

N° d'ordre : 3317

THESE

En vue de l'obtention du : **DOCTORAT**

Centre de Recherche : Géophysique, Patrimoine Naturel et Chimie verte (GEOPAC)
Structure de Recherche : Laboratoire Géobiodiversité et Patrimoine Naturel (GEOBIO)
Discipline : Géologie
Spécialité : Géologie sédimentaire et Paléontologie

Présentée et soutenue le 22/07/2020 par :

Imane MAHBOUB

**Le Paléogène du Rif Externe oriental : Systématique des kystes de
dinoflagellés, biostratigraphie et Paléoenvironnements**

JURY

Abdelfattah TAHIRI	PES, Institut Scientifique, Université Mohammed V-Rabat	Président
Hamid SLIMANI	PES, Institut Scientifique, Université Mohammed V-Rabat	Directeur de Thèse
Abdelkabar TOUFIQ	PES, Faculté des Sciences, Université Chouaïb Doukkali-Eljadida	Rapporteur/Examineur
Lahcen ASEBRIY	PES, Institut Scientifique, Université Mohammed V-Rabat	Rapporteur/Examineur
Naima BACHIRI TOUFIQ	PES, Faculté des Sciences Ben M'Sik, Université Hassan II-Casablanca	Rapporteur/Examinatrice
Nadia BARHOUN	PES, Faculté des Sciences Ben M'Sik, Université Hassan II-Casablanca	Examinatrice

Année Universitaire : 2019/2020

Ce travail est dédié à l'âme de mon père

AVANT-PROPOS

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été effectués, sous la direction du Professeur **Hamid SLIMANI**, au Département des Sciences de la Terre de l'Institut scientifique, Université Mohammed V de Rabat : Laboratoire de Géo-Biodiversité et Patrimoine Naturel (GEOBIO), Centre de Recherche: Géophysique, Patrimoine Naturel et Chimie Verte (GEOPAC).

Je suis particulièrement très reconnaissante à Monsieur **Hamid SLIMANI**, Professeur à l'Institut Scientifique de Rabat, Spécialiste des kystes de dinoflagellés et Directeur de ma thèse, qui a accepté de m'inscrire au Doctorat et m'a intégrée dans son équipe de Palynologie. Il a dirigé cette thèse en m'accordant toute son attention. Il m'a toujours conseillé et accordé l'aide et le temps que je lui ai demandés. Qu'il en soit particulièrement remercié.

Je remercie vivement Monsieur **Abdelfattah TAHIRI**, Professeur à l'Institut Scientifique de Rabat et Directeur à la fois du Laboratoire de Géo-Biodiversité et Patrimoine Naturel et du Centre de Recherche: Géophysique, Patrimoine Naturel et Chimie Verte à l'Institut Scientifique, qui a accepté de présider mon Jury de Thèse.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à Monsieur **Abdelkadir TOUFIQ** Professeur à la Faculté des Sciences d'El Jadida, Université Chouaib Doukkali de nous avoir accompagnés lors de notre sortie sur le terrain. Il m'a aidée à obtenir les échantillons des trois coupes et mis à ma disposition sa documentation et ses connaissances. Je le remercie d'avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse.

Je remercie Monsieur **Lahcen ASEBRIY**, Professeur à l'Institut Scientifique de l'Université Mohammed V de Rabat, d'avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse.

Je remercie Mme **Naima BACHIRI**, Professeur à la Faculté des Sciences Ben M'sik de l'Université Hassan II de Casablanca d'avoir accepté d'être rapporteur de cette thèse.

Je remercie Mme **Nadia BARHOUN**, Professeur à la Faculté des Sciences Ben M'sik de l'Université Hassan II de Casablanca d'avoir accepté de faire partie du jury de ma thèse.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Monsieur **Mohammed RAJI**, Professeur et Chef du Département de Géologie à la Faculté des Science Ben M'sik de Casablanca et Professeur Madame **Naima BACHIRI** qui m'ont bien accueillie au sein du Laboratoire de

Géologie Appliquée, Géomatique et Environnement (LGAGE) pour réaliser une partie de la microscopie.

Je remercie vivement Mr **Hassan HADI**, Professeur à la Faculté des Science Ben M'sik de Casablanca de m'avoir orientée pour m'inscrire en thèse à l'Institut Scientifique de Rabat.

Je remercie **Iz-Eddine EL AMRANI EL HASSANI, Ahmed El HASSANI, Abdellali ELKHADIRI, Mohamed ACHAB** et Madame **Nadia MHAMMDI**, Professeurs au Département des Sciences de la Terre à l'Institut Scientifique de Rabat, qui m'ont réservée un accueil chaleureux au département et mis à ma disposition tous les moyens nécessaires à l'avancement de mes travaux de recherches.

Je remercie également tous mes amis et collègues de l'Institut Scientifique de Rabat et de la Faculté des Sciences Ben M'sik de Casablanca, pour leur soutien le long des années de préparation de cette thèse. Je pense particulièrement à **Abdelilah BELLIL** qui m'a initiée à la technique de la calcimétrie et aussi à Dr. **Koré Elysée GUEDE**, Dr. **Sara CHAKIR, Hassan Jbari** avec qui j'ai partagé les grands moments de l'observation au microscope. Je pense aussi aux discussions encourageantes et aux pauses plaisantes, partagées avec **Yacine BAZOURHI, Meryem EL BAYTAR, Laila ELKHOUMIRI, El Mehdi AZ, Hajer BENJILALI, Soufiane JALIL, Abdelilah LHEDAR, Abdelilah BELLIL, Dr Abdelhakim JILALI, Soumia ZEROUKI, Salem ELOUARITI, Dr. Grace BALAMBOULA, Dr Hicham SIMHAMDI, Dr. Hind ELHAIBI, Ichraq BOUHOUCHE, Soraya LAKHLOUFI, Mohamed El Habib HITAR, Dr Youness RIAME, Dr Fadoua ELYAHYAOU, ainsi que les familles MAHBOUB, ZAIDANE, AZ, RIAME, MAKHAME, DUILIJ.**

J'ai une pensée toute particulière pour les membres de ma famille, qui m'ont encouragée et soutenue durant les différentes étapes de la réalisation de cette étude. Je pense particulièrement à ma mère **Malika ZAIDANE**, à mes sœurs **Nora, Hanaa, Samia et Hiba**, à mon frère **Mohammed** à mon beau-frère **Adnane BENTAMY** et à mon neveu **Yahya BENTAMY**.

Je ne peux pas passer sans remercier mon père **Abderrahim MAHBOUB** et ma tante **Fatima MAHBOUB** qui nous ont quitté ça fait longtemps et qui m'avaient toujours encouragée et conseillée de ne jamais cesser les études.

RESUME

Les sédiments Paléocènes de l'Unité de Tsoul, Rif Externe oriental (Nord-Est du Maroc), ont fait l'objet des études lithostratigraphique et palynologique (systématique, palynostratigraphie, paléoenvironnements). L'étude palynologique, réalisées dans les coupes de Tsoul, Ben Attaya et M'karcha, a permis de dénombrer 20680 palynomorphes dont 229 espèces de kystes de dinoflagellés.

Les interprétations biostratigraphiques, fondées sur les événements marqueurs de kystes de dinoflagellés, a permis des précisions de l'âge (du Bartonien au Rupélien) de ces trois coupes, des corrélations biostratigraphiques à l'échelle de la région du Rif, de la Méditerranée et de l'Europe.

L'analyse palynologique quantitative, fondées essentiellement sur des groupes de dinoflagellés reconnus dans la littérature comme étant de bon indicateurs de paléoenvironnements et sur d'autres paramètres quantitatifs, a permis une reconstitutions des paléoenvironnements dans les trois coupes: un environnement néritique interne, généralement lagunaire indiqué par une dominance de *Homotryblum*, mais avec une faible productivité indiquée par une faible abondance des dinoflagellés hétérotrophes et sous un régime régressif pendant l'Eocène (Bartonien et Priabonien), suivi d'un environnement marin néritique intermédiaire plus ouvert, indiqué par une très faible présence ou absence de *Homotryblum* et une importante abondance des taxons de mer ouverte comme *Spiniferites*, *Oligosphaeridium* et *Eneadocysta*, mais sous un régime transgressif pendant l'Oligocène inférieur (Rupélien).

Mots-clefs: Paléogène, Palynologie, kystes de dinoflagellés, Rif, Maroc.

ABSTRACT

The Paleocene sediments of the Tsoul Unit, eastern External Rif (northeastern Morocco), have been the subject of lithostratigraphic and palynological studies (systematics, palynostratigraphy, paleoenvironments). The palynological study, carried out in the Tsoul, Ben Attaya and M'karcha sections, made it possible to count 20,680 palynomorphs, including 229 species of dinoflagellate cysts.

Biostratigraphic interpretations, based on the marker events of dinoflagellate cysts, allowed age precisions (from Bartonian to Rupelian) of these three sections, biostratigraphic correlations with other sections from the Rif region, the Mediterranean and Europe.

The quantitative palynological analysis, based essentially on dinoflagellate groups recognized in the literature as being good paleoenvironmental indicators and on other quantitative parameters, allowed a reconstruction of the paleoenvironments in the three sections: an internal neritic environment, generally lagoon indicated by a dominance of *Homotryblum*, but with low productivity indicated by a low abundance of heterotrophic dinoflagellates and under a regressive regime during the Eocene (Bartonian and Priabonian), followed by a more open intermediate neritic marine environment, indicated by a very low presence or absence of *Homotryblum* and a high abundance of open sea taxa like *Spiniferites*, *Oligosphaeridium* and *Eneadocysta*, but under a transgressive regime during the lower Oligocene (Rupelian).

Key Words: Paleogene, Palynology, dinoflagellate cysts, Rif, Morocco.

LISTE DES ABREVIATIONS

sp. = espèce spp. = toutes les espèces d'un genre sp. nov = espèce nouvelle comb. nov. = Combinaison nouvelle. subsp. = sous-espèce var. = Variante Pl. = Planche Fig. = Figure CaCO₃ = Carbonate de Calcium HCl = Acide Chlorhydrique CO₂ = Dioxyde de Carbone H₂O = Eau cm³ = Centimètre cube g = gramme S/D = rapport sporomorphes (spores et pollens)/dinokystes (dinokystes et acritarches) P/G = rapport peridinioides/gonyaulacoides IN/ON = rapport néritique interne/néritique externe TS = Echantillon de la coupe Tsoul BAT= Echantillon de la coupe Ben Attaya MK= Echantillon de la coupe M'karcha FO = Première occurrence LO = Dernière occurrence SO = présence ponctuelle	De l'apex vers l'antapex les plaques sont numérotés avec leur symbole Kofoïdien comme suit: (') = les séries apicales sur l'épikyste (a) = intercalaires antérieures (") = précingulaires sur l'épikyste (c) = les séries cingulaires sur le cingulum (''') = post cingulaires sur l'hypokyste (''') = antapicales sur l'hypokystes (P) = la plaque intercalaire postérieure sur l'hypokyste. (pr) = plaques préapicales (s) = Les plaques sulcales (ls) = plaque sulcale gauche (rs) = plaque sulcale droite (as) = plaque sulcale antérieure (ras) = plaque sulcale accessoire droite (ps) = plaque sulcale postérieure.
---	--

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Carte illustrant le contexte tectonique dans le domaine méditerranéen (Faccenna et al., 2014).....	5
Figure 2: Carte structural de la chaîne du Rif (modifiée d'après Negro et al., 2008).	6
Figure 3: Carte structurale des zones internes du Rif (modifiée d'après les cartes structurale et géologique du Rif au 1/500.000 (Suter, 1980).	7
Figure 4: Chronologie des événements stratigraphiques, métamorphiques et magmatiques enregistrés dans la Ceinture du Rif et les Cordillères Bétiques au cours du Paléogène (Chalouan et al., 2001).	11
Figure 5: Hypothèses alternatives pour l'orogénèse bético-rifaine, d'après Chalouan et Michard (2004). (A, B): (Chalouan et al., 2001). Dans ce scénario, le domaine Sebti-Alpujarride (future plaque inférieure) est initialement situé au nord du domaine Ghomaride-Malaguide (future plaque supérieure), puis pénètre dans une zone de subduction plongeant au sud. (C, D): Dans ce scénario, le complexe Sebti-Alpujarrides forme le sous-bassement des unités Dorsales qui se détachent sur les évaporites Carniennes et forment le prisme d'accrétion simultanément avec les unités de Flysch pendant la subduction Oligocène–Miocène de pendage nord....	17
Figure 6: (À gauche): diagramme de diversité spécifique des Dinoflagellés fossiles (Fensome et al. 1993). (À droite) : changements à long terme du niveau relatif de la mer, selon Haq et al. (1987). P: (au début du Tertiaire) = Paléocène; I = Éocène; O = Oligocène; M = Miocène; P (à la fin du Tertiaire) = Pliocène; S = supérieur; M = moyen; I = inférieur.	25
Figure 7: Morphologie générale d'une cellule de Dinoflagellés vivants (Fensome et al., 1993).	27
Figure 8: Représentation schématique de la thèque d'un dinoflagellé (Peridiniaceae) selon 4 points de vue. La numérotation des plaques utilisée est celle de KOFOID, adaptée depuis Dodge et al. (1982). Les plaques sont numérotées comme suit : apicales (‘), Intercalaires apicales (a), cingulaires (C), précingulaires (‘‘), post-cingulaires (‘‘‘), antapicales (‘‘‘‘).	28
Figure 9: Schéma du cycle biologique simplifié des dinoflagellés (Williams et al., 2000).	30

Figure 10 : Tabulation du kyste reflétant : (A) directement la tabulation de la thèque, (B) indirectement la tabulation de la thèque (Evitt, 1985).	32
Figure 11 : Différents types de cingulum (Bérard-Therriault et al., 1999).	33
Figure 12: Ornementation de surface ou projections, disposition et forme des projections chez les Peridiniens (Châteauneuf et Reyre, 1974). A. processus intratabulaires; B. processus tabulaires suturaux; C. processus non tabulaires.	34
Figure 14 : Forme générale des projections ou processus (Downie et Sarjeant, 1966).	35
Figure 15: Terminologie utilisée pour la description de l'extrémité distale des projections ou processus (Downie et Sarjeant, 1966).	35
Figure 16: Exemple de la morphologie et de l'arrangement des plaques d'un kyste de dinoflagellé selon le système de Kofoïd: A. vue ventrale. B. vue dorsale. C. vue apicale. D. vue antapicale. (Nezan et Chomerat, 2010).	37
Figure 17: Tabulation primaire du modèle primitif de Taylor d'après Evitt, 1985.	37
Figure 18: Nomenclature appliquée à l'archéopyle d'après sa position et le nombre de plaques composant l'opercule (Evitt, 1967 in Châteauneuf et Reyre, 1974). A. Archéopyle apical avec un opercule libre; B. Archéopyle nprécingulaire avec un opercule libre; C. Archéopyle intercalaire avec un opercule libre; D. Archéopyle intercalaire avec un opercule en place: E. Archéopyle apical avec un opercule attaché; F. Archéopyle combiné avec un opercule précingulaire libre et un opercule apical attaché.	38
Figure 19: Carte de localisation des coupes étudiées.	42
Figure 20: (A) Carte structurale simplifiée de la Chaîne de Rif, modifiée après Suter (1980) et Chalouan et al. (2001). (B) Carte structurale (1/500.000) de la zone d'étude, extrait modifié de la carte géologique Bab El Mrouj-Taza Nord (1/50.000) (Leblanc, 1967-1971). Les secteurs C, D et E dans la carte structurale (B) sont détaillés dans les trois figures suivantes.	43

Figure 24: Photo du calcimètre	46
Figure 25: Préparations palynologiques.....	48
Figure 26: Observation au microscope optique à lumière transmise.....	51
Figure 28: Modèle schématique de distribution des associassociations de dinokystes le long d'un transect proximal–distal au cours de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène inférieur en Italie central. Brinkhuis (1994) modifié par Sluijs et al. (2005).	53
Figure 29: Affinités paléoécologiques des groupes de dinokystes, genres et espèces dominants dans le Paléocène et Eocène. (Frieling et Sluijs, 2018).	54
Figure 30: Lithologie de la coupe Tsoul.	59
Figure 31: Lithologie de la coupe Ben Attaya.	60
Figure 32: Lithologie de la coupe M'karcha.	61
Figure 33: Répartition sectorielle des populations des différents groupes de palynomorphes identifiés dans la coupe de Tsoul.	63
Figure 34: Répartition sectorielle des populations des différents groupes de palynomorphes identifiés dans la coupe de Ben Attaya.....	66
Figure 35: Répartition sectorielle des populations des différents groupes de palynomorphes identifiés dans la coupe de M'karcha.....	72
Figure 38: Abondances relatives des groupes de kystes dinoflagellés, diversité spécifique, rapport péridinioïdes/les gonyaulacoïdes dinokystes (P/G), rapport sporomorphes (spores et pollens)/dinokystes (dinokystes et acritarches marins) (S/D), rapport dinokystes néritiques internes/dinokystes néritiques externes à océaniques (IN/ON), lithologie et teneur en CaCO₃ de la coupe M'karcha.....	80
Figure 40: Lithostratigraphie et bioévénements de dinokystes dans la coupe Ben Attaya, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc.	87
Figure 41: Lithostratigraphie et bioévénements de dinokystes dans la coupe M'karcha, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc.	91
Figure 42: Corrélations biostratigraphiques entre les coupes Tsoul (Mahboub et Slimani 2020), Ben Attaya (Mahboub et al., 2019) et	

M’karcha (Slimani et al., 2019); les événements de dinokystes en gras sont utilisés pour faire les corrélations biostratigraphiques. 106

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Distribution stratigraphique des taxons des kystes des dinoflagellés dans la coupe de Tsoul, Unité de Tsoul, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc. X: présence hors comptage.	64
Tableau 2: Distribution stratigraphique des taxons de kystes des dinoflagellés dans la coupe de Ben Attaya, Unité de Tsoul, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc. ML: Calcaire marneux; Marne détritique; GF: Grès fin; M.D: Marnes détritiques; M. le: Morozovella. lehneri; O. be: Orbulinoides beckmanni; M. crassat.: Morozovella crassata; G. seniinvolut.: Globigerinatheka seniinvoluta; G. i: Globigerinatheka index; P. naguewichiensis: Pseudohastigerina naguewichiensis, Acrit.: acritarches; F. foraminifères; Sp. spromorphes; X: présence hors comptage.	67
Tableau 3: Distribution stratigraphique des taxons des kystes de dinoflagellés dans la coupe de M'karcha, Unité de Tsoul, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc. C.Mx: Calcaires marneux; M: Marnes; C.M: Calcaires-Marnes; P: présence hors comptage.	70
Tableau 4: Groupes de dinokystes sélectionnés dans les coupes étudiées (Tsoul, Ben Attaya et M'karcha) et leurs interprétations paléoenvironnementales d'après de la littérature.	73
Tableau 5: Classification d'après Fensome et al. (1993), des dinoflagellés trouvés dans les coupes de Tsoul, Ben Attaya et M'karcha (Unité de Tsoul)	110

SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	II
RESUME.....	IV
ABSTRACT	V
LISTE DES ABREVIATIONS	f
LISTE DES FIGURES	g
LISTE DES TABLEAUX.....	k
INTRODUCTION	1
PARTIE I: GENERALITÉS.....	3
Chapitre I. Généralités sur la géologie de la chaîne rifaine.....	4
I. Cadre géographique	4
II. Cadre géologique et structural	5
1. Les Zones internes.....	7
2. les Nappes de Flyschs.....	9
3. Les Zones externes	10
III. Scénario de la formation de la chaîne du Rif	15
IV. L'Unité de Tsoul	16
1. Lithostratigraphie des unités de type « Tsoul ».....	16
2. Position et structure des unités allochtones de type « Tsoul »	21
3. Age de la mise en place des unités de type « Tsoul » (Leblanc, 1979)	22
Chapitre II : Généralité sur la Palynologie	23
I. Notions de Palynologie	23
1. Définition.....	23
2. Evolution des dinoflagellés.....	24
3. Un peu d'histoire.....	25

II. Les caractéristiques morphologiques des dinoflagellés vivants	27
III. Ecologie	30
IV. Intérêts d'étude des dinoflagellés.....	31
V. Morphologie générale.....	31
VI. Critères de détermination d'un kyste de dinoflagellé.....	32
1. Forme générale, cingulum, sulcus et dimension	33
2. Tabulation, forme des projections et tabulation	33
3. Archéopyle.....	37
4. Structure de la paroi	39
VII. Signification des principaux termes morphologiques utilisé dans la description des dinokystes.....	39
PARTIE II : MATERIEL ET METHODES.....	41
I. Matériel.....	42
1. Coupe de Tsoul	44
2. Coupe de Ben Attaya.....	44
3. Coupe de M'karcha	45
II. Méthodologie	46
1. Calcimétrie.....	46
2. Palynologie	48
2.1 Préparation des lames minces palynologiques	48
a. Echantillonnage et traitement physique	48
b. Attaque chimique	48
c. Montage des lames palynologiques	50
2.2 Observation au microscope	50
2.3 Environnement de dépôt	51
PARTIE III: RESULTATS.....	55
Chapitre I: Résultats	56

I. Etudes antérieures sur les kystes dinoflagellés de l'Eocène et de l'Oligocène dans les régions méditerranéennes et ailleurs	56
II. Résultat	58
1. Lithologie.....	58
2. Calcimétrie.....	62
2.1 Calcimétrie de la coupe Tsoul	62
2.2 Calcimétrie de la coupe Ben Attaya	62
2.3 Calcimétrie de la coupe M'karcha	63
3. Contenu palynologique.....	63
3.1 Coupe Tsoul	63
3.2 Coupe Ben Attaya.....	66
3.3 Coupe M'karcha	69
4. Analyse quantitative	72
4.1 Coupe Tsoul	72
4.2 Coupe Ben Attaya.....	77
4.3 Coupe M'karcha	77
Chapitre II: Interprétations des résultats	81
I. Biostratigraphie	81
1. Coupe Tsoul.....	81
2. Coupe Ben Attaya	84
3. Coupe M'karcha.....	87
II. Paléoenvironnement	92
1. Coupe Tsoul.....	92
2. Coupe Ben Attaya	95
3. Coupe M'karcha.....	98
III. Paléoclimat.....	100
Chapitre III: Discussion	101

I. Biostratigraphie	101
1. Bartonien	101
2. Priabonien	101
3. Rupélien.....	102
4. Comparaisons avec les datations antérieures	103
5. Corrélations biostratigraphiques	104
II. Paléoenvironnement.....	107
III. Paléoclimat.....	108
Chapitre IV: Systématique.....	110
LISTE DES ESPECES	238
CONCLUSIONS.....	245
PERSPECTIVES.....	247
BIBLIOGRAPHIE	248
PLANCHES	268

INTRODUCTION

Le Paradis des géologues, «le Maroc», est un pays qui est manifestement riche en structures, dont on y retrouve toutes sortes de déformations géologiques et une importante accumulation de fossiles qui vont des dinosaures aux fossiles microscopiques. Tout cela lui a valu d'être très étudié et de recevoir la visite de nombreux géologues et chercheurs du monde. Malgré cela, quelques cartes géologiques manquent de détails en ce qui concerne les différents âges des couches géologiques, surtout que les cartes géologiques détaillées (1/50.000) ne couvrent pas encore la totalité du territoire marocain.

Dans la chaîne du Rif où se trouve le secteur de la présente étude, les ressemblances lithologiques des terrains de différents âges rendent plus difficile la stratigraphie des différents couches géologiques, notamment celles de l'Eocène et de l'Oligocène. C'est surtout dans cet objectif que nous avons entrepris notre étude dans l'Unité de Tsoul du Rif Externe oriental, qui vise à fournir des datations palynologiques précises, des corrélations biostratigraphiques et des reconstructions paléoenvironnementales, fondées principalement sur les kystes de dinoflagellés et des comparaisons avec les résultats palynologiques obtenus auparavant dans des coupes du Rif Externe occidental et des coupes qui sont bien callées biostratigraphiquement dans l'Hémisphère Nord. Les coupes les plus reconnues et utilisées pour l'interprétation des résultats de ce travail de thèse de Doctorat se trouvent dans les régions de la Méditerranée, de l'Europe du Nord et des marges Est et Ouest de l'Atlantique Nord. Par ailleurs, le présent travail, réalisé dans les coupes de Tsoul, Ben Attaya et M'karcha, situées dans l'Unité de Tsoul, Nord-Ouest de Taza (Nord-Est du Maroc), vise aussi à compléter les travaux antérieurs de lithostratigraphie, de biostratigraphie et de paléoenvironnement dans cette Unité.

En effet, les études de micropaléontologie réalisées dans le Paléogène de l'Unité de Tsoul sont réduites en quelques travaux, y compris ceux de Djeya., 2016, Djeya et al (2016) sur les foraminifères. Dans le Rif Externe en général, seuls deux travaux, fondés sur des kystes de dinoflagellés de l'Eocène et de l'Oligocène, ont été réalisés par Chekar et al. (2016, 2018) dans l'Unité de Tanger (Rif Externe occidental), sur la coupe d'Ibn Batouta dans la région de Tanger et la coupe de Tattofte dans la région de Ksar El-Kebir. D'autres études palynologiques, fondées essentiellement sur des kystes de dinoflagellés, ont également été faites dans l'Unité de Tanger, mais ces études concernent le Crétacé supérieur et le Paléocène et mettent l'accent sur les limites Crétacé–Paléogène et Paléocène–Eocène

(Slimani et al., 2008, 2010, 2012, 2016; Slimani et Toufiq, 2013; Guédé et al., 2014; Guédé, 2016).

