

Végétation et changement climatique au cours de la transition Crétacé, Paléogène (K, Pg) d'une séquence d'argiles grises de la région d'Eboinda (Sud-Est de la Côte d'Ivoire): Implication palynologique

[Vegetation and climate change during the Cretaceous, Paleogene transition (K, Pg) of a sequence of gray clays in Eboinda region (South-eastern Côte d'Ivoire): Palynological implication]

Kahou Katel Kizito Toe-Bi¹, Gnosseith Huberson Claver N'Doufou¹, Koré Elysée Guede², and Zéli Bruno Digbeh³

¹Département Géosciences, Université Péléforo Gon Coulibaly, UFR des Sciences Biologiques, BP 1328 Korhogo, Côte d'Ivoire

²Département des Mines et Réservoirs, Université de Man, UFR des Sciences Géologiques et Minières, BP 20 Man, Côte d'Ivoire

³Laboratoire de Géologie, Ressources Minérales et Energétiques, UFR des Sciences de la Terre et des Ressources Minières (STRM), Université Félix Houphouët Boigny Cocody, 22 BP 801, Abidjan 22, Côte d'Ivoire

Copyright © 2021 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the **Creative Commons Attribution License**, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The gray clays of the Eboinda region consist of sub-rounded, fine to medium and translucent grains. A few black nodules 1 to 2 cm, sub-rounded, give off a hydrogen sulfide odor. They are strongly impregnated with bitumen. This unit yielded a rich assemblage of spores and pollen to the Cretaceous/Paleogene transition (K/Pg) namely, *Longapertites marginatus*, *Mauritiidites crassibaculatus*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Longapertites proxapertitoids*, *Deltoidospora minor*, *Cyathidites minor*, *Zlvisporites blanensis*, *Retistephanocolpites williamsi*, *Spinizonocolpites baculatus*. Mangrove-type paleovegetation developed in Upper Maastrichtian and in Danien. From the paleoclimatic point of view, the development of pollen mainly palms belonging to the family of Aceraceae suggests tropical and humid climatic conditions, which alternate with a warm and dry climate (development of *Ephedripites sp.*) in the Upper Maastrichtian. The presence of some species of the Cytheaceae and Arecaceae family would indicate a tropical and humid climate in Danien. But the complete disappearance of the Proteaceae and Ephedraceae, indicates a cold climate at the Cretaceous-Paleogene limit.

KEYWORDS: Eboinda region, paleovegetation, paleoclimatic, Upper Maastrichtian, Danien, K/Pg transition.

RESUME: Les argiles grises de la région d'Eboinda se composent de grains subarrondis, fins à moyens et parfois grossiers et translucides. Quelques nodules noirs de 1 à 2 cm, subarrondis dégagent une odeur de sulfure d'hydrogène. Elles sont fortement imprégnées de bitume. Cette unité a livré un riche assemblage de spores et de pollen à la transition Crétacé/Paléogène (K/Pg) (*Longapertites marginatus*, *Mauritiidites crassibaculatus*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Longapertites proxapertitoïdes*, *Deltoidospora minor*, *Cyathidites minor*, *Zlvisporites blanensis*, *Retistephanocolpites williamsi*, *Spinizonocolpites baculatus*). Une paléovégétation de type mangrove s'est développée au Maastrichtien supérieur et au Danien. Du point de vue paléoclimatique, le développement des pollens concernant les palmiers appartenant à la famille des Acéracées suggère, des conditions climatiques tropicales et humides, qui alternent avec un climat chaud et sec (développement du pollen *Ephedripites sp.*) au Maastrichtien supérieur. La présence de certaines espèces de la famille des Cythéacées et des Arecacées indiquerait un climat tropical et humide au Danien. Mais la disparition complète des Proteacées et Ephédracées, signale un climat froid à la limite Crétacé-Paléogène.

MOTS-CLEFS: Région d'Eboinda paléovégétation, paléoclimat, Maastrichtien supérieur, Danien, transition K/Pg.

1 INTRODUCTION

La palynologie est utilisée en biostratigraphie où elle joue un rôle assez important dans la détermination des âges géologiques, la compréhension du modèle d'empilement des séquences, les changements paléoclimatiques [1; 2] et la reconstruction paléoenvironnementale [3; 4]. Les travaux palynologiques antérieurs entrepris dans la région d'Eboinda, principalement dans la zone d'étude ont fourni des résultats controversés au sujet de l'âge des dépôts de la séquence d'argiles grises. Ainsi les travaux palynologiques de [5] ont permis de distinguer dans les argiles grises un Maastrichtien remanié c'est-à-dire un mélange de palynomorphes du Maastrichtien et du Danien. En revanche, les travaux récents (accepté sous presse) de [6] dans le secteur d'Eboinda, ont mis en évidence une transition Crétacé/Paléogène (K/Pg) avec un Maastrichtien franc suivi du Danien formellement identifié. Le Maastrichtien supérieur (intervalle 7-10m) a été observé à partir d'événements marqueurs de dinoflagellés, notamment les LADs (dernières apparitions) de *Dinogymnium muticum* et de *Cerodinium granulostriatum*. Quant au Danien (intervalle 5-7m), il est déterminé grâce à la disparition de *Cerodinium diebelii*, ainsi que la présence de l'espèce *Danea californica*. En marge des dinoflagellés, nous observons des palynoflores bien conservées dans les argiles grises de la région d'Eboinda. Le but de cet article est de décrire la palynoflore observée dans les argiles grises de la région d'Eboinda, proposer sa reconstitution paléobotanique et enfin établir les conditions paléoclimatiques qui ont prévalu lors du dépôt de cette unité au cours de la transition K/Pg.

2 CADRE GEOLOGIQUE DU BASSIN SEDIMENTAIRE ET PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La géologie de la Côte d'Ivoire se caractérise par un socle cristallin d'âge précambrien qui couvre 97,5 % du territoire et recouvre en discordance par un bassin sédimentaire plus récent (secondaire et tertiaire) (2,5% du territoire). Le bassin sédimentaire se développe le long de la côte Ouest atlantique depuis le Libéria (Sassandra) jusqu'au Ghana. C'est un bassin de type « ouvert » et pent vers le Sud. L'histoire du bassin se caractérise par deux domaines distincts: a) bassin onshore en forme de croissant, affecté par une faille appelée « Faille des lagunes » qui longe la côte d'Ouest en Est; b) une partie marine (offshore). L'histoire géologique du bassin de Côte d'Ivoire se résume en quatre étapes principales: a) une phase rift; b) une phase de début d'expansion océanique; c) une phase d'expansion active et de subsidence; d) une phase d'expansion maximale. La zone d'étude qui fait l'objet du présent travail se trouve à Eboinda. Cette zone est située dans la partie onshore du bassin sédimentaire. Elle est à environ 175 km d'Abidjan et à proximité de la frontière du Ghana. Cette zone est localisée entre les latitudes 5°15' et 5°30' Nord et les longitudes 3°00' et 3°15' Ouest (Fig.1). Elle se trouve sur le rivage Nord-Est de la lagune Tendo.

