



Université de Yaounde I

Université de Liège



**Ulg - Faculté des Sciences  
Unité de Paléobiogéologie, Paléobotanique, Paléopalynologie**

**La limite Paléocène-Eocène dans le Bassin de Douala  
Biostratigraphie et essai de reconstitution des paléoenvironnements**

par:

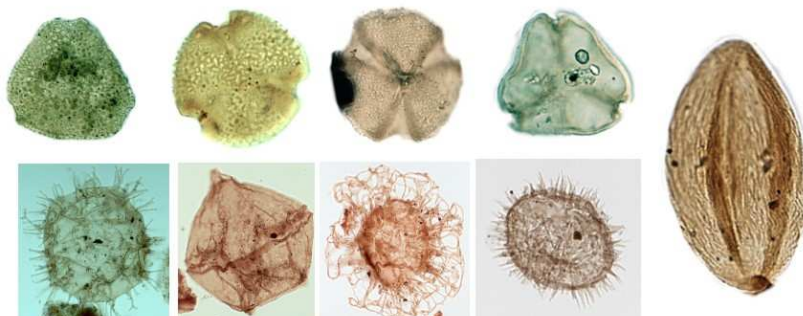
**Cécile Olive MBESSE**

Thèse réalisée en co-tutelle pour l'obtention du grade de:  
Docteur en Sciences de l'Université de Liège  
Docteur PhD de l'Université de Yaoundé I  
Spécialité: Palynostratigraphie du Tertiaire inférieur

**Promoteurs:** Mr. Philippe GERRIENNE, Université de Liège  
Mr. Simon NGOS III, Université de Yaounde I

**Encadreurs:** Mr. Emile ROCHE, Université de Liège  
Mr. Emmanuel NDJENG, Université de Yaounde I

**Jury :** Mme E. JAVAUX, Université de Liège, Présidente  
Mr E. ROCHE, Université de Liège, Secrétaire  
Mr. P. GERRIENNE, Université de Liège, co-promoteur  
Mr. S. NGOS III, Université de Yaoundé I, co-promoteur  
Mme A. IAKOVLEVA, Institut de Géologie, Moscou (Russie), membre  
Mme F. QUESNEL, BRGM Orléans (France), membre  
Mr. C. DUPUIS, Université de Mons, membre



**Année académique 2013 - 2014**



## DEDICACE

*Je dédie ces nombreuses années de sacrifice et de dur  
labeur à ma famille qui m'a soutenue tout au long  
de ce travail*

## REMERCIEMENTS

Je voudrais remercier ici le laboratoire de Paléobiogéologie (**Professeur Emmanuelle Javaux**) - Paléobotanique (Maître de recherches du F.R.S.-FNRS, Dr. **Philippe Gerrienne**) - Paléopalynologie (Maître de recherches du F.R.S.-FNRS, Dr. **Philippe Steemans**) de l'Université de Liège qui m'ont acceptée au sein de leur structure. J'ai reçu l'encadrement nécessaire à ma formation et je leur exprime ma profonde gratitude.

Ce travail a été rendu possible grâce à la collaboration de la Société Nationale des Hydrocarbures du Cameroun qui a mis à ma disposition le matériel de travail étudié et je lui adresse tous mes sincères remerciements.

Cette thèse s'inscrit dans le programme des bourses de formations de doctorat mixte, bourses financées par la **CUD** (Commission Universitaire pour le Développement). Je suis très reconnaissante au gouvernement belge de m'avoir accordé cette bourse sans laquelle ce travail aura été impossible.

Mes sincères remerciements vont particulièrement au Pr. **Emile Roche** qui n'a ménagé aucun effort pour faire aboutir ce travail. Je tiens à lui témoigner ma très grande reconnaissance.

Je remercie le Dr. **Philippe Gerrienne** promoteur de cette thèse pour sa prompte réaction à résoudre tous mes problèmes administratifs pendant ma formation. Je n'oublie pas son apport scientifique à la réalisation de ce travail.

J'exprime ma reconnaissance aux personnes qui sont intervenues à divers titres dans l'élaboration du travail : Mme **Giraldo** pour son initiation aux techniques de traitements palynologiques ; Pr. **Streel**, Dr. **Anceau** de l'Université de Liège, Pr **Louywe** et Pr. **De Coninck** de l'Université de Gent et Dr. **Owona** de l'Université de Douala pour leur aide à la recherche bibliographique des dinokystes ; Dr. **Prestianni** pour l'initiation à la prise des photos par le programme incorporé à l'ordinateur DeltaPixCamera ; Dr. **Iakovleva** et Pr. **De Coninck**, pour la vérification des déterminations des dinokystes.

Je remercie mon promoteur local Pr. **Ngos III** pour son suivi académique ainsi que le Pr. **Ndjeng**, superviseur local de ce travail.

Mes remerciements vont aussi au Professeur **Paul Bilong**, Doyen de la Faculté des Sciences de l'Université de Yaoundé I pour ses encouragements. Je ne saurais oublier tout le personnel enseignant de l'Université de Yaoundé I qui m'a suivie depuis la première année : je pense particulièrement aux Professeurs. **Ekodeck**, **Ndjigui**, **Mvondo Ondo**, et **Bitom**, puis au Dr. **Tchouankoué**, pour ne citer que ceux-là.

Je remercie mes collègues de l'Université de Douala qui ont assuré la permanence dans mes unités d'enseignement, mes jurys, mes surveillances aux

examens et corrections pendant mes séjours en Belgique : il s'agit du Dr. **Mvondo**, du Dr. **Bayiga** et du Dr. **Nkoue**.

Je remercie aussi tout le staff administratif de l'Université de Douala en commençant par mon chef de Département, Pr. **Ntamak**, mon Doyen Pr. **Mukengue Imano** et enfin mon Recteur Pr. **Oyono** pour leurs avis favorables à mes sollicitations de permissions d'absence afin que je finalise ma thèse à l'Université de Liège.

Mon très cher époux Dr. **Bessong Moïse** qui n'a cessé de m'encourager à faire la thèse pendant que je cherchais plutôt du travail, merci pour ton soutien scientifique, financier et moral.

Toute ma reconnaissance va à mes trois fils **Menye A Bessong Salomon Teddy Vanel**, **Bessong Moïse** et **Dang A Bessong Nathan** qui ne se sont pas lassés de m'attendre. Je sais que cela a été dur pour vous, et je vous remercie de tout cœur pour votre amour.

Le soutien de tous les miens mérite un grand merci. Je pense à Mme **Melingui Babare**, Mme **Ndzomo Caliste**, Maître **Menye Emmanuel Dieudonné**, Mr. **Essimi Oscar**, Mr. **Olangana François**, Mme **Andela Martine**, Mme **Menye Justine**, Mme **Mballa Cathérine** et Mme **Abena Odette Denise**.

Je n'oublie pas de remercier tous ceux qui de près ou de loin et d'une manière ou d'une autre ont contribué à la réalisation de ce travail.

# TABLE DES MATIÈRES

## PREMIERE PARTIE : GÉNÉRALITÉS

### CHAPITRE 1 - INTRODUCTION GENERALE

1.1. INTRODUCTION	2
1.2. BASSIN DE DOUALA	2
1.2.1. Cadre géographique	2
1.2.2. Contexte géologique	3
1.2.2.1. Histoire du bassin	3
1.2.2.2. La limite Paléocène-Eocène	6
1.2.2.3. Séries, Etages et Formations géologiques	7
1.2.2.3.a. Séries et Etages	7
1.2.2.3.b. Formations géologiques	11
1.2.3. Esquisse paléogéographique	14
1.3. CONTEXTE GÉNÉRAL ET OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	15

### CHAPITRE 2 – MÉTHODOLOGIE

2.1. PROVENANCE DU MATÉRIEL	19
2.2. DESCRIPTION DES SÉQUENCES	19
2.2.1. Moulongo	19
2.2.2. Pungo	21
2.2.3. Nord Matanda	22
2.2.4. Mamiwater	22
2.2.5. Yatou	24
2.2.6. Ngata	24
2.3. MÉTHODES D'ANALYSES	25
2.3.1. Traitement des échantillons	25
2.3.1.1. Traitement mécanique	25
2.3.1.2. Traitement chimique	25
2.3.2. Montage des lames	28
2.4. PRÉSENTATION DES RÉSULTATS	28
2.4.1. Observation et comptage	28
2.4.2. Identifications	29
2.4.3. Tableaux statistiques	30

## **DEUXIEME PARTIE : RESULTATS**

### **CHAPITRE 3 – INVENTAIRE DES PALYNOMORPHES**

3.1. TABLEAUX D'INVENTAIRES	33
3.1.1. Inventaire des dinoflagellés	33
3.1.2. Inventaire des spores et pollens	37

### **CHAPITRE 4 – CLASSIFICATION DES PALYNOMORPHES DE LA FORMATION DE NKAPA**

4.1. CLASSIFICATION DES DINOFLAGELLÉS	43
4.2. CLASSIFICATION DES SPORES ET POLLENS	57

## **TROISIÈME PARTIE : INTERPRÉTATION ET DISCUSSION**

### **CHAPITRE 5- ETUDE DES DINOFLAGELLÉS**

5.1. BIOZONATIONS	94
5.1.1. Moulongo	94
5.1.2. Mamiwater	98
5.1.3. Nord Matanda	101
5.2. CORRÉLATIONS DES BIOZONES DES DINOFLAGELLÉS	104
5.3. INTERPRÉTATION ET DISCUSSION	108
5.3.1. Biostratigraphie	108
5.3.2. Paléoenvironnements	112
5.3.3. Comparaison avec les bassins nordiques	117

### **CHAPITRE 6 – ETUDE DES SPORES ET POLLENS**

6.1. LES DOMAINES FLORISTIQUES DU PALEOCENE ET DE L'EOCENE INFERIEUR	129
6.2. BIOZONATIONS	130
6.2.1. Moulongo	131
6.2.2. Mamiwater	134
6.2.3. Nord Matanda	138
6.2.4. Ngata	141
6.3. INTERPRETATION ET DISCUSSION	144
6.3.1. Biostratigraphie	144
6.3.1.1. Taxons à caractère paléocène	144

6.3.1.2. Taxons à caractère éocène	147
6.3.1.3. Tendances des ubiquistes	149
6.3.1. 4. Discussion	150
6.3.2. Paléoenvironnements	154
6.3.2.1. Les formations particulières	155
6.3.2.2. Les ubiquistes	157
6.3.2.3. Discussion	158

## **QUATRIEME PARTIE : CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

### **CHAPITRE 7 - CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

7.1. CONCLUSIONS	161
7.2. PERSPECTIVES	163

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	164
-----------------------------	-----

### **ANNEXES**

Liste des figures	176
Liste des tableaux	177
Planches	179
Liste des kystes de dinoflagellés de la Formation de Nkapa par ordre alphabétique	204
Liste des spores et pollens présents dans la Formation de Nkapa	206
Glossaire des principaux termes utilisés dans la description des dinokystes	208



## RESUME

Ce travail présente une analyse du phytoplancton et des sporomorphes recensés dans divers puits de prospection pétrolière ayant traversé la Formation de Nkapa dans le Bassin de Douala au Cameroun. La distribution verticale de taxons marqueurs dans les sondages de Moulongo, Ngata, Mamiwater et Nord Matanda a permis d'établir une biostratigraphie du Tertiaire inférieur du Bassin et d'y préciser la position de la limite Paléocène-Eocène sur base d'une comparaison avec les bassins sédimentaires avoisinants.

En considérant trente espèces de dinoflagellés à caractère stratigraphique sur les quelque septante inventoriées, quatre biozones ont pu être établies, trois pour le Paléocène, une pour l'Eocène basal. La biozone 1 se caractérise par des espèces héritées du Crétacé, *Cerodinium diebelii*, *Lejeunecysta hyalina*, *Andalusiella gabonensis*, *Palaeocystodinium australinum* et *Palaeocystodinium golzowense* ; les biozones 2 et 3 par les acmés de certaines espèces, pour la 2, de *Areoligera coronata*, *Adnatosphaeridium multispinosum* et *Glaphyrocysta ordinata*, pour la 3, de diverses espèces du genre *Apectodinium* (*A. hyperacanthum*, *A. homomorphum*, *A. paniculatum*, *A. parvum*, *A. quinquelatum*). La biozone 4 voit apparaître des espèces caractéristiques de l'Eocène : *Deflandrea* cf. *oebisfeldensis*, *Hystrichosphaeridium tubiferum* et *Wetziella* sp. En tenant compte de la limite Paléocène/Eocène établie par les stratigraphes pétroliers à Moulongo, les corrélations ont été précisées avec les autres séquences analysées.

L'étude a mis en évidence l'existence d'un diachronisme entre deux acmés d'*Apectodinium*, celui pré-CIE (Carbon Isotope Excursion) observé au Paléocène supérieur dans le Bassin de Douala comme dans celui du Nigeria voisin et celui contemporain du PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum) dans l'Eocène basal de divers bassins nordiques passés en revue dans le travail.

Sur les nonante-quatre espèces de sporomorphes identifiées, une cinquantaine de taxons a été retenue dans un objectif biostratigraphique. Trois biozones à caractère évolutif se sont dégagées : une biozone inférieure à caractère paléocène soulignée par une dominance de formes de types « Palmae » et « Proteaceae », ces dernières d'aspect archaïque crétacé ; une biozone intermédiaire du Paléocène supérieur avec évolution de la flore originelle vers un ensemble qui peut être qualifié de plus « moderne » et enfin, à l'Eocène basal, de l'installation d'associations annonçant les prémices de la mise en place de la flore actuelle à « Légumineuses » d'Afrique de l'Ouest.

En parallèle de l'analyse biostratigraphique est proposée une reconstitution paléoenvironnementale basée sur l'écologie des dinoflagellés, sur l'évolution du ratio dinoflagellés/pollen et spores et sur la reconstitution des milieux végétaux dans les différentes séquences étudiées.

L'évolution du Bassin selon deux axes géographiques a été mise en évidence : un axe WE (Moulongo-Ngata) et un axe SSW-NNE (Moulongo-Mamiwater-Nord Matanda).

Au Paléocène inférieur et moyen, le Bassin, largement ouvert sur la mer, présente un milieu côtier-estuarien frangé de mangroves et de forêts de basse plaine marécageuse.

Au Paléocène supérieur, l'influence marine se faisant moins importante, des milieux saumâtres fluvio-lagunaires soumis aux marées se développent, ils sont bordés de galeries forestières et entourés de forêts denses périodiquement inondées vers le Nord et de forêts sur sols humides vers l'Est.

Avec la régression marine amorcée à la base de l'Eocène, les paléoenvironnements s'individualisent : vers le Nord s'installent des milieux lagunaires confinés entourés d'une flore locale appauvrie et vers l'Est, autour de milieux d'eau douce d'arrière-delta, une forêt dense sempervirente humide de terre ferme occupe le terrain.

## ABSTRACT

This work consists of the analysis of the palynoflora (dinoflagellates and sporomorphs) identified from four petroleum exploration wells drilled through the Nkapa Formation (Douala Basin, Cameroon). The vertical distribution of index taxa in the Moulongo, Ngata, Mamiwater and North Matanda wells allowed establishing a biostratigraphic frame of the first half of the Paleogene of the Douala Basin and identifying the Paleocene/Eocene boundary in each well through a comparison with surrounding sedimentary basins.

Seventy dinoflagellate species have been identified, among which 30 are stratigraphically informative. Four biozones have been established, three for the Paleocene and one for the Early Eocene. The biozone 1 is characterized by Cretaceous species such as *Cerodinium diebelii*, *Lejeunecysta hyalina*, *Andalusiella gabonensis*, *Palaeocystodinium australinum* and *Palaeocystodinium golzowense*. The biozone 2 is defined by the acme of *Areoligera coronata*, *Adnatosphaeridium multispinosum* and *Glaphyrocysta ordinata*. The biozone 3 is defined by the acme of several *Apectodinium* species (*A. hyperacanthum*, *A. homomorphum*, *A. paniculatum*, *A. parvum*, *A. quinquelatum*). The biozone 4 is defined by the occurrence of Eocene taxa such as *Deflandrea* cf. *oebisfeldensis*, *Hystrichosphaeridium tubiferum* and *Wetzeliella* sp. Based on the position of the Paleocene/Eocene boundary in the Moulongo well, correlations have been established with the others sedimentary sequences analysed.

Our study shows that, as previously demonstrated for Nigeria in an other study, the acme of *Apectodinium* in the Douala Basin can be attributed a Late Paleocene age and hence occurred before the carbon isotope excursion (CIE) of the Paleocene-Eocene boundary and the coeval Paleocene-Eocene thermal maximum (PETM). The acme of *Apectodinium* in the Douala Basin is thus markedly diachronous with the *Apectodinium* acme identified in various Nordic Basins, where it is contemporaneous with the PETM (earliest Eocene).

Ninety-four sporomorph species have been recognized, among which fifty are stratigraphically informative. Three biozones have been established. The biozone 1 is predominantly characterized by Palmae- and Proteaceae-type pollens, the latter with Cretaceous characteristics. The biozone 2, Late Paleocene in age, is characterized by a transition from original floras towards more « modern » floras. The biozone 3 is earliest Eocene in age and shows the early steps of the extant « Leguminosae flora » of West Africa.

Together with the biostratigraphic analysis, a palaeoenvironmental reconstruction is proposed, based on dinoflagellate ecology, on the evolution of the dinoflagellate /sporomorph ratio, as well as on the reconstruction of the plant environments in the studied sedimentary sequences. The evolution of the Douala Basin during the timespan studied occurred according to two geographical axes: a WE (Moulongo-Ngata) axis and a SSW-NNE (Moulongo-Mamiwater-North Matanda) axis. During the Early and Middle Paleocene, the Douala Basin was open towards the sea and showed a coastal-estuarine environment, with marginal mangroves and lowland swamp forests. During the Late Paleocene, the marine character of the sedimentation was less prominent as brackish fluvio-lagoonal intertidal environments developed. They were accompanied by gallery forests and surrounded by dense, periodically flooded, forests northwards and by forests on wet soils eastwards. During the earliest Eocene, a marine regression occurred. The palaeoenvironments included confined coastal lagoon systems with a peripheral impoverished local flora northwards, and moist, dense, evergreen forests eastwards.

# **PREMIERE PARTIE - GENERALITES**

# CHAPITRE 1. INTRODUCTION GENERALE

## 1.1. INTRODUCTION

La séparation des plaques tectoniques sud-américaine et africaine qui a commencé au début du Crétacé par un processus graduel diachronique Sud-Nord a provoqué l'ouverture de l'Atlantique Sud. Cette dernière a donné naissance en Afrique de l'Ouest équatoriale une série de bassins salifères. Ceux-ci se sont créés par suite des premières incursions marines dans l'espace ouvert par la première phase de drift succédant à la phase de rift initiale et durant laquelle s'est formée la première croûte océanique. Dans le sens de cette ouverture graduelle de l'Atlantique Sud qui va du Berriasien à l'Aptien supérieur, on dénombre du Sud vers le Nord : le Bassin de la Namibie, le Bassin de Benguela (Angola), le Bassin de la Cuenza (Angola), le Bassin du Congo (y compris Cabinda), le Bassin du Gabon, le Bassin du Rio Muni (Gabon/Guinée équatoriale) et le Bassin de Douala/Kribi-Campo (BROWNFIELD & CHARPENTIER, 2006).

Au Cameroun, le long de la marge atlantique, deux bassins sédimentaires sont séparés par la ligne volcanique du Cameroun : le Bassin du Rio del Rey représentant l'extension Sud-Est du delta du Niger et le Bassin de Douala/Kribi-Campo, grande dépression épicontinentale de marge passive, née de l'ouverture de l'Atlantique Sud. Le Bassin de Douala/Kribi-Campo s'étend le long du Golfe de Guinée (SNH, 2005) et appartient au système des bassins salifères de l'Ouest Africain regroupés, d'après leurs caractéristiques structurales, dans la Province côtière du Centre-Ouest s'étendant du Cameroun à la Namibie (BROWNFIELD & CHARPENTIER, 2006).

## 1.2. LE BASSIN DE DOUALA

### 1.2.1. Cadre géographique

Le Bassin de Douala (Figure 1) couvre une superficie totale de 19 000 km<sup>2</sup> dont 7 000 sont émergés. Le bassin *s.l.* qui se prolonge sous les eaux du Golfe de Guinée par une plate-forme continentale d'une largeur de 25 km (NGUENE et *al.*, 1992) comprend deux sous-bassins : le sous- bassin de Douala *s.s.* limité au Nord par la ligne volcanique du

Cameroun et au Sud par le fleuve Nyong et le sous-bassin de Kribi-Campo situé entre ce dernier au Nord et le fleuve Ntem au Sud.

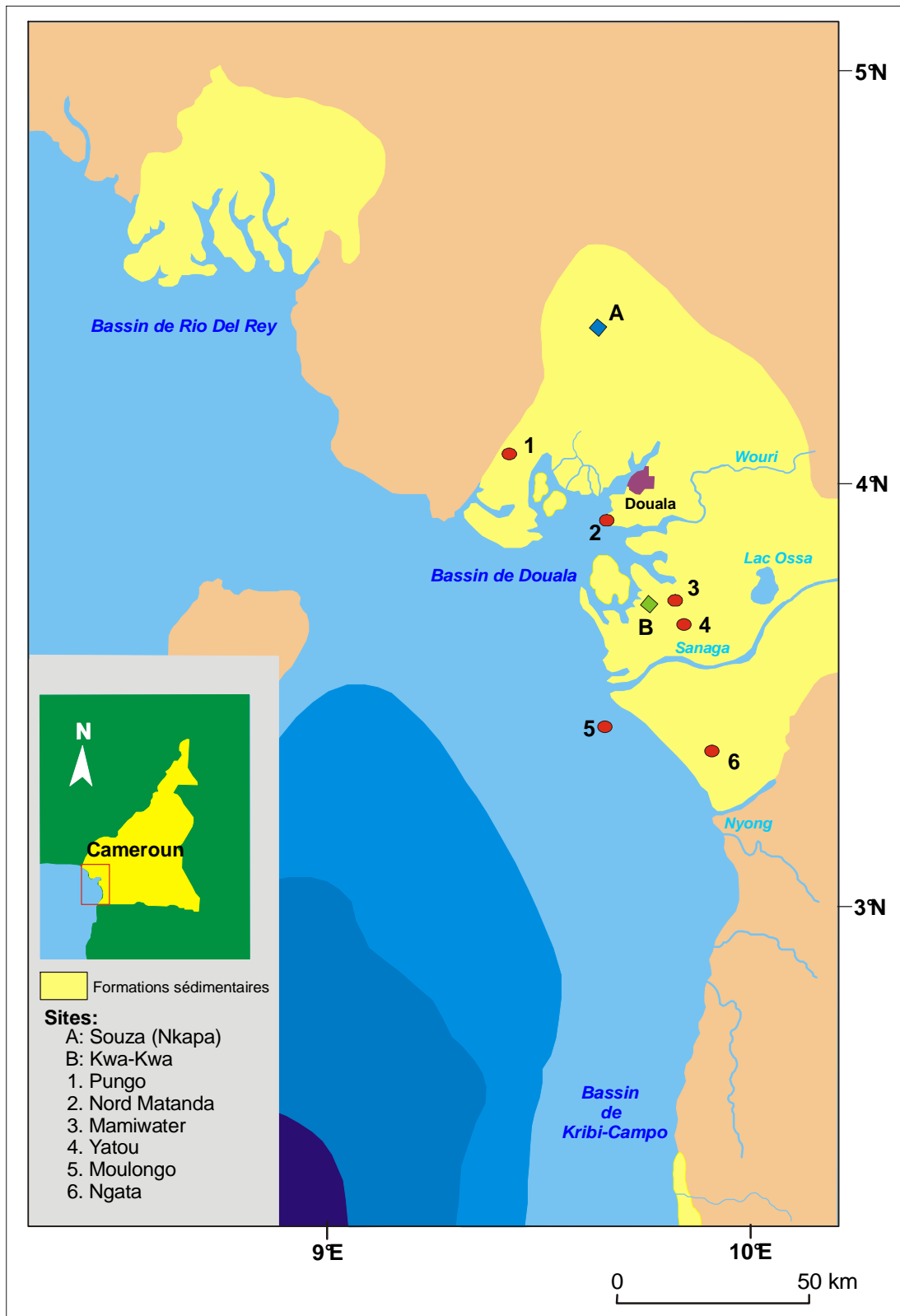
La zone d'étude du présent travail est comprise dans les basses terres côtières englobant tout le sous-bassin de Douala (Figure 1). Cette région est marquée par un relief relativement plat d'une altitude n'excédant pas 200 m.

## **1.2.2. Contexte géologique**

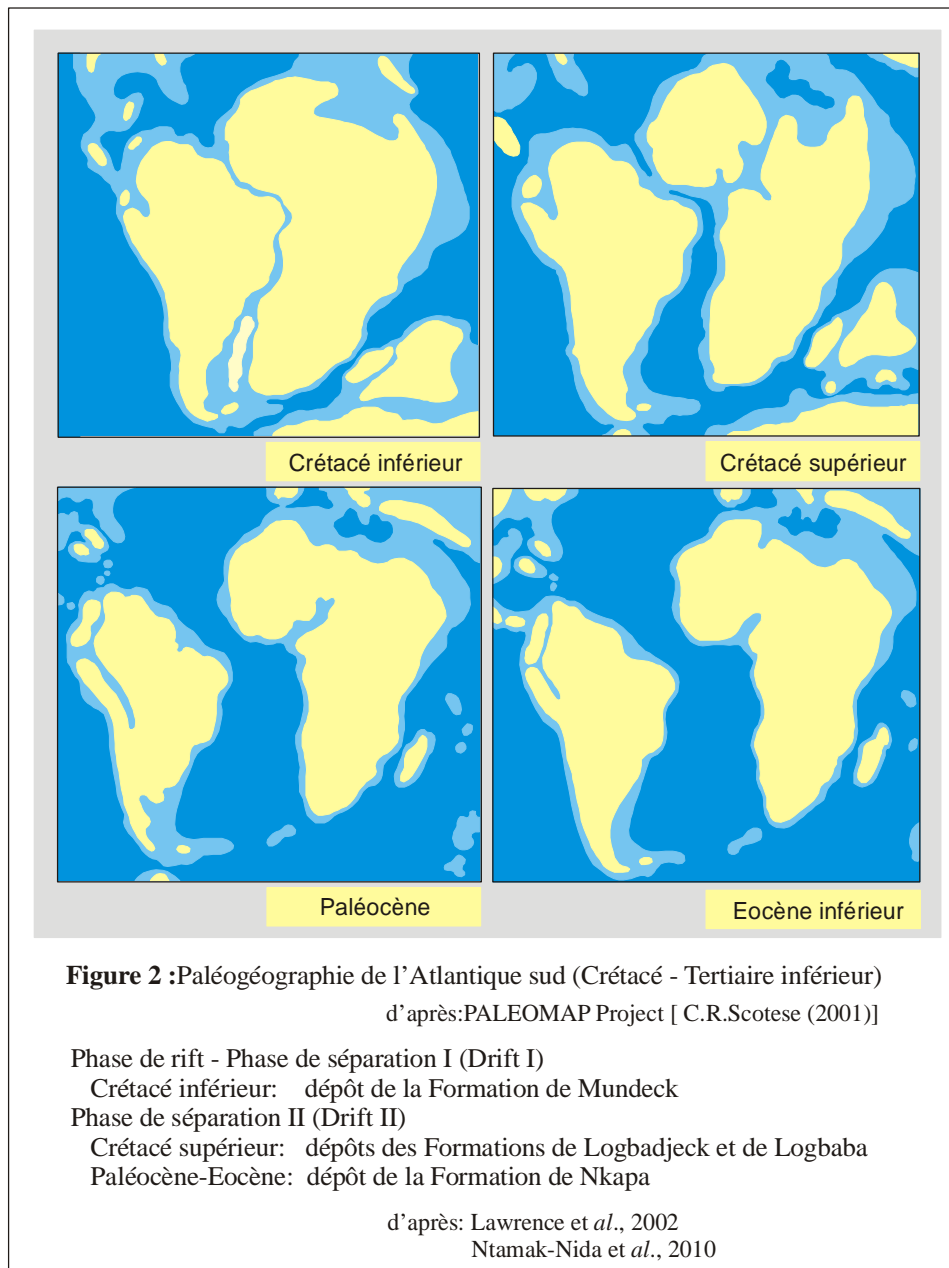
### **1.2.2.1. Histoire du Bassin**

L'histoire géologique du Bassin de Douala (Figure 2) débute au Crétacé inférieur par la cassure marquant la séparation de l'Amérique du sud et de l'Afrique. Le comblement du bassin commence pendant cette phase de rift initiale avec la mise en place des premiers dépôts de la Formation Mundeck inférieur (REGNOULT, 1986 ; NGUENE et *al.*, 1992). Ce comblement s'amorce au Barrémien dans le sous-bassin de Kribi-Campo et à l'Aptien dans le sous-bassin de Douala (NGUENE et *al.*, 1992 ; TAMFU et *al.*, 1995). Les dépôts continentaux du Mundeck inférieur sont constitués de conglomérat, de grès (Grès de base), d'argile schisteuse gris foncé, de marne riche en matière organique et de minces lits de calcaire (NTAMAK-NIDA et *al.*, 2010). A la fin de l'Aptien, au cours d'une période de transition, les premières incursions marines développent des séries salifères qui vont s'accumuler depuis le Cameroun jusqu'à l'Angola (GIRESSE, 1990).

A cette phase de transition succèdent trois intervalles de séparation allant de l'Albien à l'Actuel au cours desquels une marge passive s'est formée par accumulation de dépôts sédimentaires en discordance, séparés par des coupures dues à des phases d'orogénèse (LAWRENCE et *al.*, 2002 ; NTAMAK-NIDA et *al.*, 2010).



**Figure 1 :** Carte de localisation du Bassin de Douala/Kribi-Campo (SNH, 1995) et positionnement des sites étudiés.



A l'Albien, l'importante transgression marine de la phase de Drift I amène à la formation des couches du Mundeck supérieur, ensemble de grès, d'argilite, d'argile litée organique et de passées carbonatées. Cette succession se termine généralement par la « discordance du Cénomaniens », conséquence de l'amorce d'une régression se poursuivant au Turonien (BATUPE, 1996).

La phase de Drift II, liée à l'épisode tectonique du Santonien est séparée de la phase I (Drift I) par une discontinuité résultant de cet événement. A la suite de ce dernier, s'amorce déjà au Santonien et se poursuit au Campanien inférieur le dépôt de la Formation de Logbadjek, faite de microconglomérat, de sable, de grès moyen à grossier et de rares

intercalations calcaires et argileuses. A celle-ci fait suite, au Campanien supérieur et au Maastrichtien, l'épaisse Formation de Logbaba formée de sédiments marins d'eau profonde à prédominance argileuse. Ces sédiments sont constitués d'argilite fossilifère, avec des niveaux de grès et de sable (REGNOULT, 1986 ; SNH, 2005).

Dans l'ensemble des bassins de l'Ouest Africain, le passage Crétacé-Tertiaire est souligné par la lacune du Maastrichtien terminal et du Danien. Dans le Bassin de Douala, la sédimentation tertiaire commence par le dépôt de la Formation de Nkapa par simple subsidence de la marge passive. D'âge Paléocène-Eocène inférieur, cette formation est constituée d'argile litée, d'argilite, de grès friable fin à grossier, de silt, de lentilles de sable et de dolomie (DUMORT, 1968 ; SNH, 2005).

La sédimentation est stoppée brutalement au cours de l'Eocène par l'épisode majeur de soulèvement du Tertiaire moyen créant la grande lacune stratigraphique de l'Eocène supérieur-Oligocène inférieur. La Formation de Souellaba, Oligo-Miocène, produit d'une subsidence et débutant en même temps que la phase de Drift III à la fin de l'Oligocène (LAWRENCE et *al.*, 2002) repose en discordance sur la Formation de Nkapa ; elle est caractérisée par des marnes, des grès, des silts et des argiles avec des lentilles de sable interstratifié et occasionnellement des calcaires coquillers.

Après une dernière lacune stratigraphique située à la fin du Miocène, la série cénozoïque se termine par les Formations de Matanda (Pliocène) et de Wouri (Pléistocène) faites de sable fin à grossier, d'argile bariolée et de tuf volcanique.

#### **1.2.2.2. La limite Paléocène - Eocène**

La Formation de Nkapa, objet de cette étude, est formée de dépôts d'âge Paléocène-Eocène (NGUENE et *al.*, 1992 ; ECL, 2001 ; LAWRENCE et *al.*, 2002) ; elle est marquée à sa base par la discordance du Crétacé supérieur et, à son sommet, par la lacune intra-Eocène due à un phénomène tectonique observé dans la plupart des bassins ouest africains (LAWRENCE et *al.*, 2002).

En général, pour le Bassin de Douala, on considère que le Paléocène est transgressif et que l'Eocène est régressif. Une étude de géologues pétroliers de la SNH Cameroun basée sur la lithologie, la sismique, la diagraphie et sur l'analyse biostratigraphique d'une distribution des foraminifères planctoniques, situe la limite P/E dans le sondage de Moulongo à -2362 m ; par ailleurs, le Paléocène inférieur se situerait entre -3025 m et -2572 m, le Paléocène supérieur entre -2572 m et -2362 m et l'Eocène inférieur entre -2362



m et -2120 m. C'est la seule séquence de référence et le seul repère dont nous disposons dans ce travail pour supporter des études palynostratigraphiques menées sur le Paléogène inférieur du bassin et établir des corrélations au sein de celui-ci.

### **1.2.2.3. Séries, Etages et Formations géologiques**

Les dépôts sédimentaires du Bassin de Douala reposent en discordance sur un socle granitogneissique d'âge précambrien. La stratigraphie de ces dépôts a été établie essentiellement par l'étude de forages profonds qui ont mis en relief une accumulation de sédiments allant du Crétacé au Néogène.

L'esquisse géologique du Bassin de Douala a été réalisée en 1955 par HOURQ (Figure 3). Depuis, la description initiale a été complétée et affinée par divers stratigraphes oeuvrant principalement dans le domaine pétrolier : REYRE (1964, 1966), BELMONTE (1966), DUMORT (1968), NJIKE (1984), REGNOULT (1986), ROBERTSON (1992), NGUENE et *al.* (1992), BATUPE (1996, 1999). Une synthèse de leurs données permet aujourd'hui de déterminer une stratigraphie sérieuse des étages et formations du bassin.

#### **a-Séries et Etages**

##### **Mésozoïque**

##### ***Albien et Cénomanién***

Ces étages sont représentés par des séries gréseuses dites « Grès de base » dans lesquelles des conglomérats et des argiles se trouvent en intercalation. Les grès de base, datés par comparaison avec le même faciès observé au Nigeria et au Gabon reposent en discordance sur le socle précambrien.

##### ***Turonien***

Cet étage se caractérise par deux cycles sédimentaires : le premier est constitué d'une alternance de grès et d'argiles sableuses avec rares intercalations calcaires et se poursuit par des argiles et calcaires riches en faune ; le second comporte des grès surmontés d'argiles noduleuses micacées avec des intercalations de calcaires lumachelliques (NJIKE, 2004).



### ***Coniacien***

Daté par les Ammonites (REYMENT, 1958), il est constitué de grès parfois calcaires recouverts d'argiles sableuses fossilifères.

### ***Santonien***

Le Santonien est représenté par des grès et des sables à intercalations marno-calcaires, des argiles schisteuses micacées à intercalations gréso-sableuses ou d'argiles marneuses à nodules.

### ***Campanien***

Bien développé dans le bassin, il est représenté par des calcaires gréseux et des argiles schisteuses ou, localement, par une alternance de calcaires gréseux, marneux ou cristallins, fossilifères (DUMORT, 1968). En forage, il est représenté par des argiles à intercalations de sables fins.

### ***Maastrichtien***

Caractérisé par la présence d'argiles schisteuses à nodules calcaires et des argiles micacées noires, il a été daté sur base d'arguments micropaléontologiques (REYRE, 1966) et palynologiques, ces derniers identiques à ceux du « Coal Measures » du Nigeria.

## **Cénozoïque**

### ***Danien***

Cet étage a toujours été considéré comme inconnu dans tout le Bassin de Douala. Cependant les travaux de KENFACK et *al.*, 2012 ont mis en évidence *Damassadinium mutabilis* qui est un marqueur du Danien.

### ***Paléocène***

Le Paléocène repose en discordance sur le Maastrichtien dans la moitié nord du Bassin de Douala et sur le socle dans la moitié sud. Dans la vallée du Moungo affleurent des schistes argilo-calcaires, sans faune caractéristique (BELMONTE, 1966). A Bongue, la série Paléocène présente de bas en haut : des grès à kaolinite friables, des grès marneux à lignites, des grès grossiers à stratification entrecroisée, une marne grise à galets, un grès ferrugineux grossier et une marne gris-noir micacée, parfois glauconieuse ou calcaire. Le

Paléocène est aussi traversé par des forages couvrant tout le bassin ; il y est représenté par des marnes vert foncé à noires, micacées, glauconieuses et des argiles schisteuses (DUMORT, 1968). Le Paléocène est reconnu par ses associations de foraminifères et ostracodes typiques (BELMONTE, 1966).

### *Eocène*

Très mal connu au Cameroun, l'Eocène a été décrit pour la première fois par REYRE (1959 *in* NJIKE, 1984) dans le forage de la pointe de Souellaba. Pour BELMONTE (1966), l'Eocène ne serait caractérisé avec certitude qu'à l'affleurement de la série de Bonangando (12 km au Nord de Douala) épaisse de 30 m. Pour cet auteur, la composition faunistique de l'Eocène y serait similaire de celle de l'Yprésien, voire du Lutétien du Bassin de Paris. Dans les forages, l'Eocène inférieur a été signalé dans le sous-bassin de Douala (LAWRENCE et *al.*, 2002 ; SNH, 2005) alors qu'il serait absent dans le sous-bassin de Kribi-Campo (NTAMAK-NIDA et *al.*, 2010). Dans son étude palynologique du sondage Kwa-Kwa (+/- 25 km au sud de Douala) SALARD CHEBOLDAEFF (1977) a mis en évidence des assemblages caractérisant des dépôts qui seraient Eocène inférieur et moyen. Les séquences éocènes relevées dans le sous-bassin de Douala comportent des argiles schisteuses, des calcaires marneux ainsi que des marnes.

### *Oligocène*

L'Oligocène du Bassin de Douala comprend, de bas en haut : des argiles noires ou brunes avec quelques petits bancs sableux, des sables argileux à fines intercalations calcaires et des sables et graviers alternant avec des argiles plastiques. Selon les auteurs précités, les dépôts oligocènes ne représenteraient que la partie supérieure de la série ; un hiatus sédimentaire dû à une phase tectonique séparant les couches éocènes et oligocènes. Dans le sondage Kwa-Kwa, SALARD CHEBOLDAEFF (1979) a décrit un assemblage sporopollinique propre à la période.

### *Miocène*

Le Miocène est connu en affleurement à Tiko (ouest de Douala), au pied du Mont Cameroun. Il y est représenté par des sables et des argiles à miogypsines interstratifiés de basalte. Ces dépôts auraient un âge Burdigalien, datés à la base par des foraminifères (REYRE, 1964 ; BELMONTE, 1966). Dans le sondage Kwa-Kwa, la palynoflore confirmerait cet âge (SALARD-CHEBOLDAEFF, 1979).

### ***Pliocène***

La série est caractérisée par une prédominance de sables grossiers à la base et fins au sommet alternant avec des argiles bariolées, parfois interstratifiées avec des basaltes. Le Pliocène affleure aussi à Tiko et dans la zone littorale.

### ***Actuel***

Les dépôts plus récents sont des sables interstratifiés et des argiles recouverts par des alluvions dans les vallées, des vases dans la mangrove et des sables côtiers. Ce sont des dépôts fluvio-deltaïques ou estuariens.

## **b-Formations géologiques**

Sur base des travaux de REGNOULT (1986), NGUENE *et al.* (1992), TAMFU *et al.* (1995), LAWRENCE *et al.* (2002), MEYERS *et al.* (1996), BROWNFIELD & CHARPENTIER (2006), sept formations ont été décrites dans le sous-bassin de Douala. De la plus ancienne à la plus récente, il s'agit de :

### ***Formation de Mundeck***

Le terme « Formation de Mundeck » est appliqué à la section d'âge Crétacé inférieur sous la discordance sismique sénonienne (ECL, 2001). Cette formation est la plus ancienne, datée Aptien-Cénomanién (NGUENE *et al.*, 1992 ; ECL, 2001), et repose en discordance sur le socle précambrien. Elle est bien exposée dans la partie nord du sous-bassin de Douala, près de Mundeck, dans la vallée du Moungo.

La Formation de Mundeck est constituée de dépôts continentaux et fluvio-deltaïques avec quelques intercalations de faciès marins (REGNOULT, 1986). Il s'agit d'une épaisse couche constituée de conglomérats à éléments du socle, de grès arkosiques moyens à grossiers, de grès fins micacés, charbonneux et carbonatés, de schistes noirs micacés, d'argilites, de calcaires et de marnes (LOGAR, 1983 ; SNH, 2005).

### ***Formation de Logbadjeck***

Cette formation repose en concordance ou discordance sur la Formation de Mundeck, conséquence de la régression turonienne et des phénomènes d'érosion du socle et des grès de base.

Elle est composée de microconglomérats, de sables, de grès moyens à grossiers, de rares intercalations de calcaires fossilifères et d'argiles sableuses, de grès et sables à intercalations marno-calcaires (SNH, 2005). Elle est érodée en partie à l'Est à cause de la flexuration turonienne. En affleurement, la Formation de Logbadjeck est bien représentée dans la vallée du Moungo où elle représente les dépôts de la plate-forme externe du bassin.

La Formation de Logbajeck est datée Cénomaniens (NJIKE, 2004)-Campaniens (SPT, 1995 ; SNH, 2005). La sédimentation est du type fluvio-deltaïque, principalement à la base.

### ***Formation de Logbaba***

La Formation de Logbaba est une épaisse couche sédimentaire dominée par des argilites et dont le sommet est caractérisé par la discordance du Crétacé supérieur (SNH, 2005). Les sédiments de la Formation de Logbaba sont marins, déposés en eaux profondes avec enfouissement rapide, particularité du développement des bassins ouest-africains où des argilites d'eau profonde se sont déposées. Cette formation est constituée de grès, de sables et d'argilites fossilifères (REGNOULT, 1986 ; SNH, 2005) ; elle est datée Campaniens-Maastrichtiens (ECL, 2001 ; SNH, 2005).

### ***Formation de Nkapa***

La Formation de Nkapa recouvre la base de la discordance cénozoïque, annonçant la sédimentation tertiaire par simple subsidence de la marge passive. Son dépôt se termine brusquement à l'Eocène moyen par suite d'un épisode majeur de soulèvement et d'érosion de la marge africaine.

La Formation de Nkapa est sévèrement érodée à l'est et au sud-est du sous-bassin et repose en discordance sur la Formation de Logbaba. En affleurement, elle est visible dans la vallée du Moungo (BELMONTE, 1966). Elle est reconnue comme d'âge Paléocène-Eocène inférieur et est constituée de schistes argileux, argiles calcaires, grès arkosiques, grès friables fins à grossiers, silts, lentilles de sable et de dolomie (DUMORT, 1968 ; SNH, 2005). En ce qui concerne l'environnement de dépôt, LOGAR (1983) parle d'une coexistence d'un milieu marin et d'un milieu continental. De côtier argilo-silteux, l'environnement évolue au Sud vers un milieu plus franchement marin marqué par des dépôts sableux turbiditiques (SNH, 2005).

### ***Formation de Souellaba***

Produit d'une subsidence et d'une reprise de sédimentation succédant à l'importante phase de soulèvement et d'érosion responsable de la grande lacune stratigraphique de l'Eocène supérieur, la Formation de Souellaba repose en discordance sur la Formation de Nkapa (REYRE, 1964 ; BELMONTE, 1966 ; NGUENE et *al.*, 1992). Les sédiments de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène inférieur étant érodés, la Formation de Souellaba est datée Oligocène supérieur-Miocène inférieur (SALARD, 1977, 1979 ; NGUENE et *al.*, 1992). Elle est caractérisée par des marnes et des lentilles de sables interstratifiés en intercalation (REGNOULT, 1986 ; SNH, 2005) et occasionnellement par des calcaires coquillers (ECL, 2001). Les grès et silts transgressifs qui dominent dans la partie inférieure sont recouverts par des argiles.

### ***Formation de Matanda***

La Formation de Matanda (Miocène supérieur-Pliocène) est dominée par des faciès deltaïques interstratifiés et des tufs volcaniques (REGNOULT, 1986 ; SNH, 2005). Il s'agit de sables grossiers à la base et fins au sommet, alternant avec des poches d'argiles bariolées, parfois interstratifiées avec des basaltes (NJIKE, 2004). La Formation de Matanda affleure à Tiko et dans la zone littorale du Bassin de Douala.

### ***Formation du Wouri***

La Formation du Wouri (Pliocène-Pléistocène) est caractérisée par des graviers et sables grossiers à matrice argileuse (SNH, 2005). On note aussi la présence de laves et tufs volcaniques. Les sédiments du Wouri représentent la sédimentation estuarienne de l'embouchure du Wouri et de la Dibamba.

### ***La couverture volcanique***

Les manifestations du volcanisme se traduisent par des basaltes et des granitoïdes d'âge miocène, subactuel et même actuel. Ces basaltes ainsi que des scories, des bombes volcaniques, des cinérites, recouvrent par endroits le socle et le sédimentaire aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest du Mont Cameroun (NJIKE, 2004).

### 1.2.3. Esquisse paléogéographique

LOGAR (1983) a proposé une esquisse de la paléogéographie du Bassin de Douala complétée par NJIKE (2004). Cette paléogéographie se présente comme suit.

- Après l'ouverture de l'Atlantique sud, le démantèlement des reliefs du socle amène dès l'Aptien le comblement du sillon subsident à Campo par des formations arkosites à intercalations marines.
- L'intervalle Aptien-Albien correspond à une sédimentation continentale torrentielle avec des dépôts très épais de grès de base. L'Albien est dominé par une importante transgression.
- Le Cénomaniens est caractérisé par une phase régressive torrentielle à la base et au sommet par des séries carbonatées marquant une transgression en provenance de la Téthys en communication avec le Golfe de Guinée (FURON & LOMBARD, 1964).
- Le Turonien est marqué par une grande transgression dans le Nord du Bassin où dominent des dépôts d'argiles et de calcaires.
- Les séries du Santonien évoluent vers une dominance gréseuse au Nord et argileuse au Sud.
- Des faciès à dominance argileuse et quelques faciès sableux formant des chenaux au Nord du bassin caractérisent le Campanien et le Maastrichtien inférieur.
- La lacune du Maastrichtien terminal et du Danien souligne le passage Crétacé-Tertiaire sur l'ensemble des bassins ouest-africains.
- Au Paléocène, il y a coexistence de dépôts continentaux et marins sur un relief peu accentué. Le Paléocène correspond toutefois à l'apogée d'une importante transgression marine.
- L'Eocène se caractérise par une tendance à la régression et une reprise d'érosion dues à une flexuration.
- Accentuation de la flexuration à l'Oligo-Miocène inférieur du bassin amenant les manifestations du Mont cameroun. Des coulées volcaniques recouvrent les formations sédimentaires.
- Régression générale du Miocène supérieur à l'Actuel. Reprise de l'érosion avec des apports détritiques.



### 1.3. CONTEXTE GENERAL ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les bassins sédimentaires d'Afrique de l'Ouest dont l'intérêt économique est lié à l'exploitation pétrolière ont fait l'objet de nombreuses études dans divers domaines de la géologie (structurale, tectonique, stratigraphique...).

En biostratigraphie, les études palynologiques ont été particulièrement développées au Nigéria mais aussi au Sénégal, en Côte d'Ivoire, au Ghana, au Gabon et au Congo (BELSKY *et al.*, 1965 ; BOLTENHAGEN, 1965 ; JARDINE & MAGLOIRE, 1965 ; VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1966 ; GERMERAAD *et al.*, 1968 ; BOLTENHAGEN, 1976, 1977 ; JAN DU CHENE & SALAMI, 1978 ; JAN DU CHENE *et al.*, 1978a ; JAN DU CHENE *et al.*, 1978b ; JAN DU CHENE *et al.*, 1978c ; KIESER & JAN DU CHENE, 1979 ; M'BORO, 1980 ; JAN DU CHENE & ADEDIRAN, 1984, 1985 ; BOLTENHAGEN & SALARD-CHEBOLDAEFF, 1980 ; OLOTO, 1989, 1990, 1992 ; EDET, 1992 ; EDET & NYONG, 1994 ; BIO-LOKOTO *et al.*, 1998 ; GREGG, 1998 ; OBOH-IKUENOBÉ *et al.*, 1998 ; ATTA-PETERS & SALAMI, 2004a, 2004b, 2006 ; BANKOLE *et al.*, 2007, ANTOLINEZ-DELGADO & OBO-IKUENOBÉ, 2007 ; AJAEGWU *et al.*, 2008 ; LUCAS & ISCHIEKWENE, 2010a, 2010b ; OGALA *et al.*, 2009 ; DIGBEHI *et al.*, 2011 ; DIGBEHI *et al.*, 2012 ; ADEGOKE, 2012 ; ADEONIPEKUM *et al.*, 2012 ; CHIAGHANAM *et al.*, 2012)

La plupart de ces travaux concernent le Crétacé, probablement en raison de l'intérêt qu'y présentent les roches réservoirs en hydrocarbures.

Au Cameroun, le Bassin de Douala a fait l'objet de quelques études palynologiques dont la plus détaillée est celle de SALARD-CHEBOLDAEFF (1976, 1977, 1978, 1979, 1981, 1990) couvrant largement la série Tertiaire au puits Kwa-Kwa du Crétacé supérieur au Miocène (situation : Figure 1). On notera aussi les travaux de thèse de NJIKE (2004) sur le Crétacé de l'Est du bassin et, plus récemment, de KENFACK *et al.* (2012) sur des affleurements « onshore » du Tertiaire inférieur des localités de Kompina, Miang et Fiko situées dans la région de Souza (Nkapa), à 25 km environ au Nord-Ouest de la ville de Douala (situation : Figure 1).

De ceci, il résulte que la base du Tertiaire représentée par la Formation de Nkapa reste encore peu explorée du point de vue palynostratigraphique ; les travaux de NJIKE ne

concernant que le Crétacé alors que SALARD n'a abordé le sujet que partiellement par l'analyse sporopollinique, englobant en un tout le Paléocène et l'Eocène inférieur et que KENFACK et *al.* (2012) n'ont recensé que 16 espèces de dinoflagellés auxquelles ils attribuent une valeur stratigraphique, situant leurs dépôts à la limite Crétacé-Tertiaire.

C'est dans la Formation de Nkapa que la limite Paléocène/Eocène a été définie par les géologues pétroliers sur base de la lithologie, de la sismique, de la diagraphie et d'une étude des foraminifères planctoniques (rapport de sondage inédit, 1995).

A l'échelle de la planète, la limite Paléocène/Eocène n'est pas soulignée par un événement paléo-biologique majeur de renouvellement des flores et des faunes caractérisant les « catastrophes globales » qui jalonnent l'échelle des temps géologiques et dont la plus connue, celle de la limite Crétacé-Tertiaire est marquée par l'extinction des dinosaures. Toutefois, deux techniques biostratigraphiques, l'une basée sur l'étude des foraminifères (P), l'autre sur celle des nannofossiles calcaires (NP), couplées aux méthodes palynostratigraphiques (spores, pollen, dinoflagellés), affinées ces dernières décennies, ont permis d'avancer certains critères situant la limite Paléocène/Eocène à divers niveaux de l'intervalle 56,2 – 53,6 MA de l'échelle chronométrique (DUPUIS, 2005). Par ailleurs, la chémostratigraphie a mis en évidence une anomalie isotopique du carbone (SINHA et *al.*, 1996 ; SINHA, 1997) ou « Carbon Isotope Excursion » (CIE) se situant à 55,8 MA (vers la base des faciès sparnaciens) résultant d'un déséquilibre dans le ratio isotopique naturel  $^{12}\text{C}$ - $^{13}\text{C}$  dû à une libération brutale de carbone  $^{12}\text{C}$  dans l'atmosphère et le milieu marin, avec comme effet une augmentation brusque de la température globale (KENNETT & STOTT, 1991 ; ZACHOS et *al.*, 2003). Ce phénomène hyperthermique, couplé à la CIE a été choisi comme situant la limite entre le Paléocène et l'Eocène et comme marquant le début d'un court intervalle de 150 000-200 000 ans à l'échelle géologique (RÖHL et *al.*, 2000) connue sous l'appellation « Paleocene-Eocene Thermal Maximum » (PETM). Cette limite correspond à un changement des flores terrestres (WING et *al.*, 2005) déjà signalé par SCHIMPER (1874) dans le Sparnacien du Bassin de Paris alors que, dans le milieu marin, on assiste à une extinction massive de foraminifères benthiques (KENNETT & STOTT, 1991). Tout récemment, WRIGHT & SCHALLER (2013) ont montré que la CIE est un phénomène de très brève durée, ce qui semblerait indiquer qu'elle est liée à un événement quasi instantané comme un impact météoritique.

La coupe de référence choisie pour établir la limite Paléocène-Eocène internationalement reconnue est celle des « Dababiya Quarry Beds » à Louxor, en Egypte. La coupure Paléocène-Eocène a été fixée au début de cette séquence dans laquelle des

variations lithologiques et des événements paléo-biologiques ont été identifiés par rapport à la CIE et au PETM, notamment l'extinction des foraminifères benthiques à sa base et, en son sein, la présence d'une association typique de nanofossiles calcaires avec leurs acmés caractéristiques (DUPUIS et *al.*, 2003 ; AUBRY et *al.*, 2007).

La CIE et le PETM ont été enregistrés dans deux autres sites africains, l'un dans une zone côtière du Sud-Est de la Tanzanie, l'autre dans la région de Lagos au Nigeria.

En Tanzanie, au site TDP 14 appartenant au « Kilwa Group Outcrop », la limite Paléocène-Eocène initialement déterminée par biostratigraphie a été confirmée par le repérage de la CIE. Une étude basée sur des indicateurs minéralogiques et des biomarqueurs (HANDLEY et *al.*, 2012) suggère que le PETM y correspondait à un climat régional plutôt sec à précipitations saisonnières intenses ce qui infirme l'opinion généralement admise qui associe le PETM à une humidification globale du climat (BOWEN et *al.*, 2004) .

Au Nigeria, dans une recherche récente (FRIELING et *al.*, 2011) relative à l'hydrologie et à la paléoécologie du PETM, l'analyse de l'évolution des assemblages de dinoflagellés, non seulement du point de vue biostratigraphique mais aussi en termes de niveau marin, de température et de salinité a été abordée. La position stratigraphique particulière du genre *Apectodinium* par rapport à la CIE a été soulevée.

Avec le début de la CIE coïnciderait, à l'échelle globale, une progression dans les assemblages de dinokystes du genre *Apectodinium* dont la phase d'abondance serait associée au PETM (CROUCH et *al.*, 2001 ; CROUCH et *al.*, 2003). D'après les travaux préliminaires de FRIELING et *al.* (2011) cette assertion pourrait être remise en question pour ce qui concerne le Paléogène inférieur des bassins sédimentaires tropicaux de l'Afrique de l'Ouest en effet ; au Nigeria, *Apectodinium* semble connaître une expansion pré-CIE.

Dans le Bassin de Douala, on ne dispose pas de séquence sédimentaire avec enregistrement de la CIE. La limite Paléocène-Eocène y a été établie au puits Moulongo par une analyse biostratigraphique de la Formation de Nkapa basée, notamment, sur l'étude des foraminifères planctoniques (rapport de sondage inédit, 1995). Dans ce rapport, des taxons de foraminifères planctoniques d'âge Paléocène supérieur ont été mis en évidence à -2370 m : *Tritaxia midwayensis*, *Rzehakina* spp. et *Globorotalia pseudobuloides*. Au dessus de -2360 m, des taxons d'âge Paléocène supérieur-Eocène inférieur ont également été mis en évidence : *Radiolaria* sp., *Spiroplectammina spectabilis* et *Karrieriella apicularis*.

Le présent travail a pour but de faire l'inventaire des dinoflagellés présents dans cette formation traversée par divers sondages et de mettre en relief la distribution des espèces à caractère stratigraphique avec le puits Moulongo comme séquence de référence. Une comparaison sera établie avec des analyses faites dans différents bassins de l'Afrique de l'Ouest : la position stratigraphique du genre *Apectodinium* par rapport à la CIE telle que suggérée au Nigeria sera évaluée. Aussi une comparaison avec les bassins nordiques sur base bibliographique sera également établie.

Une recherche semblable sera effectuée sur base de l'étude sporopollinique des différentes séquences utilisées pour l'analyse des dinoflagellés en y ajoutant la séquence onshore de Ngata dont les dinokystes sont pratiquement absents mais qui peut également servir de coupe de référence étant donné que, comme pour Moulongo, la limite Paléocène/Eocène y a été fixée par les stratigraphes pétroliers. La biostratigraphie pollinique qui en découlera sera comparée à celle des dinoflagellés. Comme pour ces derniers, il sera fait une référence comparative avec divers bassins voisins de l'Afrique de l'Ouest.

L'analyse sporopollinique sera utilisée pour réaliser une analyse floristique menant à la reconstitution de l'environnement régional de terre ferme, complémentaire de la reconstitution de l'environnement marin suggéré par les dinoflagellés. Une synthèse globale de l'ensemble sera ensuite effectuée.

## **CHAPITRE 2-METHODOLOGIE**

### **2.1. PROVENANCE DU MATERIEL ETUDIE**

Le matériel étudié provient de cuttings de six forages réalisés par les sociétés pétrolières dans le sous-bassin de Douala. Un prélèvement de 97 échantillons au total a été effectué dans les séquences provenant des six sondages suivants : Moulongo, Mamiwater, Nord Matanda, Ngata, Pungo et Yatou (cartes de situation : Figures 1 et 3).

D'après les données des rapports de fin de sondage et sur base de signatures diagraphiques notamment le gamma ray mises à notre disposition, la lithologie de la Formation de Nkapa de chacun des puits a été définie. Globalement, les sédiments traversés sont à dominance d'argilite et d'argile litée au sein desquelles on peut observer des passées gréseuses et dolomitiques. Les différentes séquences relevées dans la zone d'étude sont représentées à la Figure 4.

Le puits de référence où la position de la limite Paléocène-Eocène a été définie est le puits offshore de Moulongo. La Formation de Nkapa y atteint une épaisseur de 890 m (-2134 à -3024 m). C'est toutefois au sondage onshore de Ngata qu'elle est la plus importante, 1180 m (-570 à -1750 m) ; viennent ensuite les sites de Nord Matanda et de Mamiwater, où l'épaisseur de la formation atteint respectivement 682 m (-1941 à -2623 m) et 355 m (-828 à -1183 m). Cette épaisseur est la plus faible dans les puits de Pungo et de Yatou, soit 20 m et 70 m respectivement.

### **2.2. DESCRIPTION DES SEQUENCES**

#### **2.2.1. Moulongo (03°27'45'' N – 09°37'32'' E)**

Le forage a traversé 3700 m de couches sédimentaires. Les cinq formations traversées sont : Wouri (de la surface à 259,5 m), Matanda (259,5-1467 m), Souellaba (1467-2134 m), Nkapa (2120-3024 m) et Logbaba (3024-3700 m). Ce puits a été pris comme référence parce que la limite Paléocène-Eocène y a été définie sur base de différentes techniques stratigraphiques (rapport de sondage inédit, 1995).

La Formation de Nkapa, épaisse de 890 m a été divisée en deux parties : Nkapa supérieur (Eocène) allant du sommet de la formation jusqu'à 2362 m de profondeur et Nkapa inférieur (Paléocène) allant de 2362 m à 3024 m, base de la formation.

**2134 m à 2362 m** : Le sommet de la Formation de Nkapa a été fixé sur base des gammas rays et de la résistivité, comparés aux données d'un puits effectué antérieurement, Yum-1. De plus, la position du sommet de la formation est matérialisée par un changement lithologique à 2134 m où on observe un passage d'une argilite brunâtre limoneuse à une argilite brunâtre à glauconite.

La partie supérieure de la Formation de Nkapa (Nkapa supérieur) est caractérisée par des argilites brunes ou grises à glauconite et des composants arénacés sporadiques de sable très fins.

Les argilites sont généralement brun clair, parfois devenant brun gris et localement brun foncé. Elles sont de nature plastique et collante. Avec la profondeur, ces argilites deviennent plus cohérentes, faiblement ou non calcaires, glauconitiques avec certaines concentrations locales, associées à des argiles.

Les composants arénacés présentent des traces des grains de quartz très fins bien triés sub-arrondis à arrondis suspendus dans les argilites brunâtres (90-100 µm).

**2362 m à 2597 m** : Le sommet de Nkapa inférieur est basé sur un changement lithologique des argilites brunâtres, glauconitiques à des argilites grises, fortement pyritisées et non glauconitiques.

Nkapa inférieur se caractérise par des argilites grises à pyrite, avec des passages de calcaires dolomitiques. Les composants arénacés sont rares et réduits à des grains flottants dans la matrice argileuse.

Les argilites ont une couleur gris clair à moyennement bleu, devenant parfois gris sombre. Elles sont compactes, pourvues de pyrites fréquentes, finement disséminées et nodulaires ou de calcaire, finement micacé. Ces argilites sont généralement non carbonatées localement associées à une seconde variété d'argilites. Ces dernières sont gris clair à brunâtre, fragiles, collantes, non calcaires, micacées et renferme de la pyrite peu disséminée.

Les calcaires dolomitiques sont de couleur beige. A la cassure, ils ont une teinte gris blanc à vert gris, sont friables et microcristallins avec localement des microclastes dans la matrice.

La dolomie, brun sombre, très dure, fortement cristalline, apparaît localement sous forme de microclastes dans la matrice des calcaires. Les composants arénacés : transparents à clairs, translucides, avec des grains de quartz fins à moyens, sub-anguleux à sub-arrondis, en vrac, se présentent comme flottant dans la matrice argileuse.

**2597 m à 2626 m** : Il n'existe pas de changement lithologique notable dans cette partie de la séquence. Cet intervalle est constitué d'une argilite gris foncée homogène avec de rares traces de dolomie.

Les argilites sont gris foncé à noires, homogènes, compactes, non calcaires, très micromicacées, avec une dissémination de la pyrite. La dolomite est brun foncé, très dure, de forme irrégulière à arrondie, fortement cristalline.

**2626 m à 2944,5 m** : Le sommet de cet intervalle est considéré par rapport à la première apparition des grès possédant des fluorescences à hydrocarbures.

Cette section comprend une séquence d'intercalations d'argilites gris foncé à pyrite et de minces lits de grès à grains fins à moyens. On note aussi la présence des traces de dolomie et, localement, de calcaires dolomitiques.

Les grès sont essentiellement blancs à gris clair, localement bruns, gris clair à brun foncé, durs, friables en partie. Initialement, les grains de ces grès sont très fins à fins, mais avec la profondeur ils deviennent fins à moyens, plus ou moins bien triés, consolidés dans un ciment siliceux et par endroit à ciment calcaire et rarement dolomitique. La présence des micas et de la pyrite est observée par endroits. Des grains de quartz sub-anguleux à sub-arrondis apparaissent en vrac dans les échantillons.

Les argilites sont gris foncé à gris blanc, dures, non calcaires, finement micromicacées, avec de la pyrite finement disséminée, localement limoneuses progradant vers les siltites. Elles sont localement associées à des variétés d'argilites, grises à brunes ou jaune pâle, fragiles, collantes, non calcaires, micromicacées et pyritisées, limoneuses.

**2944,5 m à 3024 m** : Le sommet de cet intervalle est fixé par l'apparition d'un grès distinct. Cette section représente le premier développement significatif des composants arénacés rencontrés durant le forage et dont une grande partie est constituée d'intercalations de lits de grès et d'argilites. Des niveaux de grès clairs sont présents entre 2944,5-2953,0 m, 2992,5-3001 m et 3016-3017,5 m.

Les grès sont blancs à très blancs, gris clair, en partie gris brun, généralement durs. Chaque unité de grès présente des grains fins (125-250 µm) au sommet et des grains fins à moyens (125-500 µm) à la base. Ils sont bien triés, dotés d'un ciment siliceux et localement calcaire, micacé.

Les argilites sont gris foncé à gris noir, micacées, présentant des traces de pyrite, non calcaires, localement limoneuses, fréquemment associées à des argiles limoneuses claires, légèrement brunes et fragiles. Par endroits des composants arénacés, très limoneux, faiblement ou non calcaires et micacés, sont présents.

### **2.2.2. Pungo (04°06'52'' N – 09°24'12'' E)**

Le puits Pungo, dont la profondeur est de 1358 m, n'a pas atteint la base de la Formation de Nkapa. Le sondage a traversé trois formations, à savoir la Formation du Wouri (0-475 m), la Formation de Souellaba (475-1338 m) et la Formation de Nkapa (1338-1358 m). La lithologie de la Formation de Nkapa est essentiellement faite des dépôts d'argilite avec toutefois quelques passages gréseux.

### **2.2.3. Nord Matanda (03°56'37'' N – 09°36'22'' E)**

Le puits Nord Matanda a traversé cinq formations jusqu'à une profondeur de 3085 m : la Formation du Wouri (100-375 m), la Formation de Matanda (375-1152 m), la Formation de Souellaba (1152-1941 m), la Formation de Nkapa (1941-2623 m) et la Formation du Logbaba (2623-3085 m).

La lithologie de la Formation de Nkapa se présente comme suit.

**1941 m à 2200 m** : sédiments constitués de schistes, gris foncé et de rares calcaires, gris brun.

**2200 m à 2240 m** : essentiellement des limons, gris brun, très calcaires, argileux et des schistes durs, gris foncé.

**2240 m à 2390 m** : argilites gris clair, douces, collantes et schistes gris foncé

**2390 m à 2623 m** : argilites, gris clair, douces et collantes ; schistes gris foncé avec calcite et pyrite occasionnelles.

### **2.2.4. Mamiwater (03°46'32'' – 09°45'02'' E)**

Ce puits est localisé à 5600 m au NNE du puits Kwa-Kwa sur lequel Salard-Cheboldaëff (1977) a fait les premières investigations palynologiques dans le Bassin de Douala. Le forage Mamiwater a traversé les Formations Matanda (0-268 m), Souellaba (268-828 m) et Nkapa (828-1183 m). D'après le rapport de fin de sondage, il n'a pas atteint la base de cette dernière. La Formation de Nkapa a été traversée par le forage sur 355 m d'épaisseur de sédiments seulement.

La lithologie de la Formation de Nkapa est la suivante.

**828 m à 915 m** : présence de schistes de couleur gris foncé ;

**915 m à 1000 m** : intervalle caractérisé par la présence des schistes limoneux de couleur grise, très doux ;

**1000 m à 1060 m** : des schistes gris foncé, micacés et des minces lits de silex caractérisent cet intervalle ;

**1060 à 1183 m** : cette partie de la séquence comporte des schistes argileux gris clair, avec, à 1120 m, un mince lit de grès est blanc à grains moyens, sub-anguleux.





### **2.2.5. Yatou (03°42'57'' N – 09°46'16'' E)**

Le puits Yatou est situé à 1,5 km au Sud-Est du puits Kwa Kwa. Le forage a traversé 1928 m de sédiments répartis sur les Formations Wouri (0-112 m), Souellaba (700-1402 m), Nkapa (1402-1472 m) et Logbaba (1472-1928 m). La Formation de Nkapa a une épaisseur de 70 m.

Les sédiments de la Formation de Nkapa sont constitués de schistes noirs, calcaires, durs avec des intercalations de minces lits de grès mal trié, blancs à grains fins, de rares blocs de quartz et de la dolomite, rouge brun, dure.

### **2.2.6. Ngata (03°24'21'' N – 09°52'13'' E)**

Le forage de Ngata a traversé les Formations Souellaba (4-570 m), Nkapa (570-1750 m), Logbaba (1750-2270 m).

D'après le rapport de fin de sondage inédit du puits Ngata, la Formation de Nkapa y est divisée en Nkapa supérieur (570-990 m) soit 420 m d'épaisseur et Nkapa inférieur (990-1750 m) soit 760 m d'épaisseur de sédiments. L'épaisseur totale de la formation est de 1180 m. Elle est constituée des sédiments de grès, d'argilite et de dolomie.

L'intervalle Nkapa supérieur (570-990 m) présente du sommet vers la base la lithologie suivante :

- une argilite plus ou moins grise, douce, meuble, amorphe, collante, limoneuse ;
- un grès dolomitique coloré, translucide, doté de grains de quartz fins à moyens, mal triés, sub-arrondis à sub-anguleux, faiblement cimenté, à matrice calcaire et dolomitique ;
- un grès constitué de quartz coloré, transparent à translucide, à grains fins à moyens, sub-arrondis à sub-anguleux, moyennement cimenté avec de la silice ;
- une argilite gris brunâtre, amorphe, en bloc par endroit, limoneuse, friable ;
- une dolomie grisâtre, dure, micritique, limoneuse ;
- une argilite gris clair, douce, amorphe, limoneuse, friable, non calcaire ;
- une argilite limoneuse grisâtre, douce, amorphe, meuble, limoneuse, micacée, présentant des fragments de coquilles.

L'intervalle Nkapa inférieur (990-1750 m) présente la succession suivante :

- une argilite grisâtre, douce, amorphe, limoneuse contenant des fragments de coquilles ;
- une dolomie brunâtre, dure, microcristalline, limoneuse ;
- une argilite gris foncé à grise, douce, amorphe, limoneuse ;

- une argilite limoneuse grisâtre, douce, amorphe, meuble, micacée, dotée de fragments de coquilles.
- un sable contenant du quartz coloré, transparent à translucide, à grains moyens à grossiers, sub-arrondis à sub-anguleux ;
- une argilite grisâtre, légèrement dure, amorphe, limoneuse, légèrement calcaire ;
- une dolomie brunâtre, légèrement dure, micritique, à structure cryptocristalline, présente en blocs ;
- un grès brunâtre, à grains fins à très fins, mal triés, sub-arrondis à sub-anguleux, sub-sphériques, modérément cimenté, calcaire.
- 

En résumé la Formation de Nkapa est essentiellement constituée dans ce forage de couches d'argilites et schistes au sein desquelles on peut observer des passages gréseux et dolomitiques.

