

# Pollens et dinoflagellés du Paléogène inférieur turbiditique du Béarn.

## Comparaisons avec les assemblages de plate-forme des Petites Pyrénées\*

Carla CAVAGNETTO (1)

Nicole GUERRERO (2)

*Pollens and dinoflagellates of the Early Paleogene turbidites at Béarn.  
Comparison with the platform assemblages of the Pyrenean foothills*

Géologie de la France, n° 3, 1999, pp. 17-35, 8 fig., 1 tabl., 3 pl. photo.

Mots-clés : Palynomorphe, Paléocène, Eocène inférieur, Turbidites, Biostratigraphie, Pyrénées-Atlantiques.

Key words: Palynomorphs, Paleocene, Lower Eocene, Turbidite, Biostratigraphy, Pyrénées-Atlantiques.

### Résumé

Dans l'avant-pays nord-pyrénéen, les sédiments contemporains de l'orogénèse pyrénéenne, déposés en domaine de bassin n'affleurent que sporadiquement à l'ouest du Plateau de Lannemezan. A la faveur d'une coupe presque continue, levée entre Oraas et Escos dans le lit du Gave d'Oloron, une étude palynologique de la série turbiditique paléocène et éocène inférieur a été réalisée. Ses résultats, exposés dans ce travail, sont comparés à ceux déjà obtenus dans les dépôts contemporains de plate-forme décrits plus à l'est, des Petites Pyrénées aux Corbières.

En tenant compte des pourcentages respectifs des pollens et du microplankton ainsi que de la représentation quantitative des écogroupes de dinoflagellés (dont nous avons reconnu 224 formes différentes), nous avons mis en évidence des changements dans l'origine des apports provenant soit de zones côtières à salinité réduite soit de zones néritiques internes ou externes. Les assemblages polliniques sont caractérisés par la prédominance constante des pollens subtriportés qui pourrait indiquer l'existence de

remaniements paléocènes au cours du Cuisien. Une herbacée appartenant aux Restionacées est bien représentée dès le Thanétien (Calcaires supérieurs). La fréquence des Sapotacées associées à des Cesalpiniacées et à *Nypa* dans la série cuisienne indique un réchauffement climatique, mis en évidence dès la base de l'Ilerdien mais surtout à l'Ilerdien moyen dans les dépôts de plate-forme affleurant à l'est du Plateau de Lannemezan.

### Abridged English version

The distribution of pollen and dinoflagellates at Oraas has been interpreted using the analysis of the section (Fig. 3) made by Razin, Roger and Tambareau with the collaboration of Berggren (P), Aubry (NP) and Hottinger (SB), and summarized in Razin et al. (1995). Among the 25 prepared samples along the flysch series overlying the "Calcaires inférieurs" of Oraas (Figs. 2 and 3), only 14 have yielded palynofloras. Three of these were collected in the Thanetian "Sables inférieurs" (P4 and NP6), and three were from the "Calcaires supérieurs" belonging to SB3, P4, NP6 (subsequently NP6/NP7 transition). The

remaining eight samples were collected in the Thanetian to Cuisian "Sables supérieurs"; the two older ones in P4 and P5, the next three in P7 and the youngest three in P9.

Outcrops of basin deposits are scarce in the northwestern part of the Pyrenees (Fig. 1). The Paleocene and Lower Eocene turbiditic series are, however, exposed on the banks of the Gave d'Oloron, near Oraas, where Boltenhagen (1966) dated the main formations and where a working group with one of the authors (N.G.) undertook new studies (1994) to document possible changes at the Paleocene/Eocene boundary. Most of these studies were stopped because of the lack of outcrops representing the boundary; nevertheless, the palynological investigation (C.C.) was continued and its results, previously published for the Lower Paleocene (Cavagnetto and Tambareau, 1998), are presented and compared with those obtained in contemporaneous platform deposits.

Taking into account the respective ratio of pollens and microplankton, with a great abundance of pollens in the silty tur-

\* Manuscrit reçu le 25 février 1999, accepté le 4 octobre 1999.

(1) Laboratoire de Paléoenvironnements et Palynologie, UMR-CNRS 5554, Université de Montpellier II, 34095 Montpellier cedex 05, France.

(2) Laboratoire de Géologie structurale, Université Paul Sabatier, 38 rue des Trente-Six-Ponts, 31400 Toulouse, France.

*bidites and a dominance of dinoflagellates in the carbonate hemipelagites plus the quantitative representation of the dinoflagellate ecogroups (224 different recognized forms), we can provide information about the sediment input source area, which was either a coastal zone with a reduced salinity, or an inner or outer neritic zone of the contiguous platform. For instance, the palynological content of the "Sables supérieurs" clearly differs from that of the "Calcaires inférieurs" (Cavagnetto and Tambareau, 1998) and that of the "Calcaires supérieurs" because of the abundance of Operculidium microtriainum + O. centrocarpum with Glaphyrocysta reflecting an inner platform source area and not a more distal one as in the under- and overlying limestones. The assemblages found in the "Sables supérieurs" are more diverse and indicate changes in the input source area. The abundance of Spiniferites and of Operculidium microtriainum + O. centrocarpum found in the marly sediments underlying the lacuna of outcrops (tentatively correlated with the Ilerdian transgression) corresponds to an outer neritic source area whereas the abundance of Apectodinium homomorphum and Phthanoperidinium crenulatum found in the overlying silty turbidites shows that the erosion reached the inner, and even the coastal part of the platform. So far, our paleoecological investigation has mainly resulted in the following observations: the decrease of Spiniferites (Spiniferites+Achomosphaera) and Operculidium microtriainum + O. centrocarpum is related to an increase of pollens, and the increase of Glaphyrocysta seems to be concomitant with the decrease of Impagidium, and then of the Spiniferites and O. microtriainum+O. centrocarpum groups.*

*The Pollen assemblages encountered in Oraas show some distinctive compositional features; some present a problem, such as the dominance, up to the Cuisian P9 Zone, of thick-wall subtriporate pollens, essentially recorded from the Paleocene in northwestern Europe. The regular occurrence of Milfordia, pollen of a herbaceous plant belonging to the Restionaceae, is also worth noting. Diverse tricolporate pollens, Plicapollis pseudoexcelsus, bisaccate pollens of conifers and the genus Pentapollenites are found associated with the subtriporate pollens that are dominant all along*

*the section. The record, between the P7 and P9 Cuisian Zones, of Caesalpinioideae (Crudia-Isobertinia, Dimorphandra), numerous and diverse Sapotaceae and Nypa pollens attests to an obvious climatic warming recorded earlier, from the Lower Ilerdian, in the eastern platform deposits (Gruas-Cavagnetto et al., 1984, 1992).*

*Although a complete zonation of the section is not yet possible, we can establish that a part of the "Sables inférieurs" belongs to the D3 and we can correlate the "Calcaires supérieurs" to the D4 Zone. We have also assigned the part of the "Sables supérieurs" just above the first occurrence of Apectodinium hyperacanthum to the D5 Zone. Unfortunately, because of the lack of outcrops and fossiliferous levels, neither the position of the D6 and D7 Zones, nor the lower boundary of the D8 Zone could be precisely determined with our present data.*

## Introduction

Si les palynoflores du Paléogène inférieur du versant nord des Pyrénées ont déjà été recensées des Petites Pyrénées aux Corbières où se succèdent des séries alternantes de dépôts marins de plate-forme et continentaux, celles des sédiments marins profonds qui se développent à l'ouest du Plateau de Lannemezan sont beaucoup moins connues. Dans cette région, aux affleurements rares et changeants, la série de Nouts-Oraas, en Béarn, sur les bords du Gave d'Oloron, décrite par Boltzenhagen (1966), semblait pouvoir permettre l'observation des changements faunistiques survenant vers la limite Paléocène/Eocène. Un groupe de travail auquel participait l'une de nous (N.G.) a alors entrepris le relevé et l'étude sédimentologique et paléontologique détaillée de la succession visible en période de basses eaux, en Décembre 1994. Malheureusement, en raison d'une lacune d'affleurements aux alentours de la limite à examiner, le projet initial d'étude conjointe des divers groupes fossiles représentés a été abandonné. Cependant, quelques travaux se sont poursuivis, notamment ceux relatifs aux pollens et dinoflagellés (C.C.) dont les résultats vont être présentés.

Faisant suite à la publication des assemblages du Paléocène inférieur

(Cavagnetto et Tambareau, 1998), cette note a pour but de décrire et d'interpréter les pollens et dinoflagellés rencontrés dans le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur de cette série turbiditique, puis de les comparer à ceux des séries de plate-forme des Petites Pyrénées (Gruas-Cavagnetto et al., 1988). Les assemblages examinés ont été prélevés à Oraas (Pyrénées-Atlantiques), sur les rives du Gave d'Oloron. Ils sont placés sur la coupe (fig. 3) qui nous a été communiquée par Ph. Razin, J. Roger et Y. Tambareau, interprétée par ces auteurs et datée avec la collaboration de W. Berggren (foraminifères planctoniques : zones P), de M.P. Aubry (Nannoplancton : zones NP), d'Y. Tambareau et L. Hottinger (foraminifères benthiques : zones SB). Cette coupe, inédite, a été présentée dans un poster intitulé « Les cycles sédimentaires du Paléogène inférieur de la plate-forme au bassin dans l'avant-pays nord-pyrénéen » à la Séance spécialisée S.G.F., Le Bassin d'Aquitaine, à Toulouse, en septembre 1995.

## Position stratigraphique des palynoflores étudiées

Le Paléocène et l'Eocène inférieur du Synclinal d'Escos sont recoupés par le Gave d'Oloron à Oraas, entre le hameau de Nouts, situé en amont sur la rive droite et la station de pompage d'Escos, en aval sur la rive gauche (fig. 1 et 2). La série étudiée correspond à des sédiments de type flysch déposés dans un sillon subsident et succède au puissant ensemble maastrichtien connu sous le nom de « Marnes de Nay ». Boltzenhagen (1966 et fig. 3) y décrit quatre formations qui sont, de la base au sommet : les Calcaires inférieurs, les Sables inférieurs, les Calcaires supérieurs et les Sables supérieurs au sein desquels se situe la limite Paléocène/Eocène. Les palynoflores des Calcaires inférieurs ayant été analysées dans une étude précédente (Cavagnetto et Tambareau, 1998), ce travail concerne les formations sus-jacentes où ont été prélevés et traités 25 échantillons dont 14 seulement nous ont livré des microflores.

Dans les Sables inférieurs correspondant à des turbidites gréseuses, attribués au Thanétien inférieur et plus particulièrement aux zones P4 et NP6 (fig. 3), trois échantillons se sont révélés fossilifères (94-12, 94-13, 94-18). Ils ont été pris sur la rive droite du Gave, en aval de la

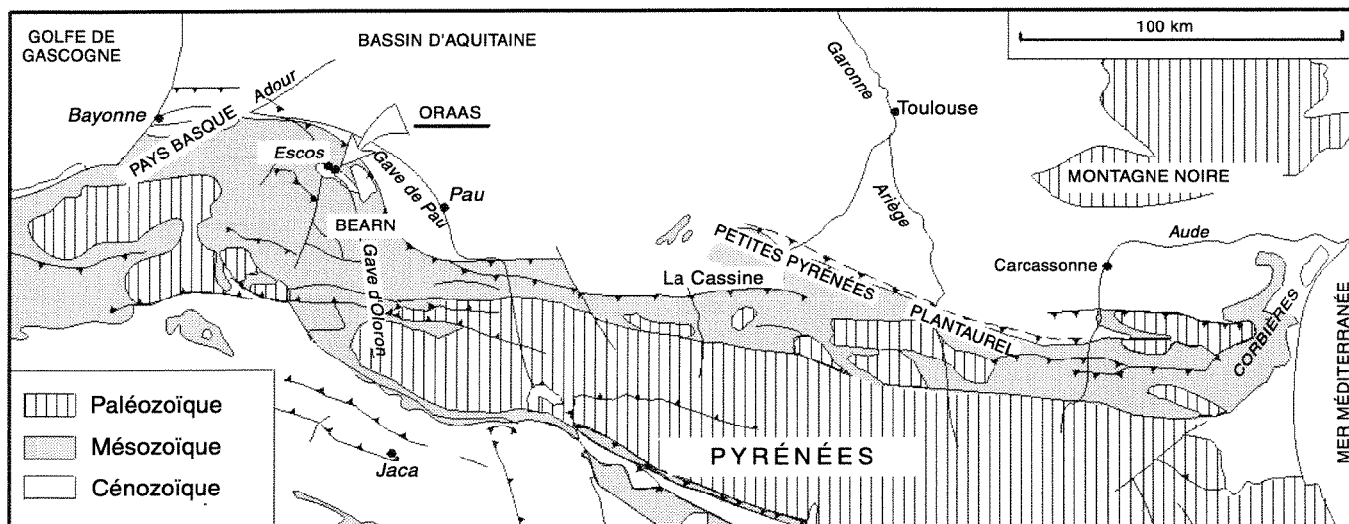


Fig. 1.- Carte schématique du Paléogène inférieur du Bassin nord-pyrénéen.