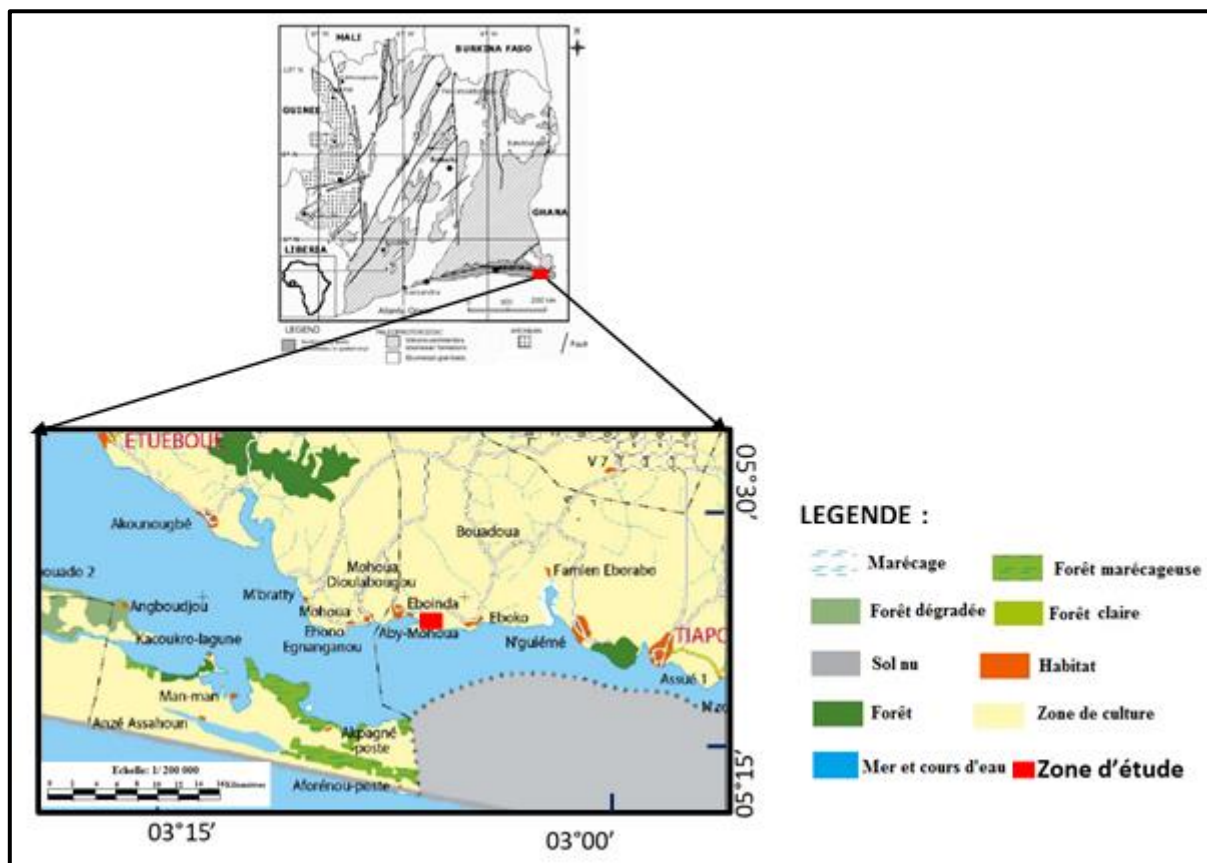


Fig. 1. Situation géographique de la zone d'étude (P1)

3 MATERIEL ET METHODES

Dix échantillons d'une séquence d'argiles grises ont été soigneusement prélevés dans l'intervalle 5-10 m du puits P1 (Fig.2). Ces échantillons ont été traités pour une analyse palynologique en utilisant les méthodes classiques aux acides. Ceux-ci ont permis de concentrer et de récupérer les microfossiles organiques insolubles. Environ 20 g de chaque échantillon ont été traités à froid avec l'acide chlorhydrique (HCl) 37 % pour éliminer les carbonates, les nitrates et une bonne partie des roches salines pendant 3 heures et 30 minutes. Ensuite les silicates dans les échantillons ont été éliminés par traitement à chaud avec de l'acide fluorhydrique (HF) 70 % durant 15 heures. La dernière attaque à l'acide chlorhydrique à 37 % à chaud a permis la dissolution des fluosilicates et les fluorures formés lors des attaques précédentes. Elle dure une heure. Après lavage, les palynomorphes sont récupérés et montés entre lame et lamelle en utilisant le baume de Canada comme support de montage. L'identification et le comptage ont été effectués à l'aide d'un microscope optique à lumière transmise de marque BestScops. La détermination taxonomique et la datation des spores et grains de pollen sont appuyés sur les classifications morphographiques de [7] et de [8]. L'analyse paléobotanique se base sur l'importance écologique et sur les différentes affinités botaniques des sporomorphes (Tableau 1).

Tableau 1. Les affinités botaniques des spores et grains de pollens et sélectionnés reconnus dans cette étude

Especes Fossiles	Affinités botaniques
Pteridophytes	
1. <i>Laevigatosporites ovatus</i>	Filicopsida; Askin, 1990b; Hygrophytic Wang et al. (2005)
2. <i>Deltoidospora minor</i>	Cyatheaceae; (Couper, 1958; Macphail, 1999); Marécages (Salarid-Chebaldoeff, 1977)
3. <i>Cyathidites minor</i>	Cyatheaceae, (Couper, 1958; Macphail, 1999) Fougère
4. <i>Cicatricosisporites dorogensis</i>	Schizaeaceae; Soronnandi-Ononiwu et al., 2014
5. <i>Leiotriletes adriensis</i>	Cyatheaceae (Kruttsch and Vanhoorne, 1977)
6. <i>Zlivisporis blanensis</i>	Similar to <i>Oxymitra paleacea</i> , Hepaticae (sources in Schrank, 1994)
7. <i>Foveotriletes margaritea</i>	Lycopsida; Van der H. & Potonié 1956
Angiospermes	
8. <i>Mauritiidites crassibaculatus</i>	Arecaceae; van Hoeken-Klinkenberg, 1966
9. <i>Retimonocolpites sp.</i>	Palmae; Lorente 1986
10. <i>Proxapertites operculatus</i>	Palmae, coastal plain (Jaramillo and Dilcher, 2001)
11. <i>Longapertites vanenderburgi</i>	Arecaceae/Probably Palmae (Germeraad et al., 1968; Adegoke et al., 1978)
12. <i>Longapertites marginatus</i>	Arecaceae/Probably Palmae (Germeraad et al., 1968; Adegoke et al., 1978)
13. <i>Scabratioporites annulus</i>	Magnoliophyta; Van der H. 1956
14. <i>Longapertites proxapertitoides</i>	Arecaceae; Thanikaimoni et al., 1984
15. <i>Monocolpopollenites sp.</i>	Palmae or Cycadales (Nichols et al., 1973)
16. <i>Spinizonocolpites baculatus</i>	<i>Nypa</i> (Arecaceae); Germerad et al., 1968
17. <i>Proteacidites dehaani</i>	Proteaceae Cookson & Couper 1953
18. <i>Psilatricolpites sp.</i>	Magnoliophyta (Fagaceae), Van der H. & Wilmstra 1964
19. <i>Tricolpites americana</i>	Magnoliopsida; Potonié 1960
20. <i>Longapertites inornatus</i>	Arecaceae/Probably Palmae (Germeraad et al., 1968; Adegoke et al., 1978)
21. <i>Retistephanocolpites williamsi</i>	Ctenolophonaceae, broad-leaved evergreen tropical trees (Ütescher and Mosbruger, 2007)
22. <i>Clavainaperturites cf. clavatus</i>	Chlorantaceae, Van der Hammen et Wilmstra 1964
23. <i>Margocolporites rauvolffii</i>	Apocynaceae; Boudouresque; 1980
24. <i>Monosulcites sp.</i>	Arecaceae (Couper, 1953)
25. <i>Periretisyncolpites giganteus</i>	Magnoliopsida; Cronquist et coll. 1996
Gymnospermes	
26. <i>Ephedripites sp.</i>	Ephedraceae (Frederiksen, 1985)
27. <i>Inaperturopollenites sp.</i>	Cupressales, Pinidae; (Digbehi et al., 1996)
Lycopodiophytes	
28. <i>Camazonosporites ambigens</i>	Lycopodiaceae/Selaginellaceae; Volkheimer et al., 2007 (source of natural affinity interpretation uncited)
Alges	
29. <i>Pteropermopsis danica</i>	Champignons d'eau douce et saumâtre (Ola-Buraimo et al., 2012); Hygrophytic Wang et al. (2005)

4 RESULTATS

4.1 CARACTERISATION LITHOLOGIQUE

La colonne lithostratigraphique du puits P1 montre quatre lithofaciés dans le sens du forage. Mais nous nous intéressons seulement qu'à la première lithofaciés à savoir, U1 (Fig.2). Cette unité est constituée d'argile grise à noire, tendre, légèrement silteuse et glauconieuse à rares passées de grès friables à grains subarrondis, fins à moyens et parfois grossiers et translucides. Quelques nodules noirs de 1 à 2 cm, subarrondis dégagent une odeur de sulfure d'hydrogène. La pyrite et des moules de gastéropodes (tels que les genres

Turritella et *Pleurotomaria*) sont présents. L'unité est fortement imprégnée de bitume se présentant sous deux aspects (un aspect pâteux tendre à friable et un aspect consolidé ou solidifié).