## **2.3. MÉTHODES D'ANALYSES**

### **2.3.1. Traitement des échantillons**

#### **2.3.1.1. Traitement mécanique**

Un prélèvement de 25 g maximum d'échantillon a été effectué. L'échantillon prélevé est initialement lavé à l'eau courante et séché à l'étuve. Puis, il est concassé dans un mortier en agathe à l'aide d'un pilon en agathe afin d'obtenir des grains d'une fraction d'environ 2 mm au maximum. La fraction concassée est homogénéisée et pesée. La particule utilisable est conservée dans un flacon portant un numéro de référence préalablement choisi et en concordance avec le numéro de l'échantillon pour la suite du traitement chimique. Au passage à un autre échantillon afin d'éviter toute éventuelle contamination, le mortier et le pilon sont lavés à l'aide d'une brosse et du savon, puis nettoyés avec une serviette propre.

#### **2.3.1.2. Traitement chimique**

Le traitement chimique pratiqué au Laboratoire de Paléobiogéologie-Paléobotanique-Paléopalynologie (PPP) de l'ULg comporte une attaque à l'HCl (30%) suivie d'un rinçage de l'HCl par deux centrifugations. Vient ensuite une attaque à l'HF (40%). Ici aussi l'acide fluorhydrique est rincé par deux centrifugations. Suit un traitement

à l'HCl chaud, une filtration sur un tamis en nylon à maille de 12 µm après refroidissement et une dernière attaque à l'HNO<sub>3</sub> (60 %) pendant 2 mn.

### Déroulement des opérations

#### **a. Traitement à l'acide chlorhydrique (HCl 30%)**

Cette attaque consiste à éliminer les carbonates (calcite et dolomite) contenus dans l'échantillon.

L'échantillon préalablement préparé mécaniquement est traité par 250 ml d'une solution d'HCl préparée de la façon suivante : prélever 50 ml d'HCl dilué à 30% dans un bécher, puis ajouter de l'eau jusqu'à 500 ml. Une fois le liquide (250 ml) versé sur l'échantillon, l'ensemble est laissé à macérer ½ jour à 1 nuit.

On procède ensuite à un rinçage de l'HCl par centrifugation à 3000 tours pendant 5 mn. L'échantillon subit alors un nouveau test à l'HCl, cette fois, à 30% non dilué pour s'assurer de l'élimination des carbonates. Si le test est positif, l'échantillon reste encore quelques minutes dans l'acide puis est soumis à une nouvelle centrifugation. Lorsqu'il n'y a plus effervescence, l'échantillon est prélevé à l'aide d'une pissette ; après ajout d'eau distillée, une nouvelle centrifugation a lieu et l'échantillon est prêt pour un traitement à l'HF.

#### **b. Traitement à l'acide fluorhydrique (HF 40%)**

L'attaque à l'acide fluorhydrique (40%) permet d'éliminer la silice et les silicates, afin de ne conserver que de la matière organique en éliminant au maximum tout ce qui est minéral. Pour cette attaque, les échantillons sont placés dans des récipients cylindriques en plastique avec 150 ml d'HF à 40%. Ces récipients, soigneusement bouchonnés, sont posés sur des cylindres permettant une rotation assurant une homogénéisation de l'ensemble par agitation lente. L'opération dure environ 12 heures (une nuit).

Pour procéder à la centrifugation des échantillons, on vide les récipients de leur contenu à l'aide d'une pissette. Si l'échantillon est trop compacté, il faut se servir préalablement d'une baguette en verre pour le détacher du fond du récipient. Par la suite, quand le mélange est bien homogénéisé, de l'eau distillée est ajoutée au 3/4 du volume du récipient contenant le sédiment traité et on procède à une centrifugation. Un deuxième

rinçage à l'eau est effectué afin de débarrasser l'échantillon d'un maximum d'acide. Après la deuxième centrifugation du deuxième rinçage à l'eau, l'échantillon est versé dans des béchers en verre de 250 ml à l'aide de la pissette.

### **c. Traitement à l'HCl à chaud**

Ce traitement consiste à faire bouillir pendant quelques minutes l'échantillon afin de libérer les palynomorphes du reste du contenu de la matière organique. Pour cela, on utilise une plaque chauffante. Pour le traitement à l'acide chlorhydrique à chaud, on ajoute une petite quantité d'eau distillée sur les échantillons (maximum 100 ml) pour décoller le sédiment du fond du récipient et le rincer. Le sédiment libéré et rincé est transvasé dans un bécher de 250 ml ; ensuite, une petite quantité de l'HCl à 30% et environ 200 ml d'eau y sont ajoutés. Aussitôt le pot est placé sur une plaque chauffante préalablement branchée pendant 5 mn. Après le début d'ébullition, on répète l'opération pour chaque échantillon.

### **d. Filtration**

La séparation physique des matières organiques s'effectue par filtration au moyen d'un appareillage type. Ce système permet une séparation et un nettoyage efficace de la matière organique tout en nécessitant un contrôle préalable des filtrats. Un tamis de maille 12  $\mu\text{m}$  est placé sur un entonnoir surmontant un erlenmeyer relié à une pompe aspirante. On verse alors le contenu de l'échantillon bouilli dans l'entonnoir par petites quantités à plusieurs reprises. Cette filtration se fait à l'eau courante qui devient de plus en plus claire au fur et à mesure du nettoyage. Quand l'échantillon est propre, à l'aide d'une pissette contenant de l'eau distillée le contenu du tamis est récupéré dans un petit tube à essai préalablement numéroté. A la fin de la filtration on procède à une centrifugation pour récupération du sédiment traité. Le contenu liquide est vidé mais une petite quantité d'eau pour le montage des lames est conservée.

### **e. Traitement à l'HNO<sub>3</sub> (éventuellement)**

Ce traitement permet de débarrasser les palynomorphes de débris divers qui auraient résisté au traitement précédent. L'oxydation de ces derniers se fait à l'aide d'acide nitrique pendant 2 mn. Cela consiste à remettre les échantillons dans les béchers et à ajouter de

l'acide nitrique à 60% en quantité double de l'eau qui se trouve sur l'échantillon à oxyder. Après les deux minutes requises pour l'opération, la quantité d'eau est augmentée dans le bécher et on procède ensuite à une nouvelle filtration.

### **2.3.2. Montage des lames**

La procédure de traitement adoptée conduit au montage de lames qui permettront l'observation des palynomorphes au microscope et l'estimation de leur concentration.

Une fois les traitements décrits ci-dessus réalisés, quelques gouttes de la préparation sont déposées sur un couvre-objet et mélangées à de l'HEC afin d'assurer une meilleure dispersion des palynomorphes. Le HEC est un mélange de Cellulose Hydroxyéthilique, d'alcool et d'eau distillée. Quelques gouttes du mélange sont pipetées et étalées sur une lamelle préalablement placée sur une lame numérotée. Par la suite, les lames et lamelles correspondant aux différents échantillons traités sont placées dans l'étuve pour séchage pendant une demi-heure minimum. Lorsque le contenu des lamelles a séché, celles-ci sont décollées délicatement à l'aide de pinces puis retournées et collées avec de la colle Eukitt sur des lames définitives initialement préparées et reprenant le n° de l'échantillon et sa profondeur dans les séquences provenant des sondages.

## **2.4. PRESENTATION DES RESULTATS : DETERMINATION DES TAXONS, TECHNIQUES DE COMPTAGE ET DE CLASSIFICATION**

### **2.4.1. Observations et comptages**

L'observation des palynomorphes a été réalisée sous microscope photonique Zeiss Jenaval (objectif 100 à immersion ; oculaire 10x). On a procédé ensuite au balayage des lames à l'objectif 40x afin de recenser l'ensemble des taxons présents. Le comptage de chaque taxon correspond au nombre de fois que le fossile a été rencontré dans toute la lame. Il se fait en balayant celle-ci de gauche à droite et de haut en bas. Dans chacun des

sondages, deux lames par niveau ont été examinées et un minimum de 250 individus a été compté (250 dinoflagellés + 250 pollens et spores).

Les proportions comptées de chaque taxon pour les niveaux analysés sont consignées dans des tableaux numériques. Elles sont ensuite exprimées en fréquences relatives, c'est-à-dire en pourcentages par rapport au total des dinoflagellés ou de pollen et spores comptés, soit un minimum de 250 par niveau pour chacune des deux catégories de palynomorphes.

Dans les graphiques relatifs aux dinoflagellés (Figures 5 et 6) présentés dans ce travail, la fréquence relative des taxons est figurée par des traits dont l'épaisseur varie selon la simple présence (3 % <) jusqu'à l'abondance (>40 %). Les espèces reprises dans ces graphiques ont été retenues pour leur caractère particulier, lié à l'évolution séquentielle qu'elles présentent dans les dépôts analysés et pour leur valeur biostratigraphique reconnue dans les bassins voisins. En ce qui concerne les pollens et spores, on a retenu la méthode de présence/absence (Figures A, B, C, D), moins précise mais suffisante dans l'optique du travail présenté ici où les dinokystes occupent une place prépondérante dans la discussion biostratigraphique.

## **2.4.2. Identifications**

Les identifications des formes recensées ont été effectuées principalement à partir de comparaisons avec des espèces figurées et décrites dans des publications relatives à l'Afrique mais aussi d'Europe et d'Amérique, voire d'Asie. Nous avons pu aussi bénéficier des judicieux conseils de A. IAKOVLEVA (Geological Institute – Russian Academy of Sciences) et de J. DE CONINCK (U. Gent, Belgium) pour vérifier nos déterminations de dinoflagellés.

En ce qui concerne les dinoflagellés, l'essentiel des identifications est basée sur les caractères morphologiques (la forme du kyste, le type de processus et sa distribution, l'ornementation de surface ou le type d'archéopyle, la corne apicale et les cornes antapicales). Les formes recensées dans l'étude ont été comparées à des formes publiées dans des travaux antérieurs relatifs à l'Afrique (JAN DU CHÊNE & ADEDIRAN, 1984 ; OLOTO, 1990 ; OLOTO, 1992 ; ATTA-PETERS & SALAMI, 2004a, 2006 ; BANKOLE et *al.*, 2007) mais aussi dans des publications en Europe (COSTA & DOWNIE, 1976 ; HANSEN, 1977 ; HARLAND, 1979 ; ISLAM, 1983 ; POWELL, 1992 ; DE CONINCK,

1993 ; GEDL, 1995 ; STOVER *et al.*, 1996 ; RONCAGLIA & CORRADINI, 1997 ; IAKOVLEVA *et al.*, 2000, 2001 ; NØHR-HANSEN, 2003 ; GEDL, 2005 ; ALEKSANDROVA & ZAPOROZHETS, 2008 ; FENSOME *et al.*, 2009 ; ALEKSANDROVA & SHCHERBININA, 2011 ; HOFMANN *et al.*, 2011), en Amérique (GREGORY & HART, 1995 ; YEPES, 2001 ; HELENES & TELLEZ-DUARTE, 2002) et au Pakistan (EDWARDS, 2007).

De même, les identifications des spores et pollens sont basées sur la forme du grain, les apertures, le type d'exine et son ornementation. Les formes inventoriées ont été comparées aux formes présentes dans d'autres travaux existants en Afrique, en Amérique du Sud ou, accessoirement, en Asie : VAN HOEKEN KLINKENBERG (1966), GERMERAAD *et al.* (1968), BOLTENHAGEN (1976), SALARD-CHEBOLDAEFF (1977, 1978, 1979), JAN DU CHÊNE *et al.* (1978b), BOLTENHAGEN *et al.* (1985), SCHRANK (1987), SCHRANK (1994, 1994a) FREDERIKSEN (1994), EL BEIALY, (1998) ; FREDERIKSEN *et al.* (1999), JARAMILLO & DILCHER (2001), RULL (2001), HELENES & CABRERA (2003) ; PARDO TRUJILLO *et al.* (2003), ATTA-PETERS & SALAMI (2004b), PARDO TRUJILLO (2004), STEAD & AWAD (2005), JARAMILLO *et al.* (2007), EISAWI & SCHRANK (2008, 2009), PAUVILAUSKAS *et al.* (2008), AJAEGWU *et al.* (2012).

### **2.4.3. Tableaux statistiques**

Les tableaux de comptages et de pourcentages (voir annexes) des palynomorphes des différents groupes issus de chacun des puits fournissent la liste complète des variables palynologiques quantitatives. Nous avons établi six tableaux de comptages et six tableaux de pourcentages des taxons de chaque groupe de palynomorphes correspondant aux six puits analysés. La lettre (a) correspond au comptage et la lettre (b) au pourcentage.

Pour les dinoflagellés, il s'agit de tableaux 1a et 1b pour le puits Moulongo, tableaux 2a et 2b pour le puits Mamiwater, tableaux 3a et 3b pour le puits Nord Matanda, tableaux 4a et 4b pour le puits Ngata, tableaux 5a et 5b pour le puits Yatou, tableaux 6a et 6b pour le puits Pungo.

Les palynomorphes terrestres (spores et pollens) ont été inventoriés et consignés également dans six tableaux correspondant aux six puits. Les pourcentages de chaque taxon ont été calculés par rapport au nombre total des taxons par échantillon et consignés dans les



tableaux de pourcentage. Pour faire la différence avec les dinokystes, les tableaux de taxons sporopolliniques portent des chiffres romains. Il s'agit de tableaux Ia et Ib pour le puits Moulongo, tableaux IIa et IIb pour le puits Mamiwater, tableaux IIIa et IIIb pour le puits Nord Matanda, tableaux Iva et IVb pour le puits Ngata, tableaux Va et Vb pour le puits Yatou et tableaux VIa et VIb pour le puits Pungo.

## **DEUXIEME PARTIE : RESULTATS**

## **CHAPITRE 3 - INVENTAIRES DES PALYNOMORPHES**

Presque tous les échantillons analysés dans ce travail ont été productifs. Les palynomorphes de la Formation de Nkapa sont très bien préservés. Parmi les fossiles trouvés dans les forages traversant la Formation de Nkapa à laquelle cette étude est consacrée, se trouvent de nombreux dinokystes, des spores et des grains de pollens. Les formes bien connues permettant de faire des corrélations, de la biostratigraphie et du paléoenvironnement ainsi que des formes moins connues, laissées en nomenclature ouverte font partie de l'inventaire des palynomorphes trouvés dans chaque puits.

### **3.1. TABLEAUX D'INVENTAIRES**

Ces tableaux font état des taxons (dinoflagellés, pollens et spores) recensés dans les différentes séquences étudiées, sans valeur quantitative. Complémentairement aux données statistiques, les données de type présence-absence des taxons représentent le résultat des observations de nature purement qualitatives. En paléopalynologie, les données de type présence-absence sont utilisées à des fins biostratigraphiques et chronostratigraphiques pour dater les terrains et établir des corrélations régionales et inter-régionales, voire globales. Ces données présentent parfois un intérêt paléoécologique et/ou paléoclimatique. Aux tableaux d'inventaires ont été joints, à titre indicatif, des tableaux reprenant la liste des auteurs ayant reconnu la présence des taxons identifiés à Douala dans des bassins proches ou éloignés.

#### **3.1.1. Inventaire des dinoflagellés**

Les sédiments de la Formation de Nkapa se sont révélés très riches en dinokystes. Tous les puits étudiés offrent une diversité de dinokystes bien que ces derniers soient rares dans le puits Ngata. L'inventaire établi sur base de la présence/absence figure au Tableau 1. Ce tableau est suivi de deux autres (tableaux 2 et 3) reprenant la présence des taxons dans d'autres bassins, surtout d'Afrique. En plus des espèces inventoriées, plusieurs genres sont également restés en nomenclature ouverte.

**Tableau 1** - Distribution des dinoflagellés dans les différentes séquences étudiées.

<i>Dinoflagellés</i>	Pungo	Nord Matanda	Mamiwater	Yatou	Moulongo	Ngata
<i>Achomospaera</i> sp.	×	×	×	×	×	×
<i>Adnatosphaeridium multispinosum</i> Williams & Downie 1966.	×	×	×		×	×
<i>Adnatosphaeridium</i> sp.	×	×	×	×	×	
<i>Andalusiella gabonensis</i> Wrenn & Hart 1988		×				
<i>Andalusiella</i> sp.		×			×	×
<i>Apectodinium homomorphum</i> Lentin & Williams 1977	×	×	×		×	
<i>Apectodinium hyperacanthum</i> Lentin & Williams 1977	×	×	×			
<i>Apectodinium paniculatum</i> Lentin & Williams 1977	×		×			
<i>Apectodinium parvum</i> Lentin & Williams 1977			×			
<i>Apectodinium quinquelatum</i> Costa & Downie 1979	×	×	×			
<i>Apectodinium</i> sp.	×		×		×	×
<i>Areoligera coronata</i> Lejeune-Carpentier 1938		×	×	×	×	×
<i>Areoligera</i> sp.		×	×	×	×	×
<i>Cerodinium boloniense</i> Lentin & Williams 1989		×				
<i>Cerodinium diebelii</i> Lentin & Williams 1987		×	×	×	×	
<i>Cerodinium wardenense</i> Lentin & Williams 1987		×	×		×	×
<i>Cleistosphaeridium</i> sp.					×	
<i>Cordosphaeridium fibrospinosum</i> Davey & Williams 1966	×		×	×	×	×
<i>Cordosphaeridium cf. inodes</i> Eisenack 1963	×	×	×	×	×	×
<i>Cordosphaeridium cf. minimum</i>	×	×	×			
<i>Cordosphaeridium multispinosum</i> Davey & Williams 1966			×	×	×	×
<i>Cordosphaeridium</i> sp.	×	×	×	×	×	×
<i>Dapsilidinium</i> sp.			×			
<i>Deflandrea denticulata</i> Alberti 1959	×	×	×			
<i>Deflandrea cf. oebisfeldensis</i> Alberti 1959		×	×			
<i>Deflandrea</i> sp.	×	×	×	×	×	×
<i>Diphyes cf. spinulum</i> Stover & Evitt 1978	×	×	×		×	
<i>Diphyes spinulum</i> Stover & Evitt 1978		×				
<i>Diphyes colligerum</i> Cookson 1965	×	×	×			×
<i>Eocladopyxis peniculata</i> Morgenroth 1966	×	×	×	×	×	×
<i>Fibrocysta bipolaris</i> Stover & Evitt 1978	×	×	×	×	×	×
<i>Fibrocysta</i> sp.	×	×	×	×	×	×
<i>Fibrocysta vectensis</i> Stover & Evitt 1978	×	×	×		×	
<i>Glaphyrocysta ordinata</i> Stover & Evitt 1978	×	×	×	×	×	
<i>Glaphyrocysta</i> sp.	×	×	×	×	×	×
<i>Hafniasphaera septata</i> Hansen 1977	×	×	×	×	×	×
<i>Hafniasphaera</i> sp.					×	
<i>Homotryblum abbreviatum</i> Eaton 1976			×		×	
<i>Homotryblum cf. tenuispinosum</i>			×		×	
<i>Homotryblum</i> sp.					×	
<i>Hystrichokolpoma rigaudiae</i> Deflandre & Cookson 1955			×		×	
<i>Hystrichokolpoma</i> sp.	×	×			×	×
<i>Hystrichokolpoma unispinum</i> Bujak 1980		×				
<i>Hystrichosphaeridium</i> sp.				×		
<i>Hystrichosphaeridium tubiferum</i> Deflandre 1937	×	×	×	×	×	
<i>Ifecysta pachyderma</i> Jan Du Chêne & Adediran 1985	×		×	×		
<i>Kallosphaeridium</i> sp.					×	×
<i>Kallosphaeridium yorubaense</i> Jan Du Chêne & Adediran 1985	×	×	×		×	×

**Tableau 1 - Suite.**

<i>Kenleyia pachycerata</i> Cookson & Eisenack 1965				x		
<i>Kenleyia</i> sp.	x	x	x	x	x	
<i>Lejeunecysta</i> cf. <i>beninensis</i>			x		x	
<i>Lejeunecysta hyalina</i> Sarjeant 1984		x	x	x	x	
<i>Lejeunecysta</i> cf. <i>lata</i>		x	x		x	
<i>Lejeunecysta</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Lingulodinium machaerophorum</i> Wall 1967	x	x	x	x	x	
<i>Lingulodinium</i> sp.	x	x	x	x	x	
<i>Millioudodinium</i> sp.	x		x	x		
<i>Operculodinium</i> sp.					x	
<i>Palaeocystodinium australinum</i> Lentin & Williams 1976		x	x	x		
<i>Palaeocystodinium golzowense</i> Alberti 1961		x	x	x	x	x
<i>Palaeocystodinium</i> sp.						x
<i>Phelodinium</i> cf. <i>magnificum</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Phelodinium magnificum</i> Stover & Evitt 1978		x	x	x	x	x
<i>Phelodinium</i> sp.1	x	x	x	x	x	
<i>Phelodinium</i> sp.2			x			
<i>Polysphaeridium</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Polysphaeridium subtile</i> Davey & Williams 1966	x	x	x		x	x
<i>Polysphaeridium zoharyi</i> Rossignol 1966	x	x	x	x	x	
<i>Senegalinium laevigatum</i> Bujack & Davies 1983		x		x		
<i>Senegalinium orei</i> Stover & Williams 1987		x	x	x	x	x
<i>Senegalinium</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Spiniferites</i> cf. <i>ramosus</i>			x		x	x
<i>Spiniferites</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Thalassiphora patula</i> Stover & Evitt 1978			x	x		
<i>Thalassiphora</i> sp.						x
<i>Wetzeliiella</i> sp.		x	x			
<i>Wilsonidium nigeriaense</i> Jan Du Chêne & Adediran 1985		x	x		x	

**Tableau 2- Ages définis dans les travaux antérieurs en Afrique (Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Gabon) pour les espèces sélectionnées de la Formation de Nkapa.**

<b>Taxons</b>	<b>Age</b>	<b>Localisation</b>
<i>Adnatosphaeridium multispinosum</i> .	Crétacé supérieur – Eocène inférieur	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria.
<i>Andalusiella gabonensis</i>	Crétacé supérieur - Paléocène inférieur	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria.
<i>Apectodinium homomorphum</i>	Paléocène – Eocène inférieur	Nigeria
<i>Apectodinium hyperacanthum</i>	Paléocène supérieur – Eocène inférieur	Nigeria
<i>Apectodinium paniculatum</i>	Paléocène supérieur - Eocène inférieur	Nigeria
<i>Apectodinium quinquelatum</i>	Paléocène supérieur - Eocène inférieur	Nigeria
<i>Areoligera coronata</i>	Crétacé supérieur - Paléocène	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria.
<i>Cerodinium diebelii</i>	Crétacé supérieur - Paléocène inférieur	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Gabon.
<i>Cerodinium wardenense</i>	Paléocène supérieur – Eocène inférieur	Nigeria
<i>Cordosphaeridium</i> cf. <i>inodes</i>	Crétacé supérieur - Paléocène	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Gabon.
<i>Cordosphaeridium minimum</i>	Crétacé supérieur - Eocène	Côte d'Ivoire, Nigeria.
<i>Cordosphaeridium multispinosum</i>	Paléocène – Eocène inférieur.	Nigeria, Gabon.
<i>Deflandrea denticulata</i>	Paléocène supérieur	Nigeria

**Tableau 2 - Suite**

<i>Deflandrea cf. oebisfeldensis</i>	Paléocène-Eocène	
<i>Eocladopyxis peniculata</i>	Paléocène supérieur – Eocène inférieur	Nigeria.
<i>Fibrocysta vectensis</i>	Paléocène inférieur - Eocène inférieur	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria.
<i>Glaphyrocysta ordinata</i>	Paléocène inférieur- Eocène inférieur	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria.
<i>Hafniasphaera septata</i>	Crétacé supérieur – Eocène inférieur	Ghana, Nigeria.
<i>Homotryblium tenuispinosum</i>	Paléocène supérieur - Eocène	Côte d'Ivoire, Nigeria.
<i>Hystriosphæridium tubiferum</i>	Eocène	Nigeria
<i>Kallosphaeridium yorubaense</i>	Paléocène-Eocène	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria.
<i>Lejeunecysta beninensis</i>	Paléocène	Nigeria
<i>Lejeunecysta hyalina</i>	Crétacé supérieur- Paléocène inférieur	Nigeria
<i>Palaeocystodinium australinum</i>	Crétacé supérieur – Paléocène inférieur	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria.
<i>Palaeocystodinium golzowense</i>	Crétacé supérieur – Eocène inférieur	Côte d'Ivoire, Ghana, Nigeria, Gabon.
<i>Phelodinium cf. magnificum</i>	Paléocène-Eocène inférieur	Nigeria
<i>Polysphaeridium subtile</i>	Eocène inférieur	Nigeria
<i>Senegalinium orei</i>	Paléocène supérieur – Eocène inférieur	Nigeria
<i>Wilsonidium nigeriaense</i>	Paléocène supérieur – Eocène inférieur	Nigeria
<i>Wetzeliella sp.</i>	Eocène	Nigeria
<i>Apectodinium sp.</i>	Paléocène supérieur – Eocène inférieur	Nigeria

**Tableau 3- Ages prédéfinis dans les travaux antérieurs en Afrique et dans d'autres régions du monde (Ghana, Nigeria, Pakistan, Tunisie, Maroc) des espèces sélectionnées de la Formation de Nkapa.**

<b>Taxons</b>	<b>Age</b>	<b>Auteurs</b>
<i>Achomosphaera sp.</i>	Crétacé - Miocène	Oboh-Ikeunobe et al., 1998 ; Atta-peters & Salami, 2004a, 2006 ; Adeonipekum et al., 2012 ; Digbehi et al., 2012
<i>Andalusiella sp.</i>	Crétacé supérieur - Paléocène inférieur	Oboh-Ikuenobe et al., 1998 ; Oloto, 1990 ; Atta-Peters & Salami, 2004a
<i>Andalusiella gabonensis</i>	Crétacé supérieur - Paléocène inférieur	Atta-Peters & Salami, 2004a ; Atta-Peters & Salami, 2006 ; Digbehi et al., 2011 ; Masure et al., 1998
<i>Cerodinium diebelii</i>	Crétacé supérieur - Paléocène	Boltenhagen, 1977 ; Masure et al., 1998 ; Oboh-Ikuenobe et al., 1998 ; Atta-Peters & Salami, 2004a, 2006 ; Digbehi et al., 2011
<i>Cerodinium wardenense</i>	Crétacé supérieur - Eocène inférieur	Jan Du Chêne et al., 1985 ; Digbehi et al., 2011
<i>Palaeocystodinium australinum</i>	Crétacé supérieur - Paléocène	Oloto, 1989 ; Edet & Nyong, 1993 ; Masure et al., 1998 ; Oboh-Ikuenobe et al., 1998 ; Atta-Peters & Salami, 2004a ; Bankole et al., 2007
<i>Palaeocystodinium golzowense</i>	Crétacé supérieur - Eocène inférieur	Jan Du Chêne et Adediran 1985 ; Oloto, 1990, 1992 ; Atta-Peters & Salami, 2004a, 2006 ; Bankole et al., 2007 ; Digbehi et al., 2011, 2012
<i>Cordosphaeridium cf. minimum</i>	Crétacé supérieur - Eocène inférieur	Jan Du Chêne & Adediran 1984 ; Jan Du Chêne & Adediran., 1985 ; Digbehi et al., 2011
<i>Cordosphaeridium multispinosum</i>	Crétacé supérieur - Eocène	Oloto, 1992 ; Atta-Peters & Salami, 2004a
<i>Cordosphaeridium cf. inodes</i>	Maestrichtien- Eocène	Oloto, 1989, Oboh-Ikuenobe et al., 1998 ; Masure et al., 1998 ; Atta-Peters & Salami, 2004a ; Bankole et al., 2007 ; Lucas & Ishiekwene, 2010a ; Digbehi et al., 2012
<i>Hafniasphaera septata</i>	Maestrichtien- Eocène	Oloto, 1992 ; Atta-Peters & Salami, 2006 ; Bankole et al., 2007 ; Slimani et al., 2010 ; Adeonipekum et al., 2012
<i>Apectodinium quinquelatum</i>	Thanétien-Yprésien	Jan Du Chêne et al., 1985, Oloto, 1992
<i>Deflandrea cf. oebisfeldensis</i>	Sélandinien- Yprésien	Powell, 1988 ; Powell, 1992 ; Gradstein et al. 1992, De Coninck, 1993 ; Stover et al., 1996 ;
<i>Deflandrea denticulata</i>	Thanétien-Yprésien	Lucas & Ishiekwene, 2010a
<i>Apectodinium paniculatum</i>	Paléocène supérieur-	Jan Du Chêne & Adediran, 1985 ; Bankole et al., 2007

	Eocène inférieur	
--	------------------	--

**Tableau 3 - Suite**

<i>Apectodinium hyperacanthum</i>	Paléocène supérieur-Eocène inférieur	Jan Du Chêne & Adediran 1985
<i>Apectodinium homomorphum</i>	Paléocène-Eocène	Jan Du Chêne et al., 1978a ; Jan Du Chêne & Adediran, 1985 ; Oloto, 1992 ; Bankole et al., 2007 ; Lucas & Ishiekwene, 2010 ; Adeonipekum et al., 2012
<i>Lejeunecysta cf. beninensis</i>	Paléocène-Miocène	Bankole et al., 2007 ; Digbehi et al., 2012
<i>Lejeunecysta hyalina</i>	Maestrichtien- au-delà du Danien	Oloto, 1989 ; Slimani et al., 2010
<i>Phelodinium cf. magnificum</i>	Paléocène-Yprésien	Jan Du Chêne & Adediran, 1985 ; Bankole et al., 2007
<i>Glaphyrocysta ordinata</i>	Maestrichtien supérieur-Eocène	Oloto, 1992 ; Oboh-Ikuenobe et al., 1998 ; Slimani et al., 2010
<i>Areoligera coronata</i>	Campanien supérieur-au de la du Danien	Oboh-Ikuenobe et al., 1998 ; Masure et al., 1998 Atta-Peters & Salami, 2004a
<i>Eocladopyxis peniculata</i>	Thanetien-Yprésien	Jan Du Chêne & Adediran, 1985
<i>Wilsonidium nigeriaense</i>	Thanetien-Yprésien	Jan Du Chêne & Adediran, 1985
<i>Senegalinium orei</i>	Paléocène-Yprésien	Jan Du Chêne & Adediran, 1985 ; Bankole et al., 2007
<i>Apectodinium sp.</i>	Thanetien-Eocène	Bankole et al., 2007 ; Lucas & Ishiekwene, 2010a, Adeonipekum et al., 2012
<i>Fibrocysta vectensis</i>	Danien-Eocène	Oboh-Ikuenobe et al., 1998 ; Oloto, 1992
<i>Kallosphaeridium sp.</i>	Paléocène inférieur	Bankole et al., 2007
<i>Kallosphaeridium yorubaense</i>	Danien-Yprésien	Jan Du Chêne & Adediran, 1985 ; Masure et al., 1998 ; Slimani et al., 2010 ; Digbehi et al., 2011
<i>Adnatosphaeridium multispinosum</i>	Maestrichtien-Yprésien	Masure et al., 1998 ; Atta-Peters & Salami, 2004a ; Jan Du Chêne & Adediran, 2005 ; Atta-Peters & Salami, 2006 ; Bankole et al. 2007 Digbehi et al., 2011
<i>Homotryblium tenuispinosum</i>	Paléocène-Eocène	Bankole et al., 2007 ; Digbehi et al., 2011
<i>Polysphaeridium subtile</i>	Eocène	Oloto, 1992 ; Bankole et al., 2007
<i>Wetziella sp.</i>	Eocène	Oloto, 1992
<i>Hystrichosphaeridium tubiferum</i>	Eocène	Jan Du Chêne et al., 1978a

### 3.1.2. Inventaire des spores et pollens

Les palynomorphes terrestres en l'occurrence les spores et pollens, enregistrés dans les six puits de la Formation de Nkapa sont répertoriés dans le tableau 4. Les spores trouvées dans les sédiments de la Formation de Nkapa sont des spores de ptéridophytes monolètes et surtout trilètes. Les grains de pollens concernent essentiellement des angiospermes et minoritairement des gymnospermes. 93 espèces sporopolliniques déterminées ont été recensées dans la Formation de Nkapa. Parmi ces espèces, 13 nouvelles espèces et un nouveau genre ont été mis en évidence. Un nouveau genre a été défini dans ce travail. Deux nouvelles sous-espèces à savoir ont aussi été définies. Plusieurs genres sont restés en nomenclature ouverte.

En dehors de ces nouvelles espèces, les autres espèces déjà connues en Afrique, en Amérique du Sud et même en Inde sont repris dans le tableau 5 à titre indicatif.

**Tableau 4-** Relevé des taxons sporopolliniques inventoriés dans les six puits

Taxons	Pungo	Nord Matanda	Mamiwater	Yatou	Moulongo	Ngata
<i>Camarazonosporites</i> sp.	x	x	x	x		x
<i>Cicatricosporites eocenicus</i>		x	x			
<i>Cyathidites congoensis</i>		x	x		x	x
<i>Cyathidites</i> sp.	x	x	x	x		x
<i>Cyathidites minor</i>			x	x		x
<i>Deltoidospora minor</i>			x		x	x
<i>Dictyophillidites harrisi</i>			x			x
<i>Foveotriletes margaritae</i>		x	x		x	x
<i>Foveotriletes</i> sp.		x	x			x
<i>Leiotriletes</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Polypodiaceosporites simplex</i>		x	x	x	x	
<i>Polypodiaceosporites</i> sp.	x	x	x	x		
<i>Psilatrilletes martinensis</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Psilatrilletes</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Triletes</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Laevigatosporites</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Verrucatosporites favus</i>	x	x			x	
<i>Verrucatosporites</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Verrucatosporites usmensis</i>	x			x		
<i>Pityosporites</i> sp.			x		x	x
<i>Echimonocolpites protofranciscoi</i>		x	x	x	x	x
<i>Echimonocolpites rarispinosus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Echimonocolpites</i> sp.				x		x
<i>Longapertites</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Longapertites marginatus</i>			x	x	x	x
<i>Longapertites vaneendenburgi</i>		x	x	x		
<i>Mauritiidites crassixinus</i>		x	x	x	x	x
<i>Mauritiidites franciscoi</i> var <i>franciscoi</i>			x	x	x	x
<i>Mauritiidites minimus</i>		x	x	x		x
<i>Mauritiidites</i> sp.		x		x		x
<i>Proxapertites operculatus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Proxapertites cursus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Proxapertites psilatus</i>			x			
<i>Inaperturopollenites</i> sp.					x	x
<i>Racemonocolpites</i> sp.	x		x		x	x
<i>Racemonocolpites facilis</i>		x				x
<i>Racemonocolpites racematus</i>		x	x		x	x
<i>Retimocolpites longicolpatus</i>			x		x	x
<i>Retimonocolpites tertiarus</i>	x			x	x	x
<i>Retimonocolpites irregularis</i>	x		x	x	x	x
<i>Retimonocolpites</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Spinizonocolpites baculatus</i>		x	x	x	x	x
<i>Spinizonocolpites echinatus</i>	x		x	x	x	x
<i>Spinizonocolpites</i> sp.					x	
<i>Monocolpopollenites</i> sp.	x	x	x	x	x	x
<i>Monocolpites marginatus</i>		x	x	x	x	x
<i>Psilamonocolpites medius</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Praedopollis</i> sp.						x
<i>Retidiporites magdalenensis</i>		x	x			x
<i>Retidiporites</i> sp.				x		x
<i>Auriculopollenites simplex</i>			x	x		
<i>Corsinipollenites</i> sp.			x	x		x
<i>Concavisubtriporites nkapaensis</i>						x
<i>Cricotriporites guianensis</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Cricotriporites macroporus</i>		x	x		x	x
<i>Echitriporites trianguliformis</i>		x	x	x	x	x
<i>Echitriporites variabilis</i>			x	x		x
<i>Echitriporites</i> sp.	x		x	x	x	x
<i>Momipites eoaffricanus</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Proteacidites pseudocooksonii</i>	x	x	x	x	x	x
<i>Proteacidites miniporatus</i>						x
<i>Protéacidites dehanii</i>				x		x
<i>Proteacidites</i> sp.			x		x	x
<i>Scabratriporites annellus</i>		x	x	x	x	x
<i>Bacutriporites orluensis</i>			x			
<i>Pediculisporis reticularis</i>			x			x
<i>Psilatriporites doualaensis</i>		x	x	x	x	x



<i>Psilatropites magnotriangulus</i>			×			×
--------------------------------------	--	--	---	--	--	---

Tableau 4- Suite 1

<i>Psilatropites</i> sp. 1	×	×	×		×	×
<i>Psilatropites</i> sp. 2				×	×	×
<i>Psilatropites</i> sp. 3		×	×	×	×	×
<i>Psilatropites</i> sp. 4		×				×
<i>Psilatropites</i> sp. 5		×		×	×	
<i>Psilatropites</i> sp. 6					×	×
<i>Anacolosidites</i> cf. <i>luteoides</i>		×				
<i>Echiperiporites</i> sp.					×	×
<i>Retitropites</i> sp.			×		×	×
<i>Scabratropites</i> sp.	×	×	×		×	×
<i>Triarites</i> sp.	×	×	×	×	×	×
<i>Aquilapollenites</i> sp.				×	×	×
<i>Ulmipollenites undulosus</i>		×	×	×	×	×
<i>Psilastephanoporites oculiporus</i>					×	
<i>Psilastephanoporites</i> sp. 1				×	×	×
<i>Psilastephanoporites</i> sp. 2					×	
<i>Retistephanoporites minutiporus</i>			×			
<i>Retitropites spissoexinus</i>						×
<i>Retitropites boltenhagenii</i>					×	×
<i>Triatriopollenites</i> sp. 1		×	×	×	×	×
<i>Triatriopollenites</i> sp. 2			×	×	×	×
<i>Triatriopollenites</i> sp. 3	×		×	×		
<i>Triatriopollenites</i> sp. 4	×	×	×			
<i>Triatriopollenites</i> sp. 5					×	
<i>Brevitricolpites echinus</i>			×			×
<i>Clavatricolpites densiclavatus</i>		×	×	×	×	×
<i>Crototricolpites densus</i>			×	×	×	×
<i>Crototricolpites</i> cf. <i>protoannemariae</i>	×	×	×	×	×	×
<i>Crototricolpites protoannemariae</i>		×	×	×	×	×
<i>Psilabrevitricolpites</i> sp. 1			×		×	×
<i>Psilabrevitricolpites</i> sp. 2		×	×		×	×
<i>Psilabrevitricolpites</i> sp. 3		×				
<i>Psilatricolpites</i> sp. 1	×	×	×		×	×
<i>Psilatricolpites</i> sp. 2	×	×	×	×	×	×
<i>Psilatricolpites</i> sp. 3	×	×	×	×	×	×
<i>Psilatricolpites</i> sp. 4	×	×	×		×	×
<i>Psilatricolpites</i> sp. 5				×		
<i>Retibrevitricolpites triangulatus</i>					×	×
<i>Retitrescolpites baculatus</i>	×		×		×	×
<i>Retitricolpites</i> sp. 1	×	×	×	×	×	×
<i>Retitricolpites</i> cf. <i>retiaphelis</i>		×	×		×	
<i>Retitricolpites clarensis</i>	×	×	×	×	×	×
<i>Retitricolpites simplex</i>			×	×	×	×
<i>Retitricolpites</i> sp. 2		×	×	×	×	×
<i>Retitricolpites</i> sp. 3	×	×	×	×	×	×
<i>Retitricolpites</i> sp. 4	×	×	×	×	×	×
<i>Spirosyncolpites spiralis</i>		×			×	
<i>Retistephanocolpites williamsi</i>	×	×	×	×	×	×
<i>Bombacacidites</i> cf. <i>annae</i>			×		×	×
<i>Bombacacidites</i> sp. 1	×	×	×		×	×
<i>Bombacacidites</i> sp. 2			×		×	
<i>Bombacacidites</i> sp. 3				×		×
<i>Bombacacidites</i> sp. 5				×		
<i>Bombacacidites</i> sp. 4					×	
<i>Bombacacidites ngosii</i>						×
<i>Bombacacidites</i> sp. 6		×				×
<i>Brevitricolporites eomolinae</i>	×	×	×	×	×	×
<i>Clavatricolporites leticiae</i>	×	×	×	×	×	×
<i>Clavatricolporites</i> cf. <i>leticiae</i>		×	×	×		×
<i>Clavatricolporites</i> sp.		×			×	×
<i>Colombipollis tropicalis</i>						×
<i>Lanagiopollis crassa</i>			×		×	
<i>Margocolporites</i> sp.		×	×		×	×
<i>Margocolporites vanwijhei</i>			×	×		×
<i>Psilabrevitricolporites</i> sp.	×	×		×		×
<i>Psilatricolporites operculatus</i>			×	×	×	
<i>Psilatricolporites crassus</i>	×	×	×	×	×	×
<i>Myrtacidites psilatus</i>					×	×

<i>Psilatricolporites</i> sp. 11			×		×	×
----------------------------------	--	--	---	--	---	---

Tableau 4- Suite 2

<i>Psilatricolporites</i> sp. 7					×	×
<i>Psilatricolporites</i> sp. 1		×			×	×
<i>Psilatricolporites</i> sp. 2		×				
<i>Psilatricolporites</i> sp. 5			×			
<i>Psilatricolporites</i> sp. 6	×		×	×	×	×
<i>Psilatricolporites</i> sp. 8	×	×	×	×	×	×
<i>Psilatricolporites</i> sp. 9			×			
<i>Psilatricolporites</i> sp. 4						×
<i>Psilatricolporites</i> sp. 3	×	×	×		×	×
<i>Psilatricolporites</i> sp. 10	×	×	×	×	×	×
<i>Siltaria mariposa</i>				×		×
<i>Striacolporites striatus</i>		×	×		×	
<i>Retibrevitricolporites protrudens</i>	×	×		×		×
<i>Retibrevitricolporites</i> sp.				×		
<i>Retitricolporites crassicostatus</i>			×	×	×	×
<i>Retitricolporites crassicostatus major</i>					×	
<i>Retitricolporites</i> « <i>poricostatus</i> »						
<i>Retitricolporites</i> cf. <i>hispidus</i>		×	×	×		
<i>Retitricolporites irregularis</i>	×			×	×	×
<i>Retitricolporites</i> sp. 1			×			
<i>Retitricolporites bessongii</i>		×	×		×	×
<i>Retitricolporites</i> sp. 2		×		×	×	
<i>Retitricolporites</i> sp. 3						×
<i>Retitricolporites</i> sp. 4						×
<i>Retitricolporites</i> sp. 5			×	×		
<i>Retitricolporites</i> sp. 6 (1)			×		×	
<i>Retitricolporites</i> sp. 6 (2)	×	×		×	×	×
<i>Retitricolporites</i> sp. 7	×		×			
<i>Retitricolporites</i> sp. 8	×		×	×	×	×
<i>Retitricolporites</i> sp. 9			×			
<i>Retitricolporites</i> sp. 10			×	×	×	×
<i>Retitricolporites</i> sp. 11	×	×	×		×	×
<i>Ilexpollenites</i> sp.		×		×	×	×
<i>Retitricolporites</i> « <i>venezuelensis</i> »		×				
<i>Striatopollis bellus</i>	×	×	×	×	×	×
<i>Striatopollis</i> sp.			×	×	×	×
<i>Striatricolporites pimulis</i>	×	×	×	×	×	
<i>Striatricolporites fragilis</i>			×		×	×
<i>Striatricolporites</i> sp.			×		×	×
<i>Tricolporites microrugulatus</i>		×	×			
<i>Psilastephanocolporites fissilis</i>	×	×				×
<i>Adenantheridites</i> sp.						×
<i>Tetracolporites pachyexinatus</i>		×		×	×	
<i>Tetracolporites quadratus</i>	×	×	×	×	×	×
<i>Psilastephanocolporites scabratus</i>	×	×	×	×	×	×
<i>Psilastephanocolporites</i> sp. 2	×	×	×	×	×	×
<i>Psilastephanocolporites</i> sp. 1		×	×	×	×	
<i>Psilastephanocolporites salardiae</i>					×	×
<i>Retistephanocolporites</i> sp. 5			×		×	
<i>Retistephanocolporites</i> sp. 1			×		×	×
<i>Retistephanocolporites</i> sp. 2					×	
<i>Retistephanocolporites</i> sp. 3			×			
<i>Retistephanocolporites</i> sp. 4	×		×			×
<i>Syncolporites lisamae</i>		×	×		×	×
<i>Syncolporites marginatus</i>		×	×	×	×	×
<i>Syncolporites</i> cf. <i>marginatus</i>			×			
<i>Syncolporites poricostatus</i>		×	×			×
<i>Syncolporites doualaensis</i>						×
<i>Cupanieidites reticularis major</i>		×		×		×
<i>Syncolporites</i> sp. 1		×	×	×	×	×
<i>Syncolporites</i> sp. 2	×	×	×		×	×
<i>Syncolporites</i> sp. 3					×	×
<i>Syncolporites</i> sp. 4		×	×		×	
<i>Syncolporites</i> sp. 5	×	×	×	×	×	×
<i>Syncolporites</i> sp. 6				×		
<i>Syncolporites</i> sp. 7				×	×	×
<i>Syncolporites</i> sp. 8		×	×	×	×	
<i>Ephedripites</i> sp.		×	×	×	×	

<i>Ephedripites vanegensis</i>		x		x	x	
--------------------------------	--	---	--	---	---	--

**Tableau 5-** Distribution stratigraphique en Afrique de l'Ouest, en Amérique du Sud et en Asie des taxons sporopolliniques significatifs.

Taxons	Age	Auteurs
<i>Cyathidites congoensis</i>	Paléocène-Miocène	Eisawi & Schrank, 2008
<i>Foveotriletes margaritae</i>	Maestrichtien-Paléocène-Eocène inférieur ?	Germeraad et al., 1968 ; Salard-Cheboldaëff, 1979 ; Bio-Lokoto et al., 1998 ; Rull, 1999 ; Helenes & Cabrera, 2003 ; Atta-Peters & Salami, 2004b ; Chiaghanam et al., 2012
<i>Verrucatosporites usmensis</i>	Maestrichtien - Miocène inférieur	Salard-cheboldaëff, 1979 ; Atta-Peters & Salami, 2004b ; Eisawi & Schrank, 2008
<i>Echimonocolpites rarispinosus</i>	Paléocène-Eocène	Sah & Dutta, 1966 ; Salard-Cheboldaëff, 1978 ; Srivastava & Binda, 1991 ; Bio-Lokoto et al., 1998 ; Stead & Awad, 2005
<i>Longapertites marginatus</i>	Campanien- Eocène moyen	Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 ; Salard, 1990 ; Bio-Lokoto et al., 1998 ; Atta-Peters & Salami, 2004b ; Chiaghanam et al., 2012
<i>Longapertites vaneendenburgi</i>	Maestrichtien-Eocène	Germeraad et al., 1968 ; Salard-Cheboldaëff, 1990 ; Srivastava & Binda, 1991 ; Rull, 1997 ; Bio-lokoto, 1998 ; Stead & Awad, 2005 ;
<i>Mauritiidites crassiexinus</i>	Paléocène supérieur- Eocène	Jan Du Chêne, 1978 ; Stead & Awad, 2005
<i>Proxapertites operculatus</i>	Maestrichtien- Eocène	Van Hoekeng-Klinkenberg, 1966 ; Germeraad et al., 1968 ; Salard-Cheboldaëff, 1979 ; Rull, 1999 ; Atta-Peters & Salami, 2004b ; Stead & Awad, 2005 ; Eisawi & Schrank, 2009 ; Chiaghanam et al., 2012
<i>Proxapertites cursus</i>	Maestrichtien-Eocène supérieur	Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 ; Germeraad et al., 1968 ; Salard-1978 ; Rull, 1997 ; Atta-Peters & Salami, 2004b
<i>Racemonocolpites facilis</i>	Paléocène-Oligocène	Gonzalez, 1967 ; Salard-Cheboldaëff, 1979 ; Srivastava & Binda, 1991 ; Stead & Awad, 2005
<i>Racemonocolpites racematus</i>	Maestrichtien-Oligocène	Van Der Hammen, 1954 ; Gonzalez, 1967 ; Salard-Cheboldaëff, 1979 ; Srivastava & Binda, 1991 ; Stead & Awad, 2005 ; Jaramillo et al., 2007
<i>Retimonocolpites irregularis</i>	Maestrichtien- Eocène supérieur-Miocène inférieur	Salard, 1979 ; Srivastava & Binda, 1991 ; El Beialy, 1998 ; Eisawi & Schrank, 2008
<i>Spinizonocolpites baculatus</i>	Crétacé supérieur-Eocène moyen	Salard, 1979 ; Rull, 1999 ; Atta-Peters & Salami, 2004b ; Chiaghanam et al., 2012
<i>Spinizonocolpites echinatus</i>	Campanien- Eocène supérieur	Sole De Porta, 1961 ; Germeraad et al. 1968 ; Salard, 1979 ; Rull, 1997, 1999 ; Atta-Peters & Salami, 2004b
<i>Monocolpites marginatus</i>	Campanien-Eocène	Adegoke et al. 1978 ; Jan Du Chêne & Salami, 1978 ; Lawal & Moullade, 1986 ; Salard, 1990 ; Awad, 1994 ; Edet & Nyong, 1994 ; Eisawi & Schrank, 2009 ; Ogala et al., 2009
<i>Psilamonocolpites medius</i>	Crétacé supérieur-Oligocène inférieur	Salard-Cheboldaëff, 1979 ; Rull, 1997, 1999 ; Bayona et al., 2004
<i>Retidiporites magdalenensis</i>	Maestrichtien- Eocène moyen	Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 ; Germeraad et al., 1968 ; Rull, 1999 ; Awad, 1994 ; Eisawi & Schrank, 2008
<i>Cricotriporites guianensis</i>	Paléocène-Eocène	Leidelmeyer, 1966 ; Regali et al. 1974 ; Pardo-Trujillo et al. 2003
<i>Echitriporites trianguliformis</i>	Campanien-Eocène supérieur	Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 ; Regali et al., 1974 ; Germeraad et al., 1968 ; Srivastava & Binda, 1991 ; Rull, 1997, 1999 ; Atta-Peters & Salami, 2004b
<i>Momipites africanus</i>	Eocène	Van Hoeken Klinkenberg, 1966 ; Helenes & Cabrera, 2003
<i>Proteacidites miniporatus</i>	Maestrichtien-Paléocène	Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 ; Bio-lokoto et al., 1998 ; Chiaghanam et al., 2012
<i>Proteacidites dehamii</i>	Maestrichtien- Paléocène	Germeraad et al., 1968 ; Rull, 1997 ; Bio-Lokoto et al., 1998 ; Chiaghanam et al., 2012.
<i>Scabratriporites annellus</i>	Maestrichtien-Paléocène moyen	Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 ; Salard-Cheboldaëff, 1979 ; Bio-Lokoto et al.,

		1998
<i>Pediculisporis reticularis</i>	Crétacé	Belsky et al., 1965 ; Salard, 1990

**Tableau 5- Suite**

<i>Anacolisidites cf. luteoides</i>	Danien-Oligocène	Germeraad et al., 1968 ; Salard-Cheboldaeff, 1979 ; Rull, 1997
<i>Ulmipollenites undulosus</i>	Crétacé supérieur-Miocène inférieur	Salard-Cheboldaeff, 1979
<i>Retitriporites boltenhagenii</i>	Miocène inférieur	Salard-Cheboldaeff, 1979
<i>Clavatricolpites densiclavatus</i>	Eocène moyen	Pardo-Trujillo et al. 2003
<i>Crototricolpites densus</i>	Eocène inférieur miocène inférieur	Salard-Cheboldaeff, 1979 ; Eisawi & Schrank, 2008 ; Digbehi et al., 2012 ;
<i>Crototricolpites protoannemariae</i>	Thanétien-Lutéien	Jaramillo et al., 2011
<i>Retibrevitricolpites triangulatus</i>	Paléocène supérieur- Eocène	Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 ; Germeraad et al., 1968 ; Salard-Cheboldaeff, 1979 ; Srivastava & Binda, 1991 ; Rull, 1999 ; Pardo-Trujillo et al., 2003
<i>Spirosyncolpites spiralis</i>	Eocène inférieur- Miocène inférieur	Salard-Cheboldaeff 1979 ; Pardo-Trujillo et al., 2003 ; Digbehi et al., 2012
<i>Retitricolpites clarensis</i>	Campanien-Eocène	Gonzalez, 1967 ; Salard-Cheboldaeff, 1979 ; Salard, 1990 ; Awad, 1994 ; Bio-Lokoto et al., 1998 ; Eisawi & Schrank, 2009
<i>Retitricolpites simplex</i>	Yprésien supérieur- Eocène supérieur	Rull, 1997 ; Pardo-Trujillo et al., 2003
<i>Retistephanocolpites williamsi</i>	Maestrichtien-Eocène moyen	Germeraad et al., 1968 ; Bio-Lokoto et al., 1998 ; Atta-Peters & Salami, 2004b ; Eisawi & Schrank, 2008
<i>Bombacidites cf. annae</i>	Yprésien inférieur-Eocène supérieur	Salard, 1979 ; Jaramillo et al., 2011
<i>Clavatricolporites leticiae</i>	Paléocène supérieur- Eocène supérieur	Rull, 1997 ; 1999
<i>Colombipollis tropicalis</i>	Paléocène	Pardo-Trujillo et al. 2003 ; Jaramillo et al., 2011
<i>Lanagiopollis crassa</i>	Paléocène supérieur-Eocène	Germeraad et al., 1968 ; Pardo-Trujillo et al., 2003
<i>Margocolporites vanwijhei</i>	Yprésien supérieur- Pléistocène	Germeraad et al., 1968 ; Regali et al., 1974 ; Rull, 1997
<i>Psilatricolporites operculatus</i>	Eocène inférieur-Pléistocène	Germeraad et al., 1968 ; Salard-Cheboldaeff, 1979 ; Rull, 1997 ; Pardo-Trujillo et al., 2003
<i>Psilatricolporites crassus</i>	Fini Paléocène- Pléistocène	Germeraad et al., 1968 ; Salard-Cheboldaeff, 1979 ; Rull, 1999
<i>Myrtacidites psilatus</i>	Crétacé	Belsky et al. 1965 ; Salard, 1990
<i>Retibrevitricolporites protrudens/obodoensis</i>	Eocène-Oligocène	Salard- Cheboldaeff, 1990 ; Stead & Awad, 2005 ; Eisawi & Schrank, 2008
<i>Retitricolporites crassicosatus</i>	Maestrichtien-Paléocène	Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 ; Bio-Lokoto et al., 1998
<i>Retitricolporites cf. hispidus</i>	Maestrichtien ? Yprésien-Bartonien	Rull, 1997, 1999 ; Eisawi & Schrank, 2008
<i>Retitricolporites irregularis</i>	Paléocène supérieur- Pléistocène	Germeraad et al., 1968 ; Salard-Cheboldaeff, 1979 ; Rull, 1999 ; Atta-Peters & Salami, 2004b
<i>Striatopollis bellus</i>	Paléocène supérieur-Miocène inférieur	Schuler & Doubinger, 1970 ; Regali et al., 1974 ; Salard-Cheboldaeff, 1978 ; Bio-Lokoto et al., 1998
<i>Striatricolporites pimulis</i>	Maestrichtien-Paléocène	Leidelmeyer, 1966 ; Van Hoeken-Klinkenberg, 1966
<i>Striatricolporites fragilis</i>	Eocène moyen-Miocène inférieur	Salard-Cheboldaeff, 1979
<i>Psilastephanocolporites fissilis</i>	Eocène-Miocène	Leidelmeyer, 1966 ; Regali et al., 1974
<i>Psilastephanocolporites scabratus</i>	Oligocène-Miocène	Salard, 1978
<i>Syncolporites lisamae</i>	Maestrichtien-Eocène	Srivastava & Binda, 1991 ; Rull, 1999 ; Jaramillo & Dilcher, 2001
<i>Syncolporites marginatus</i>	Maestrichtien supérieur-eocène moyen	Edet & Nyong, 1994 ; Eisawi & Schrank, 2008 ; Jaramillo et al., 2009 ; Chiaghanam et al., 2012
<i>Syncolporites poricostatus</i>	Eocène inférieur-Oligocène	Van Hoeken-Klinkenberg, 1966 ; Salard-Cheboldaeff, 1979 ; Srivastava & Binda, 1991
<i>Cupanieidites reticularis</i>	Crétacé	Belsky et al., 1965 ; Salard, 1990
<i>Ephedripites vanegensis</i>	Paléocène	Rull, 1997, 1999 ; Pardo-Trujillo et al., 2003

## **CHAPITRE 4- CLASSIFICATION DES PALYNOMORPHES DE LA FORMATION DE NKAPA**

Dans le présent travail, la classification des dinoflagellés est basée sur celle mise au point par FENSOME et *al.* (1993). Les genres et espèces sont organisés par ordre alphabétique au sein des familles ou des sous-familles.

La classification des spores et pollens est celle basée sur la classification artificielle de IVERSEN & TROELS-SMITH 1950 ; les genres et espèces sont organisés par ordre alphabétique dans chaque classe.

### **4.1. CLASSIFICATION DES DINOFLAGELLÉS**

La classification des dinoflagellés rencontrés dans la Formation de Nkapa est basée sur celle de Fensome et *al.* (1993) illustrée dans le tableau 6. Ainsi, tous les dinokystes présents dans les sédiments analysés de la Formation de Nkapa dans le sous-bassin de Douala appartiennent à la classe des Dinophyceae, à la sous-classe des Peridiniphyceae, aux ordres des Gonyaulacales et des Peridinales et aux sous-ordres des Peridiniineae, Gonyaulacineae, Goniodomineae (Tableau 6). Le sous-ordre des Peridiniineae comprend deux familles à savoir Peridiniaceae et Protoperidiniaceae. Le sous-ordre des Gonyaulacineae comprend aussi deux familles à savoir Gonyaulacaceae et Areoligeraceae. Enfin le sous-ordre des Goniodomineae comprend la famille des Goniodomaceae. En dehors de la famille des Areoligeraceae, toutes les autres familles comprennent des sous-familles listées ci-dessous. Au total 6 familles et 7 sous-familles (Tableau 6) sont mises en évidence. Une brève description de certaines espèces reprises sur les planches est incluse dans cette classification.

**DOMAINE : EUKARYA**

**REGNE : CHROMALVEOLATA**

**DIVISION : ALVEOLATA**

**EMBRANCHEMENT : DINOFLAGELLATA (Bütschli, 1885) Fensome et *al.*, 1993**

**SOUS EMBRANCHEMENT : DINOKARYOTA Fensome et *al.*, 1993**

**CLASSE DINOPHYCEAE Pascher 1914.**

**SOUS CLASSE PERIDINIPHYCIDAE Fensome et *al.* 1993**

**ORDRE GONYAULACALES Taylor 1980**

**SOUS ORDRE GONYAULACINEAE**

**SOUS ORDRE GONIODOMINEAE**  
**ORDRE PERIDINIALES Haeckel 1894**  
**SOUS ORDRE PERIDINIINEAE**

**Famille PERIDINIACEAE**

**Sous famille Deflandreidae**

**Genre *Andalusiella* Riegel 1974**

*Andalusiella gabonensis* (Stover & Evitt) Wrenn & Hart 1988

Planche 1 fig.1

Description : *Andalusiella gabonensis* : forme bicavate de contour losangique ; cingulum circulaire divisant le kyste deux parties inégales.

Dimensions : corps du kyste (81 × 46 µm) ; deux cornes apicale et antapicales (37 µm × 41 µm).

*Andalusiella* sp.

**Genre *Cerodinium* Vozzhennikova 1963**

*Cerodinium boloniense* (Riegel 1974) Lentin & Williams 1989

Planche 2 fig. 9

Description : kyste bicavate de forme pentagonale aux côtés courbes ; cornes antapicales et apicale bien développées et subsymétriques ; cingulum net et circulaire.

Dimensions : corps central (58 × 64 µm) ; corne apicale (16 µm) ; cornes antapicales (22 µm × 21 µm) ; cingulum (8 µm) ; épithèque (45 µm) ; hypothèque (43,21 µm).

*Cerodinium diebelii* (Alberti 1959) Lentin & Williams 1987

Planche 2 fig. 10

Dimensions : corps du kyste (54 × 58 µm) ; corne apicale (48 µm) ; corne antapicale visible (41 µm).

*Cerodinium wardenense* (Williams & Downie 1966c) Lentin & Williams 1987

Planche 2 fig. 6. 7. 8

Description : kyste de forme pentagonale présentant des ponctuations sur la coque ; corne apicale à extrémité bifide et deux cornes antapicales à extrémités apparemment acuminées ; cingulum net et arrondi ; archéopyle triangulaire aux angles arrondis avec la base du triangle fourchu ou convexe.

Dimensions : corps central (47-61 × 48-78 µm) ; corne apicale (14-26 µm) ; cornes antapicales (19-24 × 14-23 µm) ; cingulum (5-9 µm) ; épithèque (42-51 µm) ; hypothèque (34-40 µm).

*Cerodinium* sp.

### **Genre Deflandrea Eisenack 1938b**

*Deflandrea denticulata* Alberti 1959

Planche 2 fig. 4. 5

Description : kyste proximate de forme pentagonale pourvu d'excroissances en forme d'épines recouvrant toute la coque ; corne apicale plus courte que les deux cornes antapicales ; épithèque plus long que l'hypothèque ; cingulum circulaire bien individualisé ; archéopyle large de forme triangulaire à angle arrondis.

Dimensions : corps central (59-74 × 53-83 μm) ; corne apicale (8-25 μm) ; cornes antapicales (13-33 × 10-26 μm) ; cingulum (7-10 μm) ; épithèque (40-61 μm) hypothèque (32-60 μm) ; longueur maximale des épines 2 μm.

*Deflandrea* cf. *oebisfeldensis* Alberti 1959

Planche 1 fig. 11. 12

Description : kyste de forme pentagonale, finement ponctuée ; cornes antapicales et apicale à forme conique, large à la base ; cingulum circulaire et bien tracé. Sur la fig. 12 pl. 1, l'archéopyle apparaît apical.

Dimensions : corps central (84-104 × 107-110 μm) ; corne antapicale visible (50 μm) ; corne apicale visible (33-45 μm) ; cingulum (8-10) ; épithèque (97 μm) hypothèque (60-79 μm).

*Deflandrea* sp.

### **Genre Palaeocystodinium Alberti 1961**

*Palaeocystodinium golzowense* Alberti 1961

Planche 1 fig. 3. 4. 5

Description : kyste bicavate de forme losangique à contour ovale, pourvue de deux prolongements assez longs ; corne apicale plus longue que la corne antapicale ; archéopyle subtriangulaire.

Dimensions : Corps du kyste (80-93 × 42-53 μm) ; corne apicale (41-62 μm) ; corne antapicale (36-55 μm)

*Palaeocystodinium australinum* (Cookson 1965) Lentin & Williams 1976

Planche 1 fig. 2

Description : kyste de forme ovale à contour régulier ; corps pourvu de deux prolongements polaire longs en forme de corne à bout pointu ; archéopyle précingulaire, de contour triangulaire à bord arrondis ; cingulum circulaire ; épithèque plus court que l'hypothèque.

Dimensions : corps du kyste (72 × 103 μm) ; corne apicale (38 μm) ; corne antapicale (61 μm).

*Palaeocystodinium* sp.

### **Genre *Senegalinium* Jain & Millepied 1973**

*Senegalinium laevigatum* (Malloy 1972) Bujack & Davies 1983

Planche 1 fig. 9

Description : contour de la thèque oval ou pentagonal ; corne apicale moins rapprochée du corps de la thèque que les deux cornes antapicales

Dimensions : corps central ( $52 \times 48 \mu\text{m}$ ) ; corne apicale ( $11 \mu\text{m}$ ) ; cornes antapicales ( $13 \times 10 \mu\text{m}$ ).

*Senegalinium orei* (Jan Du Chêne & Adediran 1985) Stover & Williams 1987

Planche 1 fig. 6. 7. 8

Description : kyste de forme pentagonale ; corne apicale très courte ; deux cornes antapicales inégales ; cingulum bien net divisant le kyste en deux parties inégales l'épithèque étant plus long et l'hypothèque. L'archéopyle apparaît triangulaire ou polygonal.

Dimensions : corps du kyste ( $44-56 \times 50-59 \mu\text{m}$ ) ; corne apicale ( $6-13 \mu\text{m}$ ) ; cornes antapicales ( $36-55 \mu\text{m}$ ) ; cingulum ( $5-7 \mu\text{m}$ ) ; épithèque ( $38-43 \mu\text{m}$ ) ; hypothèque ( $29-39 \mu\text{m}$ ).

Remarque : ce taxon est de très petite taille par rapport à l'holotype qui presque le double de cette taille

*Senegalinium sp.*

Planche 1 fig.10

Description : kyste pentagonale pourvue d'une corne apicale courte et de deux cornes antapicales très réduites en hauteur.

Dimensions : corps central ( $98 \times 91 \mu\text{m}$ ) ; corne apicale ( $10 \mu\text{m}$ ) ; corne antapicale visible sur la figure ( $4 \mu\text{m}$ ).

### **Sous famille Wetzelielloideae**

### **Genre *Apectodinium* (Costa & Downie 1976) Lentin & Williams 1977b**

*Apectodinium homomorphum* (Deflandre & Cookson 1955) Lentin & Williams 1977

Planche 3 fig. 13. 14. 15

Description : forme ovale à subpentagonale ; cornes apicales, latérales et antapicales moins nettes ; processus non tabulaires, courbes et acuminés.

Dimensions : corps du kyste ( $64-84 \times 66-76 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $17 \mu\text{m}$ ).

*Apectodinium paniculatum* Lentin & Williams 1977

Planche 3 fig. 1. 2. 3

Description : kyste de forme pentagonale ; deux cornes latérales bien marquées et deux cornes antapicales asymétriques ; nombreux processus de forme sinusoïdale à légèrement courbe.



Dimensions : corps central (76-91 × 86-94 μm) ; corne apicale (2-17 μm), cornes antapicales (12-18 × 10-20 μm) ; cornes latérales (4-12 × 8-18 μm) ; longueur maximale des processus (15 μm).

*Apectodinium hyperacanthum* (Cookson & Eisenack 1965) Lentin & Williams 1977

Planche 3 fig. 11

Description : kyste de forme pentagonale ; deux cornes latérales symétriques et deux cornes antapicales disymétriques (une plus développée).

Dimensions : corps central (69 × 73 μm) ; corne apicale (7 μm) ; cornes antapicales (23 × 13 μm) ; cornes latérales (17 × 10 μm) ; longueur maximale des processus (11 μm).

*Apectodinium parvum* (Alberti 1961) Lentin and Williams 1977

*Apectodinium quinquelatum* (Williams & Downie 1966) Costa & Downie 1979

Planche 3 fig. 4. 5. 6. 7. 8. 9. 10. 12

Description : corps du kyste pentagonale aux cotés convexes et parfois droits ; cornes antapicales et latérales très courts mais visibles ; processus courbes.

Dimensions : corps central (58-78 × 54-85 μm) ; corne apicale (3-10 μm) ; cornes antapicales (3-15 × 2-15 μm) ; corne latérale (3-11 × 3-9 μm) ; longueur maximale des processus (18 μm).

*Apectodinium* sp.

Planche 3 fig. 16. 17

Dimensions : corps du kyste (61-68 × 68-74 μm) ; corne apicale (6,51 μm) ; cornes latérales (6-7 × 5-9 μm) ; longueur maximale des processus (13 μm).

### **Genre *Wetziella* Eisenack 1938b**

*Wetziella* sp.

Planche 3 fig. 18

Description : kyste de forme pentagonale aux bords supérieurs droits et aux bords inférieurs courbes ; une corne apicale, deux cornes latérales et deux cornes antapicales dont l'une des cornes antapicales très courte mais visibles.

Dimensions : corps central (78 × 78 μm) ; corne apicale (11 μm) ; cornes antapicales (2 × 6 μm) ; cornes latérales (7 × 11 μm) ; longueur moyenne des processus (1 μm).

### **Genre *Wilsonidium* Lentin & Williams 1976**

*Wilsonidium nigeriaense* Jan Du Chêne & Adediran 1985

Planche 2 fig. 15. 16

Description : kyste de forme pentagonale ; une corne apicale, deux cornes latérales et deux cornes antapicales bien marqués ; surface du périphragme ornementée de rides parasuturales soutenant de nombreux processus courts ; deux cornes antapicales et

deux cornes latérales positionnées symétriquement ; l'une des cornes antapicales parfois plus longue que l'autre.

Dimensions : corps du kyste ( $52-73 \times 61 \mu\text{m}$ ) ; corne apicale ( $12-21 \mu\text{m}$ ) corne latérale ( $12-14 \times 11 \mu\text{m}$ ) ; cornes antapicales ( $17-23 \times 16 - 24 \mu\text{m}$ ), longueur maximale des processus ( $5,31 \mu\text{m}$ ).

## **Famille PROTOPERIDINIACEAE**

### **Sous famille Protoperidinioideae**

#### **Genre *Lejeunecysta* Artzner & Dörhöfer 1978**

*Lejeunecysta* cf. *beninensis* Biffi & Grignani 1983

Planche 2 fig. 11

Description : corps du kyste pentagonale aux formes creuses ou courbes de l'extérieur ; cingulum bien marqué ; cornes apicales et antapicales très courts mais distinguables ; deux cornes antapicales nettement séparées l'une de l'autre.

Dimensions : corps du kyste ( $77 \times 90 \mu\text{m}$ ) ; corne apicale ( $4 \mu\text{m}$ ) ; cornes antapicales ( $8 \times 4 \mu\text{m}$ ) ; cornes latérales ( $6 \times 7 \mu\text{m}$ ).

*Lejeunecysta hyalina* (Gerlach 1961) Artzner & Dörhöfer 1978. emend. Sarjeant 1984

Planche 2 fig. 13

Description : corps du kyste pentagonal aux cotés droits sauf dans la partie compressée entre les deux cornes antapicales ; cingulum apparaissant comme divisé en deux parties ; cornes presque confondues à l'apex pour la corne apicale et à l'antapex pour les cornes antapicales.

Dimensions : corps du kyste ( $82 \times 99 \mu\text{m}$ ) ; cornes antapicales ( $2 \times 1 \mu\text{m}$ ).

*Lejeunecysta* cf. *lata* Biffi & Grignani 1983

Planche 2 fig.14

Description : kyste de forme pentagonale aux cotés courbes ; une corne apicale et deux cornes antapicales très courtes ; cingulum circulaire ; archéopyle précingulaire, pentagonal.

Dimensions : corps central ( $80 \times 86 \mu\text{m}$ ) ; corne apicale ( $3 \mu\text{m}$ ) cornes antapicales ( $3 \mu\text{m}$ )

*Lejeunecysta* sp.

Planche 2 fig. 12

Description : corps du kyste pentagonal, de coté convexe entre les deux cornes antapicales ; cingulum apparaissant comme divisé en deux parties.

Dimensions : corps du kyste ( $83 \times 90$ ) ; corne apicale ( $1 \mu\text{m}$ ) ; corne antapicale ( $1 \times 2 \mu\text{m}$ ).

