



Available online at www.sciencedirect.com

SCIENCE @ DIRECT®

C. R. Palevol 4 (2005) 53–65



<http://france.elsevier.com/direct/PALEVO/>

Paléontologie générale (Biostratigraphie)

Analyse palynologique de l'argile lignitifère à ambre de l'Albien terminal d'Archingeay (Charente-Maritime, France)

Jean Dejax ^{a,*}, Edwige Masure ^b

^a Département « Histoire de la Terre », USM O2-03, UMR 5143 « Paléobiodiversité et Paléoenvironnements », Muséum national d'histoire naturelle, case postale 38, 57, rue Cuvier, 75231 Paris cedex 05, France

^b Laboratoire de micropaléontologie, CEPAGE, UMR 5143 « Paléobiodiversité et Paléoenvironnements », université Pierre-et-Marie-Curie, case 104, 4, place Jussieu, 75252 Paris cedex 05, France

Reçu le 29 octobre 2004 ; accepté après révision le 3 décembre 2004

Disponible sur internet le 18 janvier 2005

Rédigé à l'invitation du Comité de lecture

Résumé

Un niveau d'argile lignitifère à ambre, provenant de l'Albien terminal affleurant dans une carrière située sur la commune d'Archingeay (Charente-Maritime, France), a livré une association palynologique bien conservée, riche et diversifiée, d'origine mixte, continentale et marine. Son étude détaillée, en microscopie optique et électronique, permet d'en dresser l'inventaire, puis de proposer une reconstitution du paléoenvironnement et de déduire le paléoclimat qui régnait sur cette région : un milieu estuarien sous un climat plutôt humide, tempéré à chaud. Le paysage du rivage et de l'arrière-pays devait être essentiellement composé de fougères variées, d'autres ptéridophytes et de conifères producteurs de la résine ayant évolué en ambre ; l'affinité angiospermiennne est remarquable, bien qu'encore modeste sur le plan de la diversification. Des « algues » filamenteuses peuplaient les cours d'eau. La microflore d'origine marine, de diversité modérée, comprend des « basales » chitineuses de foraminifères, des acritarches et des kystes de dinoflagellés, parmi lesquels figurent les taxons repères de l'Albien terminal ; la dominance des espèces néritiques reste cependant mesurée. *Pour citer cet article : J. Dejax, E. Masure, C. R. Palevol 4 (2005).* © 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Abstract

Palynological analysis of an amber-bearing lignitic clay bed from the Uppermost Albian of Archingeay (Charente-Maritime, France). An amber-bearing lignitic clay bed from Archingeay village (Charente-Maritime, France) yielded a well-preserved, rich and variegated palynoflora, whose origin is mixed between land plants and marine microflora. Its detailed analysis, through light and scanning electron microscopes, led to fulfil its inventory, then to propose a palaeoenvironmental reconstruction and to draw the palaeoclimate which prevailed over the region: an estuarine area under a rather humid, temperate to hot climate. A variety of ferns and resin-producing conifers grew near the shore-side and in the inward land; the angiosper-

* Auteur correspondant.

Adresse e-mail : dejax@mnhn.fr (J. Dejax).

mous affinity is worthy of interest, although rather little diversified. Filamentous ‘algae’ grew in the rivers. The marine microflora, moderately diversified, comprises chitinous foraminifer linings, acritarchs and dinoflagellate cysts, among which the Uppermost Albian guide taxa are present; the predominance of neritic species remains somewhat moderate. **To cite this article:** J. Dejax, E. Masure, C. R. Palevol 4 (2005).

© 2005 Académie des sciences. Publié par Elsevier SAS. Tous droits réservés.

Mots clés : Palynologie ; Dinoflagellés ; Paléoenvironnement ; Albien Terminal ; Ambre

Keywords: Palynology; Dinoflagellates; Palaeoenvironment; Uppermost Albian; Amber

Abridged English version

The purpose of this paper is the palynological analysis of a clay sample from the Archingeay quarry (Charente-Maritime, France), located in the northern part of the Aquitaine Basin, where Cenomanian sediments are widely spread over both Rochefort–Saintes and Jonzac synclines. Fossil spores, pollen grains, dinoflagellate cysts, acritarchs, and microforaminifer linings have been studied under both light and scanning electron microscopes.

The region is well known for a long time for its black clay and lignite amber-bearing layers [1,2,8,10,28]. The Cenomanian has been divided into seven units (A–G) by Moreau [31,32] and Néraudeau et al. [35]. The unit A, lying in slight unconformity over Late Jurassic sediments, is a transgressive whole that is composed of marl and sand of continental to lagoon origin, reported to the Lowermost Cenomanian by Moreau [30–32], Néraudeau et al. [35], and Meunier et al. [29]. The analysed sample, from the A1s12 level of the sub-unit A1, was recently attributed to Late Albian by Néraudeau et al. [34].

Palynological studies dealing with Late Jurassic and/or Lower Cretaceous sediments from Saintonge, Poitou, Anjou, Vendée, and Maine-et-Loire provinces have been already published by Lantz [27], Deák and Combaz [12], Châteauneuf [7], Fauconnier [18], Moreau [30–33], Meunier et al. [29], Durand et Ters [16], Ters, [41], Durand et al. [17], Azéma et Ters [5], Azéma et al. [4], Pons [37], and Azéma [3].

The spores and pollen grains taxa follow the Potonié and Kremp [40] classification, modified by Dettman [14] and Potonié [39]. Acritarchs and dinoflagellate cysts are listed in alphabetic order according “the Lentin and Williams Index” [45].

The *Afropollis* genus (Brenner, 1963) Doyle, Jardiné & Doerenkamp, 1982, has been noticed; this palyno-

morph was seldom reported in the southern part of Europe by Hasenboehler [23], Hochuli [25], and in the western part of France by Doyle et al. [15] and Azéma et al. [4]. Angiosperm affinity of *Afropollis* (Fig. 3E) is here slightly questioned, as already suggested by Friis et al. [21], and Pons et al. [38]. Angiosperm pollen grains are represented by *Stellatopollis barghoornii* Doyle, 1975 (Figs. 3H and I) and by rare tetrads of tricolpate pollen grains. Numerous tetrads of *Classopollis* sp. cf. *Classopollis* in situ in *Frenelopsis alata* (Feistmantel, 1881) Knobloch, 1971 (Cheirolepidaceae) have been observed (Fig. 3F and G), given their similarity with such in situ pollen grains from Cenomanian of Bohemia [26] and of Le Brouillard quarry outcrop [9,37]. Amber pearls are very abundant and bear witness to resin-producing trees. Archingeay spore-pollen assemblage fits well into the “South Laurasian province” of Brenner [6] and the “Early Cretaceous *Cerebropollenites* province” defined by Hengreen et al. [24].

The marine assemblage is weakly diversified, dominant taxa compound 61% of it, with *Epelidosphaeridia spinosa* (Fig. 4F), *Kiokansium williamsii* (Fig. 4I and J) and *Subtilisphaera* ssp. (Fig. 4R). *Ctenidodinium elegantulum* (Fig. 4C), well known to disappear during Lower Aptian according Davey [11], Williams and Bujak [44] and Costa and Davey [9], is represented by several well-preserved specimens which are not considered to be reworked. So, the last occurrence of *C. elegantulum* should be considered to be Late Albian. According to the occurrence of the Late Albian index dinocysts [20] and the absence of Cenomanian taxa [19], a Late Albian age is proposed for the A1s12 level of the Archingeay quarry [34].

The palaeogeography indicates the borderline between land and littoral: a wide flooding plain leading to a marine platform in accordance with Dercourt et al.’s synthesis [13], where a river brought sandy allu-

vial deposits, cuticles, spores, pollen grains, and woody debris.

1. Introduction

Les sédiments du Cénomaniens affleurent largement en Charente-Maritime, notamment dans de nombreuses carrières, dont celle qui a fourni l'échantillon analysé : un niveau lenticulaire d'argile lignitifère à ambre et à macrorestes végétaux, interstratifié dans un complexe terrigène argilo-sableux sous-jacent aux premiers faciès carbonatés traduisant les prémices de la transgression cénomaniens sur la bordure nord occidentale du Bassin aquitain. Le caractère réducteur de ce sédiment a permis la préservation de la matière organique : l'analyse de son association palynologique riche et diversifiée, d'origine mixte (continentale et marine), constitue l'objet de ce travail ; cette analyse a permis de préciser la datation de ce complexe terrigène, de proposer une reconstitution du paléoenvironnement et de déduire le paléoclimat qui régnait sur cette région lors de la sédimentation.