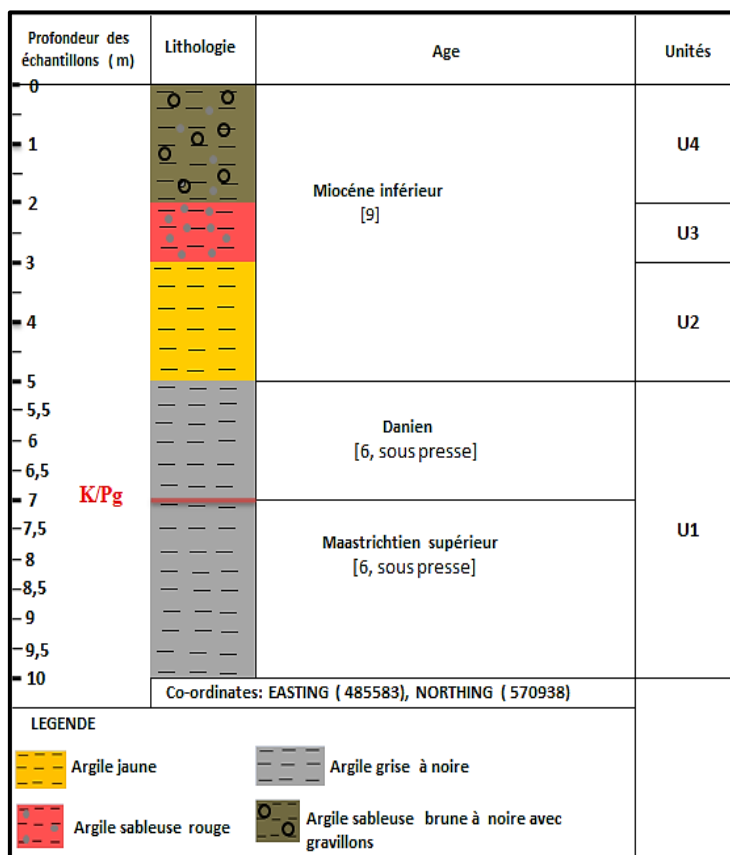


Fig. 2. Litho-stratigraphie du puits P1 [6,9 modifié]

4.2 CARACTERISATION PALYNOLOGIQUE

4.2.1 ANALYSE QUANTITATIVE

Les échantillons étudiés, ont révélé des palynomorphes assez bien conservés (annexe 1). Trente espèces de spores et de grains de pollen ont été enregistrées (Tableau.2). Au Maastrichtien supérieur, l'assemblage comprend des angiospermes (65,67 %), des pteridophytes (28,17 %), des gymnospermes (2,61 %), des Lycopodiophytes (1,68 %), des formes d'algues (1,31 %), ainsi que des formes indéterminées (0,56%) (Fig.3). Par contre au Danien nous enregistrons 57,5 % d'angiospermes, 31,25 % de pteridophytes, 5 % de gymnospermes, 3,75 % de formes d'algues, ainsi que 2,5% des formes indéterminées (Fig.4). Les groupes les plus importants sont: les Acéraceae (45 à 47,94 %), les Cyatheaceae (23,5 à 17,16 %) et les Palmae (10 à 10,45 %) (Fig.5 et 6).

Tableau 2. Répartition verticale des spores et grains de pollen répertoriés dans l'intervalle (6-10m) du puits P1 étudié

Age	Profondeur	1. <i>Laevigatosporites ovatus</i>	2. <i>Deltoidospora minor</i>	3. <i>Mauritiidites crassibaculatus</i>	4. <i>Inaperturopollenites</i> sp.	5. <i>Monocolpopollenites</i> sp.	6. <i>Longaperites marginatus</i>	7. <i>Retimonocolpites</i> sp.	8. <i>Proxaperites operculatus</i>	9. <i>Leiosporites ardensis</i>	10. <i>Cyathidites minor</i>	11. <i>Cicatricosisporites dorogensis</i>	12. <i>Longaperites vanenderburgi</i>	13. <i>Scabratisporites annulus</i>	14. <i>Proxaperites curvus</i>	15. <i>Longaperites proxapertitoïdes</i>	16. <i>Ziivisporis blanensis</i>	17. <i>Peritrisyncolpites giganteus</i>	18. <i>Foveotrilletes margaritea</i>	19. <i>Leiotrilletes adriensis</i>	20. <i>Spinizonocolpites baculatus</i>	21. <i>Tricolpites americana</i>	22. <i>Monosulcites</i> sp.	23. <i>Camazonosporites ambigenus</i>	24. <i>Longaperites inornatus</i>	25. <i>Retistephanocolpites williamsi</i>	26. <i>Clavinaaperturites cf. clavatus</i>	27. <i>Proteacidites dehaani</i>	28. <i>Psilatricolpites</i> sp.	29. <i>Ephedripites</i> sp.	30. <i>Margocolporites raувolfi</i>	31. <i>Pollen indéterminé 1</i>	32. <i>Spore indéterminée 1</i>	33. <i>Pteropernopsis danica</i>	Total		
Danien	5m-5,5m	3	3	1	1	1	1																													10	
	5,5m-6m	2	2	1	3	1	1	1																												1	12
	6m-6,5m		7			1	8		2	1	1	1	1	1																				1	1	2	27
	6,5m-7m		5	5			7									2	11		1																	31	
Maastrichtien supérieur	7m-7,5m	7		1	4	2	8					2				18	6	3	3	1	3	2						1	1						3	65	
	7,5m-8m		13	13		1	21	1	1		2				4	4	1		1						1	1			1	2				1		68	
	8m-8,5m	6	2	4	8		5				1				3	3	3	1		1			2					1								40	
	8,5m-9m	2	34	11			55	10	2		3				5	12	1		10				2	3				4	1	1		1	1	1	2	160	
	9m-9,5m	2		5			18	3		2		4			15		1	25					2	2		1										80	
9m-10m		32	20			41		2		2				7	6	5						1	3				2							2	130		

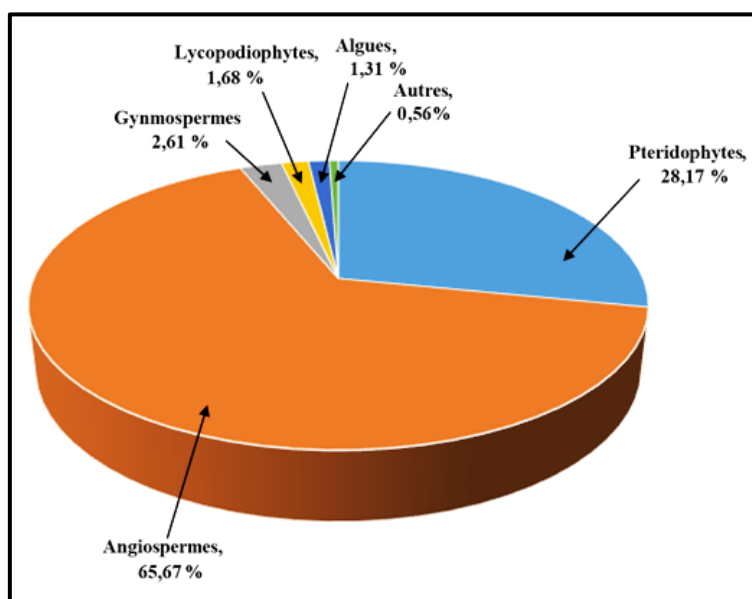


Fig. 3. Diagramme circulaire représentant les pourcentages des différents groupes taxonomiques identifiés au Maastrichtien supérieur