#### **Genre *Phelodinium* Stover & Evitt 1978**

*Phelodinium magnificum* (Stanley 1965) Stover & Evitt 1978

Planche 1 fig. 13

Description : kyste subpentagonal aux bords équatoriaux arrondis ; épicone plus court que l'hyposome ; corne apicale très courte ; deux cornes antapicales dont une bien visible et développée ; cingulum très épais bien visible et circulaire.

Dimensions : corps du kyste (57 × 99 µm).

*Phelodinium cf. magnificum* (Stanley 1965) Stover & Evitt 1978

Planche 2 fig. 1. 2

Description : kyste proximate de forme pentagonale, à cinq côtés droits sauf la base entre les deux cornes antapicales ; corne apicale très réduite et deux cornes antapicales bien que très courtes s'individualisant nettement ; cingulum bien net et circulaire ; archéopyle assez large, triangulaire et fourchu à la base du triangle. Les bords du triangle de l'archéopyle sont arrondis.

Dimensions : corps du kyste (85-89 × 88-89 µm) ; cingulum (3-6 µm) ; corne apicale (5-6 µm) ; cornes antapicales (6-8 × 5-8 µm) ; épithèque (43 × 48 µm) ; hypothèque (50 × 51 µm).

*Phelodinium* sp. 1

Description : il s'agit du taxon *Phelodinium* mal préservé.

*Phelodinium* sp. 2

Planche 2 fig. 3

Dimensions : corps central (61 × 64 µm) ; cornes antapicales (9 × 6 µm) ; corne apicale (4 µm). Ce taxon diffère de *Phelodinium magnificum* et de *Phelodinium cf. magnificum* par la forme du kyste.

## **SOUS ORDRE GONYAULACINEAE**

### **Famille GONYAULACACEAE**

#### **Sous famille Cribroperidinioideae**

#### **Genre *Cordosphaeridium* Eisenack 1963b**

*Cordosphaeridium fibrospinosum* Davey & Williams 1966b

Planche 4 fig. 23

Description : kyste de forme subsphérique ; processus denses, fibreux et courts, parfois bifurqués ; processus nombreux à extrémités dentelées.

Dimensions : corps du kyste (56 × 51 µm) ; longueur maximale des processus (17 µm).

*Cordosphaeridium cf. inodes* (Klump 1953) Eisenack 1963

*Cordosphaeridium cf. minimum* (Morgenroth 1966) Benedek 1972

Planche 4 fig. 24

Description : kyste de forme ovoïde à subsphérique ; processus nombreux, très courts.

Dimensions : corps du kyste ( $30 \times 30 \mu\text{m}$ ) ; longueur des processus ( $4 \mu\text{m}$ ).

*Cordosphaeridium multispinosum* Davey & Williams 1966

*Cordosphaeridium* sp.

### **Genre *Diphyes* Cookson 1965a**

*Diphyes colligerum* (Deflandre & Cookson 1955) Cookson 1965

*Diphyes spinulum* (Drugg 1970) Stover & Evitt 1978

Planche 4 fig. 10

Description : kyste de forme subsphérique avec un grand appendice antapical ; appendices nombreux et de forme acuminée.

Dimensions : corps du kyste ( $32 \times 31 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $11 \mu\text{m}$ ).

*Diphyes* cf. *spinulum* (Drugg 1970) Stover & Evitt 1978.

Planche 4 fig. 11

Dimensions : corps du kyste ( $24 \times 26 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus (maximum  $11 \mu\text{m}$ )

### **Genre *Hystrichokolpoma* Klumpp 1953**

*Hystrichokolpoma rigaudiae* Deflandre & Cookson 1955

Planche 4 fig. 9

Description : kyste de forme subsphérique à périphragme lisse sur lequel se développent les processus tubulaires à extrémité denticulée.

Dimensions : ( $56 \times 58 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $17 \mu\text{m}$ ).

*Hystrichokolpoma unispinum* (Williams & Downie 1966) Bujak 1980

Planche 4 fig. 27

Dimensions : diamètre du corps du kyste ( $35 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $23 \mu\text{m}$ )

*Hystrichokolpoma* sp.

### **Genre *Ifecysta* Jan Du Chêne and Adediran 1985**

*Ifecysta pachyderma* Jan Du Chêne and Adediran 1985

### **Genre *Kallosphaeridium* De Coninck 1969**

*Kallosphaeridium yorubaense* Jan Du Chêne & Adediran 1985

Planche 5 fig. 15

Description : kyste de forme subsphérique, surface de la coque finement réticulée, archéopyle apical, aux bords zigzagants et affecté par des fentes aux angles rentrants, typique au genre.

Dimensions : corps du kyste (85 × 73 µm).

*Kallosphaeridium* sp.

### **Genre *Kenleyia* Cookson & Eisenack 1965b**

*Kenleyia pachycerata* Cookson & Eisenack 1965

*Kenleyia* sp.

Planche 4 fig. 4

Description : kyste de forme ellipsoïdale au bord arrondi à l'équateur et en triangle aux pôles ; appendices fibreux et courts.

Dimensions : corps du kyste (92 × 99 µm) longueur maximale des processus (9 µm).

### **Genre *Lingulodinium* Wall 1967**

*Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre & Cookson 1955) Wall 1967

Planche 4 fig. 5. 6

Description : kyste de forme ovale et subsphérique ; nombreux processus en sinus ou courbes à extrémité acuminée.

Dimensions : corps du kyste (54-60 × 41-58 µm) ; longueur maximale des processus (13 µm).

*Lingulodinium* sp.

### **Genre *Millioudodinium* Stover & Evitt 1978**

*Millioudodinium* sp.

Planche 4 fig. 3

Dimensions : corps du kyste (59 × 45 µm) ; corne antapicale (8 µm).

Description : kyste de forme allongée ; corne apicale bien marquée mais courte ; cingulum plus ou moins net divisant le kyste en deux parties inégales.

### **Genre *Operculodinium* Wall 1967**

*Operculodinium* sp.

Planche 5 fig. 3

Description : kyste de forme subsphérique avec de nombreux processus de forme sinusoidale ou courbée, à extrémité acuminée.

Dimensions : corps du kyste ( $52 \times 56 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $9 \mu\text{m}$ ).

### **Genre *Thalassiphora* Eisenack & Gocht 1960**

*Thalassiphora patula* (Williams & Downie 1966) Stover & Evitt 1978

Planche 5 fig.16

Description : kyste avec corps central subsphérique à ellipsoïdal, doté d'une courte projection antapicale ; larges processus fibreux unis distalement.

Dimensions : corps du kyste ( $79 \times 70 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $35 \mu\text{m}$ ).

*Thalassiphora* sp.

### **Sous famille Gonyaulacoideae**

### **Genre *Achomosphaera* Evitt 1963**

*Achomosphaera* sp.

Planche 4 fig. 26

Description : forme subsphérique à ovoïde soutenant des processus en forme de branche parfois soudés ; processus larges à la base partant du périphragme et ramifiés à partir de la moitié ou des  $\frac{3}{4}$  de leur hauteur, à extrémités bifurquées ; de forme digitée dans leur partie distale.

Dimensions : corps du kyste ( $52 \times 49 \mu\text{m}$ ), longueur maximale des processus ( $17 \mu\text{m}$ ).

### **Genre *Hafniasphaera* Hansen 1977**

*Hafniasphaera septata* (Cookson & Eisenack 1967b) Hansen 1977

Planche 4 fig. 1. 2

Description : kyste proximochorate de forme ellipsoïdal à subsphérique à structure granuleuse ; processus épais et ramifiés de forme conique ; extrémités des processus digités ou ramifiés

Dimensions : corps du kyste ( $33\text{-}50 \times 42\text{-}60 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $14 \mu\text{m}$ )

*Hafniasphaera* sp.

### **Genre *Spiniferites* Mantell 1850**

*Spiniferites* cf. *ramosus* (Ehrenberg 1838) Mantell 1854

Planche 4 fig. 7

Description : kyste proximochorate, de forme ellipsoïdale ou ovale sans protrusion apicale ; paroi de la surface intérieure et extérieure lisse ; des processus gonaux longs et creux avec une extrémité distale bifurquée, parfois trifurquée.

Dimensions : corps du kyste ( $35 \times 54 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $13 \mu\text{m}$ ).

*Spiniferites* sp.

Planche 4 fig. 8

Dimensions : corps du kyste ( $37 \times 35 \mu\text{m}$ ) ; longueur moyenne processus ( $20 \mu\text{m}$ ).

### **Sous famille Incertaine**

#### **Genre *Fibrocysta* Stover & Evitt 1978**

*Fibrocysta vectensis* (Eaton 1976) Stover & Evitt 1978

Planche 5 fig. 14

Dimensions : corps du kyste ( $73 \times 63 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $16 \mu\text{m}$ ).

Description : forme ellipsoïdale ; processus (un apical et un antapical) divisés en deux ou trois distalement.

*Fibrocysta bipolaris* (Cookson & Eisenack 1965) Stover & Evitt 1978

*Fibrocysta* sp.

### **Famille AREOLIGERACEAE**

#### **Genre *Adnatosphaeridium* Williams & Downie 1966c**

*Adnatosphaeridium multispinosum* Williams & Downie 1966c

Planche 5 fig. 1. 2

Description : kyste skolochorate, de forme sphérique à subsphérique ; corps du kyste lisse à finement granulé ; processus élancés sont souvent bifurqués, fourchus à mi-distance et élargis à leur extrémité distale.

Dimensions : corps du kyste ( $45\text{-}52 \times 52\text{-}57 \mu\text{m}$ ) ; longueur moyenne des processus ( $21 \mu\text{m}$ )

*Adnatosphaeridium* sp.

#### **Genre *Areoligera* Lejeune-Carpentier 1938a**

*Areoligera coronata* (O. Wetzel 1933) Lejeune-Carpentier 1938

Planche 5 fig. 6. 8

Description : forme ellipsoïdale ; processus ramifiés formant des groupes de processus bifurquant aux extrémités ou dans la moitié supérieure de leur hauteur.

Dimensions : corps du kyste ( $45\text{-}51 \times 51\text{-}62 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $19 \mu\text{m}$ ).

*Areoligera* sp.

Planche 5 fig. 7

Dimensions : diameter du corps du kyste  $45 \mu\text{m}$

### **Genre *Glaphyrocysta* Stover & Evitt 1978**

*Glaphyrocysta ordinata* (Williams & Downie 1966c) Stover & Evitt 1978

Planche 5 fig. 9. 10. 11. 12. 13

Description : kyste skolochorate de forme subsphérique à ellipsoïdale ; partie centrale du corps dépourvue d'appendices ; appendices individualisés ou couplés à la base, et ensuite distalement enchevêtrés, anastomosés et réunis au sommet (jusqu'au 2/3 de leur hauteur environ à partir de la base) par une membrane plus ou moins ajourée, à extrémités sont bifides ou acuminées.

Dimensions : corps du kyste (49-91 × 52-76 µm) ; longueur maximale des processus (25 µm).

*Glaphyrocysta* sp.

### **SOUS ORDRE GONIODOMINEAE**

#### **Famille GONIODOMACEAE**

#### **Sous famille Pyrodinioideae**

### **Genre *Eocladopyxis* Morgenroth 1966a**

*Eocladopyxis peniculata* Morgenroth 1966

Planche 4 fig. 25

Description : kyste de forme ovale avec de nombreux processus courts à moyennement longs, acuminés.

Dimensions : corps du kyste (36 × 44 µm) ; longueur maximale des processus (7 µm).

### **Genre *Homotryblium* Davey & Williams 1966b**

*Homotryblium abbreviatum* Eaton 1976

Planche 4 fig. 20

Description : kyste acavate de forme sphérique à subsphérique avec des processus intratabulaires particulièrement courts, ne dépassant pas 1/3 du diamètre du corps.

Dimensions : corps du kyste (66 × 62 µm) ; longueur maximale des processus (14 µm).

*Homotryblium* cf. *tenuispinosum* Davey & Williams 1966

Planche 4 fig. 17. 18. 19

Description : forme sphérique à subsphérique ; processus tubulaires à extrémité distale « secate » à « aculeate ».

Dimensions : corps du kyste (55-63 × 51-62 µm) ; longueur maximale des processus (20 µm).



*Homotryblium* sp.

**Genre *Hystrichosphaeridium* Deflandre 1937b**

*Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg 1838) Deflandre 1937

Planche 4 fig. 21. 22

Description : forme ovoïde ou subsphérique ; appendices parfois approximativement de même longueur et répartis sur la coque de façon aléatoire à extrémité émoussée ou s'ouvrant par un orifice finement découpé ou évasé.

Dimensions : corps du kyste (50-57 × 47-54 µm) ; longueur maximale des processus (20,31 µm).

*Hystrichosphaeridium* sp.

**Genre *Polysphaeridium* Davey & Williams 1966b**

*Polysphaeridium subtile* Davey & Williams 1966 emend. Bujack, Downie, Eaton & Williams 1980

Planche 4 fig. 12

Description : forme ovoïde ou subsphérique ; nombreux processus fins, coniques partiellement recourbés à extrémités arrondies et/ou acuminées.

Dimensions : corps du kyste (69 × 69 µm) ; longueur maximale des processus (11 µm).

*Polysphaeridium* sp.

*Polysphaeridium zoharyi* Rossignol 1962

Planche 4 fig. 14. 15. 16

Description : kyste de forme ovoïde ; surface du corps lisse à faiblement réticulée ; processus de taille moyenne, à extrémité ouvertes pouvant être fusionnés à la base ou bifurquer distalement.

Dimensions : corps du kyste (42-70 × 40-65 µm) ; longueur moyenne des processus (11 µm).

**SOUS ORDRE INCERTAIN**

**Famille INCERTAINE**

**Genre *Cleistosphaeridium* Davey, Downie, Sarjeant and Williams 1966**

*Cleistosphaeridium* sp.

**Genre *Dapsilidinium* Bujak Downie Eaton and Williams 1980b**

*Dapsilidinium* sp.

Planche 5 fig. 4. 5

Description : forme subsphérique ; nombreux appendices de forme conique à extrémité en forme de chapeau.

Dimensions : corps du kyste ( $54 \times 60 \mu\text{m}$ ) ; longueur maximale des processus ( $17 \mu\text{m}$ ).

CLASSE	SOUS CLASSE	ORDRE	SOUS ORDRE	FAMILLE	SOUS FAMILLE	Genres Fossiles
DINOPHYCEAE	PERIDINIPHYCIDAE	GONYAULACALES	GONYAULACINEAE	GONYAULACACEAE	CRIBROPERIDINIOIDAE	<i>Cordosphaeridium</i> , <i>Diphyes</i> , <i>Ifecysta</i> , <i>Kallosphaeridium</i> , <i>Kenleyia</i> , <i>Millioudodinium</i> , <i>Operculodinium</i> , <i>Hystrichokolpoma</i> , <i>Lingulodinium</i> , <i>Thalassiphora</i>
					GONYAULACOIDEAE	<i>Achomospaera</i> , <i>Hafniasphaera</i> , <i>Spiniferites</i> ,
					INCERTAINE	<i>Fibrocysta</i>
			AREOLIGERACEAE	<i>Areoligera</i> , <i>Glaphyrocysta</i> , <i>Adnatosphaeridium</i>		
			GONIODOMINEAE	GONIODOMACEAE	PYRODINIOIDEAE	<i>Eocladopyxis</i> , <i>Homotryblum</i> , <i>Hystrichosphaeridium</i> , <i>Polysphaeridium</i>
		INCERTAIN	INCERTAINE		<i>Cleistosphaeridium</i> , <i>Dapsilidium</i>	
		PERIDINIALES	PERIDINIINEAE	PERIDINIACEAE	DEFLANDREOIDEAE	<i>Andalusiella</i> , <i>Cerodinium</i> , <i>Deflandrea</i> , <i>Palaeocystodinium</i> , <i>Senegalinium</i>
					WETZELIELLOIDEAE	<i>Apectodinium</i> , <i>Wetziella</i> , <i>Wilsonidium</i>
				PROTOPERIDINIACEAE	PROTOPERIDINIOIDEAE	<i>Lejeunecysta</i> , <i>Phelodinium</i>

**Tableau 6** : Classification, d'après FENSOME et *al.* (1993), des dinoflagellés trouvés dans la Formation de Nkapa dans le sous-bassin de Douala (Cameroun).

## 4.2. CLASSIFICATION DES SPORES ET POLLENS

Les spores et grains de pollens sont repris dans des groupes morphologiques basés sur les subdivisions en classes établies par IVERSEN ET TROELS-SMITH (1950).

Les genres et espèces sont organisés par ordre alphabétique dans chaque classe. Une brève description de la plupart des spécimens figurés sur les planches a été faite.

### **Division I SPORITES** H. Potonié 1893

#### **Classe A Triletes** (Reinsch 1881) Pot. & Kr. 1954

#### **Genre *Camarazonosporites* (Pant ex Potonié 1956) Klaus 1960**

*Camarazonosporites* sp.

Planche 6 fig. 2

Description : spore trilète à exine « hamulate » de 3-3,5  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Marque de déhiscence nette dont les branches n'atteignent pas le contour de la spore. N.B. : Cette forme ressemble à celle qui se trouve sur les Planches des travaux de Pardo-Trujillo, 2004 (pl.4.1-fig.19, 20) mais diffère par sa grande taille.

Dimensions : 50-55  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Lycopodiaceae

#### **Genre *Cyathidites* Couper 1953**

*Cyathidites minor* Couper 1953

Planche 6 fig.12

Description : spore trilète à exine lisse (épaisseur : +/- 2  $\mu\text{m}$ ). Marque de déhiscence à branches relativement courtes.

Dimensions : 43-45  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Cyatheaceae, Dicksoniaceae ou autres Ptéridophytes (Couper, 1958 ; Macphail, 1999).

*Cyathidites congoensis* Sah 1967

Planche 6 fig. 13

Description : spore trilète de forme triangulaire, aux sommets arrondis. Exine lisse d'épaisseur variable : 1,5 à 2,5  $\mu\text{m}$ . Marque trilète nette n'atteignant pas le bord de la spore.

Dimensions : 40-45  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Cyatheaceae ; Diksoniaceae

### **Genre *Deltoidospora* (Miner 1935) Potonié 1956**

*Deltoidospora minor* (Couper) Pocock, 1970

Planche 6 fig. 10.11

Description : spore trilète à exine lisse, épaisse (2,5-3 µm). Marque de déhiscence nette à branches longues.

Dimensions : 35-40 µm

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Foveotriletes* Van der Hammen 1954**

*Foveotriletes* sp.

Planche 6 fig. 4

Description : spore trilète de contour triangulaire à sommets arrondis. Exine finement fovéolée (+/- 1,5 µm) Marque trilète nette à branches droites atteignant le bord de la spore.

Dimensions : 30-35 µm

Affinités botaniques : inconnues

*Foveotriletes margaritae* Germeraad, Hopping & Muller 1968

Planche 6 fig. 3

Description : spore trilète triangulaire convexe à sphérique. Exine fovéolée (2,5 µm) à sculpture très marquée (2,5 µm). Marque trilète nette à longues branches.

Dimensions : 45-50 µm

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Leiotriletes* (Naumova 1937) Potonie & Krutzsch 1954**

*Leiotriletes* sp.

Planche 6 fig. 1

Description : spore trilète à exine lisse (1-2 µm) aux branches de la marque de déhiscence atteignant le bord de la spore.

Dimensions : 30-35 µm

Affinités botaniques : incertaines (Schizeaceae)

### **Genre *Polypodiaceoisorites* Potonié 1956**

*Polypodiaceoisorites simplex* Sah 1967

Planche 6 fig. 5

Description : spore trilète zonale. Epaisseur de la zone : 3-6 µm. Ornementation du corps central : face proximale verruqueuse ; face distale grossièrement rugulée.

Dimensions : 35-40 µm

Affinités botaniques : incertaines : divers genres de Pteridaceae ou de Cyatheaceae

*Polypodiaceoisorites* sp.

Planche 6 fig. 6

Description : spore trilète zonale. Epaisseur de la zone : 3-5  $\mu\text{m}$ . Ornementation du corps central : faces proximale et distale rugulées.

Dimensions : 40-45  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : incertaines : divers Genres de Pteridaceae et de Cyatheaceae

### **Genre *Psilatrilletes* Van der Hammen 1954 ex Potonié 1956**

*Psilatrilletes martinensis* Sarmiento 1992

Planche 6 fig. 14

Description : spore trilete sub-circulaire. Marque trilète nette mais courte. Exine lisse (1,5  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 45-50  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : incertaines (Schizeaceae)

### **Classe B Monoletes Ibrahim 1933**

### **Genre *Cicatricosporites* Pflug & Thomson 1953**

*Cicatricosporites eocenicus* (Selling 1944) Jansonius & Hills 1976

Planche 6 fig. 7

Description : spore simple de forme ovale, à ornementation en cicatrices (sillons longitudinaux).

Dimensions : 50-55  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues.

### **Genre *Verrucatosporites* (Pflug) ex. Potonié 1956**

*Verrucatosporites* sp.

Planche 6 fig. 8

Description : spore monolète à exine verruqueuse d'épaisseur 1,5-2  $\mu\text{m}$

Dimensions : 38 x 24  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Polypodiaceae

*Verrucatosporites usmensis* (Van der Hammen 1956) Germeraad, Hopping & Muller 1968

Planche 6 fig. 9

Description : spore monolète à exine épaisse (2,5-3  $\mu\text{m}$ ), grossièrement verruqueuse

Dimensions : 53 x 40  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Blechnaceae (Germeraad et al., 1968) ; Polypodiaceae (Jaramillo & Dilcher, 2001).

**Division II POLLENITES R. Potonié 1893**

**Classe Saccites Erdtman 1947**

**Genre *Pityosporites* Seward 1914**

*Pityosporites* sp.

Planche 6 fig. 15

Description : pollen disaccate. Dimensions du corps central : 50 x 46 µm. Exine : 3,5-4 µm.

Dimensions des ballonnets : 55-52 x 32-30 µm.

Dimensions : 90 x 60 µm

Affinités botaniques : incertaines (*Podocarpus* ?)

**Classe Inaperturatae Iversen & Troels-Smith 1950**

**Genre *Inaperturopollenites* Pflug & Thomson 1953**

*Inaperturopollenites* sp

Planche 7 fig. 13. 14

Description : pollen arrondi, sans aperture à exine réticulée (1,5-2 µm)

Dimensions : 35-40 µm

Affinités botaniques : inconnues

**Classe Monocolpatae Iversen & Troels-Smith, 1950**

**Genre *Echimonocolpites* Van der Hammen & Garcia 1966**

*Echimonocolpites protofranciscoi* Sarmiento 1992

Planche 6 fig. 22. 23

Description : pollen monocolpé de forme elliptique à exine échinée. Epines de 2-5 µm.

Longueur du colpe : 26-35 µm.

Dimensions : 40-30 x 30-25 µm

Affinités botaniques : indéterminées

*Echimonocolpites rarispinosus* (Sah & Dutta 1966) Salard-Cheboldaëff 1978

Planche 7 fig. 4

Description : pollen monocolpé à exine finement échinée (ornementation lâche). Epaisseur de l'exine : 2,5-3 µm. Colpe long : 55 µm.

Dimensions : 60 x 40 µm

Affinités botaniques : Palmae (Lepidocaryoïdae)

### **Genre *Longapertites* Van Hoeken Klinkenberg 1964**

*Longapertites* sp.

Planche 6 fig. 19

Description : pollen monocolpé ellipsoïdal à exine grossièrement réticulée. Colpe long : 55  $\mu\text{m}$

Dimensions : 60 x 35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Longapertites marginatus* Van Hoeken Klinkenberg 1964

Planche 6 fig. 21

Description : pollen monocolpé de forme ellipsoïdale. Colpe long : 55  $\mu\text{m}$  long. Exine mince columellée à tectum perforé.

Dimensions : 60 x 32  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Longapertites vaneendenburgi* Germeraad, Hopping & Muller 1968

Planche 6 fig. 20

Description : pollen monocolpé à exine mince infraréticulée. Colpe long de 60-65  $\mu\text{m}$

Dimensions : 70-65 x 60-50  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : probablement Palmae (Germeraad et al. 1968).

### **Genre *Mauritiidites* Van Hoenken Klinkenberg 1964**

*Mauritiidites crassiexinus* Jan du Chêne, Onyike & Sowunmi 1978b

Planche 7 fig. 3

Description : pollen monocolpé à exine épaisse (5  $\mu\text{m}$ ), échinée (épines : +/- 4  $\mu\text{m}$ ), à ornementation lâche.

Dimensions : 60 x 55  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Palmae (Adegoke et al. 1978 ; Jaramillo & Dilcher 2001)

*Mauritiidites franciscoi* var *fransiscoi* (Van der Hammen 1956) Van Hoenken Klinkenberg 1964

Planche 7 fig. 1.2

Description : pollen monocolpé à exine échinée

Dimensions : 25-20 x 40-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Palmae, cf. *Mauritia* (Germeraad et al. 1968)

*Mauritiidites minimus* sp. nov.

Planche 7 fig. 5

Etymologie : du latin « minimus » (très petit), en référence à la petite taille du grain de pollen

Holotype : Yatou 1430 m, lame 67388, référence avec England Finder T 28-4 ; boîte 234

Diagnose : pollen monocolpé isopolaire. Diamètre : 30-32  $\mu\text{m}$ . Exine assez épaisse (3,5  $\mu\text{m}$ ) à sculpture échinée et endexine mince de +/- 0,5  $\mu\text{m}$ . La hauteur des épines est de 1-1,5  $\mu\text{m}$ . L'espace entre les épines est en moyenne de 5  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 30 x 32  $\mu\text{m}$

Comparaisons : cette espèce ressemble à *Mauritiidites crassiexinus* (Jan Du Chêne 1978 b), mais le pollen diffère par sa petite taille.

Répartition stratigraphique : Paléocène-Eocène inférieur

Affinités botaniques : Palmae

### **Genre *Monocolpites* Van der Hammen 1954**

*Monocolpites marginatus* Van der Hammen 1954

Planche 6 fig. 16

Description : pollen monocolpé de forme elliptique. Exine lisse (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Colpe ouvert, +/- de la longueur du pollen.

Dimensions : 30 x 25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Palmae

### **Genre *Monocolpopollenites* Pflug & Thomson 1953**

*Monocolpopollenites* sp.

Planche 6 fig. 18

Description : pollen monocolpé elliptique. Exine lisse, mince. Colpe long et ouvert.

Dimensions : 40 x 25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Psilamonocolpites* Van der Hammen & Garcia de Mutis 1965**

*Psilamonocolpites medius* (Van der Hammen 1956) Van der Hammen & Garcia 1965

Planche 6 fig. 17

Description : pollen monocolpé elliptique. Exine mince (1 $\mu\text{m}$ ) à aspect perforé

Dimensions : 55-50 x 35-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Palmae

### **Genre *Proxapertites* Van der Hammen 1956**

*Proxapertites cursus* Van Hoeken Klinkenberg 1966

Planche 7 fig. 11.12

Description : pollen monocolpé elliptique. Ectoaperture continue divisant le grain en 2 parties. Exine nettement réticulée de 2,5  $\mu\text{m}$  d'épaisseur.

Dimensions : 50-45 x 35-30  $\mu\text{m}$



Affinités botaniques : Palmae

*Proxapertites operculatus* Van der Hammen 1956

Planche 7 fig. 6.7

Description : pollen monocolpé rond à légèrement ovale. Le colpe divise le grain en deux parties inégales. Exine (2 µm) finement réticulée

Dimensions : 50-35 x 60-50 µm

Affinités botaniques : Palmae de plaine côtière (Jaramillo & Dilcher, 2001).

*Proxapertites psilatus* Sarmiento 1992

Planche 7. fig. 8.9.10

Description : pollen monocolpé de forme arrondie. Exine lisse assez épaisse (3 µm)

Dimensions : 25-30 µm

Affinités botaniques : Palmae ?

### **Genre Racemonocolpites Gonzalez 1967**

*Racemonocolpites facilis* Gonzalez 1967

Planche 6 fig. 29. 30

Description : pollen monocolpé, elliptique. Colpe net et parfois ouvert, plus ou moins égal à la longueur du grain. Exine verruqueuse à sculpture très marquée.

Dimensions : 50-45 x 35-30 µm

Affinités botaniques : Palmae, type Iriarte (Muller, 1981).

*Racemonocolpites racematus* Gonzalez 1967

### **Genre Retimonocolpites Pierce 1961**

*Retimonocolpites irregularis* Salard-Chebouldaeff 1978

Planche 6 fig. 24.25

Description : pollen monocolpé elliptique. Colpe de la longueur du grain. Exine (1,5 µm) finement réticulée.

Dimensions : 45-40 x 35-25 µm

Affinités botaniques : cf. Palmae

*Retimonocolpites longicolpatus* Lorente 1986

Planche 6 fig. 26

Description : pollen monocolpé elliptique. Colpe de la longueur du grain. Exine réticulée mince (0,5-1 µm)

Dimensions : 35 x 25 µm

Affinités botaniques : cf. Palmae

*Retimonocolpites tertiaris* Gonzalez 1967

Planche 6 fig. 28

Description : pollen monocolpé elliptique. Colpe ouvert, légèrement inférieur à la longueur du grain. Exine (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) réticulée à sculpture bien marquée.

Dimensions : 20 x 30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Palmae

*Retimonocolpites* sp.

Planche 6 fig. 27

Dimensions : 40 x 25  $\mu\text{m}$

### **Genre *Spinizonocolpites* Muller 1968**

*Spinizonocolpites baculatus* Muller 1968

Planche 7 fig. 15

Description : pollen monocolpé elliptique. Exine tectée (+/- 2  $\mu\text{m}$ ) à épines allongées à extrémités Arrondies (+/- 5-6  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 65-60 x 50-45  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : *Nipa*, palmier de mangroves et plaines côtières.

*Spinizonocolpites echinatus* Muller 1968

Planche 7 fig. 16

Description : pollen monocolpé arrondi. Exine tectée (+/- 2  $\mu\text{m}$ ) à épines acérées (+/- 5-6  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 40-45  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : *Nipa*, palmier de mangroves (Germeraad et al. 1968) et de plaines côtières (Jaramillo & Dilcher, 2001)

### **Classe Diporatae Iversen & Troels-Smith 1950**

### **Genre *Retidiporites* Varma & Rawat 1963**

*Retidiporites magdalenensis* Van der Hammen & Garcia 1966

Planche 7 fig. 17.18.19.20

Description : pollen diporé (pores : 8-10  $\mu\text{m}$ ). Exine réticulée peu épaisse (1-1,5  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 40-35 x 35-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Proteaceae de plaine côtière (Germeraad et al. 1968 ; Jaramillo & Dilcher, 2001).

### **Genre *Pediculisporis* Belsky, Boltenhagen & Potonié 1965**

*Pediculisporis reticularis* Belsky, Boltenhagen & Potonié 1965

Planche 7 fig. 21.22.23

Description : pollen bilatéral, de forme subsphérique, globulaire, de contour circulaire ou ovale pourvu d'une auricule ou de deux pédoncules situés aux extrémités du grand axe ; exine fortement réticulée

Dimensions : 65-55 x 35-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

**Classe Triporatae** Iversen & Troels-Smith 1950

**Genre *Bacutriporites* Jan du Chêne Onyike & Sownmi 1978**

*Bacutriporites orluensis* Jan du Chêne Onyike & Sownmi 1978b

Planche 7 fig. 32

Description : pollen triporé sub-arrondi. Pores ronds (+/- 5  $\mu\text{m}$ ). Exine (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) finement baculée. N.B. : l'espèce semble différente de celle décrite par les auteurs de par sa petite taille mais ressemble à celle trouvée par Eisawi & Schrank (2008) au Soudan.

Dimensions : 28-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Bombacaceae ? (Utescher & Mosbrugger, 2007)

**Genre *Cricotriporites* Leidekmeyer 1966**

*Cricotriporites guianensis* Leidekmeyer 1966

Planche 7 fig. 24.25

Description : grain de pollen triporé subsphérique. Pores (2-2,5  $\mu\text{m}$ ) à contour épaissi.  
Exine lisse, mince (+/- 1  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues.

*Cricotriporites macroporus* Jaramillo & Dilcher 2001

Planche 7 fig. 26

Description : pollen triporé ellipsoïdal à subsphérique. Pores ronds (+/- 6  $\mu\text{m}$ ). Exine lisse, mince (+/- 1  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

**Genre *Corsinipollenites* Nakoman 1965**

*Corsinipollenites* sp.

Description : pollen triporé à bord du pore épaissi. Exine scabre

Dimensions : 50  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Oenotheraceae

**Genre *Echitriporites* Van der hammen 1956 ex Van Hoeken Klinkenberg 1964**

*Echitriporites trianguliformis* Van Hoeken Klinkenberg 1964

Planche 7 fig. 28.29.30.31

Description : pollen triporé triangulaire convexe. Pores (3-4  $\mu\text{m}$ ) entourés d'un léger épaissement. Exine échinée. Longueur des épines : 1-1,5  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : incertaines - Proteaceae ? (Germeraad et *al.*, 1968)

*Echitriporites variabilis* Jaramillo & Dilcher 2001

Planche 7 fig. 27

Description : pollen triporé convexe. Exine échinée. Taille des épines : 2-2,5  $\mu\text{m}$

Dimensions : 33-36  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Momipites* Woodhouse 1932**

*Momipites eoafricanus* sp. nov.

Planche 8 fig. 7. 8

Etymologie : eo vient de premier ou ancien

Holotype : Planche 8 fig. 7 Moulongo 2350 m ; England Finder F40-2 ; numéro de la lame : 69814 ; boîte 360. Fig. 8 Moulongo 2395 m ; England Finder : N34-3 ; boîte 364 ; numéro de la lame 69908

Diagnose : pollen triporé triangulaire convexe. Diamètre des pores : 3-3,5  $\mu\text{m}$ . Exine lisse de +/- 1-1,5  $\mu\text{m}$  d'épaisseur.

Dimensions : 29-31  $\mu\text{m}$

Comparaisons avec *Momipites africanus* (Van Hoeken Klinkenberg, 1966) repris dans Biolokoto et *al.*, 1998. La taille de notre matériel est plus grande.

Répartition stratigraphique : Paléocène supérieur - Eocène inférieur

Affinités botaniques : Moraceae ?

*Momipites africanus* Van Hoeken Klinkenberg 1966

Planche 8 fig. 9

Description : pollen triporé triangulaire convexe. Pores de 3,5-4  $\mu\text{m}$  de diamètre. Exine lisse mince : 1-1,5  $\mu\text{m}$ . N.B. Ce pollen ressemble à *M. africanus* (pl.2 fig. 24) déterminé par Ajaegwu et *al.* (2012) mais est de plus grande taille.

Dimensions : 35-40  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Moraceae

### **Genre *Proteacidites* Cookson 1950 ex Couper 1953**

*Proteacidites dehaani* Germeraad Hopping & Muller 1968

Planche 8 fig. 3

Description : pollen triporé triangulaire. Exine (1,5-2  $\mu\text{m}$ ) verruqueuse (verruques : +/- 1  $\mu\text{m}$ ). Pores larges (diamètre : 5-6  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : incertaines - Proteaceae ?

*Proteacidites miniporatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966

Planche 8 fig. 4

Description : pollen triporé triangulaire à côtés droits ou légèrement concaves. Pores étroits (+/- 2µm). Exine mince (+/- 1 µm) et scabre.

Dimensions : 28-32 µm

Affinités botaniques : inconnues

*Proteacidites pseudocooksonii* sp. nov.

Planche 8 fig. 1. 2

Etymologie : vient du grec pseudês : « faux »

Holotype : Planche 8 fig. 1 Yatou 1450 m, lame 367389, référence England Finder S42-3 ; boîte 234. Planche 8 fig. 2 Mamiwater 840 m, lame : 67163, référence England Finder O34-3, boîte 225.

Diagnose : pollen triporé triangulaire à côtés droits ou légèrement convexes. Les sommets du triangle sont tronqués par des ouvertures circulaires de 5-8 µm de diamètre. Exine (1,5 µm) réticulée. N.B. la forme ressemble à l'espèce *Proteacidites* cf. *symphyonemoides* décrite par Salard (1977) mais elle est plus petite de taille et apparaît avant l'Oligocène.

Dimensions : 29-32 µm

Comparaisons : *Proteacidites pseudocooksonii* ressemble à *Proteacidites cooksonii* de Salard - Cheboldaëff (1978) qui présente une exine réticulée plus épaisse et l'exine a des strates de fines columelles perforées.

Affinités botaniques : inconnues

Répartition stratigraphique : Paléocène-Eocène inférieur

### **Genre *Psilatriporites* (Van der Hammen) Mathur ex Hoorn 1993**

*Psilatriporites doualaensis* sp. nov.

Planche 8 fig. 6

Etymologie : situation géographique du gisement

Holotype : Planche 8 fig. 6, Moulongo 2365 m, lame 69826, référence England Finder G44-4, boîte 361

Diagnose : pollen triporé arrondi. Exine scabre de 1-1,5 µm d'épaisseur. Pores ronds de diamètre 4,5-5,5 µm à bords légèrement épaissis.

Dimensions : 45-50 µm

Comparaison : cette espèce semble ne pas correspondre avec celles du Genre à cause de sa très grande taille.

Répartition stratigraphique : Paléocène-Eocène inférieur

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatriporites magnotriangulus* sp. nov.

Planche 8 fig. 30. 31

Etymologie : grande taille du pollen

Holotype : Planche 8 fig. 30 Ngata 1180 m, lame 69883, référence England Finder G36-1, boîte 361. Fig. 31 Ngata 980 m, lame 69662, England Finder U34-4, boîte 351.

Diagnose : pollen triangulaire de grande taille, à bords droits. Exine scabre, peu épaisse (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Pores étroits (+/- 3  $\mu\text{m}$ ) à annulus allongé (7-10  $\mu\text{m}$ ) évasé vers l'intérieur.

Dimensions : 54-56  $\mu\text{m}$

Comparaisons : les caractéristiques de cette espèce ne semblent pas correspondre à celles des autres espèces du Genre (*Psilatroporites desilvae*, *Psilatroporites sarmientoi*). Les pores de *Psilatroporites magnotriangulus* de formes très caractéristiques (allongés et évasés de l'intérieur) sont différents de ceux des spécimens du genre.

Répartition stratigraphique : Paléocène-Eocène inférieur

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatroporites* sp. 1

Planche 8 fig. 10

Description : pollen tripore de forme arrondie à exine lisse (1,5-2,5  $\mu\text{m}$ ) épaissie au niveau des pores. Diamètre des pores : 3-3,5  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatroporites* sp. 2

Planche 8 fig. 11

Description : pollen tripore rond. Exine mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) finement granulée. Pores ronds (2,5- 3  $\mu\text{m}$ ) à contour épaissi.

Dimensions : 32-36  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Bombacaceae ?

*Psilatroporites* sp. 3

Planche 8 fig. 12

Description : pollen tripore rond. Exine lisse, épaisse (2,5-3  $\mu\text{m}$ ). Pores ronds, simples, assez grands (4,4-5  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 34-36  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatroporites* sp. 4

Planche 8 fig. 13.14

Description : pollen tripore subsphérique, de petite taille. Pores (2  $\mu\text{m}$ ) au contour épaissi. Exine lisse à scabre, mince (+/- 1  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 20-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatroporites* sp. 5

Planche 8 fig. 15

Description : pollen triporé triangulaire, légèrement convexe. Exine lisse à scabre (1,5 µm), épaissie au niveau des pores (2 µm)

Dimensions : 27-30 µm

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatriporites* sp. 6

Planche 8 fig. 16

Description : pollen triporé sphérique. Pores de 2-2,5 µm avec vestibulum. Exine lisse de +/- 2,5 µm d'épaisseur

Dimensions : 30 µm

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Retitriporites* Ramanujam 1966**

*Retitriporites boltenhagenii* Salard-Cheboldaeff 1978

Planche 8 fig.18

Description : pollen triporé triangulaire fortement convexe. Exine réticulée de 1,5-2 µm d'épaisseur. Pores de 2,5-3 µm de diamètre.

Dimensions : 35-38 µm

Affinités botaniques : inconnues

*Retitriporites* sp.

Planche 8 fig. 19

Description : pollen triporé subsphérique. Exine mince (1-1,5 µm), finement réticulée. Pores circulaires de +/- 2 µm de diamètre.

Dimensions : 32-33 µm

Affinités botaniques : inconnues

*Retitriporites spissoexinus* sp. nov.

Planche 8 fig. 17

Étymologie : du latin « spissus » (épais), en référence au caractère épais de l'exine

Holotype : Planche 8 fig. 17, Ngata 1020 m, lame 69748, référence England Finder E26-1, boîte 354.

Diagnose : pollen triporé triangulaire. Exine épaisse (2,5-3 µm), grossièrement réticulée ; endexine mince (0,5 µm). Grands pores de 4-5 µm de diamètre.

Dimensions : 30-33 µm

Comparaisons : notre matériel a une forme distincte de celle des mêmes genres et son exine est plus épaisse que celle de *Retitriporites boltenhagenii* (SALARD, 1978).

Répartition stratigraphique : Paléocène-Eocène inférieur

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Scabratriporites* Van Hoeken Klinkenberg 1964**

*Scabratriporites annellus* Van Hoeken Klinkenberg 1964

Planche 7 fig. 33 –Planche 8 fig. 5

Description : pollen triporé triangulaire légèrement convexe. Pores (4  $\mu\text{m}$ ) à contour épaissi. Exine mince (+/- 1  $\mu\text{m}$ ) finement granulée.

Dimensions : 30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Proteaceae

*Scabratriporites* sp.

Planche 7 fig. 34

Description : pollen triporé à bord légèrement convexe. Pores 8  $\mu\text{m}$  de diamètre à contour épaissi.

Exine mince (+/- 1  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 40  $\mu\text{m}$

### **Genre *Triatriopollenites* Pflug 1953**

*Triatriopollenites* sp. 1.

Planche 8 fig. 20

Description : pollen triangulaire à 3 pores avec atrium. Exine lisse à scabre, mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ). Diamètre des pores : 2-2,5  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 23-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : cf. Myricaceae

*Triatriopollenites* sp. 2

Planche 8 fig. 21

Description : pollen triangulaire convexe à subsphérique, à 3 pores avec atrium. Exine lisse, épaisse (3-3,5  $\mu\text{m}$ ). Diamètre des pores : 2-3  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 27-32  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Triatriopollenites* sp. 3

Planche 8 fig. 22.23

Description : pollen triangulaire convexe à subsphérique à 3 pores avec atrium. Exine scabre plutôt épaisse (2-2,5  $\mu\text{m}$ ). Diamètre des pores : 2-2,5  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : cf. Myricaceae

*Triatriopollenites* sp. 4

Planche 8 fig. 24

Description : pollen triangulaire légèrement convexe à 3 pores avec atrium ponctué. Exine scabre de 1,5-2  $\mu\text{m}$  d'épaisseur. Diamètre des pores : 2  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Myricaceae



*Triatriopollenites* sp. 5

Planche 8 fig. 25

Description : pollen triangulaire convexe. Exine mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ), lisse. Pores étroits (1,5  $\mu\text{m}$ ) avec petit atrium.

Dimensions : 21-23  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : cf. Myricaceae

### **Genre *Anacolosidites* (Cookson & Pike 1954) Potonié 1960**

*Anacolosidites* cf. *luteoides* Cookson & Pike 1954

Planche 8 fig. 39

Description : pollen triangulaire concave à pores subéquatoriaux de 2-2,5  $\mu\text{m}$  de diamètre.  
Exine lisse.

Dimensions : 24-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Olacaceae (g. *Anacolosia*) Boltenhagen, Dejax & Salard-Chebouldaëff 1985.

### **Genre *Concavisubtriporites* n.gen.**

Diagnose : pollen subtriporé triangulaire concave de grande taille

*Concavisubtriporites nkapaensis* sp. nov.

Planche 8 fig. 32

Étymologie : adjectif dérivé de la localité ayant donné le nom à la formation étudiée

Holotype : Planche 8 fig. 32, Ngata 1280 m, lame 69888, référence England Finder F30-2, boîte 361

Diagnose : pollen triangulaire bréviaxe de grande taille aux cotés concaves. Exine striée (épaisseur : 2-2,5  $\mu\text{m}$ ). Pores oblongs (2,5 x 3  $\mu\text{m}$ ) en situation subéquatoriale.

Dimensions : 45-50  $\mu\text{m}$

Comparaisons : cette espèce peut ressembler au genre *Concavtriporites* de Song (1996) en Chine, mais les pores ne sont pas nets et un des cotés est plus concave que les deux autres.

Répartition stratigraphique : Paléocène supérieur

Affinités botaniques : inconnues

### **Classe *Stephanoporatae* Iversen & Troels-Smith 1950**

### **Genre *Echiperiporites* Van der Hammen & Wijmstra 1964**

*Echiperiporites* sp.

Planche 8 fig. 38

Dimensions : 20-23  $\mu\text{m}$

Description : pollen circulaire à exine échinée mince (Epines : 1,5  $\mu\text{m}$ ). Pores étroits : 1-1,5  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Psilastephanoporites* Regali ex Hoorn 1993**

*Psilastephanoporites* sp. 1

Planche 8 fig. 28

Description : pollen arrondi. Exine scabre, mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ). Pores ronds (2,5-3  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilastephanoporites* sp. 2

Planche 8 fig. 29

Description : pollen de forme quadrangulaire ou pentagonale. Structure en arceaux. Exine lisse, mince. 4 pores étroits.

Dimensions : 28-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilastephanoporites oculiporus* Pardo-Trujillo 2004

Planche 8 fig. 36

Description : pollen de forme polygonale. Exine mince (1,5-2  $\mu\text{m}$ ), scabre. 6-7 pores ronds (3- 3,5  $\mu\text{m}$ ). Structure en arceaux joignant les pores.

Dimensions : 35-40  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Retistephanoporites* Gonzalez 1967**

*Retistephanoporites minutiporus* Jaramillo & Dilcher 2001

Planche 8 fig. 37

Description : pollen arrondi à exine réticulée (2,5-3  $\mu\text{m}$ ). Pores ronds (2,5-3  $\mu\text{m}$ ) à contour épaissi.

Dimensions : 40-45  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Ulmipollenites* Wolff 1934**

*Ulmipollenites undulosus* Wolff 1934

Planche 3 fig. 26.27

Description : pollen à exine mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) verruqueuse à vaguement rugulée. 4 pores équatoriaux de 3  $\mu\text{m}$  de diamètre.

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Ulmaceae

**Classe Tricolpatae** Iversen & Troels-Smith 1950

**Genre *Clavatricolpites* Pierce 1961**

*Clavatricolpites densiclavatus* Jaramillo & Dilcher 2001

Planche 9 fig. 8

Description : pollen tricolpé à profil arrondi en vue polaire. Exine clavée (2-2,5 µm)

Dimensions : 25-28 µm

Affinités botaniques : Aquifoliaceae

**Genre *Crototricolpites* Leidekmeyer 1966**

*Crototricolpites* cf. *densus* Salard-Chebodaëff 1978

Planche 9 Fig. 18

Description : pollen arrondi en vue polaire. Exine « crotonoïde » finement réticulée, fine (1-1,5 µm).

Dimensions : 30-35 µm

Affinités botaniques : Euphorbiaceae (Croton ?)

*Crototricolpites protoannemariae* Jaramillo & Dilcher 2001

Planche 9 fig. 6

Description : pollen tricolpé, arrondi en vue polaire. Exine « crotonoïde » (2,5-3 µm) grossièrement réticulée.

Dimensions : 45-50 µm

Affinités botaniques : Euphorbiaceae

*Crototricolpites* cf. *protoannemariae* Jaramillo & Dilcher 2001

Planche 9 fig. 7

Description : pollen tricolpé à exine « crotonoïde »

Dimensions : 35-40 µm

Affinités botaniques : Euphorbiaceae ?

**Genre *Psilabrevitricolpites* Van Hoeken Klinkenberg 1966**

*Psilabrevitricolpites* sp.1

Planche 8 fig. 33

Description : pollen tricolpé triangulaire. Exine mince (1 µm), lisse. Colpes courts (4-4,5 µm).

Dimensions : 25-30 µm

Affinités botaniques : inconnues

*Psilabrevitricolpites* sp. 2

Planche 8 fig. 34.35.

Description : pollen tricolpé subarrondi. Exine lisse, mince (1,5  $\mu\text{m}$ ). Colpes courts (3,5-4  $\mu\text{m}$ ) entourés d'un épaissement de +/- 3  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 20-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Psilatricolpites* Pierce 1961**

*Psilatricolpites* sp. 1

Planche 8 fig. 40

Dimensions : 45-50  $\mu\text{m}$

Description : pollen tricolpé à contour sub-circulaire. Exine lisse, épaisse (2,5-3  $\mu\text{m}$ ).  
Colpes longs (13-15  $\mu\text{m}$ ).

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolpites* sp. 2

Planche 9 fig. 1.2

Description : pollen tricolpé arrondi en vue polaire. Exine scabre mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ).  
Longueur des colpes (8-12  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolpites* sp. 3

Planche 9 fig. 3

Description : pollen tricolpé sub-arrondi. Exine scabre épaisse (2-2,5  $\mu\text{m}$ ). Longueur des  
colpes : 10  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolpites* sp. 4

Planche 9 fig. 4

Description : pollen tricolpé elliptique en vue équatoriale. Exine lisse, mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 32 x 20  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Retibrevitricolpites* Van Hoeken Klinkenberg 1966**

*Retibrevitricolpites triangulatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966

Planche 9 fig. 12

Description : pollen tricolpé triangulaire à colpes courts (4-5  $\mu\text{m}$ ). Exine mince (+/- 1,5  $\mu\text{m}$ ), réticulée.

Dimensions : 35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Retitrescolpites* Sah 1967**

*Retitrescolpites baculatus* Jaramillo & Dilcher 2001

Planche 9 fig. 14

Description : pollen tricolpé arrondi. Exine grossièrement réticulée (2,5-3  $\mu\text{m}$ ).

Colpes courts (5-7  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 33-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Retitricolpites* Pierce 1961**

*Retitricolpites* sp. 1

Planche 9 fig. 5

Description : pollen tricolpé subtriangulaire convexe en vue polaire. Exine réticulée mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ). Colpes courts (5-8  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolpites* sp. 2

Planche 9 fig. 9

Description : pollen tricolpé à contour arrondi. Exine réticulée (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Colpes courts (5-7  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 20-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolpites* sp. 3

Planche 9 fig. 10

Description : pollen tricolpé arrondi. Exine finement réticulée mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (10  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolpites* cf. *retiaphelis* Leidelmeyer 1966

Planche 9 fig. 22

Description : pollen tricolpé rond. Exine finement réticulée (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (12-15  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 40-45  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolpites clarensis* Gonzalez-Guzman 1967

Planche 9 fig. 11.15.16.17

Description : pollen tricolpé bréviaxe à contour arrondi. Exine (1-2  $\mu\text{m}$ ) finement réticulée. Colpes longs à extrémités proches des pôles.

Dimensions : 25-32  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolpites simplex* Gonzalez 1967

Planche 9 fig. 13

Description : pollen tricolpé oblong à colpes atteignant les pôles. Exine mince (1,5 µm), réticulée.

Dimensions : 35 x 25 µm

Affinités botaniques : inconnues

**Classe *Stephanocolpatae* Iversen & Troels-Smith 1950**

**Genre *Retistephanocolpites* Leidelmeyer 1966**

*Retistephanocolpites williamsi* Germeraad, Hopping & Muller 1968

Planche 9 fig. 19.20.21

Description : pollen de forme arrondie à 5-6 colpes. Exine scabre à infraréticulée, peu épaisse (1- 1,5 µm). Colpes assez longs (7-8 µm) n'atteignant pas les pôles.

Dimensions : 25-30 µm

Affinités botaniques : Linaceae-Ctenolophonideae (*Ctenolophon*, Tescher & Mosbrugger, 2007)

**Classe *Tricolporatae* Iversen & Troels-Smith 1950**

**Genre *Bombacacidites* Couper 1960 emend. Krutzsch 1970**

*Bombacacidites* cf. *annae* (Van der Hammen 1954) Leidelmeyer 1966

Planche 9 fig. 26

Description : pollen tricolporé subtriangulaire. Exine di-réticulée (grandes mailles, 3,5-4 µm, au centre ; petites mailles, 1µm < aux angles). Pores à contour épaissi ; colpes courts : 5-6 µm.

Dimensions : 35-40 µm

Affinités botaniques : Bombacaceae

*Bombacacidites ngosii* sp. nov.

Planche 9 fig. 29

Etymologie : dédié au Pr. S. Ngos, responsable de Laboratoire de Géologie du Sédimentaire et du Pétrole à l'Université de Yaoundé I, et co-promoteur de ce travail.

Holotype : planche 9 fig. 29, Ngata 1460 m, lame 69942, référence England Finder M26-1, boîte 266

Diagnose : pollen tricolporé à contour arrondi. Exine réticulée à réticule légèrement plus fin aux angles. Pores à épaississement bien marqué. Colpes de 7-8 µm de long.

Dimensions : 30-35 µm

Comparaison : cette espèce est différente de *Bombacacidites annae* (Leidelmeyer 1966) par sa forme et son ornementation moins prononcée. L'exine est moins épaisse que celle de *B. annae*.

Répartition stratigraphique : Paléocène-Eocène inférieur

Affinités botaniques : Bombacaceae

*Bombacacidites* sp. 1

Planche 9 fig. 23

Description : pollen tricolporé rond. Exine finement réticulée uniforme (1,5  $\mu\text{m}$ ). Pores à contour légèrement épaissi. Colpes plutôt longs (+/-8  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : cf. Bombacaceae

*Bombacacidites* sp. 2

Planche 9 fig. 24

Description : pollen tricolporé rond. Exine grossièrement réticulée uniforme. Pores à contour fortement épaissi. Colpes courts (7-8  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 40-50  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Bombacaceae ?

*Bombacacidites* sp. 3

Planche 9 fig. 25

Description : pollen tricolporé rond. Exine réticulée à mailles légèrement plus larges au centre. Pores à contour fortement épaissi. Colpes courts : 5-6  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 33-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : cf. Bombacaceae

*Bombacacidites* sp. 4

Planche 9 fig. 28

Description : pollen tricolporé subtriangulaire. Exine (1,5  $\mu\text{m}$ ) à réticule fortement marqué. Petits pores à colpes courts (+/-5  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Bombacaceae ?

*Bombacacidites* sp. 5

Planche 9 fig. 27

Diagnose : pollen tricolporé subtriangulaire convexe. Exine di-réticulée (grandes mailles au centre, 2,5-3  $\mu\text{m}$ , petites mailles, 1  $\mu\text{m}$  < aux angles). Pores à contour épaissi. Colpes courts (6-7  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 35-40  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Bombacaceae

*Bombacacidites* sp. 6

Planche 9 fig. 30

Description : pollen tricolporé arrondi. Exine mince (1,5  $\mu\text{m}$ ) très finement réticulée.

Colpes assez longs (+/- 10  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Brevitricolporites* Anderson 1960**

*Brevitricolporites echinus* sp. nov.

Planche 9 fig. 36.37

Étymologie : du latin « echinus » (hérisson) en référence aux épines portées par le pollen.

Holotype : Planche 9 fig. 36, Mamiwater 1010 m, lame 67166, référence England Finder V35-1-3, boîte 225

Diagnose : pollen tricolporé subcirculaire. Exine mince (1  $\mu\text{m}$ ) à ornementation échinée (hauteur des épines : 0,5-1  $\mu\text{m}$ ). Colpes courts (5  $\mu\text{m}$ ). Pores arrondis (2  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 23-25  $\mu\text{m}$

Comparaison : aucune espèce du genre n'a été recensé comme épineux auparavant.

Répartition stratigraphique : Paléocène

Affinités botaniques : inconnues

*Brevitricolporites eomolinae* sp. nov.

Planche 9 fig. 33

Étymologie : vient de premier ou ancien (apparaît avant celui de Salard)

Holotype : Planche 9 fig. 33, Yatou 1450 m, lame 67389, England Finder L35-4, boîte 234

Diagnose : pollen tricolporé subsphérique bréviaxe. Exine lisse (1,5  $\mu\text{m}$ ). Colpes plutôt longs (5-6  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 20-25  $\mu\text{m}$

Comparaison : *Brevicolporites molinae* (Salard, 1978) est de grande taille, la taille de l'exine de stratification augmente au niveau des ouvertures alors que l'exine de notre matériel a la même épaisseur presque en tout point.

Répartition stratigraphique : Paléocène-Eocène inférieur

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Clavatricolporites* Leidelmeyer 1966**

*Clavatricolporites leticiae* Leidelmeyer 1966

Planche 10 fig. 22

Description : pollen de forme arrondie. Exine (2,5-3  $\mu\text{m}$ ) clavée à ornementation très serrée. Pores ronds (4-5  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (9-10  $\mu\text{m}$ ) n'atteignant pas les pôles.

Dimensions : 27-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Clavatricolporites* cf. *leticiae* Leidelmeyer 1966

Planche 10 fig. 21



Description : pollen brevixaxe de forme ronde. Exine clavée (2,5-3  $\mu\text{m}$ ) à ornementation serrée. Pores ronds (6,5-7  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (10-12  $\mu\text{m}$ ) n'atteignant pas les pôles.  
Dimensions : 35-40  $\mu\text{m}$   
Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Colombipollis* Sarmiento 1992**

*Colombipollis tropicalis* Sarmiento 1992

Planche 10 fig. 7

Description : pollen triangulaire convexe. Exine scabre (2-2,5  $\mu\text{m}$ ). Pores ronds (5,5-6  $\mu\text{m}$ ).  
Colpes longs (15-20  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 50-60  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Ilexpollenites* Thiergart 1937**

*Ilexpollenites* sp.

Planche 10 fig. 31

Description : pollen de forme triangulaire très convexe. Exine clavée épaisse (2,5-3,5  $\mu\text{m}$ ).  
Pores larges (7-8  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (9-10  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Aquifoliaceae

### **Genre *Lanagiopollis* Morley 1982**

*Lanagiopollis crassa* (Van der hammen & Wijmstra 1964) Frederiksen 1988

Planche 9 fig. 35

Description : pollen tricolporé rond en vue polaire. Exine (1,5-2  $\mu\text{m}$ ) infraréticulée. Colpes relativement courts (6-7  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 33-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Pellicieraceae cf. *Pelliciera rhizophorae*, plante de mangrove (Germeraad et al., 1968)

### **Genre *Margocolporites* Ramanujan 1966 (ex Srivastava 1969) emend. Pocknall & Mildenhall 1984**

*Margocolporites vanwijhei* Germeraad, Hopping & Muller 1968

Planche 9 fig. 31

Description : pollen tricolporé rond. Exine (1,5-2  $\mu\text{m}$ ) réticulée. Pores larges (+/- 10  $\mu\text{m}$ ).  
Colpes longs en entonnoir (10 à 1  $\mu\text{m}$ ) aboutissant aux pôles.

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Leguminosae-Caesalpinioideae (Germeraad et al., 1968), type *Caesalpinia*, à large feuilles, arbres sempervirents tempérés (Utescher & Mosbrugger, 2007).

*Margocolporites* sp.

Planche 9 fig. 32

Description : pollen tricolporé subsphérique. Exine (1,5-2  $\mu\text{m}$ ) réticulée. Pores larges (5-6  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (7-8  $\mu\text{m}$ ) n'atteignant pas les pôles.

Dimensions : 28-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Myrtacidites* Chitaley 1951**

*Myrtacidites psilatus* Belsky, Boltenhagen & Potonié 1965

Planche 10 fig. 17.18.

Description : pollen brevixaxe de forme triangulaire à aspect syncolpé. Exine tectée lisse ou scabre (2-2,5  $\mu\text{m}$ ), épaissie au niveau des pores (3  $\mu\text{m}$ ). Pores : 3-3,5  $\mu\text{m}$ . Colpes assez longs (+/- 20  $\mu\text{m}$ ) atteignant les pôles sans s'y rencontrer.

Dimensions : 35-40  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Myrtaceae

### **Genre *Psilabrevitricolporites* Van der Kaars 1983**

*Psilabrevitricolporites* sp.

Planche 9 fig. 34

Description : pollen tricolporé rond. Exine lisse à scabre (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Colpes (5-6  $\mu\text{m}$ ), étroits.

Dimensions : 25-28  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Psilatricolporites* Van der Hammen ex Pierce 1961**

*Psilatricolporites crassus* Van der Hammen & Wijmstra 1964

Planche 10 fig. 1

Description : pollen tricolporé triangulaire convexe. Exine (3-3,5  $\mu\text{m}$ ) lisse à scabre, tectée. Pores allongés de 3-5  $\mu\text{m}$ . Colpes moyennement longs (15-17  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 45-50  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolporites operculatus* Van der Hammen & Wijmstra 1964

Planche 10 fig. 2.3.4.5

Description : pollen tricolporé sphérique à subsphérique. Exine (1,5-2,5  $\mu\text{m}$ ) lisse à scabre. Pores larges (4-5  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (+/- 10  $\mu\text{m}$ ). Les ouvertures sont pourvues d'un opercule de 1,5 à 3,5  $\mu\text{m}$  de long.

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Euphorbiaceae cf. *Alchornea* (Germeraad et al, 1968)

*Psilatricolporites* sp. 1

Planche 10 fig. 6

Description : pollen tricolporé subsphérique. Exine lisse (1-1,5  $\mu\text{m}$ ). Pores : 3-4  $\mu\text{m}$ . Sillons longs : 8-9  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 22-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolporites* sp. 2

Planche 10 fig. 8.9

Description : pollen tricolporé bréviaxe, subsphérique. Exine mince (1,5  $\mu\text{m}$ ) lisse à scabre. Colpes (9-10  $\mu\text{m}$ ) entourés d'un épaissement de l'exine de +/- 2  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 33-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolporites* sp. 3

Planche 10 fig. 10

Description : pollen tricolporé de forme oblongue. Exine lisse à scabre. Pores ronds (2  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs : +/- 20  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 25 x 20  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolporites* sp. 4

Planche 10 fig. 11

Description : pollen tricolporé triangulaire à côtés convexes. Exine lisse (1-3  $\mu\text{m}$ ). Pores : +/- 3  $\mu\text{m}$ . Colpes longs : 15-16  $\mu\text{m}$

Dimensions : 35-38  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolporites* sp. 5

Planche 10 fig. 12

Description : pollen tricolporé oblong. Exine lisse (+/- 2  $\mu\text{m}$ ). Pores ovales (3 x 6  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs et étroits.

Dimensions : 45 x 40  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolporites* sp. 6

Planche 10 fig. 13.14

Description : pollen tricolporé ellipsoïdal. Exine (+/- 1,5  $\mu\text{m}$ ) lisse à très finement réticulée. Pores ovales (5-10 x 1-2  $\mu\text{m}$ ) fortement étiés dans le sens de l'équateur. Colpes longs, atteignant les pôles.

Dimensions : 45-35 x 35-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues.

*Psilatricolporites* sp. 7

Planche 10 fig. 14

Description : pollen tricolporé arrondi. Exine scabre (1,5  $\mu\text{m}$ ). Pores : 2,5-3  $\mu\text{m}$ . Colpes longs : 10-12  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 35 x 38  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolporites* sp. 8

Planche 10 fig. 15

Description : pollen tricolporé de petite taille. Exine lisse (+/- 1,5  $\mu\text{m}$ ). Petits pores (1,5  $\mu\text{m}$ ). Colpes : 11-12  $\mu\text{m}$

Dimensions : 20  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolporites* sp. 9

Planche 10 fig. 16

Description : pollen tricolporé subsphérique. Exine lisse à scabre. Petits pores (+/- 2  $\mu\text{m}$ ). Colpes (10-12  $\mu\text{m}$ ) à bords fortement marqués.

Dimensions : 20-22  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Psilatricolporites* sp. 10

Planche 10 fig. 19

Description : pollen tricolporé elliptique. Exine lisse à scabre (1-1,5  $\mu\text{m}$ ). Pores : 4-5  $\mu\text{m}$ . Colpes longs bien marqués (18-20  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 25 x 20  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Retibrevitricolporites* Legoux 1978**

*Retibrevitricolporites protrudens* Legoux 1978

Planche 10 fig. 28.29

Description : pollen tricolporé de forme triangulaire. Exine scabre à infraréticulée (1,5  $\mu\text{m}$ ) épaissie au niveau des pores (2,5  $\mu\text{m}$ ). Pores : 4-4,5  $\mu\text{m}$ . Colpes courts : +/- 8  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retibrevitricolporites* sp.

Planche 10 fig. 30

Description : pollen tricolporé triangulaire convexe. Exine réticulée à larges mailles. Pores : 3,5- 4,5  $\mu\text{m}$ . Colpes courts : +/- 8  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 33  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Retitricolporites* Van der Hammen & Wijmstra 1964**

*Retitricolporites crassicostatus* Van der Hammen & Wijmstra 1964

Planche 10 fig. 25.26.27

Description : pollen tricolporé subcirculaire. Exine scabre à finement réticulée mince (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Pores larges (5-6  $\mu\text{m}$ ). Colpes courts (6-8  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 23-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolporites crassicostatus* Van der Hammen & Wijmstra 1964 *major* subsp. nov.

Planche 10 fig. 24

Holotype : Planche 10 fig. 24, Moulongo 2435 m, lame 69922, England Finder G32-3, boîte 365

Diagnose : pollen tricolporé subcirculaire. Exine finement réticulée (3  $\mu\text{m}$ ). Pores larges (6-7  $\mu\text{m}$ ). Colpes plutôt courts (15-20  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 35-40  $\mu\text{m}$

Comparaisons cette espèce est plus grande que *Retitricolporites crassicostatus* décrit par Van Hoeken-Klinkenberg (1966), et ses colpes sont aussi un peu plus longs que ceux de l'holotype.

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolporites bessongii* sp. nov.

Planche 10 fig. 32.33.34

Étymologie : dédié au Dr. Moïse Bessong, Chargé de Recherche à l'Institut de Recherches Géologiques et Minières du Cameroun.

Holotype : Planche 10 fig. 32, Ngata 1120 m, lame 69799, référence England Finder R43-2, boîte 354

Diagnose : pollen tricolporé breviauxe. Exine finement réticulée peu épaisse (+/- 1,5  $\mu\text{m}$ ). Pores larges : 5-6  $\mu\text{m}$ . Colpes longs (10-12  $\mu\text{m}$ ), non jointifs aux pôles.

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Comparaisons : la nouvelle espèce ne semble pas correspondre aux caractéristiques de *Retitricolporites irregularis* de Salard 1979. En fait chez *Retitricolporites irregularis* trouvé par Salard (1979), l'exine est épaisse et très ornementée, alors que celle de notre matériel est finement réticulée.

Répartition stratigraphique : Paléocène-Eocène inférieur

Affinités botaniques : Euphorbiaceae

*Retitricolporites irregularis* Van der Hammen & Wijmstra 1964

Planche 10 fig. 40

Description : pollen tricolporé longiauxe. Exine (2,5-3  $\mu\text{m}$ ) nettement réticulée. Pores : +/- 5  $\mu\text{m}$ . Colpes longs n'atteignant pas les pôles.

Dimensions : 50 x 35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Euphorbiaceae (*Amanoa* sp.), arbres tropicaux à larges feuilles (Utescher & Mosbrugger, 2007).

*Retitricolporites venezuelensis* Pardo-Trujillo, Jaramillo & Oboh-Ikuenobe 2003

Planche 6 fig. 2

Description : pollen tricolporé de forme arrondie. Exine tectée-réticulée (4-5  $\mu\text{m}$ ). Pores larges : 7-8  $\mu\text{m}$ . Colpes plutôt longs (+/- 15  $\mu\text{m}$ ) non jointifs aux pôles.

Dimensions : 40-45  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolporites* cf. *hispidus* Van der Hammen & Wijmstra 1964

Planche 11 fig. 4

Description : pollen tricolporé de forme ellipsoïdale. Exine (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) à ornementation réticulée bien marquée. Pores : +/- 5  $\mu\text{m}$ . Colpes longs atteignant les pôles.

Dimensions : 30 x 25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolporites* sp. 1

Planche 10 fig. 23

Diagnose : pollen tricolporé bréviaxe. Exine finement réticulée (1,5  $\mu\text{m}$ ) épaissie au niveau des pores (2  $\mu\text{m}$ ). Pores larges (7-8  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (+/- 20  $\mu\text{m}$ ) jointifs aux pôles.

Dimensions : 33-38  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Euphorbiaceae

*Retitricolporites* sp. 2

Planche 10 fig. 35-36

Description : pollen tricolporé sub-arrondi. Exine réticulée (+/- 1,5  $\mu\text{m}$ ) à mailles irrégulières et tectum. Pores ronds (3,5-4  $\mu\text{m}$ ). Colpes relativement longs (8-10  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 25-32  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : cf. Oleaceae

*Retitricolporites* sp. 3

Planche 10 fig. 37

Description : pollen tricolporé bréviaxe. Exine (+/- 1,5  $\mu\text{m}$ ) grossièrement réticulée à larges mailles. Pores larges : +/- 10  $\mu\text{m}$ . Colpes plutôt courts (12-15  $\mu\text{m}$ ). Apertures pourvues d'un opercule (8-9  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 50-55  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolporites* sp. 4

Planche 10 fig. 38

Description : pollen tricolporé bréviaxe. Exine réticulée (+/- 1,5  $\mu\text{m}$ ) à mailles à bords épais. Pores ronds : 3-3,5  $\mu\text{m}$ . Colpes (10-13  $\mu\text{m}$  à bords épaissis.

Dimensions : 35-40  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolporites* sp. 5

Planche 10 fig. 39

Description : pollen tricolporé bréviaxe sub-sphérique. Exine mince (+/- 1 µm) réticulée-tectée. Pores ronds (4-4,5 µm). Colpes : 10-12 µm.

Dimensions : 35 µm

Affinités botaniques : Oleaceae ?

*Retitricolporites* sp. 6 (1)

Planche 10 fig. 41

Description : petit pollen tricolporé arrondi en vue polaire. Exine mince (+/- 1 µm) finement réticulée. Pores : 2,5-3 µm. Colpes plutôt longs (8-9 µm), atteignant les pôles.

Dimensions : 18-20 µm

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolporites* sp. 6 (2)

Planche 11 fig. 1

Description : pollen tricolporé oblong. Exine finement réticulée mince (+/- 1 µm). Pores ronds : +/- 4 µm. Colpes longs et minces (20-22 µm).

Dimensions : 20 x 25 µm

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolporites* sp. 7

Planche 11 fig. 3

Description : pollen arrondi à pôles aplatis. Exine (2-2,5 µm) finement réticulée. Pores : 3,5- 4 µm. Colpes courts (8-9 µm).

Dimensions : 28 x 25 µm

Affinités botaniques : Euphorbiaceae ?

*Retitricolporites* sp. 8

Planche 11 fig. 5.6

Description : pollen tricolporé de forme ellipsoïdale. Exine mince (1 µm) finement réticulée. Pores oblongs dans l'axe équatorial (1,5 × 4,5 µm). Colpes longs (10-20 µm).