Fig. 1.- Geological sketch map of the Lower Paleogene in the North Pyrenean basin.

falaise constituée par les Calcaires inférieurs et située sous le hameau de Nouts.

Dans les Calcaires supérieurs affleurant sur la rive gauche du gave, dans et en aval du ruisseau de Crabé, trois des échantillons prélevés ont fourni des pollens et des dinoflagellés (94-28, 94-29, 94-33). Ces dépôts, caractérisés par la diversité et l'état de conservation exceptionnels des foraminifères benthiques qu'ils renferment (Tambareau *et al.*, 1994, Hottinger et Tambareau, étude en cours) correspondent à des hémipélagites et turbidites carbonatées. Ils sont encore inclus dans la zone P4 mais appartiennent au Thanétien supérieur et plus précisément à la zone SB3 (Zone à *Glomalveolina primaeva*), à la zone NP6 pour leur base et à la transition entre les zones NP6 et NP7 pour leur sommet.

Les Sables supérieurs sus-jacents, puissants de 200 m environ et constitués d'alternances monotones de marnes hémipélagiques et de turbidites gréseuses, correspondent à la partie terminale du Thanétien, à l'Ilerdien et au Cuisien. Datés essentiellement par les foraminifères planctoniques qu'ils renferment (Berggren *in fig. 3*) ils débutent au sommet de la zone P4 et se développent au cours des zones P5, P6, P7, P8 et P9. Une association d'Alvéolines du Cuisien inférieur (zone SB10) (datation Hottinger et Tambareau), trouvée vers la base de la zone P8 est cohérente avec ces attributions. Les zones NP8, NP9 et NP10 y ont été ponctuellement décelées. Parmi les échantillons traités, 7 sont fossilifères ;

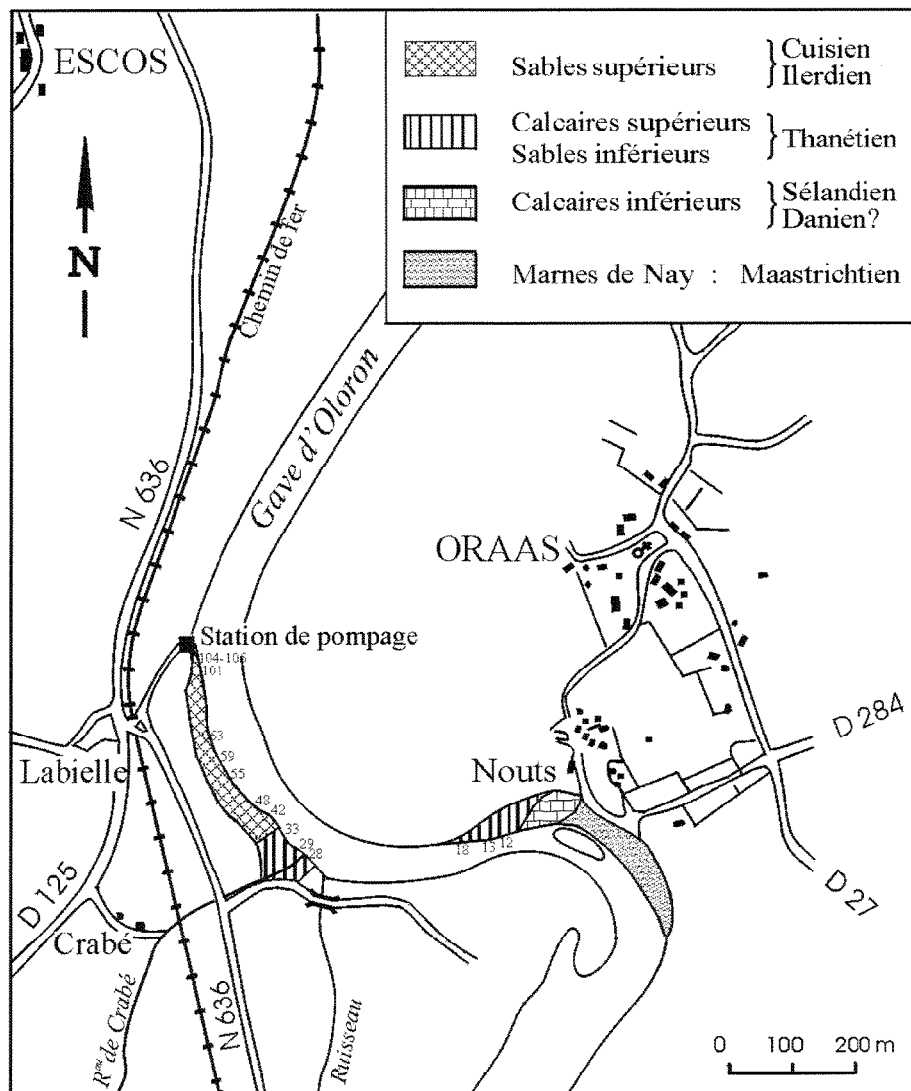
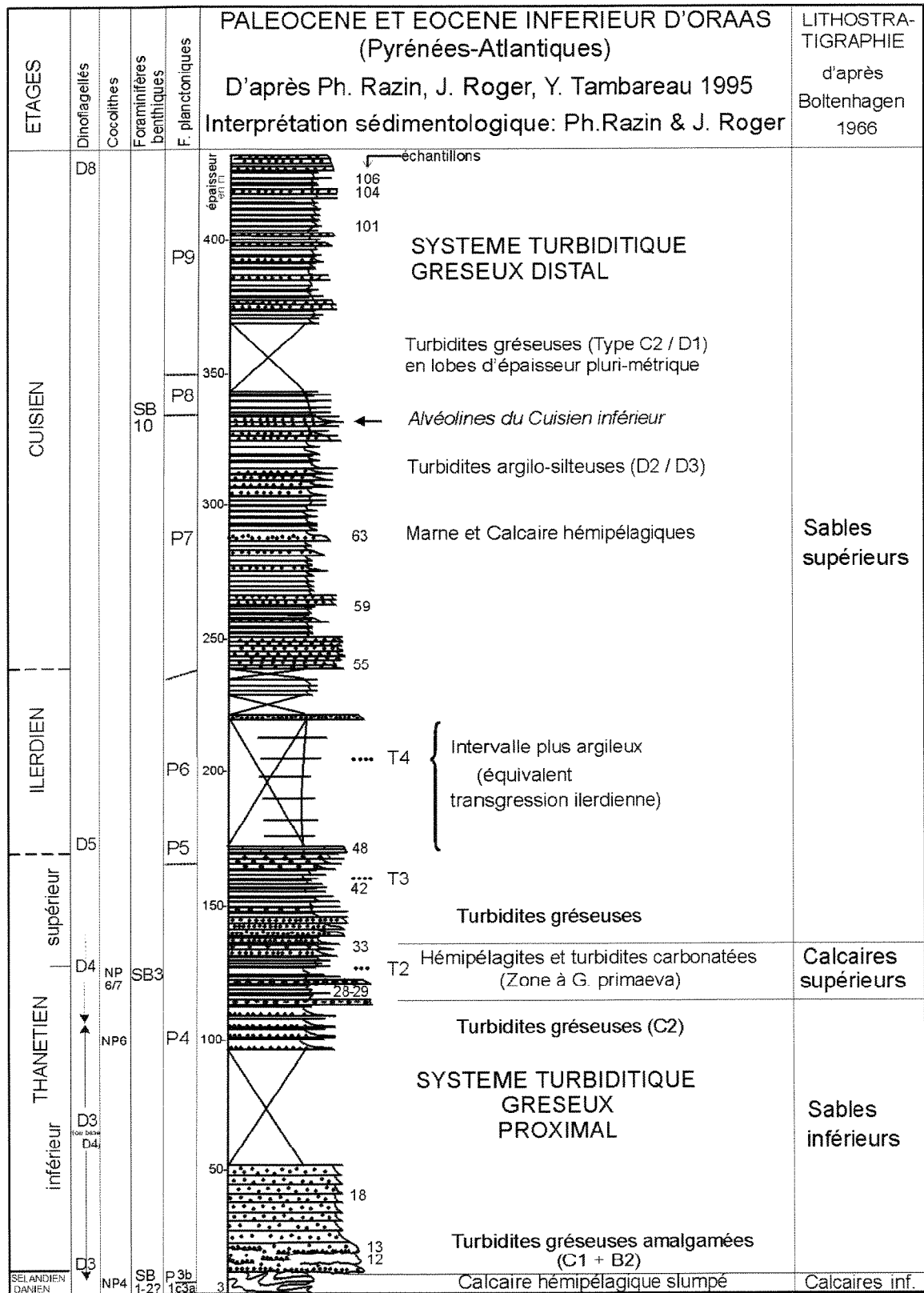


Fig. 2.- Localisation des affleurements étudiés sur les bords du Gave d'Oloron entre Oraas et Escos (Pyrénées-Atlantiques).

Fig. 2.- Location of the studied outcrops along the banks of the Gave d'Oloron between Oraas and Escos (Pyrénées-Atlantiques).



.... T: Equivalent des maxima transgressifs sur la plateforme in Tambareau et al 1995 (T2: Zone à *G. primaeva*; T3: Zone à *G. levis*; T4: Transgression ilerdienne  
Zonations: Dinoflagellés (D): ce travail; Coccolithes: M.P. Aubry (NP); Foraminifères planctoniques (P): W. Berggren; Foraminifères benthiques (SB): L. Hottinger et Y. Tambareau.

Fig. 3.- Position des échantillons étudiés des zones de microplancton sur la coupe de la série paléocène à éocène inférieur affleurant d'Oraas à Escos (Pyrénées-Atlantiques) et levée par Razin, Roger et Tambareau (1995, inédit).

Fig. 3.- Position of the studied samples and of the microplankton zones on the section in the Paleocene-Lower Eocene series cropping out between Oraas and Escos (from Razin, Roger and Tambareau, 1995, unpublished).

les plus anciens (94-42, 94-48) se situent encore successivement dans les zones P4 et P5. Ils sont séparés des plus récents par une importante lacune d'affleurements correspondant à la presque totalité de la zone P6. Cette lacune est interprétée par Ph. Razin, J. Roger et Y. Tambareau comme un intervalle plus argileux correspondant, dans le bassin, à la transgression ilderdienne affectant la plate-forme. Les trois échantillons suivants (94-55, 94-59, 94-63) ont été prélevés dans l'intervalle correspondant à la zone P7 et les trois plus récents dans celui correspondant à la zone P9 (94-101, 94-104, 94-106), en amont de la station de pompage d' Escos.

### Etude palynologique

Les associations sporo-polliniques et de dinoflagellés se répartissent inégalement selon les formations et même selon les échantillons étudiés à l'intérieur d'une même formation. Cependant, l'étude quantitative de leur représentation respective traduit une plus grande abondance des pollens dans les turbidites gréseuses (94-13) et surtout argilo-gréseuses (94-55) alors que les dinoflagellés prédominent dans les hémipélagites marneuses (94-29, 94-101) ou carbonatées (94-28) (fig. 7). La répartition des dinoflagellés dans les échantillons qui en ont livré est détaillée dans le tableau 5. Leur importance varie selon les formations ; faible dans les turbidites gréseuses correspondant à la majeure partie des Sables inférieurs, elle atteint son maximum dans les hémipélagites marneuses prélevées au sein des Calcaires supérieurs et des Sables supérieurs (fig. 5). Dans l'interprétation stratigraphique des espèces rencontrées, nous utiliserons la zonation (D) de Costa et Manum (1988) reprise par Powell (1992, p. 164), (fig. 8).