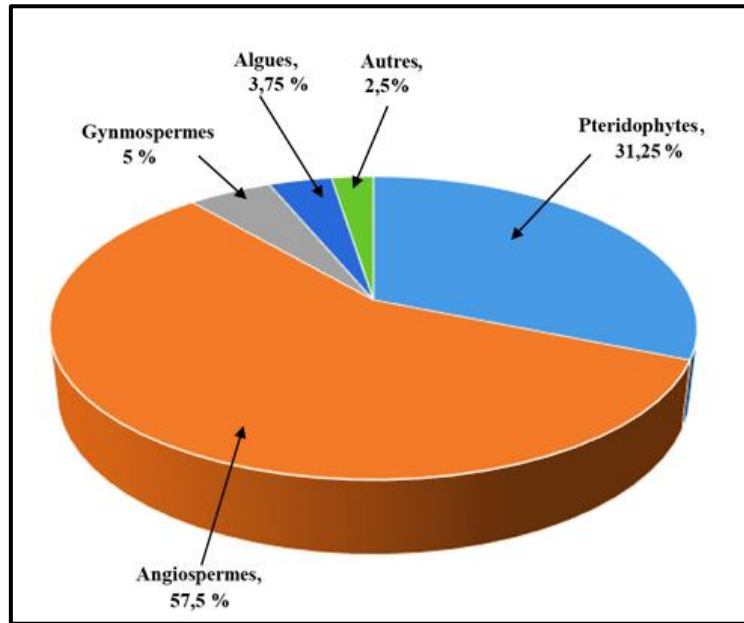


Fig. 4. Diagramme circulaire représentant les pourcentages des différents groupes taxonomiques identifiés au Danien

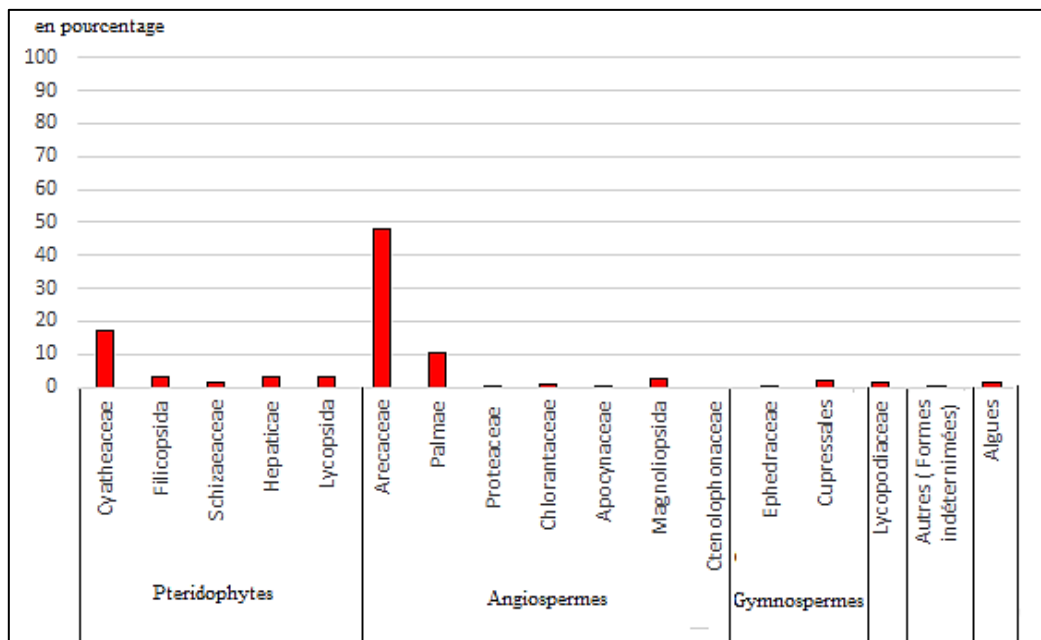


Fig. 5. Histogramme représentant les différentes affinités botaniques des palynomorphes identifiés au Maastrichtien supérieur

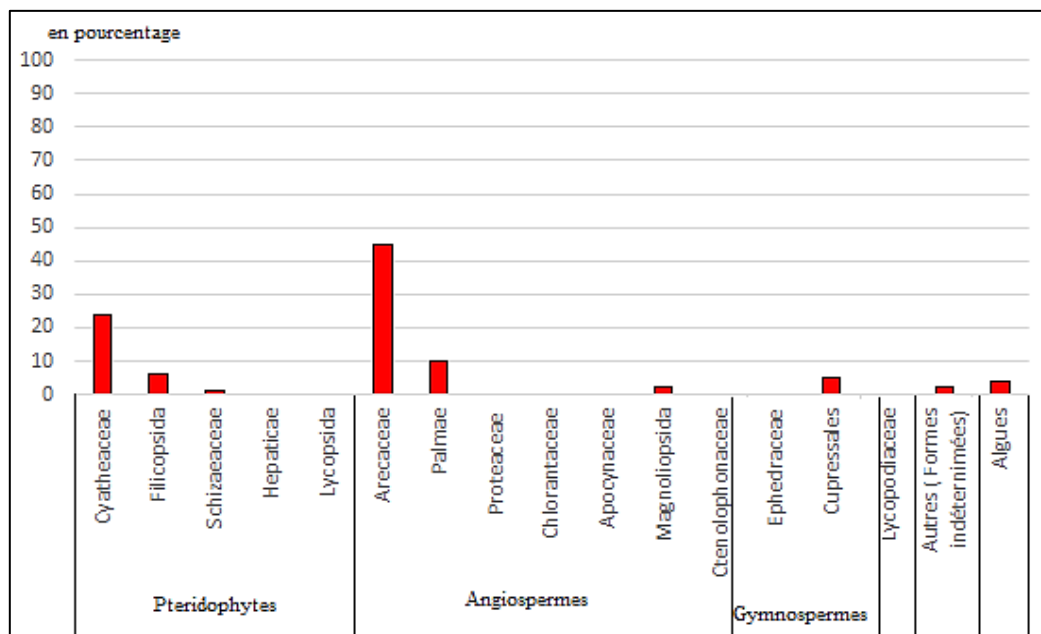


Fig. 6. Histogramme représentant les différentes affinités botaniques des palynomorphes identifiés au Danien

