### ÉTUDE DE QUELQUES GISEMENTS PALÉOGÈNES EN CHALOSSE

#### Arrêt 17 : Saint-Geours-d'Auribat, tuilerie Poudenx

Argillère au SW du village, exploitée par la tuilerie Poudenx (x = 344.300, y = 3166.300). Intervalle Lutétien inférieur des Marnes de Donzacq, Zone NP 14b (datation de Steurbaut, *in* Nolf, 1988, p. 26).

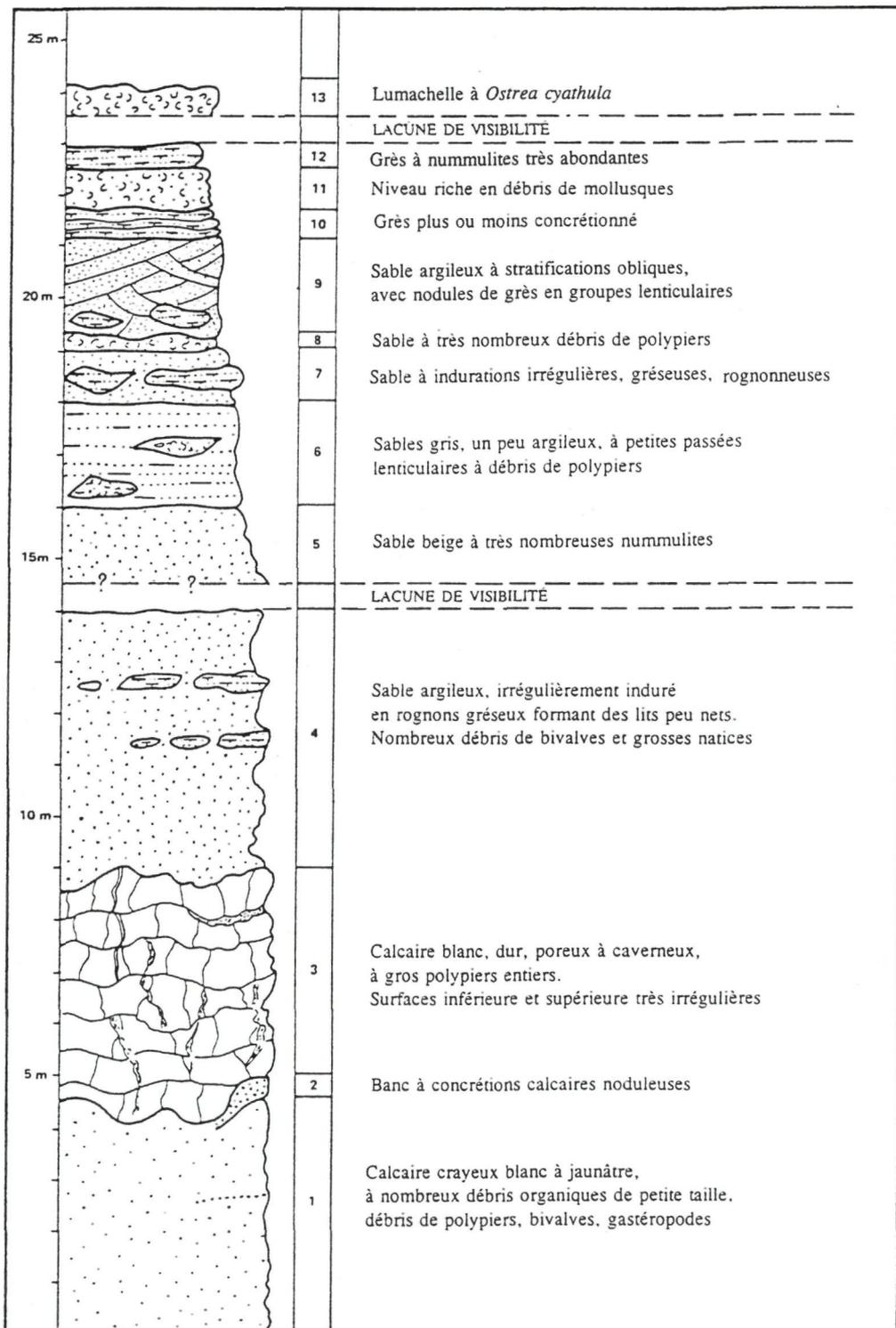


FIG. 18. – Coupes du Tuc de Saumon à Saint-Jean-de-Lier (Rupélien, Oligocène inférieur). Partie inférieure (niveaux 1 à 4) : carrière Conte (complexe récifal), partie supérieure (niveaux 5 à 13) : carrière Saumon (d'après Boulanger *et al.*, 1970 ; Deloffre, 1988).  
 Composite section of the « Tuc de Saumon » at Saint-Jean-de-Lier (Rupelian, Early Oligocene). Lower part (levels 1-4) : Conte Quarry (reef complex), upper part (levels 5-13) : Saumon quarry (after Boulanger *et al.*, 1970 ; Deloffre, 1988).