2. Contexte géologique et situation géographique

Au nord du bassin d'Aquitaine (Fig. 1), le Cénomaniens charentais affleurent largement sur le flanc nord du synclinal de Rochefort–Saintes et sur l'anticlinal de Jonzac ; cet étage a été divisé en sept unités (A à G) par Moreau [31,32] et Néraudeau et al. [35]. L'unité infé-

rieure A repose en discordance cartographique sur les sédiments marins du Jurassique terminal (Kimméridgien ou Tithonien) ; c'est un ensemble transgressif constitué d'argiles et de sables, d'origine continentale à lagunaire, rapporté au Cénomaniens basal par Moreau [30–32], Néraudeau et al. [35] et Meunier et al. [29]. L'échantillon analysé provient du niveau A1s12 de la sous-unité A1, repéré sur la coupe stratigraphique de la carrière d'Archingeay–Les Nouillers (Charente-Maritime) et daté de l'Albien terminal probable par Néraudeau et al. [34] ; il s'agit d'une argile lignitifère de couleur gris foncé, recelant de l'ambre. Ce niveau appelé A1s12, selon l'ancienne nomenclature de Néraudeau et al. [34], a été redéfini et se place dans l'ensemble A1af de la nouvelle nomenclature proposée par Gomez et al. [22] et Perrichot [36]. Ce type d'argile, connu de longue date dans ce département, fut ainsi qualifié par les anciens auteurs : « dépôts de lignites de l'Île d'Aix, [...] ce dépôt a été rapporté à l'argile wealdienne par M. Al. Brongniart » d'après d'Archiac [1 (p. 160)] ; « (ces argiles) contiennent (...) du lignite charbonneux » selon Manès [28 (p. 132)] ; « argiles lignitifères » d'après Coquand [8 (p. 64)] et Arnaud [2 (p. 2)] ; « argiles lignitifères de l'île d'Aix » par Arnaud [2 (p. 4)] ; « argiles à lignites, à bois silicifiés et à succin » par Crié [10 (p. 231)]. D'après Videt [42] et Videt et Platel [43], le niveau sableux à lignite et à ambre sus-jacent contient des huîtres pyritisées (genre *Striostrea*) fixées sur du bois, dont les représentants actuels sont inféodés aux sédiments terrigènes rencontrés en milieu à salinité normale ou variable des environnements margino-littoraux.

3. Études palynologiques antérieures

Plusieurs études palynologiques menées en Saintonge, dans le Poitou et en Anjou ont permis de connaître la microflore d'origine continentale du Jurassique terminal et/ou du Crétacé inférieur de l'Ouest de la France. En Charente-Maritime, ce sont les travaux de Lantz [27], Deák et Combaz [12], Châteauneuf [7], Fauconnier [18], Moreau [30–33], Meunier et al. [29] ; en Vendée, ce sont ceux de Durand et Ters [16], Ters [41], Durand et al. [17], Azéma et Ters [5] et Azéma et al. [4] ; en Maine-et-Loire ce sont ceux de Pons [37] et Azéma [3].

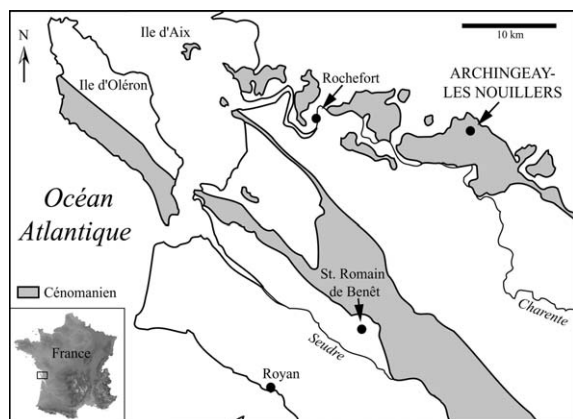


Fig. 1. Situation géographique de la localité étudiée.
Fig. 1. Location map of the studied locality.

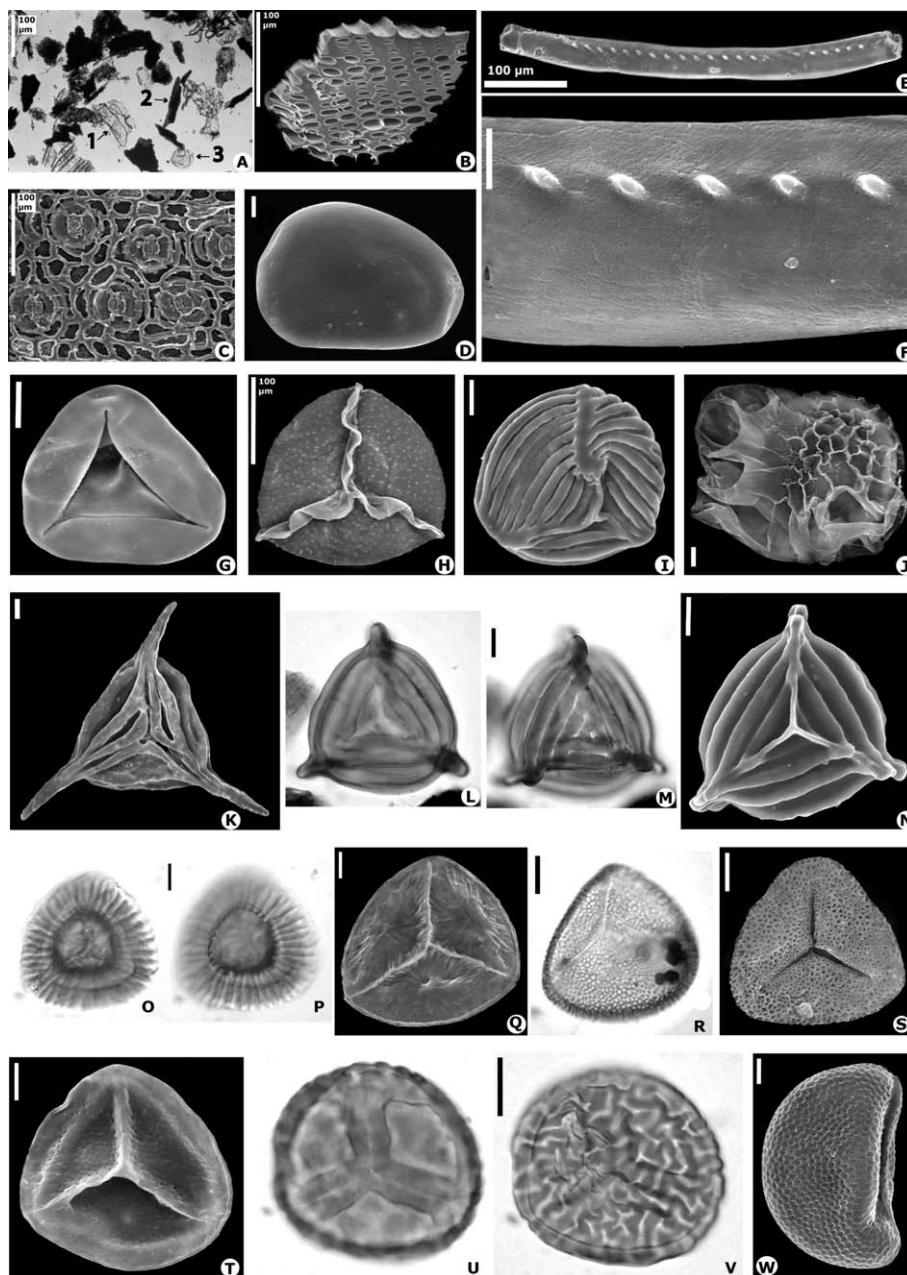


Fig. 2. Quelques éléments du palynofaciès et palynomorphes. Abréviations : f.p. = face proximale ; f.d. = face distale. **A**, palynofaciès : lambeau de cuticule (1), fragment de fibre-trachéide (2) grain de pollen (3) [lame 13]. **B**, fragment de bois homoxylé en coupe transversale [407]. **C**, *Frenelopsis* sp., face inférieure d'un lambeau de cuticule [423]. **D**, perle d'ambre [304]. **E**, **F**, moulage interne d'une fibre-trachéide par de l'ambre (noter que la résine a même moulé les lumens, qui sont inclinés) [317]. **G**, *Deltoidospora minor*, secteurs inter-radiaires enroulés vers l'intérieur (f.p.) [136]. **H**, macrospore, taxon en cours d'étude (f.p.) [71]. **I**, *Cicatricosisporites* sp., taxon en cours d'étude (f.p.) [428]. **J**, *Balmeisporites glenelgensis* [133]. **K**, *Appendicisporites tricuspoidatus* (f.p.) [95]. **L**, **M**, *Appendicisporites erdtmanii* (L : f.p. ; M : f. d.) [1 (C18-3/D18-1)]. **N**, *Appendicisporites erdtmanii* (f.p.) [432]. **O**, **P**, *Striatriletes coronarius* (0 : f.p. ; P : f. d.) [1 (L50-3)]. **Q**, *Striatriletes coronarius* (f.p.) [306]. **R**, *Vadaszisorites sacali* (f.p.) [1 (U58/U59)]. **S**, *Vadaszisorites sacali* (f.p.) [397]. **T**, *Sestrosporites pseudoalveolatus* (f.p.) [202]. **U**, **V**, *Camarozonosporites insignis* (U : f.p. ; V : f. d.) [1 (N52-4)]. **W**, *Microfoveolatosporis skottsbergii* (projection méridienne) [325].