Les principaux objectifs de cette étude sont:

- Faire une analyse systématique détaillée des kystes de dinoflagellés;
- Déterminer la lithostratigraphie;
- Déterminer la palynostratigraphie permettant des précisions de datations des dépôts analysés;
- Reconstruire le paléoenvironnement;
- Intégrer les résultats escomptés dans un cadre régional et mondial en faisant des comparaisons avec les études déjà réalisées sur le même intervalle dans plusieurs régions de l'Hémisphère du Nord.

La présente thèse s'articulera autour de trois parties:

La partie I consacrée aux généralités sur le Rif et sur la palynologie;

La partie II qui présentera le matériel et les méthodes d'étude;

La partie III qui s'articulera autour des résultats (lithostratigraphie, palynostratigraphie, paléoenvironnements), interprétations, discussions et systématique des dinoflagellés. Puis une conclusion générale et des perspectives seront proposées au terme de cette étude.

PARTIE I: GENERALITÉS

Chapitre I. Généralités sur la géologie de la chaîne rifaine

Le Maroc, conditionné par sa position de charnière entre les continents africain, européen et américain, a une longue histoire géologique qui est jalonnée de plusieurs cycles orogéniques successifs. De par leur ampleur et leur contexte géodynamique, ces cycles orogéniques ont contribué à façonner trois grands domaines structuraux au Maroc qui sont du Sud vers le Nord: le domaine anti-atlasique et saharien, suivi du domaine atlasique et mésétien, puis le domaine rifain.

I. Cadre géographique

Le Rif est une chaîne de montagne située dans le Nord du Maroc. Cette chaîne a une forme d'arc ouvert sur la Méditerranée. Elle est délimitée au nord par la Méditerranée, au sud par les plaines du Rharb, de la Maamora et du Saïss, à l'ouest par l'Océan atlantique et à l'est, elle se rétrécit au contact de la chaîne atlasique (Basse Moulouya), puis se raccorde à l'Atlas tellien d'Algérie (Fig. 1).

C'est la région la plus arrosée de tout le Maroc, avec des précipitations qui peuvent dépasser les 800 mm par an. Tout comme le relief qui varie du Nord vers le Sud, la végétation et le climat présentent des variations longitudinales et transversales, avec des précipitations plus marquées au nord-ouest.

Le paysage du Rif est verdoyant grâce au nombre élevé des forêts près des sommets où la pluviométrie atteint parfois plus de 1.500 mm. Toutefois, la déforestation a abouti à une couverture végétale dégradée, le matorral, dominé par les palmiers nains (doum).

De l'Ouest vers l'Est, la partie nord du Rif Interne est arrosé par des cours d'eaux, parmi les principaux oueds on cite: Oued Martil, Oued Lao, Oued Amter, Oued Rhis, Oued Nekor et Oued Kert. Dans sa partie sud, la chaîne rifaine a un réseau hydrographique assez développé, qui s'écoule vers l'Atlantique par les oueds Loukous, Ouerrha et Inaouene (et leurs affluents), tributaires d'Oued Sebou. Le Rif Externe oriental a ses eaux qui sont drainées vers la Méditerranée par l'Oued Msoun. Ces cours d'eau ont un régime torrentiel qui favorise une vive érosion sous un climat aride à l'est.

Dans les zones externes du Rif, la densité de la population est élevée mais les habitations sont dispersées et occupent généralement les sommets des collines et les crêtes. Ces habitations sont, pour la plupart, accessibles par des pistes carrossables qui deviennent impraticables en temps de pluie, du fait de la nature marneuse des terrains (cf. Toufiq, 2006).

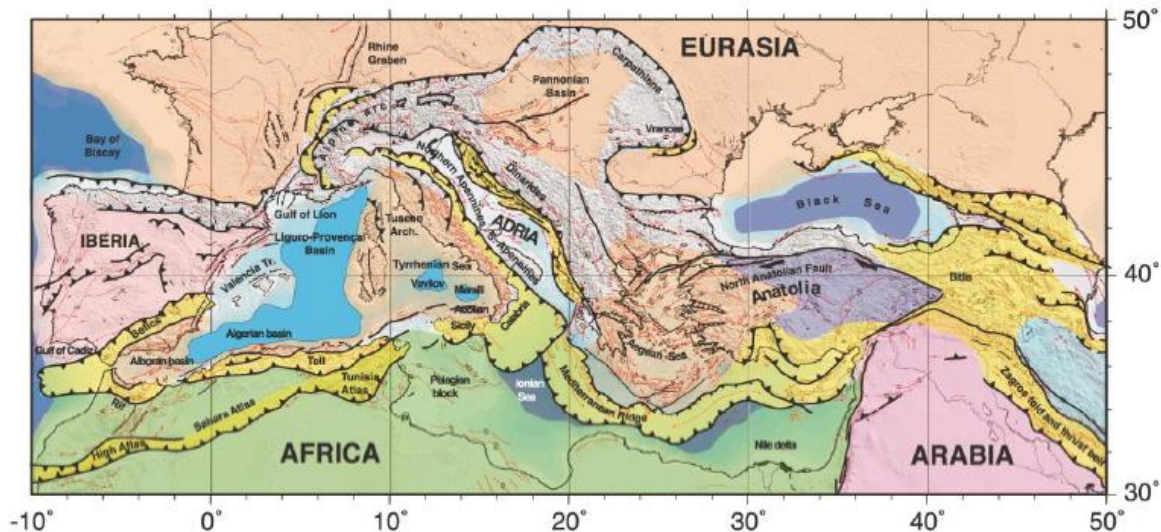


Figure 1 : Carte illustrant le contexte tectonique dans le domaine méditerranéen (Faccenna et al., 2014)

II. Cadre géologique et structural

La chaîne du Rif, d'une histoire qui s'étend du Trias au Miocène supérieur (Durand-Delga, 1960, 1962; Kornprobst, 1974; Suter, 1980; Bargach, 2011), fait partie d'un ensemble orogénique très vaste, celui des chaînes bético-rifo-telliennes, qui appartiennent elles-mêmes aux chaînes alpines méditerranéennes, et se raccorde à l'Apennin par la Sicile (cf. Toufiq 2006). Dans l'ensemble bético-rifo-tellien, le Rif occupe une position charnière: d'une part, il forme l'extrémité occidentale de la chaîne des Maghrébides qui s'étire à la frange nord de l'Afrique, du Maroc à la Tunisie, et se prolonge jusqu'au sud de l'Italie (Sicile, Calabre); d'autre part, il appartient à l'arc de Gibraltar, segment orogénique arqué (orocline), en fer à cheval qui le connecte aux Cordillères bétiques. L'arc de Gibraltar, l'un des oroclines les plus fermés au monde, est aussi le segment le plus occidental des chaînes alpines. Tandis que sa branche sud (Maghrébides) se raccorde à la chaîne des Apennins, et par elle, aux Alpes, sa branche nord (Cordillères bétiques) s'arrête vers l'est dans les îles Baléares, et son prolongement vers les Alpes franco-italiennes, bien que probable, demeure controversé. La continuité des deux branches de l'arc de Gibraltar ne concerne, en fait, que les ensembles

structuraux les plus internes du Rif et des Bétiques, à savoir: les nappes du Domaine d'Alboran, aussi appelées Zones internes à matériel continental, et les Nappes des Flyschs maghrébins, issues d'un domaine océanique disparu (Fig.1) (Chalouan et al., 2008).

Les domaines géologiques du Rif s'organisent en arc autour du bassin occidental d'Alboran. On distingue trois secteurs qui sont, différents par leur orientation structurale: le Rif septentrional orienté NNW à N-S; le Rif central orienté E-W, et le Rif oriental orienté ENE. Ces régions sont partiellement séparées par des failles majeures décrochantes, l'accident de Jebha au sud du Rif septentrional et l'accident du Nekor entre le Rif central et Rif oriental (Chalouan et al., 2008).

En général, le Rif est subdivisé, du nord vers le sud, en trois grands domaines: les Zones Internes, Les Nappes des flysch et les Zones Externes. (Fig. 2).

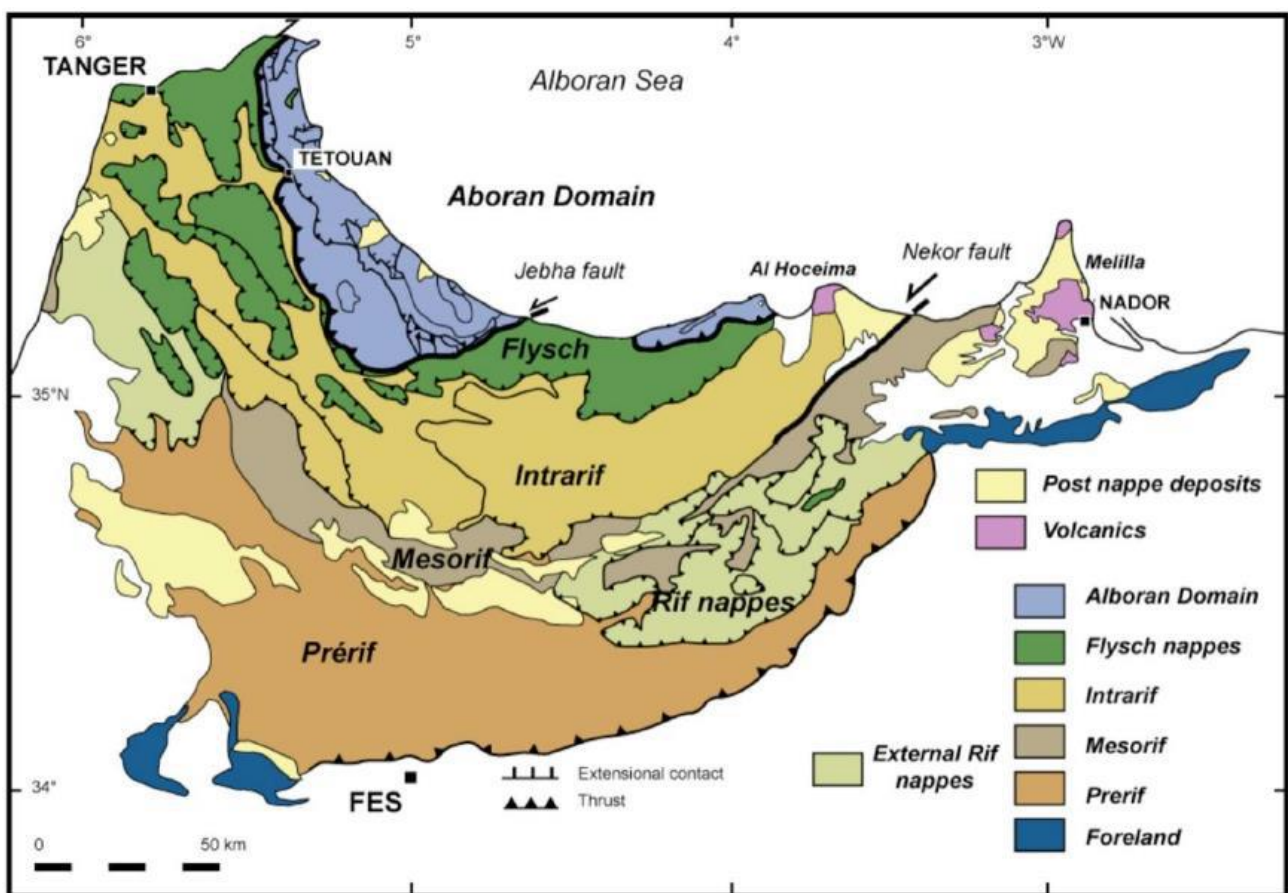


Figure 2: Carte structural de la chaîne du Rif (modifiée d'après Negro et al., 2008).

1. Les Zones internes

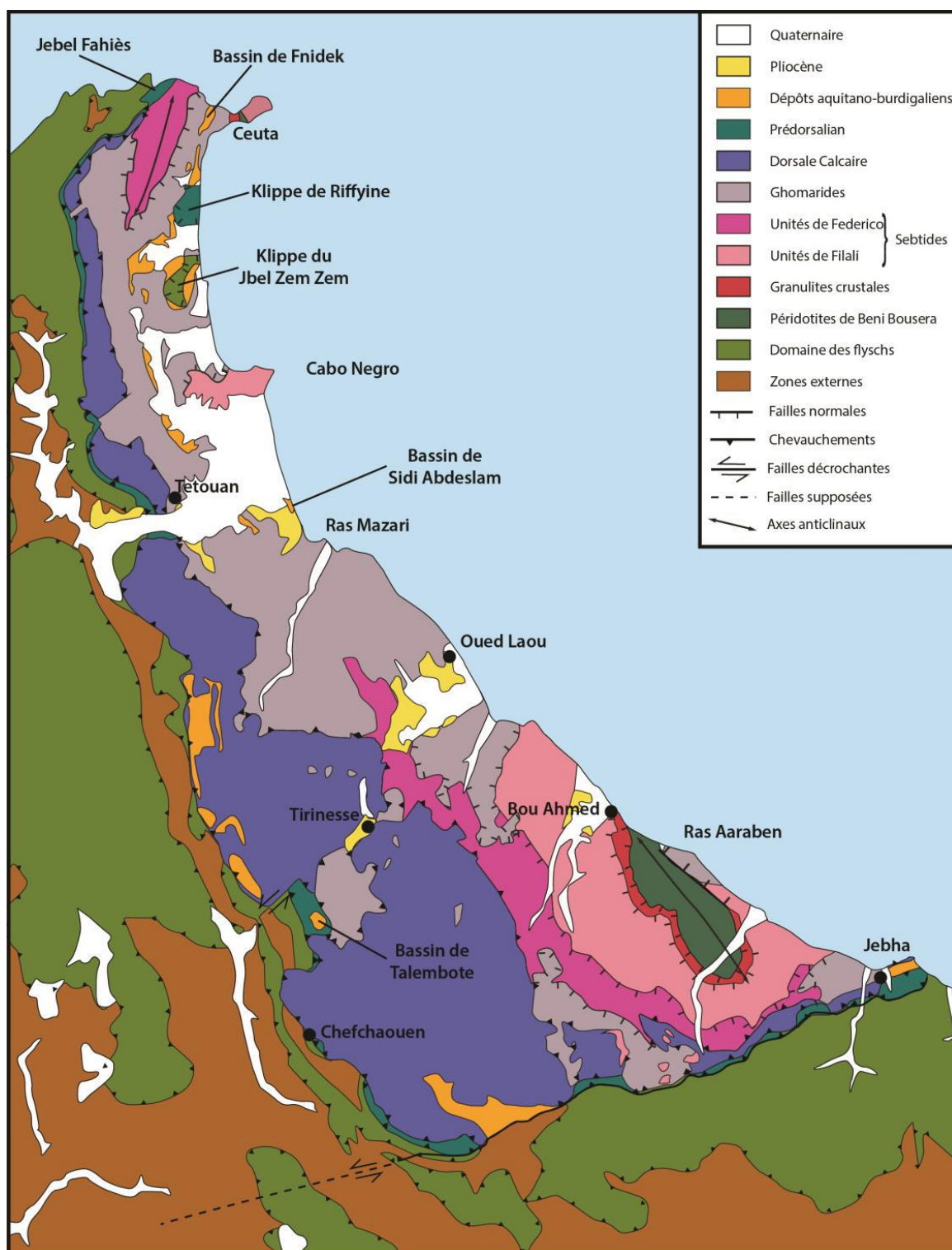


Figure 3: Carte structurale des zones internes du Rif (modifiée d'après les cartes structurale et géologique du Rif au 1/500.000 (Suter, 1980).

Les Zones internes (Fig. 3) occupent une bande côtière de 10 à 40 km de large dans le Rif septentrional, de Ceuta (Sebta) à Jebha, et forment le massif des Bokkoyas à l'ouest d'Alhoceima. Ces zones sont constituées principalement de terrains paléozoïques plissés et métamorphiques (Kornprobst, 1974; Chalouan, 1986). C'est un assemblage de nappes, où l'on distingue trois complexes majeurs, qui diffèrent par leur matériel rocheux initial et par leur métamorphisme (Chalouan et al., 2008).

- **Les Sebtides** affleurent en fenêtres anticlinales sous les Ghomarides (Beni Mezala, Ceuta, Cabo Negro, Beni Bousera). Ils sont aussi appelés «nappes cristallophylliennes» par référence à leur métamorphisme important. Ils sont considérés comme étant les unités les plus profondes du Rif Interne (El Mrihi, 2005). Ils sont composés de roches poly-métamorphiques et ultrabasiques (les péridotites de Beni Bousera qui ont leur origine dans le manteau supérieur) et d'une couverture paléozoïque et triasique correspondant à l'Unité de Federico (Kornprobst, 1974; Michard et al., 1983; Saddiqi, 1988; EL Mrihi, 2005). L'ensemble a subi un métamorphisme alpin de degré variable. On y distingue les Sebtides inférieurs formés de l'Unité de Beni Bousera et l'Unité Filali, et les Sebtides supérieurs ou les unités de Federico (Asebriy, 1994; Maychou, 2009; Bargach, 2011).
- **Les Ghomarides** sont aussi appelées «nappes paléozoïques», par référence à leur matériel dominant en volume, renferment un ensemble de nappes constituées de terrains paléozoïques peu métamorphiques, à savoir les terrains épi-métamorphiques d'âge silurien à carbonifère (Durrand-Delga, 1963; Chalouan, 1986), mais elles possèdent une couverture mésozoïque-cénozoïque mince et discontinue. Ces nappes sont à peine touchées, à leur base, par le métamorphisme alpin. Elles ont pour équivalents les Malaguides, du côté bétique, et les unités supérieures kabyles en Algérie. Notons que les Ghomarides supportent, par endroits, des témoins d'une couverture cénozoïque.
- **La Dorsale calcaire**, dont les nappes sont refoulées à l'avant et au-dessous des complexes précédents (les Ghomarides), est constituée d'un ensemble d'écailles à armatures de carbonates mésozoïques et détritiques cénozoïques (Andrieux, 1971; Olivier, 1978; Ben Yaich, 1981; El Kadiri, 1991; El Hatimi et al., 1991; Maaté et al., 1993), à l'exception de quelques résidus de Permo-Trias. La Dorsale n'est pas métamorphisée, et on la retrouve sous le même nom en Andalousie et au front des Kabylies. Elle est subdivisée en trois tronçons: la chaîne de l'Haouz au nord de

Tétouan (Kornprobst, 1966; Ben Yaich, 1981; El Hatimi, 1991), la Dorsale calcaire localisée entre Tétouan et Assifane (El Hatimi, 1982; El Kadiri, 1991) et les noyaux de Bokkoya à Al Hoceima (Andrieux, 1971), limitant à l'ouest et au sud les Zones Internes du Rif septentrional.

2. les Nappes de Flyschs

Les Nappes de Flyschs représentent le résultat d'un dépôt de turbidites dans un bassin qui se situait à l'origine au Sud et à l'Est de la microplaque d'Alboran (Durand Delga, 1960-1962; Wildi, 1983; Durand-Delga et al., 2000). Le domaine des flyschs est entièrement allochtone et chevauche le domaine externe entre le détroit de Gibraltar et le Rif central à l'est. On distingue trois types de Flyschs:

- **Les flyschs maurétaniens** sont constitués de deux nappes superposées et séparées par l'intermédiaire d'un niveau de décollement :
 - Les Flyschs Tisirène formés de dépôts du Crétacé inférieur au Crétacé supérieur qui sont surmontés par une épaisse série détritique (flysch) d'âge berriasien à albien moyen (Crétacé inférieur) (Durand-Delga et al., 1999). Ils affleurent surtout entre Al Hoceima et l'accident de Jebha.
 - Les Flyschs de Beni Ider composés de dépôts du Crétacé supérieur à la transition Éocène-Oligocène. Ils affleurent depuis le Nord de Chaouen jusqu'au Détroit et représentent une digitation supérieure des Flyschs de Tisirène.
- **Les flyschs massyliens** rassemblent deux ensembles bien distingués : la séquence de Melloussa-Chouamat et la séquence numidienne (Durand-Delga et Lespinasse, 1965; Andrieux et Mattauer, 1973). Cette dernière est structuralement au-dessus des nappes de Melloussa-Chouamat et elle est considérée comme la partie supérieure détachée des nappes massyliennes. La série de Melloussa-Chouamat est composée d'une succession de flyschs, microbrèches et pélites datées de la fin du Crétacé inférieur à la fin du Crétacé supérieur. Ces séquences sont comparables à celles des flyschs maurétaniens situées au nord et celles de l'Intrarif au sud.
- **Les flyschs numidiens** sont constitués d'alternance de turbidites et d'argiles déposées entre l'Éocène moyen et l'Aquitano-Burdigalien. Ils forment des nappes ou des klippes, relativement étendues et peu épaisses, qui reposent sur l'Intrarif, soit en contact direct, soit par l'intermédiaire des nappes de Melloussa-Chouamat. Seule la

klippe du Jbel Zem-Zem repose sur les Zones Internes et est probablement originaire d'une partie plus interne du bassin maghrébin (Chalouan et al., 2008). Ces flyschs semblent avoir été déposés dans un large bassin, plus ou moins indépendant du Domaine des flyschs Massyliens. Ils sont constitués à la base par des argiles oligocènes, surmontés d'un flysch à puissante masse gréseuse d'âge aquitano-Burdigalien inférieur. (Olivier, 1984; Blinda, 2007; Maychou, 2009).

3. Les Zones externes

- Ces zones représentent la marge téthysienne de la plaque africaine. Le Rif externe est très vaste et diversifié et il est recouvert, par endroit, par des terrains allochtones secondaires et tertiaires appelés Nappes rifaines (Le Blanc, 1979, 1990; Suter, 1980). Il est divisé en trois zones, particulièrement caractéristiques en se basant sur des critères structuraux et stratigraphiques. Ce sont, de l'intérieur vers l'extérieur de la chaîne, et de haut en bas du prisme tectonique, l'Intrarif, le Mésorif et le Prérif (Fig.4). Les unités tectoniques groupées dans ces trois zones majeures sont toutes déplacées vers l'avant-pays, certaines (les nappes rifaines) plus que d'autres, qui apparaissent en fenêtres (Chalouan et al., 2008).

- **L'Intrarif**

L'intrarif constitue l'ensemble des unités les plus distales de la paléomarge Nord-africaine : elles apparaissent, dans le Rif central et occidental, immédiatement au-dessous des Flyschs maghrébins et de la Dorsale.

- L'Unité de Ketama affleure uniquement dans le Rif central (Andrieux, 1971). C'est une unité parautochtone et épi-métamorphique à matériel schisto-quarzitique, qui montre essentiellement des termes d'âge liasique à crétacé inférieur (Andrieux, 1971, 1973; Frizon de Lamotte, 1985), avec des épaisseurs considérables de turbidites silico-clastiques, fortement plissées et métamorphiques.
- L'Unité de Tanger est peu déformée et considérée comme étant la couverture de l'Unité de Kétama.

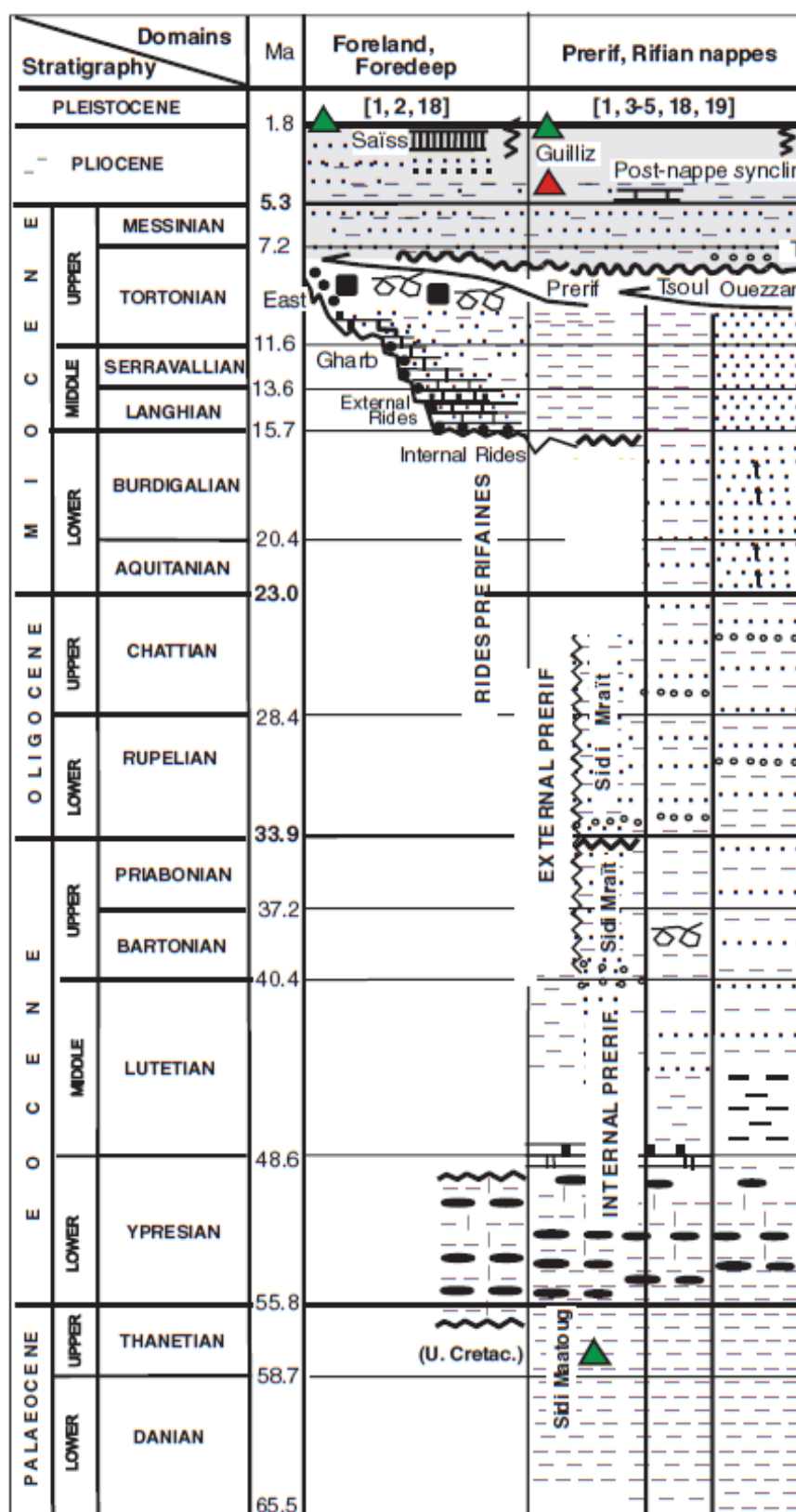


Figure 4: Chronologie des événements stratigraphiques, métamorphiques et magmatiques enregistrés dans la Ceinture du Rif et les Cordillères Bétiques au cours du Paléogène (Chalouan et al., 2001).