Dimensions : 26-20 x 15-13 µm

Affinités botaniques : inconnues

*Retitricolporites* sp. 9

Planche 11 fig. 7

Description : pollen tricolporé arrondi en vue polaire. Exine mince (1-1,5 µm) mini-réticulée. Pores arrondis (4,5-5 µm). Colpes longs (+/- 13 µm), presque jointifs aux pôles.

Dimensions : 28-30 µm

Affinités botaniques : cf. Euphorbiaceae

*Retitricolporites* sp. 10

Planche 11 fig. 12

Description : pollen brevixaxe arrondi. Exine mince (+/- 1,5 µm), réticulée, épaissie au niveau des pores. Pores larges : 4-5 µm. Colpes longs (+/- 15 µm), presque jointifs aux pôles.

Dimensions : 32 x 28 µm

Affinités botaniques : Euphorbiaceae ?

### **Genre *Siltaria* Traverse 1955**

*Siltaria mariposa* (Leidelmeyer 1966) Jaramillo & Dilcher 2001

Planche 10 fig. 20

Description : pollen arrondi bréviaxe. Exine finement réticulée (2 µm), plus épaisse au niveau des pores (2,5 µm). Colpes longs atteignant les pôles.

Dimensions : 30-35 µm

Affinités botaniques : inconnues

### **Genre *Striatopollis* Krutzsch 1959**

*Striatopollis bellus* Sah 1967

Planche 11 fig. 8.9.10

Description : pollen tricolpé longixaxe, de forme ellipsoïdale. Sillons longs atteignant les pôles. Exine (1,5-2 µm) striée et ponctuée. Columelles serrées formant des stries (+/- 1,5 µm) séparées par des espaces de même largeur

Dimensions : 35-60 x 30-40 µm

Affinités botaniques : Cesalpiniaceae

### **Genre *Striatricolporites* Leidelmeyer 1966**

*Striatricolporites fragilis* Salard-Cheboldaeff 1978

Planche 11 fig. 13

Description : pollen tricolporé longixaxe de forme ellipsoïdale. Exine (+/- 1,5 µm) finement striée. Pores (3 × 5 µm). Les colpes, longs (+/- 25 µm), n'arrivent pas aux extrémités.

Dimensions : 30 x 20 µm

Affinités botaniques : cf. Anacardiaceae

*Striatricolporites* cf. *pimulis* Leidelmeyer 1966

Planche 11 fig. 17

Description : pollen arrondi équixaxe. Exine striée (2-2,5 µm). Pores oblongs (7-8 x 4,5-5 µm). Colpes assez longs (15-18 µm) n'atteignant pas les pôles.

Dimensions : 35-40 µm

Affinités botaniques : inconnues



*Striatricolporites* sp. 1

Planche 11 fig. 14

Description : pollen tricolporé allongé. Exine striée (1,5-2  $\mu\text{m}$ ) à stries épaisses. Pores oblongs (2 x 5  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (27-30  $\mu\text{m}$ ) n'atteignant pas les pôles.

Dimensions : 35 x 25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Striatricolporites* sp. 2

Planche 11 fig. 15

Description : pollen tricolporé de forme ellipsoïdale. Exine finement striée (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Pores : 5,5 x 3,5  $\mu\text{m}$ . Colpes longs (30  $\mu\text{m}$ ), bien marqués, atteignant les pôles.

Dimensions : 30 x 20  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Anacardiaceae

**Genre *Striacolporites* Sah & Kar 1970**

*Striacolporites striatus* Sah & Kar 1970

Planche 11 fig. 16

Description : pollen tricolporé de grande taille. Exine striée bien marquée (+/- 2,5  $\mu\text{m}$ ).

Pores larges (7-8  $\mu\text{m}$ ). Colpes plutôt courts (15-20  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 70 x 50  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

**Genre *Tricolporites* Cookson 1947**

*Tricolporites microrugulatus* sp. nov.

Planche 11 fig. 11

Étymologie : finement rugulé

Holotype : Planche 11 fig.11, NM 2000 m, lame 68385, England Finder O30-1, boîte 294

Diagnose : pollen tricolporé longiaxe. Exine (2-2,5  $\mu\text{m}$ ) à ornementation rugulée. Pores ronds (3,4-4,5  $\mu\text{m}$ ) à contour épaissi, en relief sur la zone équatoriale. Colpes (+/- 45  $\mu\text{m}$ ) n'atteignant pas les extrémités.

Dimensions : 60 x 35  $\mu\text{m}$

Comparaisons : aucune espèce connue de *Tricolporites* ne semble correspondre à notre matériel. *Tricolporites scabratus* (Harris, 1965), à exine scabré et de forme ovale, est moins grand que notre espèce. *T. pachyexinus* (Cookson, 1947) à exine réticulée a été transféré dans le genre *Rhoipites* d'après Baldoni & Askin, 1993.

Répartition stratigraphique : Paléocène supérieur-Eocène inférieur.

Affinités botaniques : inconnues

**Classe Stephanocolporatae Iversen & Troels-Smith 1950**

**Genre *Psilastephanocolporites* Leidelmeyer 1966**

*Psilastephanocolporites fissilis* Leidekmeyer 1966

Planche 11 fig. 20.21

Description : Grain de pollen longiaxe colporé (6-8 apertures). Exine mince (+/- 1,5 µm) lisse à légèrement scabre. Pores oblongs (axes des pores : 2-3 x 2-4 µm). Colpes parallèles (+/- 3-4 µm) à extrémités proches des pôles. Espaces entre les colpes 2-3 µm.

Dimensions : 40-60 x 25-35 µm

Affinités botaniques : Polygalaceae (Lorente 1986)

*Psilastephanocolporites scabratus* Salard-Cheboldaeff 1978

Planche 11 fig. 22.23.24

Description : pollen tétracolporé longiaxe de forme arrondie. Exine mince (1,5-2 µm), lisse à scabre. Pores oblongs dans le sens équatorial (5 x 2,5 µm). Colpes étroits, longs (25- 30 µm) mais n'atteignant pas les pôles.

Dimensions : 30-40 x 25-30 µm

Affinités botaniques : Meliaceae

*Psilastephanocolporites salardiae* sp. nov.

Planche 11 fig. 26.27

Etymologie : espèce nommée en hommage au Prof. Salard-Cheboldaeff.

Holotype : Planche 11 fig. 26-27, Moulongo 2200 m, lame 69952, référence England Finder P39- 1, boîte 366. Fig. 27 Moulongo 2395 m, lame 69908, référence England Finder J28-2, boîte 364.

Diagnose : pollen tétracolporé sub-circulaire. Exine mince (1,5-2 µm), lisse. Pores allongés dans l'axe équatorial (6-7 x 2,5-3,5 µm). Colpes longs (28-33 µm) n'atteignant pas les extrémités.

Dimensions : 35-45 x 30-35 µm

Comparaison : cette espèce a presque la même taille que *P. perforatus* mais son tectum est lisse alors que celui de *P. perforatus* est finement perforé. Par ailleurs les spécimens de *P. laevigatus* décrits par Salard (1978) ont un axe polaire plus court et leurs endoapertures sont moins développés. Plus, *P. perforatus* et *P. laevigatus* sont connus du Miocène au Cameroun.

Affinités botaniques : Sapotaceae

*Psilastephanocolporites* sp.

Planche 11 fig. 25

Description : pollen tétracolporé de forme elliptique. Exine lisse à scabre, mince (+/- 1,5 µm). Pores : 2-2,5 µm. Colpes longs (+/- 20 µm) mais sans atteindre les pôles.

Dimensions : 25 x 20 µm

Affinités botaniques : cf. Sapotaceae

### **Genre Tetracolporites Couper 1963**

*Tetracolporites pachyexinatus* Jaramillo & Dilcher 2001

Planche 11 fig. 19

Description : pollen arrondi tétracolporé. Exine lisse à scabre, mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ). Pores : 2,5-3,5  $\mu\text{m}$ . Colpes courts.

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : cf. Meliaceae (Jaramillo & Dilcher, 2001)

*Tetracolporites quadratus* Sah 1967

Planche 11 fig. 18

Description : pollen tétracolporé quadrangulaire convexe. Exine scabre à mini-réticulée (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Pores : +/- 5  $\mu\text{m}$ . Colpes courts (+/- 8  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 28-32  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Meliaceae ?

### **Genre Retistephanocolporites Van der Hammen & Wijnstra 1964**

*Retistephanocolporites* sp. 1

Planche 11 fig. 28

Description : pollen stéphanocolporé (6-8) longiaxe. Exine mince (+/- 1,5  $\mu\text{m}$ ) finement réticulée. Pores allongés (4,5 x 3,5  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (+/- 35  $\mu\text{m}$ ) et étroits.

Dimensions : 42 x 32  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : cf. Polygalaceae

*Retistephanocolporites* sp. 2

Planche 11 fig. 29

Description : pollen tétracolporé. Exine mince (+/- 1  $\mu\text{m}$ ) infraréticulée. Pores oblongs (4 x 2  $\mu\text{m}$ ). Colpes courts (+/- 15  $\mu\text{m}$ )

Dimensions : 30 x 25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Meliaceae ?

*Retistephanocolporites* sp. 3

Planche 11 fig. 30

Description : pollen tétracolporé. Exine mince (+/- 1  $\mu\text{m}$ ) infraréticulée. Pores elliptiques (4,5 x 3,5  $\mu\text{m}$ ). Colpes courts : +/- 20  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 25 x 20  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retistephanocolporites* sp. 4

Planche 11 fig. 31

Description : pollen tétracolporé longiaxe. Exine mince (1,5  $\mu\text{m}$ ) infraréticulée. Petits pores (+/- 2,5  $\mu\text{m}$ ). Colpes longs (+/- 25  $\mu\text{m}$ ).

Dimensions : 30 x 20  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Retistephanocolporites* sp. 5

Planche 11 fig. 32

Description : pollen circulaire tetracolporé. Exine mince (1,5 µm), réticulée à maillage régulier. Pores : 3,5-4 µm. Colpes très courts : 5-6 µm.

Dimensions : 38-40 µm

Affinités botaniques : inconnues

**Classe Syncolpatae** Iversen & Troels-Smith 1950

**Genre Cupanieidites Cookson & Pike 1954**

*Cupanieidites reticularis* Cookson & Pike 1954 *major* subsp. nov.

Planche 12 fig. 9

Holotype : Planche 12 fig.9 Ngata 1060 m ; numéro de la lame 69796 ; boîte 354 ; England Finder H39-3.

Diagnose : pollen syncolporé triangulaire. Exine tectée-réticulée (1,5-2 µm). Pores étroits (3-4 µm). Colpes (25-30 µm) jointifs aux pôles.

Comparaisons : plus grand que *Cupanieidites reticularis* de Cookson & Pike (1954)

Dimensions : 50-60 µm

Affinités botaniques : cf. Sapindaceae

**Genre Syncolporites Van der Hammen 1954**

*Syncolporites doualaensis* sp. nov.

Planche 12 fig. 10.11.12.13

Etymologie : position géographique de la ville du gisement

Holotype : Planche 12 fig. 10-11, Ngata 1260 m, lame 69887, référence England Finder T37-4, boîte 361. (12) Ngata 1300 m England Finder S34-2 ; numéro de la lame 69911 ; boîte 364. (13) Ngata 1080m ; numéro de la lame 69797 ; England Finder P49-4 ; boîte 354

Diagnose : pollen syncolporé, triangulaire à côtés concaves. Exine tectée-réticulée (2-2,5 µm) à réticule très marqué. Pores étroits (4-5 µm). Colpes larges et longs (35-45 µm).

Dimensions : 55-70 µm

Comparaisons : *Syncolporites doualaensis* est plus grand que tous les *Syncolporites* décrits (*Syncolporites marginatus*, *S. lisamae*, *S. poricostaus*) dont les colpes sont simples et jointifs. Ses colpes sont plus larges que ceux des autres espèces du Genre et ne sont pas toujours jointifs.

Répartition géographique : Paléocène

Affinités botaniques : inconnues

*Syncolporites lisamae* Van der Hammen 1954

Planche 12 fig. 7

Description : pollen syncolporé triangulaire convexe. Exine verruqueuse mince (1,5-2  $\mu\text{m}$ ), épaissie au niveau des pores. Pores étroits (2-2,5  $\mu\text{m}$ ). Colpes : +/- 15  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 25-28  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Myrtaceae (Muller, 1981)

*Syncolporites marginatus* Sarmiento 1992

Planche 12 fig. 1.2

Description : pollen syncolporé arrondi. Exine lisse à scabre, mince (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Pores (3-4  $\mu\text{m}$ ) à bords épaissis. Colpes : +/- 10-12  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 25-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Syncolporites poricostatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966

Planche 12 fig. 4

Description : pollen syncolporé triangulaire convexe. Exine mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) lisse à scabre. Pores : 3,5-4  $\mu\text{m}$ . Colpes : 10-11  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 22-25  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Myrtaceae

*Syncolporites* sp. 1

Planche 11 fig. 33.34

Description : pollen syncolporé trilobé. Exine scabre (2,5-3  $\mu\text{m}$ ). Petits pores : 3-4  $\mu\text{m}$ . Colpes : 12-15  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 28-30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Syncolporites* sp. 2

Planche 11 fig. 35

Description : pollen syncolporé trilobé. Exine lisse (1,5-2  $\mu\text{m}$ ). Petits pores : 3-4  $\mu\text{m}$ . Colpes : 10-12  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Syncolporites* sp. 3

Planche 12 fig. 3

Description : pollen syncolporé triangulaire légèrement convexe. Exine mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) lisse à scabre. Pores : 3,5-4  $\mu\text{m}$ . Colpes : 11-12  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 25-28  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : cf. Myrtaceae

*Syncolporites* sp. 4

Planche 12 fig. 5

Description : pollen syncolporé triangulaire. Exine (2,5-3  $\mu\text{m}$ ) lisse à scabre. Pores : 4,5-5  $\mu\text{m}$  à bords épaissis. Colpes : 10-12  $\mu\text{m}$ . Zone triangulaire marquée au pôle.

Dimensions : 28-30  $\mu\text{m}$   
Affinités botaniques ; inconnues

*Syncolporites* sp. 5

Planche 12 fig. 6

Description : pollen syncolporé triangulaire. Exine mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) finement réticulée.  
Pores étroits (3-4  $\mu\text{m}$ ). Colpes : +/- 15  $\mu\text{m}$ . Petite zone triangulaire polaire.

Dimensions : 30-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Myrtaceae ?

*Syncolporites* sp. 6

Planche 12 fig. 8

Description : pollen syncolporé triangulaire convexe. Exine mince (1-1,5  $\mu\text{m}$ ) lisse. Pores :  
5-6  $\mu\text{m}$ . Colpes : +/- 20  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 35-40  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues.

*Syncolporites* sp. 7

Planche 12 fig. 16.17

Description : pollen de forme triangulaire. Exine mince (+/-1  $\mu\text{m}$ ), légèrement striée. Pores  
: 2- 3  $\mu\text{m}$  Colpes : 12-15  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 25-35  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

*Syncolporites* sp. 8

Planche 12 fig. 14.15

Description : pollen de forme arrondie. Exine lisse à scabre, mince. Grande zone  
triangulaire aux pôles. Pores : 4-6  $\mu\text{m}$ . Colpes courts : 5-6  $\mu\text{m}$ .

Dimensions : 35-40  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : inconnues

**Classe Polyplicatae** Erdtman 1952

**Genre Ephedripites Bolkhovitina 1953 ex Potonié 1958**

*Ephedripites vanegensis* Van der Hammen & Garcia 1966

Planche 12 fig. 19

Description : grain de pollen allongé constitué de plusieurs sillons. Exine mince, lisse

Dimensions : 60 x 30  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Ephedraceae

*Ephedripites* sp.

Planche 12 fig. 18

Dimensions : 105 x 55  $\mu\text{m}$

Affinités botaniques : Ephedraceae

**TROISIEME PARTIE - INTERPRETATION  
ET DISCUSSION**

## CHAPITRE 5. ETUDE DES DINOFLAGELLÉS

Les kystes de dinoflagellés de la Formation de Nkapa appartiennent à 47 espèces déterminées et 28 espèces ont été laissées en nomenclature ouverte. Ces kystes sont répartis dans 33 genres appartenant eux-mêmes à 6 familles et à 7 sous familles (tableau 6).

Dans les puits Pungo et Yatou l'épaisseur des dépôts est trop faible pour réaliser un échantillonnage et une analyse biostratigraphique significatifs. Par ailleurs, les dépôts du puits onshore de Ngata se sont révélés riches en pollens et spores et très pauvres en dinoflagellés. Ainsi donc, seules les trois séquences de Nord Matanda, Mamiwater et Moulongo se sont prêtées à l'établissement d'une échelle stratigraphique basée sur l'étude des dinokystes. Comme nous l'avons signalé plus haut, c'est le puits offshore de Moulongo où la limite Paléocène/Eocène a été repérée, qui a servi de référence pour déterminer la distribution des taxons ; les corrélations avec les deux autres séquences ont ensuite été établies par comparaison.

### 5.1. BIOZONATIONS

#### 5.1.1. Moulongo (03°27'45'' N – 09°37'32'' E)

La séquence analysée couvre 300 m d'épaisseur de la Formation de Nkapa entre -2140 m et -2540 m de profondeur, où la relative abondance des dinoflagellés dans les sédiments se prête à une analyse statistique ; sous 2600 m, les dépôts sont pauvres en dinoflagellés, et donc difficiles à inventorier.

Quatre zones principales (Zd1 à Zd4) ont été mises en évidence dans le diagramme biostratigraphique (Figure 5), selon la distribution et l'évolution en pourcentage des différentes espèces représentatives. Deux de ces zones (Zd3 et Zd4) ont été ensuite découpées en deux sous-zones en fonction de l'évolution de leurs principales composantes.

##### **Zone 1 (Zd1 : de -2540 à -2440 m)**

Dans cette zone, on remarque principalement la dominance d'*Hafniasphaera septata* dont la zone d'expansion se situe entre -2500 et -2440 m ainsi que la présence d'*Andalusiella* sp., limitée à cette partie de la séquence. Comme autres espèces à caractère



stratigraphique propres à la Zone 1, on notera aussi la présence de *Cerodinium diebelii*, *Cerodinium wardenense*, *Lejeunecysta hyalina* et *Palaeocystodinium golzowense*, ces deux dernières espèces connaissant une légère expansion, respectivement entre –2530 et -2500 m et entre –2500 et –2480 m. Cinq espèces font leur apparition dans la zone : *Phelodinium* cf. *magnificum*, *Glaphyrocysta ordinata*, *Areoligera coronata*, *Adnatosphaeridium multispinosum* et une espèce d'*Achomosphaera*.

### **Zone 2 (Zd2 : -2440 à –2400 m)**

Dans la zone 2, outre la progression de *Glaphyrocysta ordinata* on remarque un acmé de *Areoligera coronata* et d'*Adnatosphaeridium multispinosum*, cette dernière espèce étant la plus importante des trois. A côté de ces espèces dominantes, on note la présence régulière de *Achomosphaera* sp., *Cerodinium wardenense*, *Hafniasphaera septata*, *Lejeunecysta hyalina*, *Palaeocystodinium golzowense* et *Phelodinium* cf. *magnificum*. A ce niveau apparaissent *Cordosphaeridium* cf. *inodes*, *Eocladopyxis peniculata*, *Kallosphaeridium yorubaense*, *Senegalinium orei*, *Wilsonidium nigeriaense* ainsi que *Apectodinium homomorphum* et *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum*, ces deux dernières espèces étant sporadiques. Au sommet de la zone 2, on enregistre la disparition de *Cerodinium diebelii*.

### **Zone 3 (Zd3 : -2400 à –2360 m)**

La zone 3 a été subdivisée en deux sous-zones (Zd3a et Zd3b) sur base de la dominance de *Glaphyrocysta ordinata* et d'*Areoligera coronata* dans la première et d'espèces du genre *Apectodinium* dans la seconde.

Dans la sous-zone 3a, *Areoligera coronata*, quoique en légère régression et *Glaphyrocysta ordinata*, à la fin de son acmé, sont les espèces dominantes ; on note la disparition de *Lejeunecysta hyalina* en fin de zone.

Dans la sous-zone 3b, la présence d'*Apectodinium* sp. est bien marquée alors qu'*Apectodinium homomorphum* est à son optimum d'expansion. En additionnant les taux de présence des deux espèces, le genre *Apectodinium* est nettement dominant dans Zd3b. *Cerodinium wardenense*, par contre, y est proche de sa disparition.

D'une façon plus générale, la zone 3 se caractérise par la présence régulière d'*Achomosphaera* sp., de *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum*, d'*Eocladopyxis peniculata*,

d'*Hafniasphaera septata* et de *Senegalinium orei*, ce dernier en légère progression, tandis que sont faiblement représentés, voire sporadiques : *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Kallosphaeridium yorubaense*, *Palaeocystodinium golzowense*, *Phelodinium* cf. *magnificum*, et *Polysphaeridium subtile*. On enregistre aussi, dans cette zone, l'apparition de *Fibrocysta vectensis*, *Homotryblium* cf. *tenuispinosum* et *Kallosphaeridium* sp.

A noter que le sommet de la Zone 3 correspond à la limite Paléocène/Eocène reconnue dans le sous-bassin de Douala (rapport de fin de sondage inédit, 1995).

#### **Zone 4 (Zd4 : -2360 à -2140 m)**

Deux sous-zones se différencient nettement dans la zone 4, par l'évolution de la distribution des espèces au passage de la limite de -2360 m et par leur extension verticale dans la partie supérieure de la séquence étudiée (25 m pour la première ; 195 m pour la seconde)

La spécificité de la première sous-zone Zd4a (-2360 à -2335 m) relève de la disparition dans celle-ci, notamment, de quasi toutes les espèces ayant connu leur expansion sous la barre des 2360 m.

Ainsi, ne sont plus enregistrées au-dessus de -2335 m : *Apectodinium* sp., *Apectodinium homomorphum*, *Areoligera coronata*, *Eocladopyxis peniculata*, *Fibrocystis vectensis*, *Glaphyrocysta ordinata*, *Hafniasphaera septata*, *Kallosphaeridium* sp., *Kallosphaeridium yorubaense*, *Palaeocystodinium golzowense*, *Phelodinium* cf. *magnificum* et *Senegalinium orei*. *Adnatosphaeridium multispinosum* poursuit encore quelque peu son extension dans la sous-zone Zd4b. Dans cette dernière (-2335 à -2140 m), sont, en outre, encore présents, parfois même en progression : *Achomosphaera* sp., *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum*, *Homotryblium* cf. *tenuispinosum* et *Polysphaeridium subtile*.

Dans la séquence de référence de Moulongo où la limite Paléocène/Eocène était définie préalablement, un choix rationnel de taxons de dinoflagellés a permis d'établir une biozonation (Figure 5) fondée sur une succession d'apparitions-disparitions des espèces ainsi que des acmés des plus représentatives d'entre-elles. Sur ce dernier point, on notera l'évolution suivante pour les trois premières zones :

- Dans la Zd1 (-2540 à -2440 m), deux progressions sont à souligner ; celle de *Lejeunecysta hyalina* (-2530 à -2500 m) et celle de *Hafniasphaera septata* (-2500 à -2440 m)

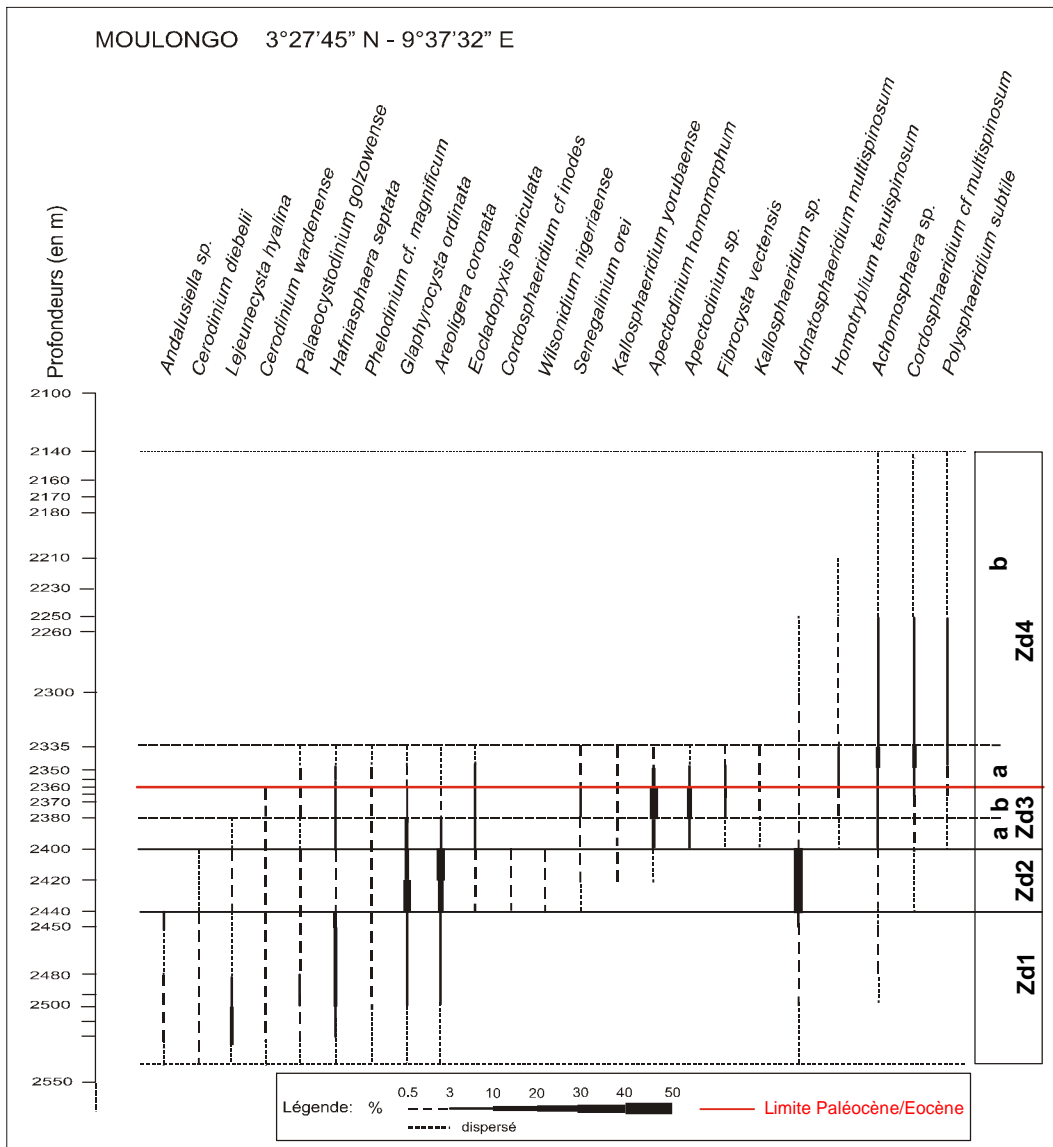
- La Zd2 (-2440 à - 2400 m) se signale par les acmés de *Glaphyrocysta ordinata*, *Areoligera coronata* et *Adnatosphaeridium multispinosum*.

- Ces trois espèces entament leur régression dans la Zd3a (-2400 à -2380 m) alors que la Zd3b (-2380 à -2360 m) correspond aux acmés d'*Apectodinium homomorphum* et d'*Apectodinium* sp. Au sommet de la Zd3 se situe la fin de la période paléocène.

Par ailleurs, la Zd4a (-2360 à -2335 m) qui constitue la base de l'Eocène, se caractérise par la régression rapide, suivie de leur disparition, d'un lot d'espèces surtout abondantes dans les sédiments du Paléocène. Dans la Zd4b (-2335 à - 2140 m) se retrouvent quelques taxons au caractère biostratigraphique moins affirmé.

La biozonation des dinoflagellés ainsi établie sur une séquence de référence de la Formation de Nkapa datée au préalable peut servir de base à l'analyse d'autres puits à l'étude dans le sous-bassin de Douala.

**Figure 5 :** Distribution stratigraphique des espèces recensées dans la séquence de Moulongo



### 5.1.2. Mamiwater (03°46'33" N – 09°45'03" E)

La séquence étudiée couvre une épaisseur de 380 m de la Formation de Nkapa, ce qui n'en constitue qu'une partie, le forage n'ayant pas atteint sa base.

Quatre zones principales ressortent de l'analyse effectuée selon les mêmes principes que pour Moulongo : examen des extensions verticales des différentes espèces inventoriées et de la succession des acmés des taxons les plus significatifs.

#### Zone 1 (Zd1 : de – 1180 à –1140 m)

Dans la Zone 1, on enregistre une présence marquée d'*Areoligera coronata*, *Glaphyrocysta ordinata* et *Lejeunecysta hyalina*. Comme espèces compagnes, on note la présence de *Achomosphaera* sp., *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Cerodinium diebelii*, *Cordosphaeridium* cf. *inodes*, *Hafniasphaera septata* et *Palaeocystodinium australinum*.

### **Zone 2 (Zd2 : de –1140 à – 1050 m)**

La Zone 2 se distingue par les acmés d'*Areoligera coronata* et de *Glaphyrocysta ordinata* auxquels succède celui d'*Adnatosphaeridium multispinosum*. *Achomosphaera* sp., *Cerodinium diebelii* et *Cordosphaeridium* cf. *inodes* sont faiblement représentés dans cette zone alors que *Hafniasphaera septata* y connaît une légère progression.

Côté apparitions, citons celles d'*Apectodinium homomorphum*, *Cordosphaeridium minimum*, *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum*, *Deflandrea denticulata*, *Eocladopyxis peniculata*, *Phelodinium* cf. *magnificum*, *Senegalinium orei*, *Wilsonidium nigeriaense*.

Enfin, à signaler deux disparitions ; *Palaeocystodinium australinum* au sommet de Zd1 et *Lejeunecysta hyalina* dans Zd2.

### **Zone 3 (Zd3 : de –1050 à – 840 m)**

La Zone 3 se subdivise en deux sous-zones soulignant deux phases distinctes d'évolution dans les assemblages de dinoflagellés.

Dans la sous-zone 3a (–1050 à –900 m), certaines espèces restent stables par rapport à leur situation dans Zd2 : *Cordosphaeridium* cf. *inodes*, *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum*, *Cordosphaeridium minimum*, *Deflandrea denticulata*, *Hafniasphaera septata*, *Phelodinium* cf. *magnificum* et *Senegalinium orei*. D'autres sont en progression, comme *Achomosphaera* sp., *Apectodinium homomorphum* et *Eocladopyxis peniculata*. Sont en régression : *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata*, *Cerodinium diebelii*, *Glaphyrocysta ordinata* et *Wilsonidium nigeriaense*. Plusieurs espèces font leur apparition dans cette sous-zone : *Apectodinium hyperacanthum*, *Apectodinium paniculatum*, *Apectodinium* sp., *Cerodinium wardenense*, *Fibrocysta vectensis*, *Homotryblium* cf. *tenuispinosum*, *Kallosphaeridium yorubaense*, *Polysphaeridium subtile*.

La sous-zone 3b (–900 à –840 m) est celle de l'expansion généralisée des *Apectodinium*. On y observe les acmés d'*Apectodinium homomorphum* d'*Apectodinium quinquelatum* et d'*Apectodinium* sp ainsi que la progression d'autres taxons du genre,

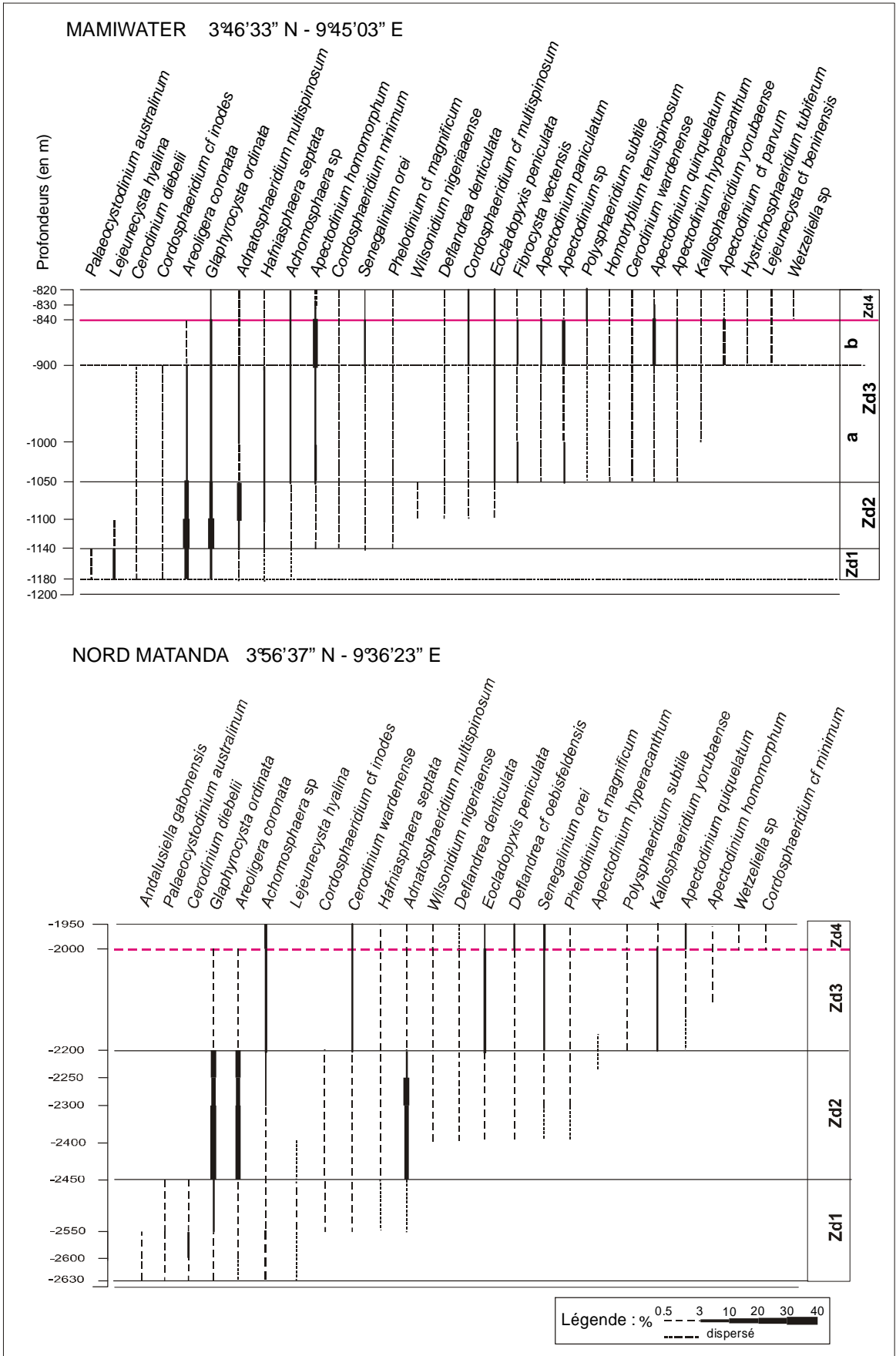
comme *Apectodinium hyperacanthum* et *Apectodinium paniculatum* alors qu'on note aussi la présence d'*Apectodinium parvum*. Globalement, le genre *Apectodinium*, en expansion, domine largement les autres taxons parmi lesquels *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum*, *Fibrocysta vectensis* et *Senegalinium orei* connaissent une faible progression. Sont encore régulièrement présents dans la sous-zone 3b *Achomosphaera* sp., *Eocladopyxis peniculata* et *Glaphyrocysta ordinata* alors qu'y sont faiblement représentés *Cerodinium wardenense*, *Cordosphaeridium minimum*, *Deflandrea denticulata*, *Homotryblium* cf. *tenuispinosum*, *Kallosphaeridium yorubaense*, *Phelodinium* cf. *magnificum* et *Polysphaeridium subtile*.

Apparaissent à ce niveau *Apectodinium parvum*, *Hystrichosphaeridium tubiferum* et *Lejeunecysta* cf. *beninensis* alors que sont en recul *Areoligera coronata* et *Hafniasphaera septata* et que disparaissent *Cerodinium diebelii* et *Cordosphaeridium* cf. *inodes*.

#### **Zone 4 (Zd4 : de -840 à - 820 m)**

Dans cette dernière zone, le genre *Apectodinium* est en régression. Si *Apectodinium hyperacanthum* et *Apectodinium parvum* se maintiennent, mais en faibles pourcentages, les autres espèces sont en recul : *Apectodinium homomorphum*, *Apectodinium paniculatum*,

**Figure 6** (page suivante) : Répartition stratigraphique des espèces recensées dans les séquences de Mamiwater et Nord Matanda



*Apectodinium quinquelatum* et *Apectodinium* sp. Avec le tassement du genre *Apectodinium*, on enregistre aussi celui de *Fibrocysta vectensis* et de *Glaphyrocysta ordinata*. Sont encore régulièrement présents dans la Zone 4 : *Achomosphaera* sp., *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum*, *Eocladopyxis peniculata* et *Senegalilium orei* ; le sont aussi mais à des taux de représentativité moindres : *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Cerodinium wardenense*, *Cordosphaeridium minimum*, *Deflandrea denticulata*, *Hafniasphaera septata*, *Homotryblium* cf. *tenuispinosum*, *Hystrichosphaeridium tubiferum*, *Kallosphaeridium yorubaense*, *Lejeunecysta* cf. *beninensis*, *Phelodinium* cf. *magnificum* et *Polysphaeridium subtile*. On note également dans la Zd4 l'apparition du genre *Wetziella* et la disparition d'*Areoligera coronata*.

De la même manière que pour Moulongo, la séquence de Mamiwater a été subdivisée en quatre biozones principales (Zd1 à Zd4) délimitées par le jeu des apparitions-disparitions des espèces de dinokystes et le positionnement des acmés des taxons les plus significatifs.

L'évolution de la biozonation peut être synthétisée comme suit (v. figure 6) :

- La première Zone (Zd1 : -1180 à -1140 m), a été déterminée par la présence de trois espèces marquantes : *Areoligera coronata*, *Glaphyrocysta ordinata* et *Lejeunecysta hyalina*
- A la Zone 2 (Zd2 : -1140 à -1050 m) correspondent les acmés de *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata* et *Glaphyrocysta ordinata*.
- La spécificité de la Zone 3a (Zd3a : -1050 à -900 m) consiste en l'apparition d'un lot d'espèces nouvelles au sein d'un assemblage diversifié et en la présence affirmée de certains taxons.
- La Zone 3b (Zd3b : -900 à -840 m) est marquée par la progression généralisée du genre *Apectodinium* en général et par les acmés d'*Apectodinium homomorphum* et d'*Apectodinium quinquelatum* en particulier.
- La Zone 4 (Zd4 : -840 à -820 m) se signale par la régression du genre *Apectodinium* dans son ensemble et par l'apparition modérée mais significative du genre *Wetziella*.

### **5.1.3. Nord Matanda (03°56'37'' N – 09°36'23'' E)**

La séquence de Nord Matanda présente une épaisseur de 680 m. Ici aussi, quatre zones principales ont été identifiées.



### **Zone 1 (Zd1 : de – 2630 à – 2450 m)**

Les deux principales espèces recensées à ce niveau sont *Cerodinium diebelii* et *Glaphyrocysta ordinata* ; elles font partie d'un ensemble comprenant : *Achomosphaera* sp., *Andalusiella gabonensis*, *Areoligera coronata*, *Lejeunecysta hyalina*, *Palaeocystodinium australinum*. Apparaissent dans cette première zone : *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Cerodinium wardenense*, *Cordosphaeridium* cf. *inodes* et *Hafniasphaera septata*.

### **Zone 2 (Zd2 : de –2450 à –2200 m)**

Le caractère particulier de la zone 2 réside dans les acmés de *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata* et *Glaphyrocysta ordinata*. Ces espèces dominent celles qui poursuivent leur extension dans la zone comme *Achomosphaera* sp., *Cerodinium wardenense*, *Cordosphaeridium* cf. *inodes* et *Hafniasphaera septata* ou y apparaissent, telles *Deflandrea denticulata*, *Deflandrea* cf. *oebisfeldensis*, *Eocladopyxis peniculata*, *Phelodinium* cf. *magnificum*, *Senegalinium orei*, *Wilsonidium nigeriaense*. A signaler la disparition dans Zd2 de *Lejeunecysta hyalina*.

### **Zone 3 (Zd3 : de –2200 à –2000 m)**

Dans cette zone, cinq espèces se démarquent des autres par leur progression ; toutefois, leur taux de représentativité reste plutôt modeste. Ces cinq espèces, *Achomosphaera* sp., *Cerodinium wardenense*, *Eocladopyxis peniculata*, *Kallosphaeridium yorubaense*, *Senegalinium orei* font partie d'un ensemble, déjà présent dans la zone 2, où on recense la présence de *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata*, *Deflandrea denticulata*, *Deflandrea* cf. *oebisfeldensis*, *Glaphyrocysta ordinata*, *Hafniasphaera septata*, *Phelodinium* cf. *magnificum* et *Wilsonidium nigeriaense*. Le genre *Apectodinium* représenté par les espèces *homomorphum* et *quinquelatum* ont des taux confidentiels alors que *Apectodinium hyperacanthum*, à peine apparu au sommet de la Zone 2 disparaît déjà à la base de la zone 3. Avec les deux premières espèces d'*Apectodinium* précitées apparaît *Polysphaeridium subtile*. Les espèces *Areoligera coronata* et *Glaphyrocysta ordinata* qui ont connu un acmé dans la zone 2, sont en régression et atteignent la limite de leur extension stratigraphique au sommet de la zone 3.

#### **Zone 4 (Zd4 : de –2000 à –1950 m)**

La Zone 4 se signale par la progression d'une série d'espèces dont l'avancée est toutefois relativement modérée. Il s'agit d'*Achomosphaera* sp., *Apectodinium quinquelatum*, *Cerodinium wardenense*, *Deflandrea* cf. *oebisfeldensis* et *Senegalinium orei*. Les autres espèces de l'assemblage précédent se maintiennent sauf *Deflandrea denticulata* qui régresse alors que *Areoligera coronata* et *Glaphyrocysta ordinata* ont disparu. On notera particulièrement ici l'apparition du genre *Wetzeliella* et de *Cordosphaeridium* cf. *minimum*.

Dans la séquence de Nord-Matanda, les quatre zones biostratigraphiques (Zd1 à Zd4) ont été délimitées principalement par les apparitions-disparitions des espèces et par leurs fluctuations plutôt que par les acmés de certaines d'entre elles. Par exemple, on ne dispose pas ici du repère « *Apectodinium* » existant dans les deux autres puits.

L'évolution de la biozonation se présente comme suit (voir Figure 5) :

- La première zone (Zd1 : -2630 à – 2450 m) a été déterminée par la présence de deux espèces légèrement dominantes, *Cerodinium diebelii* et *Glaphyrocysta ordinata* associées à *Areoligera coronata*.
- Le début et la fin de trois acmés fixent les limites de la Zone 2 (Zd2 : - 2450 à – 2200 m) : ceux de *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata* et *Glaphyrocysta ordinata*. Dans cette zone apparaissent six nouvelles espèces.
- Quatre taxons déjà présents dans la Zone 2 sont en progression dans la Zone 3 (Zd3 : - 2200 à – 2000 m) mais cette progression ne constitue pas un élément distinctif spécialement déterminant dans l'ensemble des taxons de la zone. Quatre nouvelles espèces, dont *Kallosphaeridium yorubaense* est la plus marquante, apparaissent dans la zone 3 ; les deux *Apectodinium* dont la présence est plutôt discrète, sont cités à titre informatif.
- Parmi les éléments en progrès dans la Zone 4 (Zd4 : - 2000 à – 1950 m), ou qui y apparaissent, le genre *Wetzeliella* et l'espèce *Cordosphaeridium* cf. *minimum* sont les plus significatifs.

## 5.2. CORRELATIONS DES BIOZONES DES DINOFLAGELLÉS

Du point de vue de leur composition, les deux premières zones présentent des analogies évidentes dans les trois séquences étudiées.

Ainsi, dans la Zone 1 (Zd1), sept espèces distinctives de dinoflagellés sont présentes à des taux divers dans les trois sites, à savoir : *Achomosphaera* sp., *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata*, *Cerodinium diebelii*, *Glaphyrocysta ordinata*, *Hafniasphaera septata* et *Lejeunecysta hyalina*.

Dans l'ensemble, la présence la plus nette dans les trois puits est celle de *Glaphyrocysta ordinata* ; celle d'*Areoligera coronata* est plus marquée dans Mamiwater et Moulongo que dans Nord Matanda alors que *Lejeunecysta hyalina* est davantage présente dans Mamiwater. Les autres taxons oscillent entre présence régulière ou sporadique. Le genre *Palaeocystodinium* est présent dans les trois séquences mais à Mamiwater et Nord Matanda, il s'agit de l'espèce *Palaeocystodinium australinum* alors qu'à Moulongo c'est *Palaeocystodinium golzowense* qui a été recensé. Certaines espèces ne sont présentes que dans deux sites sur les trois ; c'est le cas de l'espèce *Cerodinium wardenense* et du genre *Andalusiella* (respectivement *Andalusiella* sp. et *Andalusiella gabonensis*) à Moulongo et Nord Matanda et de *Cordosphaeridium* cf. *inodes* à Mamiwater et Nord Matanda. Quant à l'espèce *Phelodinium* cf. *magnificum*, elle n'apparaît qu'à Moulongo.

La Zone 2 (Zd2) des trois diagrammes se distingue par les acmés de trois taxons : *Areoligera coronata*, *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Glaphyrocysta ordinata*. Bien que les acmés présentent un léger décalage dans leur évolution, leur début et leur fin constituent un élément majeur pour la délimitation de la Zone 2 dans les trois puits. Si *Achomosphaera* sp. enregistre une légère progression partout, celle-ci est limitée à Mamiwater et Nord Matanda pour *Hafniasphaera septata*. Concernant les apparitions dans la Zone 2 respectives, on citera : *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum*, *Eocladopyxis peniculata*, *Senegalinium orei* et *Wilsonidium nigeriaense*. *Apectodinium homomorphum* apparaît à Moulongo et Mamiwater et *Deflandrea denticulata* à Mamiwater et Nord Matanda. Parmi les disparitions, on notera celles de *Palaeocystodinium australinum* et du genre *Andalusiella*. Encore dispersé à Moulongo, *Lejeunecysta hyalina* disparaît déjà à Mamiwater et Nord Matanda.

Si les deux premières zones présentent des similitudes dans les trois sites, c'est moins évident pour la Zone 3 (Zd3). Pour Moulongo et Mamiwater on a encore une concordance bien perceptible mais pour Nord Matanda, c'est moins net. Deux sous-zones

peuvent se dégager des Zones 3 de Moulongo et de Mamiwater, ce qui n'est pas le cas pour Nord Matanda où on ne dispose pas de repères particuliers, notamment du repère « *Apectodinium* », pour une subdivision en deux sous-zones.

Globalement, on constate pour la Zone 3 des différents puits une progression de *Achomosphaera* sp., *Eocladopyxis peniculata* et *Senegalinium orei* alors que, conjointement, sont en recul *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata* et *Glaphyrocysta ordinata*, ces deux dernières espèces atteignant leur limite de répartition à Nord Matanda. Parmi les progressions, on remarque celles des espèces d'*Apectodinium* à Moulongo et Mamiwater alors qu'il s'agit seulement d'apparitions à Nord Matanda. Parmi les espèces quasiment stationnaires, on relève *Cerodinium wardenense*, *Kallosphaeridium yorubaense* et *Phelodinium* cf. *magnificum*. Côté disparitions, on citera celles de *Cerodinium diebelii* et *Cordosphaeridium* cf. *inodes*.

Les sous-zones Zd3a et Zd3b de Moulongo et de Mamiwater doivent leurs similitudes principalement au développement notable du genre *Apectodinium* dont les espèces enregistrées dans les deux sites connaissent une progression dans les sous-zones 3a et des acmés dans les sous-zones 3b. À côté de ce fait majeur on enregistre d'autres faits moins marquants, mais analogues dans les deux séquences : une progression modérée de *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum* et de *Fibrocyta vectensis*, les progrès ou la stabilité de *Homotryblium* cf. *tenuispinosum*, de *Polysphaeridium subtile* et de *Senegalinium orei*, la constance de *Achomosphaera* sp., *Eocladopyxis peniculata*, *Kallosphaeridium yorubaense*, *Phelodinium* cf. *magnificum* ou la diminution de certains taxons comme *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata* et *Glaphyrocysta ordinata*.

Étant donné les analogies décelées dans les deux séquences, on peut considérer que, par comparaison avec Moulongo où la fin de l'acmé d'*Apectodinium* se situe au sommet de Zd3b, à une limite Paléocène-Eocène préétablie (rapport de sondage inédit, 1995), le sommet de Zd3b à Mamiwater peut raisonnablement être aussi considéré comme la limite Paléocène-Eocène. On sera plus réservé pour fixer celle-ci au sommet de la Zd3 à Nord Matanda, par manque de repères indiscutables, en admettant toutefois que cette proposition serait très vraisemblable.

Pour la zone 4 (Zd4), les traits communs sont plus évidents entre la Zd4a de Moulongo et la Zd4 de Mamiwater qu'entre la zone Zd4 de ces deux sites et la Zd4 de Nord Matanda. La Zd4b de Moulongo ne se retrouve ni à Mamiwater, ni à Nord Matanda, vraisemblablement à cause d'évolutions sédimentaires distinctes dues, lors de la régression marine de l'Eocène inférieur, à la position géographique des sites au sein du bassin.

Le fait principal constaté à Moulongo et à Mamiwater est le recul généralisé des espèces du genre *Apectodinium* après leur acmé enregistré dans Zd3b. Parmi les autres taxons recensés dans les deux sites, certains sont stables ou en léger progrès comme *Achomosphaera* sp., *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Cordosphaeridium multispinosum*, *Eocladopyxis peniculata*, *Kallosphaeridium yorubaense*, *Polysphaeridium subtile* ; d'autres sont stables ou subissent un tassement tels *Fibrocyta vectensis*, *Glaphyrocysta ordinata*, *Hafniasphaera septata*, *Homotryblium* cf. *tenuispinosum*, *Phelodinium* cf. *magnificum*, *Senegalinium orei*. Parmi les disparitions, à signaler celles de *Areoligera coronata* et de *Cerodinium wardenense*.

Malgré l'absence à Nord Matanda de repère indubitable, des correspondances peuvent s'observer entre la Zd4 de ce site et celles de Moulongo et de Mamiwater. Les taxons inventoriés ont, pour la plupart, un comportement similaire dans les différentes séquences, soit qu'ils soient stables, légèrement progressifs ou légèrement régressifs. Le fait le plus significatif est, à Nord Matanda comme à Mamiwater, l'apparition du genre *Wetzeliella*.

Enfin, dans la Zd4b de Moulongo où la concentration en dinokystes se raréfie progressivement, on recense encore la présence de *Achomosphaera* sp., *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Cordosphaeridium* cf. *multispinosum*, *Homotryblium* cf. *tenuispinosum* et *Polysphaeridium subtile*.

Les corrélations discutées ci-dessus sont reprises à la figure 7 (page suivante) qui en constitue la synthèse.

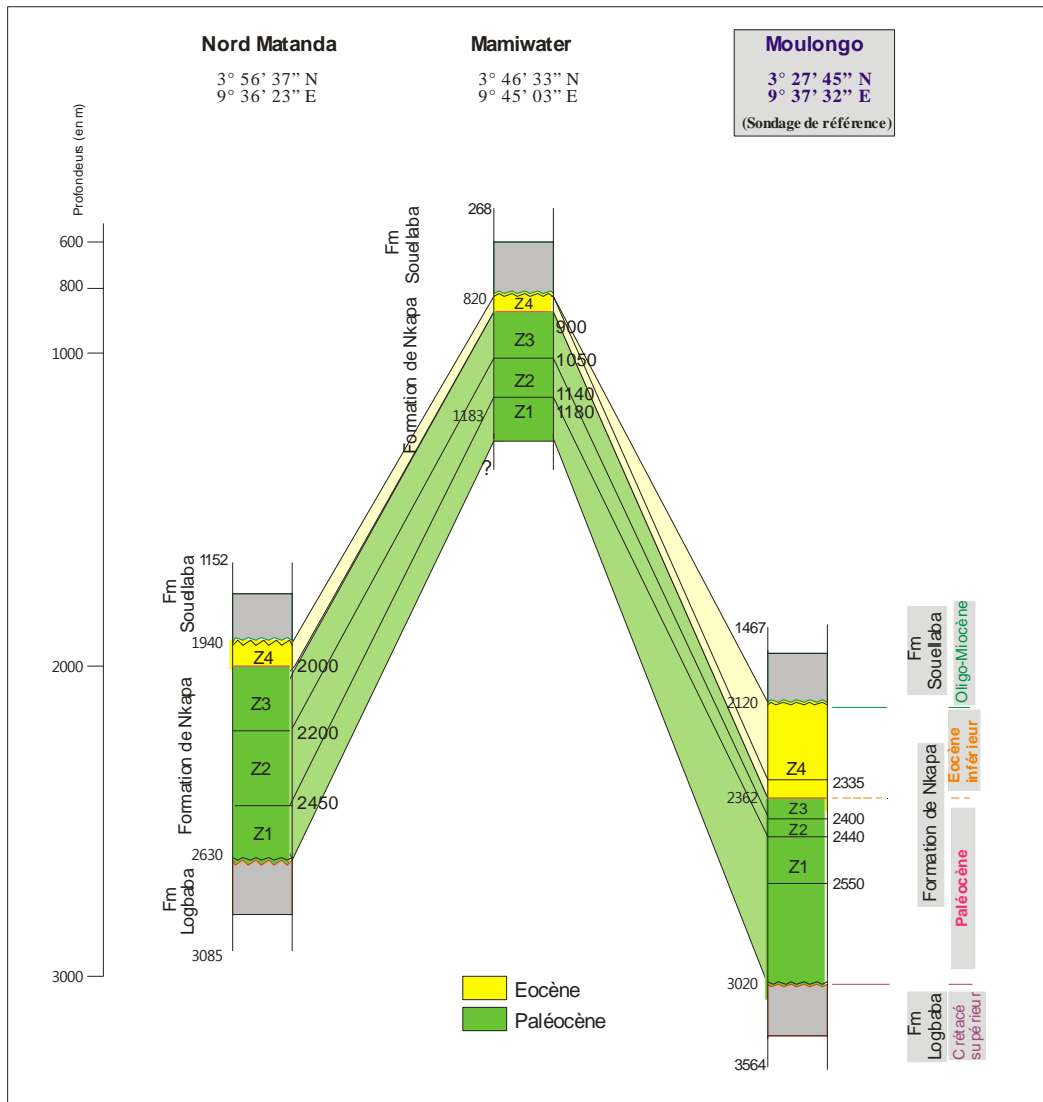


Figure 7 : Corrélation stratigraphique entre les différentes séquences étudiées

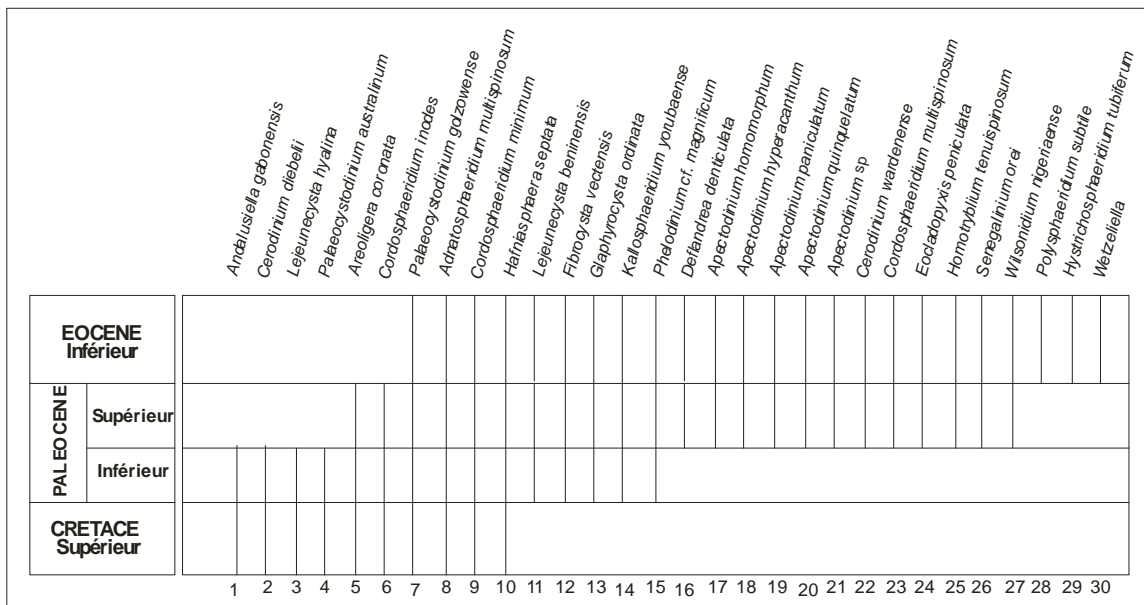


Figure 8 : Extension temporelle des principales espèces à caractère biostratigraphique de la Formation de Nkapa en référence à leur distribution dans divers bassins d'Afrique de l'Ouest

## 5.3. INTERPRETATION ET DISCUSSION

### 5.3.1. Biostratigraphie

Des investigations bibliographiques relatives à la distribution stratigraphique dans divers bassins d'Afrique de l'Ouest, voisins de celui de Douala, des trente taxons ayant servi à définir les biozones de la Formation de Nkapa dans les forages de Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda, ont permis de positionner ces derniers dans une échelle chronologique envisagée au sens large (tableaux 2 et 3) et dont la synthèse est consignée sur la Figure 8 (page précédente).

Majoritairement, les informations proviennent de travaux entrepris sur les proches bassins du Nigeria (JAN DU CHENE & ADEDIRAN, 1984 ; OLOTO, 1989 ; EDET & NYONG, 1994 ; BANKOLE et *al.* 2007 ; LUCAS & ISHIEKWENE, 2010a ; ADEONIPEKUM et *al.*, 2012) mais on dispose aussi de renseignements en provenance de la Côte d'Ivoire (DIGBEHI et *al.*, 2011), de la marge Côte d'Ivoire-Ghana (MASURE et *al.*, 1998 ; OBOH-IKUENOBE et *al.*, 1998), du Ghana (ATTA-PEETERS & SALAMI, 2004a, 2006) et du Gabon (BOLTENHAGEN, 1977).

La figure 8 représente une synthèse des informations recueillies concernant la distribution chronostratigraphique des taxons dans les différents bassins sus-mentionnés. Dans cet ensemble, quatre espèces issues du Crétacé supérieur ne dépassent pas le Paléocène inférieur : *Andalusiella gabonensis*, *Cerodinium diebelii*, *Lejeunecysta hyalina*, *Palaeocystodinium australinum* et deux le Paléocène supérieur : *Areoligera coronata* et *Cordosphaeridium* cf. *inodes*. Quatre autres enfin atteignent la base de l'Eocène : *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Cordosphaeridium* cf. *minimum*, *Hafniasphaera septata* et *Paleocystodinium golzowense*. A noter que la présence au Crétacé supérieur de *Adnatosphaeridium multispinosum* et de *Hafniasphaera septata* n'a été signalée qu'au Ghana (ATTA-PEETERS & SALAMI, 2004a, 2006) et celle de *Cordosphaeridium* cf. *minimum* en Côte d'Ivoire (DIGBEHI et *al.*, 2011) alors que dans les autres bassins leur apparition est plus tardive, au début du Paléocène. Par ailleurs, la présence de *Palaeocystodinium golzowense* à l'Eocène inférieur n'a été mentionnée qu'en Côte d'Ivoire (DIGBEHI et *al.*, 2011). Cinq taxons apparaissent au Paléocène inférieur dont seul *Lejeunecysta beninensis* est limité à cette période ; les quatre autres, *Fibrocysta vectensis*, *Glaphyrocysta ordinata*, *Kallosphaeridium yorubaense* et *Phelodinium* cf. *magnificum* se

retrouvent à l'Eocène inférieur. Jusqu'à présent, *Deflandrea denticulata* n'a été signalé qu'au Paléocène supérieur. Parmi les douze espèces présentes au Paléocène supérieur et à l'Eocène inférieur on dénombre un groupe d'*Apectodinium* (*A. homomorphum*, *A. hyperacanthum*, *A. paniculatum*, *A. quinquelatum* et *Apectodinium.sp.*) auquel sont associés *Cerodinium wardenense*, *Cordosphaeridium multispinosum*, *Eocladopyxis peniculata*, *Homotryblium cf. tenuispinosum*, *Senegalinium orei* et *Wilsonidium nigeriaense*. Enfin, trois taxons apparaissent à l'Eocène : *Polysphaeridium subtile*, *Hystrichosphaeridium tubiferum* et *Wetzeliella sp.*

Rapportée aux trois séquences étudiées, l'analyse met en évidence la présence, dans les Zones 1, d'un ensemble de marqueurs représentant un héritage du Crétacé supérieur (fig.8 : taxons 1 à 7) dont quatre (1 à 4) ne dépassent pas le Paléocène inférieur et trois (5, 6, 7) le Paléocène supérieur. A cet ensemble sont associés trois taxons (fig.8 : 10, 13, 15) faisant leur apparition au Paléocène inférieur ainsi qu'une première espèce (fig.8 : 22) dont les débuts sont mentionnés au Paléocène supérieur (JAN DU CHENE & ADEDIRAN, 1984) ; cette dernière espèce est plutôt sporadique au niveau de la Zone 1.

Dans leur étude sur des affleurements d'argiles litées de la Formation de Nkapa de la région de Souza (v. Figure 1), dans la partie nord du sous-bassin de Douala, KENFACK et *al.* (2012) ont identifié seize taxons de dinoflagellés parmi lesquels on retrouve des genres et espèces également présents dans les séquences de Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda, avec, entre-autres : *Adnasphaeridium sp.*, *Andalusiella gabonensis*, *Areoligera sp.*, *Palaeosystodinium golzowense* issus du Crétacé ainsi que des taxons propres au Paléocène, tels que *Fibrocyta*, *Glaphyrocysta sp.*, *Hafniasphaera septata*, *Kallosphaeridium*, *Phelodinium*. Sur base de leurs observations limitées à seize taxons, les auteurs attribuent prudemment à leur gisement un âge situé dans une fourchette Maastrichtien-Paléocène.

En ce qui concerne la Zone 1 de Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda, compte tenu des apparitions et des disparitions d'espèces, de l'évolution de la distribution de celles-ci dans les différentes séquences, de la composition générale des assemblages de dinoflagellés (Tableau 1) et des comparaisons avec les bassins voisins, on peut raisonnablement admettre qu'elles sont d'âge Paléocène inférieur, d'autant plus que, pour la plupart, les espèces issues de la microflore crétacée sont en fin de période, ainsi que l'attestent leurs faibles pourcentages dans les graphiques.

Pour la Zone 2 des trois puits, on observe une raréfaction des taxons issus du Crétacé supérieur. Pour certains (fig. 8 : 1, 2, 4), il s'agit d'une quasi-disparition ; pour



d'autres (fig.8 : 3, 6, 7), d'un taux de représentativité qui s'amenuise. Fait important, on enregistre à ce niveau les acmés de trois espèces : *Areoligera coronata*, déjà présente vers la fin du Crétacé, ainsi que *Adnatosphaeridium multispinosum* et *Glaphyrocysta ordinata* citées généralement comme apparaissant au Paléocène inférieur. A côté de ces espèces dominantes on remarque une présence modérée d'autres taxons du Paléocène inférieur (fig. 8 : 10, 14, 15). Enfin, on recense un lot de taxons (fig. 8 : 17, 23, 24, 26, 27) habituellement identifiés dans des assemblages caractéristiques du Paléocène supérieur et de l'Eocène basal. Ainsi, de par leur composition hétérogène, la zone 2 des trois séquences se présente comme le reflet d'une période de transition assimilable à un âge « Paléocène moyen » (Thanétien inférieur).

La Zone 3 se distingue par différents faits marquants ; tout d'abord, par la disparition ou la régression sensible d'espèces héritées de la microflore du Crétacé supérieur (fig. 8 : 2, 3, 6, 7), la stabilité de taxons du Paléocène inférieur (fig. 8 : 10, 12, 14, 15) et le recul des trois espèces dont l'acmé se situe dans la Zone 2 (fig. 8 : 5, 8, 13). Mais la spécificité de la Zone 3 réside principalement dans la progression d'un assemblage d'espèces identifiant le Paléocène supérieur et l'Eocène basal dans les bassins d'Afrique de l'ouest (fig. 8 : 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26). Parmi la progression la plus significative au sein de cet ensemble, on note celle des espèces du genre *Apectodinium* mais celle-ci ne se remarque de façon tangible que dans les sites de Moulongo et de Mamiwater. A signaler aussi la présence discrète de taxons à affinités éocènes (fig. 8 : 28, 29, 30). Par rapport à l'assemblage de dinoflagellés qu'elles renferment et en raison de la coupure Paléocène/Eocène prédéfinie (rapport de sondage, 1995) dans la séquence de Moulongo, un âge Paléocène supérieur doit être attribué à la zone 3 des différentes séquences étudiées.

Dans la zone 4, on remarque la disparition des dernières espèces crétacées et une raréfaction des taxons du Paléocène inférieur. En majorité, les espèces apparues au Paléocène supérieur se maintiennent et certaines même progressent (fig. 8 : 23, 25) alors qu'apparaissent des taxons (fig. 8 : 28, 29, 30), dont le genre *Wetzeliella*, qui permettent de considérer les couches terminales de la Formation de Nkapa dans les trois puits comme étant d'âge Eocène.

Il faut remarquer aussi la faible épaisseur des couches éocènes à Mamiwater et à Nord Matanda par rapport à celles de Moulongo qui occupent une position plus externe dans le sous-bassin de Douala. Lorsqu'on se déplace vers l'intérieur de ce dernier, il arrive que l'Eocène soit absent dans les séquences, résultat de la phase marine régressive ayant marquée l'amorce de cette période géologique ; c'est le cas notamment des affleurements

étudiés par KENFACK *et al.* (2012) dans sa partie nord. A plus large échelle, si l'Eocène est habituellement reconnu dans le sous-bassin de Douala (LAWRENCE *et al.*, 2002), il semble par contre absent dans le sous-bassin de Kribi-Campo, situé plus au sud (NTAMAK-NIDA *et al.*, 2010).

### ***CIE, PETM et limite Paléocène-Eocène***

L'excursion isotopique du carbone (CIE), mise en évidence par l'analyse de carbonates biogéniques marins et du carbone inorganique dissous se caractérise par de hautes valeurs du ratio  $^{12}\text{C}-^{13}\text{C}$  à la fin du Paléocène et par de faibles valeurs au début de l'Eocène (SINHA, *et al.*, 1996 ; SINHA, 1997). Le phénomène, reconnu globalement, survient à la base de la moitié supérieure de la biozone NP9 (NP9b) de l'échelle du nannoplancton. Il est considéré comme la meilleure façon de corréler les séries marines et les séries continentales, même si ces dernières renferment des réservoirs à carbone non fossilifères (STOTT *et al.*, 1996). En effet, le  $\text{CO}_2$  transformé via la photosynthèse par la flore terrestre transfère en milieu continental l'anomalie isotopique enregistrée en milieu marin. Cette anomalie isotopique reconnue sur les sites ODP (Ocean Drilling Program) 690 dans l'Océan antarctique et les sites DSDP (Deep Sea Drilling Program) 549 et 550 dans l'Atlantique nord atteint sa valeur la plus négative vers la base de la moitié supérieure de la nannozone NP9b ; celle-ci coïncide avec une extinction massive des Foraminifères benthiques (+/- 50%) et d'importants changements de la faune terrestre (AUBRY *et al.*, 1996 ; STOTT *et al.*, 1996). Parallèlement à la CIE (Carbon Isotope Excursion), l'IETM (Initial Eocene Thermal Maximum), plus récemment appelé le PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum) traduit une augmentation généralisée de la température des eaux marines avec, comme corollaire, un réchauffement climatique global.

L'excursion isotopique du carbone a donc retenu particulièrement l'attention au moment où une définition précise de la limite Paléocène-Eocène à l'échelle planétaire s'imposait, dès lors que la suppression de l'étage Sparnacien ait créé la confusion en fixant arbitrairement cette limite entre le Thanétien et l'Yprésien (AUBRY, 2000).

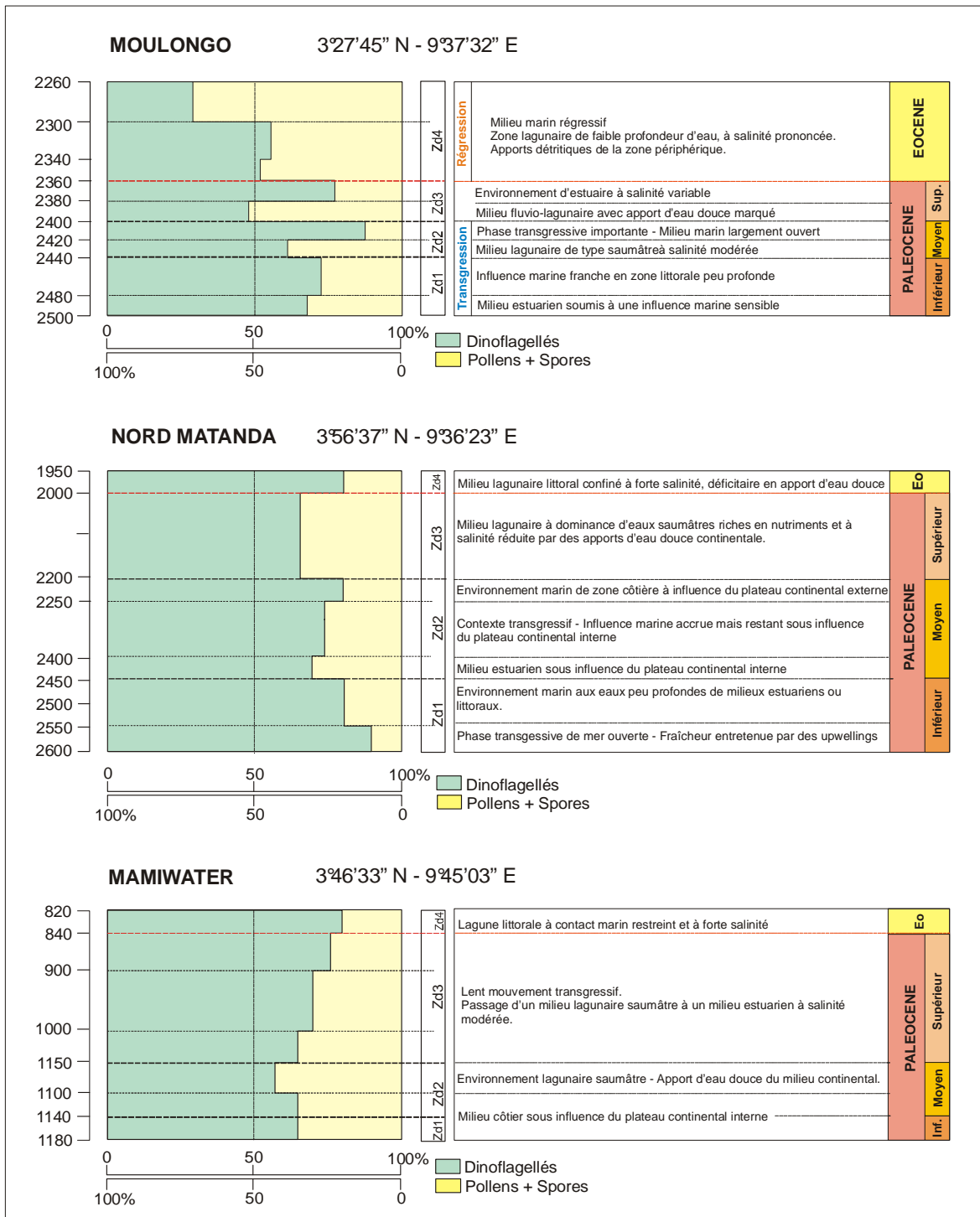
D'après nos observations, dans le Bassin de Douala, l'acmé d'*Apectodinium* se situe sous la limite Paléocène-Eocène établie au sondage de Moulongo (rapport de sondage, 1995). Au Nigeria, cet acmé est considéré comme caractéristique du Paléocène supérieur (BANKOLE *et al.*, 2007 ; ADEONIKEKUM *et al.*, 2012) ce qui confirme nos résultats. Sur ce point cependant, une information plus précise nous est fournie par des travaux effectués

sur des dépôts paléocènes-éocènes de la région de Lagos par FRIELING et *al.* (2011). Sur base de résultats préliminaires relatifs à la position de la CIE repérée dans ses dépôts et du phytoplancton y recensé, l'auteur situe l'acmé d'*Apectodinium* avant la CIE qui, à l'origine du PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum), est reconnu comme marquant la limite Paléocène-Eocène à l'échelle mondiale. Ceci constitue un élément majeur précisant la position biostratigraphique de l'acmé du genre *Apectodinium* dans les bassins d'Afrique occidentale.