4. Méthodes d'étude

Dans le but de procéder à son analyse palynologique, l'échantillon de sédiment a été traité selon la méthode classique destinée à éliminer la phase minérale afin d'extraire la matière organique, se résumant essentiellement à son attaque directe par l'acide fluorhydrique à 70%, à froid pendant 24 h.

Cette étude a été menée en microscopie photonique (analyse de lames palynologiques) et en microscopie électronique à balayage : certains palynomorphes ont été prélevés individuellement dans le « résidu », observés et photographiés au MEB, puis montés en « grain isolé » entre lame et lamelle dans de la gélatine glycérolisée (afin d'assurer leur conservation et de permettre leur examen ultérieur en microscopie photonique).

5. Les palynoflores continentale et marine

5.1. Le palynofaciès

Le palynofaciès (Fig. 2A) comprend peu de matière organique amorphe ; les palynomorphes y sont disséminés parmi de très nombreux phytoclastes identifiables ou non, marron noirâtre à opaques (fibres-trachéides à ponctuations aréolées contiguës parfois légèrement écrasées, généralement bisériées alternes ou opposées, trachéides scalariformes) ou translucides (débris de cuticules, lambeaux épidermiques stomatiformes) ; d'innombrables perles d'ambre sont également présentes. Les palynomorphes comprennent de nombreux sporomorphes, de rares restes mycéliens, du phytoplancton marin et des « basales » de foraminifères.

5.2. Inventaire des palynomorphes d'origine continentale

La liste figurant en annexe A groupe tous les taxons d'origine continentale identifiés. Les *spora dispersae*

sont ordonnés selon l'organigramme proposé par Potonié et Kremp [40], modifié essentiellement par Dettmann [14] et Potonié [39].

5.3. Inventaire des palynomorphes d'origine marine

La liste figurant en annexe B groupe tous les taxons d'origine marine identifiés et présentés par ordre alphabétique sous la nomenclature du "Lentin and Williams Index" [45].

6. Caractère de cette association palynologique

6.1. Type de l'association

Cette association palynologique est de type mixte : des apports continentaux aériens ont été drainés depuis les terres émergées du continent proche (spores, grains de pollen et autres éléments, comme les débris végétaux et les perles d'ambre), au fil d'un réseau hydrographique au cours duquel se sont ajoutés des apports continentaux fluviaux (zygospores d'« algues »). L'ensemble de ces palynomorphes d'origine continentale s'est mêlé à des palynomorphes d'origine marine (kystes de dinoflagellés, acritarches et « basales » de foraminifères) dans un milieu de sédimentation commun margino-littoral, de type estuarien (fleuve côtier) ou lagunaire. La bonne qualité de préservation des palynomorphes d'origine continentale indique que le transport qu'ils ont subi vers ce milieu de sédimentation n'a pu être long ; les plantes-mères de ces palynomorphes vivaient donc à proximité du rivage, ou dans un arrière-pays assez proche.

6.2. Caractères de la microflore d'origine continentale (Figs 2 et 3)

6.2.1. Composition de cette microflore d'origine continentale

La microflore d'origine continentale est essentiellement composée de palynomorphes provenant de terres

Fig. 2. Some palynofacies components and palynomorphs. Abbreviations: p.f. = proximal face; d.f. = distal face. **A**, palynofacies: cuticle scrap (1), tracheid fibre fragment (2), pollen grain (3) [slide 13]. **B**, homoxyloous wood fragment in transverse section [407]. **C**, *Frenelopsis* sp., lower cuticle scrap [423]. **D**, amber pearl [304]. **E,F**, internal cast of a tracheid fibre with amber (note that the resin even moulded the lumens, which are inclined) [317]. **G**, *Deltoidospora minor*; inter-radial regions are rolled inward (p.f.) [136]. **H**, macrospore, taxon under study (p.f.) [71]. **I**, *Cicatricosisporites* sp., taxon under study (p.f.) [428]. **J**, *Balmeisporites glenelgensis* [133]. **K**, *Appendicisporites tricuspidatus* (p.f.) [95]. **L**, *Appendicisporites erdtmanii* (L: p.f.; M: d.f.) [1 (C18-3/D18-1)]. **N**, *Appendicisporites erdtmanii* (p.f.) [432]. **O**, **P**, *Striatriletes coronarius* (O: p.f.; P: d.f.) [1 (L50-3)]. **Q**, *Striatriletes coronarius* (p.f.) [306]. **R**, *Vadaszisorites sacali* (p.f.) [1 (U58/U59)]. **S**, *Vadaszisorites sacali* (p.f.) [397]. **T**, *Sestrosporites pseudoalveolatus* (p.f.) [202]. **U**, **V**, *Camazonosporites insignis* (U: p.f.; V: d.f.) [1 (N52-4)]. **W**, *Microfoveolatosporis skottsbergii* (side view) [325].