### Sables inférieurs (P4 pars)

#### Spores et pollens

Les assemblages sporo-polliniques des sables inférieurs deviennent plus importants que ceux des Calcaires inférieurs sous-jacents où ils ne formaient qu'un peu plus du tiers de la microflore (Cavagnetto et Tambareau, 1998). Dans l'échantillon 94-13, par exemple, les spores et pollens sont plus abondants que les dinoflagellés et montrent une remar-

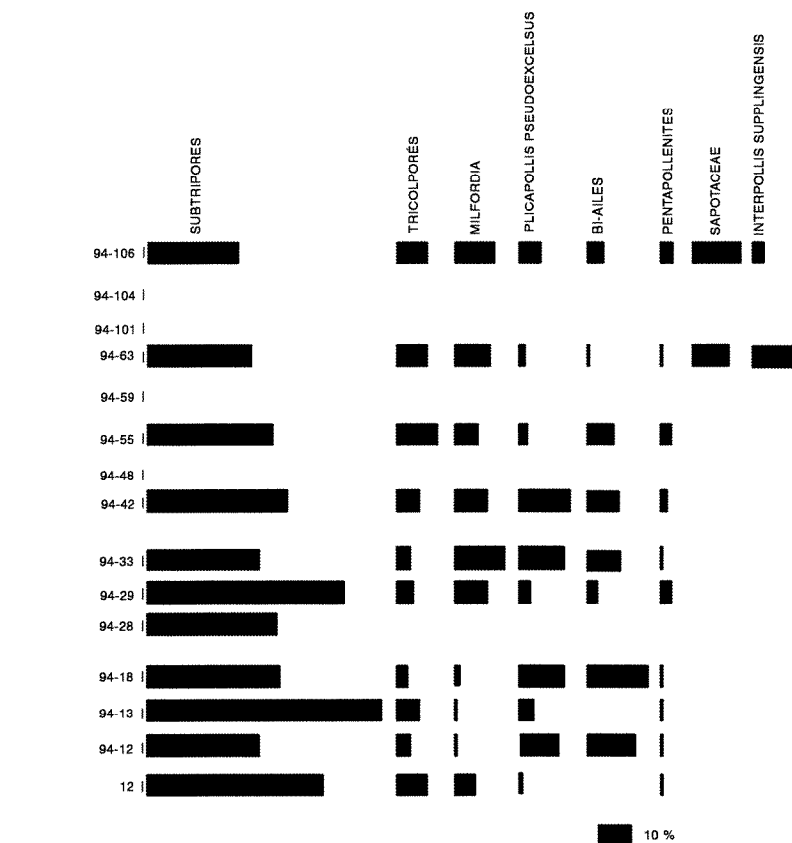


Fig. 4.-Variation quantitative des types polliniques les mieux représentés.

Fig. 4.- Quantitative variation of the most abundant pollinic types.

quable dominance des pollens subtriporés (fig. 4) qui constituent 72 % de l'assemblage. D'autres formes sont également bien représentées dans cette formation, en particulier *Plicapollis pseudoexcelsus*, *Milfordia* (Restionacées) ainsi que des pollens tricolporés variés.

Certaines des formes rencontrées présentent une valeur stratigraphique. C'est le cas de *Tetrapollis validus* et *Pseudomeinipollenites paleocenicus*, connus dans le Paléocène des Pyrénées (sommet des Calcaires inférieurs du Selandien d'Oraas in Cavagnetto et Tambareau, 1998) et Marnes à Huîtres thanétiennes (transition des zones SB3-SB4 d'après la zonation de Serra-Kiel *et al.*, 1998) des Petites Pyrénées (Gruas-Cavagnetto *et al.*, 1988).

Parmi les marqueurs, citons *Extratripopollenites audax* et *Psittacopsis elaeagnoides*. *E. audax* atteint, en Allemagne, la palynozone 8 de Krutzsch (in Döring *et al.*, 1966) dans le Paléocène moyen de la formation « Brandenburger Bild », équivalent du Thanétien I du Bassin de Paris. *P. elaeagnoides* a été décrit dans le Thanétien II de Menat, Puy de Dôme, par Kedves (1982), dans un gise-

ment classique pour ses mammifères, plantes et insectes.

Des genres actuels tels *Centella* et *Rhyticarpus* (Ombellifères) ont aussi été rencontrés. Dans le Bassin de Paris, *Rhyticarpus* a été rencontré pour la première fois dans le Thanétien II de Chalons-sur-Vesle (Marne) et se continue dans le Sparnacien (Gruas-Cavagnetto et Cerceau-Larrival, 1983). *Centella* apparaît également dans le Thanétien II et se poursuit jusqu'au Ludien.

#### Dinoflagellés

Parmi les espèces intéressantes du point de vue stratigraphique, trouvées dans les échantillons 94-12, 94-13, 94-18, citons *Cladopyxidium saeptum* présent dans le deuxième échantillon, vers la base de la formation. Pour Williams *et al.* (1993), cette espèce couvre l'intervalle allant du Crétacé supérieur à la base du Paléocène supérieur (58 Ma). Quant à *Palaeotetradinium minusculum*, présent dans 94-18, c'est-à-dire au tiers inférieur de la formation, Powell (1992) le signale depuis la zone D3 qui correspondrait aux zones P3b et NP5. La partie inférieure des Sables inférieurs pourrait donc relever de

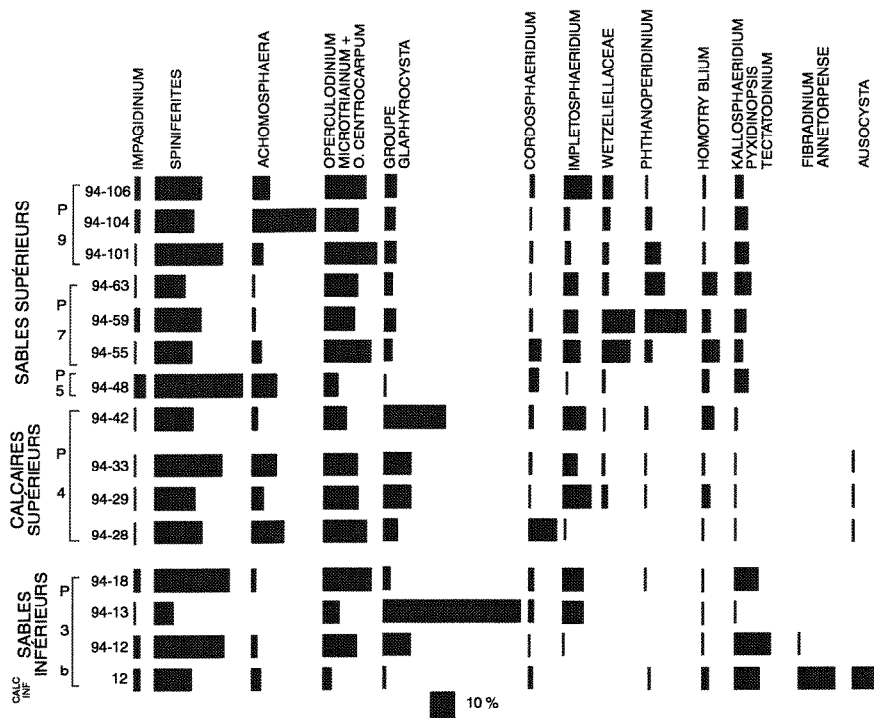


Fig. 5.- Représentation quantitative des principaux groupes de dinoflagellés.

Fig. 5.- Quantitative representation of the main dinoflagellate groups.

la zone D3 correspondant encore à la zone P3b comme le sommet des Calcaires inférieurs sous-jacents (Cavagnetto et Tambareau, 1998) sinon appartenir déjà à la base de la zone D4 correspondant à la zone P4 (pars).

On rencontre en outre, à partir des sables inférieurs : *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata*, *A. medusettiformis*, *Cassidium fragile*, *Deflandrea denticulata*, *Eocladopyxis peniculata*, *Glaphyrocysta divaricata*, *G. pastielsii*, *Impagidinium aspinatum*, *I. elegans* (pl. II, fig. 1, 4), *Nematosphaeropsis philippoti*. Les représentants de *Glaphyrocysta* sont abondants.

### Calcaires supérieurs (zones P4 pars, SB3, NP6-7)

#### Spores et pollens

Dans les hémipélagites carbonatées qui constituent l'essentiel des Calcaires supérieurs, les pollens sont moins représentés (entre 11 et 16 % du total des pollens + dinoflagellés) alors que dans les Sables inférieurs, ils atteignaient 36-51 %. Cependant, on n'observe pas de changement significatif dans la composition pollinique,

mis à part un plus grand pourcentage de *Milfordia* (Restionacées) et l'apparition de *Platycarya* (Juglandacées).

#### Dinoflagellés

*Alisocysta margarita* (pl. I, fig. 1, 2) et *Turbiosphaera galatea* sont limités à cette formation. D'après Costa et Manum (1988), la répartition d'*A. margarita* couvre les zones D4 à D6 et pour Williams *et al.* (1993), cette forme est présente entre la partie supérieure du Paléocène inférieur et le sommet du Thanétien.

Quant à *Turbiosphaera galatea*, elle est signalée à la base de la formation d'Ypres (De Coninck, 1980) et dans l'Eocène inférieur d'Angleterre (Eaton, 1976). Sa présence dans cette coupe pyrénéenne semble donc plus précoce que dans les bassins nordiques. Dans les Calcaires supérieurs apparaissent aussi *Apectodinium homomorphum* et *A. quinquelatum*. Ce groupe, très important, s'étend, dans le nord-ouest de l'Europe, depuis la partie supérieure de la zone D4 jusqu'à D10 (Costa et Manum, 1988). Powell (1992) signale également le groupe *A. homomorphum* à partir du sommet de la zone Ahy qu'il corrèle avec la

base de la zone NP9 et le sommet de la zone P4.

Williams *et al.* (1993) lui attribuent une répartition allant du Thanétien supérieur à Bartonien moyen. Dans les gisements pyrénéens plus orientaux (Petites Pyrénées), ce groupe apparaît au Thanétien, au sommet de la zone SB3 (zone à *Glomalveolina primaeva*).

Il faut toutefois revoir la valeur stratigraphique de la première apparition du groupe *A. homomorphum* à la lumière des données synthétisées par Thomas (1996). Des apparitions plus précoces d'*Apectodinium* (*A. hyperacanthum*) sont notées dans le Selandien (NP4) d'El Kef, en Tunisie et dans le Danien supérieur (partie inférieure (M1) de la Maureen Formation, forage en Mer du Nord, au large de la Grande Bretagne). Pour Brinkhuis *et al.* (1994), la migration d'*Apectodinium* pendant le Paléocène supérieur indiquerait un réchauffement climatique qui aurait conduit à « l'acmé » d'*Apectodinium* reconnue mondialement près de la limite Paléocène-Eocène. Il semblerait que les associations à *Apectodinium* à faciès marin marginal soient associées à l'abondance des pollens et à une plus grande quantité de matière organique amorphe. Même en Mer du Nord, *Apectodinium* a existé pendant les périodes de baisse du niveau marin antérieures à la biozone NP8.

En plus de l'influence d'un réchauffement climatique (Brinkhuis *et al.*, 1994), il faudrait envisager selon Thomas (1996) d'autres facteurs comme les variations du niveau de la mer et de la configuration paléogéographique du bassin. Il est donc clair que la première apparition d'*Apectodinium* ne constitue pas un marqueur biostratigraphique bien que son grand développement se situe généralement aux alentours de la limite Paléocène, dans la biozone NP9.

D'autres espèces apparaissent, ici, dans les calcaires supérieurs (fig. 6, tabl. 1): *Adnatosphaeridium robustum*, *A. vittatum*, *Hystrichosphaeridium patulum*, *H. salpingophorum*, *Impletosphaeridium luxurium*, *I. rugosum*, *Nematosphaeropsis reticulensis*, *Polysphaeridium subtile*, *Thalassiphora pelagica*. Certaines sont limitées à ce niveau : *Phthanoperidium resistente* (pl. I, fig. 6, 7), *Hystrichosphaeropsis complanata*, *Lentinia serrata*,

*Alisocysta margarita* (pl. I, fig. 1, 2), *Turbiosphaera galatea*. Il faut souligner l'apparition d'*Homotryblium* sp. (pl. II, fig. 7, 10), (94-42) qui se rencontre aussi, assez haut, dans les Sables supérieurs (94-55, P7) et d'*Apectodinium homomorphum*.

**Sables supérieurs  
(P4 pars à P9)**

Cette puissante formation (plus de 300 m) est interrompue par deux importantes lacunes d'affleurements qui correspondent probablement à des intervalles plus argileux où les eaux du gave restent toujours profondes. De ce fait, ni les horizons du sommet de la zone P5 et de la presque totalité de la zone P6 correspondant à la première de ces lacunes (50 m environ), ni celles du passage P8/P9 correspondant à la seconde n'ont pu être prélevés. L'étude de la formation n'a donc pas pu être effectuée en continu. C'est pourquoi nous analyserons séparément les associations de trois groupes d'échantillons pris de part et d'autre de ces lacunes au sein des Sables supérieurs. Le pourcentage des pollens y est en augmentation mais de façon inégale et n'atteint pas les proportions trouvées dans les Sables inférieurs (fig. 7).