*Nummulites fichteli*, accompagnées par les premières lépidocyclines (*Eulepidina formosoides*), et d'autres foraminifères benthiques de type littoral : *Halkyardia*, *Almaena hieroglyphica*, *A. epistominoides*, *Rotaliidae*. Au-dessus, des sables à lentilles gréseuses et rognons calcaires contiennent localement des Polypiers et un microbenthos de foraminifères assez abondant à nummulites, amphistégines, *Eulepidina*, et rares *Nephrolepidina*. La coupe se termine par une couche de sables calcaires très riches en huîtres : *Ostrea cyathula*.

#### Arrêt 20 : Saint-Jean-de-Lier, Carrière de La Plaine

Située au SE de la maison La Plaine, dans le bois (à environ 300 m au SE de la carrière de Saumon) (x = 341.450, y = 3168.325), une grande falaise de 12 m de haut montre sur toute sa hauteur des sables calcaires plus ou moins indurés à stratifications obliques et figures de chenaux (Fig. 19). Rupélien supérieur, zone SB22A.

Ce faciès témoigne d'apports détritiques notables sous un régime hydrodynamique de haute énergie, en milieu côtier à tidal, ce qui a dû contribuer à la disparition de l'environnement récifal corallien existant précédemment dans le secteur.

#### Arrêt 21 : Lahosse, Parguie de Couston

Coupe dans le lit du ruisseau descendant de la maison Menaudine vers Parguie de Couston (Fig. 21). Rupélien ; la plupart des échantillons renferment des associations de nanofossiles calcaires très appauvries. L'association la mieux conservée a été trouvée dans l'échantillon 198c que nous attribuons avec incertitude à l'intervalle NP 23-NP 24 ; Nolf et Steurbaut (ce volume).

Cet affleurement fournit une belle coupe à travers des dépôts périrécifaux, pour la plupart très fossilifères. La coupe a été levée par Nolf et Steurbaut en 1995, mais semble avoir subi une érosion partielle par les eaux torrentielles depuis cette date, au point d'avoir presque complètement fait disparaître la petite cascade à 198 m qui était un excellent point de repère. La topographie a été mesurée le long du ruisseau, à partir du pont sur le chemin qui longe la vallée du Louts. Deux niveaux noirâtres, ligniteux, visibles respectivement à partir de 166 m et à partir de 300 m, constituent d'excellents repères. Ils sont tous les deux suivis d'un niveau où abondent les débris de coraux (échantillons au point 198c et sous la

grande cascade à 344 m). A partir de cette dernière cascade, les sédiments deviennent de plus en plus calcaréo-gréseux, admettant encore un niveau argileux visible vers 435 m.

Les nummulites et autres grands foraminifères sont plutôt rares dans cette coupe. Un échantillon à 215 m a livré quelques exemplaires de *Nummulites fichteli* (détermination A. Blondeau). C'est une espèce appréciant le milieu corallien, ce qui s'accorde bien avec le contexte paléoécologique du gisement. La microfaune recueillie dans les niveaux de marnes très calcaires du Rupélien de Lahosse est riche en foraminifères porcelanés. D'après Poignant (1967) et une révision récente (Cahuzac et Poignant, ce volume), on peut y citer *Peneroplis orbicularis* (= *P. armorica*), *Bullalveolina bulloides*, *Articulina sulcata*, *Dendritina arbuscula*, d'abondants Miliolidés, dont *Quinqueloculina*, *Triloculina*, *Spiroloculina*, *Pyrgo*, *Cycloforina*, ainsi que des hyalins variés comme *Halkyardia minima*, *Discorbina*, *Rosalina*, *Neorotalia burdigalensis*, *Falsocibicides aquitanicus*, *Elphidium minutum* ; parmi les arénacés, se rencontrent *Arenagula globula* et des valvulines diversifiées.

Les otolithes de poissons abondent dans toute la coupe. Ces poissons traduisent un milieu subtropical très côtier mais à salinité normale, malgré l'important apport de matériel organique terrigène marquant les deux niveaux ligniteux. Les échantillons ayant livré des otolithes sont encadrés dans la coupe. En tout, 32 taxa ont été recensés. Les associations recueillies dans les échantillons inférieurs sont dominées par les apogonidés (54 % dans l'échantillon 110) qui deviennent de moins en moins abondants à mesure qu'on monte dans la coupe (3 % dans l'échantillon 435), tandis que l'importance des gobiidés s'accroît de 37 % dans l'éch. 110 jusqu'à 95 % dans l'éch. 435. Les apogonidés sont plutôt typiques de l'environnement périrécifal, et leur déclin dans cette succession sédimentaire est sans doute à mettre en relation avec la détérioration du milieu récifal proche. Par la présence des Ambassidae, des Sillaginidae, des Leiognathidae et du genre *Plectorhynchus*, cette faune ichthyologique montre un cachet biogéographique indo-pacifique bien marqué.

#### Arrêt 22 : Horsarrieu, Marnière de Sourbé

Ancienne marnière (x = 362.250, y = 3158.250). Formation de Gan, faciès « Marnes à *Xanthopsis* », Yprésien, Zone NP12 (Kapellos et Schaub, 1973, et Steurbaut in Nolf, 1988).