Dans le Bassin de Douala, l'acmé d'*Apectodinium* enregistré au Paléocène supérieur est précédé par des phases d'extension d'autres taxons biostratigraphiquement significatifs qui se succèdent dans le temps ; ainsi, *Cerodinium diebelii* et *Palaeocystodinium australinum* progressent dans le Paléocène inférieur tandis que *Adnatosphaeridium multispinosum*, *Areoligera coronata* et *Glaphyrocysta ordinata* connaissent un acmé au « Paléocène moyen » (Thanétien inférieur). Au Paléocène supérieur, *Cerodinium wardenense* accompagne *Apectodinium* dans sa phase d'expansion. Enfin, le début de l'Eocène voit s'affirmer la présence de *Wetzeliiella* sp.

### 5.3.2. Paléoenvironnements

L'évolution de l'environnement de dépôt de la Formation de Nkapa a pu être reconstituée sur base des caractères écologiques spécifiques de différents assemblages de dinokystes se succédant dans les séquences de Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda. Ces assemblages (groupements) ont été définis en tenant compte de critères d'évaluation particuliers (hydrographie, température, salinité, degré d'eutrophisation des eaux, positionnement des espèces sur la marge continentale) discutés dans de nombreux travaux sur la question, particulièrement ceux de : DOWNIE et *al.*, 1971 ; JAN DU CHENE & ADEDIRAN, 1984 ; BRINKHUIS & ZACHARIASSE, 1988 ; OLOTO, 1992 ; BRINKHUIS, 1994 ; BUJAK & MUDGE, 1994 ; THOMAS, 1996 ; POWELL et *al.*, 1996 ; STOVER et *al.*, 1996 ; IAKOVLEVA et *al.*, 2001 ; STEURBAUT et *al.*, 2003 ; CROUCH & BRINKHUIS, 2005 ; PROSS & BRINKHUIS, 2005 ; SLUIJS et *al.*, 2008 ; SLUIJS & BRINKHUIS, 2009 ; ALEKSANDROVA et *al.*, 2012.



**Figure 9** : Evolution environnementale déduite des ratios dinoflagellés/pollen et spores calculés ainsi que des données de la littérature relatives à l'écologie des principales espèces de dinokystes recensés (références dans le texte).

Aux différentes zones définies biostratigraphiquement dans les trois séquences considérées correspondent des particularités paléoenvironnementales soulignant l'évolution du bassin sédimentaire au cours du temps. Ainsi, la première biozone (Zd1) présente un

ensemble de dinokystes composé principalement d'espèces des genres *Andalusiella*, *Areoligera*, *Cerodinium*, *Glaphyrocysta*, *Hafniasphaera*, *Lejeunecysta*, *Palaeocystodinium* et *Phelodinium*. Cette association dans laquelle prédominent, dans l'ordre, *Areoligera*, *Glaphyrocysta*, *Lejeunecysta* (surtout à Mamiwater) et *Hafniasphaera* (plutôt à Moulongo) atteste un environnement marin ouvert d'eaux peu profondes de milieux estuariens ou littoraux propices à une concentration en nutriments et présentant une certaine fraîcheur entretenue au large par des upwellings (LIENGJARERN et al., 1980 ; BRINKHUIS & ZACHARIASSE, 1988 ; POWELL et al., 1996). Dans la deuxième phase évolutive (Zd2) du bassin, trois espèces enregistrent leur acmé : *Areoligera coronata*, *Adnatosphaeridium multispinosum* et *Glaphyrocysta ordinata*. Cette association reconnue comme Groupement (ou Complexe) à *Areoligera* est représentatif d'un environnement littoral de mer ouverte peu profonde mais qui serait sous l'influence du milieu néritique interne du plateau continental responsable de l'apport de matériaux clastiques grossiers (DOWNIE et al., 1971 ; BRINKHUIS, 1984 ; STOVER et al., 1996 ; SLUIJS et al., 2008). Comme compagnes de moindre importance mais témoignant aussi d'un environnement littoral, on note la présence de *Achomosphaera* sp., *Cordosphaeridium* cf. *inodes*, *Hafniasphaera septata* et *Phelodinium* cf. *magnificum*. Avec l'accroissement de la composante principale du Groupe « *Areoligera* », on reste inscrit à ce niveau dans un contexte transgressif.

A la troisième biozone (Zd3) correspond une importante avancée d'*Apectodinium* à Moulongo et à Mamiwater où les différentes espèces du genre connaissent un acmé. A Nord Matanda, *Apectodinium* affirme sa présence sans toutefois être prépondérant dans la séquence. Globalement, la progression d'*Apectodinium* traduit l'existence d'un milieu marin marginal côtier à faible salinité, voire d'un milieu lagunaire à dominance d'eaux saumâtres. Ces types d'environnements se développent sous un climat chaud, 20° C en moyenne ou davantage, dans des conditions plutôt anoxiques entraînant une eutrophisation des eaux de surface. Les progressions concomitantes d'*Eocladopyxis peniculata*, *Fibrocysta vectensis* et *Senegalinium orei* confirment l'existence d'un milieu d'eaux saumâtres, riches en nutriments et à salinité variable mais faible de façon générale. Le recul d'espèces telles *Areoligera coronata*, *Adnatosphaeridium multispinosum* et *Glaphyrocysta ordinata* souligne par ailleurs que s'amorce à ce niveau une phase marine régressive. Il semblerait que l'environnement qui serait plus estuarien à Mamiwater et plus lagunaire à Nord Matanda, connaîtrait à Moulongo une sorte de « balancement » allant du type lagunaire dans un premier temps (Zd3a) à un type estuarien par la suite (Zd3b).

A Moulongo, la partie supérieure de la séquence (Zd4) reconnue comme base de l'Eocène présente une association de dinokystes à dominance d'*Achomosphaera* et de *Cordosphaeridium* évoquant un paysage lagunaire ouvert sur la mer, aux eaux peu profondes mais à salinité prononcée, comme en atteste la progression de genres tels *Homotryblium* et *Polysphaeridium* et le retrait d'*Eocladopyxis* et *Senegalinium* habituellement rencontrés dans des milieux saumâtres. Un schéma similaire se dégage de l'examen des dépôts de faible épaisseur terminant les séquences de Mamiwater et Nord Matanda. On y retrouve des taxons représentatifs d'environnements littoraux comme *Achomosphaera*, *Cerodinium*, *Cordosphaeridium* et *Hystrichosphaeridium* ainsi que *Homotryblium* et *Polysphaeridium*, ces derniers indiquant une salinité de surface des eaux des mers dans un milieu marin très restreint ou lagunaire. L'apparition de *Wetzeliella* suggère un environnement d'estuaire soumis aux marées et à salinité de surface ; la présence du genre *Deflandrea* serait plutôt liée à des eaux de surface eutrophes de faciès deltaïques.

Il est communément admis que, complémentaires à l'analyse des dinokystes, le ratio dinoflagellés/pollen et spores peut être indicatif des variations d'influence qu'exercent milieu marin et milieu continental dans l'évolution d'un environnement de dépôt déterminé. Ainsi, en procédant au comptage de l'ensemble des palynomorphes aux différents niveaux analysés dans les trois séquences considérées, on a pu établir des ratios moyens pour les quatre biozones définies par l'étude des dinoflagellés (Figure 9).

A Moulongo, la période initiale (Zd1), avec un ratio d'environ 70/30, traduit une influence marine franche avec apport modéré du milieu continental. La période suivante (Zd2) connaît, dans un premier temps, une pulsation plutôt régressive (ratio : 60/40), à influence marine moins marquée ; celle-ci est suivie d'une phase à allure transgressive (ratio : 85/15). Cette situation suggère l'existence d'une lagune étendue, alimentée un temps en eau douce en provenance de l'arrière-pays, puis largement ouverte sur la mer. La troisième période (Zd3) présente également une sorte de « balancement » entre deux tendances : la première où le ratio 45/55, favorable aux assemblages sporopolliniques et où le « complexe » dinoflagellés s'est révélé de type saumâtre, évoque un milieu fluvio-lagunaire avec apport d'eau douce continentale alors que la seconde, avec un ratio 70/30, suggère la présence d'un environnement d'estuaire à salinité variable. Enfin, les dépôts de fin de séquence (Zd4) où la représentation de l'ensemble palynologique évolue vers des taux en pollen et spores de plus en plus élevés alors que le milieu augmente en salinité, impliqueraient l'existence d'une lagune à faible profondeur d'eau en contact avec la mer

mais dans un stade régressif plus confiné, avec un impact sporopollinique plus marqué, vraisemblablement lié à un apport détritique en provenance de sa zone périphérique.

A Nord Matanda, on enregistre l'évolution environnementale suivante : dans un premier temps (Zd1), l'influence marine semble particulièrement importante avec un ratio dinoflagellés/pollen et spores de 90-80/10-20 ce qui traduirait une phase transgressive de mer ouverte. La période suivante (Zd2) est moins marquée par cette influence marine bien que celle-ci soit encore très franche avec des ratios de 70/30 au début et 80/20 en fin de période ; dans ce cas, on se trouverait dans un environnement de zone côtière sous l'empreinte du plateau continental externe. Avec un ratio de 65/35, on passerait dans la troisième période (Zd3) à un milieu plus saumâtre à la salinité réduite par des apports d'eau douce continentale dans un paysage littoral ou lagunaire de mer peu profonde. Enfin, dans la dernière phase (Zd4), le ratio 80/20 marque le retour à une influence marine plus importante dans un milieu côtier enregistrant une augmentation de salinité des eaux de surface ainsi que le suggère la présence de certains dinoflagellés. A l'inverse du stade initial, cette situation serait le reflet de l'amorce d'une régression avec un taux sporopollinique représentatif d'un apport éloigné en provenance de la périphérie d'une lagune déficitaire en apport d'eau douce.

A Mamiwater, la phase initiale, à forte influence marine, de la première période (Zd1) telle que repérée à Nord Matanda est vraisemblablement occultée par le fait que le sondage n'a pas atteint ici la base de la Formation de Nkapa. Si les périodes Zd1 et Zd2 pour sa partie inférieure se signalent par un processus transgressif souligné par les dinoflagellés identifiés à ces niveaux, un ratio dinokystes/pollen et spores de +/- 65/35 serait le signe d'une influence du plateau continental interne. Cette dernière s'intensifie même dans la partie supérieure de Zd2 où un ratio moyen de 60/40 attesterait d'apports en eau douce véhiculant un important matériel sporopollinique en provenance du milieu continental. Au cours de la période suivante (Zd3), le passage d'un ratio de 65/35 à son début à un ratio de 75/25 à sa fin serait révélateur du passage d'un environnement de type lagunaire saumâtre vers un stade estuarien à salinité modérée. La partie supérieure de la séquence (Zd4) présentant un ratio de 80/20 dans des conditions de salinité croissante attestée par certains taxons de dinoflagellés, s'apparente à la période terminale de Nord Matanda suggérant un aspect environnemental similaire de lagune côtière avec apport d'eau douce limité.

Dans l'ensemble, l'évolution paléoenvironnementale déduite des associations de dinoflagellés reconnues aux différents niveaux des séquences étudiées et les ratios moyens

dinokystes/pollen et spores correspondant aux différentes périodes y associées est celle d'une transgression marine pour le Paléocène inférieur et moyen (Biozones Zd1 et Zd2), d'une stabilisation pour le Paléocène supérieur (Biozones Zd3) et d'une régression au début de l'Eocène (Biozones Zd4). Ces constatations s'accordent avec la proposition formulée par les géologues pétroliers d'un Paléocène globalement transgressif et d'un Eocène régressif dans le sous-bassin de Douala (SNH, 2005). C'est à Nord Matanda que la phase marine du Paléocène inférieur et moyen a été archivée de façon la plus marquante. Celle-ci souligne l'importante transgression dont on retrouve des traces en affleurement plus à l'Est dans la région de Souza (Nkapa), objet d'une étude de KENFACK *et al.* (2012). D'autre part, la régression de l'Eocène basal, bien visible à Moulongo, apparaît masquée à Nord Matanda et Mamiwater du fait, vraisemblablement, de la persistance d'espaces lagunaires étendus et à salinité prononcée, restant en communication avec la mer. L'arrêt assez brusque de la sédimentation des dépôts éocènes dans ces deux derniers sites serait à mettre en relation avec les prémices de l'effet tectonique reconnu pour avoir provoqué la phase régressive éocène dans le Bassin de Douala (LAWRENCE *et al.*, 2002). Celle-ci aurait eu des effets plus tardifs à Moulongo, site plus éloigné à l'Ouest, vers l'extérieur du bassin où la sédimentation se serait poursuivie un certain temps avec des apports détritiques en fin de période.

### **5.3.3. Comparaison avec les bassins nordiques**

La méconnaissance de l'étage Sparnacien, défini dans le Bassin parisien et de son analogue, le Landénien continental du bassin belge, puis la suppression de cet étage lors de la révision de la chronostratigraphie mondiale ont eu pour effet de créer la confusion quant à la position de l'acmé d'*Apectodinium* dans les bassins nordiques et, par extension, dans le Domaine téthysien sensu lato par rapport à la limite Paléocène-Eocène, celle-ci étant arbitrairement fixée entre le Thanétien, considéré comme Paléocène et l'Yprésien considéré comme Eocène. Il en est résulté deux définitions concurrentes de la base de l'Eocène qui se sont imposées indépendamment l'une de l'autre (AUBRY, 2000), une limite placée à la base de l'Yprésien sensu stricto, c'est-à-dire à la base de l'Argile d'Ypres, du London Clay et des Sables inférieurs du Cuisien, une autre à la base du Sparnacien du Bassin de Paris, des Woolwich & Reading series du Sud-Est de l'Angleterre et des argiles, sables, lignites, faluns et grès à plantes du Landénien supérieur fluvio-lagunaire du Bassin belge. Dans cet



ordre d'idée une variante proposée pour que la limite Paléocène/Eocène se situe entre l'Yprésien et le Thanétien a été de descendre la base de l'Yprésien au niveau de celle du Sparnacien disparu (FEUGUEUR, 1963 ; POMEROL, 1969, 1977).

### ***Bassin de la Mer du Nord***

En 1976, une biozotation basée sur les dinoflagellés a été établie par COSTA & DOWNIE pour les Bassins de Londres et du Hampshire (S.E. de l'Angleterre). Ces auteurs ont défini une biozone à *Apectodinium hyperacanthum* incluant les Reading, les Woolwich et les Oldhaven Beds, ces derniers représentant la base de la zone NP10 de l'échelle biostratigraphique du nannoplancton. Dans les Woolwich Beds, assimilés à la zone NP9 de cette même échelle, le genre *Apectodinium* représenté par les espèces *A. homomorphum*, *A. hyperacanthum*, *A. parvum*, *A. paniculatum* et *A. quinquelatum* connaît une progression massive. Dans cette étude de 1976, la biozone à *Apectodinium hyperacanthum* inclut la base de NP10 avec les Oldhaven Beds. Dans le London Clay sus-jacent, le genre *Wetzelialla* devient prépondérant. A l'apparition de *Wetzelialla meckelfeldensis* dans le NP10 fait suite une diversification du genre. Dans deux études complémentaires de 1978, COSTA et *al.*, et COSTA & MÜLLER introduisent une biozone à *Wetzelialla astra* à la base de NP10 ; celle-ci est aussi considérée comme celle du London Clay et marquant selon ces auteurs, la base de l'Yprésien et donc la limite Paléocène/Eocène. Dans le London Clay, COSTA & MÜLLER reconnaissent quatre biozones successives de *Wetzelialla* : *W. astra* et *W. meckelfeldensis* dans le NP10, *W. similis* dans le NP11 et *W. varielongituda* dans le NP12.

Adoptant le point de vue de MORTON et *al.* (1983) et de KNOX (1984), POWELL (1988) considère comme caduque la proposition de COSTA & MÜLLER (1978) de situer la biozone à *Wetzelialla astra* à la base de la nannozone NP10 marquant la limite Paléocène/Eocène dans le N.O. de l'Europe. Pour les dépôts de la partie centrale de la Mer du Nord, l'auteur signale que, par rapport à l'échelle biostratigraphique du nannoplancton, l'acmé du genre *Apectodinium* (comprenant *A. augustum*, *A. homomorphum*, *A. hyperacanthum*, *A. paniculatum*, *A. parvum*, *A. quinquelatum*, espèces identifiées également par THOMAS, 1996 pour la fin du Thanétien) se situe à la fin du Paléocène, dans la moitié supérieure de NP9 alors que l'acmé de *Deflandrea oebisfeldensis* correspond au début de l'Eocène dont la base coïncide avec le sommet de la biozone à *Apectodinium augustum*. Pour l'ensemble des bassins de la Mer du Nord et du S.E. de l'Angleterre,

POWELL (1988, 1992) estime que la dernière présence d'*Apectodinium augustum* est concordante avec la base de NP10 alors que *Wetzeliella astra* apparaît dans la partie inférieure de cette nannozone mais après la disparition de *Apectodinium augustum* et *Apectodinium hyperacanthum*. Il y a donc décalage entre la base de la zone à *Wetzeliella astra* et celle du NP10. POWELL et al. (1996) précisent que la zone à *Wetzeliella astra* doit être considérée comme étant la base du London Clay alors que l'acmé de *Deflandrea oebisfeldensis* représente la base de l'Yprésien (base de l'Eocène).

POWELL (1988, 1992) a également mis en évidence une succession d'assemblages de dinoflagellés dans lesquels on retrouve certains genres et espèces qui, dans le Bassin de Douala, connaissent une évolution similaire ; ainsi, de la base au sommet du Paléocène :

- *Cerodinium diebelii*, du NP1 au NP7 ;
- *Palaeocystodinium australinum* du NP4 au NP7 avec présence significative dans NP6 ;
- *Areoligera* spp., présent dans NP7, abondant à la base de NP8 ;
- *Apectodinium* div.sp. dans NP9 avec acmé dans la moitié supérieure de la nannozone.

A la base de l'Eocène se situent, dans NP10, l'acmé de *Deflandrea oebisfeldensis* et l'apparition du genre *Wetzeliella*.

Dans la partie septentrionale de la Mer du Nord, entre 57° et 62° N, BUJAK & MUDGE (1994) et MUDGE & BUJAK (1996a, 1996b) ont daté du Paléocène supérieur la biozone à *Apectodinium augustum* dont le sommet est fixé à la dernière présence de l'espèce, au sommet de la nannozone NP9 ; la moitié supérieure de cette dernière se caractérise par une abondance des différentes espèces du genre *Apectodinium* (*A. augustum*, *A. homomorphum*, *A. hyperacanthum*, *A. paniculatum*, *A. parvum*) reconnues dans l'aire géographique étudiée. C'est aussi l'opinion de GRADSTEIN et al. (1992), qui situent le sommet de la zone à *Apectodinium augustum* à la fin du Paléocène. Mais, pour ces auteurs, la base de la zone à *Deflandrea oebisfeldensis* marquerait plutôt le début de l'Eocène alors que MUDGE & BUJAK considèrent que la progression de *Deflandrea oebisfeldensis* est précédée, à la base de NP10 par celle de *Cerodinium wardenense*.

Tout comme POWELL, BUJAK & MUDGE (1994) ont établi une succession de genres et d'espèces de dinoflagellés les plus caractéristiques observés dans les dépôts du Paléocène et de l'Eocène inférieur de la Mer du Nord ; selon eux, dans la zone, objet de leurs études, la série suivante est à considérer :

- *Palaeocystodinium australinum* dans NP5-NP6
- *Glaphyrocysta ordinata* dans NP8 et la moitié inférieure de NP9

- *Apectodinium augustum* et les autres espèces du genre *Apectodinium* dans NP9 avec un acmé dans la partie supérieure de la nannozone
- *Cerodinium wardenense* à la base de NP10
- *Deflandrea oebisfeldensis* dont la progression, dans NP10, fait suite à celle de *Cerodinium*
- *Hystrichosphaeridium tubiferum* à la fin de NP10

Enfin, dans l'Atlantique Nord, NOHR-HANSEN (2003) dans des dépôts off-shore à l'Ouest du Groenland situe l'acmé du genre *Apectodinium* au sommet du Thanétien tandis qu'à la base de l'Eocène, il identifie une succession d'acmés : respectivement de *Glaphyrocysta* sp, *Deflandrea oebisfeldensis* et *Wetzeliella astra*, dans l'ordre. A l'Est, se référant aux travaux de COSTA & DOWNIE (1976) et de COSTA et al. (1978), BOULTER & MANUM (1989) avaient reconnu une biozone à *Apectodinium hyperacanthum* couvrant la nannozone NP9 et la base de NP10. Y faisaient suite, une biozone à *Wetzeliella astra*, en position sub-basale de NP10, une biozone à *Wetzeliella meckelfeldensis* couvrant la partie supérieure de NP10 et une biozone à *Wetzeliella similis* dans la moitié inférieure de NP11.

Dans toutes les études précitées, il apparaît clairement que l'acmé du genre *Apectodinium*, se situant dans la moitié supérieure de NP9 et se terminant à la base du NP10 est considéré par les biostratigraphes anglo-saxons comme représentant la partie terminale du Thanétien ; à celle-ci est associée la fin du Paléocène.

### ***Bassin de Paris***

L'étude du phytoplancton du Bassin de Paris (GRUAS-CAVAGNETTO, 1968 ; CHATEAUNEUF, 1971 ; CARO, 1975 ; GRUAS-CAVAGNETTO, 1976 ; CHATEAUNEUF & GRUAS-CAVAGNETTO, 1978) a donné des résultats comparables à ceux obtenus pour les bassins du SE de l'Angleterre et de la Mer du Nord. Ainsi, dans le Bassin de Paris, la biozone à *Apectodinium homomorphum* couvre le sommet du Thanétien (Thanétien III) et le Sparnacien. Dans les faciès marins du Thanétien III, les espèces *Apectodinium homomorphum* et *Apectodinium parvum* apparaissent simultanément. Comme taxons associés à ces deux espèces, on note la présence d'*Areoligera* sp., *Cordosphaeridium* cf. *inodes* et *Deflandrea denticulata*.

Dans le Sparnacien, le phytoplancton est peu varié et le genre *Apectodinium* y est dominant ; très largement dans le Sparnacien inférieur laguno-continentale, dans une moindre mesure dans le Sparnacien supérieur, marin. Dans le Cuisien, la première zone fossilifère au-dessus

du Sparnacien se signale par l'apparition de *Wetzeliella astra*, suivie par celle de *Wetzeliella meckelfeldensis* puis par celle de *Wetzeliella (Dracodinium) similis*.

Pour COSTA et al. (1978), la zone à *Wetzeliella astra* qui se situe à la base des Sables de Cuise inférieurs est conforme à celle reconnue à la base du London Clay. La zone à *Apectodinium hyperacanthum* des bassins anglais équivaut à la zone à *Apectodinium homomorphum* couvrant le Thanétien III et le Sparnacien du Bassin de Paris, ce dernier correspondant au Landénien continental (L<sub>2</sub>) du Bassin belge. Cette opinion est partagée par CHATEAUNEUF & GRUAS-CAVAGNETTO (1978) qui mettent en parallèle les zones à *Wetzeliella* du Cuisien inférieur avec le London Clay et l'Yprésien de Belgique. La zone à *Wetzeliella astra* soulignerait une phase transgressive synchrone dans les trois bassins. CARO (1975) souligne toutefois que, par la présence d'*Apectodinium hyperacanthum* et *Apectodinium parvum*, la base de l'Yprésien correspondrait plutôt au sommet du Sparnacien et que l'Argile des Flandres serait l'équivalent du London Clay. On rejoindrait ici le schéma proposé par POWELL (1988, 1992) pour les bassins du SE de l'Angleterre et de la Mer du Nord centrale où il constate que la biozone à *Apectodinium* dépasse légèrement la limite NP9/NP10 et donc que la biozone à *Wetzeliella astra* ne constitue pas la base de l'Yprésien.

CARO et al. (1975) précisent les zonations établies pour le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur avec la succession suivante : dans les Thanet Sands (NP7/NP8) se situe l'acmé d'*Areoligera* sp. ; dans le Thanétien III (NP9 inférieur : Sables de Bracheux = dépôts marins du Landénien inférieur belge – L<sub>1</sub> terminal) et le Sparnacien inférieur laguno-continental (NP9 supérieur = dépôts laguno-continentaux du Landénien supérieur – L<sub>2</sub>), mis en parallèle avec les Woolwich Beds, on assiste à l'apparition, puis à l'importante expansion du genre *Apectodinium*. Ce dernier décline dans le Sparnacien supérieur laguno-marin (base de la nannozone NP10 = Oldhaven Beds = base de l'Yprésien). La progression du genre *Wetzeliella* survient à la base de l'Argile des Flandres, assimilée au London Clay.

Dans le tableau des corrélations qu'ils proposent pour les différents bassins méridionaux de la Mer du Nord, CHATEAUNEUF et GRUAS-CAVAGNETTO (1978) incluent dans un étage Ilerdien le Sparnacien et le Cuisien inférieur du Bassin de Paris. Dans leur schéma, le Thanétien III étant seul considéré comme Paléocène, la limite Paléocène-Eocène est donc, de fait, fixée à la base du Sparnacien. AUBRY (1985), pour sa part, place toujours, à l'exemple des auteurs anglo-saxons, la limite Paléocène/Eocène entre la nannozone NP9, considérée comme le sommet du Thanétien, et la nannozone NP10, base de l'Yprésien. La biozone à *Apectodinium homomorphum* couvrant NP9 et la base de

NP10, la biozone à *Wetziella astra* est reconnue comme la base du London Clay mais pas comme celle de l'Yprésien. Le London Clay est assimilé à la Formation de Varangeville reconnue dans le Bassin de Dieppe.

Dans une étude des formations paléogènes de la Manche orientale, GRUAS-CAVAGNETTO (*In* : AUFFRET, J.P. & GRUAS-CAVAGNETTO, C., 1975) distingue trois faciès dans l'Yprésien : un faciès sparnacien, un faciès londonien et un faciès cuisien. Le faciès sparnacien se caractérise par la présence marquée du genre *Apectodinium* comme dans le Sparnacien du Bassin de Paris ; le faciès londonien correspondant à la Formation de Varangeville est considéré comme l'équivalent du London Clay avec le même type d'associations phytoplanctoniques ; le faciès cuisien renferme pour sa part une association palynologique analogue à celle de l'Argile de Laon, sommet de l'Yprésien.

Au Cap d'Ailly, sur la côte française de la Manche, les faciès sparnaciens (NP9) constitués de lignites, sables et argiles à ostracodes et mollusques se caractérisent par un acmé d'*Apectodinium* qui prend fin à la base du NP10, dans l'Argile glauconieuse de l'Unité des Craquelins ; cette dernière est surmontée par les sables fauves et les argiles de la Formation de Varangeville (DUPUIS et *al.*, 1998, 2006). La base de la Formation de Varangeville se signale par la présence de *Wetziella astra* (AUBRY, 1986) et serait l'équivalent du London Clay.

### ***Bassin belge***

Dans leur publication de 1976, COSTA et DOWNIE remarquent que les travaux de DE CONINCK (1968, 1975) sur le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur de Belgique présentent la même succession de dinoflagellés que dans le SE de l'Angleterre. Ainsi, les Sables d'Oostende-ter-Streep appartenant à la Formation de Tienen (Landénien supérieur – L<sub>2</sub> = Formation du Mt Bernon - Sparnacien) ressemblent, même lithologiquement, aux Woolwich Beds. Ils correspondent à la biozone à *Apectodinium homomorphum*, similaire de la biozone à *Apectodinium hyperacanthum* où on relève aussi la présence de *A. augustum*, *A. paniculatum* et *A. parvum* et où le genre *Apectodinium* dans son ensemble est en expansion. La limite supérieure du Landénien est marquée par la fin de l'acmé d'*Apectodinium* tandis que la base de l'Yprésien appartiendrait à la biozone à *Wetziella meckefeldensis* qui correspondrait à la base du London Clay.

Dans des travaux ultérieurs, DE CONINCK (1988, 1990 in Dupuis et *al.*, 1990, 1996) a affiné sa biostratigraphie, notifiant outre la présence de *Wetziella* sp. à l'interface

Landénien-Yprésien, l'acmé de *Deflandrea oebisfeldensis* à la base de NP10 et l'apparition de *Wetziella astra* à la base de la Formation d'Ypres (Ieper Fm). Dans DUPUIS et al (1990), il précise que, dans le Landénien supérieur (L<sub>2</sub>) laguno-continentale *A. parvum* et *A. homomorphum* sont dominants, le second prenant plus d'importance dans la partie terminale de la formation. A la base de l'Yprésien, *A. homomorphum*, bien qu'en retrait, est encore bien représenté, associé à *A. hyperacanthum* et *A. paniculatum*. Dans les couches sus-jacentes au caractère Yprésien plus « affirmé » apparaît *Wetziella meckelfeldensis*.

Dans une étude plus approfondie sur la biostratigraphie d'une période couvrant du Paléocène moyen à l'Eocène inférieur, STEURBAUT (1998) passe en revue une série d'événements marquants relatifs à la distribution des dinoflagellés :

- Dans la nannozone NP8, on assiste à la fin de l'acmé d'*Areoligera* sp.
- *Apectodinium homomorphum* apparaît dans la nannozone NP9 à la fin du Thanétien mais, c'est dans la partie supérieure de NP9, correspondant au Landénien supérieur (L<sub>2</sub>) que l'espèce connaît un acmé qui se termine à la limite NP9/NP10. Cette progression concerne le genre *Apectodinium* dans son ensemble.
- A la base de NP10, dans la phase transgressive marquant la base de l'Yprésien, se signale un acmé de *Deflandrea oebisfeldensis* alors que *Apectodinium* régresse. *Adnatosphaeridium multispinosum* se rencontre aussi à ce niveau.
- A la base de l'Argile d'Ypres (Ieper Fm = Argile des Flandres) apparaissent *Cerodinium wardenense* et *Wetziella astra*.

En comparant aux bassins voisins du sud de la Mer du Nord, on peut associer La Formation de Tienen (Landénien supérieur) aux faciès sparnaciens du Bassin de Paris et aux Woolwich et Reading Beds du SE de l'Angleterre. La base de l'Argile des Flandres (Ieper Fm) équivalant au London Clay où apparaît *Wetziella astra*, ne peut être corrélée avec le début de l'Yprésien, base de NP10.

Sur base de ses observations relatant les principales étapes de l'histoire évolutive des dinokystes, assortie d'une comparaison avec celles des nannofossiles calcaires et des foraminifères planctoniques, STEURBAUT (1998) pose la question de savoir s'il ne serait pas opportun de placer la limite Paléocène/Eocène à la base du Landénien supérieur continental belge et donc à la base du Sparnacien français. La Formation de Tienen passant d'un stade laguno-continentale à un stade laguno-marin annonçant la transgression yprésienne, la limite Thanétien/Yprésien marquant traditionnellement le passage du Paléocène à l'Eocène mériterait ainsi d'être revue.

STEURBAUT et al. (2000) se référant aux zonations de POWELL (1992) placent la Formation de Tienen (Landénien supérieur – L<sub>2</sub>) dans la biozone à *Apectodinium augustum*. La base de la formation coïncide avec la dernière présence d'*Areoligera* sp., le début de l'acmé d'*Apectodinium homomorphum* et l'apparition d'*Apectodinium augustum*. L'acmé d'*Apectodinium homomorphum* se poursuit jusqu'au sommet du Landénien supérieur. Ce taxon est associé à *A. augustum* dans la partie inférieure du L<sub>2</sub> fluvio-lagunaire et à *A. parvum* dans sa partie supérieure laguno-marine. Les taxons du genre *Apectodinium*, quasi en voie de disparition, se rencontrent encore à la base de la Formation de Kortrijk (base de l'Yprésien – base de NP10), tandis que les premiers *Wetziella* apparaissent à la base de l'Argile d'Ypres (= Argile des Flandres). Les auteurs constatent que l'acmé d'*Apectodinium* est synchrone dans toute l'Europe et que l'apparition du genre *Wetziella* l'est aussi dans tout le bassin de la Mer du Nord et donc que les deux genres sont de bons marqueurs biostratigraphiques.

MOORKENS et al. (2000), sur base d'une biostratigraphie incluant divers groupes de microfossiles, notamment le nannoplancton et les dinokystes, arrivent aux mêmes constatations : le Landénien L<sub>2</sub>, correspondant à la partie supérieure de NP9, se caractérise par l'acmé d'*Apectodinium homomorphum* et la base de l'Yprésien (base de NP10) se distingue par la fin de la biozone à *Apectodinium* et par un acmé de *Deflandrea oebisfeldensis*, suivi, dans la partie basale de l'Argile d'Ypres, par l'apparition de *Wetziella astra*. Les auteurs considèrent que l'acmé d'*Apectodinium* permet de corréler le Landénien laguno-continentale de Belgique au Sparnacien du Bassin de Paris et à la Formation de Sele, définie dans la série des dépôts Paléocène/Eocène de la Mer du Nord (POWELL, 1988 ; POWELL et al., 1996).

La dernière publication en date relative au Bassin belge (STEURBAUT et al., 2003) intègre de nouvelles données concernant la sédimentologie, la micropaléontologie et surtout l'analyse isotopique du carbone qui ont permis de reconstruire l'histoire des dépôts sédimentaires au cours de l'intervalle Paléocène-Eocène de ca. 57,1 Ma à ca. 54,7 Ma. Le début de l'IETM (Initial Eocene Thermal Maximum) ou PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum) résultant d'une excursion isotopique du Carbone (CIE = Carbon Isotope Excursion) a été positionné dans le Bassin belge de façon indéniable à la base de la Formation de Tienen (Landénien supérieur laguno-continentale – L<sub>2</sub>). Cet événement coïncide parfaitement avec le début d'une abondance massive d'*Apectodinium*. Les taux élevés d'*Apectodinium* durant tout le Landénien supérieur (L<sub>2</sub>) suggèrent que l'IETM (=PETM) s'est poursuivi durant toute cette période avec toutefois des températures plus

élevées de la surface de la mer qui se situeraient à son début quand la CIE atteint ses valeurs les plus négatives. Ces événements, l'IETM et l'acmé d'*Apectodinium* qui lui est associé, constituent d'excellents marqueurs stratigraphiques de la limite Paléocène/Eocène dans les bassins méridionaux de la Mer du Nord. Ceci confirme la proposition de STEURBAUT (1998) de placer la limite Paléocène/Eocène à la base du Landénien supérieur, période s'identifiant à la partie supérieure de la nannozone NP9.

### ***CIE, PETM et limite Paléocène-Eocène dans les bassins nordiques***

En stratigraphie traditionnelle, la limite Paléocène/Eocène devait se situer à la base de l'Yprésien selon les stratigraphes du domaine marin alors que les paléontologistes spécialistes des milieux continentaux la situaient à la base du Sparnacien. Au Congrès Géologique international de Rio (2000), le choix de l'inflexion de l'anomalie isotopique du carbone comme critère de la limite Paléocène-Eocène a été acté. Dès lors, il fallait revoir le concept de l'Eocène, soit en abaissant la base de l'Yprésien qui engloberait la partie supérieure du Thanétien, soit en réintroduisant un étage entre le Thanétien et l'Yprésien en lui maintenant le terme de Sparnacien ou en lui attribuant un autre nom. La base de l'Eocène se trouverait ainsi à la base du nouvel étage (AUBRY et *al.*, 2002). Chronostratigraphiquement, le démarrage de la CIE se situe à la base du Sparnacien ; il semblerait donc que la solution la plus appropriée serait de maintenir l'étage en fixant la limite Paléocène-Eocène entre ce dernier et le Thanétien sous-jacent (AUBRY et *al.*, 2003). Biostratigraphiquement, on prendrait en compte l'acmé du genre *Apectodinium*, associé à la CIE.

Sur base de la concomitance des événements CIE et acmé d'*Apectodinium* BUJAK & BRINKHUIS (1998) situent dans les bassins de la Mer du Nord le point de départ de ces événements dans la nannozone NP9. La limite Paléocène-Eocène se situerait donc respectivement à la base des Formations Woolwich et Reading (compilation STEURBAUT, 1998) dans le SE de l'Angleterre, de la Formation de Sele (cf. POWELL, 1988 ; POWELL et *al.*, 1996) en Mer du Nord centrale et de la Formation Forties (cf. BUJAK & MUDGE, 1994 ; MUDGE & BUJAK, 1996a, 1996b) en Mer du nord septentrionale.

Dans le Bassin de Paris, l'excursion isotopique du carbone démarre à la base des faciès sparnaciens, calcaires et marnes sous-jacents des Argiles plastiques dans la partie inférieure desquelles se situe le  $\delta^{13}\text{C}$  le plus négatif (STOTT et *al.*, 1996 ; DUPUIS, C. &



THIRY, M., 1998). A l'Ouest, au Cap d'Ailly, sur la côte orientale de la Manche, le CIE débute à la base d'une série laguno-palustre (Lignites, Sables et Argiles à Ostracodes et Mollusques) correspondant à un acmé d'*Apectodinium* s'achevant à la base du NP10, dans l'Unité des Craquelins (DUPUIS et *al.*, 1998, 2006) sous-jacente à la Formation de Varangeville.

Dans les sondages du Nord de la Belgique on constate que le matériel organique enfoui en milieu continental atteint des valeurs isotopiques du carbone très négatives à la base de la Formation de Tienen (NP9). L'écart avec les valeurs isotopiques du sommet de la Formation de Hannut (NP8) sous-jacente implique une importante excursion isotopique du carbone entre ces deux formations. Ces dernières étant séparées par un hiatus, cela suppose que la base de l'excursion isotopique se situe dans le hiatus et que la Formation de Tienen (Landénien supérieur fluvio-lagunaire – L<sub>2</sub>) doit être incorporée en sa totalité dans l'Eocène (MAGIONCALDA et *al.*, 2001), soutenant ainsi une suggestion déjà faite antérieurement (STEURBAUT, 1998).

Dans tous les bassins considérés, la fin de l'acmé d'*Apectodinium* associé au CIE se situe à la base de NP10, c'est-à-dire, pour le SE de l'Angleterre, dans la Formation de Harwich [(= Oldhaven beds peu fossilifères (COSTA et *al.*, 1978)], pour la Mer du Nord centrale, au sommet de la Formation de Sele et pour la Mer du Nord septentrionale dans la Formation de Dornoch (MUDGE & BUJAK, 1996). Dans le Bassin de Paris, cela pourrait correspondre aux Faluns à Cyrènes et à Huîtres et aux « Fausses glaises » tandis que sur la côte de la Manche, l'équivalent pourrait-être les argiles glauconieuses de l'Unité des Craquelins. Dans le Bassin belge, c'est le Zoute silt Member, base de la Formation de Kortrijk (Yprésien), qui correspondrait aux formations précitées (compilation de STEURBAUT, 1998). Enfin, les bases des formations caractérisées par la présence de *Wetzeliella astra* seraient contemporaines, à savoir : celle du London Clay dans le SE de l'Angleterre, des Sables du Cuisien inférieur du Bassin de Paris (Sables de Laon), des Sables fauves de la Formation de Varangeville des côtes de la Manche orientale et de l'Argile d'Ypres en Belgique et dans le Nord de la France.

### ***Le Domaine téthysien***

Les faits relatifs à la biostratigraphie de la limite Paléocène-Eocène observés dans les bassins nordiques se retrouvent dans le domaine téthysien, espace marin continu séparant d'Ouest en Est l'Eurasie de l'Afrique avant l'émergence des orogénèses alpine et

himalayenne. Des sites particuliers liés à l'acmé du genre *Apectodinium* relevés dans cet espace en attestent.

Ainsi, à l'Ouest, dans les sections de Campo (CARO, 1973) en Espagne, de Schlieren (JAN DU CHENE, 1977) en Suisse centrale, de sites italiens (BRINKHUIS, inédit), de El Kef (in : BUJAK & BRINKHUIS, 1998) en Tunisie, d'Unterberg (MOHAMED & EGGER, 2012) et d'Anthering (HEILMAN-CLAUSEN & EGGER, 2000) en Autriche, l'acmé d'*Apectodinium* est contemporain de la nannozone NP9b. En Tunisie et dans les sites autrichiens où la CIE a été identifiée, l'acmé d'*Apectodinium* se développe conjointement à ce dernier alors que les pourcentages du genre dans les assemblages phytoplanctoniques est faible avant et après. Au site d'Anthering, on remarque en outre l'apparition du genre *Wetziella* dans la moitié supérieure de NP10.

Vers l'Est, en Eurasie centrale, la limite Paléocène/Eocène se trouve liée de la même façon à l'acmé d'*Apectodinium*. Dans le Paléogène de Sibérie occidentale couvrant la période allant du Sélandien à l'Yprésien, IAKOVLEVA (2000) a enregistré dans la biozone NP9 la succession *Apectodinium hyperacanthum*-*Apectodinium augustum* ; la progression de ce dernier souligne la base de NP10, base de l'Yprésien. Dans NP11 apparaît *Wetziella meckelfeldensis*. Pour RADIONOVA et al.(2001), la transition Paléocène-Eocène dans la coupe-clé de Sokolovskii, située dans le détroit de Turgay (Nord du Kazakhstan) en région Nord-Ouest de la Périéthys, est mise en évidence par la même succession (en ce qui concerne la distribution des espèces) : dans le NP9 se succèdent *Apectodinium hyperacanthum* et *Apectodinium augustum* qui connaît une progression fin NP9-début NP10 tandis que la biozone à *Wetziella meckelfeldensis* couvre la fin de NP10 et le début de NP11. Ces auteurs estiment que leur succession correspond à celles établies par POWELL (1992) pour la Mer du Nord et par CARO (1973) pour la coupe de Campo dans les Pyrénées espagnoles. Dans leur synthèse sur le Paléocène et l'Eocène de l'Eurasie centrale, AKHMENTIEV et al. (2012) ont analysé les effets de la liaison marine du bassin épicontinental joignant la Téthys à l'Océan arctique (du Nord du Pakistan au Nord de la Sibérie) avec, vers l'Ouest, une connexion avec l'Atlantique nord. Cette liaison a permis la mise en contact de biocénoses téthysiennes et arctiques pendant la période couvrant le Thanétien et l'Yprésien. Le réchauffement global du PETM a été associé à une large échelle, par l'entremise de courants marins, au transfert de chaleur des zones tropicales des moyennes latitudes vers les hautes latitudes via le détroit de Turgay (Kazakhstan). Ainsi, l'acmé d'*Apectodinium* a pu être enregistré dans une vingtaine de sites répartis du Sud au Nord. Cet acmé qui se traduit par une extension de différentes espèces d'*Apectodinium* (A.

*hyperacanthum*, *A. paniculatum*, *A. parvum* et *A. augustum*, ce dernier dominant) se situe à la fin du Thanétien (ancienne conception) et le début de l'Yprésien.

En s'étendant plus largement vers l'Ouest dans l'hémisphère nord et vers le Sud dans le domaine pacifique, on remarque que les assemblages de dinokystes à acmé d'*Apectodinium* lié à la CIE et au PETM se retrouvent en Amérique du Nord, notamment dans des sites du New Jersey et de Californie (CRAMER et al., 2000 ; SLUIJS et al., 2008 ; SLUIJS & BRINKHUIS, 2009) et jusqu'en Nouvelle-Zélande (CROUCH et al., 2001, 2003). Ce phénomène à vaste échelle, globalement répandu au début de l'Eocène, constitue un repère biostratigraphique important pour la datation des séries marines. Dans cette globalité, les bassins de l'Ouest africain feraient donc figure d'exception, la CIE y étant postérieure à l'acmé.

## CHAPITRE 6. ETUDE DES POLLEN ET SPORES

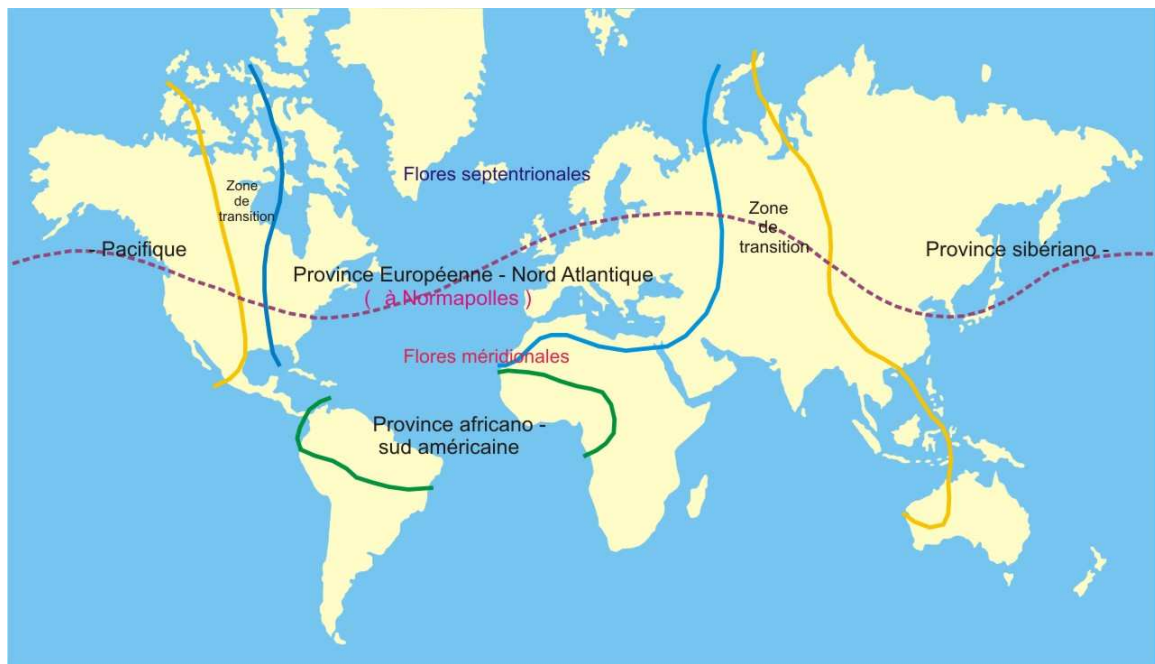
### 6.1. LES DOMAINES FLORISTIQUES DU PALÉOCÈNE ET DE L'ÉOCÈNE INFÉRIEUR

La comparaison des associations sporopolliniques fossiles avec les associations actuelles, déterminées botaniquement, permet de reconstituer l'allure du couvert végétal correspondant. L'extrapolation des données de l'écologie actuelle à ces couvertures végétales anciennes amène à évaluer les conditions climatiques et édaphiques qui en découlent ; ces notions de paléoécologie et de paléoclimatologie continentales débouchent sur des notions plus larges de paléophytogéographie et de paléolatitudes ou d'altitudes.

Dès le début du Cénozoïque, les florules archaïques du Crétacé supérieur font place à de grands ensembles floristiques (fig. 10) mieux structurés (KRUTZSCH 1967).

Pour le Paléocène, KRYSHTOFOVICH (1957) distingue dans l'hémisphère nord deux provinces situées de part et d'autre d'une ligne ondulante entre 35° et 60° de latitude : une province nordique à flore « arctotertiaire » tempérée à tempérée chaude et une province méridionale à flore « paléotropicale » laurophylle. Selon TAKHTAJAN (1969), la végétation qui se développait dans la zone allant du Sud-Est de l'Amérique du Nord au Sud de l'Oural était semblable à celle des forêts sempervirentes pluviales qui, sous climat subtropical humide, occupent de nos jours les reliefs de l'Assam et du Yunnan.

Au cours du Paléocène, de profonds changements ont marqué la flore de la Province Européenne-Nord Atlantique. Les *Normapolles*, produits par des genres d'Angiospermes ayant connu leur apogée au Crétacé supérieur et adaptés aux climats chauds, régressent progressivement dans les assemblages palynologiques et sont remplacés par un ensemble de genres « plus modernes » que KRUTZSCH (1967) a appelé « l'élément paléotropical éocène ». Pour les définir, MULLER (1980) préfère toutefois utiliser le terme d' « élément téthysien », plus neutre, et marquant mieux l'absence dans la flore d'Europe occidentale éocène de vrais taxons mégathermes.



**Figure 10 :** Grands ensembles floristiques du Paléocène et de l’Eocène inférieur (KRUTZSCH, 1967)

Parmi ces différents ensembles, la flore du Bassin de Douala fait partie de la Province africano-sud américaine, qui relève d’un domaine plus spécifiquement tropical couvrant le Nord de l’Amérique du Sud et l’Ouest africain. Cet ensemble, complètement individualisé des autres ensembles floristiques tertiaires, bien qu’ayant certains groupes en commun avec le domaine téthysien, a évolué indépendamment au cours du temps pour aboutir au développement des flores intertropicales actuelles d’Afrique et d’Amérique du Sud. Les assemblages sporopolliniques issus de cette flore particulière constituent un monde à part, abondant en genres et espèces, qui nécessite des connaissances appropriées pour aborder la biostratigraphie et l’évolution des milieux de dépôts cénozoïques régionaux.

## 6.2. BIOZONATIONS DES SPORES ET POLLENS

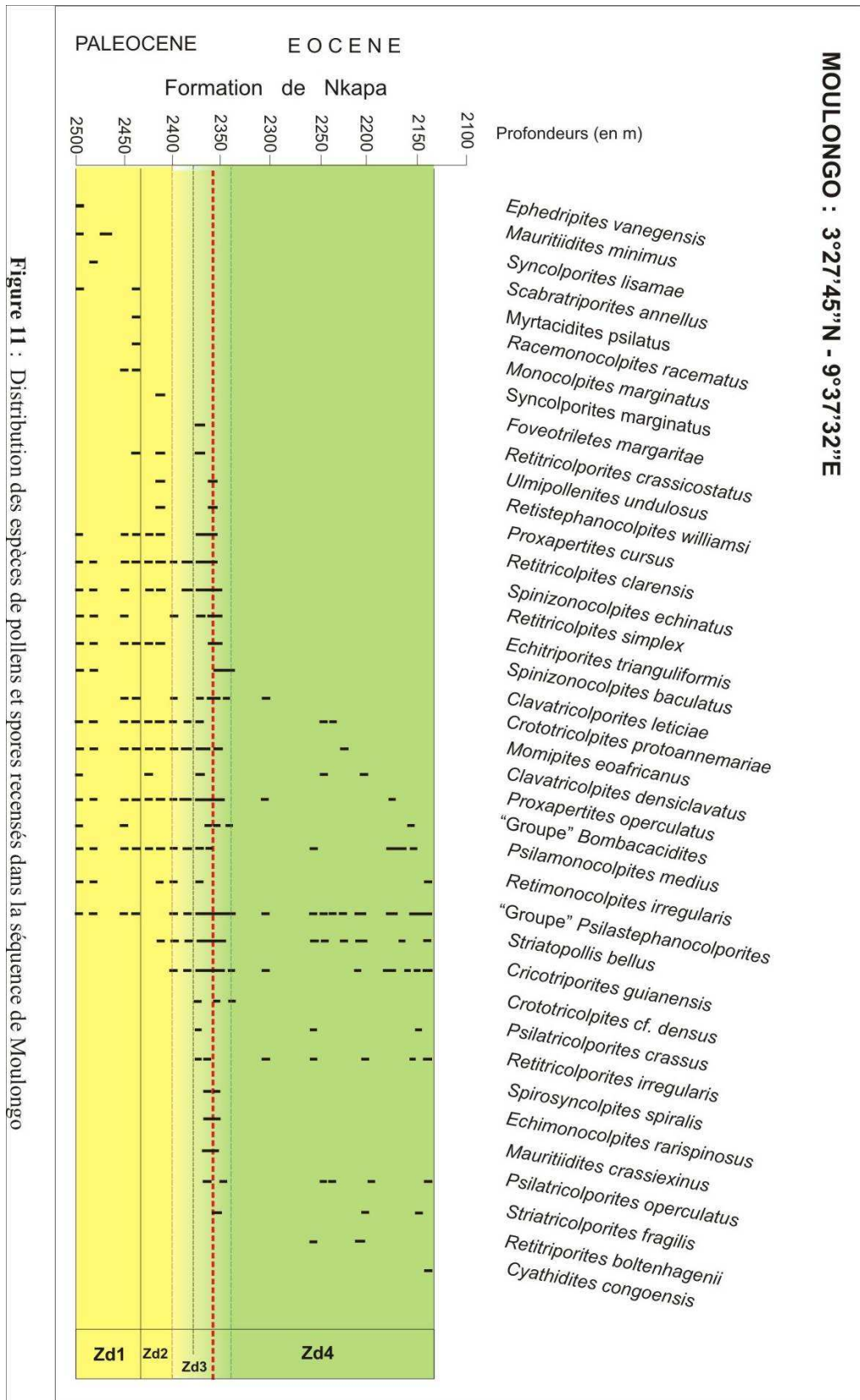
L’évolution biostratigraphique de la microflore terrestre a été évaluée en fonction des zonations établies par les dinoflagellés pour les puits Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda (Figures 11, 12 et 13). Les biozones définies dans le puits Ngata font en revanche référence uniquement aux spores et grains de pollen du fait qu’une comparaison avec une zonation de dinokystes n’a pas pu être établie par suite de leur rareté (Figure 14).

### 6.2.1 Moulongo 3°27'45''N – 9°37'32''E (fig. 11)

#### Zone 1 (Zd1 : 2500-2440 m)

La zone Zd1 définie sur les graphiques des dinoflagellés est caractérisée par la présence des palynomorphes suivants : *Ephedripites vanegensis*, *Mauritiidites minimus*, *Syncolporites lisamae*, *Scabratrporites annellus*, *Myrtacidites psilatus*, *Racemonocolpites racematus*, *Monocolpites marginatus*, *Proxapertites cursus*, *Retitricolpites clarensis*, *Spinizonocolpites echinatus*, *Retitricolpites simplex*, *Echitriporites trianguliformis*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Clavatricolporites leticiae*, *Crototricolpites protoannemariae*, *Momipites eoafricanus*, *Clavatricolpites densiclavatus*, *Proxapertites operculatus*, groupe *Bombacacidites*, *Psilamonocolpites medius*, *Retimonocolpites irregularis*, groupe *Psilastephanocolporites*. Parmi ces palynomorphes énumérés 7 espèces disparaissent totalement dans cette période : *Ephedripites vanegensis*, *Mauritiidites minimus*, *Syncolporites lisamae*, *Scabratrporites annellus*, *Myrtacidites psilatus*, *Racemonocolpites racematus*, *Monocolpites marginatus*. Une espèce, en l'occurrence *Retitricolporites crassicostratus* apparaît vers le sommet de la zone. Les autres espèces poursuivent leur évolution verticalement.

Dans cette zone, on remarque que les espèces suivantes sont plus ou moins dominantes : *Psilamonocolpites medius* (11-14%), *Retitricolpites clarensis* (8-15,45%), *Momipites eoafricanus* (7,5-10%). Ces espèces sont suivies d'*Echitriporites trianguliformis* et du groupe des *Proxapertites* dont le pourcentage est inférieur à 7%. Les proportions des autres espèces n'atteignent pas 5%.



**Figure 11** : Distribution stratigraphique des espèces de pollens et spores recensés dans la séquence de Mouloungo

## **Zone 2 (Zd2 : 2430-2400 m)**

La zone Zd2 est caractérisée par quatre nouvelles apparitions (*Syncolporites marginatus*, *Ulmipollenites undulosus*, *Retistephanocolpites williamsi* et *Striatopollis bellus*), dont l'une est propre à la zone c'est-à-dire y fait son apparition et sa disparition : il s'agit de *Syncolporites marginatus*. *Retitricolpites simplex* présent dans la zone précédente est absent dans cette zone. En dehors des espèces qui ont disparu dans la zone précédente, toutes les autres à savoir *Proxapertites cursus*, *Retitricolpites clarensis*, *Spinizonocolpites echinatus*, *Retitricolpites simplex*, *Echitriporites trianguliformis*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Clavatricolporites leticiae*, *Crototricolpites protoannemariae*, *Momipites eoaffricanus*, *Clavatricolpites densiclavatus*, *Proxapertites operculatus*, le groupe de *Bombacacidites*, *Psilamonocolpites medius*, *Retimonocolpites irregularis*, le groupe de *Psilastephanocolporites* sont encore présentes dans cette zone.

Par rapport à la zone précédente, *Retitricolpites clarensis* régresse légèrement, tandis que *Momipites eoaffricanus* fait une nette progression de la base au sommet de la zone (13,08% à la base et 25,89% au sommet). Les autres espèces conservent plus ou moins leurs proportions.

## **Zone 3 (Zd3 : 2400-2360 m)**

La zone Zd3 des dinoflagellés a été divisée en deux sous zones ; en maintenant cette subdivision, on constate que :

- La sous-zone Zd3a est caractérisée par la présence d'un ensemble cosmopolite issu de la zone précédente à l'exception d'*Echitriporites trianguliformis*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Clavatricolpites densiclavatus* et de *Proxapertites cursus*. *Cricotriporites guianensis* apparaît à la base de cette sous-zone.

- La sous zone Zd3b est caractérisée par l'apparition de quatre nouvelles espèces à la base, à savoir *Foveotriletes margaritae*, *Crototricolpites densus*, *Psilatricolporites crassus* et *Retitricolporites irregularis*. Les formes *Foveotriletes margaritae* et *Retitricolporites crassicostatus* disparaissent à la limite supérieure de la sous-zone.

*Spinizonocolpites Echinatus* atteint des proportions de 10% durant la période tandis que *Proxapertites operculatus*, *Retitricolpites clarensis* et *Psilamonocolpites medius* régressent légèrement de la base au sommet



#### **Zone 4 (Zd4 : 2360-2140 m)**

La zone Zd4 présente aussi deux sous zones de dinoflagellés.

**La sous-zone Zd4a** enregistre neuf disparitions à savoir : *Ulmipollenites undulosus*, *Retistephanocolpites williamsi*, *Proxapertites cursus*, *Retitricolpites clarensis*, *Spinizonocolpites echinatus*, *Retitricolpites simplex*, *Echitriporites trianguliformis*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Crototricolpites densus*. En dehors de ces disparitions, on note aussi cinq apparitions : *Spirosyncolpites spiralis*, *Echimonocolpites rarispinosus*, *Mauritiidites crassiexinus*, *Psilatricolporites operculatus* et *Striatricolporites fragilis*. *Spirosyncolpites spiralis*, *Echimonocolpites rarispinosus*, *Mauritiidites crassiexinus* sont propres à la sous zone.

**La sous-zone Zd4b** renferme des espèces ayant subsisté jusqu'au sommet de la formation. En plus de l'assemblage cosmopolite visible dès la base de la section, certaines espèces apparues dans la zone Zd3 et la sous-zone Zd4a sont encore présentes dans la sous zone Zd4b ; il s'agit de *Cricotriporites guianensis*, *Retitricolporites irregularis*, *Psilatricolporites crassus*, *Psilatricolporites operculatus*, *Striatopollis fragilis*, *Echitriporites trianguliformis*. Cependant on note certaines apparitions, comme *Cyathidites congoensis* et *Retitriporites boltenhagenii* dans la partie supérieure de la sous-zone.

La plupart de ces espèces présentes dès la base de la section deviennent rares ou éparses.

### **6.2.2. Mamiwater 3°46'33''N – 9°45'03''E (fig. 12)**

#### **Zone 1 (Zd1 : 1180-1140 m)**

Dans la zone Zd1 sont archivés les paynomorphes suivants : *Syncolporites lisamae*, *Longapertites marginatus*, *Syncolporites marginatus*, *Scabratriporites annellus*, *Ulmipollenites undulosus*, *Longapertites vaneendenburgi*, *Retistephanocolpites williamsi*, groupe *Psilastephanocolporites*, *Cyathidites congoensis*, *Retitricolpites clarensis*, *Cricotriporites guianensis*, *Clavatricolporites leticiae*, *Crototricolpites protoannemariae*, *Striatopollis bellus*, *Echitriporites trianguliformis*, *Retidiporites magdalenensis*,

*Monocolpites marginatus*, *Psilamonocolpites medius*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Spinizonocolpites baculatus*, groupe *Bombacacidites*.

Les formes dominantes dans cet intervalle sont : *Proxapertites operculatus* (environ 16%), *Proxapertites cursus* ( $\leq 11\%$ ), *Retitricolpites clarensis* ( $\leq 15\%$ ). Ces espèces régressent verticalement dans la zone. Les autres espèces sont en faible ou très faible quantité ; *Psilamonocolpites medius* est en proportion inférieure à 4%.

### **Zone 2 (Zd2 : 1140-1050 m)**

La zone Zd2 est caractérisée par deux disparitions à savoir *Longapertites marginatus* et *Syncolporites lisamae*, alors que les autres espèces présentes dans la zone précédente persistent dans Zd2. Deux apparitions, *Lanagiopollis crassa* et *Foveotriletes margaritae* sont présentes à la base de la zone. Il est à noter que *Lanagiopollis crassa* est propre à la Zd2. Huit autres espèces font leur apparition au sommet de la zone ; il s'agit de : *Retitricolporites crassicostatus*, *Racemonocolpites racematus*, *Retitricolporites* cf. *hispidus*, *Striacolporites pimulis*, *Clavatricolporites densiclavatus*, *Striatricolporites fragilis*, *Crototricolpites densus* et *Retimonocolpites irregularis*. Les présences de *Syncolporites marginatus*, *Scabratrporites annellus*, *Ulmipollenites undulosus* et *Longapertites vaneendenburgi* sont intermittentes. *Psilamonocolpites medius* progresse légèrement tandis, que les autres espèces sont plus ou moins constantes.

### **Zone 3 (ZD3 : 1050-840 m)**

La zone Zd3 ayant été divisée en deux sous-zones, on remarque des variations propres à celle-ci :

**La sous-zone Zd3a** (1050-900 m) est caractérisée par quatre disparitions : *Syncolporites marginatus*, *Scabratrporites annellus*, *Ulmipollenites undulosus* et *Longapertites vaneendenburgi*. Cependant vers le sommet de la sous-zone, on note également la disparition de *Retistephanocolpites williamsi* et *Retitricolporites* cf. *hispidus*. Les *Bombacacidites*, *Retimonocolpites irregularis* et *Crototricolpites densus* sont absents dans la moitié supérieure de la sous-zone. L'évolution de *Psilastephanocolporites* et *Cyathidites congoensis* n'est pas régulière. Les espèces cosmopolites (présentes dès la base de la section) sont régulièrement présentes. Dans cette zone deux espèces apparues à la

zone Zd2 à savoir, *Retitricolporites crassicostatus*, *Racemonocolpites racematus* disparaissent déjà ici.

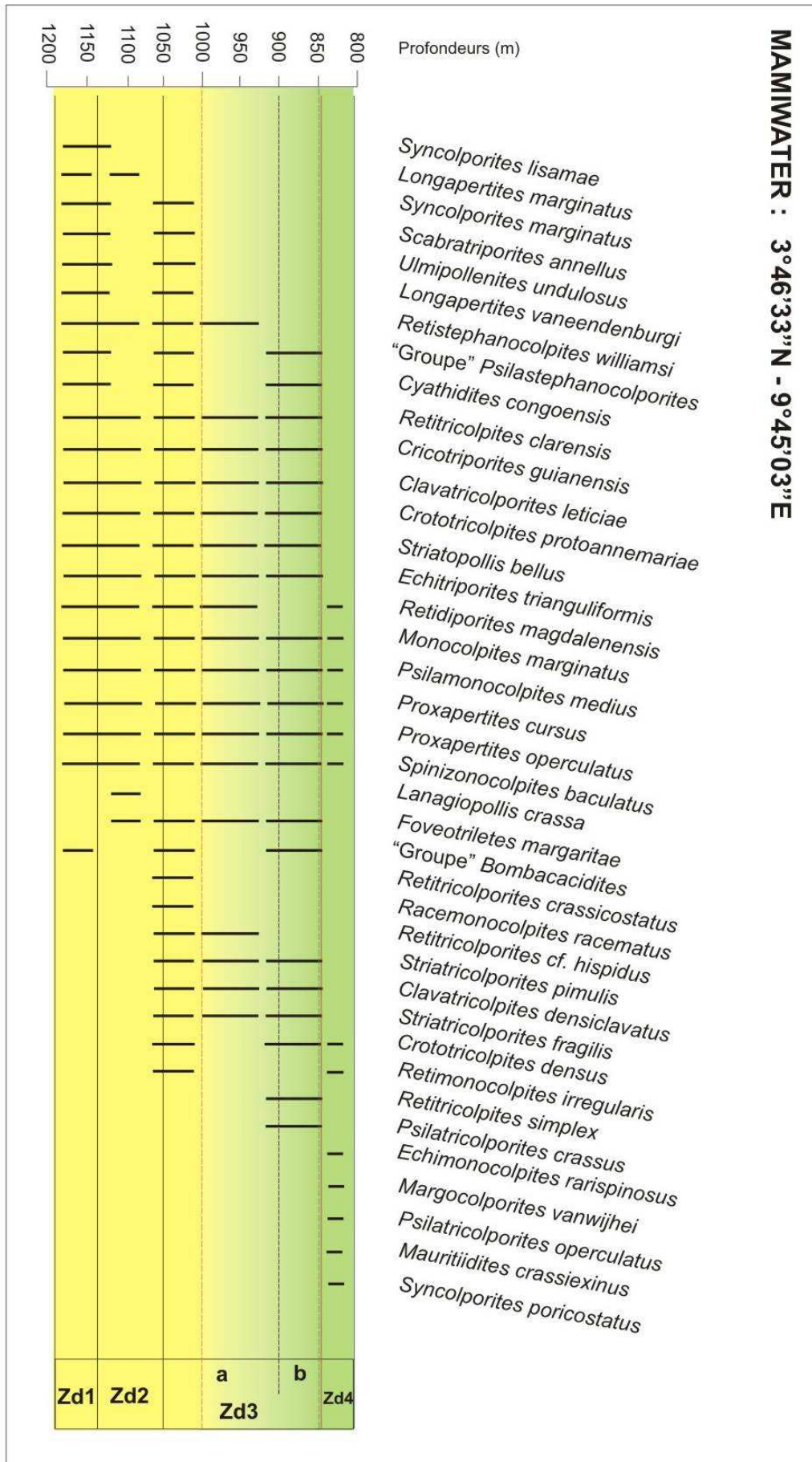
**La sous-zone Zd3b** (900-840 m) se distingue par deux apparitions, à savoir *Psilatricolporites crassus* et *Retitricolpites simplex*. Plusieurs espèces disparaissent à la limite supérieure de cette sous-zone. Il s'agit de groupe de *Psilastephanocolporites*, *Cyathidites congoensis*, *Retitricolpites clarensis*, *Cricotriporites guianensis*, *Clavatricolporites leticiae*, *Crototricolpites protannemariae*, *Striatopollis bellus* et *Echitriporites trianguliformis*. Les autres espèces, cosmopolites, sont toujours présentes. *Psilamonocolpites medius* progresse encore à ce niveau et atteint 7%. *Echitriporites trianguliformis*, *Cricotriporites guianensis* et *Clavatricolpites densiclavatus* restent constants.

#### **Zone 4 (Zd4 : 840-820 m)**

La zone ZD4 est caractérisée par la disparition à sa base de *Foveotriletes margaritae*, *Bombacacidites*, *Striatricolporites fragilis*, *Clavatricolpites densiclavatus*, *Striatricolporites pimulis*, *Retitricolpites simplex* et *Psilatricolporites crassus*. Il existe aussi des apparitions dans la moitié supérieure de la zone, à savoir *Echimonocolpites rarispinosus*, *Margocolporites vanwijhei*, *Psilatricolporites operculatus*, *Mauritiidites crassiexinus* et *Syncolporites poricostatus*. Les espèces telles que *Retidiporites magdalenensis*, *Monocolpites marginatus*, *Psilamonocolpites medius*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Crototricolpites densus*, *Retimonocolpites irregularis* persistent dans la zone.

A la base de la zone, *Proxapertites operculatus* est encore en nette progression ; passant de 8% à 14,88%, mais au sommet, l'espèce régresse (6%). Les nouvelles espèces apparues à ce niveau n'atteignent pas 3% chacune.

**MAMMIWATER : 3°46'33"N - 9°45'03"E**



**Figure 12 :** Distribution stratigraphique des espèces de pollens et spores recensés dans la séquence de Mammiwater

### 6.2.3. NORD MATANDA 3°56'37''N – 9°36'23''E (fig. 13)

#### Zone 1 (Zd1 : 2630-2450 m)

Dans cette première zone, 14 espèces se démarquent, apparaissant à des moments différents : quatre en début de zone (*Longapertites vaneendenburgi*, *Monocolpites marginatus*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Echitriporites trianguliformis*), huit au milieu (*Syncolporites marginatus*, *Retistephanocolpites williamsi*, *Clavatricolpites densiclavatus*, *Cricotriporites guianensis*, *Psilamonocolpites medius*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Crototricolpites protoannemariae*), et deux au sommet (*Syncolporites lisamae* et *Racemonocolpites racematus*). Il est à noter que *Spinizonocolpites baculatus* et *Longapertites vaneendenburgi* sont uniquement à la base de la zone et que *Longapertites vaneendenburgi* est propre à la zone.