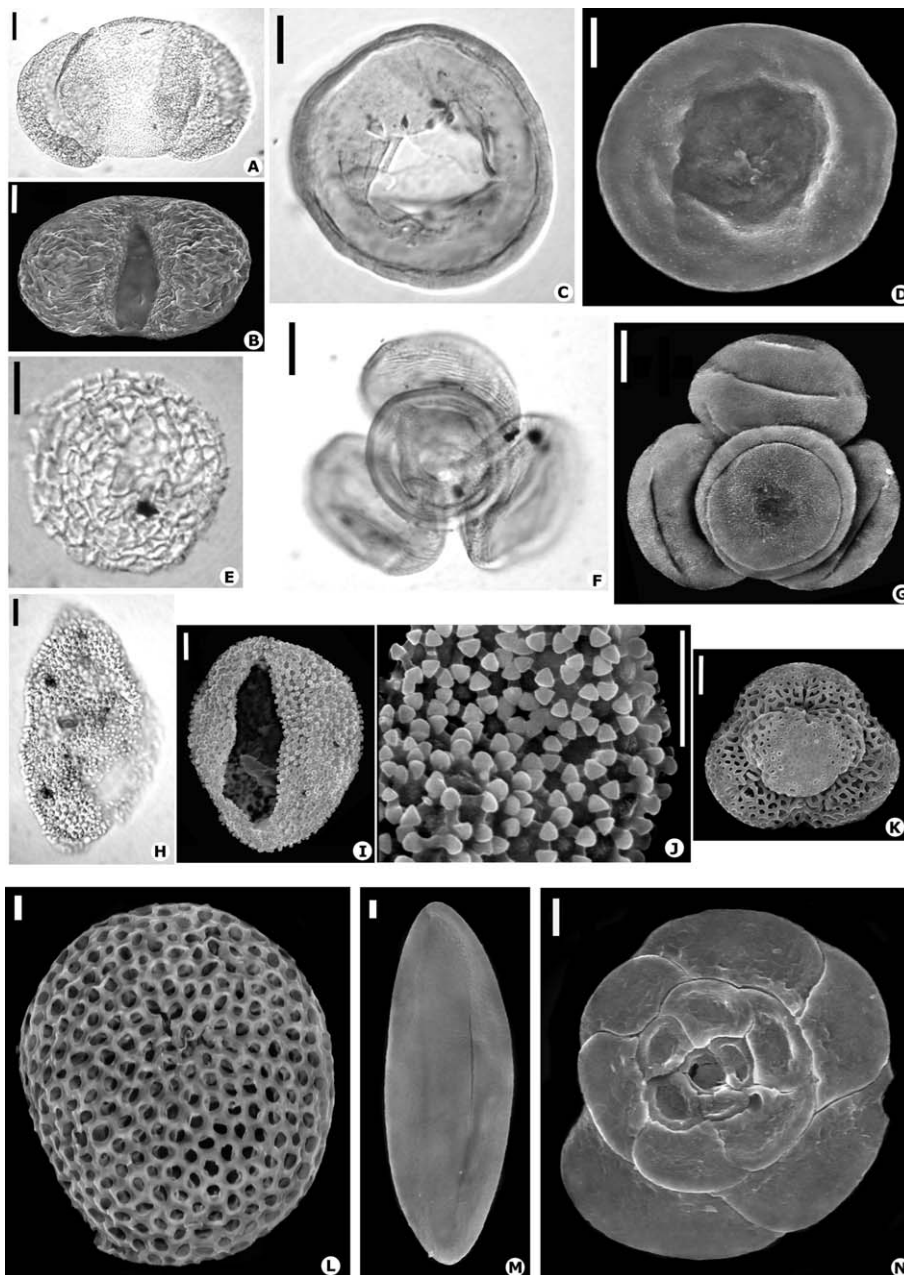


Fig. 3. Palynomorphes. **A**, grain disaccate (face distale), cf. divers *Klausipollenites* in Deák & Combaz (1967) [3 (K54/L55)]. **B**, grain disaccate (face distale), cf. divers *Klausipollenites* in Deák & Combaz (1967) [340]. **C**, *Balmeiopsis limbatus*, noter la déchirure souvent caractéristique [2 (G42-4/G43-3)]. **D**, *Balmeiopsis limbatus*, noter l'aire déprimée et amincie, en voie de déchirure [373]. **E**, *Afropollis jardinus* [4 (R53-2)]. **F**, *Classopollis* sp. cf. *Classopollis in situ* chez *Frenelopsis alata*, tétrade [1 (S41-2)]. **G**, *Classopollis* sp. cf. *Classopollis in situ* chez *Frenelopsis alata*, tétrade [91]. **H**, *Stelatopollis barghoornii* (face proximale) [4 (X24-1)]. **I**, **J**, *Stelatopollis barghoornii* (face distale) [379]. **K**, tétrade probablement obligée de grains tricolpés, taxon en cours d'étude, noter les sillons en position inter-radiaire selon la loi de Fischer [103]. **L**, *Schizosporis reticulatus* [395]. **M**, *Ovoidites parvus* [183]. **N**, *Scytinascia* sp. (« basale » de foraminifère) [303].

émérgées : spores de Ptéridophytes (Figs. 2G–W) variées et abondantes, dont deux taxons appartiennent aux macrospores (Figs. 2H et J), grains de pollen de Coniférophytes (Figs. 3A–D, F et G). La présence de certains taxons et objets microscopiques est remarquable :

Le genre *Afropollis* (Brenner, 1963) Doyle, Jardiné & Doerenkamp, 1982 (Fig. 3E), a été rarement signalé dans le Sud de l'Europe par Hasenboehler [23], Hochuli [25] et plus particulièrement dans l'Ouest de la France : dans la coupe de l'île Madame (Charente-Maritime) par Doyle et al. [15] et dans le sondage de La Bironnière (Vendée) par Azéma et al. [4 (Pl. XIX, fig. 13–15, sous le nom de *Liliacidites textus* Norris, 1967, et fig. 19, sous le nom de *L. variegatus* Couper, 1953 (in Drugg, 1967) (sic)] ; les présents auteurs estiment que l'affinité de ce taxon demeure énigmatique et qu'il constitue un *incerta sedes* ; ce doute a déjà été exprimé par Friis [21] et Pons et al. [38].

Le pollen d'affinité angiospermienne est représenté par deux taxons : *Stellatopollis barghoornii* Doyle, 1975 (Fig. 3H–J) et par de rares tétrades tétraédriques (probablement obligées) de grains tricolpés (taxon en cours d'étude) dont les sillons sont en position interradiaire selon la loi de Fischer (Fig. 3K). De nombreux restes d'Angiospermes ont été signalés en Charente-Maritime, dans des niveaux proches de celui d'Archingeay par Gomez et al. [22].

L'abondance des perles d'ambre (dimensions de l'ordre de 50 à 100 µm ; Fig. 2D) traduit la présence d'arbres producteurs de résine au sein de la paléoflore. Un objet microscopique exceptionnel est issu de l'un de ces arbres : le moulage de la lumière d'une trachéide par de l'ambre ; les lumens inclinés de ses ponctuations aréolées unisériées contiguës apparaissent en relief, ce qui révèle la fluidité de la résine (Figs. 2E et F). L'association palynologique comporte de nombreux débris (phytostomates) : fragments de bois homoxylé à cernes visibles (Fig. 2B) et lambeaux de cuticule (appareils stomatiques alignés, de type haplocheïle monocyclique) rapportés à *Frenelopsis* sp. (Coniférophytes, Cheirolepidaceae) (Fig. 2C).

De nombreuses tétrades ont été rapportées à *Classopollis* sp. cf. *Classopollis* in situ chez *Frenelopsis alata* (Feistmantel, 1881) Knobloch, 1971 (Coniférophytes, Cheirolepidaceae), en raison de l'identité absolue de leurs grains avec le pollen produit par ce taxon, présent dans le Cénomaniens de Bohême (République tchèque) [26] et l'argile noire cénomaniens de la carrière du Brouillard (Maine-et-Loire) [3,37] (Fig. 3F et G). *Frenelopsis alata* a été signalé dans les niveaux proches de celui d'Archingeay de cinq localités de Charente-Maritime par Gomez et al. [22].

Enfin, des palynomorphes d'origine dulçaquicole ont également été identifiés : deux taxons représentent des zygospores d'« algues » filamenteuses (Chlorophycophytes, Zygnemataceae) (Figs. 3L et M).

6.2.2. Son intégration parmi les provinces palynofloristiques contemporaines

L'association palynologique du niveau A1s12 d'Archingeay est proche de celle du niveau supérieur (85 à 87 m) du sondage réalisé à Saint-Romain-de-Benet, située à environ 30 km vers le sud-ouest (Fig. 1) et étudiée par Deák et Combaz [12].

Les traits essentiels de cette association palynologique permettent de l'intégrer dans les provinces palynofloristiques suivantes, globalement équivalentes : la « province sud-laurasienne » délimitée au Crétacé inférieur par Brenner [6] et la « province du Crétacé inférieur à *Cerebropollenites* » définie par Herngreen et al. [24] : abondance et diversité des spores de ptéridophytes et du pollen d'affinité gymnospermienne (grains inaperturés et disaccates, genres *Classopollis* et *Applanopsis*), pauvreté ou absence du pollen éphédroïde et « monosulqué gymnospermien », faible représentation du pollen d'affinité angiospermienne. Un paradoxe se dresse toutefois : le taxon *Cerebropollenites*, emblématique de la province éponyme, est totalement absent de l'association palynologique d'Archingeay (ainsi que d'autres associations palynologiques de Saintonge, du Poitou et d'Anjou) ; cette carence ne permet cependant pas d'intégrer cette association à l'une des autres pro-

Fig. 3. Palynomorphs. **A**, Disaccate grain (distal face), cf. several *Klausipollenites* in Deák & Combaz (1967) [3 (K54/L55)]. **B**, Disaccate grain (distal face), cf. several *Klausipollenites* in Deák & Combaz (1967) [340]. **C**, *Balmeiopsis limbatus*, note the often characteristic tear [2 (G42-4/G43-3)]. **D**, *Balmeiopsis limbatus*, note the depressed thin area, leading to tear [373]. **E**, *Afropollis jardinus* [4 (R53-2)]. **F**, *Classopollis* sp. cf. *Classopollis* in situ in *Frenelopsis alata*, tetrad [1 (S41-2)]. **G**, *Classopollis* sp. cf. *Classopollis* in situ in *Frenelopsis alata*, tetrad [91]. **H**, *Stellatopollis barghoornii* (proximal face) [4 (X24-1)]. **I**, **J**, *Stellatopollis barghoornii* (distal face) [379]. **K**, probably obligatory tetrad of tricolpate grains, taxon under study, note the inter-radial position of the sulci, according Fischer's rule [103]. **L**, *Schizosporis reticulatus* [395]. **M**, *Ovoidites parvus* [183]. **N**, *Scytinascia* sp. (foraminifer lining) [303].