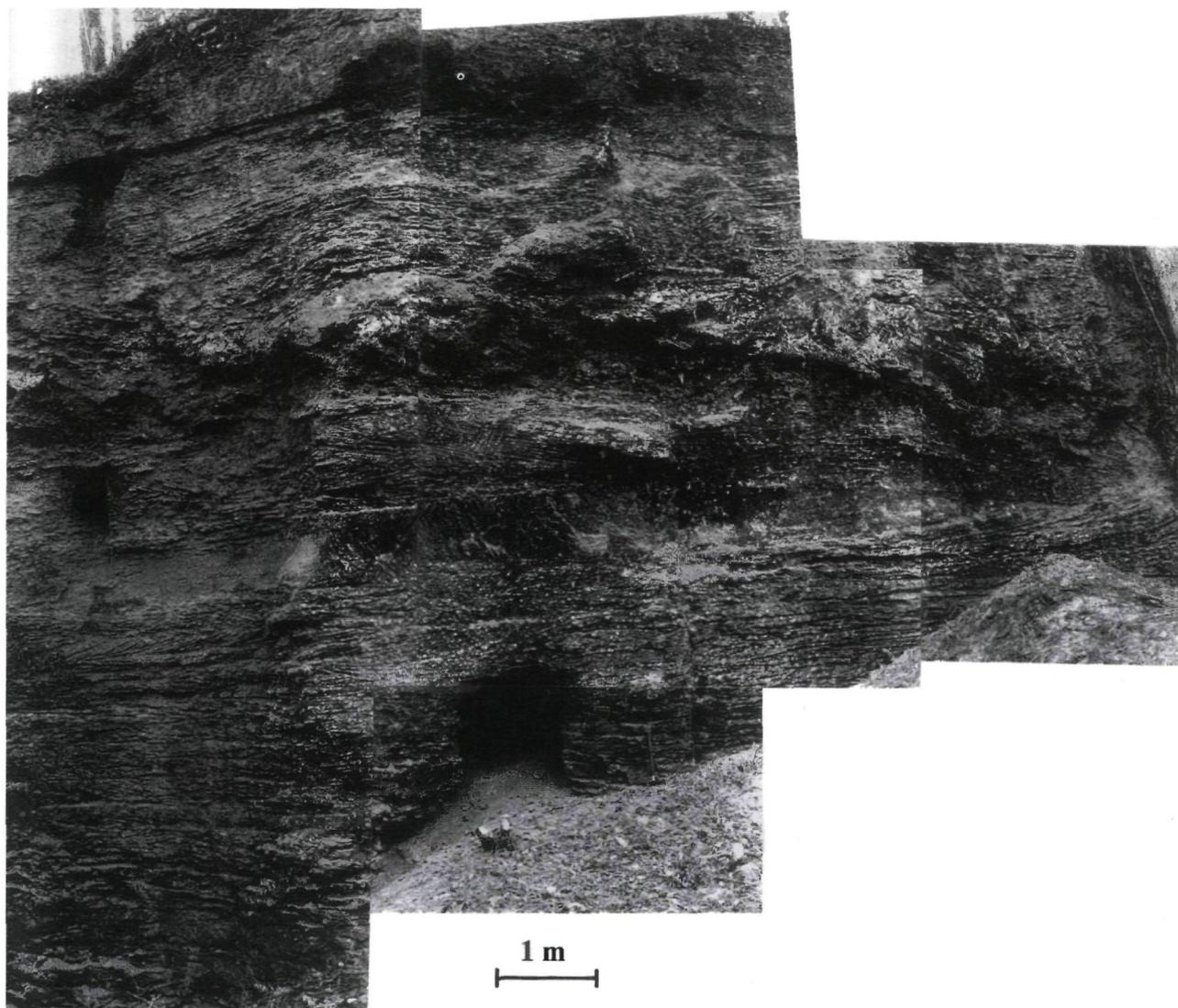


FIG. 19. – Carrière de La Plaine à Saint-Jean-de-Lier (Rupélien supérieur) ; partie supérieure de la série oligocène du Tuc de Saumon. Cette grande falaise de 12 m de haut montre sur toute sa hauteur des sables calcaires bioclastiques partiellement indurés à stratifications obliques et figures de chenaux.

*The la Plaine quarry at Saint-Jean-de-Lier (Late Rupelian) ; upper part of the Oligocene series of the « Tuc de Saumon ». This cliff of about 12 m shows partially indurated bioclastic calcarenites with oblique stratifications and channel structures over all of its height.*

Il s'agit d'une marne bleue à bleu-grisâtre pâle, à l'état frais. En surface, l'altération lui donne une teinte gris-verdâtre. Cette marne non indurée se prête bien au tamisage et est très fossilifère. Les discocyclines, nummulites et bryozoaires y abondent, et on y trouve aussi régulièrement des crabes, d'où la dénomination « Marnes à *Xanthopsis* » souvent reprise dans la littérature. Les otolithes de poissons y sont très rares ; Nolf (1988) n'y cite qu'un seul spécimen du genre *Apogon*. Ce sédiment est assimilé à la

Formation de Gan par Sztrakos *et al.* (1998, p. 64), mais il est certain que le faciès diffère sensiblement de celui de la région-type.