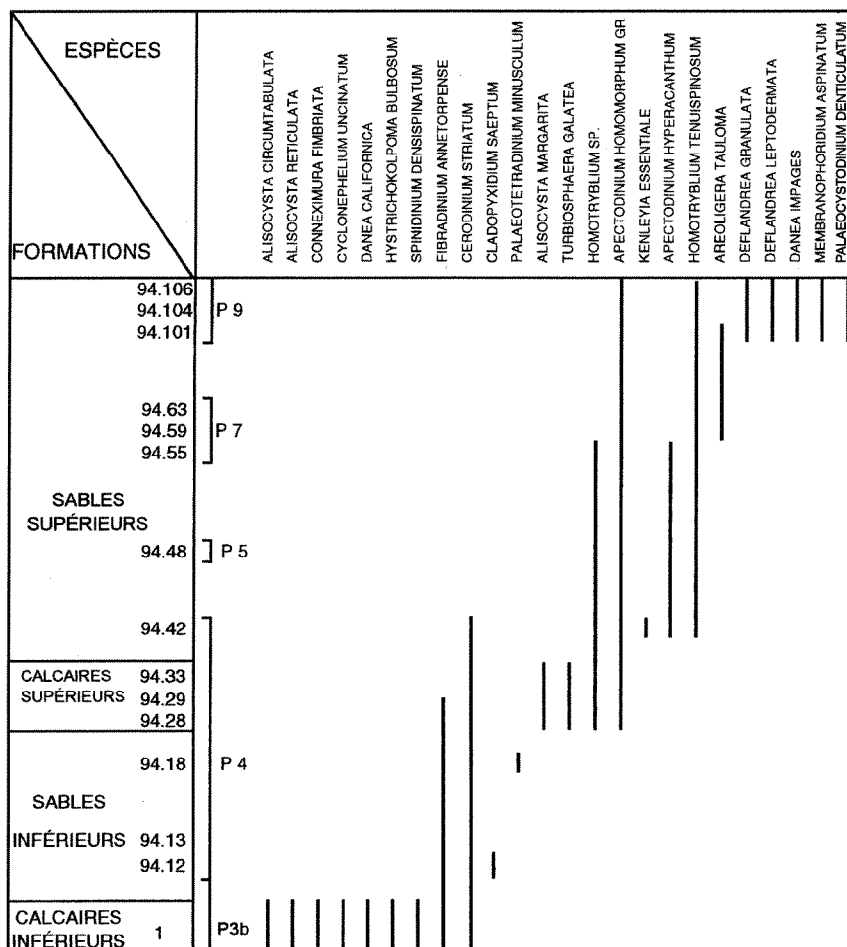


Fig. 6.- Répartition stratigraphique de quelques marqueurs choisis parmi les dinoflagellés.  
Fig. 6.- Stratigraphic range of the most significant dinoflagellates.

**Echantillons 94-42 (sommet P4) et 94-48 (P5)**

*Pollens*

A la base de la formation, séparées des Calcaires supérieurs par des turbidites gréseuses (10 m environ), des hémipélagites marneuses (20 m) nous ont fourni, à leur sommet, deux échantillons fossilifères. D'après Razin, Roger et Tambareau (1995, in fig. 3) elles appartiennent encore, pour leur majeure partie, à la zone P4 et correspondent au maximum transgressif mis en évidence sur la plate-forme (Zone à *Glomalveolina levis* = SB4 in Tambareau et al., 1995 ; Serra-Kiel et al., 1998).

Le prélèvement le plus ancien (94-42) se caractérise par l'importance de *Plicapollis pseudoexcelsus* (16 %) et la présence de marqueurs reconnus dans les Petites Pyrénées (fig. 1 in Gruas-Cavagnetto et al., 1984, 1988) comme *Russellipollenites magnus* (Marnes à Huîtres thanétiennes, passage des zones SB3/SB4, des Petites Pyrénées), *Reeve-*

*siapollis* (Thanétien II de Menat in Kedves, 1982), *Stephanoporopollenites hexaradiatus tribinae* répandu dans les Petites Pyrénées du Thanétien inférieur à l'Ilerdien inférieur (zones SB3 à SB5). *Triporopollenites wehmingensis*, *Rhytiacarpus* et *Centella* représentés dans les sables inférieurs persistent encore dans cet échantillon.

Situé environ 8 m au-dessus du précédent, l'échantillon 94-48, qui d'après Berggren (fig. 3) appartient à la zone P5, est assez pauvre en pollens. On y note l'apparition d'*Intratriporopollenites pseudoinstructus* (Tiliacées). Dans le Bassin de Paris, cette espèce apparaît dans l'Argile plastique du Sparnacien, plus précisément dans la zone SP3 (Gruas-Cavagnetto et Chateaneuf, 1988) mais, dans son tableau de synthèse des distributions dans le nord-ouest de l'Europe, Meyer (1988) la fait apparaître dès la zone SP2, dans le Paléocène supérieur.

*Dinoflagellés*

Parmi les marqueurs trouvés dans cette partie basale des Sables supérieurs, *Apectodinium hyperacanthum*, présent ici et dans la zone P7 (échantillon 94-59) est signalé entre les zones P4 (partie supérieure) et P6 *pro parte*, soit NP9-base NP10 et D4 sup.-D5b. Sa présence dans la coupe d'Oraas est donc en accord avec la répartition synthétisée par Powell (1992). *Homotryblium tenuispinosum* apparaissant ici, se répartit en Europe du Nord, de D5 (Paléocène supérieur) à D16 (Oligocène supérieur). Quant à *Kenleyia essentielle*, elle est signalée en Belgique à la base de l'Yprésien (De Coninck, 1980, 1990).

On note d'autres apparitions d'espèces à la partie basale des Sables supérieurs (94-42). Certaines se poursuivent plus haut dans la série telles *Cordosphaeridium biarmatum*, *Hystrichostrogylon membraniphorum* alors que d'autres se limitent à ce niveau





| échantillons                                      |  | 1 | 12 | 13 | 18 | 28 | 29 | 33 | 42 | 48 | 55 | 59 | 63 | 101 | 104 | 106 |
|---|--|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|
| Dinoflagellés                                     |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. pentahedria</i>                             |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. sp.</i>                                     |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Impatiensphaeridium capillaceum</i>            |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. cracens</i>                                 |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. densicostatum</i>                           |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. erinacum</i>                                |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. ligospinosum</i>                            |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. luxurium</i>                                |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. panniforme</i>                              |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. patulum</i>                                 |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. rugosum</i>                                 |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. transodum</i>                               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. whitei</i>                                  |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>i. sp. B WRENN et HARTT 1968</i>               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Isabelidinium cf. globosum</i>                 |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Kaliosphaeridium brevispatum</i>               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>K. capitatum, pl. I, fig. 3, 4</i>             |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>K. nigeriense</i>                              |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>K. yorubaense</i>                              |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>K. sp.</i>                                     |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Kenleya essentiale</i>                         |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Lejeunia hyalina</i>                           |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Lejuria serrata</i>                            |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Lingulodinium machaerophorum</i>               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>L. pugiatum</i>                                |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Meiliasphaeridium asterium</i>                 |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>M. pseudocurvatum</i>                          |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>M. sp. 1, pl. II, fig. 5 HEEM ANN.-CLAIREN</i> |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Membranoporphidium aspinatum</i>               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Montanrocysta aemiliana</i>                    |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Muratodinium firmibrium</i>                    |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Nematospaeropsis philippotii</i>               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>N. reticulens</i>                              |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Ochetodinium romanum, pl. II, fig. 8, 9</i>    |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. vermiculatum</i>                            |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Oligosphaeridium complex</i>                   |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. pulcherimum</i>                             |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Operculodinium centrocarpum</i>                |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. deconinckii</i>                             |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. divergens</i>                               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. exultatum, pl. II, fig. 6</i>               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. hirsutum</i>                                |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. microtriatum</i>                            |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. placitum</i>                                |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. severinii</i>                               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. tiara</i>                                   |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. uncinispinosum</i>                          |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>O. sp. A VLENNCK 1987</i>                      |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Palaeocystodinium denticulatum</i>             |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Palaeotetradinium minusculum</i>               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Paralecaniella indentata</i>                   |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Peronosphaeridium monasteriense</i>            |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>P. pseudohystrichodinium</i>                   |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Phelodinium magnificum</i>                     |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Phnanoperidinium arenuliatum</i>               |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>P. resistente, pl. I, fig. 6, 7</i>            |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Platyocystidia sp</i>                          |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Polysphaeridium subtile</i>                    |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>P. zonatyl</i>                                 |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Pterodinium cingulatum</i>                     |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>P. sp. C SCOLIER et WILSON 1983</i>            |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |
| <i>Pyxidella scrobiculata</i>                     |  |   |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |    |     |     |     |

Tabl. 1.- Répartition des dinoflagellés dans les échantillons étudiés  
Table 1.- *Dinoflagellate distribution in the studied samples.*

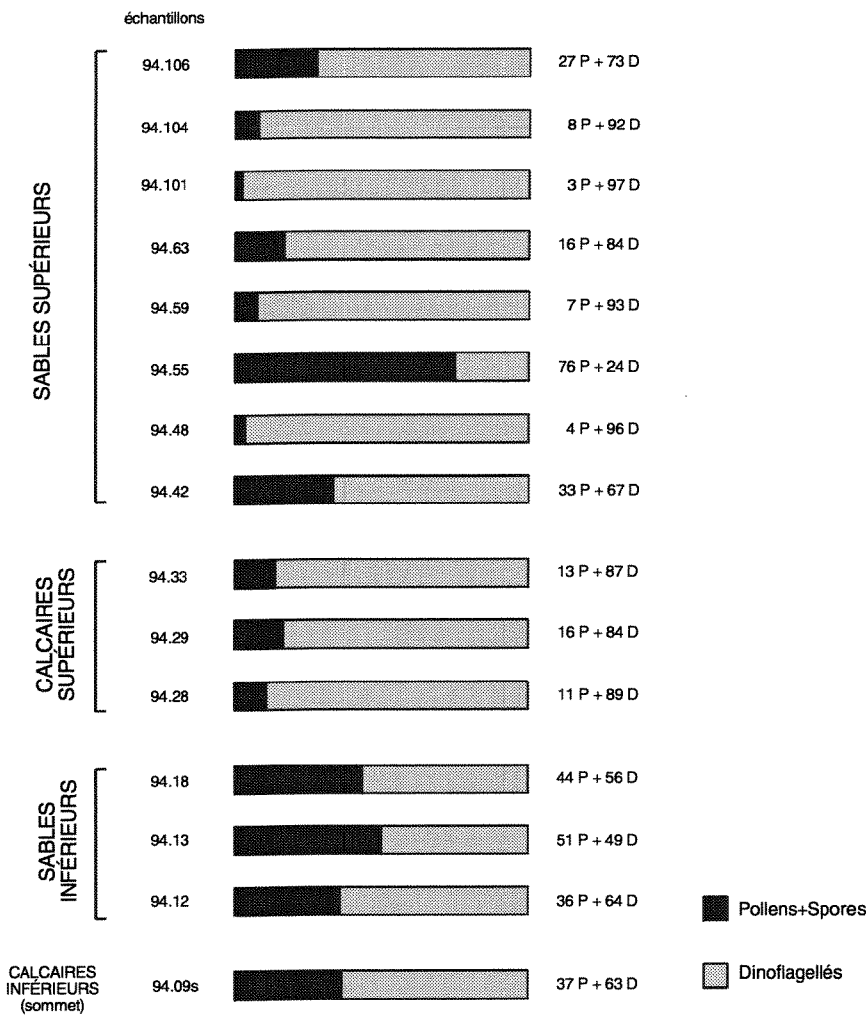


Fig. 7.- Représentation quantitative des pollens et spores et des dinoflagellés sur un total de 100 individus.  
 Fig. 7.- Quantitative representation of pollen, spores and dinoflagellates for a total of 100 taxa.

comme *Cerbia* sp., *Cleistosphaeridium diversispinosum*, *Impletosphaeridium paniforme*, *Pervosphaeridium pseudhystrichodinium*, *Schematophora obscura*, *S. speciosa*, *Senegalinium obscurum*.