Dans cette zone les Monocolpites sont dominants tels que *Monocolpites marginatus* (16-3%) ce dernier régressant de la base au sommet, *Proxapertites operculatus* (5-10%), *Proxapertites cursus* (3-7%), *Psilamonocolpites medius* (4-7%), *Spinizonocolpites baculatus* (6%). Ces espèces sont suivies d'*Echitriporites trianguliformis* (7-11%). Les proportions des autres espèces sont inférieures à 5%.

#### Zone 2 (Zd2 : 2450-2200 m)

Parmi les espèces apparues dans la zone Zd1, quatre disparaissent dans la zone Zd2 : *Monocolpites marginatus*, *Syncolporites marginatus*, *Retistephanocolpites williamsi*, *Syncolporites lisamae*, et *Racemonocolpites racematus*. Cette zone est marquée par seize nouvelles apparitions : *Cupanieidites reticularis major*, *Psilastephanocolporites fissilis*, *Mauritiidites minimus*, *Anacolosidites cf. luteoides*, *Striatricolporites pimulis*, *Ephedripites vanegensis*, *Ulmipollenites undulosus*, *Momipites eoafricanus*, *Scabratriporites annellus*, *Foveotriletes margaritae*, *Bombacacidites*, *Retitricolpites clarensis*, *Retidiporites magdalenensis*, groupe *Stephanocolporites*, *Striatopollis bellus*, *Retitricolporites cf. hispidus*. Parmi ces nouvelles apparitions neuf sont propres à la zone : *Cupanieidites reticularis major*, *Psilastephanocolporites fissilis*, *Mauritiidites minimus*, *Anacolosidites cf. luteoides*, *Striatricolporites pimulis*, *Ephedripites vanegensis*, *Ulmipollenites undulosus*, *Momipites eoafricanus*, *Retidiporites magdalenensis*.

Le groupe des *Proxapertites* progresse légèrement dans cette zone et atteint 11%. En revanche, on note la régression de *Monocolpites marginatus* et de *Psilamonocolpites medius*.

### **Zone 3 (Zd3 : 2200-2000 m)**

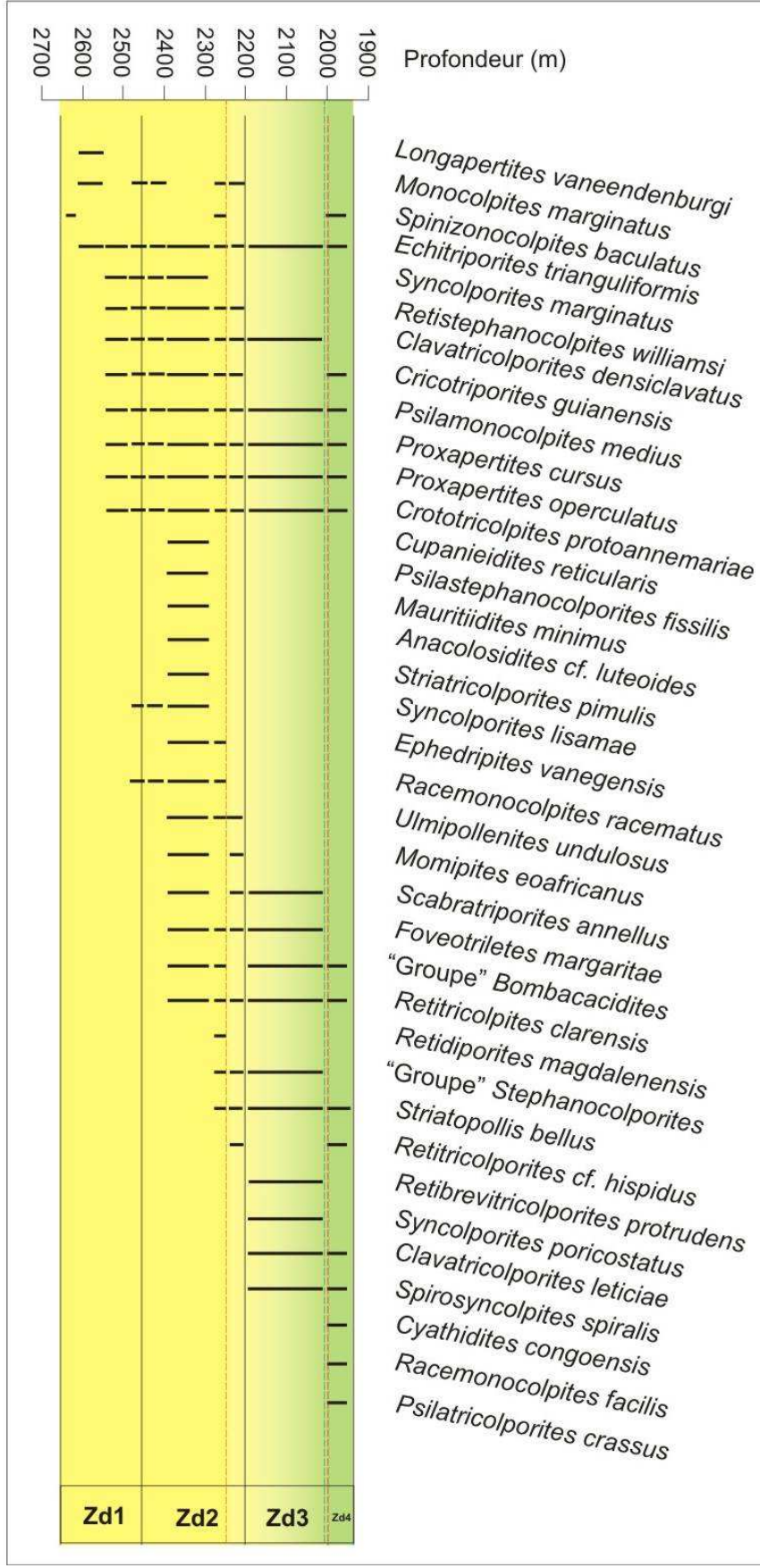
Cette zone connaît six disparitions : *Clavatricolporites densiclavatus*, *Scabratrporites annellus*, *Foveotriletes margaritae*, *Stephanocolporites*, *Retibrevitricolporites protrudens*, *Syncolporites poricostatus*. Cinq espèces y font leur apparition : *Retibrevitricolporites protrudens*, *Syncolporites poricostatus*, *Clavatricolporites leticiae*, *Spirosyncolpites spiralis* dont deux sont propres à la zone à savoir *Retibrevitricolporites protrudens*, *Syncolporites poricostatus*. En dehors de *Cricotriporites guianensis*, *Spinizonocolpites baculatus* et *Retistephanocolpites* cf. *hispidus*, qui sont absents dans la zone, toutes les autres espèces apparues plus tôt continuent leur évolution.

*Proxapertites operculatus* présente encore les proportions de 10%, *Proxapertites cursus* passe de 10% à 6,6%. Une très légère progression de *Psilamonocolpites medius* est observée. Dans l'ensemble, ce sont les Monocolpites qui dominent sur l'ensemble de l'assemblage.

### **Zone 4 (ZD4 : 2000-1950 m)**

*Spinizonocolpites baculatus*, *Echitriporites trianguliformis*, *Cricotriporites guianensis*, *Psilamonocolpites medius*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Crototricolpites protoannemariae*, *Bombacacidites*, *Retitricolpites clarensis*, *Striatopollis bellus*, *Retitricolporites* cf. *hispidus*, *Clavatricolporites leticiae*, *Spirosyncolporites spiralis* apparues antérieurement persistent dans cette zone. Trois nouvelles espèces y apparaissent : *Cyathidites congoensis*, *Racemonocolpites facilis* et *Psilatricolporites crassus*. *Clavatricolporites leticiae* est en nette progression et passe de 3 à 15% dans la zone. Cette espèce est donc prédominante dans la zone. *Proxapertites operculatus* connaît une forte régression et recule à 2%. *Proxapertites cursus* régresse légèrement.

**NORD MATANDA 3°56'37"N - 9°36'23"E**



**Figure 13 :** Distribution stratigraphique des espèces de pollens et spores recensées dans la séquence de Nord Matanda

#### 6.2.4. NGATA 3°24'21'' N – 9°52'13''E (fig. 14)

La séquence de Ngata étant pauvre en dinoflagellés, on ne peut ici faire référence à des biozonations fondées sur ces palynomorphes. Les zones décrites ci-après relèvent donc essentiellement de l'analyse sporopollinique.

##### **Zone 1** (ZP1 : 1480-1380 m)

La zone ZP1 se distingue par vingt-neuf présences, dont deux sont limitées à la zone. Les espèces inventoriées sont : *Syncolporites marginatus*, *Syncolporites lisamae*, *Proteacidites dehaani*, *Cupanieidites reticularis major*, *Ephedripites vanegensis*, *Syncolporites doualaensis*, *Longapertites vaneendenburgi*, *Foveotriletes margaritae*, *Spinizonocolpites echinatus*, *Retitricolporites crassicostatus*, *Cricotriporites guianensis*, *Pediculisporis reticularis*, *Myrtacidites psilatus*, *Cyathidites congoensis*, *Racemonocolpites racematus*, *Proxapertites cursus*, *Clavatriolporites leticiae*, *Longapertites marginatus*, groupe *Stephanocolporites*, *Mauritiidites minimus*, *Proteacidites miniporatus*, *Psilamonocolpites medius*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Proxapertites operculatus*, *Retitricolpites clarensis*, *Clavatricolpites densiclavatus*, *Echitriporites trianguliformis*, *Retitricolpites simplex* et *Striatopollis bellus*. Les deux espèces limitées à la zone sont : *Syncolporites marginatus* et *Syncolporites lisamae*. En plus des 29 espèces apparues à la base de la zone, deux autres espèces apparaissent au sommet. Il s'agit de *Retidiporites magdalenensis* et *Monocolpites marginatus*.

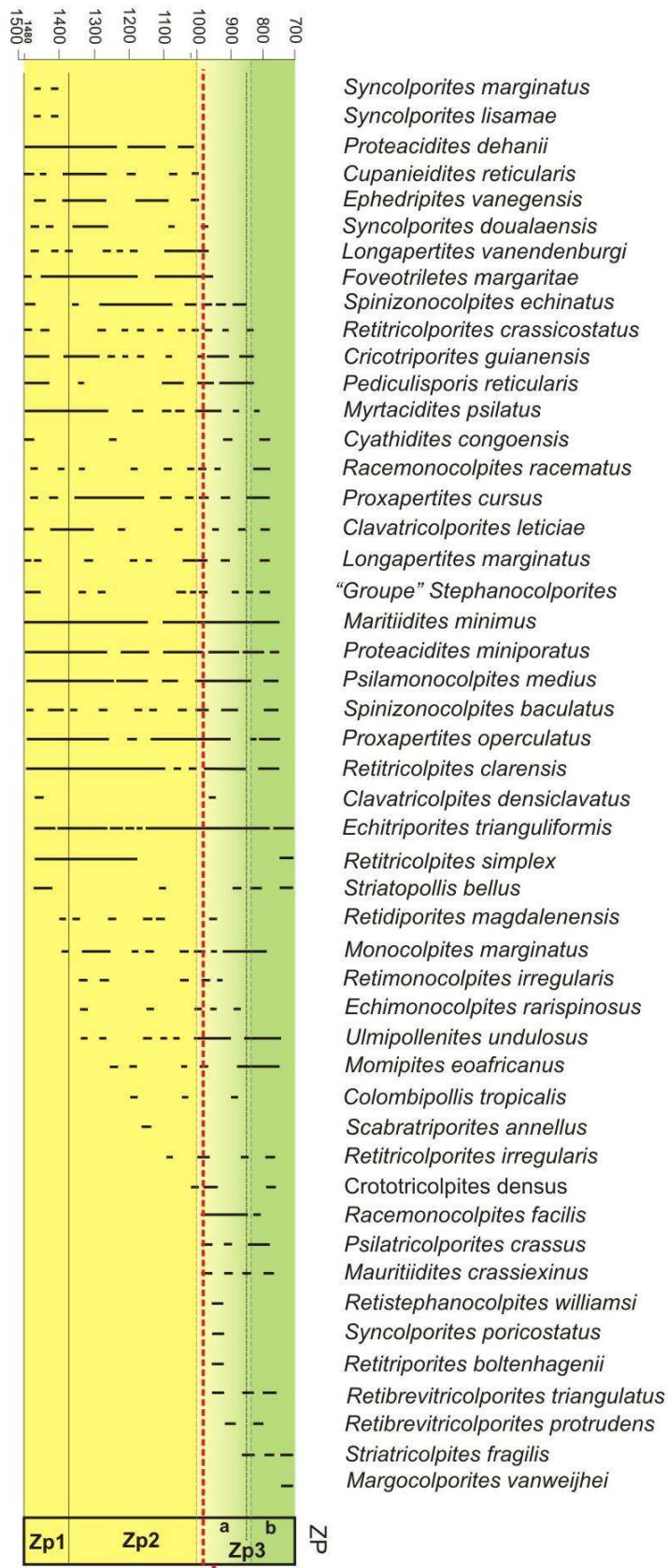
Cette zone est dominée par *Echitriporites trianguliformis* (9-19,5%) et *Mauritiidites minimus* (19,50-8, 50 %). *Psilamonocolpites medius* ne dépasse pas 7% et les *Proteacidites* ne dépassent pas 6%. *Retitricolpites clarensis* varie entre 5 et 6%. Les autres espèces ont des proportions inférieures à 5%.

##### **Zone2** (ZP 2 : 1380-990 m)

En dehors de *Syncolporites marginatus*, *Syncolporites lisamae* et *Clavatricolpites densiclavatus* toutes les autres espèces apparues dans la zone précédente continuent leur évolution. Cette zone est marquée par sept apparitions d'espèces, dont trois à la base (*Retimonocolpites irregularis*, *Echimonocolpites rarisponosus* et *Ulmipollenites undulosus*), trois progressives (*Momipites eoaffricanus*, *Colombipollis tropicalis* et *Retitricolporites irregularis*) et une espèce propre à la zone (*Scabratriporites annellus*).



**NGATA 3°24'21"N - 9°52'13"E**



**Figure 14 :** Distribution stratigraphique des espèces de pollens et spores recensées dans la séquence de Ngata

Dans cette zone on note l'absence de *Clavatricolpites densiclavatus*. Au sommet de cette zone disparaissent *Proteacidites dehaani*, *Cupanieidites reticularis major* et *Ephedripites vanegensis*.

Cette zone est également dominée par *Echitriporites trianguliformis* suivi de *Mauritiidites minimus*. Au sommet le taxon *Mauritiidites minimus* atteint parfois 14,5%. *Echitriporites trianguliformis* atteint son pic de 20% à 1220 m. Cependant l'évolution de ces deux espèces (régression-progression) est fort variable. *Retitricolpites clarensis* ne dépasse pas 9%. *Psilamonocolpites medius* atteint parfois 13% alors que les *Proteacidites* n'atteignent pas 8%.

### **Zone 3 (ZP3 : 990-780 m)**

Cette zone peut être divisée en deux sous-zones sur base des disparitions.

**La sous-zone ZP3a** (990-860 m) est caractérisée par la disparition à la base de *Syncolporites doualaensis*, *Longapertites vaneendenburgi*, *Clavatricolpites densiclavatus*, *Retidiporites magdalenensis*, par la disparition progressive de *Retimonocolpites irregularis*, *Echimonocolpites rarispinosus*, *Colombopillis tropicalis* et par la disparition sommitale de *Spinizonocolpites echinatus*, *Retitricolporites crassicostatus*, *Cricotriporites guianensis*, *Pediculisporis reticularis*. La sous-zone est aussi caractérisée par sept apparitions, dont trois antérieures aux autres. Ces espèces sont *Crototricolpites cf. densus*, *Racemonocolpites facilis*, *Psilatricolporites crassus*, *Mauritiidites crassiexinus*, *Retibrevitricolpites triangulatus*, *Retibrevitricolporites protrudens* et *Striatricolpites fragilis*. En plus de ces sept apparitions, trois autres propres à la zone sont décelées, à savoir : *Retistephanocolpites williamsi*, *Syncolporites poricostatus*, et *Retitriporites boltenhagenii*.

**La sous-zone ZP3b** (860-780 m) est caractérisée par l'apparition de *Margocolporites vanwijhei*. Persistent encore dans cette zone les espèces suivantes : *Myrtacidites psilatus*, *Cyathidites congoensis*, *Racemonocolpites racematus*, *Proxapertites cursus*, *Clavatricolporites leticiae*, *Longapertites marginatus*, groupe *Stephanocolporites*, *Mauritiidites minimus*, *Proteacidites miniporatus*, *Psilamonocolpites medius*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Retitricolpites clarensis*, *Echitriporites trianguliformis*, *Retitricolpites simplex*, *Striatopollis bellus*, *Monocolpites marginatus*, *Ulmipollenites undulosus*, *Momipites eoaffricanus*, *Retitricolporites irregularis*, *Crototricolpites densus*, *Psilatricolporites crassus*, *Mauritiidites crassiexinus*, *Racemonocolpites facilis*,

*Retibrevitricolpites triangulatus*, *Retibrevitricolporites protrudens* et *Striatricolpites fragilis*.

*Echitriporites trianguliformis* se caractérise encore par des pourcentages plus ou moins élevés ; il en est de même pour *Psilamonocolpites medius* (7%). *Mauritiidites minimus* progresse et atteint même 30% à 820 m avant de régresser jusqu'à la fin de la section. *Proxapertites operculatus* ne dépasse plus 4%. Les proportions de presque tous les palynomorphes restant oscillent entre 1 et 2%.

## 6.3. INTERPRÉTATION ET DISCUSSION

### 6.3.1. Biostratigraphie

La Formation de Nkapa renferme des miospores bien préservées dans les quatre puits étudiés (Moulongo, Mamiwater, Nord Matanda et Ngata). La distribution verticale de la plupart des espèces importantes est reprise dans les graphiques (Figures 11 à 14). Sur base des données de SALARD (1977, 1978, 1979) relatifs au sondage Kwa Kwa au Cameroun et de travaux réalisés sur des bassins voisins (voir tableau 5), la répartition stratigraphique des taxons les plus significatifs peut être discutée.

#### 6.3.1.1. Taxons à caractère paléocène

*Ephedripites vanegensis* : cette espèce apparaît au Paléocène dans les puits Ngata (Zp1/Zp2) Moulongo (Zd1) et Nord Matanda (Zd2). Elle constitue un bon marqueur du Paléocène dans la Formation de Nkapa. Dans la zone sud-américaine du domaine américano-africain, elle est le plus souvent citée comme caractéristique du Paléocène (RULL, 1997, 1999 ; PARDO et al., 2003)

*Foveotriletes margaritae* : forme caractéristique du Paléocène supérieur, comme l'indique sa distribution à Moulongo (Zd3b), Mamiwater (Zd2/Zd3) et Nord Matanda (Zd2/Zd3). A Ngata, elle est aussi légèrement antérieure (Zp1/Zp2). Trouvée au

Maastrichtien au Bénin (BIO-LOKOTO et *al.*, 1998) et au Maastrichtien-Paléocène au Nigeria (GERMERAAD et *al.*, 1968 ; CHIAGHANAM et *al.*, 2012).

**Groupe « Bombacacidites »** : dans la Formation de Nkapa ce groupe connaît un développement principalement au Paléocène (Mamiwater Zd1/Zd2/Zd3, Nord Matanda Zd2/Zd3) ; sa présence à l'Eocène inférieur est plus discrète (Moulongo Zd4b).

***Longapertites vaneendenburgi*** : ce taxon se situe dans la partie basale de Ngata (Zp1/Zp2), Mamiwater (Zd1/Zd2) et Nord Matanda (Zd1/Zd2). Il a été trouvé au Maastrichtien-Paléocène dans la plupart des bassins de l'Ouest africain (SALARD, 1990), notamment au Nigeria (BIO-LOKOTO et *al.*, 1998 ; ADEONIKEKUM et *al.*, 2012) et dans le Paléocène du Soudan (STEAD & AWAD, 2005).

***Monocolpites marginatus*** : rencontré dans toutes les sections étudiées, il peut atteindre la base de l'Eocène. Généralement considéré comme Paléocène au Nigeria (ADEGOKE et *al.*, 1978, 1986) et au Soudan (STEAD & AWAD, 2005), il peut toutefois y atteindre l'Eocène inférieur (EISAWI & SCHRANK, 2008 ; JAN DU CHENE & SALAMI, 1978).

***Proteacidites dehaani*** : présent au Paléocène à Ngata (Zp1/Zp2), ce taxon est plutôt catalogué Maastrichtien au Benin (BIO-LOKOTO et *al.*, 1998), au Ghana (ATTA-PETERS & SALAMI, 2004b), au Nigeria (GERMERAAD et *al.*, 1968 ; CHIAGHANAM et *al.*, 2012 ; ONUIGBO et *al.*, 2012) et à Kwa Kwa au Cameroun (SALARD, 1979).

***Retitricolpites clarensis*** : la forme a été recensée à Ngata (Zp1/Zp2/Zp3), Moulongo (Zd1 à Zd4a), Nord Matanda (Zd2/Zd3) et Mamiwater (Zd1 à Zd4), c'est-à-dire au Paléocène et à la base de l'Eocène. Elle caractérise toutefois plutôt le Paléocène du fait qu'elle est plus abondante à cette période. *R. clarensis* a été trouvé dans le Maastrichtien du Soudan (EISAWI & SCHRANK, 2009), dans le Paléocène au Nigeria (VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1966), au Paléocène supérieur-Eocène basal au Bénin (BIO-LOKOTO et *al.*, 1998). Au Cameroun, SALARD (1977, 1979, 1990) la situe entre le Crétacé supérieur et l'Eocène moyen).

***Retitricolporites crassicostatus*** : cette espèce est présente dans l'espace paléocène à Moulongo (Zd1/Zd2/Zd3), Mamiwater (Zd2/Zd3) et à Ngata (Zp1/Zp2 tout à fait occasionnelle dans Zp3a). Présente au Paléocène au Bénin (BIO-LOKOTO et *al.*, 1998), au Maastrichtien et au Paléocène au Nigeria (VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1966).

***Retistephanocolporites williamsi*** : essentiellement paléocène à Moulongo (Zd2/Zd3), Mamiwater (Zd1/Zd2/Zd3) et Nord Matanda (Zd1/Zd2) le taxon est occasionnel à l'Eocène basal (Ngata– Zp3a). Signalé comme Paléocène-Eocène basal au Bénin (BIO-LOKOTO et *al.*, 1998) à l'Eocène au Ghana (ATTA-PETERS & SALAMI, 2004b) et dans l'intervalle Maastrichtien-Eocène au Nigeria (GERMERAAD et *al.*, 1968).

***Scabratrporites annellus*** : a été mis en évidence à Ngata (Zp2), Moulongo (Zd1), Mamiwater (Zd1/Zd2) et Nord matanda (Zd2/Zd3). C'est un bon marqueur du Paléocène rencontré par ailleurs au Maastrichtien-Paléocène inférieur au Nigeria (VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1966) et au Paléocène au puits Kwa Kwa au Cameroun (SALARD, 1979). Au Benin, le taxon est signalé entre le Crétacé et l'Eocène basal (BIO-LOKOTO et *al.*, 1998).

***Spinizonocolpites echinatus* et *Spinizonocolpites baculatus*** : les deux espèces sont présentes dans le Paléocène des séquences et atteignent la base de l'Eocène. *Spinizonocolpites echinatus* enregistre une progression temporaire à la fin du Paléocène. Ces taxons ont été observés, ensemble ou individuellement, du Maastrichtien à l'Eocène inférieur au Bénin (BIO-LOKOTO et *al.*, 1998) au Ghana (ATTA-PETERS & SALAMI, 2004b), et au Nigeria (GERMERAAD et *al.*, 1968 ; EDET & NYONG, 1994 ; CHIAGHANAM et *al.*, 2012). Au Cameroun, à Kwa Kwa, *Spinizonocolpites* a été signalé par SALARD (1979) au Paléocène et à l'Eocène inférieur.

***Syncolporites lisamae*** : cette forme rencontrée dans les couches inférieures de la Formation de Nkapa à Ngata (Zp1), Moulongo (Zd1), Mamiwater (Zd1) et Nord Matanda (Zd2) est aussi caractéristique du Paléocène. Dans la zone sud-américaine elle est cataloguée comme Paléocène-Eocène inférieur (RULL, 1999 ; JARAMILLO & DILCHER, 2001 ; JARAMILLO et *al.*, 2007).

*Syncolporites marginatus* : cette espèce, rencontrée à Ngata (Zp1), Moulongo (Zd1), Mamiwater (Zd1/Zd2/Zd3a) et Nord matanda Zd1/Zd2) peut être considérée comme un bon marqueur paléocène du Bassin de Douala bien que signalée antérieurement ailleurs : dans le Maastrichtien supérieur du Nigeria (EDET & NYONG, 1994 ; CHIAGHANAM et *al.*, 2012) et le Maastrichtien *s.l.* au Soudan (EISAWI & SCHRANK, 2008).

#### 6.3.1.2. Taxons à caractère éocène

*Crototricolpites densus* : présent à partir du Paléocène supérieur et à l'Eocène basal à Moulongo (Zd3/Zd4a), à Mamiwater (Zd3/Zd4) et à Ngata (Zp3), la forme peut être considérée comme marqueur du Paléocène supérieur-Eocène inférieur. Cette forme apparaît à l'Eocène inférieur dans le sondage Kwa Kwa (SALARD, 1979, 1981).

*Echimonocolpites rarispinosus* : le taxon apparaît à Moulongo (Zd4a), Mamiwater (Zd4) et Ngata (Zp2/Zp3) à la limite Paléocène-Eocène. Il est considéré comme un taxon de l'Eocène basal au Bénin (BIO-LOKOTO et *al.*, 1998) et au Cameroun (SALARD, 1977, 1979). Au Soudan, il apparaîtrait plus tôt, au Paléocène (STEAD & AWAD, 2005).

*Margocolporites vanwijhei* : cette espèce peut être considérée comme marqueur éocène. Elle apparaît à Mamiwater (Zd4) et à Ngata (Zp3-2). On la connaît à partir de l'Eocène supérieur au Nigeria (GERMERAAD et *al.*, 1968).

*Mauritiidites crassiexinus* : présente à Moulongo (Zd4a), Mamiwater (Zd4) et Ngata (Zp3) donc dans la biozone éocène, on peut, comme SALARD (1990), considérer la forme comme un marqueur de l'étage. Elle est citée au Nigeria comme espèce éocène (JAN DU CHENE et *al.*, 1978b). Au Soudan, elle apparaît au Paléocène (STEAD & AWAD, 2005).

*Psilatricolporites crassus* : présente à Moulongo (Zd3/Zd4), Mamiwater (Zd3b), Nord Matanda (Zd4) et Ngata (Zp3), l'espèce semble caractériser le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur. Au Cameroun, SALARD (1979, 1981) l'a identifiée à l'Eocène inférieur et à l'Eocène moyen. Dans les Caraïbes et au Nigeria cette espèce semble caractériser l'intervalle Paléocène terminal-Pléistocène (GERMERAAD et *al.*, 1968). En Amérique du

Sud cette espèce est cataloguée Eocène inférieur-Eocène moyen (RULL, 1998, 1999, PARDO-TRUJILLO et *al.*, 2003).

***Psilatricolporites opercualtus*** : cette espèce apparaît à Moulongo (Zd4a) et à Mamiwater (Zd4), c'est-à-dire à la base de l'Eocène, ce que SALARD (1979) avait déjà enregistré au puits Kwa Kwa.

***Racemonocolpites facilis*** : présent à Ngata (Zp3a/Zp3b) et à Nord Matanda (Zd4), ce taxon peut-être considéré comme marqueur de l'Eocène inférieur selon SALARD (1979).

***Retitriporites boltenhagenii*** : présent à l'Eocène inférieur à Moulongo (Zd4b) et à Ngata (Zp3). Cité pour la première fois à l'Eocène du Bassin de Douala.

***Retibrevitricolpites triangulatus*** : seulement présent à Ngata (Zp3). Pour SALARD (1979), serait un marqueur de l'Eocène inférieur au Cameroun. L'espèce est connue du Paléocène supérieur-Eocène au Nigeria (VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1966 ; GERMERAAD et *al.*, 1968).

***Retitricolporites irregularis*** : ce taxon est présent dans la séquence de Moulongo (sommet Zd3/Zd4) et dans celle de Ngata (Zp2/Zp3), soit au Paléocène supérieur et à l'Eocène. Elle apparaît à l'Eocène au Ghana (ATTA-PEETERS & SALAMI, 2004b), au Paléocène supérieur au Nigeria (GERMERAAD et *al.*, 1968) et à l'Eocène inférieur du sondage Kwa Kwa au Cameroun (SALARD, 1979).

***Spirosyncolpites spiralis*** : l'espèce est présente à Moulongo (Zd4a) et à Nord Matanda (Zd3/Zd4) à la limite Paléocène-Eocène. Elle apparaît au Paléocène au Soudan (STEAD & AWAD, 2005) et à l'Eocène dans le sondage Kwa Kwa au Cameroun (SALARD, 1979).

***Retibrevitricolporites protrudens*** : ce taxon a été trouvé à Ngata (ZP3) et à Nord Matanda (ZD3). Il caractériserait l'intervalle Paléocène supérieur-Eocène inférieur. L'espèce a été signalée dans l'intervalle Maastrichtien-Eocène inférieur au Soudan, mais

apparaît abondant dans l'intervalle Oligocène-Miocène inférieur (STEAD & AWAD, 2005 ; EISAWI & SCHRANK, 2008).

*Striatricolporites fragilis* : cette espèce apparaît dans les puits Moulongo (ZD4), Mamiwater (ZD2 à ZD4) et Ngata (ZP3) dans l'intervalle correspondant au Paléocène supérieur-Eocène inférieur. Elle a été trouvée dans l'intervalle Eocène moyen-Miocène inférieur dans le puits Kwa-Kwa (SALARD-CHEBOLDAEFF, 1979).

*Striatopollis bellus* : le taxon se situe généralement au Paléocène supérieur et à l'Eocène inférieur à Moulongo (sommet de Zd2 à Zd4), Nord Matanda (sommet de Zd2 à Zd4), Ngata (sommet de Zp2/Zp3). IL peut apparaître plus tôt, mais de façon insignifiante : Mamiwater (Zd1), Ngata (Zp1).

Dans le puits Kwa Kwa, l'espèce apparaît au Paléocène supérieur (SALARD, 1977, 1978, 1979) ; elle a été trouvée dans l'Eocène basal du Bénin (BIO-LOKOTO et al., 1998) et au Paléocène supérieur-Eocène au Nigeria (GERMERAAD et al., 1968).

### 6.3.1.3. Tendances des ubiquistes

Sont reprises dans cette catégorie les espèces présentes dans l'ensemble des séquences étudiées, de leur base à leur sommet, mais qui présentent une progression à certains niveaux.

*Crototricolpites protoannemariae* : cette espèce est dominante au Paléocène inférieur à Nord Matanda (Zd1) ; on la retrouve au Paléocène à Mamiwater (Zd1/Zd2/Zd3) ; elle est dispersée à l'Eocène inférieur à Moulongo (Zd4). Elle est citée au Paléocène au Nigeria par RAYMER (2010). En Colombie, l'espèce est signalée au Paléocène supérieur (JARAMILLO & DILCHER, 2001).

*Echitriporites trianguliformis* : forme dominante à Nord Matanda (Zd1) et à Ngata (Zp1/Zp2) à tendance paléocène marquée. Citée au Maastrichtien par SALARD (1977, sondage Kwa Kwa), elle est fréquente dans l'espace Maastrichtien-Eocène au Ghana (ATTA-PEETERS & SALAMI, 2004b) et au Nigeria (VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1966 ; GERMERAAD et al., 1968 ; EDET & NYONG, 1994 ; OGALA et al., 2009 ; CHIAGHANAM et al., 2012).



*Mauritiidites minimus* : occasionnelle à Moulongo (Zd1) et à Nord Matanda (Zd2), l'espèce est présente dans toute la séquence de Ngata, où elle est en progression constante pour atteindre son expansion maximale à la base de l'Eocène (Ngata-Zp3).

*Momipites eoafrikanus* : présent à Ngata dans Zp2 et Zp3, le taxon connaît une expansion au Paléocène moyen à Moulongo (Zd2) et à Nord Matanda (Zd2).

*Proxapertites cursus* : taxon dominant à Moulongo (Zd1), Mamiwater (Zd1) et Nord Matanda (Zd1/Zp3) ; présente une tendance paléocène marquée. Dans les bassins voisins, signalé dans l'espace Maastrichtien-Eocène moyen : au Ghana (ATTA-PETERS & SALAMI, 2004b), au Nigeria (VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1966 ; GERMERAAD et al., 1968). Au Cameroun, dans le sondage Kwa Kwa, SALARD (1977, 1978, 1979) lui reconnaît une distribution Crétacé supérieur-Eocène moyen.

*Proxapertites operculatus* : dominant au paléocène uniquement dans la séquence de Nord Matanda (Zd1/Zd2/Zd3). Taxon trouvé au Cameroun dans le sondage Kwa Kwa dans l'espace Crétacé supérieur-Eocène moyen (SALARD, 1977, 1978, 1979). Au Soudan, la forme a été trouvée au Paléocène (STEAD & AWAD, 2005) et au Nigeria, du Maastrichtien à l'Eocène (VAN HOEKEN-KLINKENBERG, 1966 ; GERMERAAD et al., 1968).

*Psilamonocolpites medius* : cette espèce est principalement représentée au Paléocène à Moulongo (Zd1), Nord Matanda (Zd1), Mamiwater (Zd1/Zd2/Zd3) et Ngata (Zp1/Zp2). Elle est enregistrée au Cameroun à partir du Crétacé supérieur (SALARD, 1979).

#### **6.3.1.4. Discussion**

Les taxons repris dans la liste qui précède peuvent se répartir individuellement en diverses catégories :

- Les marqueurs du Paléocène *sensu stricto*, inférieur à moyen, c'est-à-dire ceux dont l'extension stratigraphique s'assimile plus généralement aux biozones Zd1/Zd2 de l'échelle des dinoflagellés proposée pour les séquences de Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda dans la présente étude et pour lesquelles on peut avancer une corrélation avec la biozone

Zp1 de la séquence de Ngata. Les espèces propres à cet intervalle sont : *Ephedripites vanegensis*, *Longapertites vaneendenburgi*, *Proteacidites dehaani*, *Syncolporites lisamae*, *Syncolporites marginatus*. On peut y joindre des espèces ubiquistes, dont la période d'expansion se situe dans Zd1/Zp1 : *Crototricolpites protoannemariae*, *Echitriporites trianguliformis*, *Retitricolpites clarensis*.

- Les taxons caractérisant le Paléocène *sensu lato*, certains déjà présents au Paléocène inférieur, d'autres plus spécifiques du Paléocène moyen/supérieur des biozones Zd2/Zd3 de Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda et de Zp2 de Ngata et quelques-uns atteignant la base de l'Eocène. Citons : *Foveotriletes margaritae*, le groupe « *Bombacacidites* », *Monocolpites marginatus*, *Retistephanocolpites williamsi*, *Retitricolporites crassicostatus*, *Scabratrporites annellus*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Spinizonocolpites echinatus* ; ainsi que des ubiquistes dont l'acmé se situe dans les biozones Zd2/Zd3 et Zp2 : *Momipites eoaffricanus*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Psilamonocolpites medius*.

- Les marqueurs de l'Eocène présents dans les Zd4 de Moulongo, Mamiwater, Nord Matanda et dans Zp3 de Ngata : *Crototricolpites densus*, *Echimonocolpites rarispinosus*, *Margocolporites vanwijhei*<sup>(\*)</sup>, *Mauritiidites crassiexinus*<sup>(\*)</sup>, *Psilatricolporites crassus*, *Psilatricolporites operculatus*<sup>(\*)</sup>, *Racemonocolpites facilis*<sup>(\*)</sup>, *Retitriporites boltenhagenii*<sup>(\*)</sup>, *Retibrevitricolpites triangulatus*<sup>(\*)</sup>, *Retitricolporites irregularis*, *Spirosyncolpites spiralis*, *Striatopollis bellus*, *Striatricolporites fragilis*, *Retibrevitricolporites protrudens* ainsi que *Mauritiidites minimus*, ubiquiste dont l'expansion maximale se situe à la base de l'Eocène. Dans le lot des taxons précités, ceux marqués d'un (\*) sont spécifiquement éocènes, apparaissant au-dessus de la limite P/E fixée par les stratigraphes pétroliers (rapport de sondage inédit, 1995) ; les autres trouvent leur première apparition au Paléocène supérieur.

Les autres espèces reprises dans les graphiques sont ubiquistes et ne présentent pas de variation significative tout au long des séquences. Elles sont représentatives d'un fond pollinique commun sans particularité biostratigraphique.

Regroupés en assemblages polliniques, les principaux taxons cités ci-dessus s'inscrivent dans une succession représentative de la végétation terrestre qui va subir divers changements perceptibles au cours du temps (Tableau 7, page suivante).

Tableau 7 : Biostratigraphie pollinique de la Formation de Nkapa

Assemblages de taxons à caractère biostratigraphique		MOULONGO	MAMIWATER	NORD MATANDA	NGATA
<b>Taxons ubiquistes</b>  Clavaticolporites densiclavatus <b>Crotrolicolpites protoannemariae</b> Zd1 (NM) <b>Echitriporites trianguliformis</b> Zd1 (NM) / Zp1 (NG) <b>Momipites eoafrikanus</b> Zd2 (MO) <b>Proxaperites cursus</b> Zd1-Zd3b (MA) / Zd1-Zd3 (NM) <b>Proxaperites operculatus</b> Zd1-Zd4 (MA) / Zd2-Zd3 (NM) <b>Psilamonocolpites medius</b> Zp1-Zp2 (NG) / Zd1 (MO) / Zd1 (NM) Retimonocolpites irregularis Striatopollis bellus,	<b>Zone 3</b>  Crotrolicolpites densus, Echimonocolpites rarispinosus, Margocolporites vanweijhei, Mauritiidites crassixinus, Psilatricolporites crassus, Psilatricolporites operculatus, Retitriporites boltenhagenii, Retibrevitricolpites triangulatus, Retitricolporites irregularis, Striatricolporites fragilis.  Crotrolicolpites densus, Echimonocolpites rarispinosus, Mauritiidites crassixinus, <b>Mauritiidites minimus</b> , Psilatricolporites crassus, Psilatricolporites operculatus, Retibrevitricolporites protrudens, Retitricolporites irregularis, Spirosyncolpites spiralis, Striatopollis bellus, Striatricolporites fragilis.  Foveotriletes margaritae, Groupe "Bombacacidites", Retitricolporites crassicosatus, Retitricolpites clarensis, Scabratriporites annellus, Spinizonocolpites baculatus, <b>Spinizonocolpites echinatus</b> , Syncolporites porticosatus.  Ephedripites vanegensis, Foveotriletes margaritae, Gpe "Bombacacidites", Longaperites vaneendenburgi, Monocolpites marginatus, Myrtacidites psilatus, Racemonocolpites racematus, Retitricolporites crassicosatus, <b>Retitricolpites clarensis</b> , Scabratriporites annellus, Spinizonocolpites baculatus, Spinizonocolpites echinatus, Syncolporites lisamae, Syncolporites marginatus.	-2340 m	-850 m	-2000 m	-850 m
	<b>Zone 2</b>		-1000 m	-2250 m	-1000 m
	<b>Zone 1</b>		-2400 m		

**Légende :**

- Zone 3** Assemblage de taxons à connotation éocène
- Zone 2** Zone de transition - Flore évolutive (mélange de taxons "paléocènes" et "éocènes")
- Zone 1** Assemblage de taxons à connotation paléocène

**Caractères gras :** Taxons dominants dans une zone considérée

Profondeurs en m (colonnes de droite) : Cotes des limites Paléocène et Eocène dans les différentes séquences

MO : Moulongo  
 MA : Mamiwater  
 NM : Nord Matanda  
 NG : Ngata

— Limite inférieure estimée de l'Eocène s.s.  
 — Limite supérieure estimée du Paléocène s.s.

Trois assemblages se situent dans cette série évolutive :

- Un échantillon représentatif de la flore originelle paléocène,
- Un assemblage constitué d'un mélange de taxons anciens et nouveaux soulignant une phase de transition de la flore en mutation,
- Un échantillon représentatif de la flore du début de l'Eocène.

A ces trois assemblages correspondent trois zones biostratigraphiques dont les limites sont indiquées par les cotes de profondeurs mentionnées dans les colonnes de droite du tableau 7 représentant les différentes séquences étudiées.

En analysant la succession des assemblages, on perçoit que les cotes inférieures notées dans les différentes séquences situent le début de la mutation de la flore originelle paléocène. A la base de la zone 2 s'amorce la période de transition au cours de laquelle des taxons représentatifs du Paléocène vont entrer en régression, alors que des taxons fréquents à l'Eocène commencent à apparaître.

La zone pollinique 1 couvrirait les zones Zp1 et Zp2 de Ngata ; à Moulongo, elle correspondrait aux biozones Zd1 et Zd2 des dinoflagellés, à Mamiwater aux biozones Zd1/Zd2 ainsi qu'à la partie inférieure de Zd3a, à Nord Matanda, aux biozones Zd1/Zd2.

Si on compare cette coupure pollinique à la limite Paléocène/Eocène définie par les stratigraphes pétroliers (rapport de sondage inédit, 1995), à Moulongo, le sommet de la zone 1 se situe à -2400 m alors que la limite P/E a été fixée à -2362 m. A Ngata, la correspondance est plus précise : le début du changement de flore se situe à -1000 m alors que la limite P/E proposée par les pétroliers est à -990 m. C'est ici que la correspondance avec la coupure proposée par la palynologie est la plus précise.

La zone pollinique 2 de transition est peu développée à Moulongo (-2340 m à -2400 m) ainsi qu'à Ngata (-850 m à -1000 m) ; à Moulongo, la limite inférieure de l'Eocène *s.s.* suggérée par l'analyse pollinique diffère quelque peu de la limite P/E préétablie (- 2340 m pour - 2362 m), à Ngata, la base de l'Eocène *s.s.* se situerait à - 850 m, base de la subzone pollinique Zp3b correspondant à la base de la zone pollinique 3.

A défaut d'une limite P/E préétablie comme à Moulongo et à Ngata, les données relatives aux séquences de Mamiwater et Nord Matanda sont moins précises bien qu'on y retrouve les mêmes successions. On constate cependant que les coupures polliniques marquant l'évolution floristique s'identifient à la biostratigraphie des dinoflagellés.

### 6.3.2. Paléoenvironnements

A la fin du Crétacé, les florules archaïques de la période commencent à se structurer en ensembles floristiques plus cohérents à la surface du globe. Parmi ceux-ci, la grande « Province des Palmiers » décrite par HERNGREEN & CHLONOVA (1981) et HERNGREEN et *al.* (1996), qui s'étendait d'Ouest en Est depuis le Nord de l'Amérique du Sud jusqu'en Inde et la région indo-malaise en passant par l'Afrique.

En Amérique du sud, cette province couvrait la Colombie, le Brésil, le Venezuela et les Caraïbes (GERMERAAD et *al.*, 1968 ; HERNGREEN, 1975 ; MULLER et *al.*, 1987). En Inde, THANIKHAIMONI et *al.* (1984) en font état, de même que GERMERAAD et *al.* (1968) en Indo-Malaisie. Des éléments constitutifs de cette « Flore à Palmiers » ont été décrits dans des travaux relatifs à l'Afrique : au Sénégal et en Côte d'Ivoire (JARDINE & MAGLOIRE, 1965), au Ghana (ATTA-PEETERS & SALAMI, 2004b), au Nigeria (SALAMI, 1982, 1984, 1985, 1988, 1990), au Soudan (SCHRANK, 1987), en Egypte (SCHRANK, 1987 ; EL BEIALY, 1995) et au Nord de la Somalie (SCHRANK, 1994).

Les assemblages sporopolliniques des dépôts du Crétacé supérieur sont dominés par des genres monocarpés de type « Palmier » : *Longapertites*, *Mauritiidites*, *Proxapertites*, *Psilamonocolpites*, *Racemonocolpites* et *Spinizonocolpites*. Parmi cet ensemble, rapporté à une flore tropicale chaude et humide (SRIVASTAVA & BINDA, 1991 ; FREDERIKSEN, 1994), le genre le plus significatif est *Spinizonocolpites*, pollen du palmier Nipa, genre indo-malais des forêts marécageuses de deltas, composantes des environnements de mangroves (GERMERAAD et *al.*, 1968).

Au Paléocène, les domaines floristiques s'individualisent davantage. Dans la Province africano-sud américaine (Figure 10) dérivée de la Province des Palmiers, la flore archaïque originelle va évoluer par stades successifs vers les ensembles modernes actuels, représentatifs des forêts humides d'Amérique du sud et d'Afrique. Ceux-ci, malgré leur éloignement progressif et leur évolution séparée dus à la dérive continentale, ont gardé aujourd'hui des traits communs de part et d'autre de l'Atlantique. En Afrique de l'Ouest s'est mise en place une flore dite « à Légumineuses » selon l'appellation proposée par AUBREVILLE (1957-1958 *in* LETOUZEY, 1968) mais à laquelle LETOUZEY (1968) préfère l'appellation de flore à « Césalpiniacées ». Cette dernière, forêt dense humide sempervirente de basse et moyenne altitude enserre, au Cameroun, une forêt dense humide littorale côtière ou deltaïque.

Dans la Formation de Nkapa, on enregistre les prémices de l'évolution floristique qui va se poursuivre tout au long du Cénozoïque. Malgré un nombre important de taxons non encore identifiés (famille actuelle), ceux qui le sont permettent de suggérer une évolution floristique en trois phases couvrant le Paléocène et la base de l'Eocène.

### 6.3.2.1. Les formations particulières

Au Paléocène inférieur à « moyen » (Thanetien inférieur) représenté dans les séquences par les biozones Zd1/Zd2 de l'échelle des dinoflagellés à Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda et la biozone pollinique Zp1 à Ngata, la base de la végétation est composée essentiellement de taxons de type « Palmier » (*Longapertites vaneendenburgi*, *Proxapertites operculatus*, *Proxapertites cursus*, *Monocolpites marginatus*, *Racemonocolpites racematus*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Spinizonocolpites echinatus*) associés à des taxons de type « Proteaceae » (*Echitriporites trianguliformis*, *Proteacidites dehaani*, *Scabratriporites annellus*). Parmi les premiers, *Longapertites vaneendenburgi*, les *Proxapertites* et les *Spinizonocolpites* (Nipa) sont adaptés au biome de la mangrove (GERMERAAD et al., 1968, VAN DER KAARS, 1983), les deux autres sont plus spécifiquement de forêt de plaine côtière. L'existence de mangrove serait par ailleurs attestée par la seule Rhizophoracée identifiée dans la Formation de Nkapa : *Lanagiopollis crassa*, présente à Mamiwater. Les pollens attribués aux Proteaceae sont souvent de type archaïque, ressemblant aux formes crétacées, mais on voit déjà apparaître une forme plus moderne : *Scabratriporites annellus*. L'ensemble des Protéacées, selon GERMERAAD et al. (1968) évoquerait une forêt de plaine côtière ou un environnement alluvial (RULL, 1999).

Parmi les compagnes de cet ensemble de base, on retiendra des Myrtacées de marais boisés et de galeries forestières (*Myrtacidites psilatus*, *Syncolporites lisamae*), des Moracées de forêt humide (*Momipites eoafricanus*), des Bombacaceae de type *Bombax* (*Bombacacidites* sp.) de forêts sempervirentes ou marécageuses de basse altitude et un genre, *Ctenolophon* (*Retistephanocolpites williamsi*) occupant des sables alluviaux dans les forêts marécageuses. A noter aussi la présence d'*Ephedripites vanegensis*, une Ephédracée qui serait colonisatrice des zones côtières sablonneuses.

Globalement, l'assemblage pollinique identifiable du Paléocène inférieur de la Formation de Nkapa dans le Bassin de Douala reflète un environnement de mangrove

assorti d'une forêt humide de basse altitude, en partie marécageuse, se situant dans un milieu côtier à estuarien soumis aux marées.

Au Paléocène supérieur (Zd3 de Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda, Zp2 de Ngata), on assiste à une première évolution floristique qui se traduit par la disparition d'espèces plutôt courantes au Paléocène inférieur : *Longapertites vaneendenburgi* (Palmae), *Proteacidites dehaani*, *Retidiporites magdalenensis*, *Scabratiporites annellus* (Proteaceae), *Lanagiopollis crassa* (Rhizophoraceae), *Ephedripites vanegensis* (Ephedraceae). D'autres espèces sont en outre en voie de raréfaction comme *Monocolpites marginatus* (Palmae), *Echitriporites trianguliformis* (Proteaceae), *Retistephanocolpites williamsi* (Ctenolophon). Parmi les espèces plutôt stables, relevons *Bombacacidites* div. sp. (Bombacaceae), *Momipites africanus* et *Momipites eoaffricanus* (Moraceae). En revanche, les *Spinizonocolpites* (Nipa) sont en progrès de même que les *Proxapertites operculatus* et *curvus*. De nouvelles espèces s'insèrent dans les assemblages polliniques : *Clavatricolpites densiclavatus* (Aquifoliaceae), *Echimonocolpites rarispinosus* (Palmae, Lepidocaryoideae), *Psilastephanocolporites fissilis* (Polygalaceae), *Striatricolporites fragilis* (Anacardiaceae) et *Syncolporites poricostatus* (Myrtaceae).

Le paysage du Paléocène supérieur est quelque peu différent du précédent. Ainsi, l'ensemble forestier fait plutôt penser à un environnement de basse plaine deltaïque de milieux saumâtres situés en retrait de la mangrove et de la frange de forêt humide côtière. Dans cet ensemble, le Nipa et les taxons producteurs de *Proxapertites* sont bien représentés. Ces derniers, initialement considérés comme associés au Nipa dans des environnements de Mangrove (GERMERAAD et al., 1968) seraient de préférence à ranger parmi des Araceae (ZETTER et al., 2001) lianes, de forêts sempervirentes humides ; celles-ci pouvaient être envahies par d'autres types de lianes, de la famille des Polygalaceae. Outre la présence de Bombacaceae, de Moraceae et de Myrtaceae, on y enregistre une avancée d'Anacardiaceae, d'Aquifoliaceae et d'un palmier de la famille des Lepidocaryoideae, élément de forêt humide de terre ferme. L'existence de ce type d'environnement évoque un milieu deltaïque saumâtre pouvant encore subir l'influence des marées, sans toutefois avoir un contact direct avec la mer. Cela laisse suggérer qu'une phase marine régressive serait en train de s'amorcer.

La deuxième phase évolutive se situe au passage Paléocène/Eocène (Zd4 de Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda ; Zp3 de Ngata), avec l'installation d'un milieu forestier plus hétérogène où les éléments de forêts marécageuses de milieu saumâtre sont en , alors que s'affirment ceux d'une forêt dense de terre ferme.

Le paysage qui se met en place au début de l'Eocène est celui d'une forêt dense sempervirente humide de terre ferme et de basse altitude où les grands arbres de la famille des Caesalpiniaceae (*Striatopollis bellus*) sont en passe de devenir un élément important. A ces Légumineuses sont associées des Euphorbiaceae, arbres et arbustes des genres *Alchornea* (*Psilatricolporites operculatus*), *Amanoa* (*Retitricolporites irregularis*) et *Croton* (*Crototricolpites densus*). Des Aracées-lianes (*Proxapertites cursus* ; *Proxapertites operculatus*) envahissent ce genre de milieu, entre-autres celles du genre *Raphidophora* (THANIKAIMONI, 1970 in : SAMANT & PHADTARE, 1997). On y trouve aussi des palmiers (*Echimonocolpites rarispinosus*, *Racemonocolpites facilis*) et des fougères arborescentes (*Cyathidites congoensis*) occupant des dépressions et des bords de marais. Parmi les palmiers, on voit progresser de façon sensible, surtout à Ngata, ceux du genre *Mauritia* (*Mauritiidites minimus*). Ce genre, élément de la forêt bordière de marais d'eau douce et de forêts galeries est intolérant à la salinité. Ce passage d'un milieu saumâtre antérieur à un milieu d'eau douce évoque une position plus continentale, qui résulterait de la régression marine entamée au début de l'Eocène en Afrique de l'Ouest et particulièrement dans le bassin de Douala au Cameroun.

### 6.3.2.2. Les ubiquistes

Sont rangés dans cette catégorie les taxons formant le fond de la végétation et qui peuvent s'adapter à une variété de milieux allant de l'arrière-mangrove à la forêt de terre ferme dans un environnement chaud et humide.

Divers groupements relèvent de cette catégorie, par ordre d'importance :

- Les palmiers de la famille des Arecaceae (*Retimonocolpites* div.sp.) ;
- Les Sapotaceae et les Meliaceae (*Psilastephanocolporites* div.sp.)
- Les Myricaceae (*Triatriopollenites* div.sp) ;
- Les Icacinaceae (*Echiperiporites* sp.) ;
- Les Apocynaceae (*Psiladiporites* div. sp. ; *Psilatricolpites* sp.) ;
- Certaines Proteaceae (*Retidiporites* div.sp.).

Les palmiers de la famille des Arecaceae s'adaptent à différents environnements tropicaux humides ; certains genres sont une composante des forêts galeries en milieu saumâtre ou d'eau douce.

Les Sapotaceae, arbres de forêts denses humides, se rencontrent jusque dans les forêts littorales partiellement inondées ; les Meliaceae, plus tolérantes que les Sapotaceae



du point de vue de la température et de l'humidité peuvent constituer le fond floristique des forêts denses sempervirentes de basse altitude avec les Apocynaceae, les Caesalpiniaceae et les Euphorbiaceae.

Les Myricaceae, buissons toujours verts se rencontrent aussi bien dans les basses zones marécageuses que dans des milieux plus secs d'arrière-pays.

Les Icacinaceae, communes en Afrique de l'Ouest, sont des arbres, arbustes ou lianes de forêts tropicales humides.

Les Apocynaceae font partie des forêts ombrophiles de basse altitude, certaines sont lianeuses (*Landolphia*).

Enfin, les Ptéridophytes rencontrées dans tous les assemblages sporopolliniques, la plupart arborescentes, appartiennent aux familles des Cyatheaceae, Polypodiaceae et Schizeaceae. Elles occupent les zones bordières des marécages salins, saumâtres et d'eau douce (ATTA-PETERS & SALAMI, 2004b).

### **6.3.3. Discussion**

En regroupant les informations issues des études de dinoflagellés et des pollens et spores, on peut retracer l'histoire environnementale du Bassin de Douala. Celle-ci se développe selon deux axes : un axe W-E (Moulongo-Ngata) et un axe SSW – NNE (Moulongo-Mamiwater-Nord Matanda). Dans le premier axe, les assemblages sporopolliniques sont plus diversifiés, jusqu'à la base de l'Eocène incluse. Dans le second axe, les assemblages, tout autant diversifiés au Paléocène, le sont moins à la base de l'Eocène où l'archivage sporopollinique présente un aspect appauvri par rapport à ce qu'il est dans l'axe W-E.

Au Paléocène inférieur et moyen (Thanetien inférieur), on se situe dans un intervalle de transgression marine. Dans l'axe Moulongo-Mamiwater-Nord Matanda, le milieu est de type estuarien-côtier à influence marine marquée. Ces milieux littoraux sont frangés de mangroves et de forêts humides côtières de basse plaine marécageuse. Dans le sens W-E (Moulongo-Ngata), on passe d'un milieu estuarien-côtier ouvert sur la mer à un milieu laguno-deltaïque interne à salinité modérée, soumis aux marées. Du point de vue de la végétation, à une mangrove et une forêt côtière de basse plaine marécageuse fait, suite une forêt dense humide périodiquement inondée.

Au Paléocène supérieur, de Moulongo à Mamiwater et Nord Matanda, la transgression marine entamée au Paléocène inférieur subit un arrêt. On entre dans une période de balancement vers une phase régressive déjà amorcée au Nord du Bassin comme l'atteste l'absence de Paléocène supérieur dans les affleurements de la région de Souza (KENFACK et al., 2012). L'environnement physique évolue vers un milieu fluvio-lagunaire à salinité variable selon des alternances d'apports marins ou continentaux d'eau douce. Dans cette zone, l'environnement végétal était constitué d'une forêt dense humide de basse plaine en retrait de la zone côtière, entourant des bras de deltas et des lagunes saumâtres soumis aux marées. A l'Est, vers Ngata, dans un environnement deltaïque interne à influence marine limitée se développait une forêt dense sempervirente sur sols humides.

A la base de l'Eocène, la phase marine régressive est en cours. A Moulongo, les données suggèrent la présence d'un milieu fluvio-lagunaire à faible profondeur d'eau et à salinité modérée, voire un peu plus prononcée, avec apports détritiques d'origine continentale. L'ensemble se situerait dans un environnement de forêt humide de basse plaine deltaïque soumise encore à l'influence marine. Vers Ngata, on s'oriente vers un milieu deltaïque interne à dépressions marécageuses d'eau douce et zones de terre ferme. L'environnement y serait constitué de forêts sempervirentes humides de terre ferme, de forêts galeries bordières des bras du delta et d'une végétation de marécages. A Mamiwater et Nord Matanda, la progression en pourcentage des dinoflagellés pourrait donner l'impression d'une progression marine ; en réalité il s'agit d'assemblages tolérant des salinités plus ou moins fortes, propres à des lagunes côtières à faible contact avec la mer et à apport d'eau douce déficitaire. Le spectre pollinique enregistré témoigne d'un apport faible de la végétation d'arrière-pays alors, que la prédominance des palmiers serait surtout révélatrice d'une flore locale de proximité.

# **QUATRIEME PARTIE : CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

# CHAPITRE 7. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

## 7.1. CONCLUSIONS

L'examen palynologique des dépôts de la Formation de Nkapa dans six sondages exécutés selon un transect N-S (Pungo, Nord Matanda, Mamiwater, Yatou, Moulongo et Ngata) a permis d'établir une biostratigraphie de la formation sur base de l'évolution des assemblages de dinoflagellés, des pollens et spores recensés pour le Paléocène et la base de l'Eocène.

Sur les 75 espèces de dinoflagellés inventoriés dans la Formation de Nkapa, 30 peuvent être considérés comme stratigraphiquement significatifs. Sur base de leur évolution au cours du temps, quatre biozones ont été mises en évidence dans les trois puits, où l'épaisseur des séquences permet d'établir une biostratigraphie : Moulongo, Mamiwater et Nord Matanda.

La biozone 1, dont on peut admettre l'appartenance au Paléocène inférieur se signale par la persistance de taxons issus du Crétacé supérieur dont les plus marquants sont : *Cerodinium diebelii*, *Lejeunecysta hyalina*, *Andalusiella gabonensis*, *Palaeocystodinium australinum* et *Palaeocystodinium golzowense*.

La biozone 2, considérée comme datée « Paléocène moyen » (Thanetien inférieur), voit se développer l'acmé de 3 espèces qui la caractérisent : *Areoligera coronata*, *Adnatosphaeridium multispinosum* et *Glaphyrocysta ordinata*. Dans cette zone commencent à régresser les taxons issus de l'héritage du Crétacé.

La biozone 3, identifiée au Paléocène supérieur, a comme caractéristique essentielle un acmé important du genre *Apectodinium*.

La biozone 4, dont la base correspond à Moulongo au début de l'Eocène (Limite P/E fixée par les géologues pétroliers du SNH Cameroun), se caractérise par l'absence des derniers taxons issus du Crétacé et par la raréfaction des espèces du Paléocène inférieur et moyen. Avec le début de l'Eocène, on voit s'affirmer la présence de *Deflandrea* cf. *oebisfeldensis*, d'*Hystrichosphaeridium tubiferum* et de *Wetzeliella* sp.

Dans le Bassin de Douala, l'acmé d'*Apectodinium* se situe au Paléocène supérieur comme dans le delta du Niger où cet acmé a été repéré avant la CIE (Carbon Isotopic Excursion) marquant la limite Paléocène-Eocène (FRIELING et al., 2011).

Dans les bassins nordiques, l'acmé d'*Apectodinium* est contemporain du PETM (Paleocene-Eocene Thermal Maximum) qui découle de la CIE et est donc d'âge Eocène inférieur.

On en déduit qu'un diachronisme existe entre l'acmé d'*Apectodinium* des bassins de l'ouest africain où il est Paléocène supérieur et celui des bassins nordiques où il est reconnu comme Eocène inférieur.

L'inventaire des pollens et spores de la Formation de Nkapa s'élève à 76 genres pour 93 espèces. Une cinquantaine de taxons ont pu être retenus pour établir une biostratigraphie sporopollinique.

Le Paléocène inférieur se caractérise par un ensemble pollinique à dominance de genres de type « Palmae » (*Longapertites*, *Monocolpites*, *Psilamonocolpites*, *Racemonocolpites*, *Retimonocolpites*, *Spinizonocolpites*) et de type « Proteaceae », généralement archaïques (*Echitriporites*, *Proteacidites*, *Scabratriporites*), héritage de la « Province à palmiers » du Crétacé supérieur.

Cinq espèces sont propres au Paléocène inférieur et moyen (biozone 1 des pollens et spores) : *Ephedripites vanegensis*, *Longapertites vaneendenburgi*, *Proteacidites dehaani*, *Syncolporites lisamae*, *Syncolporites marginatus*. On peut y joindre des espèces dont la période d'expansion se situe dans la biozone : *Crototricolpites protoannemariae*, *Echitriporites trianguliformis*, *Retitricolpites clarensis*.

D'archaïques, les ensembles polliniques évoluent vers des associations plus « modernes » au Paléocène supérieur et à l'Eocène basal.

Les espèces caractérisant plus spécialement le Paléocène supérieur (Biozone 2 des pollens et spores) sont : *Monocolpites marginatus*, *Retistephanocolpites williamsi*, *Retitricolporites crassicostatus* et *Scabratriporites annellus*. On peut y joindre des espèces dont l'acmé se situe durant la période : *Momipites eoaffricanus*, *Proxapertites cursus*, *Proxapertites operculatus*, *Psilamonocolpites medius*, *Spinizonocolpites baculatus*, *Spinizonocolpites echinatus*.

Des marqueurs exclusivement d'âge Eocène (Biozone 3 des pollens et spores) apparaissent à la base de l'étage : *Margocolporites vanwijhei*, *Mauritiidites crassiexinus*, *Psilatricolporites operculatus*, *Racemonocolpites facilis*, *Retitriporites boltenhagenii* et *Retibrevitricolpites triangulatus*. A ce niveau, on remarque, surtout à Ngata, une progression sensible du genre *Mauritiidites*.

L'évolution du paléoenvironnement peut se résumer en trois phases se développant selon deux axes géographiques : un axe W-E, Moulongo-Ngata et un axe S-S-W – N-N-E, Moulongo-Mamiwater-Nord Matanda.

Le Paléocène inférieur et « moyen » se signale par une transgression marine se caractérisant, vers le NNE, par des milieux estuariens-côtiers ouverts sur la mer frangés de mangroves et d'une forêt de basse plaine côtière marécageuse. Vers l'Est, légèrement en retrait, le milieu laguno-deltaïque est occupé par une forêt humide périodiquement inondée.

Au Paléocène supérieur, une phase régressive s'amorce, principalement au Nord du bassin. Dans l'axe Moulongo-Mamiwater-Nord Matanda, des milieux fluvio-lagunaires saumâtres se développent, entourés d'une forêt dense humide de basse plaine. Dans l'axe Moulongo-Ngata, dans un environnement d'eau douce, la forêt dense occupe des sols humides.

A l'Eocène, la régression marine s'accroît ; au Nord, on enregistre la présence de milieux lagunaires confinés à plus ou moins salinité élevée, entourés d'une flore locale appauvrie. A Moulongo, avec des apports d'eau douce plus limités, la salinité s'accroît. Vers l'Est, s'installe une forêt dense humide sempervirente de terre ferme.

## **7.2. PERSPECTIVES**

Cette première étude exhaustive des dinokystes et des sporomorphes de la Formation de Nkapa a permis d'établir une biostratigraphie du Paléocène et à l'Eocène basal du Bassin de Douala. Elle a également abouti à la reconstitution de l'évolution paléoenvironnementale de ce Bassin.

Elle ouvre la voie à des études complémentaires, réalisées à partir de forages carottés, qui permettraient de compléter l'aspect biostratigraphique grâce à un pas d'échantillonnage plus serré et sur lesquels pourraient être appliquées d'autres techniques telles que la chémostratigraphie ou éventuellement l'étude de la matière organique et des biomarqueurs. En matière de paléoenvironnements, ces études plus détaillées permettraient vraisemblablement de préciser les variations climatiques et les variations du régime hydrologique. Elles déboucheraient sur des comparaisons approfondies avec des bassins voisins, souhaitables pour aboutir à des conclusions régionales sur les bassins paléogènes d'Afrique de l'Ouest. Enfin, ces études complémentaires permettraient de nourrir les travaux de modélisations climatiques à l'échelle globale.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADEGOKE, O.S., JAN DU CHENE, R.E. & AGUMANU, A.E., 1978. Palynology and age of the Kerri-Kerri Formation, Nigeria. *Revista Española de Micropaleontología*, 10 : 267-283.
- ADEGOKE, A.K., 2012. Biostratigraphy and depositional environment of the sediments in Borno Basin, North Eastern Nigeria. *Indian Journal of Science and Technology*, 5-6 : 2800-2809.
- ADEONIPEKUM, P.A., EHINOLA, O.A., YUSSUPH, I.A., TOLUHI & OYELAMI, A., 2012. Bio-Sequence Stratigraphy of Shagamu Quarry Outcrop, Benin Basin, Southwestern Nigeria. *World Applied Sciences Journal* 18, 1 : 91-106.
- AJAEGWU, N.E., ONWUEMESI, A.G., ASIEGBU, E.N., OBIADI, I.I., ANAKWUBA, E.K. & AKPUNONU, E.O., 2008. Palynological assemblages as proxies for late Miocene-Early Pliocene palaeoenvironmental interpretation of strata penetrated by Ane-1 well, Niger delta. *Natural and Applied Sciences Journal*, 9, 1, 10 p.
- AKHMETIEV, M.A., ZAPOROZHETS, N.I., BENYAMOVSKIY, V.N., ALEKSANDROVA, G.N., IAKOVLEVA, A.I. & ORESHKINA, T.V., 2012. The Paleogene history of the Western Siberian seaway- A connection of the Peri-Tethys to the Arctic Ocean. *Austrian Journal of Earth Sciences*, 105, 1 : 50-67.
- ALEKSANDROVA, G.N. & ZAPOROZHETS, N.I., 2008. Palynological Characteristics of Upper Cretaceous and Paleogene deposits on the West of the Sambian Peninsula (Kaliningrad Region), Part 1. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 16, 3 : 295-316.
- ALEKSANDROVA, G.N., & SHCHERBININA, E.A., 2011. Stratigraphy and Paleoenvironmental Interpretation of the Paleocene-Eocene Transition in the Eastern Crimea. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19, 4 : 424-449.
- ALEKSANDROVA, G.N., ORESHKINA, T.V., IAKOVLEVA, A.I. & RADIONOVA, E.P., 2012. Late Paleocene-Early Eocene Diatoms and Dinocysts from Biosiliceous Facies of the Middle Trans-Urals Region. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 20, 4 : 380-404.
- ANTOLINEZ-DELGADO, H. & OBOH-IKUENOBE, F.E., 2007. New species of Dinoflagellate cysts from the Paleocene of the Anambra basin, Southeast Nigeria. *Palynology*, 31 : 53-62.
- ATTA-PETERS, D. & SALAMI M.B., 2004a. Campanian to Paleocene Dinoflagellate cyst biostratigraphy from offshore sediments in the Tano Basin, Southwestern Ghana. *Revista Española de Micropaleontología*, 36, 2 : 305-321.
- ATTA-PETERS, D. & SALAMI, M.B., 2004b. Late Cretaceous to Early Tertiary pollen grains from offshore Tano Basin, Southwestern Ghana. *Revista Española de Micropaleontología*, 36, 3 : 451-465.
- ATTA-PETERS, D. & SALAMI, M.B., 2006. Aptian-Maastrichtian palynomorphs from the offshore Tano Basin, Western Ghana. *Journal of African Earth Sciences*, 46 : 379-394.
- AUBRY, M.P., 1986. Northwestern European Paleogene magnetostratigraphy, biostratigraphy and Paleogeography : calcareous nannofossil evidence. *Geology*, 13 : 198-202.
- AUBRY, M.P., 2000. Where should the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the Paleocene/Eocene boundary be located? *Bulletin de la Société géologique de France*, 171, 4 : 461-476.
- AUBRY, M.P., BERGGREN, W.A., STOTT, L. & SINHA, A., 1996. The upper Paleocene-lower Eocene stratigraphic record and the Paleocene-Eocene boundary carbon isotope excursion : implications for geochronology. In : Knox, Corfield & Dunay (Eds) : Correlation of the Early Paleogene in Northwest Europe. *Geological Society, Special Publication*, 101 : 353-380.
- AUBRY, M.P. & the WORKING GROUP ON THE PALEOCENE/EOCENE BOUNDARY, 2002. The Paleocene/Eocene boundary Global standard Stratotype-section and Point (GSSP) : Criteria for characterisation and correlation. *Tertiary research*, 21, 1-4 : 57-70.
- AUBRY, M.P., BERGGREN, W.A., VAN COUVERING, J.A., ALI, J., BRINKHUIS, H., CRAMER, B., KENT, D.V., SWISHER III, C.C., DUPUIS, C., GINGERICH, P.D., HEILMAN-CLAUSEN, C., KING, C., WARD, D.J., KNOX, R.W.O'B., OUDA, K., STOTT, L.D. & THIRY, M., 2003. Chronostratigraphic terminology at the Paleocene/Eocene boundary. *Geological Society of America, Special paper*, 269 : 551-566.
- AUBRY, M.P., OUDA, K., DUPUIS, C., BERGGREN, W.A., VAN COUVERING, J.A., ALI, J., BRINKHUIS, H., GINGERICH, P.R., HEILMANN-CLAUSEN, C., HOOKER, J., KENT, D.V., KING, C., KNOX, R.W.O.B., LAGA, P., MOLINA, E., SCHMITZ, B., STEURBAUT, E. & WARD, D.R., 2007. The Global Standard Stratotype-section and Point (GSSP) for the base of the Eocene Series in the Dababiya section (Egypt). *Episodes*, 30 : 271-286.
- AUFFRET, J.P. & GRUAS-CAVAGNETTO, C., 1975. Les formations paléogènes sous-marines de la Manche orientale. Données palynologiques. *Bulletin de la Société géologique de France*, (7), 17, 5 : 641-655.