#### Arrêt 23 : Caupenne, Jeangazé

Affleurements près de la maison Jeangazé et sous celle-ci (x = 350.650, y = 3157.500).

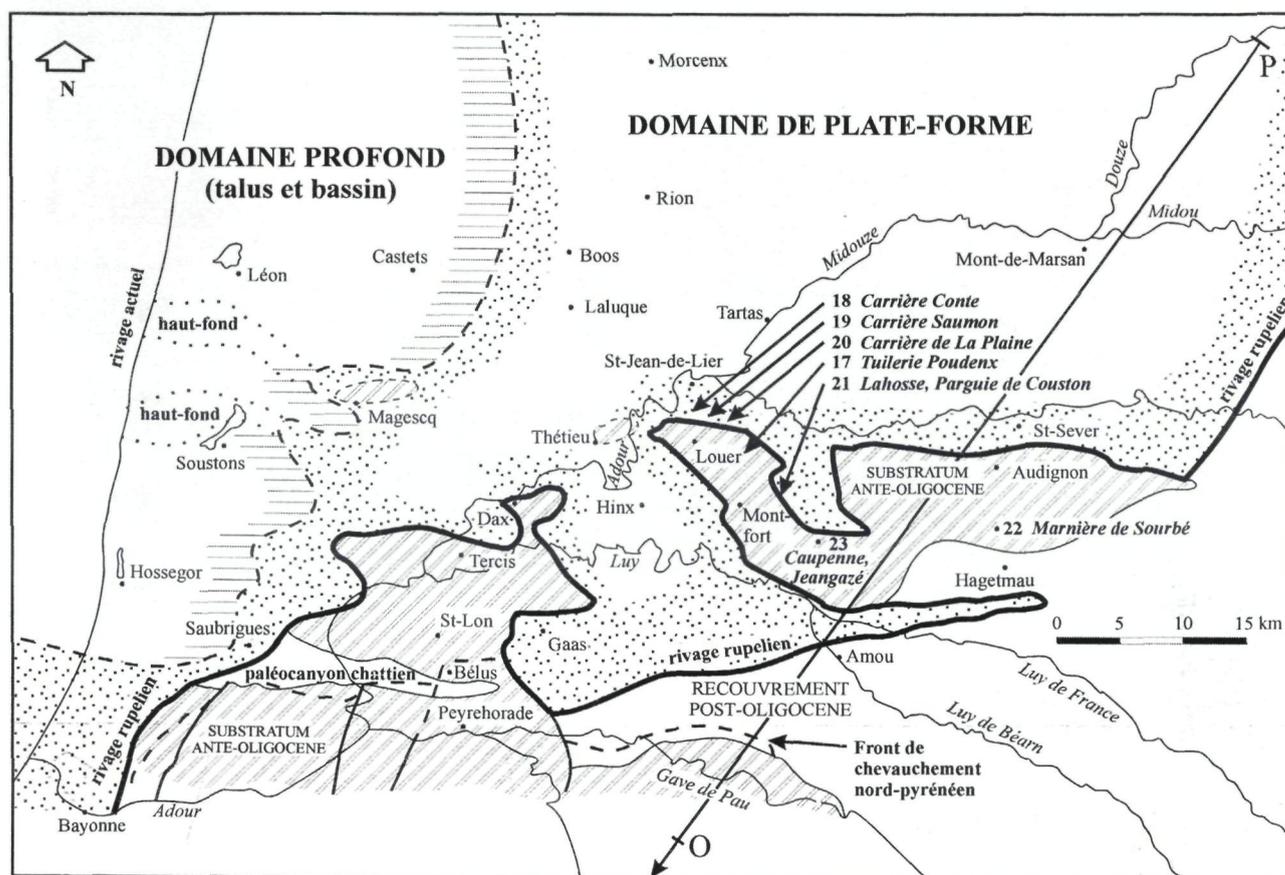


FIG. 20. – Carte paléogéographique de l'Aquitaine méridionale au Rupélien (Oligocène inférieur), avec localisation de la coupe géologique de la Fig. 3 et des gisements visités pendant la troisième journée de l'excursion.

*Paleogeographic map of southern Aquitaine at Rupelian times (Early Oligocene), with location of the section shown in Fig. 3 and of the localities visited during the third excursion day.*

Marnes beiges, pétries de nummulites et d'assilines. Ces couches furent assimilées aux Couches de Nousse par Boulanger (1968) qui les attribua au Lutétien. Sztrakos *et al.* (1998) les considèrent comme un équivalent latéral de la partie yprésienne des Marnes de Donzacq (Fig. 4). Kapellos et Schaub (1973) fournissent des données sur les grands foraminifères et attribuent un âge « Cuisien supérieur » au gisement, mais leurs arguments ne nous paraissent pas complètement convaincants ; le gisement est daté

de la zone NP 14 du nannoplancton calcaire par ces derniers auteurs.

#### REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement A. Poignant pour des déterminations de foraminifères, H. De Potter et P. Hoffman pour le soin apporté à la mise au point de nos figures, et les rapporteurs R. Deloffre et K. Sztrakos.

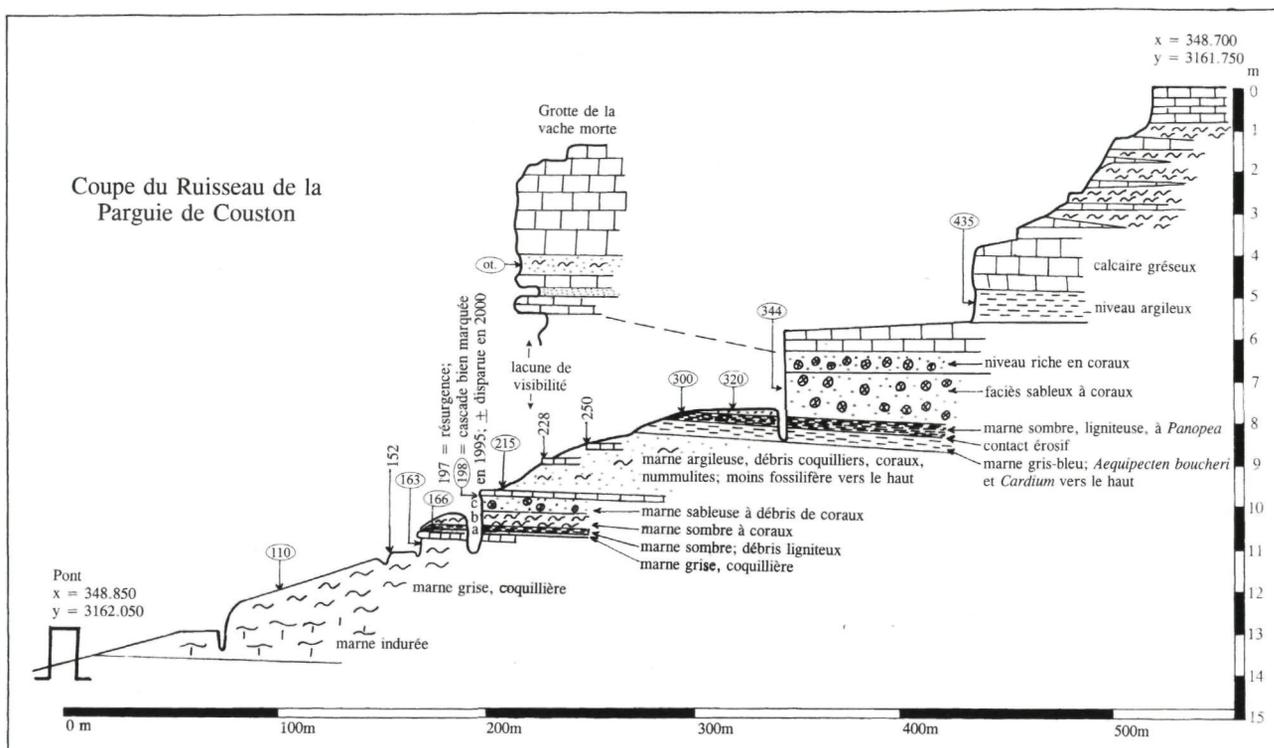


FIG. 21. – Coupe du ruisseau de la Parguie de Couston, à Lahosse (Rupélien). La coupe de la grotte de la Vache morte se situe sur la rive droite du ruisseau au point 228 m, à 4 m au-dessus du niveau de l'eau, avec une lacune de visibilité par rapport à la coupe principale.

Section of the Parguie de Couston gutter at Lahosse (Rupelian). The section « grotte de la Vache morte » is located on the right bank of the gutter on point 228 m, separated by a non exposed interval of about 4 m from the main section at water level.