4.2.2 EVOLUTION DES TAXONS BOTANIQUES ET PALEOVEGETATION

4.2.2.1 MAASTRICHTIEN SUPERIEUR

L'analyse du matériel palynologique observée au Maastrichtien supérieur indique une diversité de taxons botaniques. Les angiospermes sont plus abondants, principalement les Arecaceae (*Longapertites marginatus*, *Mauritiidites crassibaculatus*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Longapertites proxapertitoïdes*). Ces taxons sont depuis longtemps considérés comme des éléments de l'environnement de mangrove. A ces pollens des angiospermes s'ajoutent ceux de la famille des ptéridophytes (Cyathacées) moins abondants (*Deltoidospora minor*, *Cyathidites minor*). Les Cyathacées sont des spores issues des champignons d'eau douce et fondamentalement hygrophiles et appartiennent au groupe de fougères. Elles suggèrent une aire marécageuse. Aussi, ces travaux ont montré la présence des grains de pollen de la famille Hepaticae (*Zlvisporites blanensis*) et de la famille Ctenolophonaceae (*Retistephanocolpites williamsi*), typiques du Crétacé supérieur. En effet, l'évolution des *Zlvisporites blanensis* qui sont les ancêtres des palmiers, est liée à l'évolution des écosystèmes marécageux. Quant à la présence de l'espèce *Retistephanocolpites williamsi* dans cet étage, il est attribué à la famille Ctenolophonaceae. IL occupe des sables alluviaux dans les forêts marécageuses. Dans la végétation récente, le Ctenolophonaceae représente les arbres vivants dans un environnement marécageux et le long des rivages. A noter aussi la présence d'*Ephedripites sp.*, qui serait colonisatrice des zones côtières sablonneuses. La forte abondance de *Longapertites marginatus*, et de *Spinizonocolpites baculatus*, aux côtés des co-occurrences des spores pteridophytes, des algues d'eau douce (*Pteropermopsis danica*) est probablement indicatif d'un environnement de mangrove à faible salinité. L'augmentation de proportion des *longapertites marginatus* est un signe annonciateur du passage Crétacé-Paléogène. Cette augmentation systématique des *longapertites marginatus* pourrait être due à des facteurs environnementaux favorables au cours du Maastrichtien. Cette condition favorable a conduit à l'essor de cette forme sans doute à la suite de l'incursion marine (transgression). En somme au Maastrichtien supérieur, la zone étudiée était couverte par une forêt dense de type mangrove.

4.2.2.2 PALEOCENE INFÉRIEUR (DANIEN)

Les rares représentants de la flore maastrichtienne au Danien sont issus des Lycopsida (*Foveotrilletes margaritae*), les Cythacées (*Deltoidospora minor*), les Arecacées (*Longapertites marginatus* et *Mauritiidites crassibaculatus*). En effet le grand ensemble de taxons botaniques cité plus haut, est révélateur d'un environnement de mangrove comme signalé au Maastrichtien supérieur. La présence des espèces *Pteropermopsis danica*, indique un environnement d'eau saumâtre. Globalement, l'assemblage pollinique identifiable du Danien reflète un environnement de mangrove assorti d'une forêt humide en partie marécageuse, se situant dans un milieu côtier.

4.2.3 EVOLUTION DES PALEOCLIMATS

La très forte abondance des grains de pollen de la famille des Acéracées en occurrences (*Longapertites marginatus*, *Longapertites proxapertitoïdes*, *Longapertites vanenderburgi*, *Longapertites inornatus*) suggère, la prévalence de conditions climatiques tropicale et humide dans l'environnement de dépôt des sédiments analysés. Cette hypothèse est confirmée par l'abondance des grains de pollen (*Mauritiidites crassibaculatus*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Proxapertites cursus* et *Proxapertites operculatus*) qui sont indicateurs de climats chaud et humide. Les spores de ptéridophytes (*Deltoidospora minor*, *Cyathidites minor* et *Foveotriletes margaritae*) en quantité importante, indiquent également une microflore tropicale, tandis que la bonne représentation des champignons (*Pteropermopsis danica*) suggère des conditions chaude et humide avec une grande précipitation. Ses conditions tropicales sont attestées par la présence des taxons *Zlvisporis blanensis* et *Retistephanocolpites williamsi* au Maastrichtien. Un climat chaud et sec est indiqué par le développement du grain de pollen *Ephedripites sp* dans le Maastrichtien. Ce résultat montre bien une période tropicale et humide qui alterne avec une période sèche au maastrichtien supérieur. La présence de quelques représentants de la microflore maastrichtienne au Danien (*Foveotriletes margarita*, *Deltoidospora minor*, *Longapertites marginatus*, *Mauritiidites crassibaculatus*,) indiquerait un climat tropical et humide. Mais la disparition complète des Protéacées (*Proteacidites*), et des Ephédracées, suggère plutôt un climat froid à la limite Crétacé-Tertiaire.

5 DISCUSSION

5.1 PALEOVEGETATION

L'abondance relative des grains de pollen d'Angiospermes, qui sont les ancêtres des palmiers a été déjà signalée par plusieurs auteurs dans leurs travaux [10; 11; 12]. Il s'agit de *Longapertites marginatus*, *Echitriporites trianguliformis*, *Zlvisporites blanensis*, *Scabratiporites simpliformis*, et *Mauritiidites lehmani*. Ces espèces sont considérées comme issues de végétation de mangrove [13; 14, 15; 16; 17; 18, 19, 20; 21, 22]. En effet, l'augmentation des populations de *Longapertites marginatus* au Maastrichtien supérieur, a été définie comme un signe annonciateur du passage du Crétacé au Paléogène [23, 24]. Cette augmentation serait dû aux conditions favorable de l'environnement à la suite de transgression marine [24]. L'ensemble des Protéacées (*Proteacidites dehaani*, *Scabratiporites annulus*) observé dans le Maastrichtien supérieur, selon [18] évoquerait une forêt de plaine côtière ou un environnement alluvial [25]. Le genre *Nypa* représenté par une espèce existante (*Spinizonocolpites baculatus*), au Maastrichtien supérieur est un palmier des mangroves [25]. (20) en outre suggère que les grains de pollen du genre *Nypa* peuvent être transportés sur de longues distances vers la mer à partir de la mangrove. En outre, les espèces (*Verrucatosporites usmensis*, *Laevigatosporites ovatus*, *Polypodiaceosporites simplex*, *Pachydermites diédexii*, *leiotriletes adriensis*, *Deltoidospora minor*, *Cyathidites minor*) décrites ici sont typiques d'une aire marécageuse [27, 25; 18; 28, 29, 30; 31; 32, 33; 34]. Dans la végétation actuelle, l'espèce *Retistephanocolpites williamsi*, (Ctenolophonaceae) représente les arbres de forêts marécageuses et le long des rives [35; 36, 15; 11; 28]. Tout ceci est corroboré par la présence dans nos travaux de champignons d'eaux douce et saumâtre (*Pteropermopsis danica*) selon [37].

5.2 PALEOCLIMAT

La majorité des familles représentées dans les sédiments analysés (Lycopsida, Cythéacées, Arecacées, Polypodiaceae, Ctenolophonaceae) suggère un climat tropical et humide du Maastrichtien supérieur. Cela est soutenu par de nombreux auteurs tels que [12; 20; 27; 28; 38; 14, 15; 16; 17; 39, 40; 41, 29, 42, 26, 43; 44; 45, 46, 47; 33; 34]. Ces conditions climatiques tropicales sont attestées par la présence de *Zlvisporis blanensis* [20] et *Retistephanocolpites williamsi* [29] qui prévalait au cours du Maastrichtien supérieur et Danien.

6 CONCLUSION

L'examen palynologique des argiles grises de la région d'Ebionda a permis de relever un assemblage de miospores généralement riches et diversifiés. La palynoflore observée comprend *Longapertites marginatus*, *Mauritiidites crassibaculatus*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Longapertites proxapertitoids*, *Deltoidospora minor*, *Cyathidites minor*, *Zlvisporites blanensis*, *Retistephanocolpites williamsi*, *Spinizonocolpites baculatus*. La richesse en espèces suggère une paléovégétation de mangrove au Maastrichtien supérieur et au Danien. Au Maastrichtien supérieur, le développement de la famille des Acéracées et de l'espèce *Ephedripites sp* indique des conditions climatiques tropicales et humides, qui alternent avec un climat chaud et sec. Par contre au Danien, le paléoclimat est tropical et humide. La disparition des Protéacées et Ephédracées à la limite Crétacé-Paléogène, suggère une période de froid.