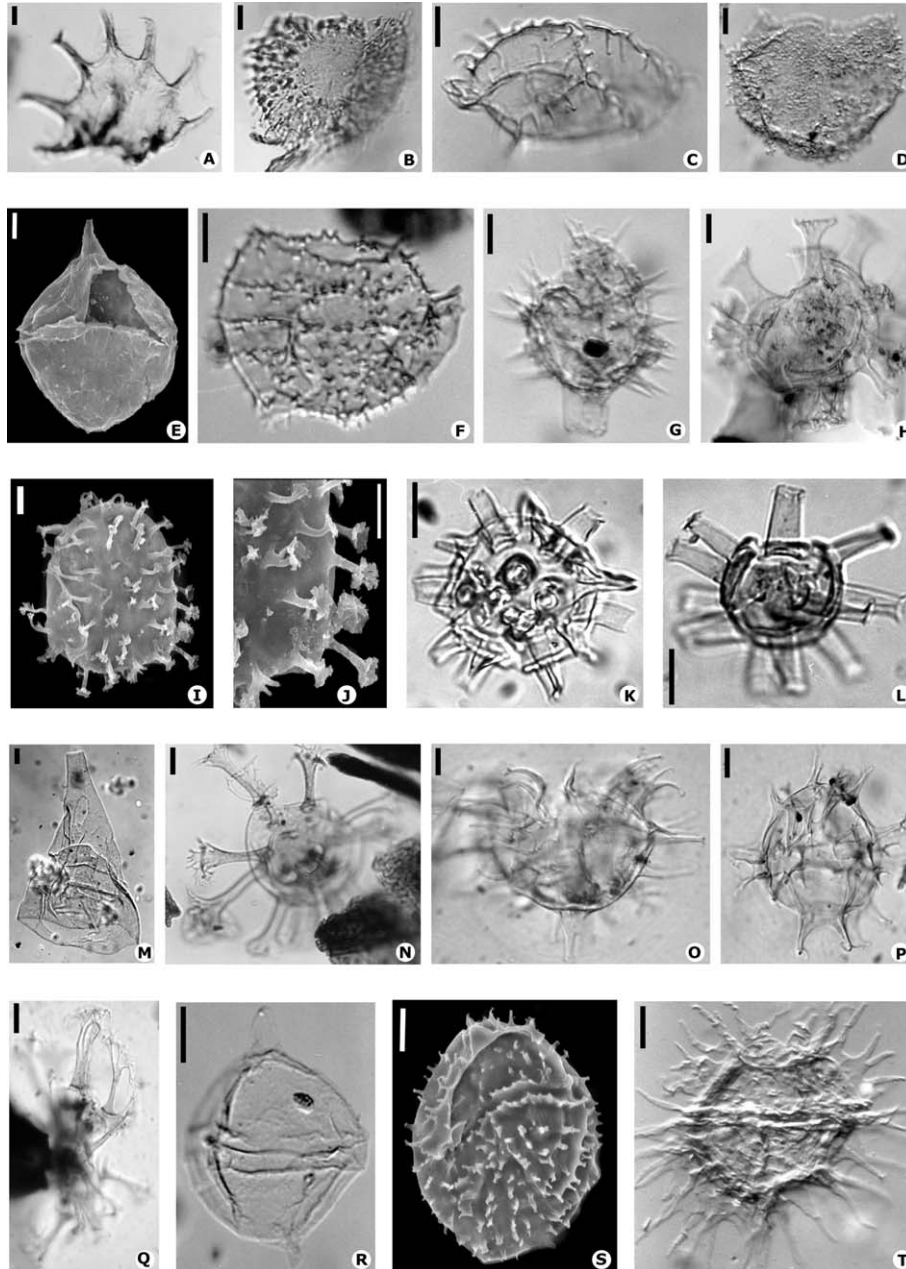


Fig. 4. Palynomorphes : **A**, acritarce A [12 (X28-4)], 84 μm ; **B**, *Circulodinium distinctum* [6 (V38/W38)], 64 μm ; **C**, *Ctenodinium elegantulum* [5 (Y39)], archéopyle épikystal, 64 μm ; **D**, *Cyclonephelium vannophorum* [12 (K34-2)], 65 μm ; **E**, *Cribroperidinium exilicristatum* [346], face dorsale, 82 μm ; **F**, *Epelidosphaeridia spinosa* [12 (S31/S32)], 44 μm ; **G**, *Florentinia berran* [12 (R42/R43)], 53 μm ; **H**, *Florentinia cooksoniae* [5 (F29)], 74 μm ; **I**, *Kiokansium williamsii* [226], 78 μm ; **J**, *K. williamsii* [226], détail de l'extrémité distale en corolle des processus ; **K**, *Litosphaeridium arundum* [5 (L26-4)], 40 μm ; **L**, *L. siphoniphorum* [9 (J35)], 44 μm ; **M**, *Odontochitina costata* [1 (O45)], opercule, 121 μm ; **N**, *Oligosphaeridium pulcherrimum* [7 (J26/J27)], 90 μm ; **O**, *Pervosphaeridium cenomaniense* [1 (X22/Y22)], 97 μm ; **P**, *Spiniferites ramosus* subsp. *multibrevis* [1 (F19)], 70 μm ; **Q**, *Stiphrosphaeridium anthophorum* [1 (X38)], 143 μm ; **R**, *Subtilisphaera terrula* [12 (T37-3)], 48 μm ; **S**, *Trichodinium castanea* [334], face dorsale, 55 μm ; **T**, *Xiphophoridium alatum* [9 (C41-3)], 70 μm . La barre d'échelle mesure 10 micromètres, sauf indication contraire. Les préparations microscopiques sont déposées au Muséum national d'histoire

vinces palynofloristiques définies par ces auteurs, mais s'explique probablement par une particularité d'ordre écologique excluant la plante-mère de ce genre (appartenant vraisemblablement aux Taxodiaceae) d'un environnement au sein duquel l'affinité gymnospermienne est pourtant bien représentée.

6.3. Caractères de la microflore d'origine marine (Fig. 4)

Cette microflore complète celle du niveau supérieur du sondage étudié à Saint-Romain-de-Benêt par Deák et Combaz [12]. Les palynomorphes d'origine marine sont composés à 92,5% de kystes de dinoflagellés et à 7,5% d'acritarches ; 25 espèces de kystes de dinoflagellés ont été inventoriées. Parmi les espèces dominantes, *Epelidosphaeridia spinosa* (Fig. 4F) constitue à elle seule 28% de la population, *Kiokansium williamsii* (Fig. 4I et J) atteint 19% et *Subtilisphaera* ssp. 14% (Fig. 4R). La représentation des autres espèces est beaucoup plus faible, de l'ordre de 0,8 à 3,3%, ce dernier pourcentage dans le cas de *Florentinia berran* (Fig. 4G) ; la proportion de *Xiphophoridium alatum* (Fig. 4T) atteint toutefois 5%. Les espèces dominantes représentent plus de la moitié (61%) de l'association d'origine marine.

La microflore marine contient un élément présumé remanié : en effet, plusieurs individus de *Ctenidodinium elegantulum* (Fig. 4C) ont été identifiés ; ce taxon apparaît au Berriasien supérieur et s'éteint à l'Aptien inférieur d'après Davey [11], Williams et Bujak [44] et Costa et Davey [9]. Cependant, le fait que ce taxon ne soit pas accompagné d'autres formes remaniées ainsi que sa présence fréquente dans ce niveau incitent à penser que ses représentants sont peut-être en place. Dans ce cas, la dernière apparition de *C. elegantulum* se situerait à l'Albien terminal et non à l'Aptien inférieur.

7. Datation du niveau analysé

Le niveau est daté par les kystes de dinoflagellés de l'Albien terminal [34]. L'association contient les traditionnels marqueurs qui apparaissent successivement dès la base, puis au cours de la zone d'ammonite à Dispar de l'Albien terminal en domaine téthysien et boréal [20] : *Litosphaeridium siphoniphorum* (Fig. 4L), *Epelidosphaeridia spinosa* (Fig. 4F), *Odontochitina costata* (Fig. 4M) et *Palaeohystrichophora infusorioides*. Les espèces réputées apparaître au Cénomaniens sont absentes, telles que *Microdinium reticulatum*, *Exochosphaeridium ? palmatum* [19].