- L'Unité du Loukkos est une zone d'écaïlles tectoniques qui affleure dans le Rif occidental. Comparée à l'Unité de Tanger, celle du Loukkos se signale par une forte épaisseur du Cénomanién, des faciès calcaires plus fréquents et l'intrusion diapirique fréquente du complexe triasique argilo-gypseux. (Lepinasse, 1975; Ben Yaich, 1991).

- **Le Mésorif**

Il est formé de terrains d'âge allant du Lias au Crétacé supérieur, surmontés par le Miocène inférieur transgressif. Il est caractérisé par les dépôts argilo-gréseux du Callovo-Oxfordien (Wildi, 1983) et par les calcarénites du Miocène moyen (Suter, 1965). Il se présente différemment selon qu'on est dans le Rif occidental ou central, d'une part, ou d'autre part dans le Rif oriental, à l'est du Nekor.

- Rif central et occidental

Dans le Rif central, le Mésorif, aussi nommé « Zone des Fenêtres », est caractérisé par des fenêtres anticlinales à matériel miocène inférieur-moyen recouvertes par deux ensembles d'unités chevauchantes à matériel principalement mésozoïque (Chalouan et al., 2008).

Le premier ensemble correspond à des unités infra-Ketama, enracinées au front de l'Intrarif. Ce sont, d'une part, les unités du groupe Tifelouest-Taфраout-Afress-Rhafsai, écaïlles ou duplex replissés au front de la masse intrarifaine de Ketama, et d'autre part, des éléments davantage déplacés, qui reposent sur le Miocène des Fenêtres, et qui sont désignés sous le nom de « nappe des Senhadja » (Chalouan et al., 2008).

Le deuxième ensemble d'unités chevauchant le Mésorif, structuralement au-dessus du précédent, est d'origine supra-Ketama. Il comporte essentiellement la nappe d'Aknoul, décollée du toit de l'Unité de Ketama sur des niveaux marneux sous-compactés et/ou à fluides pressurisés. La nappe de Bou Haddoud, autre nappe intra-rifaine charriée jusque sur le Prérif, offre une coupe continue de la limite Crétacé-Tertiaire, bien identifiée par les Foraminifères planctoniques (Toufiq et al., 2002) et par le kystes de dinoflagellés (Slimani et al., 2010); Slimani et Toufiq, 2013).

- Rif oriental

Le dispositif précédent est perturbé vers l'est par un couloir de décrochement sénestre, oblique sur la chaîne, connu sous le nom « accident du Nekor ». A l'est de cet accident, le Mésorif de la zone des Fenêtres est reconnaissable dans la région sud des Tamsamane (Tamsamane Sud), mais il se développe vers le nord jusqu'à la côte, dans les Tamsamane Nord avec une structure nouvelle et un métamorphisme plus fort. L'Intrarif, lui, disparaît en

mer, son équivalent ne réapparaît que beaucoup plus à l'est. La série sédimentaire des Tamsamani Sud, formée par des dépôts marno-détritiques à olistostromes, est complète du Lias au Crétacé supérieur. En revanche, les Tamsamani Nord montrent une pile d'unités chevauchantes dont les séries stratigraphiques incomplètes paraissent dériver, par divortication, du remplissage du même domaine mésorifain. A noter, cependant, la présence des sillons des roches gabbroïques, intrusifs jusque dans le Crétacé inférieur, et qui témoignent de l'extension extrême de la paléomarge dans ce secteur. Les unités méta-sédimentaires des Tamsamani Nord sont déformées en plis couchés vers le SE et séparées les unes des autres par des chevauchements à pendage NW modéré. De petits massifs isolés incluant des unités métamorphiques apparaissent aussi dans ces régions orientales:

Le Massif des Trois-Fourches, dont l'unité basse, métamorphique, se rattache à l'Unité des Tamsamani (Ras Afraou);

L'Unité de Khebab, posée sur les Tamsamani Sud et recouverte par la nappe d'Aknoul, est donc analogue à une unité Senhadja, mais avec une évolution métamorphique du type Ras Afraou.

Dans la partie moyenne de l'accident du Nekor, l'Unité des Beni Malek est prise entre la masse de l'Unité de Ketama, à son toit, et une unité rattachée aux Tamsamani Nord (Igarmouas), à son mur. L'Unité des Beni Malek est très particulière; elle met à l'affleurement des péridotites serpentinisées, associées à une couverture de calcaires (Jurassique supérieur-Crétacé inférieur?) à débris de serpentinite, ainsi que des schistes verts, certains à clastes de serpentinite, dérivant d'un détritique ophiolitique. Il s'agirait donc d'une écaille issue d'une croûte océanique de type alpin (dénudation du manteau, magmatisme faible). L'étude de l'anomalie magnétique associée à cette écaille montre qu'elle est probablement arrachée d'une masse principale peu profonde, se prolonge sur près de 10 km sous la marge orientale de l'Unité de Ketama, transversalement à la zone décrochante du Nekor. Tout se passe comme si une suture mineure intracontinentale (intra-marge) apparaissait là entre deux unités de la paléomarge, le bloc distal de l'Intrarif et le domaine proximal du Mésorif-Prérif. Vers l'est, en Algérie, on retrouve la trace de cette suture au moins jusqu'en Oranie et dans les Monts du Chélif. Elle semble, en revanche, se fermer vers l'ouest ou être cachée sous le charriage de l'Intrarif, dont l'accident du Nekor représente la rampe latérale sénestre (Chalouan et al., 2008).

- **Le Prérif et l'avant-fosse**

Le Prérif constitue la partie la plus méridionale de la chaîne rifaine avec un faciès dominé par des argiles marneuses. Il est subdivisé en Prérif interne et Prérif externe (Wildi, 1983; Durand-Delga et al., 1960–1962).

- Le Prérif interne est formé d'écailles vraisemblablement enracinées sous le Mésorif. Il contient des terrains carbonatés du Lias et du Dogger formant les «sof» aussi appelés « Grés de Mrayt » (Tejera de Leon, 1993) et des carbonates de plateforme kimméridgienne et tithonienne.
- Le Prérif externe correspond essentiellement à des terrains marneux d'âge Crétacé supérieur–Eocène et Miocène inférieur–moyen, décollés de leur soubassement jurassique et glissé dans l'avant-fosse miocène. Les argiles salifères du Trias, remontées par diapirisme jusque dans le Crétacé, ont facilité le déplacement de la nappe prérifaine, où elles se trouvent incorporées avec des masses d'ophites triasico-liasiques. Les formations du Jurassique et Crétacé inférieur, elles-mêmes décollées du socle paléozoïque, apparaissent dans les écailles du Prérif interne. Elles montrent une série mésozoïque semblable à celle du Mésorif voisin, avec « ferrysch » et Crétacé marno-calcaire à intervalles turbiditiques. Les marnes du Crétacé supérieur–Eocène se poursuivent par des termes plus détritiques de l'Eocène moyen (grès de Sidi Mraït) au Tortonien inférieur. Par contre, dans le Prérif externe, les termes d'âge eocène moyen à miocène inférieur sont absents: on peut y voir le résultat du bombement flexural à l'avant du domaine Mésorif-Prérif interne, qui fonctionnait comme l'avant-fosse de la chaîne rifaine au Miocène inférieur–moyen (Chalouan et al., 2008).
- L'avant-fosse actuelle de la chaîne s'est creusée au cours du Miocène moyen et supérieur, au-devant du prisme orogénique rifo-tellien, par flexuration de la plaque africaine surchargée par l'orogène, et/ou par traction de la plaque liguro-maghrébine plongeante. Sur le transect central de la chaîne rifaine, les « Rides prérifaines » sont des anticlinaux post-nappe, formés après la mise en place de la nappe prérifaine dans l'avant-fosse, par inversion des paléofailles de la marge sud de celle-ci. Ces rides montrent une série mésozoïque de type atlasique (Dogger carbonaté et gréseux, puis lacune du Jurassique supérieur–Crétacé inférieur), recouverte en discordance par des grès molassiques du Miocène moyen, puis par des marnes sableuses du Miocène supérieur, où s'intercale le front de la nappe.

Plus à l'ouest, dans le Gharb, les sondages montrent la transgression directe du Miocène molassique sur le socle calédonno-hercynien, à peine recouvert par de minces dépôts crétacés. Près de Rabat, les molasses miocènes reposent directement sur le socle. Cette lacune des terrains jurassiques et la réduction des terrains crétacés en bordure de l'Atlantique est attribuable au soulèvement de l'épaule du rift océanique. La transgression de la molasse gréseuse miocène au sud de l'avant fosse est plus précoce à l'est (Langhien) qu'à l'ouest (Tortonien). Des marnes sableuses s'accumulent dans l'avant-fosse au cours du Tortonien. La série pré-rifaine, surchargée par les nappes décollées des régions plus internes (Ouezzane, Tsoul, Bou Haddoud), se décolle durant cette période, et se met en place par glissement sous-marin sur les sédiments de l'avant-fosse, en conditions synsédimentaires (olistostromes). Son toit est recouvert par de nouveaux dépôts terrigènes, d'âge tortonien supérieur-messinien: c'est le Miocène post-nappe qui se poursuit dans l'avant-fosse par des dépôts semblables d'âge pliocène. La régression n'intervient qu'après le Pliocène moyen (« Sables fauves » du Saïss). L'écroulement gravitaire du prisme orogénique permet la transgression des dépôts post-nappes jusque sur le domaine mésorifain (Rif central et oriental): on les retrouve préservés à l'intérieur des synclinaux post-nappes du Rif central, contemporains des Rides (anticlinales) pré-rifaines (Chalouan et al., 2008).

III. Scénario de la formation de la chaîne du Rif

Plusieurs auteurs ont proposé des scénarios de formation de la Chaîne du Rif, impliquant deux formes de subduction dans l'arc de Gibraltar: l'une inclinée vers le SE et qui pourrait se prolonger avec la subduction alpine et l'autre inclinée vers le NW. Les deux subductions affectèrent les deux continents africain et ibérique, entre les deux, le microcontinent d'Alboran ou Alkapeca (Doglioni, 1989; Frizon de Lamotte et al., 2000; Chalouan et al., 2000, 2008; Michard et al., 2002, Chalouan et Michard, 2004; Bargach, 2011). Chalouan et al. (2001) et Michard et al. (2002), en se basant sur les dernières données géologiques (stratigraphiques, métamorphiques et magmatiques) et géographiques récoltées dans les deux chaînes bétique et rifaine, ont proposé un scénario tectonique précis sur l'évolution géodynamique de l'Arc de Gibraltar. Ils ont proposé deux zones de subduction: l'une à pendage SE qu'ils ont liée à la subduction alpine et l'ont appelée la « subduction

bético-alpine »; et l'autre à pendage NW qu'ils ont appelé «subduction apennino-maghrébine ». Ce modèle a été affiné, par la suite, par Chalouan et Michard (2004), Michard et al. (2006) et enfin par Chalouan et al. (2008). Pour ces auteurs, la subduction bético-alpine a fonctionné durant la période du Crétacé supérieur-Paléogène et a produit, lors de l'enfoncement du continent ibérique sous Alkapecca, le métamorphisme de HP-BT (schistes bleus et écloïtes) dans les unités Nivado-Filabrides.

Pendant ce moment, la marge nord-africaine (bassin des flyschs maghrébines et le Nord d'Alkapecca) est restée quasiment non déformées. A l'Eocène supérieur-Oligocène, s'est produite la collision Alkapaca-Iberia qui a initié, le long de la marge africaine, une tectonique de rétro-chevauchement qui a évolué en une subduction à pendage NW. Au Miocène sup.-Tortonien moyen, cette subduction apennino- maghrébine va alors permettre l'ouverture des bassins méditerranéens et la migration des fragments déformés d'Alkapecca par le mécanisme de recul de fosse (rollback) et extension d'arrière arc. Dans la région de Gibraltar, l'extrémité ouest de la subduction apennino-maghrébine rejoint celle de la subduction bético-alpine. Ainsi, la chaîne bético-rifaine, apparaît-elle comme une orogénèse asymétrique de subduction/collision formée au cours d'une évolution directement rattachée à la construction des Alpes et de l'Apennin (cf. Bargach, 2011).

IV. L'Unité de Tsoul

Leblanc (1979) a bien décrit la lithostratigraphie et l'origine des unités allochtones de type « Tsoul ».

1. Lithostratigraphie des unités de type « Tsoul »

D'après Leblanc (1979), les unités de type « Tsoul » sont constituées par des structures généralement synclinales flottantes sur le Prérif.

La série stratigraphique des éléments tertiaires de type « Tsoul » présente peu de lacune ou de discordances originelles antérieures au Miocène moyen. Ces unités ne comprennent souvent qu'une faible tranche de la série stratigraphique, limitée à l'Eocène et à l'Oligocène. Certaines d'entre elles présentent cependant une coupe beaucoup plus complète et la plus caractéristique à ce point de vue, c'est la grande Unité des Tsoul, à l'Ouest de Bab-Mrouj. Cette série possède une succession continue depuis le Sénonien jusqu'au Miocène moyen, beaucoup plus étendue que toutes les autres unités du même type (jusqu'à 20 km d'Est à l'Ouest et 10 km du Nord au Sud).

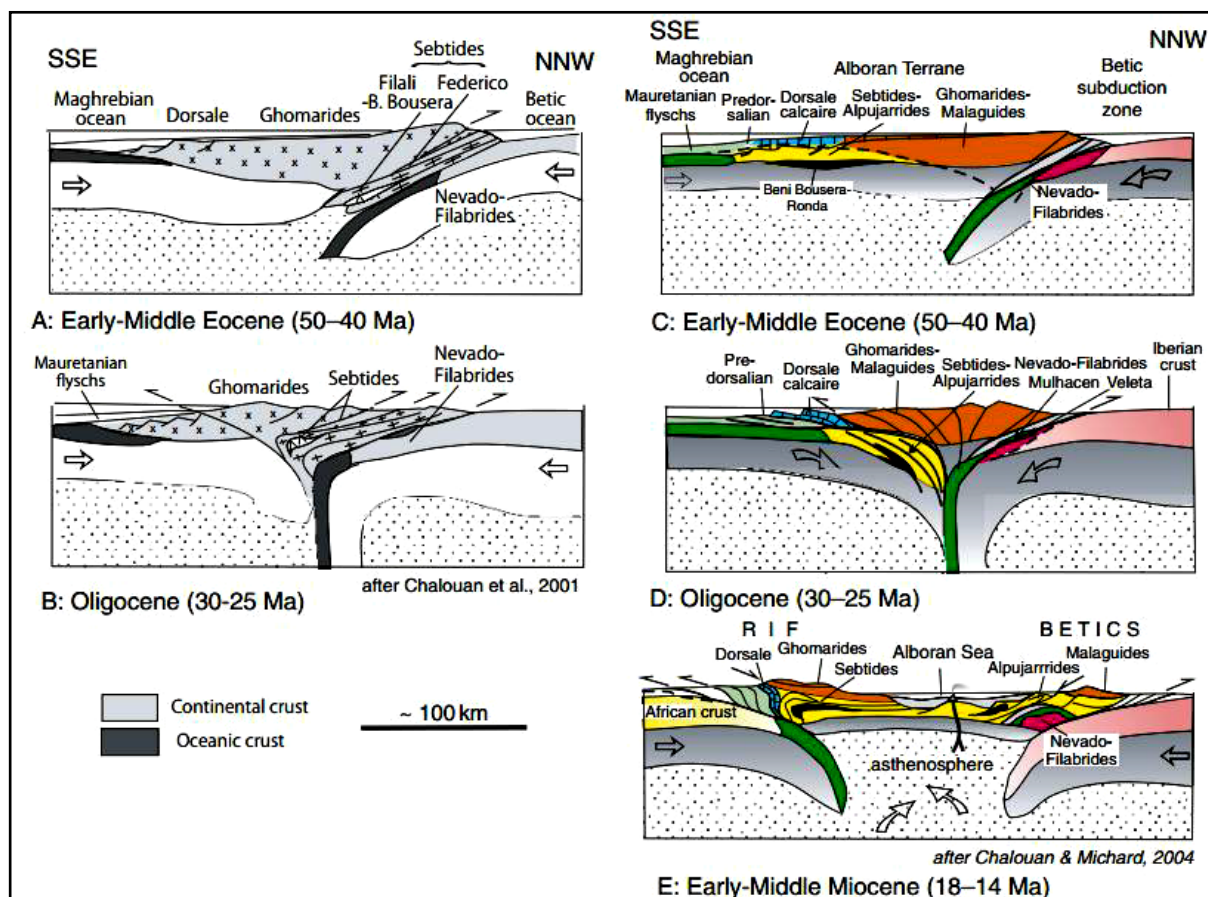


Figure 5: Hypothèses alternatives pour l’orogénèse bético-rifaine, d’après Chalouan et Michard (2004). (A, B): (Chalouan et al., 2001). Dans ce scénario, le domaine Sebtide-Alpujarride (future plaque inférieure) est initialement situé au nord du domaine Ghomaride-Malaguide (future plaque supérieure), puis pénètre dans une zone de subduction plongeant au sud. (C, D): Dans ce scénario, le complexe Sebtide-Alpujarrides forme le sous-bassement des unités Dorsales qui se détachent sur les évaporites Carniennes et forment le prisme d’accrétion simultanément avec les unités de Flysch pendant la subduction Oligocène–Miocène de pendage nord.

Le **Sénonien** (Campanien et surtout Maestrichtien) est représenté par des marnes grises foncées verdâtres, qui ne contient généralement pas de calcaires durs mais qui sont souvent bariolées avec des niveaux discontinues gris clair, brunâtre ou rouge. Ces marnes peuvent contenir des éléments triasiques (gypse, dolomie, roches vertes) remaniés en abondance par place. Cet étage a été déterminé grâce aux foraminifères *Globotruncana contusa*, *Globotruncana lugeoni*, *Globotruncana stuartiformis*, *Globotruncana gansseri* et *stensioiana* sp. avec des Rugoglobigérines et des Hedbergelles (Leblanc, 1979).

Le **Danien** vient au-dessus avec un faciès très comparable de marnes foncées brunes ou vertes. Il renferme des microfaunes indiquant une tendance nettement néritique bien daté grâce aux foraminifères *Globorotalia pseudobulloides*, *Globorotalia trinidadensis*, *Globorotalia ehrenbergi*, *Globigerina triloculinoidea* et *Globigerina daubjergensis*

(Leblanc, 1979). Ces formations étant très tendres, elles affleurent peu et il est impossible d'y relever une coupe continue, ce qui rend leur analyse difficile. De plus elles reposent souvent sur le Complexe prérfain dont les marnes ont un faciès assez voisin et dont elles sont assez difficiles à séparer.

Au-dessus du Danien, la série prend le faciès des marnes blanches à silex qui persistera jusqu'à la base du Lutétien. On constate cependant que les silex ne sont abondants qu'à certains niveaux et surtout vers le haut de la formation. Celle-ci débute par des marno-calcaires jaunes clair très tendre à *Globorotalia uncinata*, *Globorotalia angulata* et *Globorotalia pseudobulloides* (Paléocène moyen). La série devient ensuite de plus en plus claire et ses dépôts prennent une teinte d'un blanc éclatant. Puis apparaissent les premiers niveaux à silex. On y trouve alors les formes de foraminifères *Globorotalia acuta*, *Globorotalia velascoensis*, *Globorotalia acclusa*, *Globorotalia pseudomenardii* (Paléocène supérieur) et plus haut les formes de foraminifères *Globorotalia aragonensis*, *Globorotalia lensiformis*, *Globorotalia rex* et *Globorotalia* gr. *Soldadoensis* (Eocène inférieur) (Leblanc, 1979).

La base du **Lutétien** est marquée par un changement de faciès assez brutal, dans la coupe du flanc sud de l'Unité des Tsoul, puisque les marnes blanches à silex font place à des marnes jaunes clair verdâtres. Elles contiennent d'abord quelques niveaux de calcaire blanc, lesquels disparaissent rapidement vers le haut et sont remplacés par de petits bancs gréseux, le plus souvent roux. On ne voit que guère ici de niveaux conglomératiques ou micro-conglomératiques mais l'existence de remaniement est cependant attestée par le fait que les échantillons montrent des mélanges de faunes et que leurs âges apparents ne s'ordonnent pas logiquement dans la coupe de cette formation. Celle-ci, d'autre part, n'est certainement pas affectée par des redoublements tectoniques étant donné la régularité de ses affleurements sur plus de 10 km de longueur. On peut y observer en effet, sur les rares affleurements bien dégagés, que la série comporte des niveaux conglomératiques dès sa base mais que ces conglomérats sont formés de galets mous (marnes et calcaires très marneux) qui sont donc peu visibles et qui ont dû être finement pulvérisés dans les marnes du flanc sud. Le lutétien est daté à la base par *Globorotalia spinuloinflata*, *Globorotalia spinulosa*, *Globorotalia aspensis*, *Globorotalia boweri* et *Hantkenina aragonensis* et en haut par *Globorotalia spinulosa*, *Globorotalia lehneri*, *Globorotalia centralis*, *Globigerinatheka barri*, *Hantkenina mexicana*, *Hantkenina dumblei* et *Truncorotaloides rohri*.

Au sommet de la série éocène du flanc nord des Tsoul, des microconglomérats deviennent beaucoup mieux visibles grâce à leur ciment calcaréo-gréseux dur. Ils forment alors de petits lits (épaisseur de l'ordre de 20 cm) qui alternent avec des niveaux d'épaisseurs comparables de grès roux et de marnes vert clair. Ces derniers comprennent les formes de foraminifères *Globorotalia centralis*, *Globorotalia cerroazulensis*; *Globigerinatheka* cf. *semiinvoluta*, *Globigerina yeguaensis*, *Globigerina* cf. *ampliapertura* et *Hantkenina vrevispira* (Priabonien).

Au-dessus de cette formation, le passage à l'**Oligocène** s'effectue progressivement par enrichissement en grès, dont les bancs deviennent de plus en plus abondants et souvent très épais (ordre du mètre). On a alors de gros bancs de grès jaune à dépôt brune alternant avec des lits marneux vert clair ou jaune souvent encore avec des niveaux de microconglomérats contenant des calcaires à algues. L'Oligocène ici renferme les foraminifères *Globigerina angiporoides*, *Globigerina euapertura*, *Globigerina* cf. *ampliapertura*, *Globigerina gortanii*, *Globorotalia increbescens*, *Globigerinita* sp., et au sommet les foraminifères *Globorotalia opima opima*, *Globigerina angulisuturalis*, *Globigerina gortanii*, *Globigerina selli*, *Globigerinita dissimilis* et *Globigerinita unicava*.

A partir de la base du **Miocène inférieur**, l'importance des apports sédimentaires détritiques grossiers et quartzeux diminue considérablement et on a surtout des dépôts marno-calcaires gris clair à beige clair donnant des reliefs très mous de teinte générale blanchâtre. On y trouve successivement des faunes de foraminifères à *Globigerinoides primordius*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerina dissimilis*, *Globigerina sellii*, *Globigerina officinalis*, puis à *Globigerinoides trilobus*, *Globoquadrina dehiscens*, et *Globigerinita dissimilis*, et en fin dans la partie supérieure *Globigerinoides bisphericus*, *Globigerinoides trilobus trilobus*, *Globigerinoides altiapertura*, *Globoquadrina altiaspira*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globorotalia barisanensis* et *Globorotalia archaeomenardii*.

Le **Miocène moyen**, est faiblement, mais nettement, transgressif et discordant au niveau de la série de l'Unité de Tsoul, comme c'est d'ailleurs le cas dans toutes les unités du Rif Externe dont la série stratigraphique comporte cet étage, contrairement au faciès précédent jusqu'au Miocène inférieur, dont la série de l'Unité des Tsoul ne montre pas de discordance sensible. Cette discordance (Miocène moyen) n'est pas très importante mais elle est cependant bien visible par endroit. Dans le petit repli synclinal du Douar Beni-Khalifa, le Miocène moyen repose directement sur l'Oligocène et possède un pendage beaucoup plus

faible que ce dernier. Le Miocène moyen débute en fait, généralement par les niveaux terminaux du Miocène inférieur à *Globigerinoides bisphercus*, *Globigerinoides* gr. *Trilobus*, *Globoquadrina dehiscens*, *Praeorbulina transitoria* et *Praerbulina glomerosa*, c'est la faune qu'on trouve dans les marno-calcaires gris-jaune clair contenant des grès beige-brunâtre ou jaune. Les Orbulines apparaissent rapidement au-dessus, dans les couches où l'importance des grès diminue. Tandis que la proportion des calcaires marneux (qui deviennent blancs) augmente. Cet ensemble est aussi dur et forme nettement relief, aussi bien par rapport au Miocène inférieur sous-jacent que par rapport au Miocène moyen terminal qui le surmonte. Le sommet du Miocène moyen blanc est daté par les formes *Orbulina suturalis*, *Orbulina universa*, *Globorotalia miozea rifensis*, *Globoquadrina dehiscens*, *Globigerinoides* gr. *Ruber* et *Sphaeroidinellopsis* sp.