## BIBLIOGRAPHIE

- BEKAERT O., CAHUZAC B., DUCASSE O. et ROUSSELLE L. (1991) : Espèces et populations d'Ostracodes à la limite oligo-miocène en Aquitaine : stratégies de réponse, microévolution, dans le cadre stratigraphique régional. *Rev. Paléobiologie*, Genève, vol. 10, n° 2, p. 217-227.
- BOULANGER D. (1968) : Révision du Nummulitique de la Chalosse, du Béarn et du Bas-Adour (Landes et Basses-Pyrénées). Thèse Faculté Sciences Université Paris, 376 p.
- BOULANGER D., DEBOURLE A. et DELOFFRE R. (1970) : Le récif oligocène du Tuc de Saumon. *Bull. Centre Recherches de Pau, SNPA*, vol. 4 (1), p. 9-37.
- BOUSSAC J. (1911) : Études stratigraphiques et paléontologiques sur le Nummulitique de Biarritz. *Annales Hébert*, vol. 5, p. 1-96.
- CAHUZAC B. (1980) : Stratigraphie et paléogéographie, de l'Oligocène au Miocène moyen, en Aquitaine sud-occidentale. *Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle*, Université de Bordeaux-I, n° 1463, 586 p.
- CAHUZAC B. et CHAIX C. (1994) : La faune de coraux du Chattien de La Téoulère (Peyrehorade, Landes). *Bull. Soc. de Borda*, Dax, 119<sup>e</sup> année, n° 436, (4), p. 463-484.
- CAHUZAC B. et CHAIX C. (1996) : Structural and faunal evolution of Chattian – Miocene reefs and corals in western France and the northeastern Atlantic Ocean. In : Franseen E.K., Esteban M., Ward W.C. and Rouchy J.-M. (eds), Models for carbonate stratigraphy from Miocene reef complexes of Mediterranean regions. *S.E.P.M., Tulsa, Concepts in Sedimentology and Paleontology*, vol. 5, p. 105-127.
- CAHUZAC B., JANIN M.-C. et STEURBAUT E. (1995) : Biostratigraphie de l'Oligo-Miocène du Bassin d'Aquitaine fondée sur les nannofossiles calcaires. Implications paléogéographiques. *Géologie de la France*, vol. (2), p. 57-82.
- CAHUZAC B. et POIGNANT A. (1992) : Les foraminifères benthiques intéressants la limite Oligocène-Miocène en Aquitaine (sud-ouest de la France) – Comparaisons avec la Mésogée occidentale. *Paleontologia i Evolucio*, vol. 24-25 (1992), p. 15-28.
- CAHUZAC B. et POIGNANT A. (1997) : Essai de biozonation de l'Oligo-Miocène dans les bassins européens à l'aide des grands foraminifères néritiques. *Bull. Soc. géol. France*, vol. 168 (2), p. 155-169.
- CAHUZAC B. et POIGNANT A. (2000) : Les foraminifères benthiques du Langhien du Bassin d'Aquitaine (S-W de la France) ; données paléocologiques et biogéographiques. *Geobios*, Lyon, vol. 33, fasc. 3, p. 271-300.
- CAVELIER C., FRIES G., LAGARIGUE J.-L. et CAPDEVILLE J.-P. (1997) : Sédimentation progradante au Cénozoïque inférieur en Aquitaine méridionale : un modèle. *Géologie de la France*, vol. (4), p. 69-79.