REMERCIEMENTS

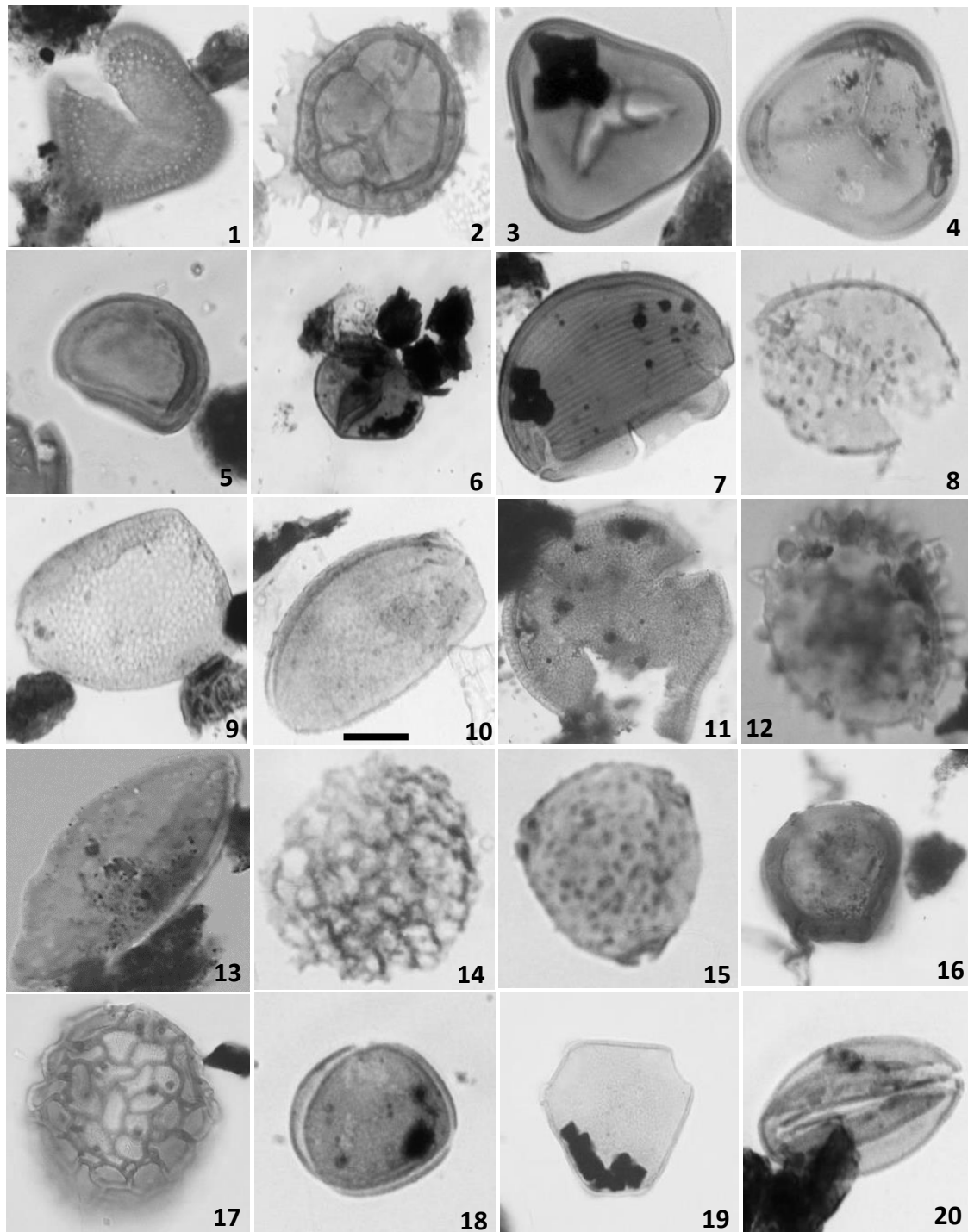
Les auteurs souhaiteraient adresser leur infinie reconnaissance aux responsables de la Direction de la SODEMI (Société pour le Développement Minier de la Côte d'Ivoire) qui nous ont autorisés à prendre une part active aux différentes missions de forages, nous permettant ainsi de réaliser les prélèvements d'échantillons utilisés dans ce travail. Aussi les auteurs aimeraient remercier les responsables du Centre d'Analyse et de Recherche (C.A.R) de la PETROCI pour la confection des lames palynologiques. Enfin nos remerciements vont à l'endroit des responsables du laboratoire des Géosciences marines de l'UFR STRM (Université Felix Houphouët Boigny) qui nous ont offert un cadre propice pour la réalisation de nos travaux de recherches.

REFERENCES

- [1] Morley, R.J., (1995). Biostratigraphic characterization of systems tracts in Tertiary sedimentary basins. Indonesian Petroleum Association, Proceedings of the International Symposium on sequence stratigraphy in SE Asia, p. 49-71.
- [2] Ola-Buraimo, A.O., and Akaegbobi, I.M., (2013a): Palynology, an important tool in evaluating sea level changes, paleoenvironment and paleoclimatic conditions in geologic time. *International Journal of Engineering Research and Technology*, vol. 2, issue 3, p. 1-29.
- [3] Ayinla, H.A., Ola-Buraimo A.O., Adeigbe, O.C., Bankole, S.A., and Adebowale, M., (2013): Biostratigraphy and high resolution paleoenvironmental reconstruction of part of Kemar-1 well, Bornu Basin, northeastern Nigeria. *Journal of Research in Environmental Science and Toxicology*, vol. 2(3), p. 53-63.
- [4] Adeigbe O.C., Ola-Buraimo A.O., and Moronhunkola, A.O., (2013): Palynological characterization of the Tertiary offshore Emi-1 well, Dahomey Basin, southwestern Nigeria. *International Journal of Scientific and Technology Research*, vol.2, issue 1, p. 58-70.
- [5] Assalé FYP. Sedimentological, palynological, geochemical and palaeoenvironmental characterization of formations in the eastern onshore basin of Côte d'Ivoire. PhD thesis from Félix Houphouët Boigny University, Abidjan, Ivory Coast. 2013;361.
- [6] TOE-BI. K.K.K., GUEDE K.E., BEHI Z.D., BIE G.R., DIGBEHI Z.B. (accepté, sous presse). Investigation palynologique de la transition Crétacé/Paléogène (K/Pg) dans une séquence d'argiles grises de la région d'Eboinda (Sud-Est de la Côte d'Ivoire).
- [7] POTONIÉ. R, Synopsys der Gattungen der Spores dispersae. VII Teil. *Fortschr. Geol. Westf.* 25 (1975) 23-151 p.
- [8] M. SALARD-CHEBOLDAEFF, Paléontologie du bassin sédimentaire littoral du Cameroun dans ses rapports avec la stratigraphie et la paléoécologie. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, Paris .
- [9] TOE-BI K.K.K., Djeya K.L., Zoh D. A. B., N'goran J.P, Koré E.G. and Digbehi Z. B.(2021). Reconstruction of Paleocology of Early Miocene Subsurface Deposits from Microflora in the Eboinda Area (South-Eastern Côte d'Ivoire, West Africa). *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*. 25(5): 57-66.
- [10] SCHRANK E. (1987). Palaeozoic and Mesozoic palynomorphs from northeast Africa (Egypt and Sudan) with special reference to Late Cretaceous pollen and dinoflagellates. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, 75(1), 249-310.
- [11] EL BEIALY, S.Y. (1995). Campanian Maastrichtian palynomorphs from the Duwi (phosphate) formation of the Hamrawein and Umm El Hueitat Mines, Red Sea COAST, Egypt. *Review of Paleobotany and Palynology* 85, 303-317.
- [12] MAHMOUD M. S. & SCHRANK E. (2007). Late Cretaceous spores, pollen and dinoflagellates from two boreholes (Nuqra-1 and 3) in the Aswan area, Southeast Egypt. *Revue de Paléobiologie*, vol.26, no 2, pp. 593-613.
- [13] HERNGREEN, G.F.W. (1998). Cretaceous sporomorph provinces and events in the equatorial region. *Zentralblatt für Geologie und Paläontologie* 1996 (11/12), 1313-32.
- [14] SCHRANK E. (1987). Palaeozoic and Mesozoic palynomorphs from northeast Africa (Egypt and Sudan) with special reference to Late Cretaceous pollen and dinoflagellates. *Berliner Geowissenschaftliche Abhandlungen (A)*, 75(1), 249-310.
- [15] SCHRANK E. (1994). Palynology of the Yeseomma Formation in northern Somalia: A study of pollen, spores and associated phytoplankton from the Late Cretaceous Palmae Province. *Revue Palaeontographica*, no231, pp. 63-112.
- [16] DIGBEHI Z.B., YAO K. R., TEA Y. J., BOBLAI G. (1996). Contribution à l'étude palynologique et paléoenvironnementale du Campanien et du Maastrichtien du bassin offshore de Côte d'Ivoire. *Géologie Méditerranéenne*, vol.23, n°2, pp. 155-171.
- [17] DIGBEHI Z. B., DOUKOURÉ M., TÉA Y. J., YAO K. R., YAO N. J-P., KANGAH K. D. & TAHI I. (2011). Palynostratigraphy and palaeoenvironmental characterization and evidence of Oligocene in the terrestrial sedimentary basin, Bingerville area, Southern Côte d'Ivoire, Northern Gulf of Guinea. *African Journal of Environmental Science and Technology* Vol. 5(10). pp. 28-42.
- [18] GERMERAAD J. H., HOPPING C. A., MULLER J. (1968). Palynology of Tertiary sediment from tropical areas. *Rev. Palaeobot. Palynol.* vol. 6, pp. 189-348.
- [19] VAN DER KAARS. S, DAN. P., JOHN. T., JENNIE. F., RIEN. A. C. D., PAPAY. S. (2001). Late Quaternary palaeoecology, palynology and palaeolimnology of a tropical lowland swamp: Rwa Danau, West-Java, Indonesia. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Elsevier, 171, pp 185-212.
- [20] ALI. E. et ECKART. S. (2008). Upper Cretaceous to Neogene palynology of the Melut basin, southeast Sudan, *Rev AAS Foundation palynology*, vol 32 pp.1001-129.
- [21] SAMSON I. BANKOLE, ECKART SCHRANK AND BERND-D. ERDTMANN. (2007). Palynology of the Paleogene Oshosun Formation in the Dahomey Basin, southwestern Nigeria. *Revista Española de Micropaleontología*, 39 (1-2), pp. 29-44.