Au nord de l'Arba des Beni-Lennt, dans le cœur de la structure synclinale de Tsoul, affleure le terme ultime de la série. Il s'agit de marnes gris-bleu légèrement bariolées qui sont homogènes, ne présentant ni remaniement ni bancs durs de calcaires ou de grès. Le passage progressif des marno-calcaires blanc du Miocène moyen à ces marnes bleues est bien visible au nord du Douar Oulad-Abdallah-Moussa où la concordance de ces deux séries paraît parfaite. Les marnes bleues ont fourni les formes *Globorotalia miozea rifensis*, *Globorotalia praemenardii*, *Globorotalia* aff. *Lenguaensis* (partie terminale du Miocène moyen), et même dans le cœur du synclinal des Orbulines, des Globoquadrines, *Globigerina nepenthes*, *Globorotalia praemenardii* et *Globorotalia* gr. *mayeri*. Ces forments indiquent la zone de passage Miocène moyen-Tortonien. Le changement de faciès correspondant à la base des marnes bleues s'est donc produit exactement au même niveau que dans le Prérif externe. Malgré l'absence de remaniement dans les marnes bleues de Tsoul, il n'est donc pas douteux que cette formation soit un équivalent latéral du Complexe prérfain qui, comme elle, s'est déposé en continuité sur le Miocène moyen blanc. Contrairement au Complexe prérfain, la série de Tsoul ne monte pas jusque dans le Tortonien franc, mais il est bien difficile de dire si ce phénomène est dû à une absence originelle des dépôts ou simplement à l'érosion.

La coupe de l'Unité de Tsoul est donc complète, du Sénonien au sommet du Miocène moyen. Les autres unités du même type ne présentent qu'une tranche réduite de cette coupe. Dans la plupart des autres unités de Tsoul, la base de l'ensemble allochtone est marquée par le contact du Paléocène sur la série prérfaine sous-jacente. Ce paléocène se présente sous le faciès des marnes blanches à silex qui sont, le plus souvent, fortement calcaires, assez mal

litées et riches en rognons de silex. La couleur blanche de cette formation est tout à fait caractéristique et permet de la repérer de loin. Les silex sont généralement de couleur noire mais parfois aussi brune ou même blanche. Leur taille la plus courante est de 10 cm environ mais ils peuvent parfois dépasser 50 cm dans leur plus grande dimension. Les marnes blanches ont été datées du Paléocène moyen et supérieur et de l'Eocène inférieur, exceptionnellement cependant le Lutétien inférieur peut être aussi inclus dans les couches de ce faciès mais les silex y sont alors très rares.

Généralement la quasi-totalité du Lutétien fait partie de la série sous-jacente qui comporte aussi l'Eocène supérieur et l'Oligocène. Cette série débute par les marnes et marno-calcaires jaune clair mais elle devient rapidement très détritique. Elle est alors essentiellement constituée de gros bancs de grès jaune (Guelb-el-Msoun, Bou-Doua) ou, plus souvent encore, de conglomérats alternant avec des bancs de calcaires à algues, de grès et de calcaires détritiques à Lépidocyclines.

Les unités du type « Tsoul » se caractérisent donc par l'importance des marnes blanches à silex éocènes et l'abondance des faciès détritiques grossiers dans l'Eocène supérieur et l'Oligocène. La plupart d'entre elles ne comportent pas d'autres termes stratigraphiques. Les différences de faciès entre ces unités et celles du Prérif externe sous-jacent ne sont pas fondamentales et ne permettent pas une séparation indiscutable et générale de ces deux types d'unités.

2. Position et structure des unités allochtones de type « Tsoul »

Selon Leblanc (1979), les unités de type « Tsoul » se présentent comme des écailles isolées qui flottent toujours franchement sur les unités sous-jacentes. On ne les observe actuellement que dans la zone pré-rifaine, sauf dans quelques rares cas où elles ont dépassé le front de la nappe pré-rifaine et où leur partie sud chevauche directement l'autochtone du Couloir sud-rifain. Même dans ce cas, cependant, elles ne sont jamais totalement désolidarisées du reste du Prérif. Le contact anormal de base des écailles de type « Tsoul » est plus ou moins proche de l'horizontale, ou même peu incliné, sur toute leur bordure. La position géométrique élevée de ces unités et la bonne résistance à l'érosion de certaines de leurs assises (surtout les grès de l'Oligocène) font qu'elles se présentent souvent sous forme de klippes perchées, bien visibles dans le paysage où elles forment les principaux sommets. Ces unités sont généralement assez peu plissées et forment souvent des synclinaux réguliers.

Du fait de l'horizontalité du contact anormal qui les sépare des unités inférieures du Prérif, ces synclinaux sont généralement rabotés à la base et sont donc rarement parfaitement symétriques, le plus souvent les deux flancs de la structure sont au moins partiellement conservés bien que certains écaillés deviennent presque monoclinaux par disparition complète de l'un des flancs. Certaines unités montrent enfin des accidents secondaires se traduisant le plus souvent par de petits chevauchements internes (unité des Tsoul où l'Eocène supérieur du flanc nord vient chevaucher le Miocène moyen du cœur de la structure). Etant donné la dispersion et surtout l'indépendance structurale de leurs affleurements actuels, il est indiscutable que les unités de type « Tsoul » ne consistent pas en des lambeaux, séparés par l'érosion, provenant d'un ensemble à l'origine unique, mais qu'elles se sont au contraire mises en place sous forme de klipptes isolées. Dans ces conditions un charriage par glissement est le seul envisageable pour ces unités.

3. Age de la mise en place des unités de type « Tsoul » (Leblanc, 1979)

L'âge de ce charriage des unités de Tsoul peut être déterminé assez exactement: les couches charriées les plus récentes représentent un âge Miocène moyen tout à fait terminal; d'autre part beaucoup de ces unités chevauchent le Complexe pré-rifain, dont les marnes se sont encore déposées dans le Tortonien inférieur, alors qu'au contraire le Complexe n'est jamais superposé à ces unités allochtones. Il en résulte que la mise en place de ces dernières a certainement été assez tardive, postérieure aux mouvements qui ont plissé le Prérif et l'ont fait glisser, produisant par là la sédimentation du Complexe pré-rifain. Cependant on sait que le Tortonien post-nappe repose sur des éléments de la nappe d'Ouezzane au sud de Taounate (Suter, 1980). Bien qu'on n'observe nulle part ici ses rapports avec les unités de type « Tsoul », il paraît certain que celles-ci étaient également en place avant le dépôt de ces couches tortoniennes post-nappes. Ces dernières, en effet, ne contiennent pas d'éléments remaniés et, n'étant jamais recouvertes par une unité quelconque, elles semblent bien être vraiment « post-nappes ».

En conclusion, on peut dire que les charriages se sont terminés vers le sommet du Tortonien inférieur. Après cette époque, ils ne se sont plus produits que des réajustements de détail qui ont probablement provoqué des chevauchements assez limités.

Chapitre II : Généralité sur la Palynologie

I. Notions de Palynologie

1. Définition

Pour parler des dinoflagellés, il faut tout d'abord reconnaître la discipline qui s'intéresse à étudier ces espèces. La palynologie est une discipline qui s'intéresse à l'étude des microfossiles organiques non minéralisés (palynomorphes) contenus dans les préparations palynologiques. Le mot « Palynologie » a été introduit pour remplacer un terme plus vaste « analyse pollinique » qui était principalement utilisé pour des travaux réalisés sur le Quaternaire. Il existe plusieurs applications de la palynologie : la géologie, parmi lesquelles on peut citer : L'aéropalynologie, la méliisopalynologie, la médecine légale, les investigations policières etc.

Depuis les années 1930, la géologie compte parmi les domaines scientifiques qui font le plus appel à la palynologie. Elle est utilisée pour déterminer la systématique des palynomorphes, préciser la stratigraphie des couches sédimentaires, déterminer les milieux de dépôt des sédiments, reconstruire la paléogéographie, le paléoenvironnement, la paléoécologie, le paléoclimat, etc. Elle est très utilisée dans la prospection des hydrocarbures.

En plus des spores et des grains de pollen, cette discipline étudie les kystes de dinoflagellés (dinokystes), les acritarches, les tasmanacées et les chitinozoaires. (Tchouar, 2013).

- **Les spores** sont des organes reproducteurs des végétaux inférieurs (taille de quelques μm à 4 mm), elles se caractérisent par une exine très résistante avec une symétrie bilatérale et une ouverture germinative unique, située au pôle proximal (vers l'intérieur de la tétrade), affectant la forme à marque monolète ou à marque trilète. (Bignot, 1982).
- **Les pollens** sont des organes reproducteurs mâles des plantes à fleurs (taille comprise entre 2 et 200 μm). Grâce à leur enveloppe externe très résistante à toute forme de corrosion, on peut les retrouver à l'état fossile. Les ouvertures germinatives peuvent être absentes (pollen inaperturé), mais s'il y en a qu'une, elle est située au pôle distal (vers l'extérieur de la tétrade). Dans le cas général, les ouvertures sont au nombre de trois et disposées à l'équateur. Plus nombreuses, elles sont équatoriales, ou réparties irrégulièrement à la surface du pollen. Ces ouvertures sont des aires amincies qui,

lors de la germination, donneront les pores ou des sillons; quand des pores et des sillons sont associés, le pollen est dit colporé. (Bignot, 1982).

- **Les acritarches** sont des fossiles «incertae sedis» marins qui se présentent comme des vésicules (taille comprise entre 50 et 100 μm). Leur parenté avec les dinophycées n'est pas encore démontrée (cf. Guédé 2016).
- **Les dinoflagellés** sont des eucaryotes unicellulaires, microscopiques, morphologiquement et biologiquement variés, de la division des dinoflagellata. Ils sont également appelés dinophycées ou péridiniens, Phylum des Pyrrhophyta. Ils sont essentiellement aquatiques, vivant en milieu marin, lagunaire ou lacustre. Les dinoflagellés d'eau douce sont connus à partir du Miocène et sont identiques aux formes lacustres actuelles. Ils sont planctoniques pour la plupart, parfois parasites, libre ou vivant en symbiose. Ayant en commun un noyau très gros et deux flagelles ventraux, Ils sont souvent protégés par une thèque de nature cellulosique. Ils peuvent être munis de plaques ou nus. Comme de nombreux organismes unicellulaires complexes, les dinoflagellés représentent des caractères à la fois animaux (hétérotrophes) et végétaux (autotrophes avec pigments assurant la photosynthèse), permettant aux zoologistes de les classer parmi les protozoaires et aux botanistes de les classent parmi les algues. (Fensome et al., 1993).

Ce sont plutôt les **dinoflagellés** qui nous intéressent dans ce travail.

2. Evolution des dinoflagellés

Le groupe des dinoflagellés est apparu au Trias supérieur. Les extinctions de la fin du Trias ont provoqué un déclin au début du Jurassique. Par la suite, le groupe a maintenu, jusqu'à l'Éocène, une diversité variable mais toujours élevée atteignant son maximum vers la fin du Crétacé inférieur à l'Éocène inférieur. À partir de l'Éocène supérieur, l'évolution des dinoflagellés a suivi une nouvelle tendance caractérisée par un déclin général du taux d'apparition de nouvelles espèces et par une augmentation générale du taux d'extinction. La diversité de ce groupe a ainsi chuté jusqu'à un minimum de 136 espèces, atteint durant le Pliocène (Fig.6) (Fensome et al., 1993).

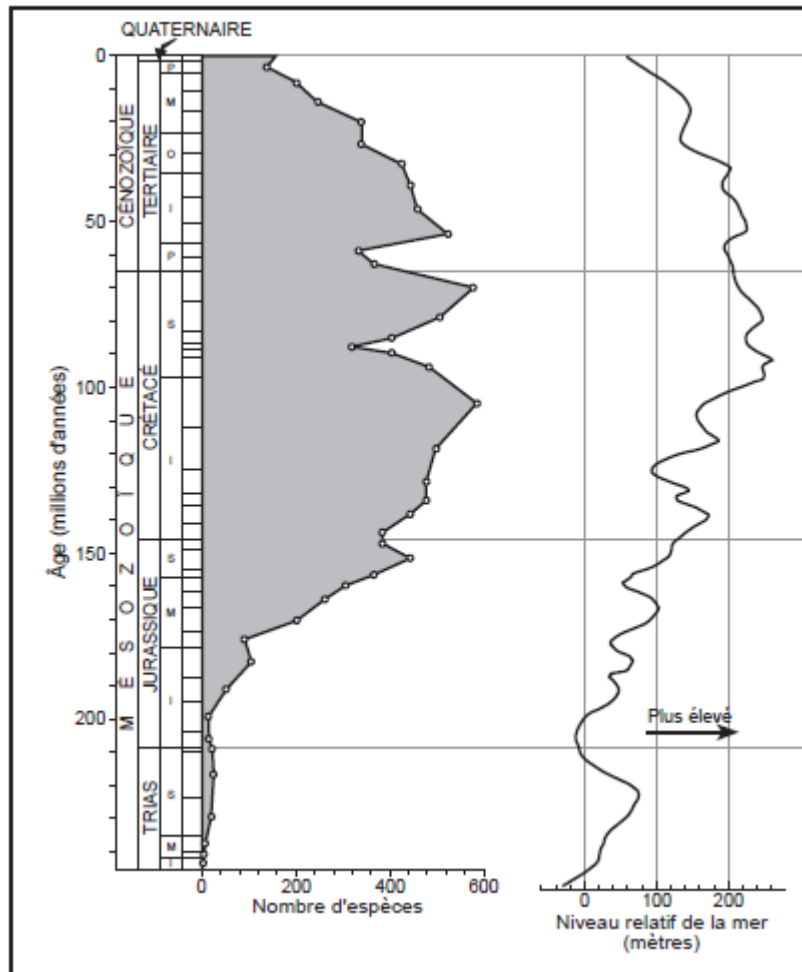


Figure 6: (À gauche): diagramme de diversité spécifique des Dinoflagellés fossiles (Fensome et al. 1993). (À droite) : changements à long terme du niveau relatif de la mer, selon Haq et al. (1987). P: (au début du Tertiaire) = Paléocène; I = Éocène; O = Oligocène; M = Miocène; P (à la fin du Tertiaire) = Pliocène; S = supérieur; M = moyen; I = inférieur.

3. Un peu d'histoire

Les premières espèces de dinoflagellés ont été décrite par Müller, dont les noms sont utilisés jusqu'à nos jours: des espèces d'eau douce telle que *Bursaria hirundinella* en 1773 (aujourd'hui *Ceratium hirundinella*) et des espèces marines telle que *Cercaria tripos* en 1777 (aujourd'hui *Ceratium tripos*). Plus tard en 1836, Ehrenberg à fait connaître à l'Académie des Sciences de Berlin un travail qui montre que les roches sédimentaires contiennent des fossiles microscopiques. Parmi ces micro-organismes qu'il a découverts, il a reconnu facilement dans les roches du Crétacé supérieur des dinoflagellés, car il avait étudié un certain nombre de dinoflagellés actuels et il avait décrit de nouvelles espèces et esquissé un système pour leur classification. Il avait même trouvé d'autres microfossiles qui consistent en

sphères entourées d'épines non attribuables aux dinoflagellés; il les a interprétés comme des restes silicifiés de *Desmidiaceae* (algues vertes) et les a dénommés « *Xanthidia* ». Après, d'autres chercheurs avaient remplacé la dénomination « *Xanthidia* » par « *Infusoria* », « *Hystrix* », « *Hystrichosphères* », « *Ova hispida* », « *Palynasphères* » etc. pour désigner certains microorganismes actuels ou fossiles qu'ils avaient observés et interprétés de façons diverses. Lohmann (1904) a pu attribuer certains « *Ova hispida* » à des œufs de crustacés planctoniques. D'autres auteurs qui en ont considérés certaines comme des kystes marins non identifiables. Seulement certains auteurs en ont identifiés des kystes de dinoflagellés. Ehrenberg a donc effectué les premiers travaux sur les dinoflagellés fossiles en 1836, 1838 et 1854, il a dénommé et figuré plusieurs espèces de dinoflagellés fossiles du Crétacé supérieur sans se réaliser qu'elles sont des kystes.

Pendant les années trente, Eisenack a retrouvé d'autres formes épineuses nommées *Hystrichosphères* dans des roches de l'Ordovicien, du Silurien et du Jurassique, et a démontré que ces microfossiles étaient conservés en état de matière organique. Ce sont Eisenack et Deflandre qui ont démontré pour la première fois l'importance stratigraphique et la large distribution géographique des microfossiles à paroi organique parmi lesquels des dinoflagellés. Deflandre (1947) a montré que la plupart des espèces de ces microfossiles ne se trouvent que dans des sédiments marins et que leur ample distribution géographique indique une origine planctonique. Evitt (1963) a démontré que ceux parmi les microfossiles qu'on avait, depuis Ehrenberg, classés dans les dinoflagellés, étaient des kystes de dinoflagellés plutôt que des formes natatoires en utilisant des critères morphologiques (tabulation reflétée par des processus).

Wall et Dale (1966, 1968) ont confirmé l'interprétation faite par Evitt (1963) (kystes de dinoflagellés) en faisant des cultures de spécimens vivants de ces formes d'*Hystrichosphères*, puisque la germination de ces kystes produisait des espèces de dinoflagellés planctoniques décrites depuis longtemps. Les *Hystrichosphères* pour lesquelles on n'a pas trouvé les caractères permettant de déterminer leur appartenance aux dinoflagellés ou d'autres classes d'algues, constituent un groupe d'affinité inconnue dénommé *Acritarcha* (origine incertaine) par Evitt (1963). D'après plusieurs auteurs, ce groupe renferme, entre autres encore, des kystes de dinoflagellés dont l'apparence n'est pas encore déterminée. Le groupe des acritarches est spécialement abondant au Paléozoïque et diminue au Mésozoïque et au Cénozoïque. (cf. Slimani, 1995).

II. Les caractéristiques morphologiques des dinoflagellés vivants

Les dinoflagellés, sont des micro-organismes unicellulaires dont la taille varie de quelques micromètres à quelques millimètres. Ils se présentent sous divers aspects, souvent en rapport avec leur mode de vie. Ils sont planctoniques, symbiotiques ou parasites d'organismes. Certaines espèces pratiquent la photosynthèse (autotrophes) et d'autres sont carnivores (hétérotrophes), utilisant le flagelle longitudinal pour capturer leur proie.

Chaque individu de dinoflagellé comprend deux parties : un épithèque (ou Epicône) et un hypothèque (ou Hypocone) qui sont séparés par un sillon équatorial « cingulum ou ceinture ». Le sillon longitudinal s'appelle sulcus. L'extrémité antérieure de la cellule forme l'apex, alors que l'extrémité postérieure forme l'antapex (Fig.7).

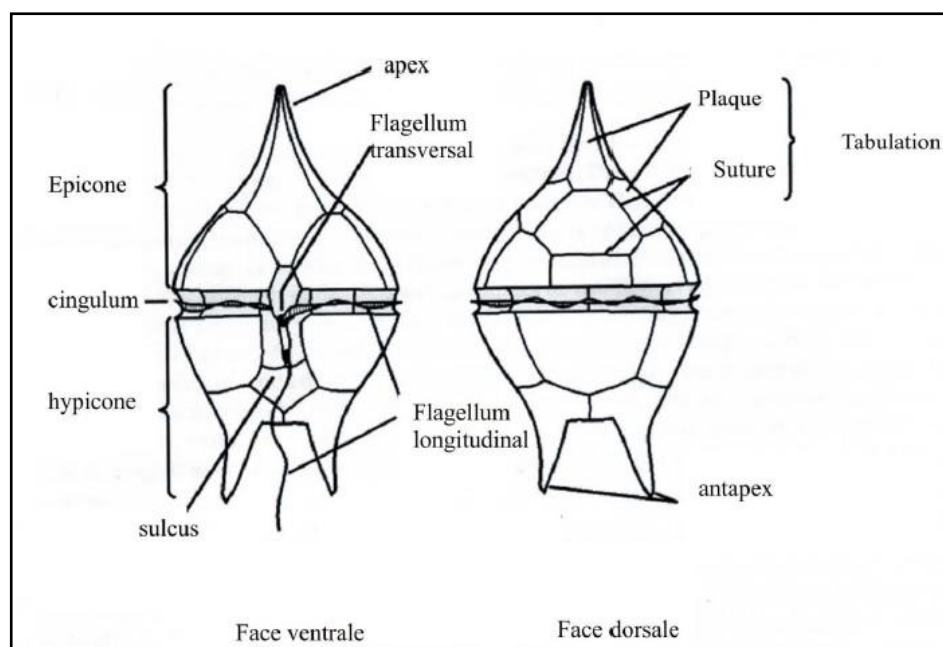


Figure 7: Morphologie générale d'une cellule de Dinoflagellés vivants (Fensome et al., 1993).

Chaque individu est donc une cellule couverte par une membrane extérieure continue (amphiesma) dans laquelle se trouvent les vésicules amphiesmales. Certains dinoflagellés sont recouverts de plusieurs plaques polysaccharidiques, formant une thèque plus ou moins épaisse. Ils sont alors qualifiés de thécaux. D'autres ont des parois fragiles, non recouvertes par des plaques, et sont appelés dinoflagellés nus ou athécaux. Parmi les caractéristiques les plus importantes chez les dinoflagellés, on trouve **les flagelles, la thèque et le cycle biologique.**

➤ Les flagelles

Chaque dinoflagellé possède deux flagelles différents (c'est la raison pour laquelle ils sont appelés dinoflagellés): un flagelle transversal sur le cingulum et un flagelle longitudinal ventral sur le sulcus. Le flagelle transversal fait tourner la cellule autour d'elle-même (mouvement rotatif), permettant son mouvement vers l'avant, tandis que le flagelle longitudinal exerce l'effort de propulsion.

➤ La thèque

La thèque est une structure extracellulaire rigide incluant un système complexe de plaques cellulodiques. Elle est formée d'une membrane externe (plasmalemme) et une couche vésiculaire qui inclut un matériel cellulodique, puis une pellicule interne fibreuse non cellulodique, très résistante et lisse, ne comportant pas d'excroissances.

Le nombre et la répartition des plaques de la thèque sont des critères importants pour définir l'appartenance des dinoflagellés à l'un des cinq ordres habituellement reconnus dans la classe des dinophyceae (Evitt, 1985). L'agencement et la forme des plaques sont caractéristiques de chaque espèce (Figs. 7, 8).

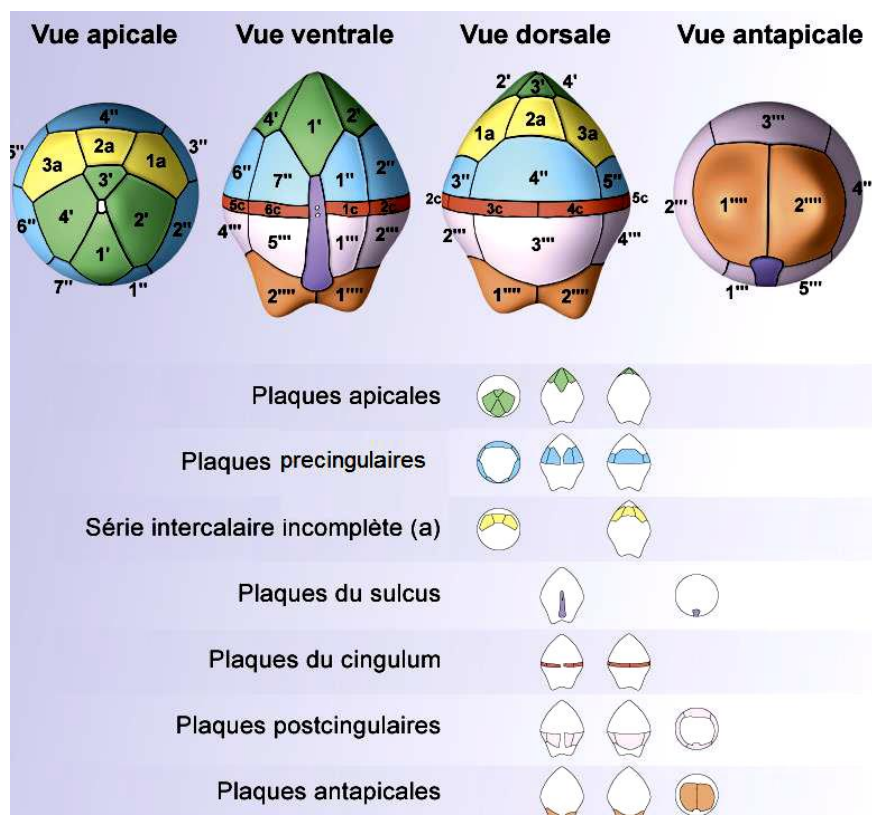


Figure 8: Représentation schématique de la thèque d'un dinoflagellé (Peridiniaceae) selon 4 points de vue. La numérotation des plaques utilisée est celle de KOFOID, adaptée depuis Dodge et al. (1982). Les plaques sont numérotées comme suit : apicales ('), Intercalaires apicales (a), cingulaires (C), précingulaires (''), post-cingulaires (''), antapicales ('').

➤ Le cycle biologique

Le cycle biologique des dinoflagellés semble être complexe et encore très mal connu. Les changements se résument en trois stades : un stade végétatif (phase haploïde végétative), un stade de reproduction et un stade d'enkystement (Fauchot, 2006) (Fig.9):

Stade végétatif (A): c'est le stade le plus fréquent avec une reproduction asexuée. Lors de cette phase haploïde (n chromosome), les cellules végétatives présentes dans la colonne d'eau se divisent par mitose.

Les cellules végétatives de certains dinoflagellés peuvent s'enkyster temporairement en réponse à des conditions environnementales défavorables. L'existence de ces formes de résistance temporaires permet aux cellules de supporter les fluctuations à court terme des conditions environnementales (température, salinité, turbulence) (Garcés et al., 2002).