A signaler dans l'échantillon 94-48, la présence « précoce » de *Samlandia chlamydophora* qui se continue plus haut dans la formation. Cette espèce est présente dans l'Yprésien YC de Belgique (De Coninck, 1980). Pour Costa et Manum (1988), elle couvre l'intervalle entre la partie supérieure de D 8 (Eocène inférieur) et D 13 (Oligocène inférieur). *Hystrichokolpoma salacium* est présente uniquement dans l'échantillon 94-48.

**Echantillons 94-55, 94-59, 94-63 (P7)**

*Spores et pollens*

Dans le premier échantillon provenant des turbidites gréseuses, les pollens

dominant (76 % de l'association). Quantitativement, on remarque l'importance accrue d'*Ilex coronatus* par rapport aux associations précédentes. On rencontre pour la première fois dans cette coupe *Intratropollenites ollivierae* (Apocynacées), présent à partir de l'Ilerdien inférieur dans la zone pyrénéenne. D'autres espèces font également leur apparition. Ce sont *Scabraticolporopollenites rehderodendroides* (Styracaceae) connue dans l'Ilerdien inférieur et moyen pyrénéen (Gruas-Cavagnetto, 1991) et *Caesalpiniaepollenites eocaenicus*, espèce décrite dans les Sables d'Auteuil du Cuisien du Bassin de Paris (Senesse et Gruas-Cavagnetto, 1990).

Les échantillons 94-59 et 94-63, prélevés dans des marnes hémipélagiques n'ont presque pas livré de pollens, notamment le premier. L'association contenue

dans le plus récent se différencie de celles précédemment décrites par un apport important de pollens de Sapotacées variées (11 %) témoignant d'un réchauffement climatique.

*Dinoflagellés*

*Areoligera tauloma* (pl. III, fig. 6, 7) signalée par Eaton (1976) dans l'Eocène moyen et supérieur débute « précocement » dans la partie moyenne des Sables supérieurs ainsi qu'*Adnatosphaeridium caulleryi*. *Batiacasphaera biornata*, *Deflandrea oebisfeldensis* et *Romasphaera margostriata* ne sont présents que dans ces horizons.

**Echantillons 101, 104, 106 (P9)**

*Spores et pollens*

Les deux derniers échantillons ont été pris dans des turbidites gréseuses, au sommet de la série affleurant sur la rive gauche du gave et précédant des formations détritiques grossières (poudingues à alvéolines), visibles dans le chemin qui relie la station de pompage à la N 636. Dans 94-106, les pollens de Sapotacées sont encore nombreux et variés. Parmi les taxons mégathermes, le type *Crudia-Isobertinia* (Caesalpiniaées) est présent avec *Nypa*, palmier associé à la mangrove.

*Dinoflagellés*

*Danea impages* de l'Eocène inférieur et moyen d'Amérique du Nord se rencontre ici (pl. III, fig. 4) pour la première fois, associé à *Palaeocystodinium denticulatum*, *Deflandrea granulata*, *D. leptodermata* et Forme A Benson.

**Interprétation des assemblages**

**Observations sur les associations polliniques**

La prédominance, dans cette coupe, de pollens subtriorés à paroi épaisse jusque dans la zone P9 du Cuisien est étonnante et pose un problème. Dans les bassins du Nord-Ouest européen, ces pollens sont bien représentés au Paléocène. Ils dominent ou ils sont abondants dans le Thanétien II et le Thanétien III (Sables de Bracheux) du Bassin de Paris, jusqu'au Landénien inférieur ou LIC dans le Bassin belge. A partir du Landénien supé-

rieur, L2, ou du Sparnacien, c'est *Plicapollis pseudoexcelsus* qui se développe (Roche, 1982). *Triatriopollenites platycaryoides* et *Tricolporopollenites cingulum* peuvent être dominants à l'Eocène inférieur. Dans la coupe étudiée, ces pollens subtriporés à paroi épaisse qui représentent entre 35 et 72 % au Paléocène sont encore fréquents dans le Cuisien supérieur (zone P9) dans un pourcentage compris entre 28 et 39 %. A noter la présence régulière de *Milfordia*, une herbacée appartenant aux Restionacées.

Un réchauffement est attesté au cours du Cuisien (entre les zones P7 et P9) par la présence de Caesalpinioïdées (Type *Crudia-Isobertina*, groupe *Dimorphandra*), Sapotacées et *Nypa*. L'analyse pollinique des gisements plus orientaux, situés sur la plate-forme (Petites Pyrénées), reflète une végétation témoin d'un climat de type subtropical, dès la base de l'Ilerdien. En effet, on y rencontre *Nypa* (Palmae), *Heliotropium* type *indicum* (Boraginaceae), Caesalpinaceae, *Platea* (Icacinaceae), Loranthaceae, *Pelliceria* (Pelliceriaceae), Rhizophoraceae, *Rehderodendron* (Styracaceae), (Gruas-Cavagnetto *et al.*, 1988).

### Observations sur les associations de dinoflagellés

Pour interpréter les assemblages de dinoflagellés rencontrés dans la coupe d'Oraas, nous avons utilisé les travaux de Wall *et al.* (1977), Williams (1977), Williams et Bujak (1977), Gruas-Cavagnetto et Barbin (1988), Köthe (1990) et Brinkhuis (1994). Dans le bassin turbiditique sud-aquitain, les sédiments paléocènes et éocènes analysés se sont déposés sur ou au pied du talus continental, les associations microplanctoniques analysées ont donc subi un transport plus ou moins important en fonction des variations du niveau de la mer et de la pente continentale et c'est de leur milieu de dépôt initial qu'elles peuvent seulement témoigner. Elles seront comparées aux assemblages récoltés plus à l'est sur la plate-forme, étudiés par l'une de nous (C.C.) présentés in Razin *et al.* (1995) mais dont la description détaillée est inédite.

Le microplancton des Calcaires inférieurs, formation paléocène constituée de calcaires hémipélagiques slumpés séparant la succession étudiée du flysch maastrichtien sous-jacent, a été précédemment

décrit (Cavagnetto et Tambareau, 1998). Il est constitué de 63 % de dinoflagellés (fig. 7) avec une dominance des *Spiniferites* (20 %), organismes fréquents en milieu de plate-forme externe et indiquant un milieu de dépôt initial néritique distal. Ils sont associés à *Fibradinium annetorpense* (13 %), *Alisocysta* (10 %) et le groupe *Pyxidinospis-Kallosphaeridium-Tectatodinium* (11 %). Bien que l'écologie de ces formes ne soit pas connue, les observations sur leur fréquence concomitante à d'autres phénomènes mentionnés ultérieurement, nous conduisent à supposer qu'ils correspondent à des faciès néritiques distaux. Ces assemblages se distinguent, en effet, de ceux du Calcaire lithographique de La Cassine (Petites Pyrénées) à pourcentage élevé de *Cordosphaeridium* et de *Fibrocysta*, en association avec des *Spiniferites* et une très faible proportion de la forme océanique *Impagidinium* (3 %), témoignant d'un milieu marin restreint.

A la base des Sables inférieurs (94-12) comme dans les Calcaires inférieurs, les dinoflagellés sont plus nombreux que les pollens (fig. 7) mais leurs assemblages diffèrent. Si *Spiniferites* (31 %) est encore dominant, le groupe *Operculodinium microtriainum* + *O. centrocarpum* est en progression (15 %) ainsi que *Glaphyrocysta* (12 %). Il s'agit vraisemblablement d'un apport de la zone néritique interne. Juste au-dessus (94-13), le groupe *Glaphyrocysta*, représentant d'eaux chaudes (Köthe, 1990), vivant probablement à moindre profondeur que *Spiniferites*, domine (61 %). Le groupe *Impletosphaeridium* (9 %) est mieux représenté que dans les échantillons sous-jacents. Il est considéré comme habitant près du rivage, dans des eaux peu profondes. L'abondance des pollens subtriporés ainsi que l'absence de pollens bi-aillés de Conifères confirme une origine proche du continent. L'assemblage trouvé vers le sommet des Sables inférieurs (94-18) est assez semblable tant par son contenu pollinique que par ses dinoflagellés et paraît aussi provenir de la zone néritique distale.

Par contre, les Calcaires supérieurs montrent un contenu micropaléontologique bien distinct des précédents avec des pollens peu nombreux (moins du 1/5 de l'association). L'importance d'*Achomosphaera crassipellis* est notable dans un assemblage très varié composé pour

plus de la moitié de formes d'eaux profondes (*Spiniferites*, *Achomosphaera* etc...) mais où les formes d'eau peu profonde sont également bien représentées avec *Glaphyrocysta*, *Cordosphaeridium*, *Impletosphaeridium*. Les apports en provenance du continent sont ici moins importants et d'origine plus distale que dans la formation sous-jacente.

Des assemblages thanétiens (zone SB3) très proches (Cavagnetto, inédit) ont été rencontrés dans les faciès les plus distaux de la plate-forme externe des Petites Pyrénées, relayés dans les faciès plus proximaux par des assemblages appauvris, dominés par *Operculodinium microtriainum* et *Cyclopsiella* puis dans les faciès de plate-forme interne par des assemblages à *Areoligera* et à *Glaphyrocysta ordinata* avec *Deflandrea*.

Les dinoflagellés sont abondants à la base des Sables supérieurs (94-42), dans un assemblage mixte à *Glaphyrocysta* et *Spiniferites*. Sur la plate-forme, des dépôts supposés contemporains de ceux analysés ici ont livré dans les Petites Pyrénées, au Quillet, dans le gisement-type d'*Assilina yvettae* Schaub (zones SB4, P4 et NP9 in Tambareau *et al.*, 1995 et Serra-Kiel *et al.*, 1998), des assemblages assez riches mais d'origine moins profonde avec le groupement *Areoligera*, *Glaphyrocysta* et *Cordosphaeridium*. Des assemblages de dinoflagellés essentiellement littoraux (*Amphorosphaeridium multispinosum*, *Fibrocysta*) sont rencontrés plus à l'est, dans le Plantaurel.

Dans l'échantillon suivant (94-48) prélevé dans des formations plus marneuses précédant la lacune d'affleurement, les pollens sont plus rares et les espèces de dinoflagellés de milieu néritique profond constituent plus de la moitié de l'association microplanctonique. En effet, le groupe *Pyxidinospis*, rare dans les Calcaires supérieurs a, dans les Sables supérieurs, une présence constante autour de 5 %. Les espèces de talus continental d'environnement océanique (*Impagidinium aspinatum* p.p.) représentent 5 %. Ces associations sont proches de celles de l'Ilerdien basal des Petites Pyrénées. Les horizons qui les ont livrées, précédant un intervalle argileux sans affleurements, pourraient correspondre aux prémices de la transgression ilerdienne qui submerge la plate-forme des Petites Pyrénées jusqu'aux Corbières.

| Time in Ma | System/Period     | Series/Epoch | Stage/Age   | Plank. Foram. Biozones           | Calc. Nanno. Biozones | Dino. Cyst Biozones | Present Biozonation | Definition of biozonal limits         |   |                                 |                             |
|------------|-------------------|--------------|-------------|----------------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|---|---------------------------------|-----------------------------|
| 50         | Palaeogene (pars) | Eocene       | Lower/Early | Ypresian                         | P9                    | NP13                | D8                  | Pla                                   |   |                                 |                             |
|            |                   |              |             |                                  | P8                    | NP12                |                     | Ccl                                   | <i>Pentadinium laticinctum</i>  |                                 |                             |
|            |                   |              |             |                                  | P7                    | NP11                | D7                  | Dva/si                                | <i>Charlesdowniea coleothrypta</i>  |                                 |                             |
|            |                   |              |             |                                  | P6B                   | NP10                | D6                  | Wme/Wss                               | <i>Dracodinium varielongitudum/simile</i>                                 |                                 |                             |
|            |                   |              |             |                                  |                       |                     |                     | Gor                                   | <i>Wetzeliella meckelfeldensis/astra</i><br><i>Phelodinium magnificum</i> |                                 |                             |
|            |                   | 55           | Palaeocene  | Upper/Late                       | Thanetian             | P6A                 | NP9                 | D5                                    | Aau   | <i>Apectodinium augustum</i>    |                             |
|            |                   |              |             |                                  |                       | P5                  |                     |                                       | Ahy   | <i>Apectodinium homomorphum</i> |                             |
|            |                   |              |             |                                  |                       | P4                  | NP8                 | D4                                    | Ama   | <i>Deflandrea denticulata</i>   |                             |
|            |                   |              |             |                                  |                       |                     |                     |                                       | NP7   | Ppy                             | <i>Alisocysta margarita</i> |
|            |                   |              |             |                                  |                       |                     |                     |                                       | NP6   | Csp                             | <i>Cerodinium speciosum</i> |
| P3B        | NP5               | D3           | Sde         | <i>Spinidinium densispinatum</i> |                       |                     |                     |                                       |   |                                 |                             |
| P3A        |                   |              |             |                                  |                       |                     |                     |                                       |   |                                 |                             |
| 60         | Palaeocene        | Lower/Early  | Danian      | P2                               | NP4                   | D2                  | Cst                 |                                       |   |                                 |                             |
|            |                   |              |             | P1C                              |                       |                     | Scr                 | <i>Palaeocystodinium australinum</i>  |   |                                 |                             |
|            |                   |              |             | P1B                              | NP3                   | D1                  | Xlu                 | <i>Spiniferites cryptovesiculatus</i> |   |                                 |                             |
|            |                   |              |             |                                  |                       |                     | NP2                 | Tru                                   | <i>Xenicodinium lubricum</i>  |                                 |                             |
|            |                   |              |             |                                  |                       |                     | NP1                 | Cco                                   | <i>Tectatodinium rugulatum</i><br><i>Carpatella cornuta</i>               |                                 |                             |
| 65         | Palaeocene        | Lower/Early  | Danian      | P1A                              |                       |                     |                     |                                       |   |                                 |                             |

Fig. 8.- Tableau des biozones des dinoflagellés proposées par Powell, 1992 (pars).