- [22] SALAMI, M. B. (1990). Palynomorph taxa from the "Lower Coal Measures" deposits (Campanian-Maastrichtian) of Anambra Trough, southeastern Nigeria. *Journal of African Earth Sciences* 11, 135-150.
- [23] JARDINE S. & MAGLOIRE L. (1965). Palynologie et stratigraphie du crétacé des bassins du Sénégal et de Côte d'Ivoire. *Mém. Bur. Rech. Geol. et Min.*, vol.32, pp. 187-245.
- [24] OGALA. J. E, OLA-BURAIMO. A. O, AKAEGBOBI. I.M. (2009). Palynology and palaeoenvironment study of the middle-upper maastrichtien manu coal facies in Anambra basin, Nigeria, *world applied sciences journal*, vol(7), no 12. Pp 1566-1575.
- [25] RULL V. (1999). Sequence analysis of Western Venezuelan Cretaceous to Eocene sediments using palynology. *Chrono-palaeoenvironmental and palaeovegetational approaches Reply.Palynology*, no 23, pp. 35-36.
- [26] MORLEY, R.J. (2000). *Origin and evolution of tropical rain forest*. Chichester, John Wiley and Sons, 362 pp. .
- [27] SALARD – CHEBOLDAEFF M. (1977). Paléontologie du bassin sédimentaire littoral du Cameroun dans ses rapports avec la stratigraphie et la paléocologie. Thèse de Doctorat d'Etat, Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, 262p.
- [28] ATTA D-PETERS & SALAMI M.B. (2004). Late Cretaceous to Early Tertiary pollen grains from offshore Tano basin, Southwestern Ghana. *Revista Española de Micropaleontología*, vol.36, n°3, pp. 451-465.
- [29] MBESSE C.O. (2014). La limite Paléocène–Éocène dans le Bassin de Douala (Cameroun). *Biostratigraphie et essai de reconstitution des paléoenvironnements*, Univ. Yaounde, 221p.
- [30] BERNARD. C. (2000). La matière organique sédimentaire en environnement de dépôt marginal. Exemple de la plaine deltaïque hypersaline du Ladinien de la bordure est du Massif central. *Géologie de la France*, n° 1, 2000, pp. 35-45.
- [31] DUPONT. L.M. AND AGWU. C.O.C. (1991). Environmental Control of Pollen Grain Distribution Patterns in the Gulf of Guinea and Offshore NW-Africa. *Geologische Rundschau*, 80, 567-589.
- [32] TOSSOU, M.G. (2002). Recherche palynologique sur lavégétation holocène du sud-Bénin (Afrique del'Ouest). Ph.D. Thesis, Proefschrift Universite de Lome, 136.
- [33] PETER S.O, BAMISILE. K. ADEWALE. (2014). Palynostratigraphy and Paleoclimate of the Sequences Penetrated by Meren 31 Side Tract-2 Well, Offshore Niger Delta. *International Journal of Geosciences*, 5, 1206-1218.
- [34] VERA. C.A, AHMAD. H.H, WINANTRIS. (2013). Pliocene pollen and spores from Sajau Coal, Berau Basin, Northeast Kalimantan, Indonesia: Environmental and Climatic Implications. *International Journal of Science and Research*, pp 2319-7064.
- [35] THANIKAIMONI. G, CARATINE. C, VENKATACHALA. B. S, RAMANUJAM. C. G.K , AND KAR. R. K,(EDS). (1984). Selected tertiary angiosperm pollen from India and their relationship with African Tertiary pollen. *Institute FRancais de Pondichery, Travaux de la Section Scientifique et Technique*, 19, 1-93.
- [36] SCHRANK, E. (1990). Palynology of classic Cretaceous sediments between Dongola and Wadi Muqaddam, Northern Sudan. *Berliner Geowis-senschaftliche Abhandlungen A* 120(1), 149-168.
- [37] OLA-BURAIMO. A. O, OLUWAJANA. O. A, OLANIYAN. A, OMOBORIOWO. A. O.(2012). Palynological investigation of a type section of early Maastrichtien Arimogija-Okeluse Shale sequence, Dahomey (Benin) embayment, Southwestern Nigeria.int.j sci. emerging tech. vol-3 no 1, pp37-45.
- [38] HERNGREEN, G.F.W. (1998). Cretaceous sporomorph provinces and events in the equatorial region. *Zentralblatt fur Geologie und Palaontologie* 1996 (11/12), 1313-32.
- [39] WILKINSON. G. C. ET BOULTER. M. C. (1980). Oligocene pollen and spores from the western part of the British Isles. *Palaeontographica Abteilung B*, 175: 27-83.
- [40] SRIVASTAVA, S.K. & BINDA, P.L. (1991). Depositional History of the Early Eocene Shumaysi formation, Saudi Arabia. *Palynology*, 15: 47-61.
- [41] FREDERIKSEN, N.O. (1994). Middle and Late Paleocene Angiosperm Pollen from Pakistan. *Palynology*, 18 :91-137.
- [42] AKKIRAZ, M., and AKGÜN, F. (2005). Palynology and age of the Early Oligocene units in Çardak-Tokça Basin, southwest Anatolia: Palaeoecological implications. *Geobios*, 38: 283–299.
- [43] VAN KONIJNENBURG VAN CITTERT, J.H.A. (2002). Ecology of some Late Triassic to Early Cretaceous ferns in Eurasia. *Review of Palaeobotany and Palynology*, v. 119, pp. 113-124.
- [44] SULEMAN.K. (2012). *Biostratigraphy and Microfacies of the Cretaceous Sediments in the Indus Basin, Pakistan*. The University of Edinburgh. 337pp.
- [45] PARRISH, J.T., ZIEGLER, A.M., SCOTese, C.R. (1982). Rainfall patterns and the distribution of coals and evaporites in the Mesozoic and Cenozoic. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 40, 67-101.
- [46] ROCHON. A, EYNAUD. F, DE VERNAL. A. (2008). Dinocysts as tracers of hydrographical conditions and productivity along the ocean margins: Introduction. *Marine Micropaleontol.*, 68: 1–5.
- [47] TRYON, A. F. AND LUGARDON. B. (1991). *Spores of Pteridophyta: surface, wall structure and diversity based on electron microscope studies*, Springer – Verlag, New York, 648 p.
- [48] PETR. S ET OMAR. M. (2008). Campanian to Maastrichtien palynofacies and dinoflagellate cyst to the Silesian unit, outer western carpathians, Czech Republic. *Bulletin of geosciences* 83(2), 207-224.
- [49] GEDL P. (2007). Dinocysts from Up per Cretaceous deep-water marinevariegated facies (Malinowa Shale Formation), Pieniny Klippen Belt, Po land: example from the Potok Trawne creek. *Studia Geologica Polonica*, 127: 139–152.