Stade de reproduction (B): la phase sexuée commence lorsque, par fusion, les cellules végétatives, produisent des gamètes et forment un Planozygote (stade diploïde ($2n$)): une grande cellule mobile à quatre flagelles. Ce dernier peut se multiplier par méiose et donner des individus à n chromosome.

Stade d'enkystement (C): pendant lequel la cellule se contracte à l'intérieur de la thèque et forme une enveloppe interne de nature chitineuse qui sera fossilisée. La thèque se désintègre en quelques jours et le kyste dit de dormance se sédimente au fond, ce qui leur permet d'échapper à la prédation ou à des conditions environnementales défavorables (étape de repos).

Après une période de dormance dans les sédiments (période de maturation physiologique durant laquelle les kystes de dormance ne peuvent pas germer), le kyste s'ouvre par l'archéopyle. Il en sort une forme gymnodiniode à un seul flagelle, qui va rapidement se transformer en une grande cellule, mobile, à deux flagelles, le planoméiocyte qui donnera quatre cellules haploïdes (n) par méiose.

C'est le début d'une nouvelle phase végétative (Anderson et Wall, 1978).

Plusieurs facteurs externes peuvent influencer ce cycle biologique:

- La présence d'oxygène favorise la germination. Elle peut aussi être provoquée dans certaines périodes de l'année à cause de l'augmentation de température et de lumière.
- La disparition des nutriments provoque l'arrêt des divisions et la formation de gamètes qui fusionnent pour former de nouveaux kystes (Quéguiner, 2013).

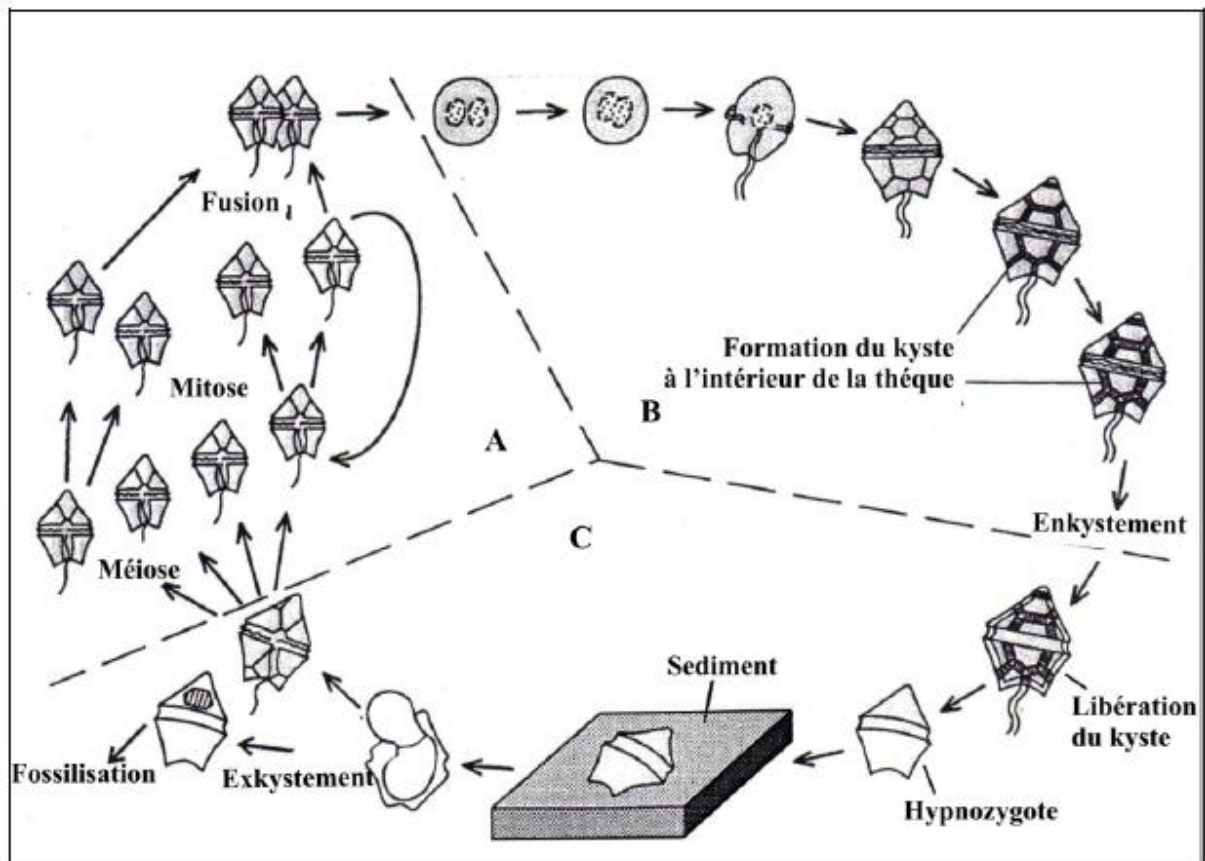


Figure 9: Schéma du cycle biologique simplifié des dinoflagellés (Williams et al., 2000).

III. Ecologie

Les dinoflagellés sont distribués dans toutes les latitudes, de l'équateur aux mers polaires (de Vernal et Marre, 2007). Ils sont présents dans le monde entier, dans les milieux marins côtiers, estuariens et ouverts, riverains, lacustres, sableux ainsi que sous et intra glaciels (Evitt, 1985; Fensome et al., 1993).

Les dinoflagellés marins sont adaptés à tous les climats, des tropiques aux régions polaires, et du littoral aux profondeurs océaniques.

Les dinoflagellés autotrophes vivent dans la zone photique des océans pour réaliser leur photosynthèse. Ils sont alors exposés à différents paramètres écologiques et environnementaux, dont la température, la salinité et l'abondance en nutriment qui déterminent leur distribution spatiale (Santleben et Shroder, 1992; Brand, 1994). Quelques espèces sont des endosymbiontes avec des protistes ou des invertébrés marins et jouent un rôle important dans la biologie des récifs de corail. Certains dinoflagellés sont capables de se nourrir simultanément par autotrophie et par hétérotrophie, ils sont mixotrophes (Quéguiner, 2013). Plusieurs dinoflagellés sont doués de bioluminescence. Lorsque la masse d'eau est

stratifiée, les dinoflagellés peuvent se développer de façon si intense (plusieurs dizaines de millions d'individus par litre d'eau) qu'ils colorent l'eau: ce phénomène est appelé marée rouge. Certains dinoflagellés ont des effets désastreux sur l'économie halieutique, du fait de leur toxicité qui peut entraîner la mort lorsqu'ils sont consommés par l'intermédiaire des mollusques (Quéguiner, 2013).

IV. Intérêts d'étude des dinoflagellés

L'importance écologique et socio-économique des formes mobiles ainsi que la nature résistante de la paroi de certains kystes, qui ne sont pas affectés par la dissolution comme les microfossiles à test minéral, ont attiré l'attention de deux groupes de scientifiques: les Phytoplanctonologues et les Paléontologues. Les premiers ont été intéressés, entre autres, aux espèces productrices de toxines, la productivité primaire et les relations trophiques alors que les seconds, ont porté leur attention sur l'utilité des kystes en biostratigraphie (pour l'exploration pétrolière) et comme indicateurs paléoécologiques des conditions de surface des mers (Rochon et al., 1999; de Vernal et al., 2001; de Vernal et al., 2005 dans Potvin, 2010).

Ainsi, la distribution des dinokystes dans les sédiments de surface a permis de démontrer que ces microfossiles constituent des excellents traceurs des paramètres hydrographiques de surface des mers, en particulier la température, la salinité et la durée saisonnière du couvert de glace des mers, et ce dans les moyennes et hautes latitudes. Certaines études ont montré que les dinoflagellés permettent également de donner une estimation de l'intensité des upwelling côtiers (Powell et al., 1990 ; Lewis et al., 1990 ; Dale, 1996 ; Zonneveld, 1997 ; Zonneveld et al., 2001).

V. Morphologie générale

La morphologie des kystes de dinoflagellés varie suivant l'espèce. En général, ils sont observés sous deux formes distinctes : des individus à tabulation visibles, rattaché depuis toujours au Péridiniens, et ceux porteurs d'expansions plus ou moins importantes reflétant la structure de la thèque. La composition chimique de leur paroi est proche de celle de la chitine ou de la sporo-pollenine. Ils possèdent toujours un archéopyle et des expansions ou projection en relief reflétant la structure de la thèque qui leur a donné naissance. Le kyste est formé par condensation avec un retrait par rapport à la thèque, ses principaux caractères morphologiques seront interprétés

comme résultant des relations spatiales entre kyste et thèque au moment de l'enkystement. (Fig.10) (Châteauneuf et Reyre, 1974).

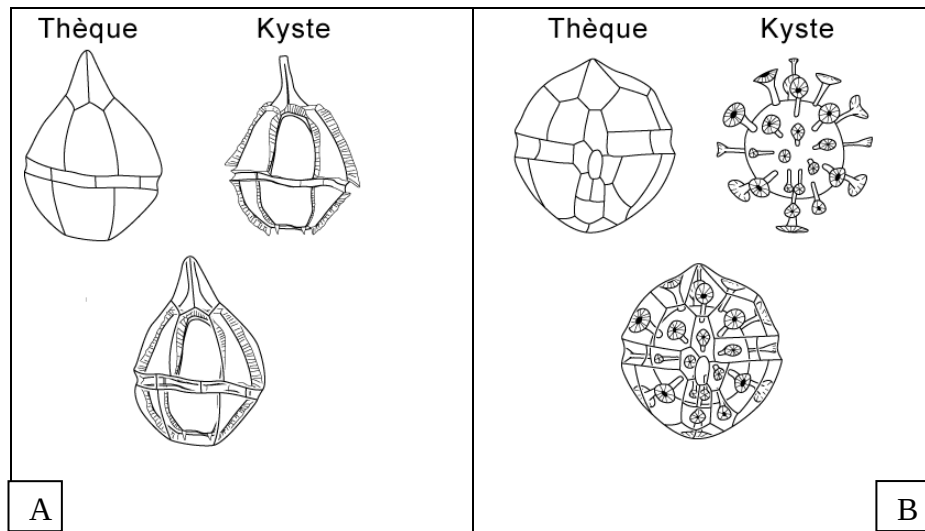


Figure 10 : Tabulation du kyste reflétant : (A) directement la tabulation de la thèque, (B) indirectement la tabulation de la thèque (Evitt, 1985).

Lorsque le contact est étroit, le kyste à la même forme et peut conserver les traces des lignes de suture, l'impression des pores, les bandes de croissance de la surface interne des plaques de l'individu mobile. Mais lorsque le contact est moins étroit, il se formera donc des projections, destinées à soutenir le kyste dans la thèque, suivant les lignes de sutures ou à l'intérieur des plaques. Il peut arriver qu'on ne voie pas de trace de tabulation. (Châteauneuf et Reyre, 1974).

VI. Critères de détermination d'un kyste de dinoflagellé

La détermination d'un kyste de dinoflagellé est fondée sur les éléments morphologiques suivants (Fig.7) :

- Contour (présence de corne) et symétrie ;
- Cingulum et sulcus ;
- Paroi (couche, épaisseurs, décollement) ;
- Caractères de surface (projection) ;
- Tabulation ;
- Archéopyle ;
- Dimensions.

Les variations intraspécifiques sont souvent importantes, surtout au niveau de la forme générale et de la taille, les caractères les plus importants sont la nature des projections, leur répartition (tabulation), l'archéopyle et la paroi.

1. Forme générale, cingulum, sulcus et dimension

Les dinoflagellés peuvent être sous divers formes, circulaires, ovales, elliptiques, réniformes ou bien lenticulaires et leur taille varie entre 15 et 100 μm . La zone cingulaire et la zone sulcale indiquent la position des deux flagelles et permettent de déterminer la position antéro-postérieure, la position dorso-ventrale, la zone apicale et la zone antapicale (avec ou sans cornes apicales et antapicales) et la symétrie bilatérale. En effet, la face ventrale est déterminée par les observations du sulcus et/ou de la jonction de la ceinture (cingulum), la face dorsale lui est opposée. Le cingulum débute à gauche et se termine à droite du kyste. Il est fermé ou circulaire si les deux extrémités se rejoignent à la même hauteur, ou ouvert si les extrémités sont décalées. Il peut alors être descendant si son extrémité est plus postérieure que son origine et ascendant si elle est plus antérieure. Le cingulum peut aussi être croisé quand son extrémité est très déplacée et se trouve à la gauche de son origine (Fig.11) (Bérard-Therriault et al., 1999).

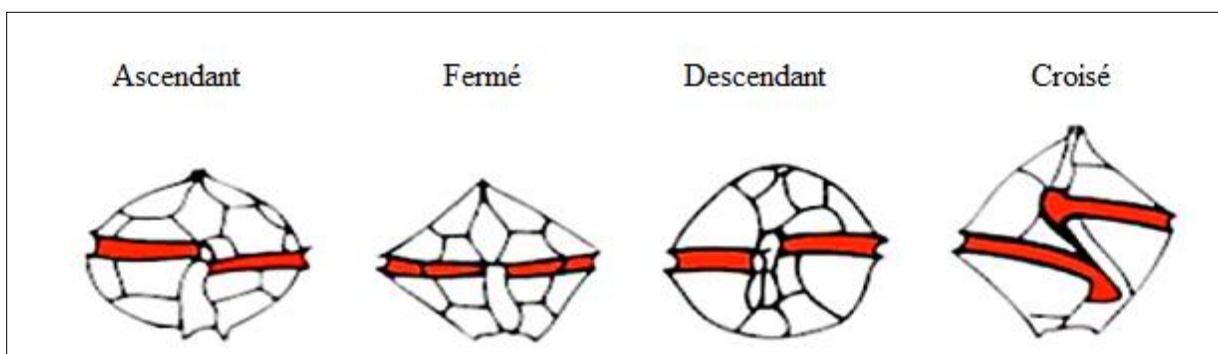


Figure 11 : Différents types de cingulum (Bérard-Therriault et al., 1999).

2. Tabulation, forme des projections et tabulation

Les processus et septa sont des caractères propres au kyste, appelés projections qui rappellent la tabulation de la thèque. Leur positions par rapport aux plaques ou aux sutures de plaques permet de les subdiviser comme suit:

- Position tabulaire (intratabulaires et suturales) ou non tabulaires. La tabulation ainsi reconstituée est dite reflétée (Fig.12).

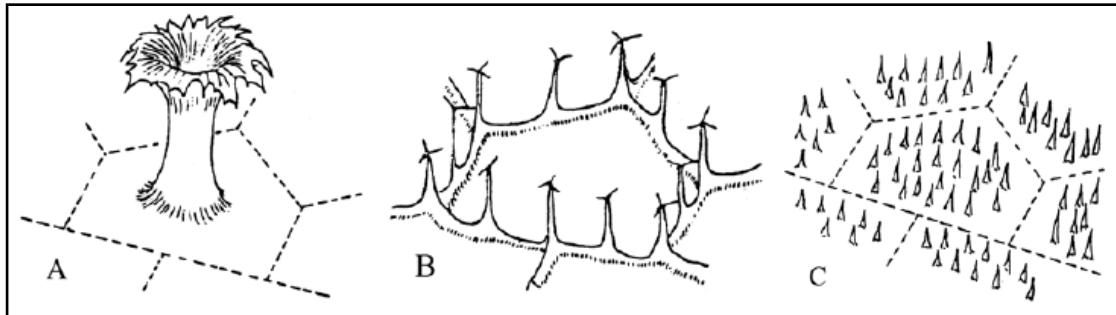


Figure 12: Ornementation de surface ou projections, disposition et forme des projections chez les Peridiniens (Châteauneuf et Reyre, 1974). A. processus intratabulaires; B. processus tabulaires suturaux; C. processus non tabulaires.

- La longueur des projections est considérée comme résultante du mode de formation du kyste dans la thèque. Elle est utilisée dans un système de classification morphologique: considérons R comme étant le rapport (longueur du processus /diamètre équatorial du corps central du kyste) x100, on trouve les trois types de kystes suivants : (Fig. 13).

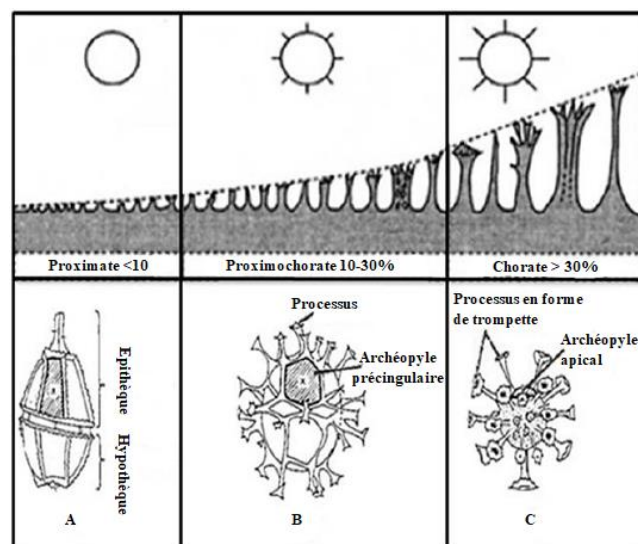


Figure 13: Différents groupes de dinokystes déterminés selon le rapport entre la longueur des processus et le diamètre équatorial du corps central (Evitt, 1985).

A- Kyste proximate: l'ornementation de surface est faible à nulle (ne dépassant pas 10% du diamètre du corps central).

B- Kyste proximo-chorate: il est intermédiaire entre le kyste proximate et le kyste chroate: la hauteur des éléments ornementaux varie entre 10 et 30% du diamètre du corps central.

C- Kyste chorate: il présente des appendices de forme variée dont la longueur est supérieure à 30% du diamètre du corps central.

- La nature des projections sert aussi de critère secondaire de détermination en utilisant: la forme générale des processus; la nature interne des processus (Fig.14) (plein, vide, ouvert ou fermé distalement) et la forme de l'extrémité distale des processus (Fig.15).

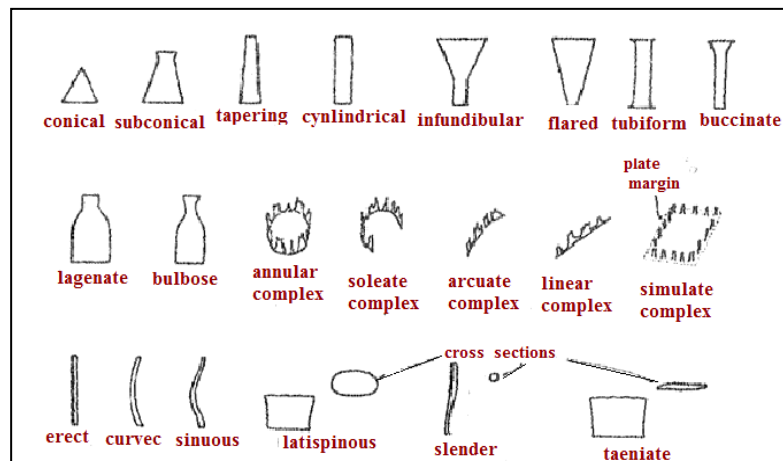


Figure 14 : Forme générale des projections ou processus (Downie et Sarjeant, 1966).

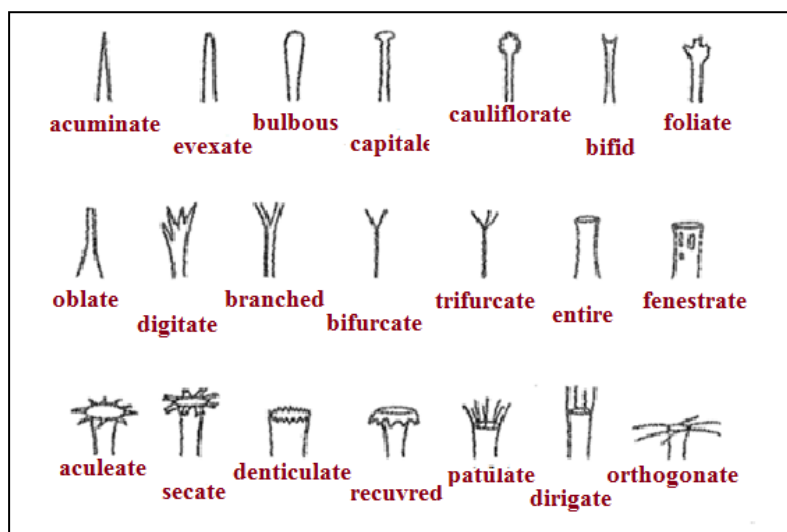


Figure 15: Terminologie utilisée pour la description de l'extrémité distale des projections ou processus (Downie et Sarjeant, 1966).

La tabulation est la disposition en série latitudinales des plaques qui forment la paroi des dinokystes et un caractère très important pour la taxonomie. La forme des plaques, leur disposition, leur relation entre elles et leur nombre peuvent varier d'un genre à l'autre, mais restent stable pour l'espèce. Deux systèmes de numérotation des plaques sont utilisés:

- **Le système Kofoïd**, (Kofoïd, 1907, 1909) qui est le plus anciens et le plus **statique**. Il est très utilisé, et il est considéré comme une aide pour une analyse objective de tabulation individuelle, mais il n'est pas satisfaisant pour faire des comparaisons dans le contexte d'une éventuelle relation évolutionnaire de différents taxons, quand des plaques homologues occupent différentes positions (cf. Slimani, 1995).

Dans le système de Kofoïd, les plaques sont arrangées latitudinalement en sept séries suivant l'axe apical-antapical. Ainsi, on retrouve de l'apex vers l'antapex les séries suivantes (avec leur symbole Kofoïdiens) (Fig.16): les séries apicales ('), intercalaires antérieures (a) et précingulaires (") sur l'épikyste; les séries cingulaires (c) sur le cingulum, puis postcingulaires (""), antapicales (""') et la plaque intercalaire postérieure (P) sur l'hypokyste. Sur l'apex, on retrouve une ou deux (parfois même plus) plaques préapicales (pr). Les plaques sulcales (s) sont distribuées longitudinalement et occupent la surface ventrale séparant les deux extrémités du cingulum et les séries des plaques postcingulaires et précingulaires. Les plaques sulcales sont symbolisées selon leur position: plaque sulcale gauche (ls); plaque sulcale droite(rs); plaque sulcale antérieure (as); plaque sulcale accessoire droite (ras); plaque sulcale postérieure (ps) (cf. Slimani, 1995). Dans ce travail, nous avons utilisés la numérotation du système Kofoïd qui est relativement plus simple pour décrire les différents types de kystes.

- **Le système de Taylor-Evitt** (Evitt, 1985) tient compte de l'aspect **évolutif** sans pour autant résoudre entièrement l'homologie des plaques d'un type morphologique à l'autre (cf. Slimani, 1995). La tabulation primaire du modèle primitif de Taylor comprend cinq séries latitudinales de plaques pentagonales et hexagonales symétriques et arrangées d'une façon symétrique (Fig. 17). On retrouve la série polaire qui comprend trois plaques (A–C) autour d'une petite plaque polaire (P), les séries pré-équatoriales (1–6), équatoriales (a–f), post équatoriales (I–VI) et anti-polaires (X–Z). La subdivision des plaques primaires en deux plaques secondaires ou plus, fait augmenter le nombre de plaques par apparition de plaques secondaires et joue un rôle important dans la notation Taylor-Evitt. Les plaques résultantes de la division suivant des lignes méridiennes sont notées "i" (initialis), "m" (medialis) et "u" (ulter) dépendamment de leur relative position par rapport au début ou à la fin du cingulum. Tandis que les plaques résultantes de la division latitudinale sont notées "v" et "h". La subdivision selon les lignes méridiennes joue le rôle le plus important sur la migration des plaques et le changement de l'organisation de tabulation.

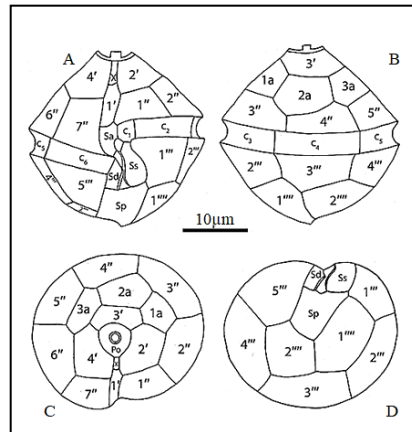


Figure 16: Exemple de la morphologie et de l'arrangement des plaques d'un kyste de dinoflagellé selon le système de Kofoïd: A. vue ventrale. B. vue dorsale. C. vue apicale. D. vue antapicale. (Nezan et Chomerat, 2010).

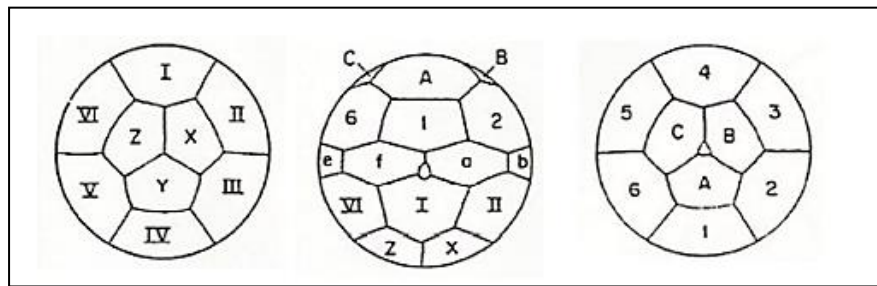


Figure 17: Tabulation primaire du modèle primitif de Taylor d'après Evitt, 1985.

3. Archéopyle

L'archéopyle est une ouverture dans la paroi du kyste par laquelle le protoplaste s'échappe lorsqu'il bourgeonne et reprend sa place dans la phase active de son cycle de vie. Il est important du point de vue phylogénétique, en ce sens qu'il donne des indications sur la tabulation, permettant ainsi de classer le kyste en genre et parfois en espèce. L'archéopyle est généralement polygonal, il est facilement observable, aussi bien chez les kystes fossiles qu'actuels. Les critères de différenciation les plus importants de l'archéopyle sont:

La morphologie est en relation avec le nombre et la forme des plaques sur le kyste.