8. Conclusions : le paléoenvironnement et la paléogéographie

Parmi la microflore provenant des terres émergées, la présence de nombreux taxons (en particulier l'abondance des spores de Filicophytes) permet d'estimer que le climat qui régnait dans la région d'Archingeay à l'Albien terminal était plutôt humide, tempéré à chaud, en accord avec celui de la province palynofloristique dite « province du Crétacé inférieur à *Cerebropollenites* » précitée. Le paysage devait être essentiellement composé de fougères variées (arborescentes ou non), d'autres ptéridophytes et de conifères producteurs de la résine ayant évolué en ambre. Certaines plantes (appartenant vraisemblablement à la strate herbacée) témoignent, par leur pollen, de l'expansion de l'affinité angiospermienne. Enfin, dans les cours d'eau s'étiraient des « algues » filamenteuses.

La paléogéographie est celle d'une limite continentale margino-littorale constituant une vaste plaine d'inondation ; la diversité des kystes de dinoflagellés,

naturelle, sous une numérotation figurant entre crochets dans les légendes des figures. Dans le cas des images en microscopie optique, ces crochets comprennent le couple suivant : [numéro de la lame (coordonnées de chaque palynomorphe, relevées au moyen de la lame de référence « England Finder »)] ; dans le cas des images en microscopie électronique à balayage, ces crochets indiquent le numéro de la préparation, réalisée en « grain isolé ».

Fig. 4. Palynomorphs: **A**, acritarch A [12 (X28-4)], 84 µm; **B**, *Circulodinium distinctum* [6 (V38/W38)], 64 µm; **C**, *Ctenidodinium elegantulum* [5 (Y39)], epicystal archeopyle, 64 µm; **D**, *Cyclonephelium vannophorum* [12 (K34-2)], 65 µm; **E**, *Cribroperidinium exilicristatum* [346], dorsal face, 82 µm; **F**, *Epelidosphaeridia spinosa* [12 (S31/S32)], 44 µm; **G**, *Florentinia berran* [12 (R42/R43)], 53 µm; **H**, *Florentinia cooksoniae* [5 (F29)], 74 µm; **I**, *Kiokansium williamsii* [226], 78 µm; **J**, *K. williamsii* [226], detail of the corolla-like distal ends of the processes; **K**, *Litosphaeridium arundum* [5 (L26-4)], 40 µm; **L**, *L. siphoniphorum* [9 (J35)], 44 µm; **M**, *Odontochitina costata* [1 (O45)], operculum, 121 µm; **N**, *Oligosphaeridium pulcherrimum* [7 (J26/J27)], 90 µm; **O**, *Pervosphaeridium cenomaniense* [1 (X22/Y22)], 97 µm; **P**, *Spiniferites ramosus* subsp. *multibrevis* [1 (F19)], 70 µm; **Q**, *Stiphosphaeridium anthophorum* [1 (X38)], 143 µm; **R**, *Subtilisphaera terrula* [12 (T37-3)], 48 µm; **S**, *Trichodinium castanea* [334], dorsal face, 55 µm; **T**, *Xiphophoridium alatum* [9 (C41-3)], 70 µm. Scale bar measures 10 micrometers, unless otherwise specified.

l'absence de kystes réputés d'eaux saumâtres indique que ce milieu de sédimentation fut sous influence marine. Un fleuve côtier apporta vers cette plate-forme les sédiments sablo-argileux qui s'accumulèrent dans son vaste delta, drainés sur le continent proche au long de son réseau hydrographique. Les émissaires de ce fleuve furent susceptibles de divaguer en édifiant ce delta, ainsi que l'attestent les figures sédimentaires enregistrées au sein de la sous-unité A1 : corps sableux lenticulaires fréquemment ondulés, sables à stratifications obliques et entrecroisées (souvent fortement incurvées). Ces apports furent riches en fragments de bois et autres débris végétaux qui, en milieu confiné réducteur, ont évolué en lignite dans le niveau A1s2 d'Archingeay, comme dans de nombreux niveaux équivalents de Saintonge. Cette représentation de la paléogéographie cadre avec la synthèse proposée par Dercourt et al. [13].

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude envers Didier Néraudeau qui leur a confié l'étude palynologique de cette argile, Denise Pons pour ses conseils, Christiane Chancogne pour sa participation lors des observations en microscopie électronique à balayage, et Claude Abrial pour son aide à la réalisation des planches.

Annexe A. palynomorphes d'origine continentale

A.1. Microspores, macrospores, grains de pollen

- Anteturma Proximegerminantes Potonié, 1970**
- Turma Triletes-Azoniales (Reinsch, 1881) Potonié & Kremp, 1954**
- Subturma Azonotriletes (Luber, 1935) Dettmann, 1963**
- Infraturma Laevigati, Quasilaevigati (Bennie & Kidston, 1886) Potonié, 1956**
- Biretisporites potoniaei* (Delcourt & Sprumont, 1955) Delcourt, Dettmann & Hughes, 1963
- Deltoidospora australis* (Couper, 1953) Pocock, 1970
- Deltoidospora minor* (Couper, 1953) Pocock, 1970 (Fig. 2G)
- Dictyophyllidites harrisii* Couper, 1958

- Infraturma Apiculati (Bennie & Kidston, 1886) Potonié, 1956**
- Subinfraturma Verrucati Dybová & Jachowicz, 1957**
- Leptolepidites tumulosus* (Döring, 1964) Srivastava, 1975
- Apiculati, Varia**
- Taxon en cours d'étude (macrospore) (Fig. 2H)
- Infraturma Murornati Potonié & Kremp, 1954**
- Cicatricosisporites baconicus* Deák, 1963
- Cicatricosisporites venustus* Deák, 1963
- Cicatricosisporites* sp., taxon en cours d'étude (Fig. 2I)
- Retitriteles singhii* Srivastava, 1972
- Striatriteles coronarius* Pierce, 1961 (Fig. 2O–P)
- Vadaszisorites sacali* Deák & Combaz, 1967 (Fig. 2R et S)
- Vadaszisorites urkuticus* (Deák, 1964) Deák & Combaz, 1967
- Subturma Lagenotriteles Potonié & Kremp, 1954**
- Infraturma Trifoliati, Barbatii Potonié, 1970**
- Paxillitriteles dakotaensis* (Hall, 1963) Hall & Nicolson, 1973
- Turma Vestitriteles Potonié, 1970**
- Subturma Pyrobolotriteles Potonié, 1956**
- Balmeisorites glenelgensis* Cookson & Dettmann, 1958 (Fig. 2J)
- Suprasubturma Perinotriteles (Erdman, 1947) Dettmann, 1963**
- Densoisorites velatus* (Weyland & Krieger, 1953) Krasnova, 1961
- Turma Triletes-Zonales (Bennie & Kidston, 1886) Potonié, 1956**
- Subturma Auritotriteles Potonié & Kremp, 1954**
- Infraturma Appendiciferi Potonié, 1956**
- Appendicisporites erdtmanii* Pocock, 1965 (Fig. 2L–N)
- Appendicisporites stylosus* (Thiergart, 1964) Deák, 1963
- Appendicisporites tricuspidatus* Weyland & Greifeld, 1953 (Fig. 2K)
- Infraturma Tricrassati Dettmann, 1963**
- Camarozonosporites insignis* Norris, 1967 (Fig. 2U et V)
- Camarozonosporites triradiatus* (Pierce, 1961) Azéma & Ters, 1971
- Sestrosporites pseudoalveolatus* (Couper, 1958) Dettmann, 1963 (Fig. 2T)