- COSSMANN M. (1923) : Description des mollusques. In O'Gorman G., Le gisement cuisien de Gan (Basses-Pyrénées). Pau, p. 1-188.
- CUVILLIER J., DUPOUY-CAMET J. et SACAL V. (1949) : Le Miocène marin de Saubrigues et de Saint-Jean-de-Marsacq (Landes). Observations à la note de A. MAGNE et M. VIGNEAUX. *C. r. som. Soc. géol. France*, vol. 19 (5), p. 95-97.
- DAGUIN F. (1948) : L'Aquitaine occidentale. *Géologie régionale de la France*, Hermann et Cie édit, Paris, 5, 232 p.
- DELOFFRE R. (1988) : Itinéraire géologique en Chalosse (Aquitaine occidentale). *Bull. Centres Recherches Exploration-Production Elf-Aquitaine, Pau*, vol. 12, n° 2, p. 707-737.
- DOUVILLÉ H. (1919) : L'Éocène inférieur en Aquitaine et dans les Pyrénées. *Mémoires pour servir à l'explication de la Carte géologique détaillée de la France*, p. 1-84.
- DUCASSE O. (1972) : Les Ostracodes du Tuc du Saumon (Landes). *Bull. Soc. de Borda, Dax*, 96<sup>e</sup> année, n° 345, (1), p. 105-112.
- DUCASSE O. et CAHUZAC B. (1996) : Évolution de la faune d'ostracodes dans un cadre paléogéographique et interprétation des paléoenvironnements au Langhien en Aquitaine. *Rev. Micro-paléont.*, Paris, vol. 39, (4), p. 247-260.
- FLICOTEAUX R. (1967) : Contribution à l'étude stratonomique du Paléocène du Sud-Ouest aquitain. Relations entre les caractères stratonomiques et les rythmes enregistrés par les diagraphies. *Thèse Faculté Sci. Bordeaux Docteur-Ingénieur*, 151 p. et annexe 95 p.
- GÉLY J.P. et SZTRAKOS K. (2000) : L'évolution paléogéographique et géodynamique du Bassin Aquitain au Paléogène : enregistrement et datation de la tectonique pyrénéenne. *Géologie de la France*, vol. (4), p. 31-57.
- GÉLY J.P. et SZTRAKOS K. (2001) : La tectonique pyrénéenne à l'Oligocène : une phase de déformation en compression méconnue du Bassin Aquitain (France). *C. r. Acad. Sci., Paris*, vol. 332, p. 507-512.
- Géologie du Bassin d'Aquitaine (par B.R.G.M., ELF-RE, Esso REP et SNPA) (1974) : Atlas de 26 cartes colorées et commentées.
- GUBLER Y. et POMEYROL R. (1946) : Nouvelles observations stratigraphiques dans l'Éocène au sud de Pau (Basses-Pyrénées). *Bull. Soc. géol. France*, vol. (5) 16, p. 423-444.
- HAY W.W. et MOHLER H.P. (1967) : Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labau, France, and Paleocene-Early Eocene correlations. *Journ. Paleont.*, vol. 41 (6), p. 1505-1541.
- KAPPELOS C. et SCHAUB H. (1973) : Zur Korrelation von Biozonierungen mit Grossforaminiferen und Nannoplankton im Paläogen der Pyrenäen. *Ecl. Geol. Helvetiae*, vol. 66 (3), p. 687-737.
- KIEKEN M. (1973) : Évolution de l'Aquitaine au cours du Tertiaire. *Bull. Soc. géol. France*, vol. (7), 15 (1), p. 40-50.
- KIEKEN M. et THIBAUT C. (1972) : Notice explicative et carte géologique de la France à 1/50 000<sup>e</sup>, Hasparren (n° 1002). *Bull. B.R.G.M.*, 24 p.
- KIEKEN M. et THIBAUT C. (1975) : Notice explicative et carte géologique de la France à 1/50 000<sup>e</sup>, Saint-Vincent-de-Tyrosse (n° 975-976). *Bull. B.R.G.M.*, 46 p.
- KIEKEN M. et WINNOCK E. (1973) : Olistostromes dans le Lutétien du Bas-Adour à l'avant du Front nord-Pyrénéen. *Bull. B.R.G.M.*, vol. (IV) 1, p. 5-15.
- LE POCHAT G. et THIBAUT C. (1977) : Notice explicative et carte géologique de la France à 1/50 000<sup>e</sup>, Dax (n° 977). *Bull. B.R.G.M.*, 26 p.
- LOZOUET P. (1986) : Les gastéropodes prosobranches de l'Oligocène supérieur du Bassin de l'Adour (Systématique, Paléoenvironnements, Paléoclimatologie, Paléobiogéographie). *Thèse, École pratique des Hautes-Études*, 475 p.
- LOZOUET P. (1997) : Le domaine atlantique européen au Cénozoïque moyen : diversité et évolution des gastéropodes. *Thèse doct. Muséum national d'Histoire naturelle, Spécialité : Biodiversité, Paris*, 309 p.
- LOZOUET P. (1999) : Nouvelles espèces de gastéropodes (Mollusca : Gasteropoda) de l'Oligocène et du Miocène inférieur d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). *Partie 2. Cossmanniana*, vol. 6 (1-2), p. 1-68.
- MARTINI E. (1971) : Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation. In : Farinacci A., (ed.), *Proceedings of the Second Planktonic Conference, Roma (1970)*, vol. 2, p. 739-785.
- MATHELIN J.-C. et SZTRAKOS K. (1993) : L'Éocène de Biarritz (Pyrénées-Atlantiques, SW France). Stratigraphie et paléoenvironnement. Monographie des foraminifères. *Cah. Micropal.*, nouvelle série, vol. 8 (1), p. 5-85.
- MERLE D. (1986) : Contribution à l'étude paléontologique du gisement cuisien de Gan (Pyrénées-Atlantiques) : systématique, évolution et paléoécologie. *Thèse, École pratique des Hautes-Études*, 359 p.
- MÜLLER C. et PUJOL C. (1979) : Etude du nannoplancton calcaire et des foraminifères planctoniques dans l'Oligocène et le Miocène en Aquitaine (France). *Géol. méditerranée*, Marseille, vol. 6, (2), p. 357-368.
- NOLF D. (1988) : Les otolithes de téléostéens éocènes d'Aquitaine (sud-ouest de la France) et leur intérêt stratigraphique. *Mémoire Académie royale de Belgique. Classe des Sciences*, 4<sup>e</sup>, 2<sup>e</sup> série, vol. 19 (2), p. 1-147.
- NOLF D. (1995) : Studies on fossil otoliths. The state of the art. In : Secor D.H., Dean J.M. and Campana S.E. (eds), *Recent developments in fish otolith research*, University of South Carolina Press, p. 513-544.
- NOLF D. et BRZOBOHATY R. (1994) : Fish otoliths as paleobathymetric indicators. *Paleontologia i Evolucio*, vol. 24-25 (1992), p. 255-264.
- NOLF D. et BRZOBOHATY R. (1997) : Oceanic fish otoliths across the Oligo-Miocene boundary in Europe. *Gior. Geol.*, 3a, vol. 58 (1-2) (1996), p. 165-170.
- O'GORMAN G. (1923) : Le gisement cuisien de Gan (Basses-Pyrénées). Pau, p. I-XXV.
- OKADA H. et BUKRY D. (1980) : Supplementary modification and introduction of code numbers to the low latitude coccolith biostratigraphy zonation. *Marine Micropal.*, vol. 5 (3), p. 321-324.
- PEYBERNÈS B., FONDECAYE-WALLEZ M.-J. et EICHÈNE P. (1996) : Sur l'âge paléogène de certaines « lames triasiques » nord- et sous-pyrénéennes. *Bull. Soc. géol. France*, vol. 167 (6), p. 761-771.
- PEYBERNÈS B., FONDECAYE-WALLEZ M.-J., HOTTINGER L., EICHÈNE P. et SEGONZAC G. (2000) : Limite Crétacé-Tertiaire et biozonation micropaléontologique du Danien-Sélandien dans le Béarn occidental et la Haute-Soule (Pyrénées-Atlantiques). *Geobios*, vol. 33 (1), p. 35-48.
- PLAZIAT J.-C. (1981) : Late Cretaceous to Late Eocene paleogeographic evolution of southwest Europe. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, vol. 36, p. 263-320.
- POIGNANT A. (1967) : L'Oligo-Miocène d'Aquitaine méridionale. *Thèse Doct. Université Paris, ronéot.*, 3 tomes, 381 p.
- POMEROL C. (1973) : Stratigraphie et paléogéographie. Ère cénozoïque (Tertiaire et Quaternaire). Éditions Doin, Paris, 269 p.