L'archéopyle peut être simple, c'est-à-dire constitué d'une seule plaque, ou composé (plus d'une plaque).

La structure qui est en rapport avec le nombre de couches du kyste. Lorsque le kyste comprend plusieurs parois, chaque paroi possède un archéopyle.

La position: selon sa position sur le kyste, l'archéopyle peut être apicale (*Areoligera*), intercalaire (*Andalusiella*), précingulaire (*Cordosphaeridium*), combinée (*Sirmiodinium*), epikystal (*Homotryblum*) ou quelconque (*Dinogymnium*) (Fig. 18).

L'ouverture de l'archéopyle correspond à un opercule qui est la plaque ou le groupe de plaques qui peuvent se détacher de la paroi du Kyste pendant la sortie du protoplaste. On parle d'un opercule libre lorsque la/les plaques qui le constituent se détachent complètement. Dans le cas où l'opercule reste rattaché au kyste par une ou plusieurs plaques, on parle d'un opercule attaché (Fig. 18).

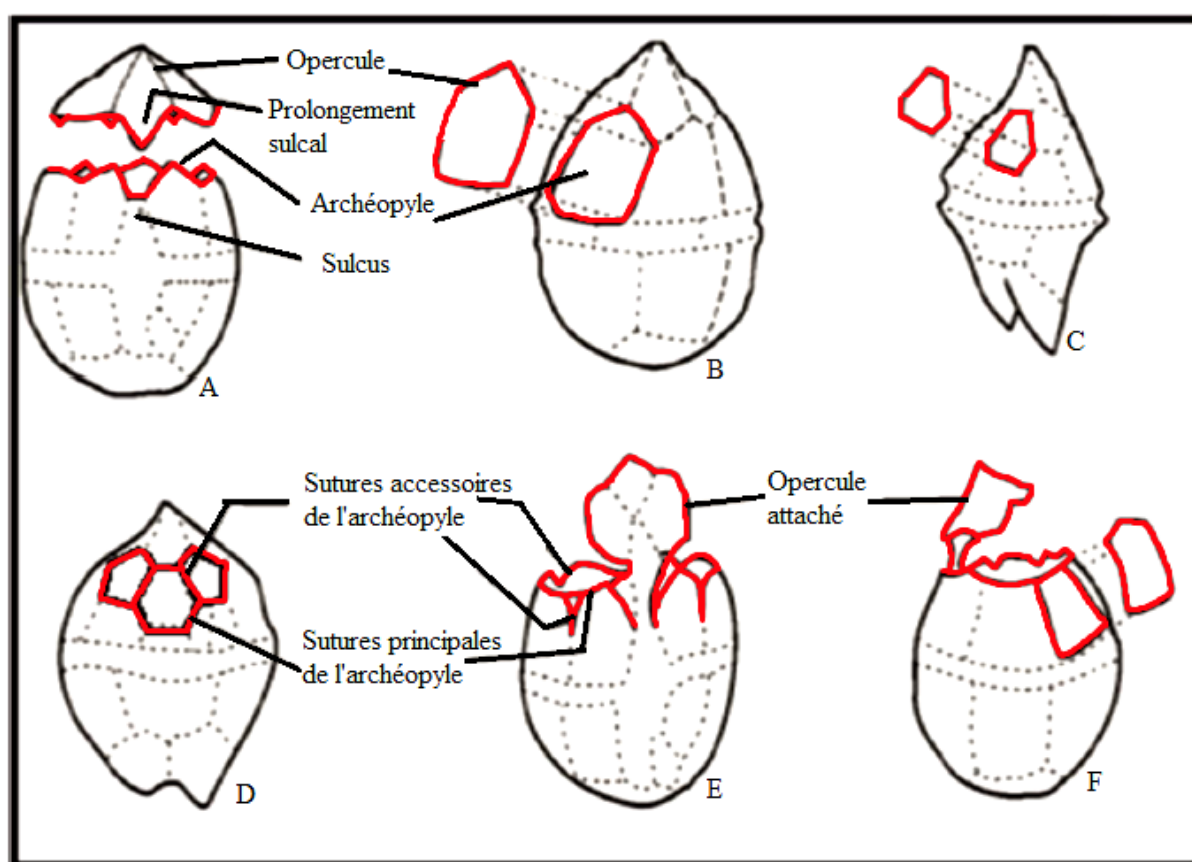


Figure 18: Nomenclature appliquée à l'archéopyle d'après sa position et le nombre de plaques composant l'opercule (Evitt, 1967 in Châteauneuf et Reyre, 1974). A. Archéopyle apical avec un opercule libre; B. Archéopyle nprécingulaire avec un opercule libre; C. Archéopyle intercalaire avec un opercule libre; D. Archéopyle intercalaire avec un opercule en place; E. Archéopyle apical avec un opercule attaché; F. Archéopyle combiné avec un opercule précingulaire libre et un opercule apical attaché.

4. Structure de la paroi

La paroi des kystes peut être hyaline, fibreuse ou granuleuse. Les kystes de dinoflagellés ont généralement une paroi à deux couches (souvent accolées) mais certaines parois ont une, deux, trois ou quatre couches. La terminologie la plus souvent employée pour les déterminations des différentes couches est la suivante:

- Blaste pour le corps entier;
- Phragme pour la paroi;
- Coele pour la cavité.

Selon le nombre et l'organisation des parois du kyste, on distingue les cas suivants:

Kyste acavate: le kyste ne possède qu'une seule paroi, appelée autophragme, qui délimite l'autocoele (cavité simple).

Kyste cavate: le kyste possède deux parois: le périphragme à l'extérieur et l'endophragme à l'intérieur. On trouve des kystes bicavates (deux cavité, souvent une apicale et l'autre antapicale), circumcavates (une cavité qui entoure l'endokyste) ou cornucavates (les deux parois se détachant pour former des cavités au niveau des cornes). (Châteauneuf et Reyre, 1974).

VII. Signification des principaux termes morphologiques utilisé dans la description des dinokystes

Acavate: kyste dont le périphragme et l'endophragme sont accolés l'un à l'autre, ou accolés entre les bases de processus.

Antapex: aire située à l'extrémité postérieure de l'hypokyste.

Antapicale: situé à l'antapex.

Aperture: ouverture synonyme de l'archéopyle.

Apex: aire située à l'extrémité antérieure de l'hypokyste.

Apicale: situé à l'apex.

Appendice: employé comme synonyme de processus.

Archéopyle: ouverture germinative des kystes de dinoflagellés.

Bicavate: le kyste possède un péricoele apicale et un péricoele antapical. Le périphragme et l'endophragme restent accolés dans la région cingulaire.

Cavate: le kyste possède un périphragme et un endophragme partiellement ou complètement séparés, délimitant un péricoele entre le périkyste et l'endokyste. Les kystes montrant un

décollement du périphragme restreint à la base des processus ne sont pas considérés comme cavates.

Chorate: kyste possédant des processus ou projections à longueur supérieure à 30% du diamètre du corps central.

Corps central: terme utilisé pour distinguer la partie du kyste supportant les processus.

Corne apicale: la bosse apicale.

Cingulum: la ceinture d'un kyste.

Crête: le sommet des septes.

Endokyste: synonyme du corps interne.

Endophragme: la couche la plus interne d'un kyste délimitant l'endokyste.

Opercule: plaque ou groupe de plaques se détachant complètement ou partiellement du kyste lors de la formation de l'archéopyle.

tabulation: arrangement des plaques formant un kyste.

Périphragme: la couche la plus extérieure du kyste délimitant le périkyste.

Précingulaire: entre l'aire apicale et l'aire cingulaire.

Proximate: qualifie un kyste sans ornementation, ou bien avec une ornementation a hauteur inférieur ou égale à 10% du diamètre du corps central.

Proximochorate: qualifie un kyste dont la hauteur d'ornementation est comprise entre 10% et 30% du diamètre du corps central.

Septe: projection plus ou moins membraneuse, à la surface d'un kyste.

Suturale: se rapportant aux sutures ou bien situé sur les sutures.

PARTIE II : MATERIEL ET METHODES

I. Matériel

Les trois coupes qui font l'objet de ce travail de thèse de Doctorat sont localisées dans le Rif Externe oriental, plus précisément dans la région du Nord-Ouest de Taza (Fig.19) qui est déjà représentée par deux cartes géologiques consécutives à 1/50 000: Bab el Mrouj et Beni Frassène. Dans ces cartes les âges Paléocène, Eocène et Oligocène donnés aux sédiments sont imprécis. La présente étude palynologique des séries Eocène–Oligocène dans cette unité a donc pour but de faire un inventaire des palynomorphes, essentiellement des kystes de dinoflagellés, de préciser, jusqu'au niveau des étages, l'âge de ces sédiments et d'étudier le paléoenvironnement.

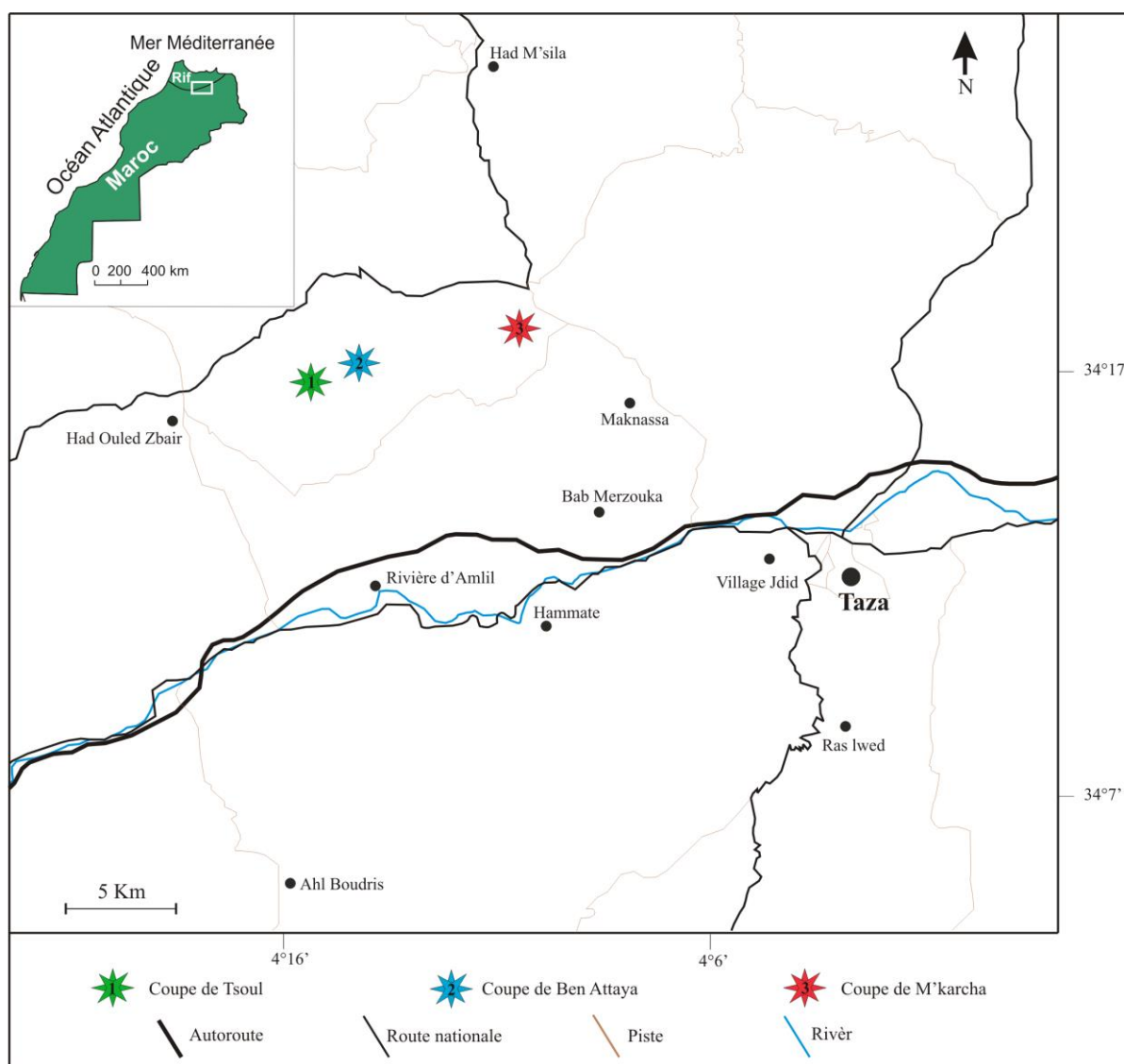


Figure 19: Carte de localisation des coupes étudiées.

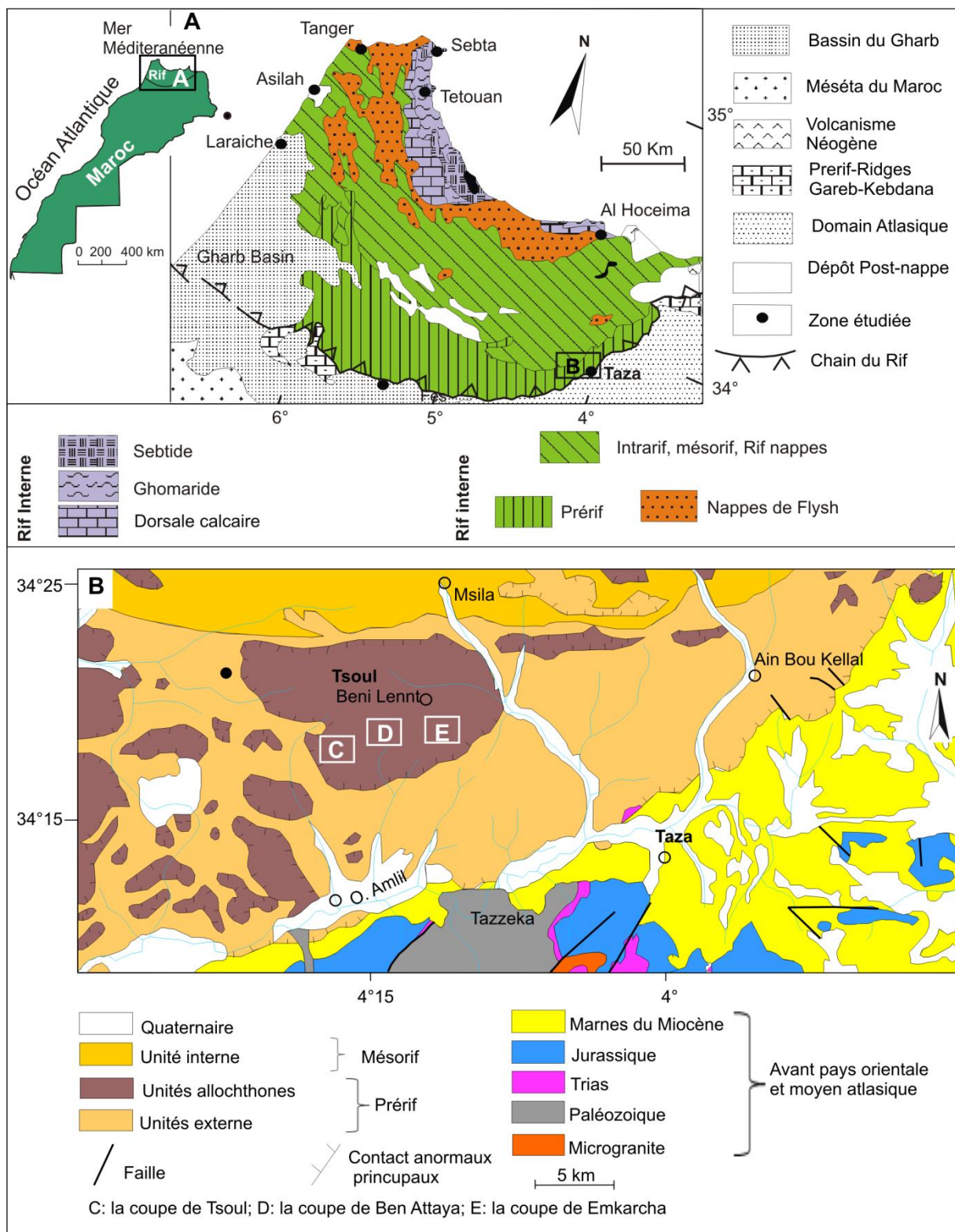


Figure 20: (A) Carte structurale simplifiée de la Chaîne de Rif, modifiée après Suter (1980) et Chalouan et al. (2001). (B) Carte structurale (1/500.000) de la zone d'étude, extrait modifié de la carte géologique Bab El Mrouj-Taza Nord (1/50.000) (Leblanc, 1967-1971). Les secteurs C, D et E dans la carte structurale (B) sont détaillés dans les trois figures suivantes.

1. Coupe de Tsoul

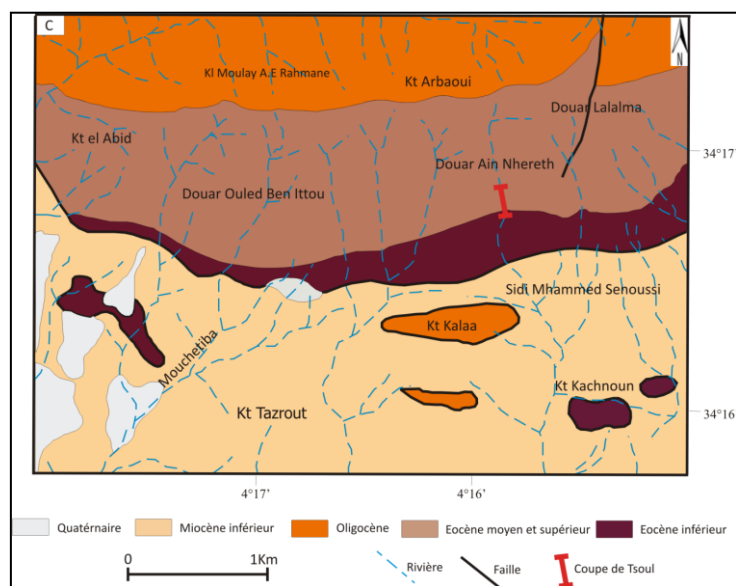


Figure 21: Carte géologique montrant la coupe de Tsoul, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc. Extrait modifié de la carte géologique Béni Frassene (1/50.000) (Vidal et al., 1979).

Cette coupe est indiquée dans la partie est de la carte géologique de Béni Frassene (1/50.000) (Vidal et al. 1979) (Figs. 20, 21). Elle se situe dans l'Unité structurale de Tsoul, à environ 35 km au nord-ouest de Taza et à 6 km à l'est de Had Oulad Zbair.

2. Coupe de Ben Attaya

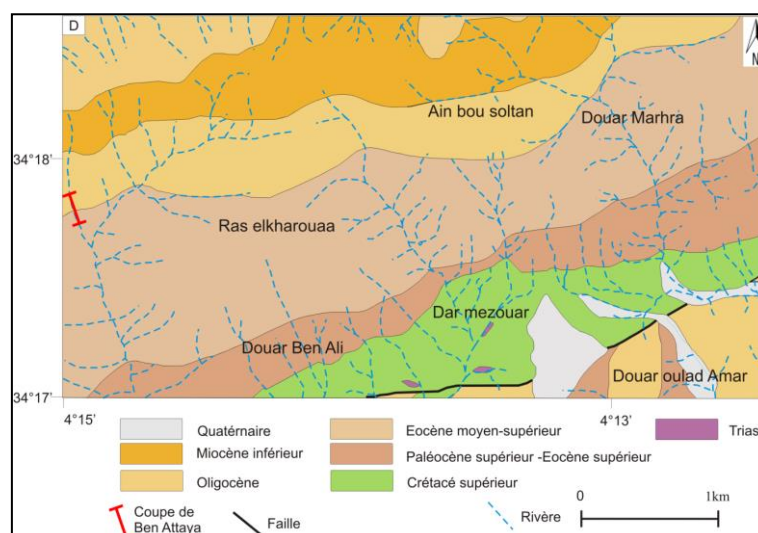


Figure 22: Carte géologique montrant la coupe de Ben Attaya, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc. Extrait modifié de la carte géologique Bab El Mrouj-Taza Nord (1 / 50.000) (Leblanc, 1967-1971).

Cette coupe est indiquée dans le quart sud-ouest de la carte géologique de Bab-El-Mrouj (1/50.000) (Leblanc, 1967-1971) (Fig. 22), pratiquement très proche de la limite entre la carte géologique de Bab-El-Mrouj celle de Beni Frassene (1/50.000). Elle est localisée également dans l'Unité structurale de Tsoul (Fig. 20) et affleure dans la vallée de l'Oued Ben Attaya, à environ 30 km au nord-ouest de Taza et à 8 km à l'est de Had Oulad Zbair.

3. Coupe de M'karcha

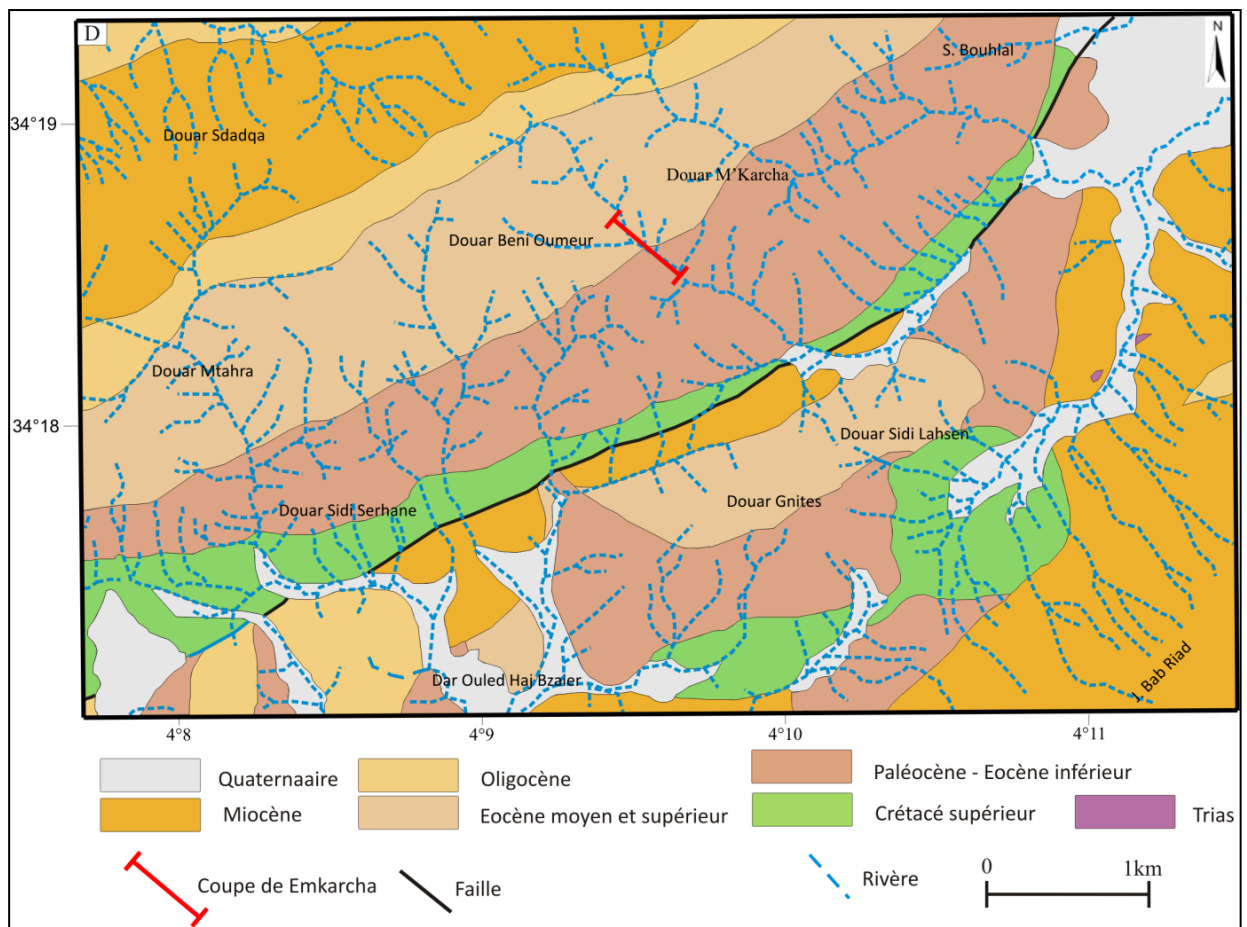


Figure 23: Carte géologique montrant la coupe de M'karcha, Rif Externe oriental. Extrait modifié de la carte géologique Bab El Mrouj-Taza Nord (1 / 50.000) (Leblanc, 1967-1971)

Cette coupe est marquée sur la carte géologique (1/50.000) de Bab El Mrouj-Taza Nord (Leblanc, 1967-1971) (Fig. 23). Elle est localisée dans le Sud de l'Unité des Tsoul (unité pré-rifaine supérieure) (Fig. 20), précisément dans la localité de M'karcha. La coupe est accessible à une vingtaine de km de Taza, par une piste qui longe la dépression de la bordure sud des premiers reliefs de l'Unité de Tsoul.

II. Méthodologie

L'approche méthodologique dans ce travail consiste à faire des analyses calcimétriques et palynologiques.

1. Calcimétrie

La calcimétrie est la mesure de la teneur en carbonates de calcium (CaCO_3) dans un sédiment.

L'opération de dosage de cette teneur consiste à attaquer le sédiment avec de l'acide chlorhydrique (HCl) à 10% à froid et à mesurer le volume de dioxyde de carbone (CO_2) dégagé dans un tube manométrique gradué et la température à la fin de la réaction. Pour cet effet on suit la norme standard (NF P94-048) utilisée au laboratoire de Géobiodiversité et Patrimoine naturel à l'Institut Scientifique de Rabat.