Turma Vestititriteles Potonié, 1970
Suprasubturma Perinotrilités (Erdtman, 1947)
Dettmann, 1963
Crybelosporites pannuceus (Brenner, 1963) Srivastava, 1975
Turma Monoletes Ibrahim, 1933
Suprasubturma Acavatomoletes Dettmann, 1963
Subturma Azonomoletes Lubber, 1935
Infraturma Ornati Potonié, 1956
Microfoveolatosporis skottsbergii (Selling, 1944) Srivastava, 1971 (Fig. 2W)
Anteturma Variegerminantes Potonié, 1970
Turma Saccites Erdtman, 1947
Subturma Monosaccites (Chitaley, 1951) Potonié & Kremp, 1954
Infraturma Saccizonati Bharadwaj, 1957
Applanopsis dampieri (Balme, 1957) Döring, 1961
Applanopsis trilobatus (Balme, 1957) Döring, 1961
Subturma Disaccites Cookson, 1947
Infraturma Pinosacciti (Erdtman, 1945) Potonié, 1958
 Taxon cf. divers *Klausipollenites* in Deák & Combaz (1967) (Figs. 3A et B)
Turma Aletes et Kryptoperturates Potonié, 1966
Subturma Azonoletes (Lubber, 1935) Potonié & Kremp, 1954
Infraturma Granulonapiti Cookson, 1947
Araucariacites australis (Cookson, 1947) Couper, 1953
Balmeiopsis limbatus (Balme, 1957) Archangelsky, 1977 (Fig. 3C et D)
Infraturma Circumpollini (Pflug, 1953) Klaus, 1960
Classopollis sp. cf. *Classopollis in situ* chez *Frenelopsis alata* (Feistmantel, 1881) Knobloch, 1971 in Azéma [3] et Pons [37] (Fig. 3F et G)
Turma Plicates (Naumova, 1939) Potonié, 1960
Subturma Costates Potonié, 1970
Infraturma Costati Potonié, 1970
Ephedripites translucidus Deák & Combaz (1967)
Subturma Monocolpates (Monosulcites) et Zonocolpates Potonié, 1970
Infraturma Reticulati Pons, 1988
Afropollis jardinus (Brenner, 1963) Doyle, Jardiné & Doerenkamp, 1982 (Fig. 3E)
Infraturma Sculptati Potonié, 1970
Stellatopollis barghoornii Doyle, 1975 (Fig. 3H–J)

Subturma Tricolpates, Triptyches Potonié, 1970
Infraturma Heterotricolpati, Praecolpati Potonié, 1970
Eucommiidites sp.
Turma Jugates Potonié, 1966
Subturma Tetradites Potonié, 1966
 Taxon en cours d'étude (tétrade probablement obli-gée) (Fig. 3K)

A.2. *Varia*

Zygosporés d'« algues »
Ovoidites parvus (Cookson & Dettmann, 1959) Nakoman, 1966 (Fig. 3M)
Ovoidites spriggi (Cookson & Dettmann, 1959) Zippi, 1998
Schizosporis reticulatus (Cookson & Dettmann, 1959) Pierce, 1976 (Fig. 3L)
Palynomorphes considérés comme *incertae sedis*
Dictyothylacos sp.
Membranosphaera sp. in Deák & Combaz, 1967
Spermatites laterna Deák & Combaz, 1967

Annexe B. palynomorphes d'origine marine

B.1. *Acritarches et kystes de dinoflagellés*

Acritarches
Cyclopsiella ? murus Duxbury, 1983
 Acritarche A (Fig. 4A)
Kystes de dinoflagellés
Achomosphaeridium verdierii Below, 1982c ; *emend.* Lister & Batten, 1988b
Circulodinium distinctum (Deflandre & Cookson, 1955) Jansonius, 1986 (Fig. 4B)
Coronifera oceanica Cookson & Eisenack, 1958 ; *emend.* May, 1980
Cribroperidinium exilicristatum (Davey, 1969) Stover & Evitt, 1978 (Fig. 4E)
Ctenidodinium elegantulum Millioud, 1969 ; *emend.* Below, 1981a (Fig. 4C)
Cyclonephelium vannophorum Davey, 1969a (Fig. 4D)
Epelidosphaeridia spinosa Cookson & Hughes, 1964 (Fig. 4F)
Florentinia berran Below, 1982c (Fig. 4G)
Florentinia cooksoniae (C. Singh, 1971) Duxbury, 1980 (Fig. 4H)

Florentinia radiculata (Davey & Williams, 1966b)
Davey & Verdier, 1973

Kiokansium williamsii C. Singh, 1986 (Fig. 4I et J)

Litosphaeridium arundum (Eisenack & Cookson, 1960) Davey, 1979b ; *emend.* Lucas Clark, 1984 (Fig. 4K)

Litosphaeridium siphoniphorum subsp. *glabrum*
Lucas Clark, 1984 (Fig. 4L)

Odontochitina costata Alberti, 1961 ; *emend.* Clarke & Verdier, 1967 (Fig. 4M)

Oligosphaeridium complex (White, 1842) Davey & Williams, 1966b

Oligosphaeridium pulcherrimum (Deflandre & Cookson, 1955) Davey & Williams, 1966b (Fig. 4N)

Palaeohystrichophora infusorioides Deflandre, 1935

Pervosphaeridium cenomaniense (Norvick, 1976) Below, 1982 (Fig. 4O)

Protoellipsodinium touile Below, 1981

Spiniferites ramosus subsp. *multibrevis* (Davey & Williams, 1966) Lentin & Williams, 1973 (Fig. 4P)

Stiphrosphaeridium anthophorum (Cookson & Eisenack, 1958) Lentin & Williams, 1985 (Fig. 4Q)

Subtilisphaera terrula (Davey, 1974) Lentin & Williams, 1976 ; *emend.* Harding, 1986a (Fig. 4R)

Subtilisphaera cf. *senegalensis* Jain & Millepieid, 1973

Subtilisphaera ssp.

Tanyosphaeridium variecalamum Davey & Williams, 1966b

Trichodinium castanea Deflandre, 1935 *ex* Clarke & Verdier, 1967 (Fig. 4S)

Xiphophoridium alatum (Cookson & Eisenack, 1962) Sarjeant, 1966 ; *emend.* Sarjeant, 1966 (Fig. 4T)

B.2. « Basales » de foraminifères

Scytinascia sp. (Fig. 3N)

Références

- [1] A. D'Archiac, Mémoire sur la formation crétacée du Sud-Ouest de la France, *Mém. Soc. géol. France* 2 (2) (1837) 157–193.
- [2] H. Arnaud, Mémoire sur le terrain crétacé du Sud-Ouest de la France, in: *Mém. Soc. géol. France*, 2^e série, tome 10, mém. n° 4, 1877, 110 p.
- [3] C. Azéma, Le pollen du genre *Classopollis* dans la carrière du Brouillard (Anjou, France), in: 104^e Congrès national des Sociétés savantes, Bordeaux, Sciences, 1, 1979, pp. 197–208.
- [4] C. Azéma, S. Durand, J. Médus, Des miospores du Cénomaniens moyen, *Paléobiol. cont.* 3 (4) (1972) 1–54.
- [5] C. Azéma, M. Ters, Étude palynologique préliminaire du gisement cénomaniens de La Bironnière, Vendée (France), *Rev. Palaeobot. Palynol.* 11 (1971) 267–282.
- [6] G.J. Brenner, Middle Cretaceous floral provinces and early migrations of Angiosperms, in: C.B. Beck (Ed.), *Origin and early evolution of Angiosperms*, Columbia University Press, New York, 1976, pp. 23–47.
- [7] J.-J. Châteauneuf, Notice de la carte de Rochefort, mention p. 8, in: B. Bourguet, P. Moreau (Eds.), *Carte géologique de la France au 1/50 000^e, feuille 658, XIV-30*, 1972, 30 p.
- [8] H. Coquand, Notice sur la formation crétacée du département de la Charente, *Bull. Soc. géol. France*, 2^e série 14 (1856) 55–98.
- [9] L.I. Costa, R.J. Davey, Dinoflagellate cysts of the Cretaceous System, in: A.J. Powell (Ed.), *A stratigraphic index of dinoflagellate cysts*, Br. Micropalaeontol. Publ. Ser., Chapman and Hall, London, 1992, pp. 99–154.
- [10] L. Crié, Recherches sur les végétaux fossiles de l'île d'Aix (Charente-Inférieure), *Annales de la Société des Sciences naturelles de Charente-Inférieure* 26 (1890) 231–237.
- [11] R.J. Davey, Marine Apto-Albian palynomorphs from Holes 400A and 402A, IPOD Leg 48, northern Bay of Biscay, in: L. Montadert, et al. (Eds.), *Deep Sea Drilling Project*, Washington, Init. Rep. 48 (1979) 547–577.
- [12] M. Deák, A. Combaz, « Microfossiles organiques » du Wealdien et du Cénomaniens dans un sondage de Charente-Maritime, *Rev. Micropaleontol.* 10 (2) (1967) 69–96.
- [13] J. Dercourt, L.E. Ricou, B. Vrielynck, in: *Atlas Tethys palaeoenvironment maps*, Gauthiers-Villars, Paris, 1993, 307 p., 14 cartes.
- [14] M.E. Dettmann, Upper Mesozoic microfloras from South-Eastern Australia, *Proc. R. Soc. Victoria* 77 (1) (1963) 1–148.
- [15] J.A. Doyle, S. Jardiné, A. Doerenkamp, *Afropollis*, a new genus of early angiosperm pollen, with notes on the Cretaceous palynostratigraphy and paleoenvironments of Northern Gondwana, *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine* 6 (1) (1982) 39–117.
- [16] S. Durand, M. Ters, L'analyse pollinique d'argiles des environs de Challans (Vendée) révèle l'existence d'une Flore cénomaniens, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. D* 247 (7) (1958) 684–686.
- [17] S. Durand, M. Ters, F. Verger, Sur un nouveau gisement d'argile noire cénomaniens dans le marais de Monts (Vendée) et sa signification paléogéographique, *C. R. Acad. Sc. Paris, Sér. D* 257 (7) (1963) 1492–1494.
- [18] D. Fauconnier, Notice de la carte de l'île d'Oléron, Mention p. 6, in: B. Bourguet, P. Moreau (Eds.), *Carte géologique de la France au 1/50 000^e, feuille 657, XIII-30*, 1976, 23 p.
- [19] J.-C. Foucher, Distribution des kystes de dinoflagellés dans le Crétacé moyen et supérieur du bassin de Paris, *Rev. Micropaleontol.* 4 (1983) 23–41.
- [20] J.-C. Foucher, E. Monteil, Cretaceous Biostratigraphy, Charts 5, Dinoflagellate Cysts, in: P.-C. de Graciansky, J. Hardenbol, T. Jacquin (Eds.), *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins*, Soc. Sediment. Geol. Spec. Publ., 1998, 60 p.