- AWAD, M.Z., 1994. Stratigraphic, palynological and Palaeoecological studies in the East-Central Sudan (Khartoum and Kostibasins), late Jurassic to Mid-Tertiary. *Berliner geowissenschaftliche Abhandlungen*, Reihe A 161 : 163 p.
- BALDONI, A.M. & ASKIN, R.A., 1993. Palynology of the lower Lefipan formation (upper cretaceous) of Barranca de los Perros, Chubut province, Argentina part II angiosperm pollen and discussion. *Palynology*, 17, 1 : 241-264.
- BANKOLE, S.I., SCHRANK, E. & ERDTMANN, B-D., 2007. Palynology of the Paleogene Oshosun Formation in the Dahomey Basin, southwestern Nigeria. *Revista Española de Micropaleontología*, 39, 1-2 : 29-44.
- BATUPE, M., 1996. Les aspects de l'évolution stratigraphique du bassin de Douala, Cameroun. Abstract in : Géologie Africaine. Editions Elf-Aquitaine.
- BAYONA G., JARAMILLO, C., RUEDA, M., PARDO, A., CHRISTIE, A. & HERNANDEZ, G., 2004. Important Paleotectonic and Chronostratigraphic Considerations of the Late Paleocene in the Northernmost Andes as Constrained by Paleocene Rocks in the Cerrejón Coal Mine, Guajira, Colombia. *Abstract*.
- BELMONTE, Y.C., 1966. Stratigraphie du bassin sédimentaire du Cameroun. *Proceedings 2<sup>nd</sup> West African Micropaleontology Colloquium*, Ibadan, 65-77.
- BELSKY, C.Y., BOLTENHAGEN, E. & POTONIÉ, R., 1965. Sporae dispersae der Oberen Kreide von Gabun, Äquatoriales Afrika. *Paläontologische Zeitschrift*, 39 : 72-85.
- BIO-LOKOTO, A., CARBONNEL, G., DE KLASZ, I., DE KLASZ, S., LANG, J. & SALARD-CHEBOLDAEFF, M., 1998. Données nouvelles biochronologiques et paléocéologiques sur le Bassin sédimentaire côtier du Bénin entre le Crétacé supérieur et l'Eocène basal (Afrique de l'Ouest). *Revue de Micropaléontologie*, 41, 1 : 29-57.
- BOLTENHAGEN, E., 1965. Introduction à la palynologie stratigraphique du Bassin sédimentaire de l'Afrique Equatoriale. Coll. Intern. Micropal. (Dakar, 1963), *Mémoire BRGM*, 32 : 305-326.
- BOLTENHAGEN, E., 1976. Pollens et spores sénoniens du Gabon. *Cahiers de Micropaléontologie*, 3, 21 p.
- BOLTENHAGEN, E., 1977. Microplancton du Crétacé supérieur du Gabon. *Cahiers de Paléontologie - C.N.R.S.*, 1, 150 p.
- BOLTENHAGEN, E. & SALARD-CHEBOLDAEFF, M., 1980. Essai de reconstitution climatique Crétacé et Tertiaire du Gabon et du Cameroun d'après la palynologie. *Mémoire Museum Histoire naturelle*, 27 : 203-210.
- BOLTENHAGEN, E., DEJAX, J. & SALARD-CHEBOLDAEFF, M., 1985. Evolution de la végétation tropicale Africaine du Crétacé à l'Actuel d'après les données de la Palynologie. *Bulletin de la section des Sciences*, VIII : 165-194.
- BOULTER, M.C. & MANUM, S.B., 1989. The Brito-Artic igneous province flora around the Paleocene/Eocene boundary. In Eldholm, O., Thiede, J., Taylor, E. et al., *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 104 : college station, TX (*Ocean Drilling Program*). 663-680.
- BOWEN, G.J., BEERLING, D.J., KOCH, P.L., ZACHOS, J.C. & QUATTLEBAUM, T., 2004. A humid climate state during the Paleocene/Eocene Thermal Maximum. *Nature*, 432 : 495-498.
- BRINKHUIS, H., 1994. Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type-area (Northeast Italy) : biostratigraphy and paleoenvironmental interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 107 : 121-163.
- BRINKHUIS, H. & ZACHARIASSE, W.J., 1988. Dinoflagellate cysts, sea level changes and planktonic foraminifers across the Cretaceous-Tertiary Boundary at El Haria, Northwest Tunisia. *Marine Micropaleontology*, 13 : 153-191.
- BROWNFIELD, M.E. & CHARPENTIER, R.R., 2006. Geology and Total Petroleum Systems of the West-Central Coastal Province (7203), West Africa. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 2207-B : 52 p.
- BUJAK, J.P. & MUDGE, D., 1994. A high-resolution North Sea Eocene dinocyst zonation. *Journal of the Geological Society*, London, 151 : 449-462.
- BUJAK, J.P. & BRINKHUIS, H., 1998. Global warming and dinocyst changes across the Paleocene/Eocene epoch boundary, In : Late Paleocene-Early Eocene Climatic and Biotic Events in the Marine and Terrestrial Records. Edited by M.-P. Aubry et al., 277 – 295, *Columbia Univ. Press, New York*.
- CARO, Y., 1973. Contribution à la connaissance des dinoflagellés du Paléocène-Eocène inférieur des Pyrénées espagnoles. *Revista española de micropaleontología*, 5 : 329-372.
- CARO, Y., 1975. Zonations à l'aide de microfossiles du Paléocène supérieur et de l'Eocène inférieur. Dinoflagellés. *Bulletin de la Société géologique de France*, 17, 2 : 138-143.
- CARO, Y., LUTERBACHER, H., PERCH-NIELSEN, K., PREMOLI-SILVA, I., RIEDEL, W.R. & SANFILIPPO, A., 1975. Zonations à l'aide de microfossiles pélagiques du Paléocène supérieur et de l'Eocène inférieur. *Bulletin de la Société géologique de France*, (7), 17, 2 : 126-147.
- CHAPMAN, V.J., 1976. Mangrove vegetation : J.Cramer, 447p.



- CHATEAUNEUF, J.J., 1971. Etude palynologique de l'Eocène inférieur du sondage des Hogues. *Bulletin B.R.G.M.*, 2è. série, 1 : 16-19.
- CHATEAUNEUF, J.J. & GRUAS-CAVAGNETTO, C., 1978. Les zones de Wetzeliellaceae (Dinophyceae) du Bassin de Paris. Comparaison et corrélations avec les zones du Paléogène des bassins du Nord-Ouest de l'Europe. *Bulletin du BRGM*, 2è sér., 2 : 59-93.
- CHIAGHANAM O.I., IKEGWONU, O.N., CHIADIKOBI K.C., NWOZOR K.K., OFOMA A.E. & OMOBORIOWO, A.O., 2012. Sequence stratigraphy and Palynological analysis of late Campanian to Maastrichtian sediments in the Upper-Cretaceous, Anambra Basin. A case study of Okigwe and its environs, South-Eastern Nigeria. *Advances in Applied Science Research*, 3, 2 : 962-979.
- COSTA, L.I. & DOWNIE, C., 1976. The distribution of the dinoflagellate Wetzeliella in the Paleogene in North-Western Europe. *Palaeontology*, 19, 4 : 591-614.
- COSTA, L. & MÜLLER, C., 1978. Correlation of Cenozoic dinoflagellate and nannoplankton zones from the NE Atlantic and NW Europe. *Newsletters on Stratigraphy*, 7, 2 : 65-72.
- COSTA, L., DENISON, C. & DOWNIE, C., 1978. The Paleocene/Eocene boundary in the Anglo-Paris Basin. *Journal of the Geological Society*, London : 135 : 261-264.
- CRAMER, B.S., MILLER, K.G., WRIGHT, J.D., AUBRY M.P. & OLSSON, R.K., 2000. Neritic records of the late Paleocene thermal maximum from New Jersey. *GFF*, 122 : 38-39.
- CROUCH, E.M., HEILMANN-CLAUSEN, C., BRINKHUIS, H., MORGANS, H. E.G., ROGERS, K.M., EGGER, H., & SCHMITZ, B., 2001. Global dinoflagellate event associated with the late Paleocene thermal maximum. *Geology*, 29 : 315-318.
- CROUCH, E.M., DICKENS, G.R., BRINKHUIS, H., AUBRY, M.P., HOLLIS, C.J., ROGERS, K.M. & VISSCHER, H., 2003. The *Apectodinium* acme and terrestrial discharge during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum : new palynological, geochemical and calcareous nannoplankton observations at Tawanui, New Zealand. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 194 : 387-403.
- CROUCH, E.M. & BRINKHUIS, H., 2005. Environmental change across the Paleocene–Eocene transition from eastern New Zealand : A marine palynological approach. *Marine Micropaleontology*, 56 : 138–160.
- DE CONINCK, J., 1968. Dinophyceae et Acritarcha de l'Yprésien du sondage de Kallo. *Mémoires de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique*, 161 : 3-67. 17 Pl.
- DE CONINCK, J., 1975. Microfossiles à paroi organique de l'Yprésien du bassin belge. Ministère des Affaires économiques. *Service Géologique de Belgique. Professional Papers*, 12 : 151p.
- DE CONINCK, J., 1988. Ypresian organic-walled phytoplankton in the Belgian Basin and adjacent areas. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 97, 3-4 : 287-319.
- DE CONINCK, J., 1993. Diachronism of the *Deflandrea oebisfeldensis* acme towards the southern margin of the Belgian basin. *Bulletin de la société belge de Géologie*, 102, (1-2) : 105-115.
- DE CONINCK, J., 1996. Phytoplankton à paroi organique et phases transgressives vers la transition Paléocène-Eocène dans la partie méridionale du bassin de la Mer du Nord. *Bulletin de la Société belge de Géologie*, 105, 3-4 : 139-169.
- DIGBEHI, Z.B. GUÉDÉ K.E., YAO N'GORAN J.P., AFFIAN K., TOÉ BI KAHOU, K.K., YAO, K.R. & TAH, I., 2011. Palynostratigraphy and depositional palaeoenvironment of Cretaceous-Palaeogene (K-Pg) boundary deposits on Abidjan margin (Côte d'Ivoire). *Journal of Geography and Regional Planning*, 4, 11 : 644-655.
- DIGBEHI, Z.B., DOUKOURE, M., TEA-YASSI, J., YAO, R.K., YAO N'GORAN, P., KANGAH, K.D. & TAHI, I., 2012. 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*, 6, 1 : 28-42.
- DOWNIE, C., HUSAIN, M. & WILLIAMS, G.L., 1971. Dinoflagellate cysts and Acritarch associations in the Paleogene of South-Eastern England. *Geoscience and Man*, 3 : 29-35.
- DUMORT, J.D., 1968. Notice Explicative sur la feuille Douala-Ouest. Carte Géologique de reconnaissance (1 /500000). *Direction des Mines et de la Géologie du Cameroun* : 69 p.
- DUPUIS, C., 2005. La limite Paléocène-Eocène, un événement majeur de l'ère tertiaire. Sa coupe de référence à Louxor. *Académie royale de Belgique. Bulletins de la Classe des Sciences*, XVI, 6è série, 7-12 : 205-215.
- DUPUIS, C., DE CONINCK, J., GUERNET, C. & ROCHE, E., 1990. Biostratigraphic data-Ostracods and organic walled microfossils – of the Landen formation and the base of the Ieper formation in the Knokke borehole. In : The Knokke well with a description of the Den Haan and Oostduinkerke wells. P. LAGA & N. VANDENBERGHE, *Mémoire pour servir à l'Explication des Cartes Géologiques et Minières de Belgique*, 29 : 33-43.

- DUPUIS, C. & THIRY, M., 1998. Geological frame of the « Sparnacian ». *Ecole des Mines de Paris, Mémoires des Sciences de la Terre*, 34 : 3-12.
- DUPUIS, C., STEURBAUT, E., DE CONINCK, J. & RIVELINE, J., 1998. The Western Argiles à lignites facies. Cap-d'Ailly sections. In : Thiry, M. & Dupuis, C. (Eds) : The Paleocene/Eocene boundary in Paris Basin : The Sparnacian deposits. *Ecole des Mines de Paris, Mémoires des Sciences de la Terre*, 34 : 60-71.
- DUPUIS, C., AUBRY, M.P., STEURBAUT, E., BERGGREN, W.A., OUDA, K., MAGIONCALDA, R., CRAMER, B.S., KENT, D.V., SPEIJER, R.P. & HEIMAN-CLAUSEN, C., 2003. The Dababiya Quarry section. Lithostratigraphy, clay mineralogy, geochemistry and paleontology. In : OUDA, K. & AUBRY, M.P. eds. : The Upper Paleocene – Lower Eocene of the Nile Valley : Part1, Stratigraphy. *Micropaleontology*, 49 (Suppl.1) : 41-59.
- DUPUIS, C., STEURBAUT, E., DE CONINCK, J., MAGIONCALDA, R., PERREAU, M., RIVELINE, J., ROCHE, E., VAN EETVELDE, Y. & YANS, J., 2006. Paleocene-Eocene reference section at Cap d'Ailly (Haute-Normandie, France). New data on litho-bio-stratigraphy, clay mineralogy,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ , Chemostratigraphy, K-Ar radiometric dating, sequence stratigraphy and correlation. Climate and Biota of the Early Paleogene, Bilbao, 12-20 June 2006, *abstract volume* : 39
- ECL, 2001. An Integrated Study of Structural Development, Source Rock Maturity and Hydrocarbon Generation in the Douala/Kribi-Campo Basin, Republic of Cameroon. *Rapport interne SNH*.
- EDET, J.J., 1992. Palynostratigraphy of Late Cretaceous (Late Campanian-Early Maastrichtian) sections in the Anambra Basin, Nigeria. *Revista Española de Micropaleontología*, 24, 2 : 3–18.
- EDET, J.J. & NYONG, E.E., 1994. Palynostratigraphy of Nkporo shale exposures (Late Campanian-Maastrichtian) on the Calabar Flank, SE Nigeria. *Review of Paleobotany and Palynology*, 80 : 131-147.
- EDWARDS, E.L., 2007. Paleocene and Eocene Dinocysts from the salt Range, Punjab, Northern Pakistan. in Warwick, P.D., Wardlaw, B.R. Overview of the geography, Geology and Structure of Potwar Regional Framework Assessment Project Study area, Northern Pakistan. *U.S. Geological Survey* 19 p.
- EISAWI, A. & SCHRANK, E., 2008. Upper Cretaceous to Neogene Palynology of the Melut basin, southeast Sudan. *Palynology*, 32 : 101-129.
- EISAWI, A. & SCHRANK, E., 2009. Terrestrial palynology and age assessment of the Gedaref Formation (eastern Sudan). *Journal of African Earth Sciences*, 54 : 22-30.
- 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 Palaeobotany and Palynology*, 85 : 303-317.
- EL BEIALY, S.Y., 1998. Stratigraphic and palaeoenvironmental significance of Eocene palynomorphs from the Rusayl Shale Formation, Al Khawd, northern Oman. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 102 : 249-258.
- FENSOME, R.A., TAYLOR, F.J.R. NORRIS G., SARJEANT, W.A.S., WHARTON, D.I. & WILLIAMS, G.L., 1993. A classification of living and fossil dinoflagellates. *Micropaleontology*, Special Publication, 7, 351 p.
- FENSOME, R.A., RIDING, J.B. & TAYLOR, F.J.R., 1996b. Dinoflagellates, in Jansonius, J. & McGregor, D.C., palynology : principles and applications ; *American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 1 : 107-169.
- FENSOME, R.A., WILLIAMS, G.L. & MACRAE, R.A., 2009. Late Cretaceous and Cenozoic fossil dinoflagellates and other palynomorphs from the Scotian Margin, offshore eastern Canada. *Journal of Systematic Palaeontology*, 7, 1 : 1-79.
- FEUGUEUR, L., 1963. L'Yprésien du Bassin de Paris. Mémoire explicatif de la Carte géologique détaillée de la France. Orléans ; *Bureau de Recherches Géologiques et Minières*, 568 p.
- FREDERIKSEN, N.O., 1994. Middle and Late Paleocene Angiosperm Pollen from Pakistan. *Palynology*, 18 : 91-137.
- FREDERIKSEN, N.O., SHEEHAN, T.P. & ANDRLE, V.A.S., 1999. Spore-Pollen Biostratigraphy and Paleoecology of Mesozoic and lower Tertiary Samples from the Surghar and Salt Ranges, Northern Pakistan. *Department of the interior, Geological Survey*, 30 p.
- FRIELING, J., REICHART, G.J., SCHOUTEN, S., BIJL, P.K., BANKOLE, S.I., SCHRANK, E. & SLUIJS, J., 2011. Tropical climate, ecology and hydrology during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum. *Berichte der Geologischen Bundesanstalt*, 85 : 75. (CBEP 2011, Salzburg).
- FURON, R. & LOMBARD, J., 1964. Notice explicative. Carte géologique de l'Afrique (1/50.000.000). *Publ. UNESCO. ASG.*, 39 p.
- GDEL, P., 1995. Middle Eocene dinoflagellate cysts from the Rogoźnik section, Flysch Carpathians, Poland. *Acta Palaeobot.* 35 : 195-231.

- GEDL, P., 2005. Late Eocene – early Oligocene organic-walled dinoflagellate cysts from Folsz, Magura Nappe, Polish Carpathians. *Acta Palaeobotanica*, 45, 1 : 27–83.
- GERMERAAD, J.H., HOPPING, C.A. & MULLER, J., 1968. Palynology of Tertiary sediments from tropical area. *Review of Palaeobotany and palynology*, 6 : 189-348.
- GIRESE, P., 1990. Esquisse géologique de l’Afrique centrale occidentale. In : Paysages quaternaires de l’Afrique centrale occidentale. *ORSTOM, horizon.documentation.ird* : 15-19.
- GONZALEZ, A.E., 1967. A palynologic study on the upper Los Cuervos and Mirador Formations (lower and middle Eocene), Tibù area. Colombia. Leiden : E.J. Brill. 68 p.
- GRADSTEIN, F.M., KRISTIENSEN, I.L., LOEMO, L. & KAMINSKI, M.A., 1992. Cenozoic foraminiferal and Dinoflagellate cyst biostratigraphy of central North Sea. *Micropaleontology*, 38, 2 : 101-137.
- GREGG, J.M., 1998. Palynostratigraphy, palynofacies, and thermal maturation of Cretaceous-Paleocene sediments from the Côte d’Ivoire-Ghana transform margin. *Proceeding of the Ocean Drilling Programm, scientific results*, 159 : 277-318.
- GREGORY, W.A. & HART, G.F., 1995. Distribution of Dinoflagellates in a subsurface marine Wilcox (Paleocene-Eocene) section in Southwest Louisiana. *Palynology*, 29, 1 : 45-75.
- GRUAS-CAVAGNETTO, C., 1968. Etude palynologique de divers gisements du Sparnacien du Bassin de Paris. *Mémoire de la Société géologique de France*, 47, 110 : 1-150.
- GRUAS-CAVAGNETTO, C., 1976. Les marqueurs stratigraphiques (Dinoflagellés) de l’Eocène du Bassin de Paris et de la Manche orientale. *Revue de Micropaléontologie*, 18, 4 : 221-228.
- HANDLEY, L., O’HALLORAN, A., PEARSON, P.N., HAWKINS, E., NICHOLAS, C.J., SCHOUTEN, S., Mc MILLAN, I. & PANCOST, R.D., 2012. Changes in the hydrological cycle in tropical East Africa during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 329-330 : 10-21.
- HANSEN, J. M., 1977. Dinoflagellates stratigraphy and echinoid distribution in Upper Maestrichtian and Danian deposits from Denmark. *Bulletin of the Geological Society of Denmark*, 26 p.
- HARLAND R., 1979. The *Wetzeliella (Apectodinium) homomorphum* plexus from the Paleogene/Earliest Eocene of northwest Europe. *Proceedings of the 4th International Palynological Conference, Lucknow, (1976–77)*, 2 : 59-70.
- HEILMANN-CLAUSEN, C. & EGGER, H., 2000. The Anthering outcrop (Austria), a key-section for correlation between Thetys and northwestern Europe near the Paleocene-Eocene boundary. *GFF*, 122 : 69.
- HELENES, J. & Tellez-Duarte, M.A., 2002. Paleontological evidence of the Campanian to Early Paleocene paleogeography of Baja California. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 186 : 61-80.
- HELENES, J. & CABRERA, D., 2003. Oligocène-Miocène Palynomorph Assemblages from Eastern Venezuela. *Palynology*, 27 : 5-25.
- HERNGREEN, G.F.W., 1975. Palynology of middle and upper Cretaceous strata in Brasil. *Medelingen Rijks Geologische Dienst Nieuwe serie*, 26, 3 : 39-91.
- HERNGREEN, G. F. W., & CHLONOVA, A. F., 1981. Cretaceous microfossil provinces. *Pollen et Spores*, 23 : 441-555.
- HERNGREEN, G.F.W., KEDVES, M., ROVNINA, L.V., & SMIRNOVA, S.B., 1996. Cretaceous palynofloral provinces a review In Jansonius, J., and McGregor, D. C., (eds) ; *Palynology-principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, 3, 1157-1188.
- HOFMANN, C-C., MOHAMED, O. & EGGER, H., 2011. A new terrestrial palynoflora from the Palaeocene/Eocene boundary in the northwestern Tethyan realm (St. Pankraz, Austria). *Review of Palaeobotany and Palynology* 166 : 295–310.
- HOURCQ, V., 1955. Les recherches françaises de pétrole en Afrique Noire (Cameroun, Afrique Equatoriale Française, Madagascar) I.F.P., *Centre d’Etudes Supérieures de Prospection et d’exploitation des Gisements*, 441, 99 p.
- IAKOVLEVA, A.I., 2000. Biostratigraphical and paleogeographical significance of the Paleocene-Eocene dinoflagellates in Western Siberia and adjacent regions (Petchora depression and Turgay trough). *GFF*, 122 : 82-83.
- IAKOVLEVA, A.I., OERSHKINA, T.V., ALEKSEEV, A.S. & ROUSSEAU, D.D., 2000. A new Paleogene Micropaleontological and Palaeogeographical data in the Petchora Depression, North-eastern European Russia. *Comptes Rendus de l’Académie des sciences Paris, Sciences de la Terre et des planètes/Earth and Planetary Sciences*, 330 : 485-491.
- IAKOVLEVA, A.I., BRINKHUIS, H. & CAVAGNETTO, C., 2001. Late Paleocene-Early Eocene dinoflagellate cysts from the Turgay Strait, Kazakhstan ; correlations across ancient seaways. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 172 : 243-268.

- ISLAM, M.A., 1983. Dinoflagellate cysts from the Eocene of the London and the Hampshire Basins, Southern England. *Palynology*, 7 : 71-92.
- IVERSEN, J. & TROELS-SMITH, 1950. Pollenmorfologiske definitioner og Typer, 3, 54p.
- JAN DU CHENE, R.E., 1977. Palynostratigraphie (Maëstrichtien-Eocène inférieur) des flyschs du Schlieren (Canton d'Obwald, Suisse centrale). *Revue de Micropaléontologie*, 20 : 147-156.
- JAN DU CHENE, R.E. & SALAMI, M.B., 1978. Palynology and micropaleontology of the Upper Eocene of the well Nsukwa (Niger Delta, Nigeria). *Comptes Rendus des Séances, SPHN Genève, N.S.*, 13 : 5-9.
- JAN DU CHENE, R.E. ONYIKE, M.S. & SOWUNMI, M.A., 1978a. Some New Eocene pollen of the Ogwashi-Asaba formation, south-eastern Nigeria. *Revista Española de Micropaleontología*, X, 2 : 285-322.
- JAN DU CHENE, R.E., DE KLASZ, I., & ARCHIBONG, E.E., 1978b. Biostratigraphic study of the borehole Ojo-1, SW Nigeria, with special emphasis on the Cretaceous microflora. *Revue de Micropaléontologie*, 21 : 123-139.
- JAN DU CHENE, R.E., PERCH-NIELSEN, K., & PETERS, S.W., 1978c. New stratigraphic data on the paleogene Ewekoro and Akinbo Formations (southwestern Nigeria). *Archives des sciences*, 31 : 205-212.
- JAN DU CHENE, R. & ADEDIRAN, S. A., 1984. Late Paleocene to Early Eocene Dinoflagellates from Nigeria. *Cahiers de Micropaléontologie*, 3, 39 p.
- JAN DU CHENE, R.E. & ADIDERAN, S.A., 1985. Late Paleocene to early Eocene dinoflagellates from Nigeria. *Cahiers de Micropaléontologie*, 3 : 1-38.
- JARAMILLO, C.A. & DILCHER, D.L., 2001. Middle Paleogene palynology of Central Colombia, South America : A study of pollen and spores from tropical latitudes. *Palaeontographica Abteilung B*, 258 : 87-213.
- JARAMILLO, C.A., PARDO-TRUJILLO, A., RUEDA, M. TORRES, V., HARRINGTON, G.J. & MORA, G., 2007. The Palynology of the Cerrejon formation (Upper Paleocene) of northern Colombia. *Palynology*, 31 : 153-189.
- JARAMILLO, C.A., RUEDA, M. & TORRES, V., 2011. A palynological zonation for the Cenozoic of the Llanos Foothills of Colombia. *Palynology*, 35, 1 : 46-84.
- JARDINE, S. & MAGLOIRE, L., 1965. Palynologie et stratigraphie du Crétacé des bassins du Sénégal et de Côte d'Ivoire. *Mémoire du bureau de recherches géologiques et minières*, 32 : 187-245.
- KENFACK, P.L., NJIKE NGAHA, P.R., EKODECK, G.E. & NGUEUTCHOUA, G., 2012, Fossils Dinoflagellates from the Northern border of the Douala sedimentary sub-basin (South-West Cameroon) : age assessment and palaeological interpretations. *Geosciences*, 2, 5 : 117-124.
- KENNETT, J.P. & STOTT, L.D., 1991. Abrupt deep-sea warming, palaeoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Palaeocene. *Nature*, 353 : 225-229
- KIESER, G. & JAN DU CHÊNE, R., 1979. Periretisyncolpites n. gen. and Terscissus Tschudy 1970. Grands pollens syncolpés du Maëstrichtien du Sénégal et du Nigeria. *Revista Española de Micropaleontología*, 11 : 321-334.
- KNOX, R. W. O'B., 1984. Nannoplankton zonation and the Palaeocene/Eocene boundary beds of NW Europe : an indirect correlation by means of volcanic ash layers. *Journal of the Geological Society, London*, 141 : 993-999.
- KRUTZSCH, W., 1967. Der Florenwechsel im Alttertiär Mitteleuropas auf grund von sporenpaläontologischen untersuchungen. *Abhandlungen des Zentralen Geologischen Instituts*, 10 : 17-37.
- KRYSHTOFOVICH, A., 1957. Paleobotanika. *Ed. Gostaptechisdat-Leningrad*.
- LAWAL, O. & MOULLADE, M., 1986. Palynological biostratigraphy of Cretaceous sediments in the Upper Benue, NE Nigeria. *Revue de Micropaléontologie*, 29, 1 : 61-83.
- LAWRENCE, S.R., MUNDAY, S. & BRAY, R., 2002. Regional geology and geophysics of the eastern Gulf of Guinea (Niger Delta to Rio Muni). *The Leading Edge*, 1112-1117.
- LEIDELMEYER, P., 1966. The Paleocene and the Lower Eocene Pollen Flora of Guyana. *Leidse geologische Mededelingen*, 38 : 49-70.
- LETOUZEY, R., 1968. Etude phytogéographique du Cameroun. *Ed. P. Lechevalier, Paris*. 511p.
- LIENGJARERN, M., COSTA, L. & DOWNIE, C., 1980. Dinoflagellate cysts from the Upper Eocene–Lower Oligocene of the Isle of Wight. *Palaeontology*, 23 : 475–499.
- LOGAR, J.F., 1983. WEC Afrique de l'ouest : Well Evaluation conference, 1983.
- LUCAS, F.A. & ISHIEKWENE, E., 2010a. Dinoflagellate cyst biozonation for late Cretaceous-Tertiary succession of GBEKEBO-1 well, Benin flank, Anambra basin, Nigeria. *World Journal of Applied Science and Technology*, 2, 2 : 289-295.

- LUCAS, F.A & ISHIEKWENE, E., 2010b. Miospore (pollen and spore) Biozonation Model for Late Cretaceous-Tertiary Succession of Gbekebo-1 well, Benin flank, Anambra Basin Nigeria. *World Journal of Applied Science and Technology*, 2, 2 : 303-308.
- MAGIONCALDA, R., DUPUIS, C., STEURBAUT, E., VAN SIMAEYS, S. & DE CONINCK, J., 2001. The Paleocene-Eocene CIE in continental organic carbon in the Paris Basin (Haute-Normandie). Climate and Biota of the Early Paleogene. International Meeting, Powell, Wyoming, USA. *Abstracts volume* : 61.
- MAGIONCALDA, R., DUPUIS, C. & STEURBAUT, E., 2001. Organic carbon isotopic changes ( $d^{13}C_{org}$ ) in lagoonal Paleocene/Eocene boundary settings in Northern Belgium. Climate and Biota of the Early Paleogene. International Meeting, Powell, Wyoming, USA., July 3-8, 2001. *Abstracts volume* : 60.
- MANUM, S.B., BOULTER, M.C., GUNNARSDOTTIR, H., RANGNES, K & SCHOLZE, A., 1989. Eocene to Miocene Palynology of the Norwegian Sea (ODP LEG 104). *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 104 : 611-662.
- MASURE, E., RAUSCHER, J., JEJAX, M., SCHULER, M. & FERRE, B., 1998. Cretaceous-Paleocene Palynology from the Côte d'Ivoire-Ghana Transform margin, sites 956, 960, 961 and 962. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 159 : 253-276.
- M'BORO, R., 1980. Le bassin de Pointe-Noire (Congo) du Sénonien supérieur au Néogène (Stratigraphie, Paléogéographie, Micropaléontologie). Thèse doctorale Université de Provence, Marseille, 355 p.
- MEYERS, J.B., ROSENDAHL, B.R., GROSCHEL-BECKER, H., AUSTIN, JR.J.A. & RONA, P.A., 1996. Deep penetrating MCS imaging of the rift-to drift transition, offshore Douala and North Gabon basins, West Africa. *Marine and Petroleum Geology*, 13, 7 : 791-835.
- MOHAMED, O. & EGGER, H., 2012. Palynological study around the Paleocene/Eocene boundary in the Unterberg section (Salzburg, Austria). *Geological Research, Abstracts*, 14 : 3191-1. EGU General Assembly, 2012.
- MOORKENS, T., STEURBAUT, E., JUSTON, D. & DUPUIS, C., 2000. The Knokke borehole of Northwestern Belgium re-analysed : New data on the Paleocene-Eocene transitional strata in the Southern North Sea Basin. *GFF*, 122 : 111-114.
- MORTON, A.C., BACKMAN, J. & HARLAND, R., 1983. A reassessment of the stratigraphy of DSDP Hole 117 A, Rockall Plateau : implications for the Paleocene-Eocene boundary in N.W. Europe. *Newsletters on Stratigraphy* 12, 2 : 104-111.
- MUDGE, D.C. & BUJAK, J.P., 1996a. An integrated stratigraphy for Paleocene and Eocene of the North Sea. From Knox, R.W.O'B., Corfiel, R.M. & Dunay, R.E.(eds), 1996, correlation of Early Paleogene in Northwest Europe, *Geological Society, Special Publication*, 101 : 91-113.
- MUDGE, D.C. & BUJAK, J.P., 1996b. Palaeocene biostratigraphy and sequence stratigraphy of the UK central North Sea. *Marine and Petroleum Geology*, 13, 3 : 295-312.
- MULLER, J., 1980. Palynological evidence for paleogene climatic changes. *Mémoires Museum national d'histoire naturelle* ns. B., 27 : 211-218.
- MULLER, J. ; DE DI GIACOMO, E., & VAN ERVE, A. W. 1987. A palynological zonation for the Cretaceous, Tertiary and Quaternary of Northern South America. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contribution Series*, 19, 7-76.
- NGUENE, F.R., TAMFU, S. LOULE, J.P. & NGASSA, C., 1992. Paleoenvironments of the Douala and Kribi-Campo Sub-Basins in Cameroon, West Africa. In : Curnelle, R. (ed) ; Géologie Africaine. *Bulletin du Centre de Recherche Exploration Production Elf-Aquitaine ; Memoire*13 :129-139.
- NJIKE NGAHA, P. R., 1984. Contribution à l'étude Géologique Stratigraphique et Structurale de la bordure du bassin Atlantique du Cameroun 130 p.
- NJIKE NGAHA, P.R., 2004. Palynostratigraphie et Reconstitution des Paléoenvironnements du Crétacé de l'Est du bassin Sédimentaire de Douala (Cameroun). *Thèse de doctorat d'Etat*, Université de Yaoundé I, 258 p.
- NØHR-HANSEN, H., 2003. Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Palaeogene strata from the Hellefisk-1, Ikermiut-1, Kangâmiut-1 Nukik-1, Nukik-2 and Qulleq-1 wells, offshore West Greenland. *Marine and Petroleum Geology*, 20 : 987-1016.
- NTAMAK-NIDA, M.J., BOURQUIN, S., MAKONG, J.-C., BAUDIN, F, MPESSE, J.E., NGOUEM, C.I., KOMHUEM, P.B. & ABOLO, G.M., 2010. Sedimentology and sequence stratigraphy from outcrops of the Kribi-Campo sub-basin : Lower Mundeck Formation (Lower Cretaceous, southern Cameroon). *Journal of African Earth Sciences*, 58 : 1-18.
- OBOH-IKUENOBE, F.E., YEPES, O. & GREGG, J.M., 1998. Palynostratigraphy, Palynofacies, and Thermal maturation of Cretaceous-Paleocene sediments from the Côte d'Ivoire-Ghana transform margin. *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific results*. 159 : 277-318.

- OGALA, J.E., OLA-BURAIMO, A.O., & AKAEGBOBI, I.M., 2009. Palynological and Palaeoenvironmental study of the Middle-Upper Maastrichtian Mamu Coal Facies in Anambra Basin, Nigeria. *World Applied Sciences Journal*, 7, 12 : 1566-1575.
- OLOTO, I. N., 1989. Maastrichtian dinoflagellate cyst assemblage from the Nkporo Shale on the Benin flank of the Niger Delta. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 57 : 173-186.
- OLOTO, I. N., 1990. Palynological assemblage from the Danian of southwest Nigeria. *Acta Palaeobotanica*, 30 : 23-30.
- OLOTO, I. N., 1992. Succession of palynomorphs from the Early Eocene of Gbekebo-1 well in SW Nigeria. *Journal of African Earth Sciences*, 15 : 441-452.
- ONUIGBO, E.N., ETU-EFEOTOR, J.O. & OKORO, A.U., 2012. Palynology, Paleoenvironment and Sequence Stratigraphy of the Campanian-Maastrichtian deposits in the Anambra Basin, Southeastern Nigeria. *European Journal of Scientific Research*, 78, 3 : 333-348.
- PARDO-TRUJILLO, A., JARAMILLO, C.A. & OBOH-IKUENOBE, F.E., 2003. Paleogene Palynostratigraphy of the Eastern middle Magdalena valley, Colombia. *Palynology* 27 : 155-178.
- PARDO TRUJILLO, A., 2004. Paleocene-Eocene palynology and palynofacies from Northeastern Colombia and Western Venezuela. *Ph.D. thesis*, 332 p.
- POMEROL, C., 1969. Limite Paléocène-Eocène : Mémoires du B.R.G.M., 69 : 447-449.
- POMEROL, C., 1977. La limite Paléocène-Eocène en Europe occidentale. *C.R. sommaires de la Société géologique de France*, 4 : 199-202.
- POVILAUŠKAS, L., BARREDA, V. MARENSSI, S., 2008. Polen y esporas de la Formación La Irene (Maastrichtiano), sudoeste de la provincial de Santa Cruz, Argentina : primeros resultados. *Geobios* 41 : 819-831.
- POWELL, A. J., 1988. A modified dinoflagellate cyst biozonation for latest Paleocene and earliest Eocene sediments from the central North Sea. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 56, 3/4 : 322-344.
- POWELL, A. J., 1992. Dinoflagellate cysts of the tertiary system. In : A.J.A. Powell (ed.), stratigraphic index of dinoflagellate cysts. *British Micropaleontological Society Publication Series*, Chapman and Hall, London, 155-252.
- POWELL, A.J., BRINKHUIS, H. & BUJAK, J.P., 1996. Upper Paleocene-Lower Eocene dinoflagellate cyst sequence biostratigraphy of southeast England. *Geological Society, Special Publication*, 101 : 145-183.
- PROSS, J. & BRINKHUIS, H., 2005. Organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene ; a synopsis of concepts. *Paläontologisches Zeitschrift*, 79, 1 : 53-59.
- RADIONOVA, E.P., KHOKHLOVA, I.E., BENIAMOVSKII, V.N., SHCHERBININA, E.A., IAKOVLEVA, A.I. & SADCHIKOVA, T.A., 2001. Paleocene/Eocene transition in the northeastern Peri-Tethys area : Sokolovskii key section of the Turgay Passage (Kazakhstan). *Bulletin de la Société géologique de France*, 172, 2 : 245-256.
- RAYMER, J. D., 2010. Cretaceous/Paleogene boundary biostratigraphy and palynofacies of the Alo-1 well, southeastern Nigeria. Master of science in geology and geophysics, Missouri University of science and technology . 67p.
- REGALI, M. , UESUGUI, N. & SANTOS, A., 1974. Palinologia dos sedimentos Meso-Cenozoicos do Brasil : *Boletim Técnico da Petrobras*, 17 : 177-191.
- REGNOULT, J.M., 1986. Synthèse Géologique du Cameroun. Ministère des Mines et de l'Énergie, Yaoundé, 119 p.
- REYMENT, R.A., 1958. Some factors in the distribution of fossil, cephalopods : *Stockholm contributions in geology*, 1 :97-184.
- REYRE, D., 1964. Histoire géologique du bassin de Douala Elf Serepca D.E /S.GL.C. *Note interne*.
- REYRE, D., 1966. Particularités géologiques des bassins côtiers de l'Ouest-Africain. Essai de récapitulation. In « Bassins Sédimentaires du Littoral africain ». Symposium Littoral Atlantique (New, Delhi, 1964).
- ROBERTSON, S., 1992. The biostratigraphy and palaeoenvironments of seven wells from the Douala Basin, Cameroon. *Recherche Exploration Production Elf-Aquitaine*.
- RONCAGLIA, L. & CORRADINI, D., 1997. Correlation of key dinoflagellate events with calcareous nannoplakton and planktonic foraminiferal zones in the Solignano formation (Maastrichtian, Late Cretaceous), northern Apennines, Italy. *Review of Palaeobotany and Palynology* 97 : 177-1996.
- RÖHL, U., BRALOWER, T.J., NORRIS, R.D. & WEFER, G., 2000. New chronology for the late Paleocene thermal maximum and its environmental applications. *Geology*, 28 : 927-930.
- RULL, V., 1997. Sequence analysis of Western Venezuelan Cretaceous to Eocene Sediments using Palynology : Chrono-paleoenvironmental and paleovegetational approaches. *Palynology*, 21 : 79-90.

- RULL, V., 1999. Paleofloristic and palaeovegetational changes across the Paleocene/Eocene boundary in northern South America. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 107 : 83-95.
- RULL, V., 2001. A quantitative palynological record from the early Miocene of western Venezuela, with emphasis on mangroves. *Palynology*, 25 : 109-126.
- SALAMI, M. B., 1982. Palynological evidence of paleoenvironment of the Araromi Shale of Southwestern Nigeria. In de Porta, N. S. and Cervera, M. S., (eds.) ; *Acta del IV Simposio Palinologia*, 363-385.
- SALAMI, M.B., 1984. Three new sporomorph form genera from the late Cretaceous and Paleogene of southwestern Nigeria. *Grana* 23 : 163-166.
- SALAMI, M.B., 1985. Upper Senonian and Lower Tertiary pollen grains from the southern Nigerian sedimentary basin. *Revista Española de Micropaleontología*, 17, 1 : 5-26.
- SALAMI, M.B., 1988. Petrography and palynology of the Upper Maastrichtian Abeokuta formation of southwestern Nigeria. *Nigeria Journal of Science*, 22, 1-2 : 127-140.
- SALAMI, M.B., 1990. Palynomorph taxa from the "Lower Coal Measures" deposits (? Campanian-Maastrichtian) of Anambra Trough, Southwestern Nigeria. *Journal of African Earth Sciences*, 11, 1/2 : 135-150.
- SAH, S.C.D. & DUTTA, S.K., 1966. Palyno-stratigraphy of the sedimentary formations of Assam. I : Stratigraphical position of the Cherra Formation. *Palaeobotanist*, 15, 1-2 : 72-143.
- SALARD-CHEBODAEFF, M., 1976. Mise en évidence de l'Oligocène dans le bassin Sédimentaire côtier du Cameroun, d'après les données palynologiques. *Comptes Rendus de l'Académie des sciences*, 282 : 41-43.
- SALARD-CHEBODAEFF, M., 1977. Palynologie du bassin sédimentaire Littoral du Cameroun dans ses rapports avec la stratigraphie et la paléocologie. *Thèse de Doctorat d'Etat ès Sciences naturelles*. 262p.
- SALARD-CHEBODAEFF, M., 1978. Palynoflore Maestrichtienne et Tertiaire du bassin sédimentaire littoral du Cameroun, Pollen et spores. *Musée National d'Histoire Naturelle*, 215-260.
- SALARD-CHEBODAEFF, M., 1979. Palynologie Maestrichtienne et Tertiaire du Cameroun. Etude Qualitative et répartition verticale des principales espèces *Review of Palaeobotany and Palynology*, 365-388.
- SALARD-CHEBODAEFF, M., 1981. Palynologie Maestrichtienne et Tertiaire du Cameroun. Résultats Botaniques. *Review of Palaeobotany and Palynology*, 32 : 401-439.
- SALARD-CHEBODAEFF, M., 1990. Intertropical African palynostratigraphy from Cretaceous to Late Quaternary times. *Journal of African Earth Sciences*. 11, 1-2 : 1-24.
- SAMANT, B. & PHADTARE, N.R., 1997. Stratigraphic palynoflora of the early Eocene Rajpardi lignite, Gujarat and the lower age limit of the Tarkeswar Formation of South Cambay basin, India : *Palaeontographica* Abt. B, 245 : 1-108.
- SANTOS, D.B.D., GARCIA, M.J., SAAD, A. R. & BISTRICHI, C. A., 2010. Palinoestratigrafia DA Formação Itaquaquecetuba, bacia de São Paulo, Brasil. *Revista brasileira de paleontologia*, 13, 3 : 205-220.
- SAXENA R. K. & MISRA N. K., 1990. Palynological investigation of the Ratnagiri Beds of Sindhu Durg District, Maharashtra. *Palaeobotanist* 38 : 263-276.
- SCHIMPER, W.P., 1874. Paléontologie végétale ou La flore du monde primitif dans ses rapports avec les formations géologiques. VII : Epoque tertiaire, 1 : Période paléocène : 680-684. Ed. : J.B. Baillière et Fils, Paris.
- SCHRANK, E., 1987. Paleozoic and Mesozoic palynomorphs from northeast Africa (Egypt and Sudan) with special reference to late Cretaceous pollen and dinoflagellates. *Berliener, geowissenschaftliche Abhandlungen*, Reihe A, 75 : 249-310.
- SCHRANK, E., 1994. Nonmarine Cretaceous palynology of northern Kordofan, Sudan, with notes on fossil Salviniales (water ferns). *Geol Rundsch*, 83 : 773-786.
- SCHRANK, E., 1994a. Palynology of the Yasomma Formation in northern Somalia : a study of pollen, spore and associated phytoplankton from the late Cretaceous palmae Province. *Palaeontographica, Abteilung B* 231 : 63-112.
- SCHULER, M. & DOUBINGER, J., 1970. Observations palynologiques dans le Bassin D'Amarga (Colombie). *Pollen et Spores*, 12, 3 :429-450.
- SIMON PETROLEUM TECHNOLOGY (SPT), 1995. Petroleum Geology and Hydrocarbon Potential of the Douala Basin, Cameroon Unpubl. *Non-exclusive report*.
- SINHA, A., 1997. Systematics of carbon isotopic exchange among the ocean, atmosphere and terrestrial biosphere : implications for global stratigraphic correlation. PhD Thesis. University of Southern California, Los Angeles : 211p.

- SINHA, A., AUBRY, M.P., STOTT, L., THIRY, M. & BERGRENN, W.A., 1996. Chemostratigraphy of the « Lower » Sparnacian deposits (Argiles plastiques bariolées) of the Paris Basin. *In* : AUBRY, M.P. & BENJAMINI, C. (eds) : Paleocene/Eocene boundary events in space and time. *Israel Journal of Earth Sciences*, 44 : 223-237.
- SLIMANI, H., LOUWYE, S. & TOUFIQ, A., 2010. Dinoflagellates Cysts from the Cretaceous-Paleogene boundary at Ouled Haddou, southeastern Rif, Morocco : Biostratigraphy, paleoenvironments and paleobiogeography. *Palynology*, 34, 1 : 90-12.
- SLUIJS, A., RÖHL, U., SCHOUTEN, S., BRUMSACK, H.J., SANGIORGI, F., SINNINGHE DAMSTE, J.S. & BRINKHUIS, H., 2008. Arctic Late Paleocene-Early Eocene paleoenvironments with special emphasis on the Paleocene-Eocene Thermal Maximum (Lomonosov Ridge, Integrated Ocean Drilling Program Expedition 302). *Paleoceanography*, 23 : PA1S11, 17 p.
- SLUIJS, A. & BRINKHUIS, H., 2009. A dynamic climate and ecosystem state during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum inferences from Dinoflagellate cyst assemblage at the New Jersey Shelf. *Biogeosciences Discuss*, 6 : 5163-5215.
- SNH, 2005. Synthèse sur le Bassin du Rio Del Rey et sur le bassin de Douala/Kribi-Campo. *Rapport interne* : 14 p.
- SOLÉ DE PORTA, N., 1961. Contribución a la Palinología del Terciario del norte de Colombia : *Boletín Geológico, Servicio geológico Nacional* (Bogota), VIII : 75-94.
- SOLÉ DE PORTA, N., CARLOS ALBERTO JARAMILLO, C.A., & MARTÍN-ALGARRA, A., 2007. Pan-tropical palynomorphs in the Eocene of the Malaguides (Betic Range, Southern Spain). *Revista Española de Micropaleontología*, 39, 3 : 189-204.
- SONG, Z., 1996. Early Tertiary Normapolles and related palynomorphs of China (II). *Taiwania*, 41, 3 : 215-243.
- SRIVASTAVA, S.K. & BINDA, P.L., 1991. Depositional History of the Early Eocene Shumaysi formation, Saudi Arabia. *Palynology*, 15 : 47-61.
- STEAD, D.T. & AWAD, M.Z., 2005. Palynological zonation of Cenozoic non-marine sediments, Muglad Basin, Sudan. *The Micropalaeontological Society*, 161-178.
- STEURBAUT, E., 1998. High resolution holostratigraphy of Middle Paleocene to Early Eocene strata in Belgium and adjacent areas. *Palaeontographica*, A, 247, 5-6 : 91-156.
- STEURBAUT, E., DE CONINCK, J., DUPUIS, C. & KING, C., 2000. Dinoflagellate cyst events and depositional history of the Paleocene/Eocene boundary in the Southern North Sea Basin. *GFF*, 122 : 154-155.
- STEURBAUT, E., MAGIONCALDA, R., DUPUIS, C., VAN SIMAEYS, S., ROCHE, E. & ROCHE, M., 2003. Palynology, palaeoenvironments and organic carbon isotope evolution in lagoonal-Eocene boundary settings in North Belgium. *Geological Society of America, Special Paper*, 369 : 291-317.
- STOTT, L.D., SINHA, A., THIRY, M., AUBRY, M.P. & BERGGREN, W.A., 1996. Global  $d^{13}C$  changes across the Paleocene-Eocene boundary : criteria for terrestrial-marine correlations. *In* : Knox, Corfield & Dunay (Eds) : Correlation of the Early Paleogene in Northwest Europe. *Geological Society, Special Publication*, 101 : 381-399.
- STOVER L.E., BRINKHUIS H., DAMASSA S.P., DE VERTEUIL, L., HELBY, R.J., MONTEIL E., PARTRIDGE A.D., POWELL A.J., RIDING J.B., SMELROR, M. & WILLIAMS, G.L., 1996. Mesozoic-Tertiary dinoflagellates, acritarchs and prasinophytes. *In* : Jansonius J. and McGregor D.C. (eds), *Palynology : principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation*, Dallas, Texas, 2 : 641-750.
- TAMFU, S.F., BATUPE, M., PAUKEN, R.J & BOATWRIGHT, D.C., 1995. Geological setting, stratigraphy and hydrocarbon habitat of the Douala Basin, Cameroon. *Am. Assoc. Petr. Geol. Bull.* 79, 13 : 95.
- THANIKAIMONI, G., CARATINI, C., VENKATACHALA, B.S., RAMANUJAM, C.G.K. & KAR, R.K. (eds.), 1984. Selected Tertiary angiosperm pollen from India and their relationship with African tertiary pollen. *Institut Français de Pondichery, travaux de la section scientifique et technique*, 19 : 1-93.
- THOMAS, J.E., 1996. The occurrence of the dinoflagellate cyst *Apectodinium* (Costa & Downie 1976) Lentin & Williams 1977 in the Moray and Montrose Groups (Danien to Thanetian) of UK central North sea. *The Geological Society*, London, Special Publications, 101 : 115-120.
- TRUJILLO, P.A., JARAMILLO, C.A. & OBOH-IKUENOBE, F.E., 2003. Paleogene Palynostratigraphy of the Eastern middle Magdalena valley, Colombia. *Palynology*, 27 (2003) : 155-178.
- UTESCHER, T. & MOSBRUGGER, V., 2007. Eocene vegetation pattern reconstructed from plant diversity : a global perspective. *Paleogeography, pleoclimatology, Palaeoecology*, 247 : 243-271.
- VAN DER HAMMEN, T., 1954. El desarrollo de la flora colombiana en los períodos geológicos Maestrichtiano hasta Terciario más inferior *Boletín Geológico*, 2, 1 : 49-106.



- VAN DER KAARS, W.A., 1983. A palynological-paleoecological study of the lower Tertiary coal-bed sequence from El Cerrejón (Colombia). *Geología Norandina*, 8 : 33-48.
- VAN HOEKEN-KLINKENBERG, P.M.J., 1966. Maastrichtian Paleocene and Eocene pollen and spores from Nigeria. *Leidse Geologische Mededelingen*, 38 : 37-48.
- WING, S.L., HARRINGTON, G.J., SMITH, F.A., BLOCH, J.I., BOYER, D.M. & FREEMAN, K.H., 2005. Transient floral change and rapid global warming at the Paleocene-Eocene boundary. *Science*, 310 : 993-996.
- WRIGHT, J.D. & SCHALLER, M.F., 2013. Evidence for a rapid release of carbon at the Paleocene-Eocene thermal maximum. [www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1309188110](http://www.pnas.org/cgi/doi/10.1073/pnas.1309188110).10p.
- YEPES, O., 2001. Maestrichtien-Danian Dinoflagellate cyst Biostratigraphy and Biogeography from two equatorial sections in Colombia and Venezuela. *Palynology*, 25 : 217-249.
- ZACHOS, J.C., WARA, M.W., BOHATY, S., DELANEY, M.L., PETRIZZO, M.R., BRILL, A., BRALOWER, T.J. & PREMOLI-SILVA, I., 2003. Paleoclimate : a transient rise in tropical sea surface temperature during the Paleocene-Eocene Thermal Maximum. *Science*, 302 : 1551-1553.
- ZETTER, R., HESSE, M. & FROSCH-RADIVO, A., 2001. Early Eocene zona-aperturate pollen grains of the *Proxapertites* type with affinity to Araceae : *Review of Palaeobotany and Palynology*, 117 : 267-279.

# **ANNEXES**

## LISTE DES FIGURES

**Figure. 1** Carte de localisation du Bassin de Douala/Kribi-Campo (SNH, 1995)

**Figure. 2** Paléogéographie de l'Atlantique sud (Crétacé-Tertiaire inférieur) d'après PLEOMAP Project [(C.R.Scotese (2001)]

**Figure. 3** Esquisse géologique du Bassin de Douala et situation des sondages d'après Ourcq 1955/ Salard-Cheboldaëff, 1981

**Figure. 4** Séquences étudiées dans les différents puits pétroliers du bassin de Douala (Description, SNH-Cameroun)

**Figure. 5** Distribution stratigraphique des espèces de dinoflagellés recensées dans la séquence de Moulongo

**Figure. 6** Distribution stratigraphique des espèces de dinoflagellés recensées dans les séquences de Mamiwater et Nord Matanda

**Figure. 7** Corrélations stratigraphiques entre les différentes séquences étudiées

**Figure. 8** Extension temporelle des principales espèces à caractère biostratigraphique de la Formation de Nkapa en référence à leur distribution dans divers bassins d'Afrique de l'Ouest.

**Figure. 9** Evolution environnementale déduite des ratios Dinoflagellés/Pollens et spores calculé ainsi que des données de la littérature relative à l'écologie des différentes espèces des dinokystes recensés.

**Figure.10** Grands ensembles floristiques du Paléocène et de l'Eocène inférieur W. KRUTZCH, 1967

**Figure 11** : Distribution stratigraphique des espèces de pollens et spores recensés dans la séquence de Moulongo.

**Figure 12** : Distribution stratigraphique des espèces de pollens et spores recensés dans la séquence de Mamiwater

**Figure 13** : Distribution stratigraphique des espèces de pollens et spores recensés dans la séquence de Nord Matanda

**Figure 14** : Distribution stratigraphique des espèces de pollens et spores recensées dans la séquence de Ngata

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau.1a** : Comptage dinoflagellés Moulongo  
**Tableau.1b** : Pourcentage dinoflagellés Moulongo  
**Tableau.2a** : Comptage dinoflagellés Mamiwater  
**Tableau.2b** : Pourcentage dinoflagellés Mamiwater  
**Tableau. 3a** : Comptage dinoflagellés Nord Matanda  
**Tableau.3b** : Pourcentage dinoflagellés Nord Matanda  
**Tableau. 4a** : Comptage dinoflagellés Ngata  
**Tableau.4b** : Pourcentage dinoflagellés Ngata  
**Tableau. 5a** : Comptage dinoflagellés Yatou  
**Tableau.5b** : Pourcentage dinoflagellés Yatou  
**Tableau. 6a** : Comptage dinoflagellés Pungo  
**Tableau.6b** : Pourcentage dinoflagellés Pungo  
**Tableau.Ia** : Comptage spores et pollens Moulongo  
**Tableau.Ib** : Pourcentage spores et pollens Moulongo  
**Tableau.IIa** : Comptage spores et pollens Mamiwater  
**Tableau.IIb** : Pourcentage spores et pollens Mamiwater  
**Tableau.IIIa** : Comptage spores et pollens Nord Matanda  
**Tableau.IIIb** : Pourcentage spores et pollens Nord Matanda  
**Tableau.IVa** : Comptage spores et pollens Ngata  
**Tableau.IVb** : Pourcentage spores et pollens Ngata  
**Tableau.Va** : Comptage spores et pollens Yatou  
**Tableau.Vb** : Pourcentage spores et pollens Yatou  
**Tableau.VIa** : Comptage spores et pollens Pungo  
**Tableau.VIb** : Pourcentage spores et pollens Pungo  
**Tableau.1** : Distribution des dinoflagellés dans les différentes séquences étudiées  
**Tableau. 2** : Tableau des âges définis dans les travaux antérieurs en Afrique de l’Ouest (Côte d’Ivoire, Ghana, Nigeria, Gabon) pour les espèces sélectionnées de la Formation de Nkapa  
**Tableau. 3** : Tableau des âges prédéfinis dans les travaux antérieurs en Afrique et dans d’autres régions du monde (Ghana, Nigeria, Pakistan, Tunisie, Maroc) des espèces sélectionnées de la Formation de Nkapa  
**Tableau. 4** : Relevé des taxons sporopolliniques inventoriés dans les six puits  
**Tableau. 5** : Distribution stratigraphique en Afrique de l’Ouest, en Amérique du Sud et en Inde des taxons sporopolliniques significatifs.  
**Tableau 6** : Classification, d’après Fensome et *al.* (1993) des Dinoflagellés trouvés dans la Formation de Nkapa dans le sous-bassin de Douala (Cameroun).  
**Tableau 7** : Biostratigraphie pollinique de la Formation de Nkapa

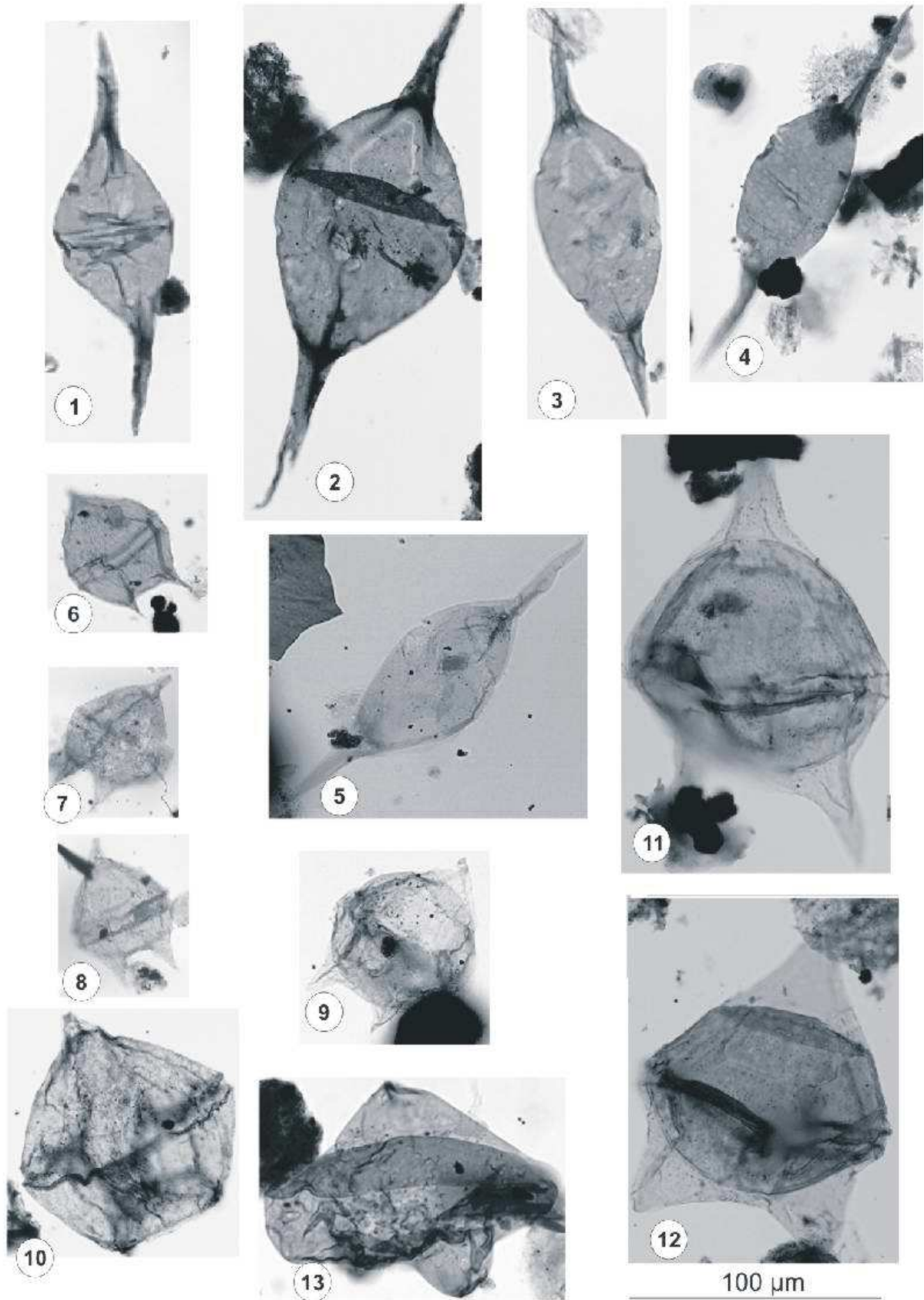


## **Planches**

## PLANCHE 1

1. *Andalusiella gabonensis* (Stover & Evitt) Wrenn & Hart 1988.
2. *Palaeocystodinium australinum* (Cookson 1965b) Lentin & Williams 1976.
- 3, 4, 5. *Palaeocystodinium golzowense* Alberti 1961.
- 6, 7, 8. *Senegalinium orei* (Jan Du Chene & Adediran 1985) Stover & Williams 1987.
9. *Senegalinium laevigatum* (Malloy) Bujak & Davies 1983.
10. *Senegalinium* sp.
- 11, 12. *Deflandrea* cf. *oebisfeldensis* (Vozzhennikova 1963) Lentin & Williams 1987.
13. *Phelodinium magnificum* (Stanley 1965) Stover & Evitt 1978.

PLANCHE 1

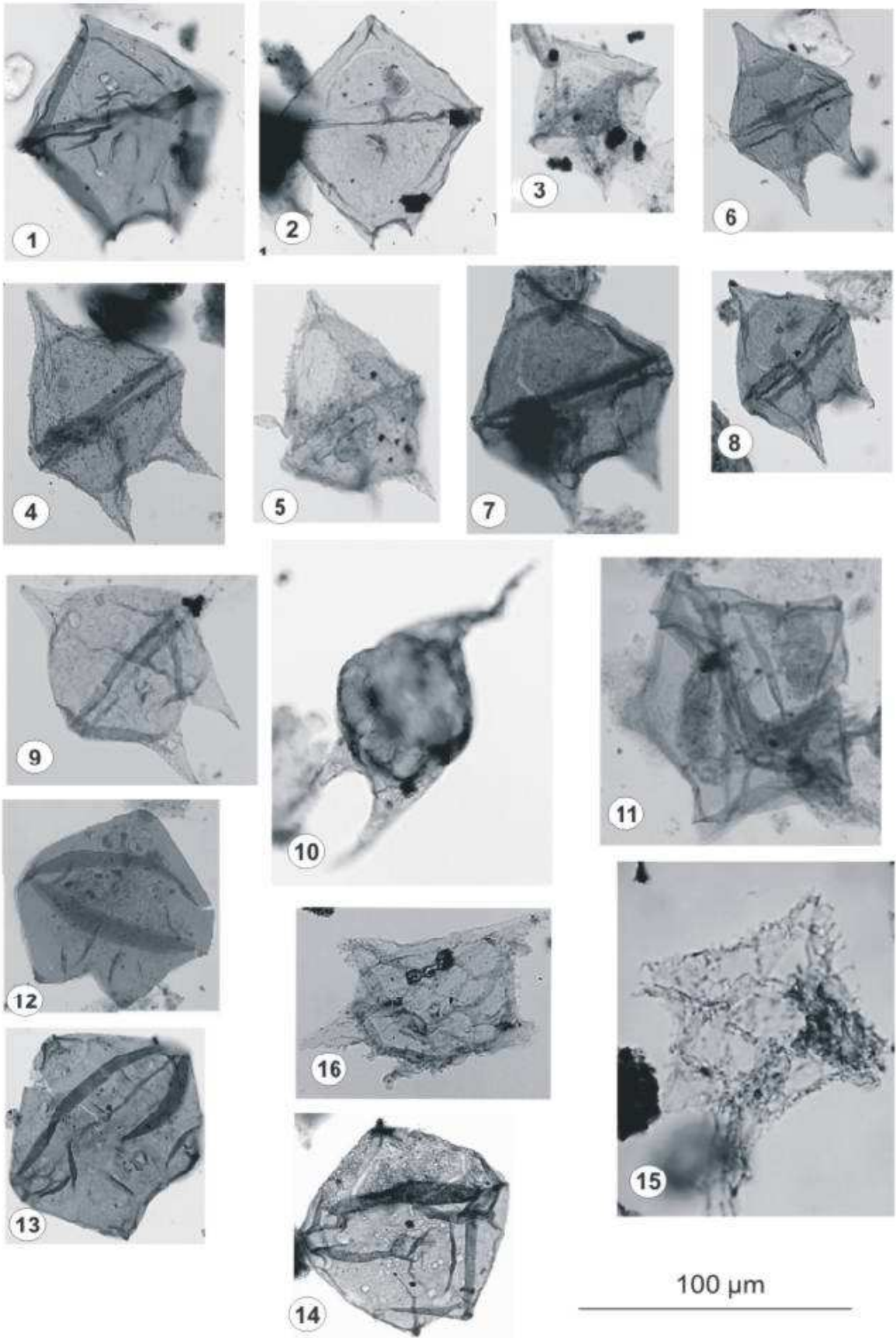




## PLANCHE 2

- 1, 2. *Phelodinium* cf. *magnificum* (Stanley 1965) Stover & Evitt 1978.
3. *Phelodinium* sp 2.
- 4, 5. *Deflandrea denticulata* Alberti 1959.
- 6, 7, 8. *Cerodinium wardenense* (Williams & Downie) Lentin & Williams 1987.
9. *Cerodinium boloniense* (Riegel) Lentin & Williams 1989.
10. *Cerodinium diebelii* (Alberti 1959) Lentin & Williams 1987.
11. *Lejeunecysta* cf. *beninensis* Biffi & Grignani 1983.
12. *Lejeunecysta* sp.
13. *Lejeunecysta hyalina* (Gerlach 1961) Artzner & Dörhöfer 1978  
emend. Sarjeant 1984.
14. *Lejeunecysta* cf. *lata* Biffi & Grignani 1983.
- 15, 16. *Wilsonidium nigeriaense* Jan Du Chêne & Adideran 1985.

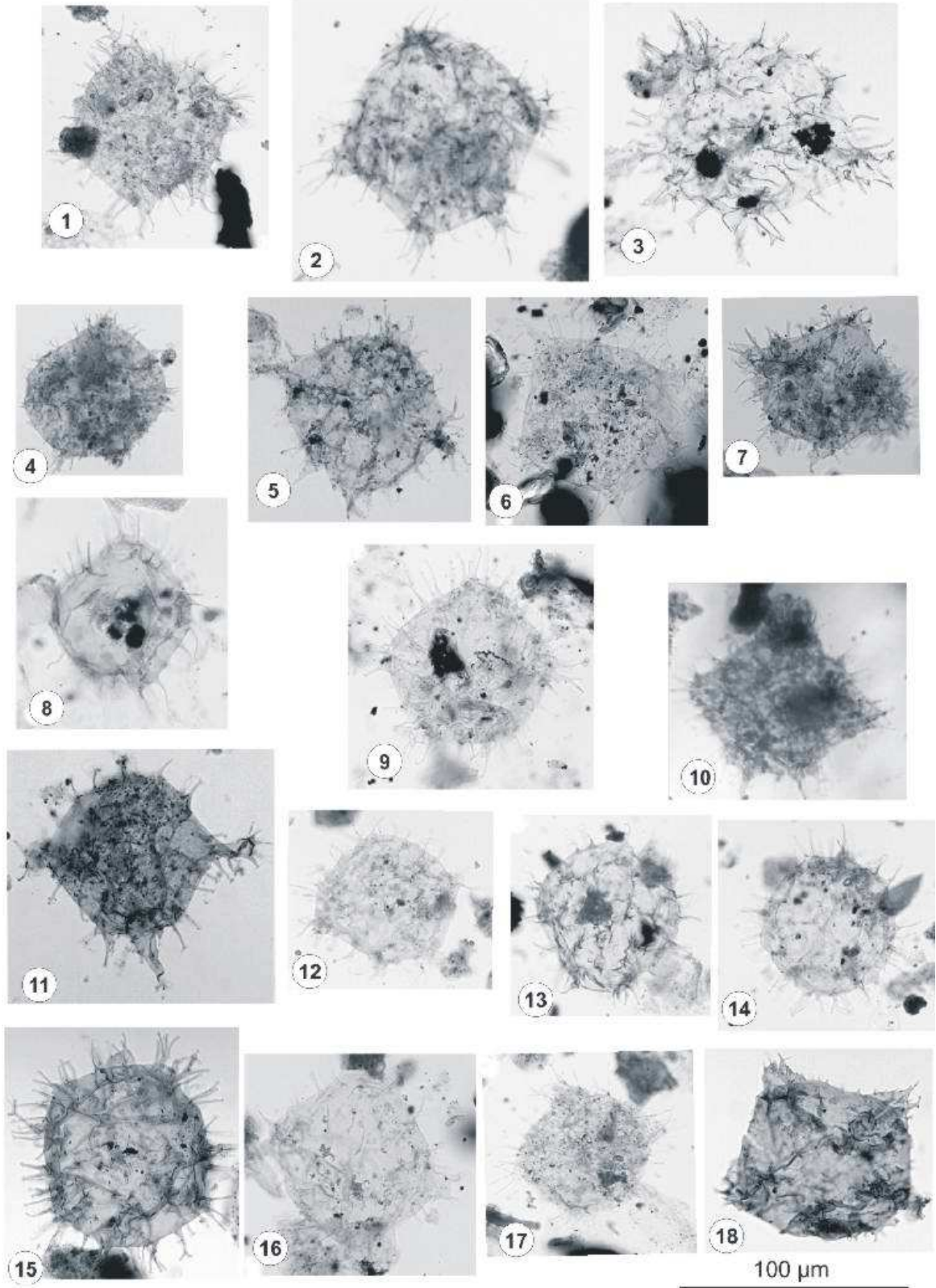
PLANCHE 2



### PLANCHE 3

- 1, 2, 3. *Apectodinium paniculatum* (Costa & Downie 1976) Lentin & Williams 1977.
- 4, 5, 6, *Apectodinium quinquelatum* (Williams & Downie 1966) Costa & Downie 1979.  
7, 8, 9, 10, 12.
11. *Apectodinium hyperacanthum* (Cookson & Eisenack, 1965) Lentin & Williams 1977.
- 13, *Apectodinium homomorphum* (Deflandre & Cookson 1955) Lentin & Williams 1977.  
14, 15.
- 16, 17. *Apectodinium* sp.
18. *Wetziella* sp.