Figure 24: Photo du calcimètre

La réaction qui se produit a pour équation bil: $\text{CaCO}_3 + 2\text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$.
Le tube à travers duquel on observe le dégagement gazeux contient de l'eau saturée en sel pour éviter la perte de CO_2 suivant la réaction: $\text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2 \rightarrow \text{HCO}_3^- + \text{H}^+$.

Mode opératoire de la calcimétrie

Il consiste à:

- sécher l'échantillon à l'étuve puis le broyer dans un mortier. On tare la balance avant de peser l'échantillon (moins de 0.55g). Il est à noter que si la masse de CaCO_3 est supérieure à 0.4 g, le volume de CO_2 dégagé sera trop important pour être mesuré;
- préparer ensuite une solution saturée de NaCl (environ 250 cl) et la verser jusqu'à mi-hauteur de l'ampoule. Notons que si on utilise de l'eau non salée, une partie du dioxyde de carbone (CO_2) dégagée va se dissoudre dans l'eau. Si la pression dans le tube gradué est supérieure à la pression atmosphérique, on doit l'ajuster avec celle de la pression atmosphérique en descendant l'ampoule jusqu'à obtenir le même niveau de l'eau dans l'ampoule et le tube;
- verser, à l'aide d'une pipette, de l'acide chlorhydrique (HCl 10%) dans le tube latéral de l'erlenmeyer;
- placer l'échantillon dans l'erlenmeyer et fermer ce dernier en le connectant au tube gradué qui contient l'eau salée;
- modifier la hauteur de l'ampoule de manière à ce que l'eau salée soit au même niveau dans l'ampoule et le tube gradué. Le contenu de l'erlenmeyer est alors sous la pression atmosphérique;
- noter le niveau V_i du volume initial dans le tube gradué;
- incliner l'erlenmeyer afin de faire couler l'acide sur l'échantillon, puis le reposer et attendre la fin de l'effervescence. Il faudra vérifier que l'acide était bien en excès et que tout le CaCO_3 a été dissous.

Pour faire une mesure précise, il convient d'attendre un rééquilibrage de la température avec celle de l'air ambiant (réaction exothermique). Le CO_2 dégagé est maintenant sous pression atmosphérique: on peut faire la mesure. On note le niveau V_f de volume déplacé dans le tube gradué. Lorsque l'acide chlorhydrique (HCl) est en excès, il agit sur une mole de CaCO_3 (100g/mol) en libérant une mole de CO_2 (22,4 l soit 22400 ml). Connaissant le volume de CO_2 dégagé (niveau final – niveau initial), il faudra faire un produit en croix pour calculer la masse dissoute de CaCO_3 . Comme précédemment, connaissant la masse de CaCO_3 et la masse de l'échantillon, il faudra faire un produit en croix pour calculer le pourcentage massique de CaCO_3 dans l'échantillon.

2. Palynologie

Le traitement palynologique consiste à éliminer la matière minérale dans l'échantillon afin de garder uniquement la matière organique y présente. Pour cet effet, on suit la méthode standard de la préparation palynologique, adaptée par Slimani et al. (2016).

2.1 Préparation des lames minces palynologiques

La préparation des lames palynologiques au Laboratoire de Palynologie à l'Institut Scientifique de Rabat s'est faite en trois étapes :

L'échantillonnage et le traitement physique, puis les attaques chimiques et en fin le montage des lames.

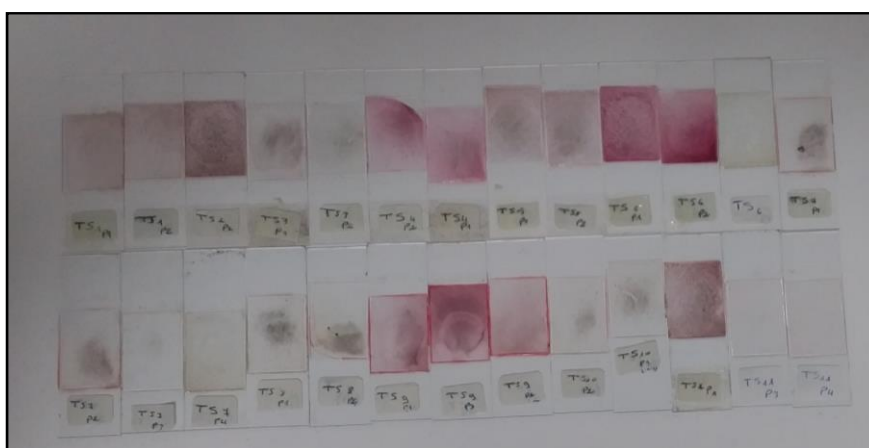


Figure 25: Préparations palynologiques.

a. Echantillonnage et traitement physique

Selon la richesse de la roche en palynomorphes, on prélève 20 à 40 g de roche qu'on lave sous un jet d'eau de robinet (roches consolidées) pour enlever les impuretés. On sèche les échantillons nettoyés à l'étuve (100°C) avant de les concasser dans un mortier en porcelaine. Le résidu obtenu est placé dans un bécher en polyéthylène portant le numéro de l'échantillon afin d'éviter les erreurs et/ou contaminations.

b. Attaque chimique

L'attaque chimique a pour but de dissoudre complètement toute la matière minérale de la roche et conserver la matière organique qui sera étudiée. Compte tenu des dangers que présentent ces acides, les attaques doivent s'opérer obligatoirement sous une hotte aspirante

résistante à l'acide fluorhydrique (HF). Le traitement chimique des échantillons se fait à l'aide des acides forts (HCl 20% et HF 40%) en trois à quatre étapes suivantes:

1) L'attaque à l'aide l'acide chlorhydrique (HCl à 20%) à froid qui a pour but de dissoudre les carbonates. Cette attaque consiste à:

- verser 150 ml de HCl (20%) sur l'échantillon contenu dans le bécher;
- agiter fréquemment le mélange pendant 2 à 3 heures jusqu'à ce que l'attaque est complète;
- rincer, jusqu'à neutralisation, avec l'eau distillée, laisser décanter, puis siphonner.

2) L'attaque à l'aide de l'acide fluorhydrique (HF 40%) à froid a pour but de dissoudre les silicates pendant une durée de 96 heures. Elle consiste à:

- transvaser le résidu issu de l'attaque précédente dans un bécher en polyéthylène;
- verser 150 ml de l'acide fluorhydrique (HF 40%) sur le résidu précédent;
- rincer, après 48 heures d'attaque, avec l'eau distillée jusqu'à neutralisation et siphonner après décantation;
- attaquer le résidu, une deuxième fois, avec l'acide fluorhydrique (HF40%) à froid pendant 48 heures, puis rincer avec l'eau distillée jusqu'à neutralisation et siphonner après décantation.

3) L'attaque à l'aide de l'acide chlorhydrique (HCl 20%) à chaud pour dissoudre les fluosilicates néoformés au cours de l'attaque précédente à l'acide fluorhydrique consiste à:

- transvaser le résidu issu de l'attaque précédente dans un bécher en verre qui résiste à la chaleur;
- verser 200 ml de HCl sur le résidu:et chauffer jusqu'à ébullition sur une plaque chauffante pendant 25 mn.
- neutraliser avec de l'eau distillée après refroidissement.

4) Si le résidu organique, obtenu à partir des attaques avec les acides, contient une grande quantité de la matière organique amorphe (MOA) qui gêne l'observation et le comptage des palynomorphe, il faut absolument éliminer ou au moins réduire cette MOA. Pour cela l'échantillon doit subir des vibrations ultrasoniques pendant 2 minutes à l'aide d'un ultrason, suivies de la filtration, puis une oxydation à l'aide de l'acide nitrique, si la MOA n'est pas suffisamment éliminée par l'ultrason. L'oxydation consiste à:

- verser 100 ml de l'acide nitrique sur le résidu
- neutraliser et rincer le résidu après 20 mn d'attaque avec l'eau distillée.

Après ces attaques chimiques, on passe à la filtration qui consiste à faire passer le résidu sur une toile de nylon de 15 μm . La filtration se termine lorsque l'eau du résidu lavé devient limpide. Le résidu obtenu après filtration est conservé dans un pilulier, en milieu aqueux avec quelques gouttes d'alcool, sur lequel on marquera le nom de la coupe et la cote de l'échantillon.

c. Montage des lames palynologiques

Le montage entre lame et lamelle consiste à:

- étiqueter la lame en indiquant le nom de la coupe et la cote de l'échantillon et la poser sur une plaque chauffante;
- ajouter deux gouttes du résidu palynologique dans une goutte de glycérine déposée sur la lame, puis homogénéiser avec une petite spatule.
- laisser évaporer la préparation sur la plaque chauffante.
- fixer, après évaporation, la lamelle sur la lame tout en s'appliquant à chasser toutes les bulles d'air emprisonnées dans la préparation.
- recouvrir les bordures de la lamelle à l'aide d'un vernis à ongle transparent. La lame est ainsi prête pour l'observation au microscope.

2.2 Observation au microscope

En total, 170 lames palynologiques ont été étudiées, dont 71 lames ont été confectionnées à partir de 19 échantillons de la coupe Ben Attaya, 36 lames à partir de 11 échantillons de la coupe Tsoul et 63 lames à partir de 31 échantillons de la coupe M'karcha. 400 palynomorphes par échantillon, lorsque qu'il est possible, ont été systématiquement déterminés et comptabilisés. Par la suite, le matériel restant a été scanné pour chercher les espèces rares et des spécimens exceptionnellement bien conservés de kystes de dinoflagellés. Les grains de pollen, spores, acritarches et basales chitinoïdes de foraminifères sont rares.

Les lames ont été examinées avec un microscope à lumière transmise (Olympus BX53) et les photos (Planches 1-10) ont été prises avec un appareil photo numérique Olympus C-400 Zoom.



Figure 26: Observation au microscope optique à lumière transmise.

Toutes les lames sont stockées dans la collection botanique de l'Herbier National de Rabat (RAB), Institut Scientifique, Université Mohammed V, Rabat, Maroc. Les coordonnées England Finder (EF) des spécimens figurés sont données dans le texte et dans les légendes des figures. La taxonomie des espèces de kystes de dinoflagellés est fondée sur la base de données DINOFLAJ3 (Williams et al., 2017).

Dans cette étude, l'analyse qualitative fondée principalement sur les premières occurrences (FOs) et les dernières occurrences (LOs) des taxons marqueurs de dinokystes, reconnues à grande échelle géographique.

2.3 Environnement de dépôt

Un environnement de dépôts peut être défini comme étant une unité spatiale à l'intérieur de laquelle les conditions et influences physiques, chimiques et biologiques affectant le développement des sédiments sont suffisamment constantes pour former un dépôt caractéristique.

Lithologie et environnement de dépôt

En se basant sur la présence ou l'absence de certains minéraux accessoires comme la glauconite, la pyrite et les débris carbonés, l'analyse lithologique nous renseigne sur l'environnement de dépôt (Guédé 2016):

- la glauconie est une roche formée essentiellement de glauconite qui est un minéral argileux contenant du Magnésium, et du Potassium. Sa présence dans un sédiment indique un environnement de dépôt marin confiné.

- les débris carbonés sont les charbons et les fragments de bois. Leur présence dans un sable est indicatrice de milieu continental à milieu marin marginal.

- la pyrite est un minéral qui se forme dans un environnement réducteur, dépourvu d'oxygène.

Palynologie et environnement de dépôt

La détermination du paléoenvironnement dans ce travail est fondée sur les proportions relatives des dinokystes (organismes marins) par rapport aux spores et grains de pollen (organismes continentaux) dans l'assemblage palynologique (Châteauneuf et Reyre, 1974). Ainsi, le rapport S/D indique l'influence continentale sur l'environnement de dépôt. Il est calculé avec la formule de Versteegh (1994):

$$S/D = \frac{nS}{(nD + nS)} , \text{ avec } n = \text{nombre de spécimens; } S = \text{sporomorphes (spores et pollen);}$$

D = dinokystes (dinokystes + acritarches).

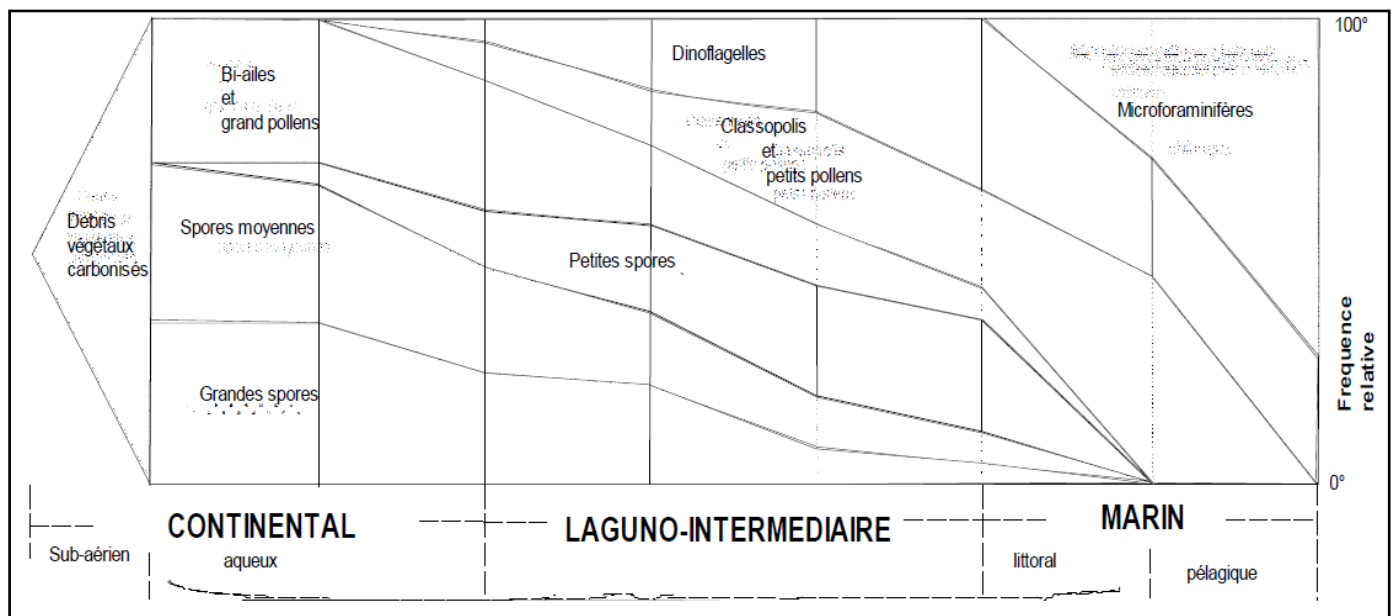


Figure 27: Répartition et importance théorique des microfossiles palynologiques suivant les milieux de dépôt dans le cas d'un passage progressif du continental franc au pélagique (Châteauneuf et Reyre, 1974).

Un paléoenvironnement continental, tout environnement dont le dépôt sédimentaire contenant un assemblage palynologique qui est constitué uniquement par les spores, les grains de pollen (Fig. 27) et la matière organique figurée (débris de bois). Par contre, si l'assemblage palynologique contient des dinokystes et des tests internes chitineux de foraminifères en proportions largement plus élevées que les spores et grains de pollen, avec présence de matière organique amorphe, on dira que ce paléoenvironnement est marin (Fig.

27). Lorsqu'on a des proportions plus ou moins égales entre les dinokystes (organismes marins), les spores et les grains de pollen (organismes continentaux), on parle de dépôt en milieu lacustre ou estuarien. Toutefois, la légère dominance d'une espèce en proportion montre une influence continentale ou marine (Fig.27).

L'environnement de dépôt peut être aussi déterminé en se basant sur les proportions relatives de certains groupes de dinokystes qui ont une préférence de distribution suivant un transit néritique à océanique. Le rapport entre le nombre de dinokystes hétérotrophes et celui des autotrophes ou rapport peridinioides/gonyaulacoides (P/G) ($P/G = nP/(nP + nG)$) sensu Versteegh (1994) fournit des informations sur la productivité de la surface de la mer.

La détermination du paléoenvironnement (néritique interne ou bien néritique externe) se fait par le calcul du rapport entre le nombre des dinokystes caractérisant les milieux néritiques internes (IN) et celui des dinokystes caractérisant les milieux néritiques externes (ON) (rapport IN/ON). Il se calcule suivant la formule: $IN/ON = nIN/(nIN + nON)$ (cf. Versteegh, 1994; Guasti et al., 2005). Il fournit des informations sur la paléo-profondeur.

D'autres courbes ont été établies en se basant sur certains groupes de dinokystes qui caractérisent un environnement de dépôt particulier (Figs. 28, 29).

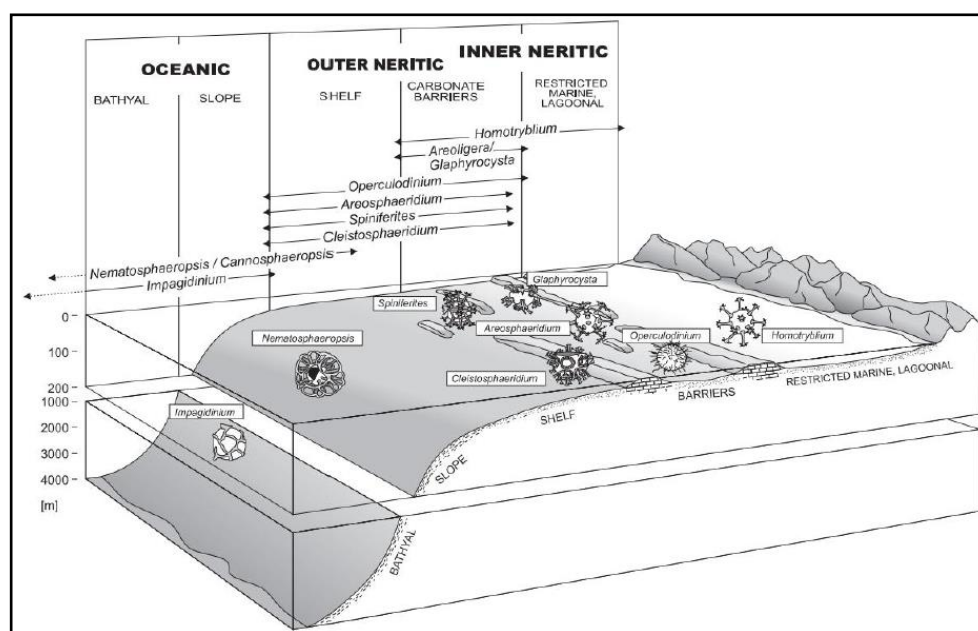


Figure 28: Modèle schématique de distribution des associations de dinokystes le long d'un transect proximal-distal au cours de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène inférieur en Italie central. Brinkhuis (1994) modifié par Sluijs et al. (2005).

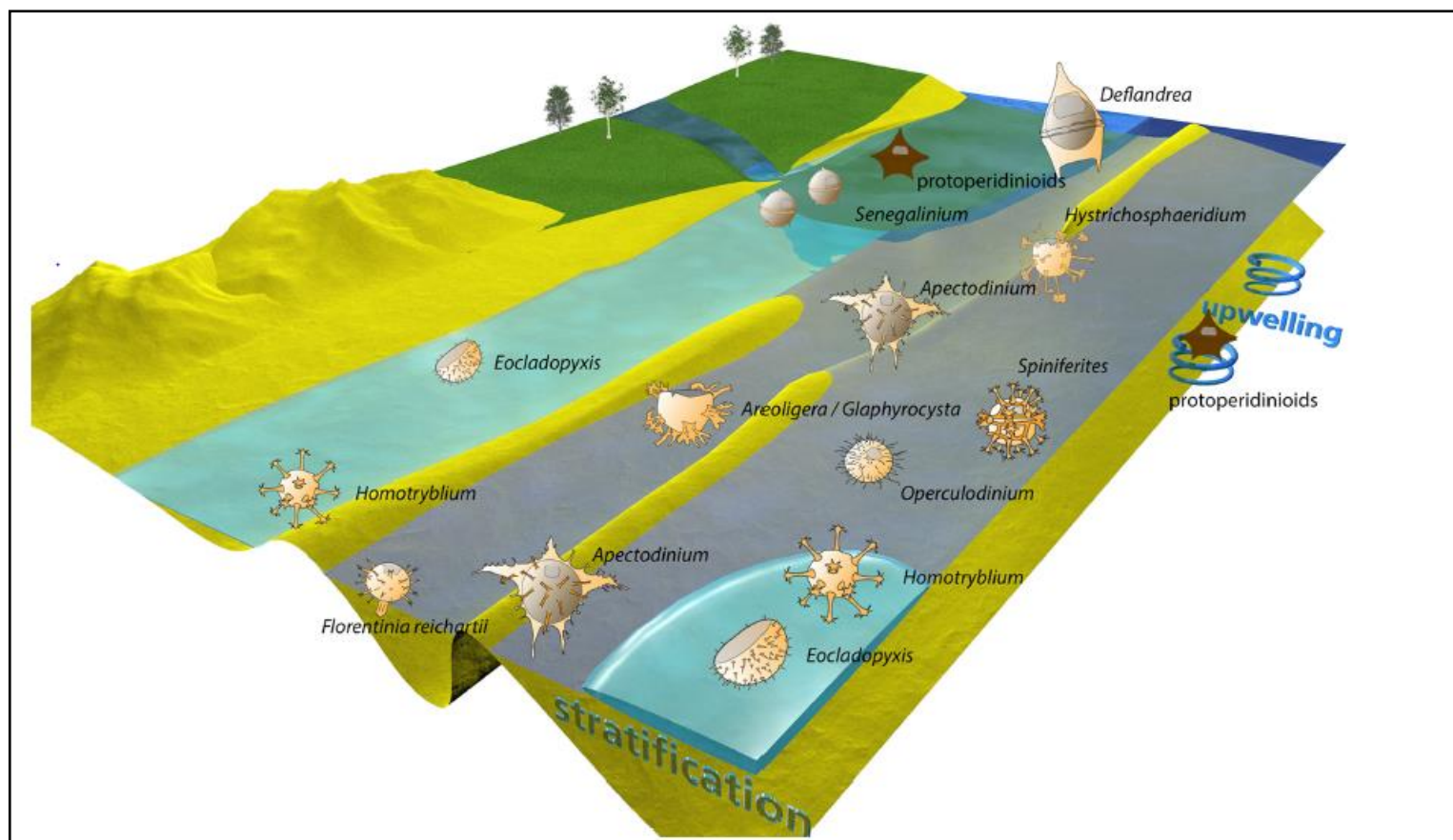


Figure 29: Affinités paléoécologiques des groupes de dinokystes, genres et espèces dominants dans le Paléocène et Eocène. (Frieling et Sluijs, 2018).

PARTIE III: RESULTATS

Chapitre I: Résultats

I. Etudes antérieures sur les kystes dinoflagellés de l'Eocène et de l'Oligocène dans les régions méditerranéennes et ailleurs

Au Maroc, les premières études sur les dinokystes éocènes ont été réalisées sur l'Éocène inférieur du plateau des phosphates (région de Khouribga, Nord-Ouest du Maroc) par Soncini (1990) et dans l'Ouest du Rif externe (région de Larache, extrême Nord-Ouest du Maroc) par Slimani et al. (2016). D'autres études sur les dinokystes ont récemment été publiées sur les sédiments éocènes et oligocènes du Rif Externe occidental (régions de Tanger et Ksar El-Kebir, Nord-Ouest du Maroc) par Chekar et al. (2016, 2018) et dans le Rif Externe oriental (région de Taza, Nord-Est du Maroc) par Mahboub et al. (2019), Slimani et al. (2019) et Mahboub et Slimani (2020). Les dernières études menées dans l'Unité de Tsoul ont été réalisées dans les coupe de Ben Attaya, M'karcha et Tsoul et représente, en faite, des travaux publiés de la présente thèse de Doctorat. Dans ces trois coupes, sont reconnus pour la première fois le Bartonien, le Priabonien et le Rupélien dans la coupe de Ben Attaya (Mahboub et al., 2019), le Bartonien et le Priabonien dans la coupe de M'karcha (Slimani et al., 2019) et le Bartonien dans la coupe de Tsoul (Mahboub et Slimani, 2020). Des interprétations paléoenvironnementales ont été également données dans ces publications en se basant sur les kystes de dinoflagellés. Les études publiées par Chekar et al. (2016, 2018) sur la coupe Ibn Batouta dans la région de Tanger et la coupe Tattofte dans la région de Ksar El-Kebir ont permis la reconnaissance du Lutétien et du Bartonien et des interprétations paléoenvironnementales à partir des dinokystes. De plus, Chekar et al. (2018) ont identifié le Chattian et mis en évidence une lacune du Priabonien et du Rupélien dans la coupe de Tattofte.

Dans les autres régions méditerranéennes, les études les plus importantes portant sur les kystes de dinoflagellés de l'Éocène ont été axées sur la transition de la limite Eocène–Oligocène de plusieurs coupes en Italie, qui sont bien étalonnées stratigraphiquement par d'autres groupes de fossiles et par la magnétostratigraphie. Parmi les premières études entreprises dans ces régions, Brinkhuis et Biffi (1993) ont proposé une nouvelle biozonation des dinokystes de l'Éocène supérieur–Oligocène inférieur dans les coupes de Massignano, Monte Cagnero et Contessa en Italie centrale. Brinkhuis (1994) a reconnu les biozones de dinokystes de Brinkhuis et Biffi (1993) dans la région-type du Priabonien (coupe de

Priabona et de Bressana, Nord-Est de l'Italie). Van Mourik et Brinkhuis (2005) ont discuté la position GSSP « Global Stratotype Section and Point » de la limite Eocène–Oligocène dans la coupe Massignano et le forage Massicore en Italie centrale à l'aide de kystes de dinoflagellés (dernière occurrence de *Areosphaeridium diktyoplokum*), ainsi que d'autres critères (Oi-1_18O événement isotopique benthique, magnétostratigraphie). D'autres études ont été entreprises sur les assemblages des dinokystes de l'Éocène à l'Oligocène en Tunisie (Torricelli et Biffi, 2001), en Espagne (Torricelli et al., 2006), en Azerbaïdjan (Bati, 2015), en Égypte (El Beialy et al., 2019) et dans le Sud de l'Allemagne (Mohamed et Egger, 2019).