- [21] E.M. Friis, K.R. Pedersen, P.R. Crane, Early angiosperm diversification: the diversity of pollen associated with angiosperm reproductive structures in Early Cretaceous floras from Portugal, *Ann. Mo. Bot. Gard.* 86 (2) (1999) 259–296.
- [22] B. Gomez, V. Daviero-Gomez, V. Perrichot, F. Thévenard, C. Coiffard, M. Philippe, D. Néraudeau, Assemblages floristiques de l'Albien-Cénomaniens de Charente-Maritime (SO France), *Ann. Paléontol.* 90 (3) (2004) 147–159.
- [23] B. Hasenboehler, Étude paléobotanique et palynologique de l'Albien et du Cénomaniens du « Bassin occidental portugais » au sud de l'accident de Nazaré (province d'Estrémadure, Portugal), thèse de 3^e cycle, université Pierre-et-Marie-Curie (Paris-6), *Mém. Sci. Terre* n° 81-29, 1981, 365 p.
- [24] G.F.W. Herngreen, M. Kedves, L.V. Rovnina, S.B. Smirnova, Chapter 29C, Cretaceous palynofloral provinces: a review, J. Jansonius, D.C. McGregor (Eds.), *Palynology: principles and applications*, Am. Assoc. Stratigr. Palynol. Found. (3) (1996) 1157–1188.
- [25] P.A. Hochuli, North Gondwanan floral elements in Lower to Middle Cretaceous sediments of the Southern Alps (Southern Switzerland, Northern Italy), *Rev. Palaeobot. Palynol.* 35 (1981) 337–358.
- [26] A. Hlušítk, M. Konzalova, Polliniferous cones of *Frenelopsis alata* (K. Feist.) Knobloch from the Cenomanian of Czechoslovakia, *Vestník Ústředního ústavu geologického* 51 (1976) 37–45.
- [27] J. Lantz, Étude des spores et pollens d'un échantillon purbeckien de l'île d'Oléron, *Rev. Micropaléontol.* 1 (1) (1958) 33–37.
- [28] W. Manès, Description physique, géologique et minéralurgique (sic) du département de la Charente-Inférieure, Dupont imprimeur, Paris, 1853, 270 p.
- [29] A. Meunier, D. Proust, P. Moreau, Geological significance of two smectite-rich beds from Lower Cenomanian sediments, northern Aquitaine Basin, France, *Bull. Soc. géol. France* 170 (6) (1999) 873–882.
- [30] P. Moreau, Les environnements sédimentaires marins dans le Cénomaniens du Nord du bassin de l'Aquitaine, *Bull. Soc. géol. France*, sér. 7 19 (2) (1977) 281–288.
- [31] P. Moreau, Le rôle du Plateau Central dans la paléogéographie nord-aquitaine au Cénomaniens, *Géol. Méditerr.* 5 (1) (1978) 125–136.
- [32] P. Moreau, La transgression cénomaniens sur la marge septentrionale du bassin de l'Aquitaine (Charentes). Flanc nord du synclinal de Saintes et Angoumois. Modalités d'une invasion marine. Aspects stratigraphiques, sédimentologiques et paléogéographiques. Vol. I : Analyse stratigraphique et identification des milieux, 505 p. ; Vol. II : La sédimentation terrigène et glauconieuse. Caractérisation et distribution des éléments, 672 p. ; Vol. III : Paléontologie stratigraphique et biochronologie. Paléogéographie et structure, 322 p., thèse d'État n° 508, université de Poitiers, 1993.
- [33] P. Moreau, Analyse de la transgression cénomaniens sur la bordure nord-occidentale du bassin de l'Aquitaine, *Géol. France* 1 (1996) 3–16.
- [34] D. Néraudeau, V. Perrichot, J. Dejax, E. Masure, A. Nel, M. Philippe, P. Moreau, F. Guillocheau, T. Guyot, Un nouveau gisement à ambre insectifère et à végétaux (Albien terminal probable) : Archingeay (Charente-Maritime, France), *Geobios* 35 (2002) 233–240.
- [35] D. Néraudeau, J. Thierry, P. Moreau, Variation in echinoid biodiversity during the Cenomanian – Early Turonian transgressive episode in Charentes (France), *Bull. Soc. géol. France* 168 (1) (1997) 51–61.
- [36] V. Perrichot, Environnements paraliens à ambre et à végétaux du Crétacé nord-aquitain (Charentes, Sud-Ouest de la France), thèse 3^e cycle, université Rennes-1, 2003, 210 p. (inédit).
- [37] D. Pons, Les organes reproducteurs de *Frenelopsis alata* (K. Feistm.) Knobloch, Cheirolepidiaceae du Cénomaniens de l'Anjou, France, 104^e congrès national des Sociétés savantes, Bordeaux, Sciences 1 (1979) 209–231.
- [38] D. Pons, P.Y. Berthou, J.B. de Melo Filgueira, J.J. de Alcantara Sampaio, Palynologie des unités lithostratigraphiques « Fundão », « Crato » et « Ipubi » (Aptien supérieur à Albien inférieur-moyen, bassin d'Araripe, NE du Brésil) : enseignements paléocécologiques, stratigraphiques et climatologiques, in: S. Jardiné, I. de Klasz, J.P. Debenay (Eds.), *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique sud*, Compte rendu des Colloques de géologie d'Angers, 16–20 juillet 1994, *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine*, *Mém.* 16 (1996) 383–401.
- [39] R. Potonié, Synopsis der Gattungen der Sporae dispersae, V. Teil, Nachträge zu allen Gruppen (Turmae), *Beih. Geol. Jahrb.* 87 (1970) 1–222.
- [40] R. Potonié, G. Kremp, Die Gattungen der paläozoischen Sporae dispersae und ihre Stratigraphie, *Geol. Jahrb.* 69 (1954) 111–194.
- [41] M. Ters, Le Crétacé de Vendée occidentale. Étude paléontologique, sédimentologique et paléogéographique, 84^e Congrès national des Sociétés savantes, Dijon, Sciences (1959) 675–700.
- [42] B. Videt, Dynamique des paléoenvironnements à huîtres du Crétacé supérieur nord-aquitain (SO France) et du Miocène andalou (SE Espagne) : biodiversité, analyse séquentielle, biogéochimie, thèse 3^e cycle, université Rennes-1, *Mém. Géosci. Rennes*, n° 108, 2004, 263 p.
- [43] B. Videt, J.-P. Platel, Les ostréidés des faciès lignitifères du Crétacé moyen du Sud-Ouest de la France (Charentes et Sarladais), *C. R. Palevol* 4 (1–2) (2005) ; doi : 10.1016/j.crpv.2004.11.015.
- [44] G.L. Williams, J.P. Bujak, Mesozoic and Cenozoic dinoflagellates, in: H.M. Bolli, J.B. Saunders, K. Perch-Nielsen (Eds.), *Plankton Stratigr.* (1985) 847–964.
- [45] G.L. Williams, J.K. Lentin, R.A. Fensome, The Lentin and Williams index of fossil dinoflagellates, Edition 1998, *AASP, Contrib. Ser.* 34 (1998) 817.