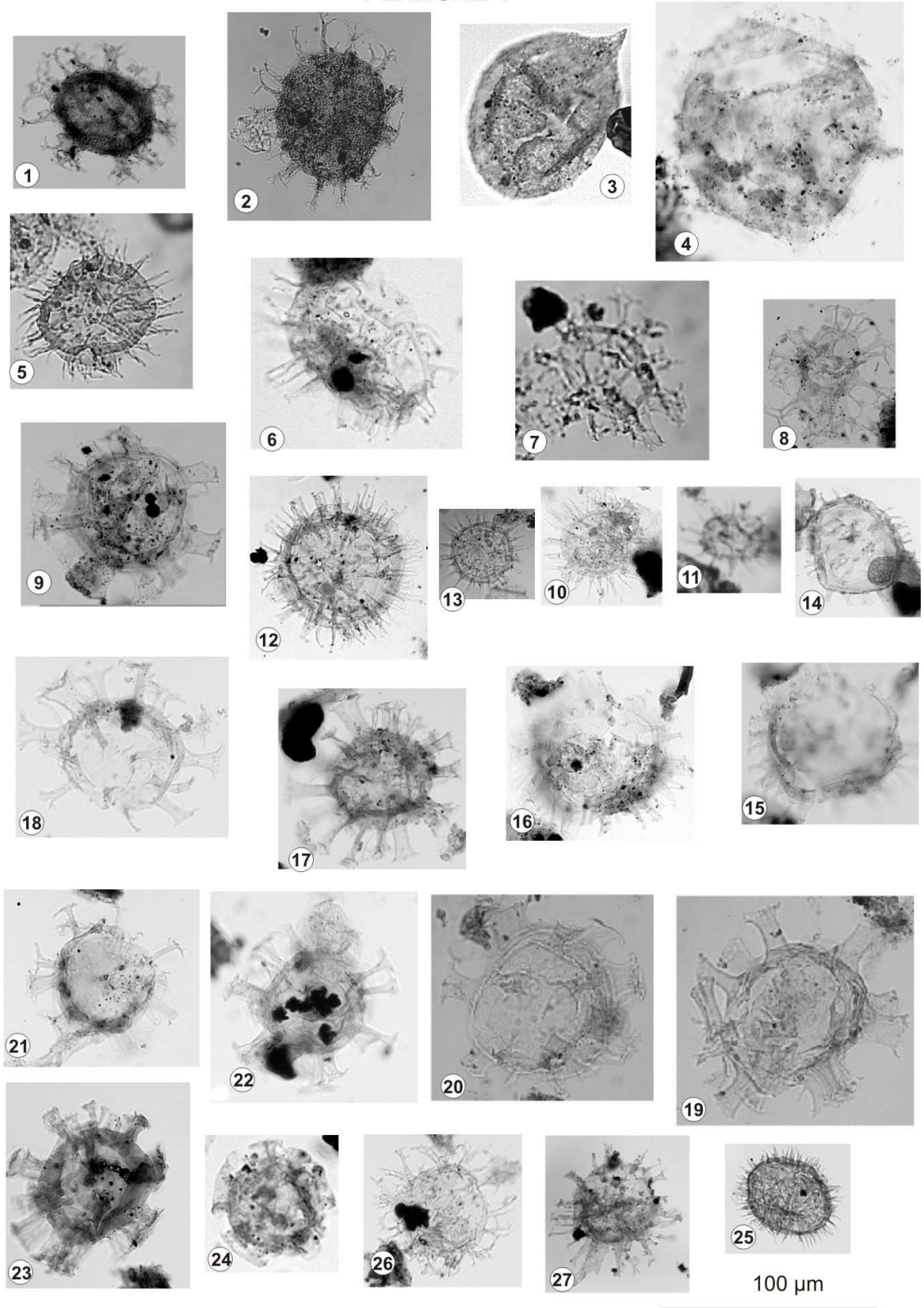
PLANCHE 3



## PLANCHE 4

- 1, 2. *Hafniasphaera septata* (Cookson & Eisenack 1967b) Hansen 1977
3. *Millioudodinium* sp.
4. *Kenleyia* sp.
- 5, 6. *Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre & Cookson 1955) Wall 1967.
7. *Spiniferites* cf. *ramosus* (Ehrenberg 1838) Loeblich 1966.
8. *Spiniferites* sp.
9. *Hystrichokolpoma rigaudiae* Deflandre & Cookson 1955.
10. *Diphyes spinulum* (Drugg 1970) Stover & Evitt 1978.
11. *Diphyes* cf. *spinulum* (Drugg 1970) Stover & Evitt 1978.
12. *Polysphaeridium subtile* Davey & Williams 1966 emend Bujak, Downie, Eaton & Williams 1980.
13. Acritarche
- 14, 15, 16. *Polysphaeridium zoharyi* Rossignol 1962.
- 17, 18, 19. *Homotryblium tenuispinosum* Davey & Williams 1966.
20. *Homotryblium abbreviatum* Eaton 1976
- 21, 22. *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg 1838) Davey & Williams 1966.
23. *Cordosphaeridium fibrospinosum* Davey & Williams 1966b.
24. *Cordosphaeridium* cf. *minimum* (Morgenroth 1966) Benedek 1972.
25. *Eocladopyxis peniculata* Morgenroth 1966.
26. *Achomosphaera* sp.
27. *Hystrichokolpoma unispinum* Williams & downie 1966a

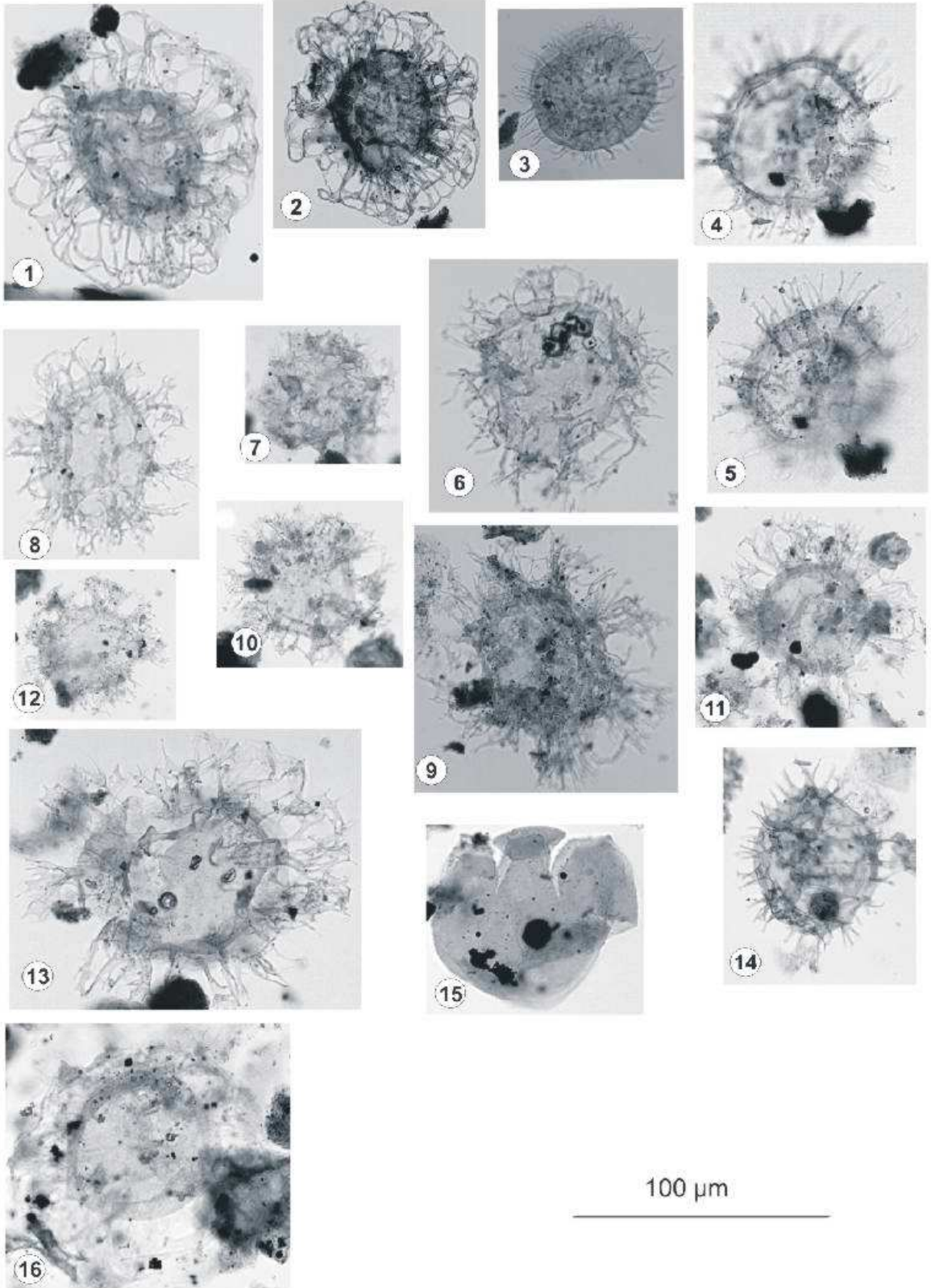
PLANCHE 4



## PLANCHE 5

- 1, 2. *Adnatosphaeridium multispinosum* Williams & Downie 1966c.
3. *Operculodinium* sp.
- 4, 5. *Dapsilidinium* sp.
- 6, 7, 8. *Areoligera coronata* (Wetzel 1933) Lejeune-Carpentier 1838.
7. *Areoligera* sp.
- 9, 10, 11, 12, 13. *Glaphyrocysta ordinata* (Williams & Downie 1966) Stover & Evitt 1978.
14. *Fibrocyta vectensis* (Eaton 1976) Stover & Evitt 1978.
15. *Kallosphaeridium yorubaense* Jan Du Chene & Adediran 1985.
16. *Thalassiphora patula* (Williams & Downie, 1966) Stover & Evitt 1978.

PLANCHE 5

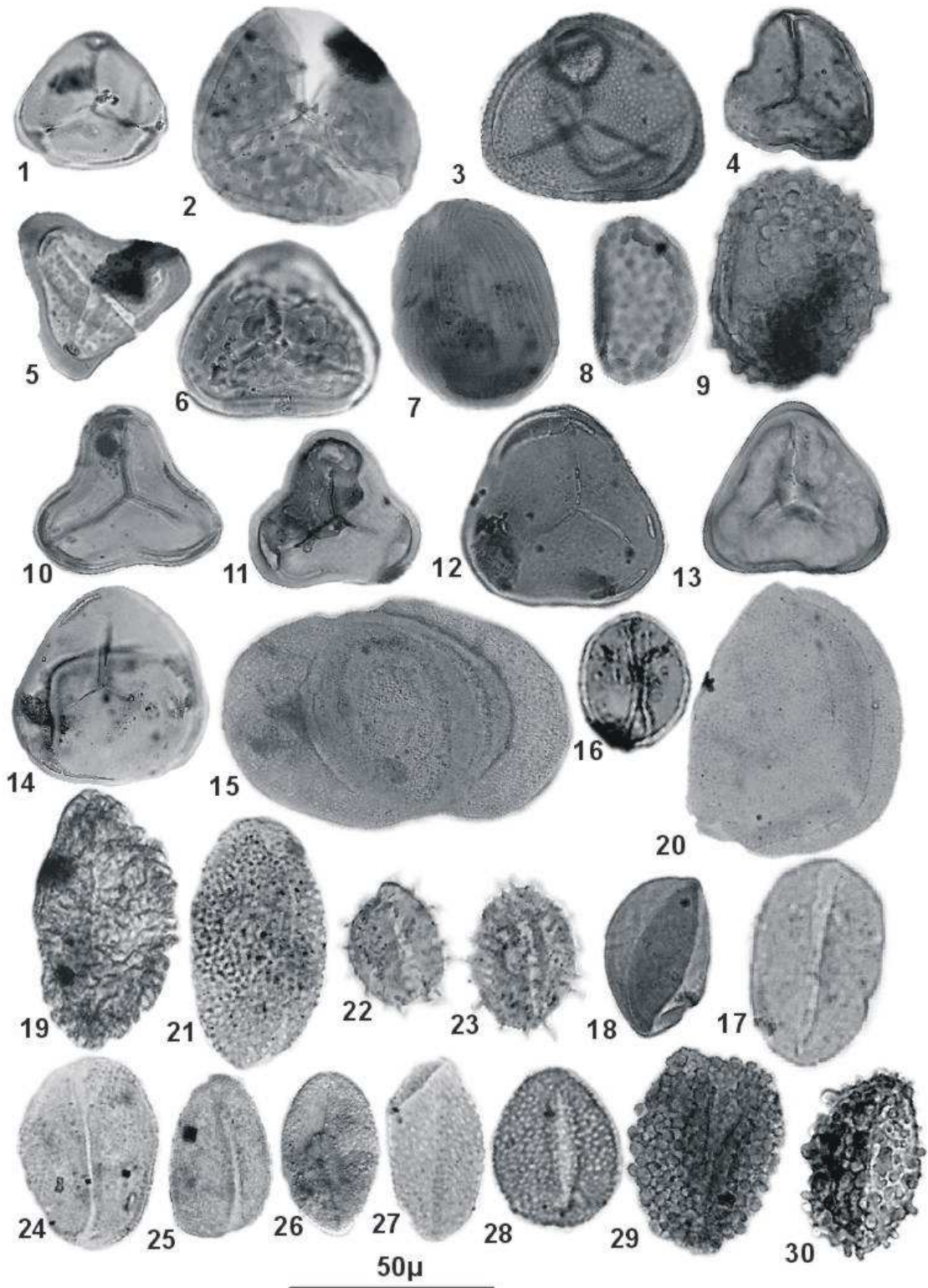




## PLANCHE 6

1. *Leiotriletes* sp. (30-35  $\mu\text{m}$ )
2. *Camarozonosporites* sp. (50-55  $\mu\text{m}$ )
3. *Foveotriletes margaritae* Germeraad, Hopping & Muller 1968 (48-50  $\mu\text{m}$ )
4. *Foveotriletes* sp. (33-35  $\mu\text{m}$ )
5. *Polypodiaceosporites simplex* Sah 1967 (35-40  $\mu\text{m}$ )
6. *Polypodiaceosporites* sp. (40-45  $\mu\text{m}$ )
7. *Cicatricosporites eocenicus* (Selling 1944) Jansonius & Hills 1976 (50-55  $\mu\text{m}$ )
8. *Verrucatosporites* sp. (38 x 24  $\mu\text{m}$ )
9. *Verrucatosporites usmensis* (Van der Hammen 1956) Germeraad, Hopping & Muller 1968 (53 x 40  $\mu\text{m}$ )
- 10.11. *Deltoidospora minor* (Couper) Pocock 1970 (35-38  $\mu\text{m}$ )
12. *Cyathidites minor* Couper 1953 (43-45  $\mu\text{m}$ )
13. *Cyathidites cogoensis* Sah 1967 (40-43  $\mu\text{m}$ )
14. *Psilatrilletes martinensis* Sarmiento 1992 (40-50  $\mu\text{m}$ )
15. *Pityosporites* sp. (90 x 60  $\mu\text{m}$ )
16. *Monocolpites marginatus* Van der Hammen 1954 (25 x 30  $\mu\text{m}$ )
17. *Psilamonocolpites medius* Van der Hammen & Garcia 1964 (50-55 x 30-35  $\mu\text{m}$ )
18. *Monocolpopollenites* sp. (40 x 25  $\mu\text{m}$ )
19. *Longapertites* sp. (63 x 35  $\mu\text{m}$ )
20. *Longapertites marginatus* Van Hoeken Klinkenberg 1964 (60 x 32  $\mu\text{m}$ )
21. *Longapertites vaneendenburgi* Germeraad, Hopping & Muller 1968 (65-70 x 50-60  $\mu\text{m}$ )
- 22.23. *Echimonocolpites protofranciscoi* Sarmiento 1992 (30 x 25  $\mu\text{m}$ )
- 24.25. *Retimonocolpites irregularis* Salard-Chebodaeff 1978 (45-40 x 35-25  $\mu\text{m}$ )
26. *Retimonocolpites longicolpatus* Lorente 1986 (35-25  $\mu\text{m}$ )
27. *Retimonocolpites* sp. (40 x 25  $\mu\text{m}$ )
28. *Retimonocolpites tertiarus* Gonzalez 1967 (30 x 20  $\mu\text{m}$ )
- 29.30. *Racemonocolpites facilis* Gonzalez 1967 (50-45 x 35-30  $\mu\text{m}$ )

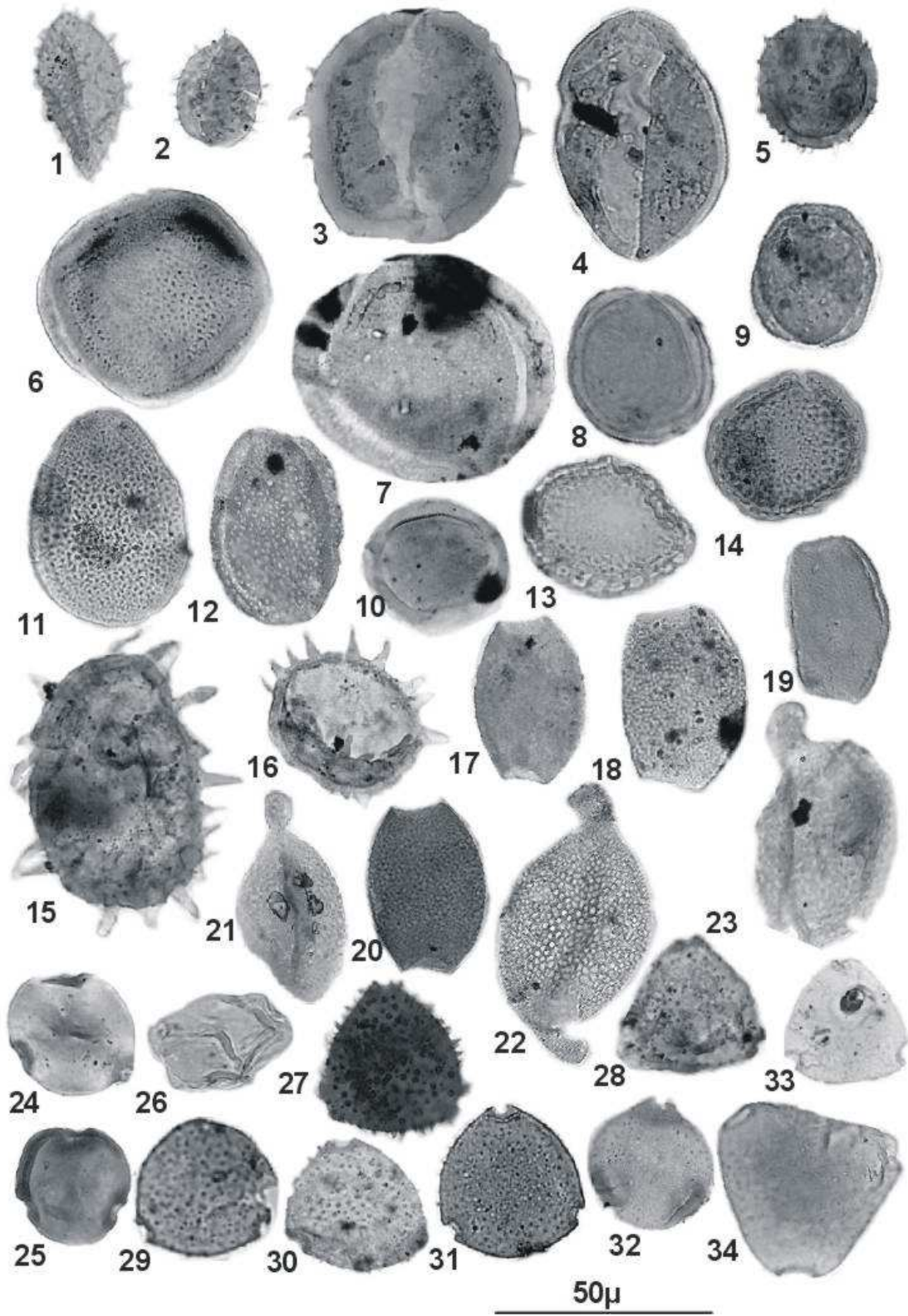
Planche 6



## PLANCHE 7

- 1.2. *Mauritiidites franciscoi* var *franciscoi* (Van der Hammen 1956) Van Hoeken Klinkenberg 1964 (40-30 x 25-20  $\mu\text{m}$ )
3. *Mauritiidites crassiexinus* Jan du Chêne, Onyike & Sowunmi 1978b (60 x 55  $\mu\text{m}$ )
4. *Echimonocolpites rarispinosus* (Sah & Dutta 1966) Salard-Cheboldaeff 1978 (60 x 40  $\mu\text{m}$ )
5. *Mauritiidites minimus* sp. nov. (25-20 x 40-30  $\mu\text{m}$ )
- 6.7. *Proxapertites operculatus* Van Der Hammen 1956 (50-60  $\mu\text{m}$ )
- 8.9.10. *Proxapertites psilatus* Sarmiento 1992 (35-30  $\mu\text{m}$ )
- 11.12. *Proxapertites cursus* Van Hoeken Klinkenberg 1966
- 13.14. *Inaperturopollenites* sp. (35-40  $\mu\text{m}$ )
15. *Spinizonocolpites baculatus* Muller 1968 (65-60 x 50-45  $\mu\text{m}$ )
16. *Spinizonocolpites echinatus* Muller 1968 (45-40  $\mu\text{m}$ )
- 17.18.19.20. *Retidiporites magdalenensis* Van der Hammen & Garcia 1966 (40-35 x 35-25  $\mu\text{m}$ )
- 21.22.23. *Pediculisporis reticularis* Belsky, Boltenhagen & Potonié 1965 (65-55 x 30-25  $\mu\text{m}$ )
- 24.25. *Cricotriporites guianensis* Leidelmeyer 1966 (30  $\mu\text{m}$ )
26. *Cricotriporites macroporus* Jaramillo & Dilcher 2001 (30-35  $\mu\text{m}$ )
27. *Echitriporites variabilis* Jaramillo & Dilcher 2001 (33-36  $\mu\text{m}$ )
- 28.29.30.31. *Echitriporites trianguliformis* Van Hoeken Klinkenberg 1964 (30-35  $\mu\text{m}$ )
32. *Bacutriporites orluensis* Jan du Chêne Onyike & Sowunmi 1978b (28-30  $\mu\text{m}$ )
33. *Scabratriporites annellus* Van Hoeken Klinkenberg 1964 (30  $\mu\text{m}$ )
34. *Scabratriporites* sp. (40  $\mu\text{m}$ )

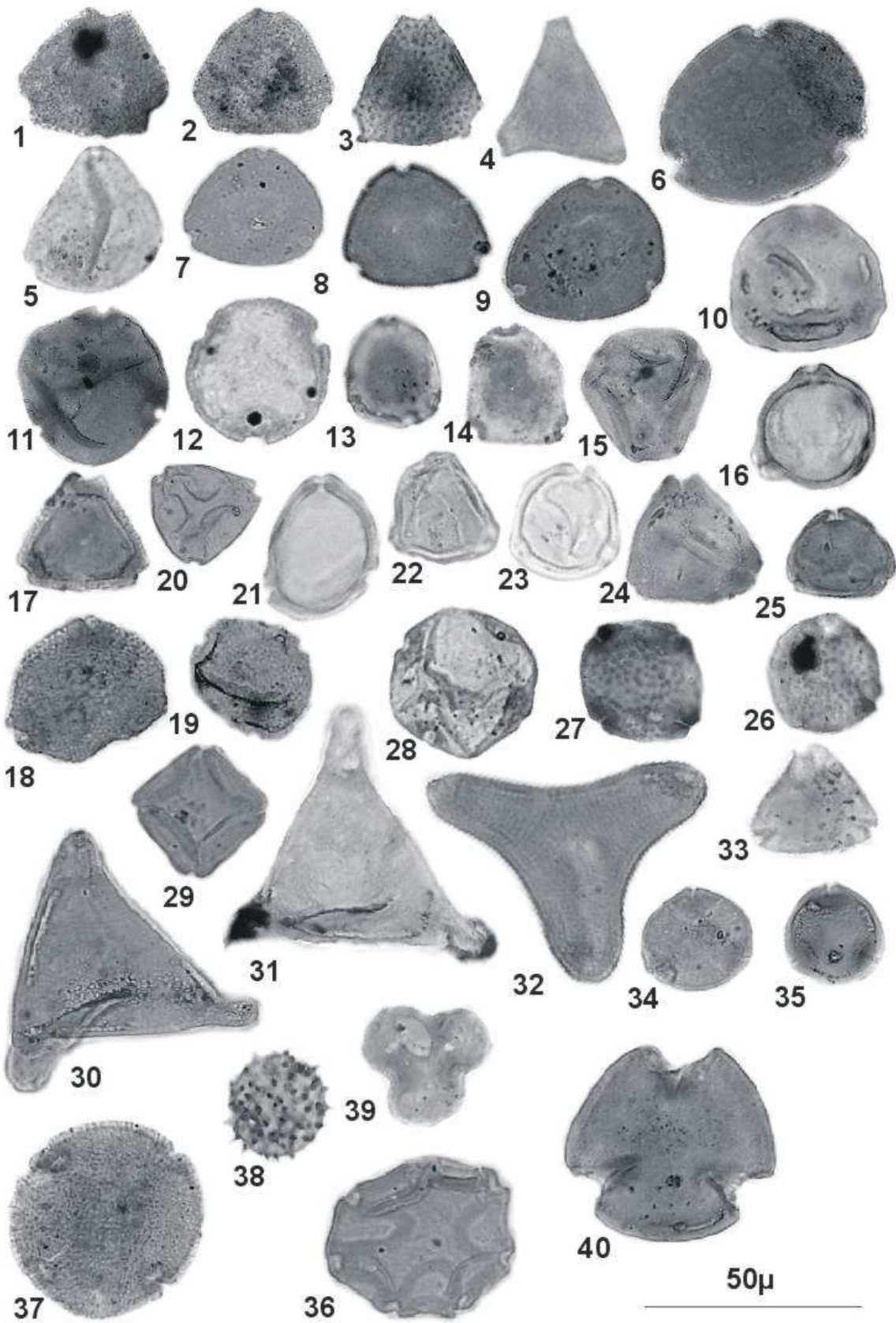
Planche 7



## PLANCHE 8

- 1.2. *Proteacidites pseudocooksonii* sp. nov. (29-32  $\mu\text{m}$ )
3. *Proteacidites dehanii* Germeraad, Hopping & Muller 1968 (25-30  $\mu\text{m}$ )
4. *Proteacidites miniporatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966 (28-32  $\mu\text{m}$ )
5. *Scabratrporites annellus* Van Hoeken Klinkenberg 1964 (24-23  $\mu\text{m}$ )
6. *Psilatrporites doualaensis* sp. nov. (45-50  $\mu\text{m}$ )
- 7.8. *Momipites eoaffricanus* sp. nov. (29-31  $\mu\text{m}$ )
9. *Momipites africanus* Van Hoeken Klinkenberg 1966 ( 35-40  $\mu\text{m}$ )
10. *Psilatrporites* sp. 1 (30-35  $\mu\text{m}$ )
11. *Psilatrporites* sp. 2 (32-36  $\mu\text{m}$ )
12. *Psilatrporites* sp. 3 (34-36  $\mu\text{m}$ )
- 13.14. *Psilatrporites* sp. 4 (20-25  $\mu\text{m}$ )
15. *Psilatrporites* sp. 5 (27-30  $\mu\text{m}$ )
16. *Psilatrporites* sp. 6 (30  $\mu\text{m}$ )
17. *Retitriporites spissoexinus* sp. nov. (30-32  $\mu\text{m}$ )
18. *Retitriporites boltenhagenii* Salard-Cheboldaeff 1978 (35-37  $\mu\text{m}$ )
19. *Retitriporites* sp. (32-33  $\mu\text{m}$ )
20. *Triatriopollenites* sp. 1 (23-25  $\mu\text{m}$ )
21. *Triatriopollenites* sp. 2 (27-32  $\mu\text{m}$ )
- 22.23. *Triatriopollenites* sp. 3 (25-30  $\mu\text{m}$ )
24. *Triatriopollenites* sp. 4 (30  $\mu\text{m}$ )
25. *Triatriopollenites* sp. 5 (21-23  $\mu\text{m}$ )
- 26.27. *Ulmipollenites undulosus* Wolff 1934 (30-35  $\mu\text{m}$ )
28. *Psilastephanoporites* sp. 1 (30-35  $\mu\text{m}$ )
29. *Psilastephanoporites* sp. 2 (28-30  $\mu\text{m}$ )
- 30.31. *Psilatrporites magnotriangulus* sp. nov. (54-56  $\mu\text{m}$ )
32. *Concavisubporites nkapaensis* sp. nov. (45-50  $\mu\text{m}$ )
33. *Psilabrevitricolpites* sp. 1 (25-28  $\mu\text{m}$ )
34. *Psilabrevitricolpites* sp. 2 (20-25  $\mu\text{m}$ )
35. *Psilabrevitricolpites* sp. 3 (20-25  $\mu\text{m}$ )
36. *Psilastephanoporites oculiporus* Pardo-Trujillo 2004 (35-40  $\mu\text{m}$ )
37. *Retistephanoporites minutiporus* Jaramillo & Dilcher 2001 (40-45  $\mu\text{m}$ )
38. *Echiperiporites* sp. (20-25  $\mu\text{m}$ )
39. *Anacolosidites* cf. *luteoides* Cookson & Pike 1954 (24-25  $\mu\text{m}$ )
40. *Psilatricolpites* sp.1 (45-50  $\mu\text{m}$ )

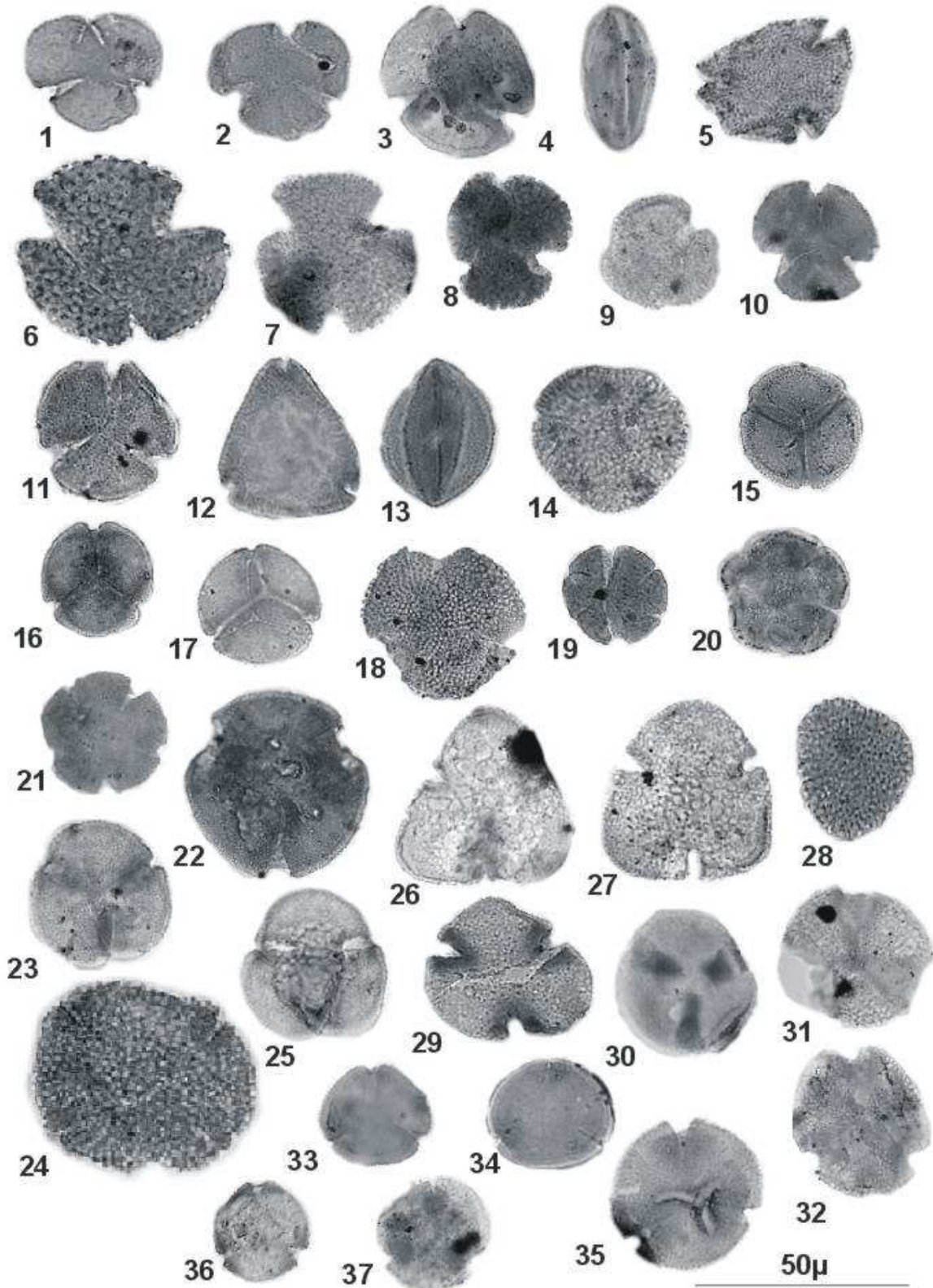
Planche 8



## PLANCHE 9

- 1.2. *Psilatricolpites* sp. 2 (25-30  $\mu\text{m}$ )
3. *Psilatricolpites* sp. 3 (30-35  $\mu\text{m}$ )
4. *Psilatricolpites* sp. 4 (32 x 20  $\mu\text{m}$ )
5. *Retitricolpites* sp. 1 (30-35  $\mu\text{m}$ )
6. *Crototricolpites protoannemariae* Jaramillo & Dilcher 2001 (40-50  $\mu\text{m}$ )
7. *Crototricolpites* cf. *protoannemariae* Jaramillo & Dilcher 2001 (35-40  $\mu\text{m}$ )
8. *Clavatricolpites densiclavatus* Jaramillo & Dilcher 2001 (25-28  $\mu\text{m}$ )
9. *Retitricolpites* sp. 2 (20-25  $\mu\text{m}$ )
10. *Retitricolpites* sp. 3 (25-30  $\mu\text{m}$ )
- 11.15.16. *Retitricolpites clarensis* Gonzalez 1967 (25-32  $\mu\text{m}$ )
- 17.
12. *Retibrevitricolpites triangulatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966 (35  $\mu\text{m}$ )
13. *Retitricolpites simplex* Gonzalez 1967 (35 x 25  $\mu\text{m}$ )
14. *Retitrescolpites baculatus* Jaramillo & Dilcher 2001 (33-35  $\mu\text{m}$ )
18. *Crototricolpites* cf. *densus* Salard-Cheboldaeff 1978 (30-35  $\mu\text{m}$ )
- 19.20.21. *Retistephanocolpites williamsi* Germeraad Hopping & Muller 1968 (25-30  $\mu\text{m}$ )
22. *Retitricolpites* cf. *retiaphelis* Leidelmeyer 1966
23. *Bombacacidites* sp. 1 (25-30  $\mu\text{m}$ )
24. *Bombacacidites* sp. 2 (40-50  $\mu\text{m}$ )
25. *Bombacacidites* sp. 3 (33-35  $\mu\text{m}$ )
26. *Bombacacidites* cf. *annae* (Van der Hammen 1954) Leidelmeyer 1966 (35-40  $\mu\text{m}$ )
27. *Bombacacidites* sp. 5 (30-35  $\mu\text{m}$ )
28. *Bombacacidites* sp. 4 (25-30  $\mu\text{m}$ )
29. *Bombacacidites ngosii* sp. nov. (35-40  $\mu\text{m}$ )
30. *Bombacacidites* sp. 6 (25-30  $\mu\text{m}$ )
31. *Margocolporites vanwijhei* Germeraad, Hopping & Muller 1968 (30-35  $\mu\text{m}$ )
32. *Margocolporites* sp. (28-30  $\mu\text{m}$ )
33. *Brevitricolporites eomolinae* sp. nov. (20-25  $\mu\text{m}$ )
34. *Psilabrevitricolporites* sp. (25-28  $\mu\text{m}$ )
35. *Lanagiopollis crassus* (Van der Hammen & Wijmstra 1964) Frederiksen 1988 (35  $\mu\text{m}$ )
- 36.37. *Brevitricolporites echinus* sp. nov. (23-25  $\mu\text{m}$ )

Planche 9

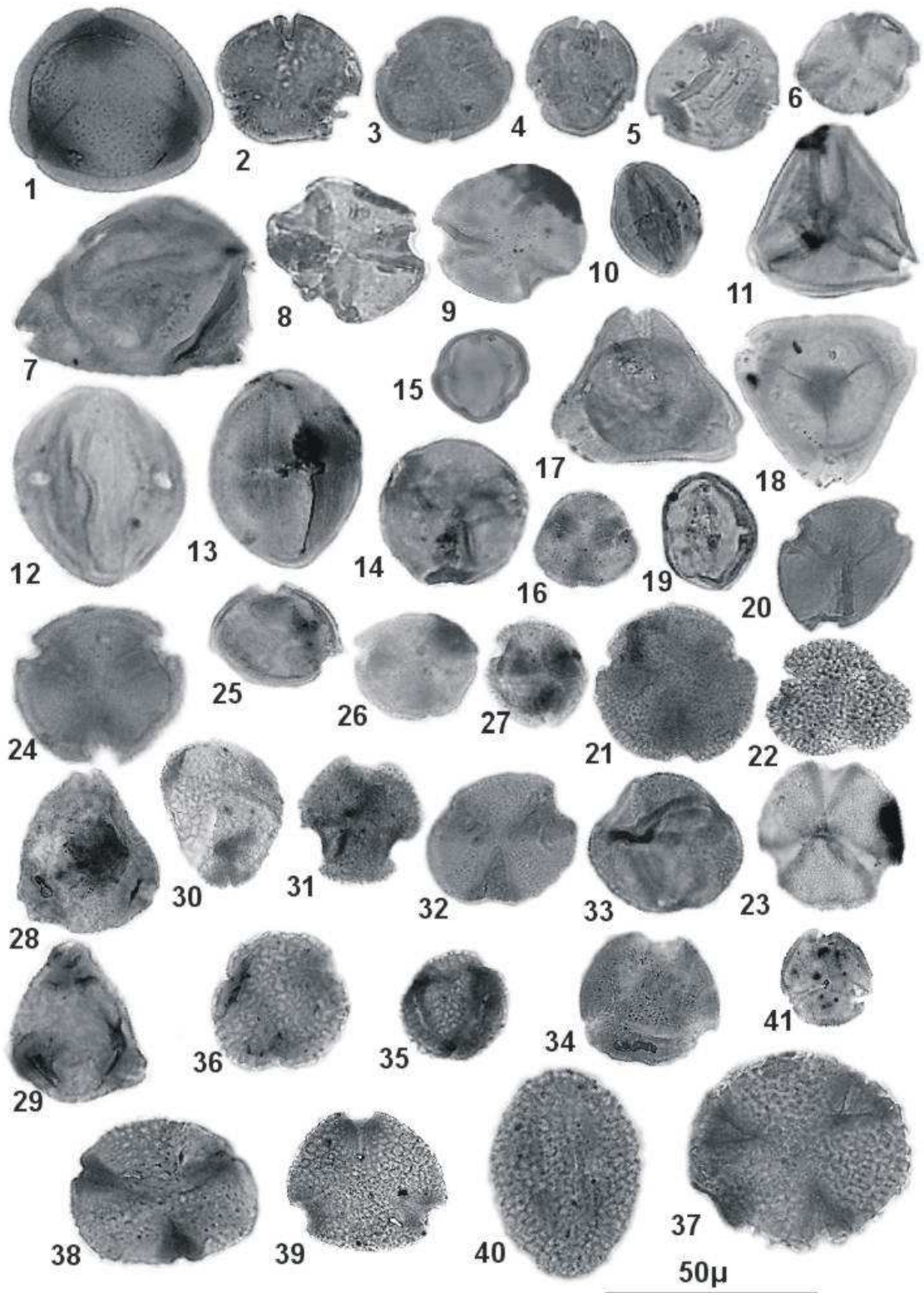




## Planche 10

1. *Psilatricolporites crassus* Van der Hammen & Wijmstra 1964 (45-50 $\mu$ )
- 2.3.4.5. *Psilatricolporites operculatus* Van der hammen & Wijmstra 1964 (25-30 $\mu$ )
6. *Psilatricolporites* sp. 1 (22-25 $\mu$ )
7. *Colombipollis tropicalis* Sarmiento 1992 (50-60 $\mu$ )
- 8.9. *Psilatricolporites* sp. 2 (33-35 $\mu$ )
10. *Psilatricolporites* sp. 3 (25 x 20 $\mu$ )
11. *Psilatricolporites* sp. 4 (35-38 $\mu$ )
12. *Psilatricolporites* sp. 5 (45 x 40 $\mu$ )
13. *Psilatricolporites* sp. 6 (45-35 x 35-30 $\mu$ )
14. *Psilatricolporites* sp. 7 (35-38 $\mu$ )
15. *Psilatricolporites* sp. 8 (20-22 $\mu$ )
16. *Psilatricolporites* sp. 9 (20-22 $\mu$ )
- 17.18. *Myrtacidites psilatus* Belsky, Boltenhagen & Potonié, 1965 (35-40 $\mu$ )
19. *Psilatricolporites* sp. 11 (25 x 20 $\mu$ )
20. *Siltaria mariposa* (Leidelmeyer 1966) Jaramillo & Dilcher 2001 (30-35 $\mu$ )
21. *Clavatricolporites* cf. *leticiae* Leidelmeyer 1966 (35-40 $\mu$ )
22. *Clavatricolporites leticiae* Leidelmeyer 1966 (27-30 $\mu$ )
23. *Retitricolporites* sp. 1 (30-35 $\mu$ )
24. *Retitricolporites crassicostatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966 *major* subsp. nov. (35- 40 $\mu$ )
- 25.26.27. *Retitricolporites crassicostatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966
28. *Retibrevitricolporites* cf. *protrudens* Legoux 1978 (35 $\mu$ )
29. *Retibrevitricolporites protrudens* Legoux 1978 (33-35 $\mu$ )
30. *Retibrevitricolporites* sp.
31. *Ilexpollenites* sp. (25-30 $\mu$ )
- 32.33.34. *Retitricolporites bessongii* sp. nov. (30-35 $\mu$ )
- 35.36. *Retitricolporites* sp. 2 (25-32 $\mu$ )
37. *Retitricolporites* sp. 3 (50-55 $\mu$ )
38. *Retitricolporites* sp. 4 (35-40 $\mu$ )
39. *Retitricolporites* sp. 5 (35 $\mu$ )
40. *Retitricolporites irregularis* Van der hammen & Wijmstra 1964 (50 x 35 $\mu$ )
41. *Retitricolporites* sp. 6 (1) (18-20 $\mu$ )

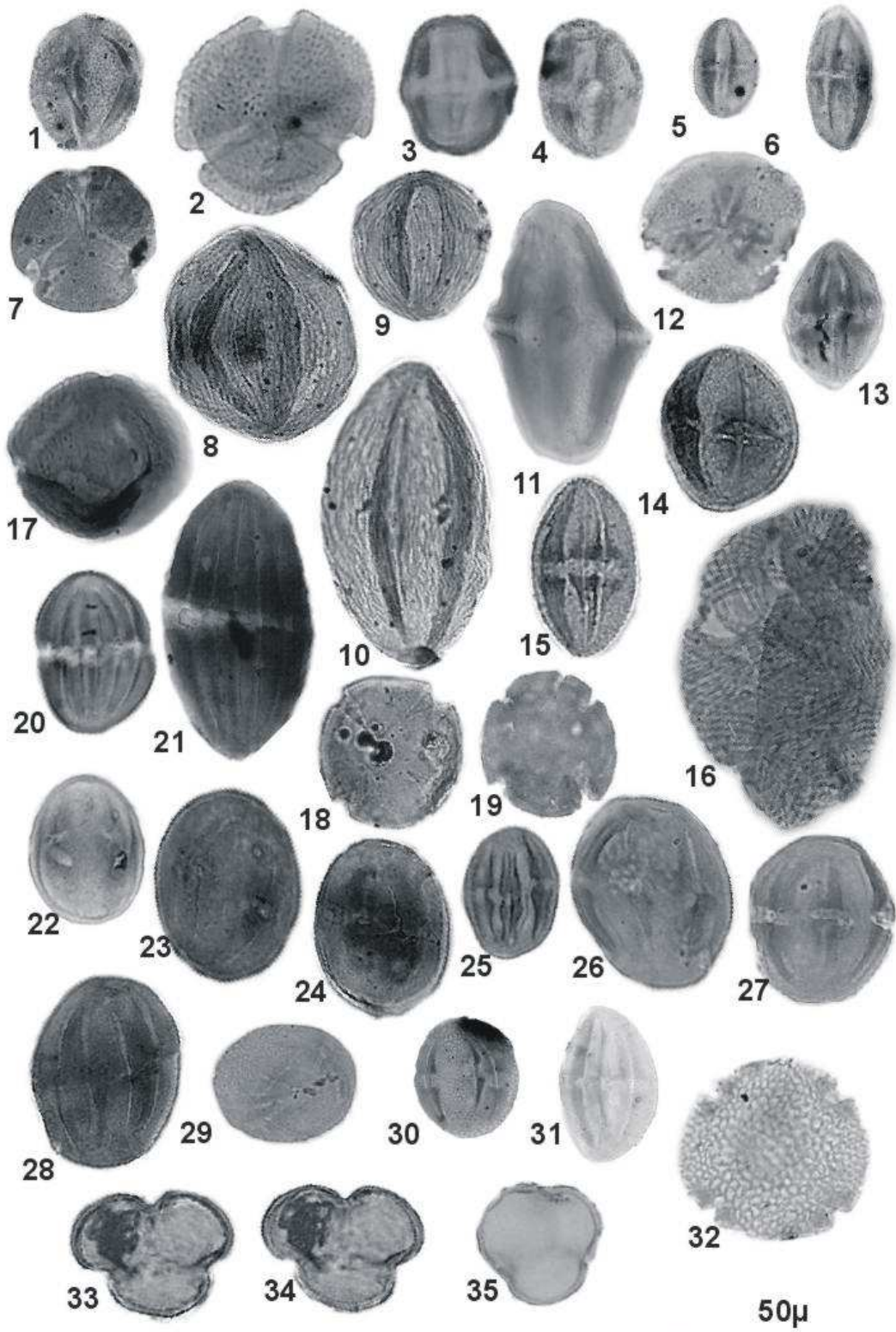
Planche 10



## PLANCHE 11

1. *Retitricolporites* sp. 6 (2) (25 x 20  $\mu\text{m}$ )
2. *Retitricolporites venezuelensis* Pardo, Jaramillo & Oboh-Ikuenobe 2003 (40-45  $\mu\text{m}$ )
3. *Retitricolporites* sp. 7 (28 x 25  $\mu\text{m}$ )
4. *Retitricolporites* cf. *hispidus* Van der Hammen & Wijmstra 1964 (30 x 25  $\mu\text{m}$ )
- 5.6. *Retitricolporites* sp. 8 (25-20 x 15-13  $\mu\text{m}$ )
7. *Retitricolporites* sp. 9 (28-30  $\mu\text{m}$ )
- 8.9.10. *Striatopollis bellus* Sah 1967 (35-60 x 30-40  $\mu\text{m}$ )
11. *Tricolporites microrugulatus* sp. nov. (60 x 35  $\mu\text{m}$ )
12. *Retitricolporites* sp. 10 (30-33  $\mu\text{m}$ )
13. *Striatricolporites fragilis* Salard-Cheboldaeff 1978 (30 x 20  $\mu\text{m}$ )
14. *Striatricolporites* sp. 1 (35 x 25  $\mu\text{m}$ )
15. *Striatricolporites* sp. 2 (33 x 20  $\mu\text{m}$ )
16. *Striatricolporites striatus* Sah & Kar 1970 (70 x 50  $\mu\text{m}$ )
17. *Striatricolporites* cf. *pimulis* Leidelmeyer 1966 (35-40  $\mu\text{m}$ )
18. *Tetracolporites quadratus* Sah 1967 (28-32  $\mu\text{m}$ )
19. *Tetracolporites pachyexinatus* Jaramillo & Dilcher 2001 (25-30  $\mu\text{m}$ )
- 20.21. *Psilastephanocolporites fissilis* Leidelmeyer 1966 (40-60 x 25-35  $\mu\text{m}$ )
- 22.23.24. *Psilastephanocolporites scabratus* Salard-Cheboldaeff 1978 (30-40 x 25-30  $\mu\text{m}$ )
25. *Psilastephanocolporites* sp. (25 x 20  $\mu\text{m}$ )
- 26.27. *Psilastephanocolporites salardiae* sp. nov. (35-45 x 30-35  $\mu\text{m}$ )
28. *Retistephanocolporites* sp. 1 (42 x 32  $\mu\text{m}$ )
29. *Retistephanocolporites* sp. 2 (30 x 25  $\mu\text{m}$ )
30. *Retistephanocolporites* sp. 3 (25 x 20  $\mu\text{m}$ )
31. *Retistephanocolporites* sp. 4 (30 x 20  $\mu\text{m}$ )
32. *Retistephanocolporites* sp. 5 (38-40  $\mu\text{m}$ )
- 33.34. *Syncolporites* sp. 1 (28-30  $\mu\text{m}$ )
35. *Syncolporites* sp. 2 (25  $\mu\text{m}$ )

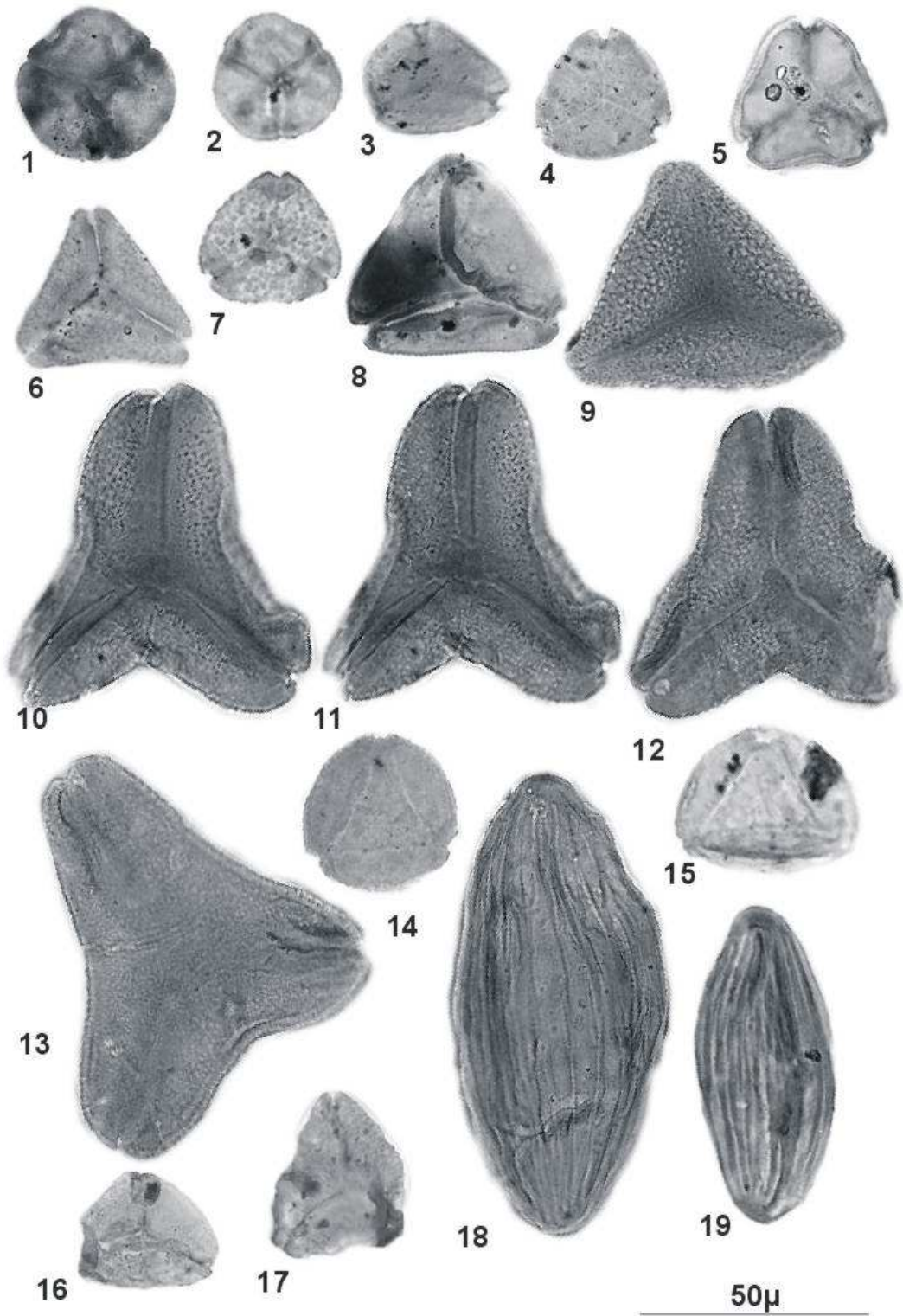
Planche 11



## PLANCHE 12

- 1.2. *Syncolporites marginatus* Sarmiento 1992 (25-30  $\mu\text{m}$ )
3. *Syncolporites* sp.3 (25-28  $\mu\text{m}$ )
4. *Syncolporites poricostatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966 (22-25  $\mu\text{m}$ )
5. *Syncolporites* sp. 4 (28-30  $\mu\text{m}$ )
6. *Syncolporites* sp. 5 (30-35  $\mu\text{m}$ )
7. *Syncolporites lisamae* Van der Hammen 1954 (25-28  $\mu\text{m}$ )
8. *Syncolporites* sp. 6 (35-40  $\mu\text{m}$ )
9. *Cupanieidites reticularis* Cookson et Pike 1954 (50-60  $\mu\text{m}$ )
- 10.11.12.13. *Syncolporites doualaensis* sp. nov. (55-70  $\mu\text{m}$ )
- 14.15. *Syncolporites* sp. 8 (35-40  $\mu\text{m}$ )
- 16.17. *Syncolporites* sp. 7 (25-35  $\mu\text{m}$ )
18. *Ephedripites* sp. (105 x 55  $\mu\text{m}$ )
19. *Ephedripites vanegensis* Van der Hammen & Garcia 1966 (60 x 30  $\mu\text{m}$ )

Planche 12



## LISTE DES KYSTES DE LA FORMATION DE NKAPA PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

*Achomosphaera* sp.  
*Adnatosphaeridium multispinosum* Williams and Downie 1966c  
*Adnatosphaeridium* sp.  
*Andalusiella gabonensis* (Stover and Evitt) Wrenn and Hart 1988  
*Andalusiella* sp.  
*Apectodinium homomorphum* (Deflandre and Cookson 1955) Lentin and Williams 1977  
*Apectodinium hyperacanthum* (Cookson and Eisenack 1965) Lentin and Williams 1977  
*Apectodinium paniculatum* Lentin and Williams 1977  
*Apectodinium parvum* (Alberti 1961) Lentin and Williams 1977  
*Apectodinium quinquelatum* (Williams and Downie 1966) Costa and Downie 1979  
*Apectodinium* sp.  
*Areoligera coronata* (O. Wetzel 1933) Lejeune-Carpentier 1938  
*Areoligera* sp.  
*Cerodinium boloniense* (Riegel 1974) Lentin and Williams 1989  
*Cerodinium diebelii* (Alberti 1959) Lentin and Williams 1987  
*Cerodinium* sp.  
*Cerodinium wardenense* (Williams and Downie 1966 c) Lentin and Williams 1987  
*Cleistosphaeridium* sp.  
*Cordosphaeridium* cf. *minimum* (Morgenroth 1966) Benedek 1972  
*Cordosphaeridium fibrospinosum* Davey and Williams 1966b  
*Cordosphaeridium* cf. *inodes* (Klump 1953) Eisenack 1963  
*Cordosphaeridium multispinosum* Davey and Williams 1966  
*Cordosphaeridium* sp.  
*Dapsilidinium* sp.  
*Deflandrea denticulata* Alberti 1959  
*Deflandrea* cf. *oebisfeldensis* Alberti 1959  
*Deflandrea* sp.  
*Diphyes* cf. *spinulum* (Drugg 1970) Stover and Evitt 1978.  
*Diphyes colligerum* (Deflandre and Cookson 1955) Cookson 1965  
*Diphyes spinulum* (Drugg 1970) Stover and Evitt 1978  
*Eocladopyxis peniculata* Morgenroth 1966  
*Fibrocysta bipolaris* (Cookson and Eisenack 1965) Stover and Evitt 1978  
*Fibrocysta* sp.  
*Fibrocysta vectensis* (Eaton 1976) Stover and Evitt 1978  
*Glaphyrocysta ordinata* (Williams and Downie 1966c) Stover and Evitt 1978  
*Glaphyrocysta* sp.  
*Hafniasphaera septata* (Cookson and Eisenack 1967b) Hansen 1977  
*Hafniasphaera* sp.  
*Homotryblium abbreviatum* Eaton 1976  
*Homotryblium* sp.  
*Homotryblium tenuispinosum* Davey and Williams 1966  
*Hystrichokolpoma rigaudiae* Deflandre and Cookson 1955  
*Hystrichokolpoma* sp.  
*Hystrichokolpoma unispinum* (Williams and Downie 1966) Bujak 1980  
*Hystrichosphaeridium* sp.  
*Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg 1838) Deflandre 1937

*Ifecysta pachyderma* Jan Du Chêne and Adediran 1985  
*Kallosphaeridium* sp.  
*Kallosphaeridium yorubaense* Jan Du Chêne and Adediran 1985  
*Kenleyia Pachycerata* Cookson and Eisenack 1965  
*Kenleyia* sp.  
*Lejeunecysta* cf. *beninensis* Biffi and Grignani 1983  
*Lejeunecysta* cf. *lata* Biffi and Grignani 1983  
*Lejeunecysta hyalina* (Gerlach 1961) Artzner and Dörhöfer 1978. emend. Sarjeant 1984  
*Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre and Cookson 1955) Wall 1967  
*Lingulodinium* sp.  
*Millioudodinium* sp.  
*Operculodinium* sp.  
*Palaeocystodinium australinum* (Cookson 1965) Lentin and Williams 1976  
*Palaeocystodinium golzowense* Alberti 1961  
*Palaeocystodinium* sp.  
*Phelodinium* cf. *magnificum* (Stanley 1965) Stover and Evitt 1978  
*Phelodinium magnificum* (Stanley 1965) Stover and Evitt 1978  
*Phelodinium* sp. 1  
*Phelodinium* sp. 2  
*Polysphaeridium* sp.  
*Polysphaeridium subtile* Davey and Williams 1966 emend. Bujack, Downie, Eaton and Williams  
1980  
*Polysphaeridium zoharyi* Rossignol 1962  
*Senegalinium laevigatum* (Malloy) Bujack and Davies 1983  
*Senegalinium orei* (Jan Du Chêne and Adediran 1985) Stover and Williams 1987  
*Senegalinium* sp.  
*Spiniferites* cf. *ramosus* (Ehrenberg 1838) Mantell 1854  
*Spiniferites* sp.  
*Thalassiphora patula* (Williams and Downie 1966) Stover and Evitt 1978  
*Thalassiphora* sp.  
*Wetziella* sp.  
*Wilsonidium nigeriaense* Jan Du Chêne and Adediran 1985



## LISTE DES SPORES ET POLLENS PRÉSENTS DANS LA FORMATION DE NKAPA

### Spores

*Camarazonosporites* sp.  
*Cicatricosporites eocenicus* (Selling 1944) Jansonius & Hills 1976  
*Cyathidites congoensis* Sah 1967  
*Cyathidites minor* Couper 1953  
*Deltoidospora minor* (Couper) Pocock, 1970  
*Foveotriletes margaritae* Germeraad, Hopping & Muller 1968  
*Foveotriletes* sp.  
*Leiotriletes* sp.  
*Polypodiaceosporites simplex* Sah 1967  
*Polypodiaceosporites* sp.  
*Psilatrilletes martinensis* Sarmiento 1992  
*Verrucatosporites* sp.  
*Verrucatosporites usmensis* (Van der Hammen 1956) Germeraad, Hopping & Muller 1968

### Grains des pollens

*Anacolosidites* cf. *luteoides* Cookson & Pike 1954  
*Bacutriporites orluensis* Jan du Chêne Onyike & Sownmi 1978b  
*Bombacacidites* cf. *annae* (Van der Hammen 1954) Leidelmeyer 1966  
*Bombacacidites* sp. 1  
*Bombacacidites* sp. 2  
*Bombacacidites* sp. 3  
*Bombacacidites* sp. 4  
*Bombacacidites* sp. 5  
*Bombacacidites* sp. 6  
*Bombacacidites ngosii*  
*Brevitricolporites echinus* sp. nov.  
*Brevitricolporites eomolinae* sp. nov.  
*Clavatricolpites densiclavatus* Jaramillo & Dilcher 2001  
*Clavatricolporites* cf. *leticiae* Leidelmeyer 1966  
*Clavatricolporites leticiae* Leidelmeyer 1966  
*Colombipollis tropicalis* Sarmiento 1992  
*Concavisubtriporites nkapaensis* sp. nov.  
*Corsinipollenites* sp.  
*Cricotriporites guianensis* Leidelmeyer 1966  
*Cricotriporites macroporus* Jaramillo & Dilcher 2001  
*Crototricolpites* cf. *protoannemariae* Jaramillo & Dilcher 2001  
*Crototricolpites* cf. *densus* Salard-Cheboldaeff 1978  
*Crototricolpites protoannemariae* Jaramillo & Dilcher 2001  
*Cupanieidites reticularis* Cookson & Pike 1954  
*Echimonocolpites protofranciscoi* Sarmiento 1992  
*Echimonocolpites rarispinosus* (Sah & Dutta 1966) Salard-Cheboldaeff 1978  
*Echiperiporites* sp.  
*Echitriporites trianguliformis* Van Hoeken Klinkenberg 1964

*Echitriporites variabilis* Jaramillo & Dilcher 2001  
*Ephedripites* sp.  
*Ephedripites vanegensis* Van der Hammen & Garcia 1966  
*Ilexpollenites* sp.  
*Inaperturopollenites* sp.  
*Lanagiopollis crassa* (Van der hammen & Wijmstra 1964) Frederiksen 1988  
*Longapertites marginatus* Van Hoeken Klinkenberg 1964  
*Longapertites* sp.  
*Longapertites vaneendenburgi* Germeraad, Hopping & Muller 1968  
*Margocolporites* sp.  
*Margocolporites vanwijhei* Germeraad, Hopping & Muller 1968  
*Mauritiidites crassiexinus* Jan du Chene, Onyike & Sowunmi 1978b  
*Mauritiidites franciscoi* var *fransiscoi* (Van der Hammen 1956) Van Hoenken Klinkenberg 1964  
*Mauritiidites minimus* sp. nov.  
*Momipites africanus* Van Hoeken Klinkenberg 1966  
*Momipites eoaffricanus* nsp.  
*Monocolpites marginatus* Van der Hammen 1954  
*Monocolpopollenites* sp.  
*Myrtacidites psilatus* Belsky, Boltenhagen & potonié 1965  
*Pediculisporis reticularis* Belsky, Boltenhagen & Potonié 1965  
*Pityosporites* sp.  
*Proteacidites dehaniai* Germeraad Hopping & Muller 1968  
*Proteacidites miniporatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966  
*Proteacidites pseudocooksonii* nsp.  
*Proxapertites cursus* Van Hoeken Klinkenberg 1966  
*Proxapertites operculatus* Van der Hammen 1956  
*Proxapertites psilatus* Sarmiento 1992  
*Psilabrevitricolpites* sp. 2  
*Psilabrevitricolpites* sp.1  
*Psilabrevitricolporites* sp.  
*Psilamonocolpites medius* (Van der Hammen 1956) Van der Hammen et Garcia 1965  
*Psilastephanocolporites fissilis* Leidelmeyer 1966  
*Psilastephanocolporites* sp.  
*Psilastephanocolporites salardiae* sp. nov.  
*Psilastephanocolporites scabratus* Salard-Cheboldaeff 1979  
*Psilastephanoporites* sp. 1  
*Psilastephanoporites* sp. 2  
*Psilastephanoporites oculiporus* Pardo-Trujillo 2004  
*Psilatricolpites* sp. 1  
*Psilatricolpites* sp. 2  
*Psilatricolpites* sp. 3  
*Psilatricolpites* sp.. 4  
*Psilatricolporites crassus* Van der Hammen & Wijmstra 1964  
*Psilatricolporites* sp. 1  
*Psilatricolporites* sp. 10  
*Psilatricolporites* sp. 2  
*Psilatricolporites* sp. 3  
*Psilatricolporites* sp. 4

*Psilatricolporites* sp. 5  
*Psilatricolporites* sp. 6  
*Psilatricolporites* sp. 7  
*Psilatricolporites* sp. 8  
*Psilatricolporites* sp. 9  
*Psilatricolporites operculatus* Van der Hammen & Wijmstra 1964  
*Psilatriporites doualaensis* sp. nov.  
*Psilatriporites* sp. 1  
*Psilatriporites* sp. 2  
*Psilatriporites* sp. 3  
*Psilatriporites* sp. 4  
*Psilatriporites* sp. 5  
*Psilatriporites* sp. 6  
*Psilatriporites magnotriangulus* sp. nov.  
*Racemonocolpites facilis* Gonzalez 1967  
*Retibrevitricolpites triangulatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966  
*Retibrevitricolporites* sp.  
*Retibrevitricolporites protrudens* Legoux 1978  
*Retidiporites magdalenensis* Van der Hammen & Garcia 1966  
*Retidiporites* Varma & Rawat 1963  
*Retimonocolpites irregularis* Salard-Cheboldaeff 1978  
*Retimonocolpites longicolpatus* Lorente 1986  
*Retimonocolpites* sp.  
*Retimonocolpites tertarius* Gonzalez 1967  
*Retistephanocolpites williamsi* Germeraad, Hopping & Muller 1968  
*Retistephanocolporites* sp. 2  
*Retistephanocolporites* sp. 1  
*Retistephanocolporites* sp. 3  
*Retistephanocolporites* sp. 4  
*Retistephanocolporites* sp. 5  
*Retistephanoporites minutiporus* Jaramillo & Dilcher 2001  
*Retitrescolpites baculatus* Jaramillo & Dilcher 2001  
*Retitricolpites* sp. 3  
*Retitricolpites* cf. *retiaphelis* Leidelmeyer 1966  
*Retitricolpites clarensis* Gonzalez-Guzman 1967  
*Retitricolpites* sp. 1  
*Retitricolpites* sp. 2  
*Retitricolpites simplex* Gonzalez 1967  
*Retitricolporites bessongii* sp. nov.  
*Retitricolporites* cf. *hispidus* Van der Hammen & Wijmstra 1964  
*Retitricolporites crassicostatus* Van de Hammen & Wijmstra 1964 *major* nsbsp.  
*Retitricolporites crassicostatus* Van der Hammen & Wijmstra 1964  
*Retitricolporites* sp. 1  
*Retitricolporites* sp. 2  
*Retitricolporites* sp. 3  
*Retitricolporites* sp. 4  
*Retitricolporites* sp. 5  
*Retitricolporites* sp. 6 (1)

*Retitricolporites* sp. 6 (2)  
*Retitricolporites* sp. 7  
*Retitricolporites* sp. 8  
*Retitricolporites* sp. 9  
*Retitricolporites irregularis* Van der hammen & Wijmstra 1964  
*Retitricolporites « venezuelensis »* Pardo, Jaramillo & Oboh-Ikuenobe 2003  
*Retitriporites boltenhagenii* Salard-Cheboldaeff 1978  
*Retitriporites* sp.  
*Retitriporites spissoexinus* sp. nov.  
*Scabratriporites annellus* Van Hoeken Klinkenberg 1964  
*Scabratriporites* sp.  
*Siltaria mariposa* (Leidelmeyer 1966) Jaramillo & Dilcher 2001  
*Spinizonocolpites baculatus* Muller 1968  
*Spinizonocolpites echinatus* Muller 1968  
*Striacolporites striatus* Sah & Kar 1970  
*Striatopollis bellus* Sah 1967  
*Striatricolporites* cf. *pimulis* Leidelmeyer 1966  
*Striatricolporites fragilis* Salard-Cheboldaeff 1979  
*Striatricolporites* sp. 1  
*Striatricolporites* sp. 2  
*Syncolporites doualaensis* sp. nov.  
*Syncolporites* sp. 5  
*Syncolporites* sp. 8  
*Syncolporites* sp. 1  
*Syncolporites* sp. 2  
*Syncolporites* sp. 3  
*Syncolporites* sp. 4  
*Syncolporites* sp. 6  
*Syncolporites* sp. 7  
*Syncolporites lisamae* Van der Hammen 1954  
*Syncolporites marginatus* Sarmiento 1992  
*Syncolporites poricostatus* Van Hoeken Klinkenberg 1966  
*Tetracolporites pachyexinatus* Jaramillo & Dilcher 2001  
*Tetracolporites quadratus* Sah 1967  
*Triatriopollenites* sp. 1  
*Triatriopollenites* sp. 2  
*Triatriopollenites* sp. 3  
*Triatriopollenites* sp. 4  
*Triatriopollenites* sp. 5  
*Tricolporites microrugulatus* Cookson 1947  
*Ulmipollenites undulosus* Wolff 1934

## **GLOSSAIRE DINOFLAGELLES**

**Acavate** : kyste avec une paroi monocouche

**Antapex** : aire située à l'extrémité postérieure de l'hypokyste.

**Antapical** : situé à l'antapex

**Apex** : aire située à l'extrémité antérieure de l'épikyste

**Apicale** : situé à l'apex

**Appendice** : synonyme de processus ou projections

**Archéopyle** : ouverture dans la paroi du kyste. Cette ouverture se trouve sur la partie antérieure au cingulum de la face ventrale de la cellule.

**Bicavate** : qualifie un kyste dont le périphragme et l'endophragme reste accolés dans la région du cingulaire.

**Chorate** : kyste possédant des processus ou projections dont la longueur est supérieure à 30% du diamètre du corps central.

**Cingulum** : sillon transversal ou équatorial où se trouve le flagelle transversal en forme de ruban qui encercle la cellule au niveau équatorial.

**Corne antapicale** : une ou deux cornes au bout de l'antapex.

**Corne apicale** : bosse apicale.

**Corps central** : terme utilisé pour désigner la partie du kyste supportant les processus.

**Épisome** : partie de la cellule antérieure au cingulum

**Épithèque** : synonyme d'épisome

**Gonale** : situé au point d'intersection des parasutures.

**Hyposome** : la partie postérieure (vers l'antapex) au cingulum.

**Hypothèque** : synonyme de hyposome.

**Périphragme** : couche la plus extérieure du kyste délimitant le perikyste.

**Précingulaire** : paraplaque du cingulum.

**Proximate** : kyste sans ornementation ou avec une ornementation dont la hauteur ne dépasse pas 10% du diamètre du corps central.

**Proximochorate** : kyste ornementé dont la hauteur des éléments ornementaux varie entre 10% et 30% du diamètre du corps central.

**Skolochorate** : kyste entièrement couvert de long processus