Fig. 8.- Table of the dinoflagellate biozones proposed by Powell, 1992 (pars).

Dans les turbidites gréseuses prélevées au sein des Sables supérieurs (94-55 et 59), la grande quantité de pollens, surtout dans le premier échantillon, et la présence de dinoflagellés tolérant une salinité réduite témoignent d'apports issus de zones côtières. *Phthanoperidinium crenulatum* et *Apectodinium homomorphum* rappellent les assemblages du faciès sparnacien du Bassin de Paris. On note la persistance d'*Homotryblium* type *pallidum* apparu dans les Calcaires supérieurs (P4). Ce sont des formes d'environnements littoraux qui constituent parfois jusqu'à 75 % du contenu microplanktonique des « Marnes à Turritelles » de l'Ilerdien moyen du Plantaurel (zone SB8). Dans les marnes et calcaires hémipélagiques qui viennent ensuite (94-63), on assiste à une forte diminution des formes côtières *P. crenulatum* et *A. homomorphum*.

Après une lacune d'affleurement, la partie supérieure des Sables supérieurs a livré des associations comparables à sa base (94-101) et à son sommet (94-106) avec de rares pollens et des dinoflagellés dominés par des formes (58%) issues de la zone néritique externe (*Spiniferites* et

*Operculodinium microtriainum* + *O. centrocarpum*). Elles sont associées à des formes tolérant une salinité réduite (*Deflandrea*, *Phthanoperidinium crenulatum*, *Apectodinium* atteignant 12 %). Mais l'échantillon intermédiaire (94-102) se caractérise par la prédominance d'*Achomosphaera alicornu* (27 %) ce qu'on ne retrouve nulle part ailleurs dans cette coupe. Cette espèce, qui apparaît au Paléocène supérieur en Europe occidentale (Williams *et al.*, 1993) est considérée, dans l'étude stratigraphique sur la transition Eocène-Oligocène en Italie centrale (Brinkhuis et Biffi, 1993), comme une espèce immigrée des hautes latitudes qui apparaîtrait en Méditerranée près de la limite Eocène-Oligocène, lors du refroidissement des eaux de surface.

En résumé, l'analyse des variations dans la composition des associations étudiées en fonction de l'environnement dont elles proviennent permet de faire les observations suivantes :

- la diminution du groupe *Spiniferites* (*Spiniferites* + *Achomosphaera*) et d'*Operculodinium microtriainum* + *O. centrocar-*

*pum* correspond à une augmentation du pourcentage des pollens ;

- l'augmentation de *Glaphyrocysta* (zones P3b, P4) semble concomitante de la diminution d'*Impagidinium*, du groupe *Spiniferites* et du groupe *O. microtriainum* + *O. centrocarpum*.

Le groupe *Kallosphaeridium-Pyxidionopsis-Tectatodinium*, comprenant des formes de petite taille ( $\pm 20 \mu$ ), habitait probablement soit les zones néritiques externes soit les eaux profondes, car sa représentation est supérieure à 5 %, essentiellement dans les Calcaires inférieurs. Dans les Sables inférieurs, ce groupe est plus important à la base (94-12, sédimentation fine à origine distale), rare dans 94-13 (faciès turbiditique à remaniement d'apports de faciès plus proximal et même continental) et augmente dans 94-18 où les apports sont à nouveau d'origine plus profonde. On retrouve ce groupe dans les horizons marneux des Sables supérieurs où les remaniements sont issus de faciès de plateforme plus distaux.

### Conclusion

La comparaison de la répartition des dinoflagellés de la coupe d'Oraas avec la zonation établie à partir des synthèses sur les microflores décrites en Europe occidentale (Powell, 1992 ; Williams *et al.*, 1993) nous a permis de reconnaître probablement (fig. 8) la zone D3 dans les « Sables inférieurs » et d'attribuer les « Calcaires supérieurs » à la zone D4. Les lacunes d'affleurements et le peu d'échantillons productifs rendent la zonation des « Sables supérieurs » moins précise. Nous avons cependant pu placer la zone D5 au-dessus de l'apparition d'*Apectodinium hyperacanthum*, mais nous n'avons pas pu préciser ni la position des zones D6 et D7, ni la limite inférieure de la zone D8.

De plus, à partir de l'analyse des microflores successives, nous avons pu déduire des changements dans l'origine des sédiments rencontrés au bas du talus continental. En effet, la composition spécifique des assemblages de dinoflagellés ainsi que le rapport pollens/microplankton indique, par exemple, que dans les Calcaires supérieurs, déposés au cours d'une période de haut niveau marin, les apports provenaient de zones marines externes. Par contre, les sédiments rema-

niés dans les turbidites gréseuses de la base des Sables inférieurs et de la partie moyenne des Sables supérieurs, formées en période de bas niveau marin, témoignent d'une érosion intense de zones plus internes ; parfois, même, la fréquence de *Wetzeliellacées* et de *Phthanoperidinium crenulatum* ainsi que l'abondance relative de pollens, montre que ce sont des zones côtières à salinité réduite qui sont la source des apports, comme, par exemple, dans les turbidites gréseuses correspondant au début du cycle sédimentaire daté du Cuisien basal.

L'étude des pollens montre un rema-

niement important au Cuisien où les pollens subtriorés caractérisant le Paléocène subsistent et sont même dominants. Le climat chaud, décelé dès l'Ilerdien inférieur dans les dépôts de la plate-forme et se développant à l'Ilerdien moyen, persiste au Cuisien, comme en témoigne la présence de pollens de *Nypa*, palmier associé à la mangrove, de Césalpiniacées (type *Cru-dia-Isoberlinia*, groupe *Dimorphandra*) et de Sapotacées variées et nombreuses.

## Remerciements

Nous remercions tout particulièrement Yvette Tambareau ainsi que Jack

Roger et Philippe Razin qui nous ont confié les échantillons à étudier, prélevés dans des conditions difficiles et nous ont permis d'utiliser leurs résultats inédits sur la coupe d'Oraas. Il nous ont fait profiter de leurs connaissances en biostratigraphie régionale et en sédimentologie, nécessaires pour l'interprétation de nos résultats. Nous sommes très reconnaissantes à Claude Cavelier d'avoir bien voulu corriger cet article et permis sa publication. Enfin merci à Michel Pons qui a effectué un excellent travail photographique sur les dinoflagellés, dont une infime partie constitue les planches de cet article.

## Références

- Brinkhuis H. (1994) - Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type-area (Northeast Italy); biostratigraphy and paleoenvironmental interpretation. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, **107**, 121-163.
- Brinkhuis H., Biffi O. (1993) - Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Eocene/Oligocene transition in Central Italy. *Marine Micropal.*, **22**, 131-183.
- Brinkhuis H., Romein A.J.T., Smit J., Zachariasse J. W. (1994) - Danian-selandian dinoflagellate cysts from lower latitudes with special reference to the El Kef section, NW Tunisia. *GFF, Geol. Soc. Sweden*, **116**, 46-48.
- Boltenhagen C. (1966) - Contribution à l'étude stratigraphique et structurale du flanc nord de l'anticlinal de Saint-Palais (Basses-Pyrénées). Thèse Doctorat 3ème cycle, Université de Paris, 248 p.
- Cavagnetto C., Tambareau Y. (1998) - Palynologie du Sélandien d'Oraas (Pyrénées-Atlantiques, France) : comparaison avec le microplancton du Danien-Sélandien connu dans le monde. *Geodiversitas*, **20** -2, 239-261.
- Costa L.I., Manum S.B. (1988) - The description of the interregional zonation of the Paleogene (D1-D15) and the Miocene (D6-D20). In Vinken R. Ed., The Northwest European Tertiary Basin. *Geologisches Jahrbuch A*, **100**, 321-330.
- De Coninck J. (1980) - Organic walled microfossils in the clay of Ieper in the overijse borehole. *Bull. Soc. belge Géol.*, **89**, 201-215.
- De Coninck J. (1990) - Ypresian organic-walled phytoplankton in the Belgian Basin and adjacent area. *Bull. Soc. belge Géol.*, **97**, 287-319.
- Döring H., Krutzsch W., Mai D.H., Schulz E. (1966) - Erläuterungen zu den sporenstratigraphischen Tabellen vom Zechstein bis zum Oligozän. *Abh. Zentr. Geol. Inst.*, **8**, 112-149.
- Eaton G.L. (1976) - Dinoflagellate cysts from the Bracklesham Beds (Eocene) of the Isle of Wight, Southern England. *Bull. Brit. Mus. (Nat. Hist.)*, **26**, 227-332.
- Gruas-Cavagnetto C. (1991) - Pollens et Dinophycées de l'Ilerdien moyen (Eocène inférieur) de Fordones (Corbières, France). *Cah. Micropal.*, **6**, 51-66.
- Gruas-Cavagnetto C., Barbin V. (1988) - Les Dinoflagellés du Priabonien stratotypique (Vicentin, Italie) ; mise en évidence du passage Eocène/Oligocène. *Rev. Paléobiologie*, **7**, 163-198.
- Gruas-Cavagnetto C., Cerceau-Larrival M. T. (1983) - Apport des pollens fossiles d'Ombellifères à la connaissance paléocéologique et paléoclimatique de l'Eocène français. *Rev. Palaeobot. Palynol.*, **40**, 317-345.
- Gruas-Cavagnetto C., Chateaufort J.J. (1988) - Pollen and Spores. France, the Paris Basin, p. 297-299. In Vinken R.: "The Northwest European Tertiary Basin". *Geol. Jb., A*, **100**, 508 p.
- Gruas-Cavagnetto C., Tambareau Y., Villatte J. (1984) - Premières observations palynoplantologiques dans le Thanétien et l'Ilerdien des Petites Pyrénées. *C. R. Acad. Sci. Fr.*, **298**, 2, 249-253.
- Gruas-Cavagnetto C., Tambareau Y., Villatte J. (1988) - Données paléocéologiques nouvelles sur le Thanétien et l'Ilerdien de l'avant-pays pyrénéen et de la Montagne Noire. *Inst. Fr. Pondichéry, trav. Sec., sci., tech.*, **25**, 219-235.
- Gruas-Cavagnetto C., Tambareau Y., Villatte J. (1992) - Découverte de pollens, dinoflagellés et foraminifères dans le Danien des Petites Pyrénées : implications sur la position de la limite Crétacé-Tertiaire. *Geobios, Mémoire spécial* **14**, 19-28.
- Kedves M. (1982) - Palynology of the Thanetian layers of Menat. *Palaeontographica B*, **182**, 87-150.
- Köthe A. (1990) - Paleogene Dinoflagellates from Northwest Germany. Biostratigraphy and Paleoenvironment. *Geol. Jb., A*, **118**, 111p.
- Meyer K.J. (1988) - The description of the interregional zonation of the Paleogene (SP zones 1-8). Pollen and Spores, p. 288-294. In Vinken R.: "The Northwest European Tertiary Basin". *Geol. Jb. A*, **100**, 508 p.
- Powell A. (1992) - A stratigraphic index of Dinoflagellate cysts. Chapman & Hall Ed, 289 p.
- Razin P., Roger J., Tambareau Y., Villatte J., Cavagnetto C. 1995 - Les cycles sédimentaires du Paléogène inférieur de la plate-forme au bassin dans l'avant-pays nord-pyrénéen. *Strata*, **1**, **7**, p. 75.