- ROCHER M. (1999) : Déformations et paléocontraintes des avant-pays de chaînes de collision : les piedmonts occidentaux de Taïwan et le bassin Sud-aquitain. *Thèse Doct.*, Université Paris-VI, n° 99-6, 416 p., Annexe XX p.
- ROCHER M., LACOMBE O., ANGÈLIER J., DEFFONTAINES B. et VERDIER F. (2000) : Cenozoic folding and faulting in the south Aquitaine Basin (France) : insights from combined structural and paleostress analyses. *Journ. Structural Geology*, Elsevier Science, vol. 22, p. 627-645.
- SCHAUB H. (1981) : Nummulites et assilines de la Téthys paléogène. Taxinomie, phylogénèse et biostratigraphie. *Mém. suisses Paléont.*, vol. 104-106, p. 1-227.
- SEYVE C. (1984) : Étude micropaléontologique du passage Crétacé/Tertiaire, du Paléocène et de l'Yprésien au sud de Pau. *Thèse Doct. 3<sup>e</sup> Cycle*, Université Paris-VI, 187 p.
- STEURBAUT E. (1979) : Les otolithes de Téléostéens des Marnes de Saubrigues (Miocène d'Aquitaine méridionale, France). *Palaeontographica*, A, vol. 166, p. 50-91.
- STEURBAUT E. (1982) : Les otolithes de téléostéens du gisement de Peyrère à Peyrehorade (couches de passage de l'Oligocène au Miocène d'Aquitaine méridionale, France). *Mededelingen van de Werkgroep voor Tertiaire en Kwartaire Geologie*, vol. 19 (2), p. 35-57.
- STEURBAUT E. (1983) : The stratigraphic position of the Lower Oligocene Yrieu Sands (Southwestern France), based on calcareous nannofossils and a new *Helicosphaera* species. *Ecl. Geol. Helvetiae*, vol. 76 (2), p. 327-331.
- STEURBAUT E. (1984) : Les otolithes de téléostéens de l'Oligo-Miocène d'Aquitaine (Sud-Ouest de la France). *Palaeontographica*, A, vol. 186 (1-6), p. 1-162.
- SZTRAKOS K. (1996) : Le Thanétien supérieur et l'Yprésien du Bassin de l'Adour (Aquitaine, France). Stratigraphie et paléoenvironnement. Étude des foraminifères. *Cah. Micropal.*, nouvelle série, vol. 10 (1), p. 25-63.
- SZTRAKOS K. (2000) : Les foraminifères de l'Éocène du Bassin de l'Adour (Aquitaine, France) : Biostratigraphie et taxinomie. *Rev. Micropaléont.*, vol. 43 (1-2), p. 71-172.
- SZTRAKOS K., GÉLY J.-P., BLONDEAU A. et MÜLLER C. (1997) : Le Paléocène et l'Ilherdien (p.p.) du Bassin sud-aquitain : lithostratigraphie, biostratigraphie et analyse séquentielle. *Géologie de la France*, vol. (4), p. 27-54.
- SZTRAKOS K., GÉLY J.-P., BLONDEAU A. et MÜLLER C. (1998) : L'Éocène du Bassin sud-aquitain : lithostratigraphie, biostratigraphie et analyse séquentielle. *Géologie de la France*, vol. (4), p. 57-105.
- TOUMARKINE M. et LUTERBACHER H. (1985) : Paleocene and Eocene planktic foraminifera. In Bolli H.M., Saunders J.B. and Perch-Nielsen K.(eds), Plankton stratigraphy. Cambridge University Press, Cambridge, p. 87-154.
- ZORN I. et JANSSEN A.W. (1993) : *Vaginella tricuspida* sp. nov., a new holoplanktonic mollusc from the Late Oligocene of SW France and Hungary. *Contributions to Tertiary and Quaternary Geology*, vol. 29 (3-4), p. 61-71.