ANNEXE



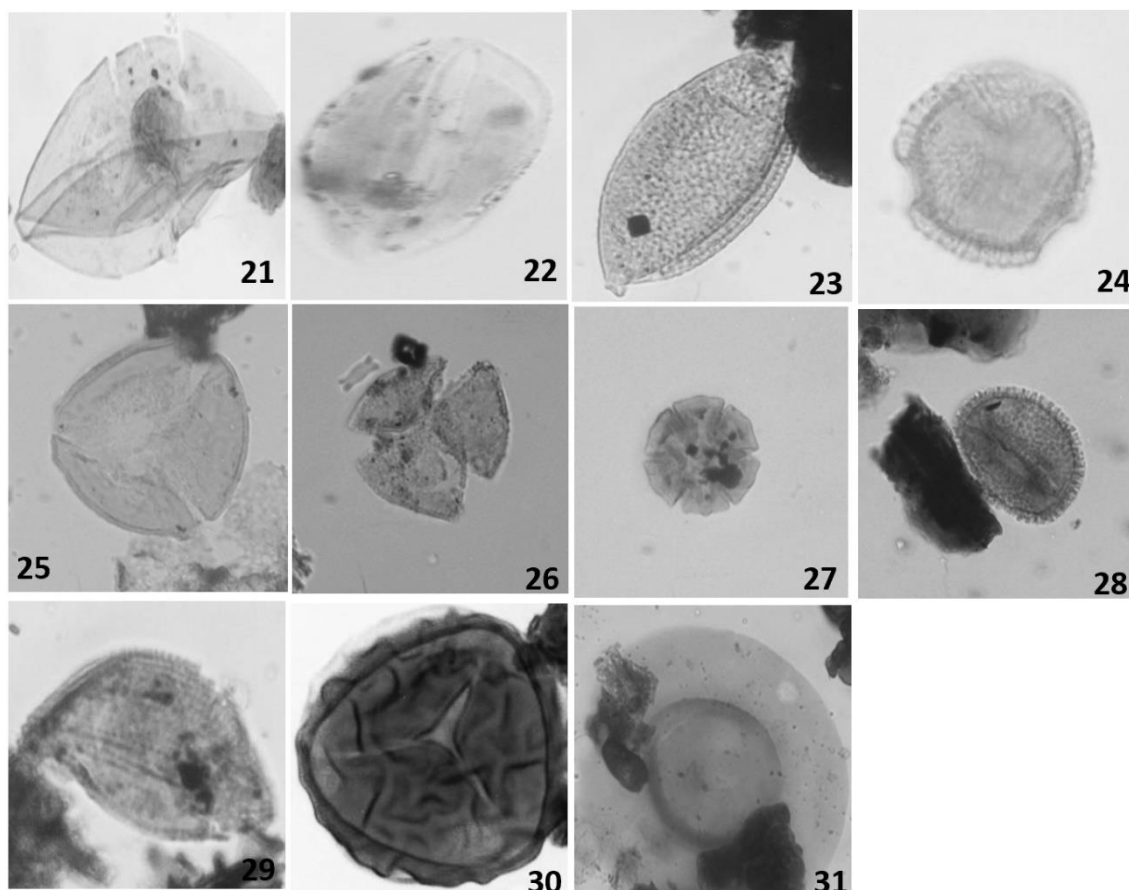


Planche 1: Prises photographiques en lumière transmise

La barre d'échelle sur la figure 10 représente 20µm et s'applique à tous les spécimens

A- PTÉRIDOPHYTES

- 1-*Foveotrilites margaritae* (Van der Hammen 1954) Germeraad & Muller, 1968 (M23; 8-9 m; P1)
- 2-*Zlvisporis blanensis*, Pacltova 1961. (C22/2; 8-9 m; P1)
- 3-*Deltoidospora minor* (Couper, 1953) Pocock, 1970 (C22/2; 7-8 m; P1)
- 4-*Cyathidites minor*, ((Cooper 1953) Popock, 1970 (U36/2; 8-9 m; P1)
- 5-*Laevigatosporites ovatus*, Wilson & Webster, 1946 (V18/4; 6-7 m; P1)
- 6-*Leiotrilites adriennis*, (Krutzschn, 1959) (U13/4; 8-9 m; P1)
- 7-*cicatricosporites dorogenis* (D27; 7-8 m; P1)

B- ANGIOSPERMES

- 8-*Mauritiidites crassibaculatus*, Van Hoeken-Klinkenberg, 1964 (V45/2; 6-7 m; P1)
- 9-*Proxapertites operculatus* (Van Der Hammen, 1954) Germeraad & Muller, 1968 (C42; 8-9 m; P1)
- 10-*Longapertites marginatus*, Van Hoeken-Klinkenberg, 1964 (R36/3; 7-8 m; P1)
- 11-*Margocolporites rauwolfii*, Salard, 1978 (W33/2; 5-6 m; P13)
- 12-*Spinizonolpites baculatus*, Muller, 1968 (H33/2; 8-9 m; P11)
- 13-*Longapertites vanenderburgi*, Germeraad, Hopping and Muller, 1968. (X39; 6-7 m; P1)
- 14-*Periretisyncolpites giganteus* Kieser & Jan Du Chêne, 1979 (J12/4; 5-6 m; P1)
- 15-*Scabratiporites annulus*, (Van Hoeken-Klinkenberg, 1964) (E46/4; 7-8 m; P1)
- 16-*Pachydermites diderixii*, Germeraad & Muller, 1968 (O37/4; 6-7 m; P1)
- 17-*Proxapertites emendus*
- 18-*Proxapertites curcus* Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 (P40; 9-10 m; P1)
- 19-*Proteacidites dehaani*, Germeraad et al. 1968. (H31/2; 8-9 m; P1)
- 20-*Monocolpites marginatus* Van Der Hammen, 1954 (Q37/3; 7-8 m; P1)
- 21-*Monocolpopollenites* sp (J15/4; 6-7 m; P1)
- 22-*Monosulcites* sp (D20/4; 5-6 m; P1)

23-*Longapertites proxapertitoides*, Jan du Chêne & Adegoke in Adegoke et al. 1978 (X37; 6-7 m; P1)

24-*Retitriporites* sp., (D20/4; 6-7 m; P1)

25- *Psilatricolpites* sp.,

26-*Tricolpites americana*

27-*Retistephanocolpites williamsi*

28-*Retimonocolpites* sp.,

C- GYMNOSPERMES

29-*Ephedripites* sp., (S47/3; 8-9 m; P1)

D- LYCOPODIOPHYTES

30- *Camarozonosporites ambigens* Playford, 1971 (B42/3; 7-8 m; P1)

E- ALGUES

31-*Pteropermopsis danica*