- Roche E. (1982) - Etude palynologique (Pollen et Spores) de l'Eocène de Belgique. *Prof. Paper, serv. géol. Belgique*, **193**, 1-60.
- Senesse S., Gruas-Cavagnetto C. (1990) - *Caesalpinieapollenites* (Caesalpinioideae, Leguminosae), une nouvelle forme de genre dans l'Eocène inférieur du Bassin de Paris. Position systématique et phylogénétique. *Rev. Palaeobotan. Palynol.*, **66**, 12-24.
- Serra-Kiel J., Hottinger H., Drobne K., Ferrandez C., Jauhri A., Less G., Pavlovec R., Pignatti J., Samsó J., Schaub H., Sirel E., Strougo A., Tambareau Y., Tosquella J., Zabresvskaia E. (1998) - Larger Foraminifera biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **129**, 2, 1-19.
- Tambareau Y., Canudo J., Gruas-Cavagnetto C., Hottinger L., Molina E. (1994) - Excursion to Béarn: Narp, Nouts-Oraas, Gave d'Oloron valley - IGCP 286-IUGS Meeting in Aspet, Field trip in the Pyrenees guide-book. Université Paul Sabatier, Toulouse, 33-39.
- Tambareau Y., Crochet B., Villatte J., Déramond J. (1995) - Evolution tectono-sédimentaire du versant nord des Pyrénées centre-orientales au Paléocène et à l'Eocène inférieur. *Bull. Soc. géol. Fr.*, **166**, n°4, 375-387.
- Thomas J.E. (1996) - The occurrence of the Dinoflagellate cyst *Apectodinium* (Costa & Downie 1976) Lentin & Williams 1977 in the Moray and Montrose groups (Danian to Thanetian) of the UK central North Sea. From: Knox R.W.O'B, Corfield R.M. & Dunay R.E. eds: "Correlation of the Early Paleogene in Northwest Europe", *Geol. Soc. Spec. Publ.*, **101**, 115-120.
- Wall D., Dale B., Lohmann G., Smith W. (1977) - The environmental and climatic distribution of Dinoflagellate cysts in modern marine sediments from regions in the North and South Atlantic ocean and adjacent seas. *Marine Micropal.*, **2**, 121-200.
- Williams G.L. (1977) - Dinocysts: their paleontology, biostratigraphy and paleoecology. In: Ramsay A.T.S. (ed.): *Oceanic Micropal.*, 1231-1235, London.
- Williams G.L., Bujak J.P. (1977) - Distribution patterns of some North Atlantic Cenozoic Dinoflagellate cyst. *Marine Micropal.*, **2**, 223-233.
- Williams G.L., Stover L. E., Kidson E.J. (1993) - Morphology and stratigraphic ranges of selected Mesozoic-Cenozoic Dinoflagellate taxa in the Northern hemisphere. *Geol. Survey Canada, Paper*, 92-10, 137 p.

## Planche I

Fig. 1, 2.- *Alisocysta margarita* Harland 1979 ; éch. 94-28, x 750.

Fig. 3, 4.- *Kallosphaeridium cf. capulatum* Stover 1977 ; éch. 94-18, x 1000.

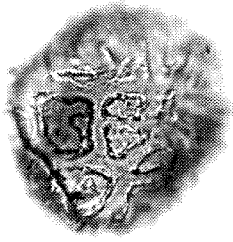
Fig. 5.- *Achomosphaera* sp. ; éch. 94-29, x 750.

Fig. 6, 7.- *Phthanoperidinium resistente* (Morgenroth 1966) Eisenack et Kjellström, 1971 ; fig. 6 : x 750 ; fig. 7 : x 1000. éch. 94-29.

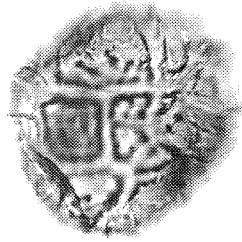
Fig. 8, 9.- *Systematophora placacantha* (Deflandre et Cookson, 1955) Davey, Downie, Sarjeant et Williams, 1969 ; éch. 94-18, x 750.

Fig. 10 ; 13.- *Systematophora ancyrea* (Cookson et Eisenack 1965) ; éch. 94-33, x 500.

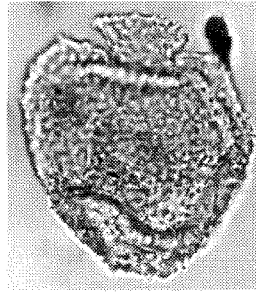
Fig. 11, 12.- *Samlandia septata* Wilson 1988 ; éch. 94-18, x 1000.



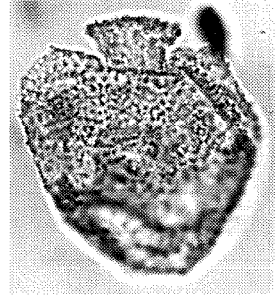
1



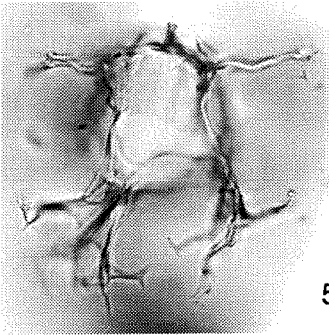
2



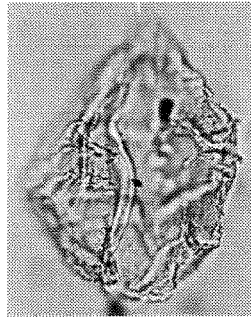
3



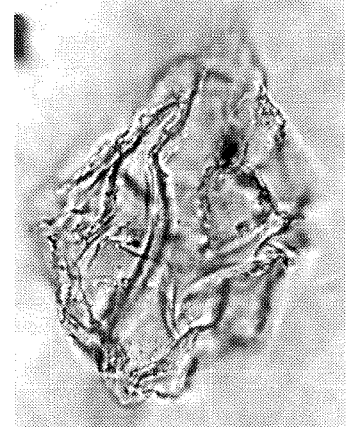
4



5



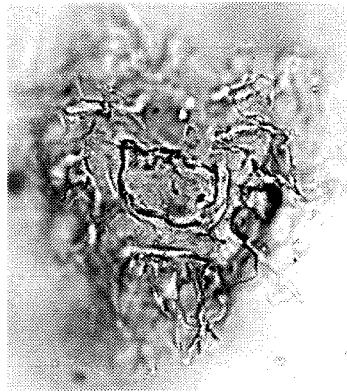
6



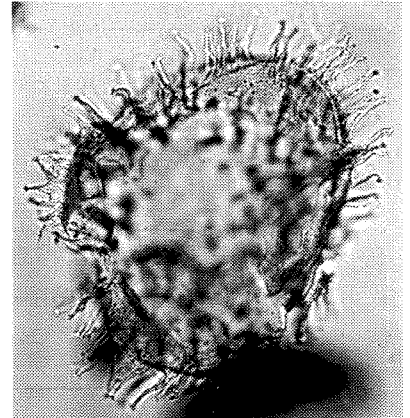
7



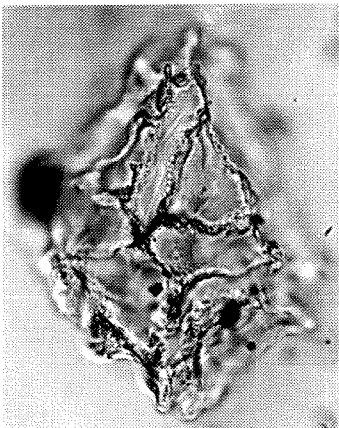
8



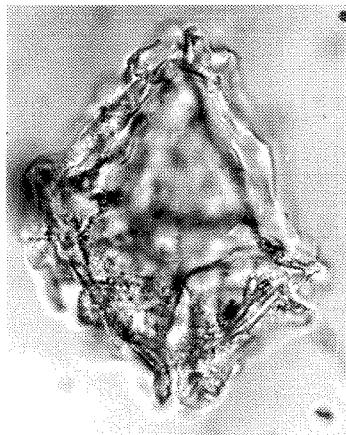
9



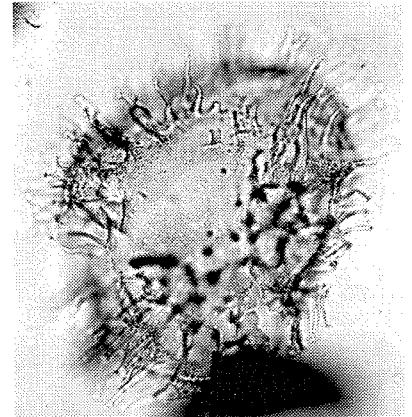
10



11



12



13

**Planche II**

Fig. 1; 4.- *Impagidinium elegans* (Cookson 1965) Stover et Evitt 1978; éch. 94-59, x 750.

Fig. 2,3.- *Cerbia* sp. ; éch. 94-42, x 750.

Fig. 5.- *Melitasphaeridium* sp. 1 Heilmann-Clausen 1985 ; éch. 94-18, x 1000.

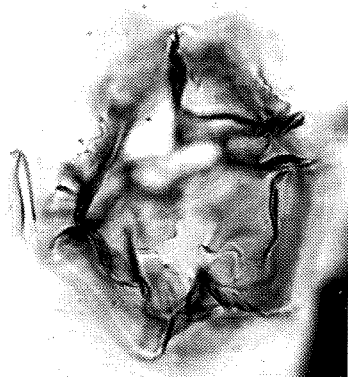
Fig. 6.- *Operculodinium exquisitum* Islam 1983 ; éch. 94-28, x 500.

Fig. 7 ; 10.- *Homotryblium* sp. ; éch. 94-48, x 750.

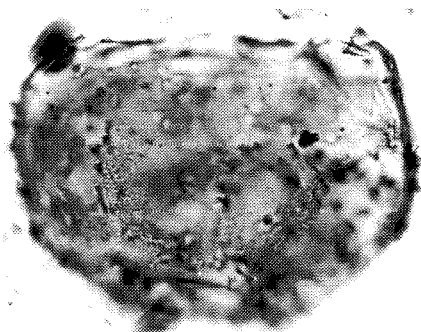
Fig. 8,9.- *Ochetodinium romanum* Damassa 1979 ; éch. 94-33, x 500.

Fig. 11.- *Apectodinium hyperacanthum* (Cookson et Eisenack 1965 b) Lentin et Williams, 1977 ; éch. 94-42, x 750.

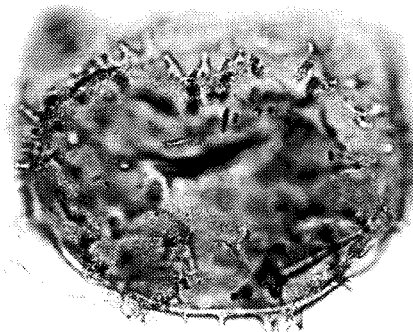




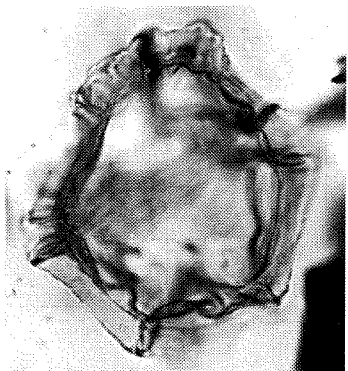
1



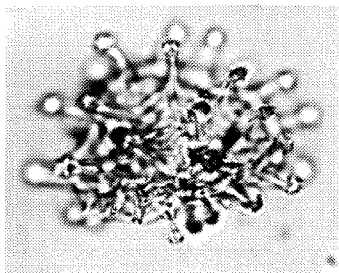
2



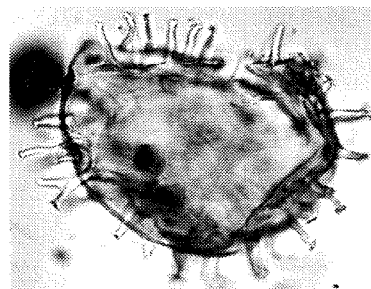
3



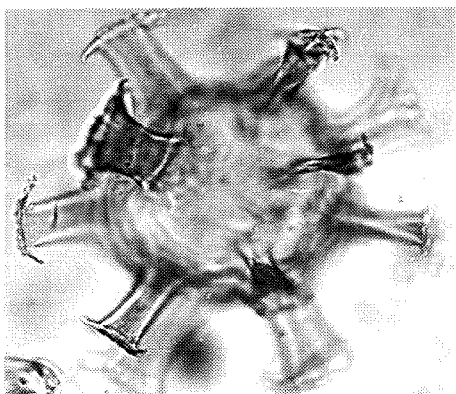
4



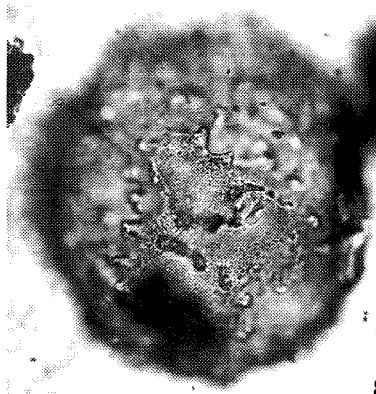
5



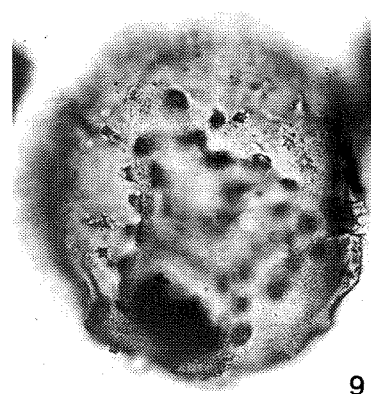
6



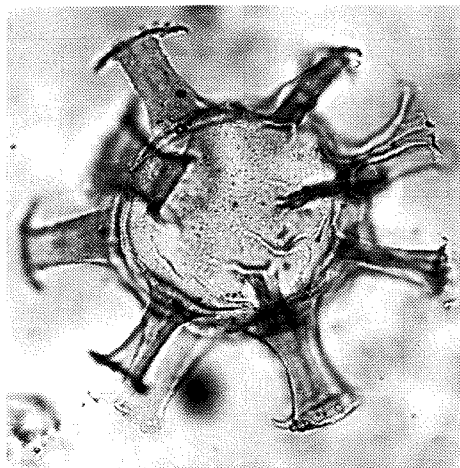
7



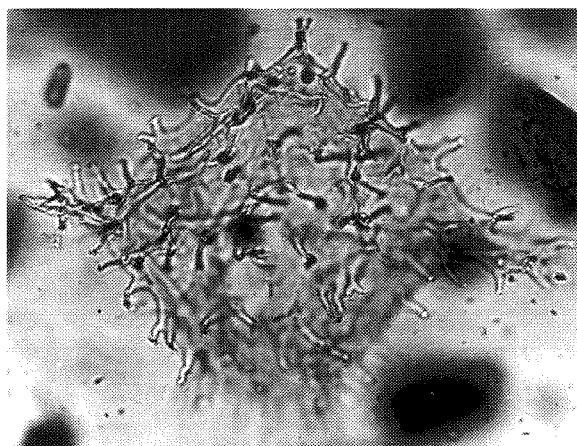
8



9



10



11

**Planche III**

Fig. 1, 2.- *Areoligera campoensis* Caro 1973 ; éch. 94-104, x 750.

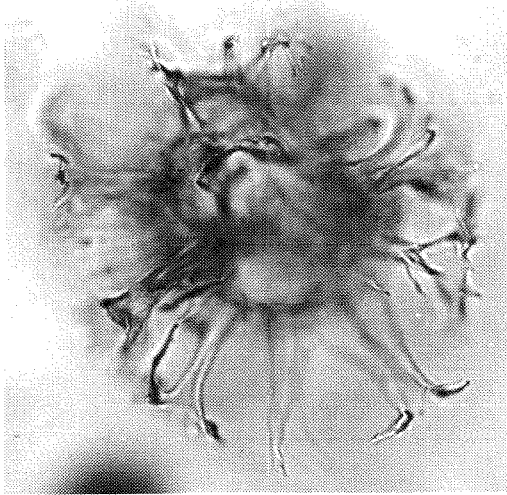
Fig. 3.- *Deflandrea carpatica* Grigorovich 1969 ; éch. 94-104, x 750.

Fig. 4.- *Fibrocysta lappacea* (Drugg 1970) Stover et Evitt 1978; éch. 94-10, x 750.

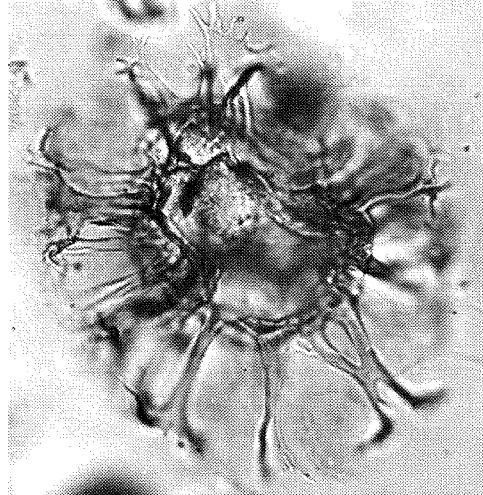
Fig. 5.- *Danea impages* Damassa 1979 ; éch. 94-104, x 750, vue apicale.

Fig. 6, 7.- *Areoligera tauloma* Eaton 1976 ; éch. 94-59, x 750.

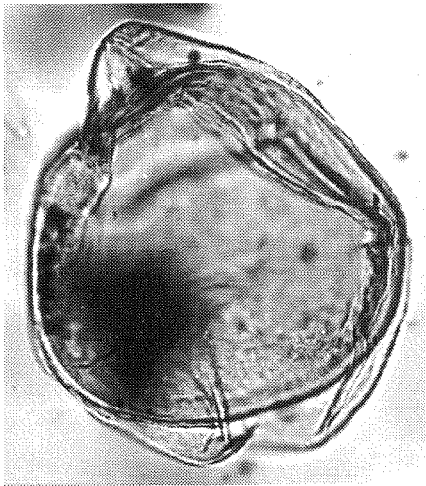
Fig. 8.- *Danea impages* Damassa 1979 ; éch. 94-104, x 750, vue antapicale.



1



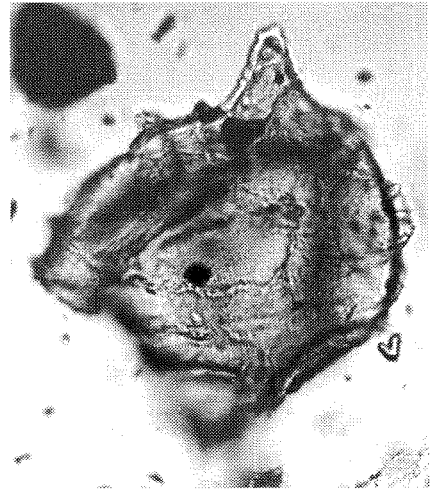
2



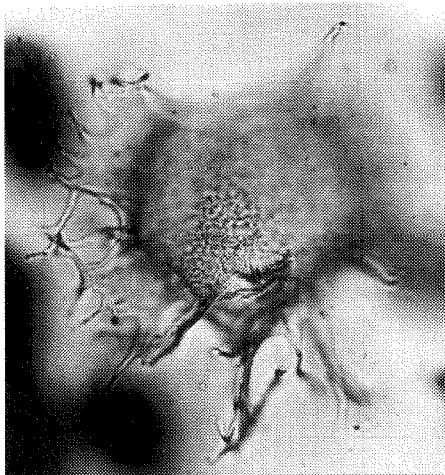
3



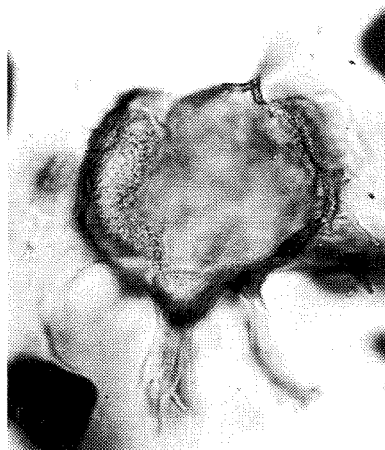
4



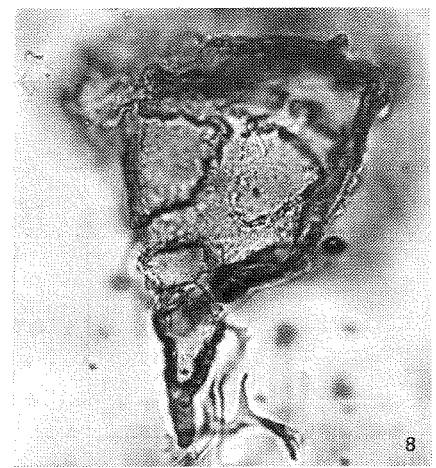
5



6



7



8

# GÉODYNAMIQUE QUATERNAIRE DE LA GUYANE FRANÇAISE

par

**E. Palvadeau**

Document du BRGM n° 287

La Guyane française appartient à un craton réputé stable depuis l'ouverture de l'Atlantique (~ 100 Ma). La connaissance de son activité tectonique au Quaternaire est très limitée.

Ce travail de thèse a pour but de rechercher des indices géologiques de mouvements verticaux quaternaires à terre et en mer, d'en élaborer une chronologie et d'analyser leur répartition pour proposer un schéma spatio-temporel guyanais et régional.

En mer et sur la plaine côtière, la reconstitution de l'altitude et de l'âge des lignes de rivage quaternaires et leur confrontation aux variations mondiales du niveau marin permettent de quantifier les mouvements verticaux récents. Dans l'intérieur des terres, la tectonique récente a été étudiée en analysant l'origine de la morphologie du profil longitudinal du fleuve Maroni et la répartition des terrasses alluviales.

Une quantification et une chronologie de la déformation de la marge ont ainsi été obtenues : (1) entre 330 ka BP (Before Present) et 120 ka BP, subsidence de la partie nord de la plaine côtière et surrection de la partie méridionale ; (2) surrection de l'ensemble de la plaine côtière depuis 120 ka BP depuis l'actuel et de l'intérieur des terres depuis 6 ka ; (3) subsidence de la bordure de la marge depuis ~ 20 ka.

L'ensemble de la zone côtière entre la rivière Commewijne au Surinam et Cayenne subit un soulèvement depuis ~ 6000 ans. Cette tendance reprend au SE de l'embouchure de l'Amazone (côtes du NE du Brésil). La subsidence de la bordure du plateau continental depuis 20 ka observée en Guyane s'accroît dans la direction de l'embouchure de l'Amazone.

La flexure de la marge sous le poids des sédiments du plateau continental guyanais mais surtout du cône de l'Amazone explique la déformation observée : subsidence en mer et bombement des terres. La conséquence tectonique de ce modèle est d'induire en Guyane un champ local de contraintes extensives le long de la bordure continentale au niveau du bombement, perpendiculairement à la marge (N30°).

*French Guiana forms part of a craton that is considered to have been stable since the opening of the Atlantic Ocean (~ 100 My). Quaternary tectonic activity in this region is almost unknown. The aim of this study was to look for geological evidence of neotectonic activity inland and on the continental shelf, establish a chronology and analyse the distribution in order to determine a spatial-temporal pattern at Guianan and regional scale.*

*The ages and heights of the Quaternary shorelines were compared with world sea-level data to quantify recent vertical tectonic movements of the continental shelf and coastal plain. Evidence of recent Quaternary uplift inland was obtained by analysing the origin of the morphological features along the Maroni river profile and the vertical distribution of the alluvial terraces.*

*A quantification and chronology of deformation at the Guiana margin has been obtained: (1) subsidence of the northern part of the coastal plain and uplift of the southern part between 330 and 120 ka BP (Before Present); (2) uplift of the whole coastal plain since 120 ka BP and inland since 6 ka BP; (3) subsidence of the edge of the margin since ~ 20 ka BP.*

*The entire coastal zone between the Commewijne river in Suriname and Cayenne, and also to the southeast of the mouth of the Amazon (northeastern coast of Brazil) records a tectonic uplift since 6 ka BP. The noted subsidence of the edge of the Guiana continental shelf since 20 ka BP becomes accentuated towards the mouth of the Amazon.*

*The flexure of the Guiana margin under the weight of the sediments on the continental shelf, and in particular of the Amazon cone, explains the observed Holocene deformation: subsidence offshore and uplift onshore. This geodynamic model implies the existence of local extensional stresses perpendicular to the margin (N30°) along the edge of the continental shelf where inland uplift is recorded.*

**Prix de vente : 530 F + 50 F de frais de port et d'emballage pour la France et 60 F pour l'Étranger.**

**En vente chez votre libraire habituel ou aux :** Éditions BRGM - BP 6009 - 45060 Orléans Cedex 2 - France - Tél. : 02 38 64 30 28.  
Fax : 02 38 64 36 82 accompagné de votre titre de paiement.