En fait, les assemblages de dinokystes de l'Éocène moyen des régions méditerranéennes sont moins connus que ceux de l'Europe du Nord (Costa et Downie, 1976; De Coninck, 1977, 1995; Châteauneuf et Gruas-Cavagnetto, 1978; Heilmann-Clausen et Costa, 1989; Powell, 1992; Williams et al., 1993; Bujak et Mudge, 1994; Stover et al., 1996; Eldrett et al., 2004; Heilmann-Clausen et Van Simaey, 2005; Köthe et Piesker, 2007; Gedl, 2014). Ils ont également été bien étudiés en Russie (Iakovleva et Kulkova, 2003; Iakovleva et Heilmann-Clausen, 2010; Iakovleva, 2011, 2015), dans les marges de l'Atlantique Nord (Fensome et al., 2009; Egger et al., 2016) et ailleurs (Williams et al., 2004; Bijl et al., 2013). Parmi ces études, Costa et Downie (1976) ont proposé une nouvelle zonation de dinokystes du Paléogène, fondée sur le groupe *Wetzelliella* et étalonnée avec la zonation du nannoplancton, applicable en Allemagne, en Angleterre et en Belgique. Châteauneuf et Gruas-Cavagnetto (1978) ont également proposé une biozonation du groupe *Wetzelliella* dans le Paléogène du bassin parisien et l'ont comparée avec la biozonation de Costa et Downie (1976). Bujak (1979) a, par la suite, modifié la biozonation de Costa et Downie (1976). Il a redéfini la Zone *Rhombodinium perforatum* dans le Priabonien au lieu du Bartonien supérieur au Priabonien inférieur par Costa et Downie (1976). Châteauneuf (1980) a conservé la zonation de Châteauneuf et Gruas-Cavagnetto (1978), mais il a supprimé la Zone *Rhombodinium perforatum* du Bartonien. Powell (1992) a également proposé une biozonation de dinokystes pour les roches paléogènes de la Grande-Bretagne et des régions adjacentes. De Coninck (1995) a proposé des corrélations des sédiments du Lutétien et du Rupélien entre les bassins belge, de Hampshire et de Paris, en se basant sur les événements biostratigraphiques de dinokystes, y compris les premières occurrences de *Glaphyrocysta semitecta* et *Rhombodinium perforatum* qui sont respectivement de bons marqueurs stratigraphiques du Bartonien inférieur et Priabonien inférieur, et très pertinentes pour notre étude.

II. Résultat

Les résultats de l'étude des trois coupes de l'Unité de Tsoul (la coupe de Tsoul, la coupe de Ben Attaya et la coupe de M'karcha) se sont révélés pertinents, que ce soit au niveau de la lithologie, la biostratigraphie ou le paléoenvironnement.

1. Lithologie

Dans cette partie, sont présentées les descriptions lithologiques des trois coupes de la base au sommet.

1.1 Description lithologique de la coupe Tsoul (TS)

La coupe Tsoul, d'environ 32 m d'épaisseur, consiste en des roches sédimentaires qui appartiennent à l'intervalle Éocène inférieur–Éocène supérieur dans la carte géologique Béni Frassene 1/50.000 (Vidal et al., 1979) (Fig. 21). Elle est composée de la base au sommet de marnes grises d'épaisseur métrique qui alternent avec des bancs marno-calcaires d'épaisseur décimétrique. Les bancs marno-calcaires dans la partie inférieure de la coupe (échantillons TS1 à TS6) sont de couleur blanche et contiennent des silex (Fig. 30).

1.2 Description lithologique de la coupe Ben Attaya (BAT)

La coupe Ben Attaya, orientée NE-SW, a une épaisseur de 340 m. Elle est constituée, de la base vers le sommet, par des calcaires marneux jaunâtres à silex d'environ 20 m d'épaisseur (échantillons BAT1 et BAT2), des marnes sableuses à détritiques de 20 m d'épaisseur (échantillon BAT3), des calcaires marneux jaunâtres à silex d'environ 100 m d'épaisseur (échantillons BAT4 à BAT8). Ces derniers sont surmontés par une succession de grès fins homogènes avec un ciment carbonaté de 10 m d'épaisseur (échantillons BAT9 et BAT10), des marnes grises de 170 m d'épaisseur (échantillons BAT11 à BAT18), puis des marnes sableuses à détritiques de 20 m d'épaisseur (échantillon BAT19) (Fig. 31). La coupe est située dans l'intervalle Éocène–Oligocène dans la carte géologique Bab El Mrouj-Taza Nord (1/50.000) (Leblanc, 1967-1971) (Fig. 22).

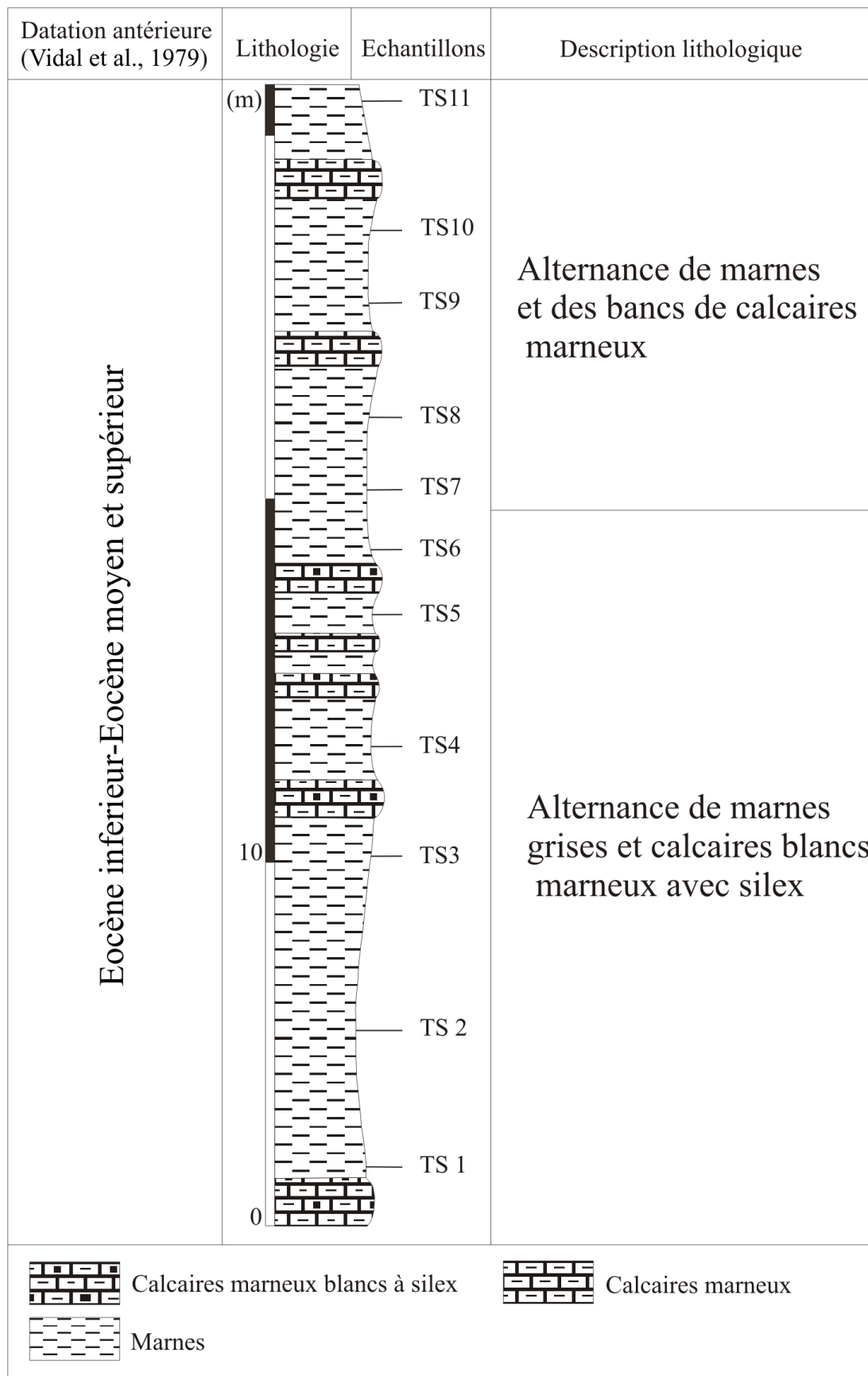


Figure 30: Lithologie de la coupe Tsoul.

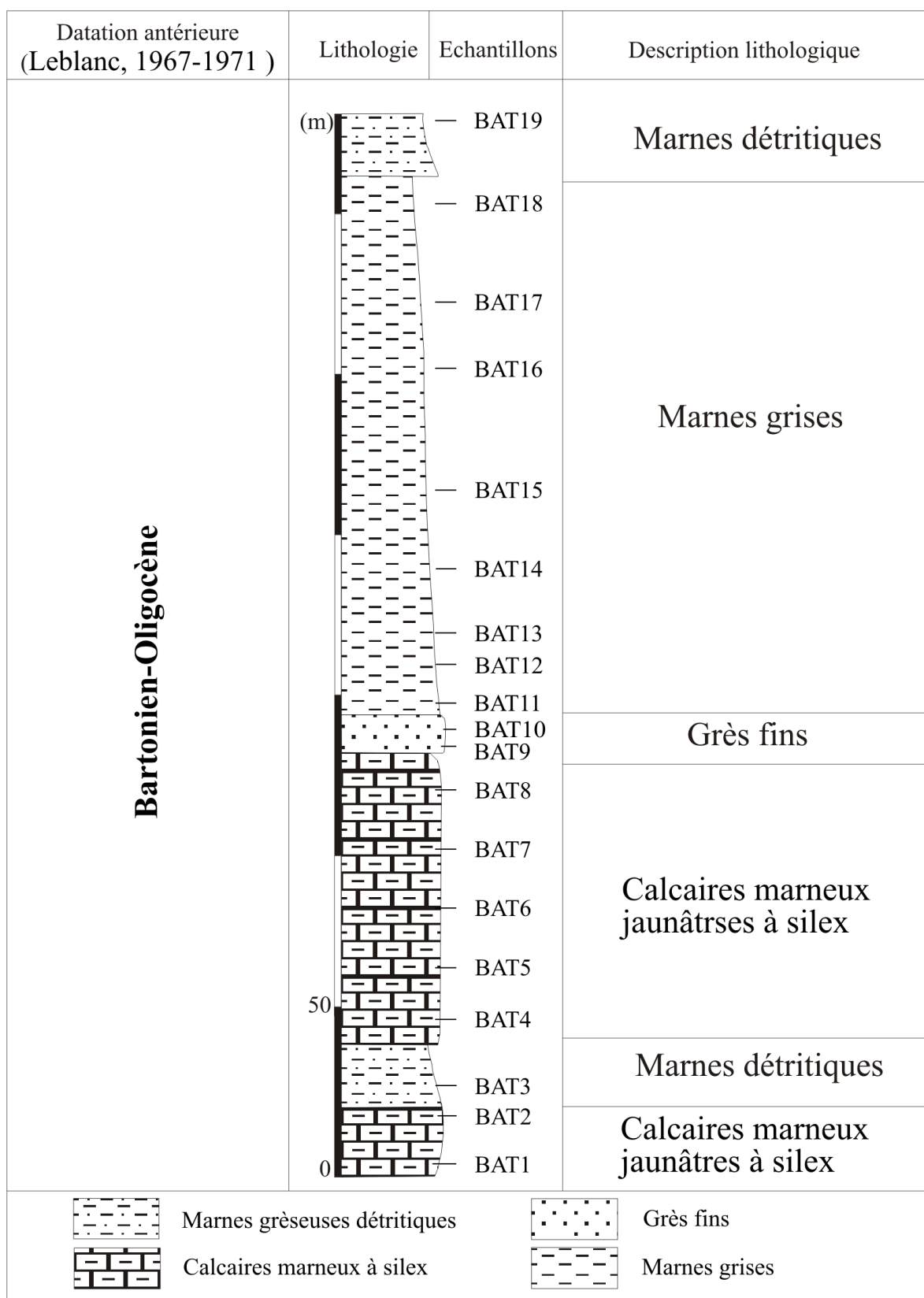


Figure 31: Lithologie de la coupe Ben Attaya.

1.3 Description lithologique de la coupe M'karcha (MK)

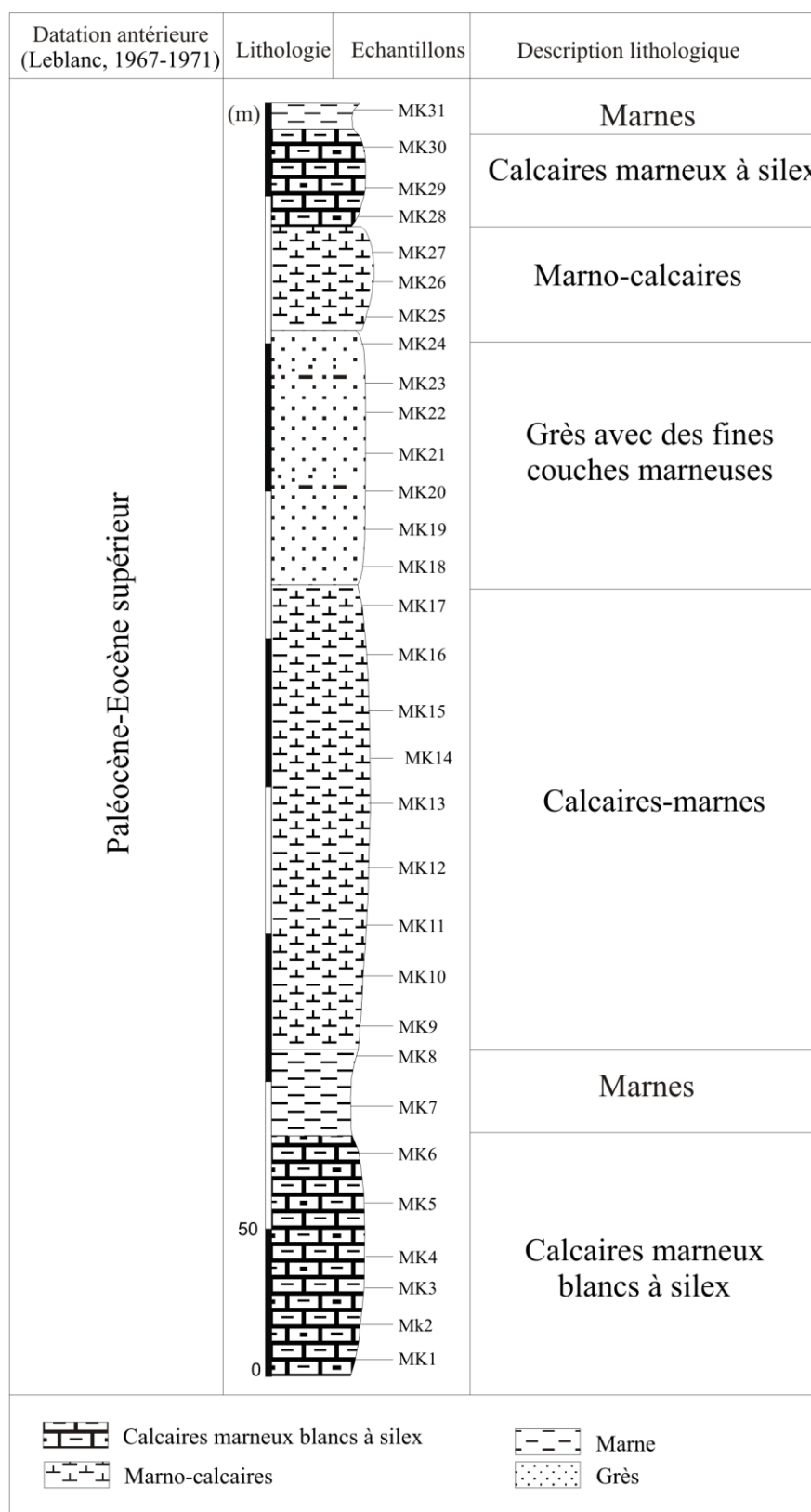


Figure 32: Lithologie de la coupe M'karcha.

La coupe M'karcha affleure sur une épaisseur de 450 m. Elle est composée, de la base vers le sommet, de ~75 m de calcaires marneux épais (échantillons MK1–MK6), suivis d'environ 30 m d'épaisseur de marnes (échantillons MK6–MK8), des marnes calcaires d'une épaisseur d'environ 150 m (échantillons MK8–MK17) et des grès d'environ 80 m d'épaisseur avec la présence de quelques couches marneuses minces (échantillons MK18–MK24). La partie supérieure de la coupe est composée d'une succession de marnes calcaires d'environ 40 m d'épaisseur (échantillons MK25–MK27), suivies de calcaires marneux à silex d'une épaisseur d'environ 40 m (échantillons MK28–MK30), puis d'environ 15 m de marnes (échantillon MK 31) au sommet de la coupe (Fig. 32). Cette coupe se situe dans l'intervalle Paléocène–Éocène supérieur dans la carte géologique Bab El Mrouj-Taza Nord 1/50 000 (Leblanc, 1967-1971) (Fig. 23).

2. Calcimétrie

2.1 Calcimétrie de la coupe Tsoul

Au niveau de la coupe de Tsoul, la calcimétrie est plus ou moins stable tout au long de la coupe, elle a révélé une relation entre la teneur en carbonate de calcium (CaCO_3) et la lithologie, sachant que tous les échantillons ont été pris d'un faciès marneux. En général, la calcimétrie de cette coupe varie entre 40% et 50%, avec un minimum de 31% au niveau de l'échantillon TS1 et un maximum de 52% dans l'échantillon TS5.

2.2 Calcimétrie de la coupe Ben Attaya

La calcimétrie dans la coupe de Ben Attaya a également révélé une relation entre la teneur en carbonate de calcium (CaCO_3) et la lithologie. Les calcaires marneux (échantillons BAT1–BAT2, BAT4–BAT8) et les marnes grises (échantillons BAT11–BAT18) représentent les taux les plus élevés de la teneur en CaCO_3 (la plupart du temps entre 43 et 53%). Cependant, les grès (échantillons BAT9–BAT10) ont fourni la plus faible teneur en CaCO_3 (25-30%) par rapport aux autres faciès de la coupe. Les marnes sableuses (échantillons BAT3, BAT19) ont fourni des teneurs modérées en CaCO_3 (37–40%).

2.3 Calcimétrie de la coupe M'karcha

La teneur en carbonate de calcium (CaCO_3) dans la coupe de M'karcha montre une relation étroite avec la lithologie. La teneur en CaCO_3 varie entre 30 et 60% le long de la coupe, à l'exception des grès (échantillons MK18–MK24) où elle est très faible (1 à 6%).

3. Contenu palynologique

Les assemblages de palynomorphes reconnus dans les coupes Tsoul, Ben Attaya et M'karcha contiennent des microfossiles organiques marins (dinokystes, basale chitinoïdes de foraminifères et achritarches) et continentaux (spores et grains de pollen). L'analyse quantitative de ces trois coupes nous a permis de dénombrer 4400 palynomorphes dans la coupe de Tsoul, 3880 palynomorphes dans la coupe de Ben Attaya et 12400 palynomorphes dans la coupe de M'karcha.

3.1 Coupe Tsoul

Le matériel palynologique observé dans la coupe de Tsoul est riche en palynomorphes bien conservés, dominés par les dinokystes (environ 97% du nombre total de palynomorphes).

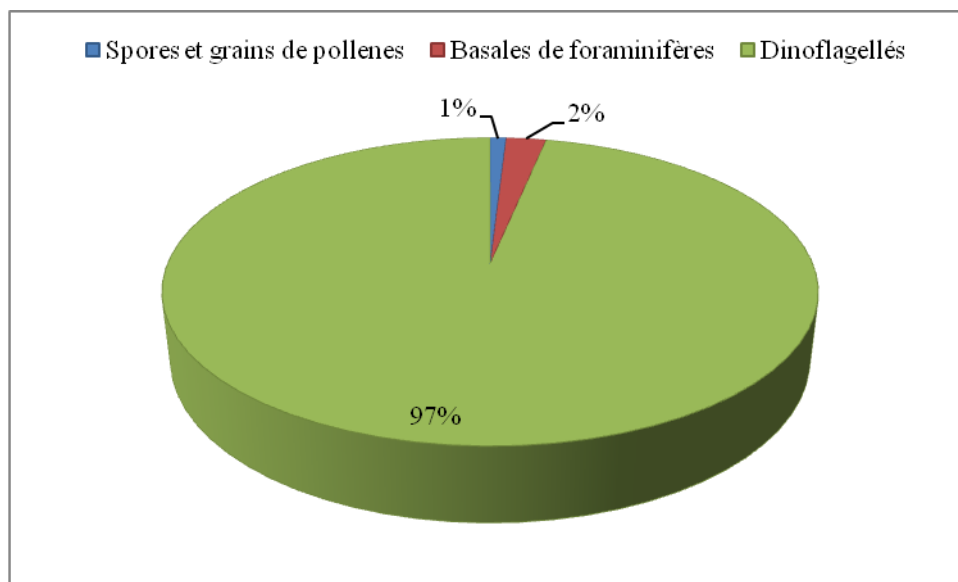


Figure 33: Répartition sectorielle des populations des différents groupes de palynomorphes identifiés dans la coupe de Tsoul.

Tableau 1: Distribution stratigraphique des taxons des kystes des dinoflagellés dans la coupe de Tsoul, Unité de Tsoul, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc. X: présence hors comptage.

Eocène		Epque		Kystes de dinoflagellate	
Bartonien		Age			
Alternance		Lithologie			
marne/calcaire marneux		Echantillons			
TS 1	X	X	Alterbidinium earleense		
TS 2			Kenlevia lophophora		
TS 3			Senecalinium microcratulum (renanié)		
TS 4			Phthanoperidinium cf. levimurum		
TS 5	1	3	Riculacysta perforata		
TS 6			Batiacasphaera compita		
TS 7			Cleistosphaeridium diversispinosum		
TS 8			Areoligera medusettiformis		
TS 9			Alterbidinium distinctum		
TS 10			Membranophoridium stockmansii		
TS 11			Operculodinium placitum		
			Spiniferella cornuta		
			Achilleodinium bififormoides		
			Emmetrocysta urnaformis		
			Hystrioholpoma bullatum		
			Operculodinium nanaconulum		
			Pentadinium laticinctum		
			Samlandia chlamydophora		
			Weizeliella articulata		
			Ynezidinium brevisulcatum		
			Adnatospaeridium vittatum		
			Areoligera senonensis		
			Ataxiodinium choane		
			Cleistosphaeridium ancyreum		
			Cordosphaeridium delimurum		
			Danea impages		
			Diphyes colligerum		
			Homotryblum tenuispinosum		
			Hystrioholpoma rigaudiae		
			Hystrioholpoma salacia		
			Hystrioholpoma unispinum		
			Ifecysta lappacea		
			Impagidinium aspinatum		
			Impagidinium disperitum		
			Maratodinium fmbriatum		
			Operculodinium centrocarpum		
			Polysphaeridium biformum		
			Polysphaeridium subtile		
			Spiniferites membranaceus		
			Spiniferites ramosus		
			Spiniferites twistringiensis		
			Tectatodinium pellitum		
			Circulodinium distinctum		
			Glaphrocysta exuberans		
			Duosphaeridium nudum		
			Impagidinium maculatum		
			Deflandrea granulata		
			Glaphrocysta inculta		
			Hystrioholpoma globulus		
			AT. Hesleronia heslertonensis		
			Pyxidnopsis elliptica		
			Stenodinium meckfeldense		
			Homotryblum abbreviatum		
			Castelodinium compactum		
			Impagidinium cf. simplicium		
			Odontochitina costata (renanié)		
			Achomosphaera allicornu		
			Alterbidinium bicellulum		
			Charlesdownia coleothrypta		
			Cleistosphaeridium polypetellum		
			Cribroperidinium giuseppi		
			Impagidinium margariferum		
			Isabelidinium pellucidum		
			Selenopemphix nephroides		
			Apteodinium australiense		
			Cribroperidinium tenuitubulatum		
			Glaphrocysta semitecta		
			Leleumecysta beninensis		
			Lingulodinium machaerophorum		
			Palaeocystodinium golzovense		
			Gelatia inflata		
			Hystrioholpoma truncatum		

Suite du tableau 1:

[illegible]

Au total, 117 espèces de dinokystes ont été identifiées dans la coupe de Tsoul, dont 9 espèces marqueurs de l'Eocène sont ombrés en gris dans le Tableau 1. Les grains de pollen et spores et les basales chitineux de foraminifères sont généralement rares. Toutes les espèces de dinoflagellés présentes dans cette coupe sont observées dans le Bartonien. Les dinokystes utilisés pour la datation de cette coupe sont reconnues à l'échelle mondiale comme des marqueurs biostratigraphiques (par leurs premières et dernières occurrences) du Bartonien. Ils apparaissent de la base vers le sommet comme suit: *Membranophoridium aspinatum*, *Impagidinium dispertitum*, *Glaphyrocysta semitecta*, *Lentinia serrata*, *Operculodinium divergens* et *Castellodinium compactum*.

3.2 Coupe Ben Attaya

Le matériel palynologique observé dans la coupe de Ben Attaya est riche en palynomorphes bien conservés et dominés par des kystes de dinoflagellés à parois organiques (92% du nombre total de palynomorphes).

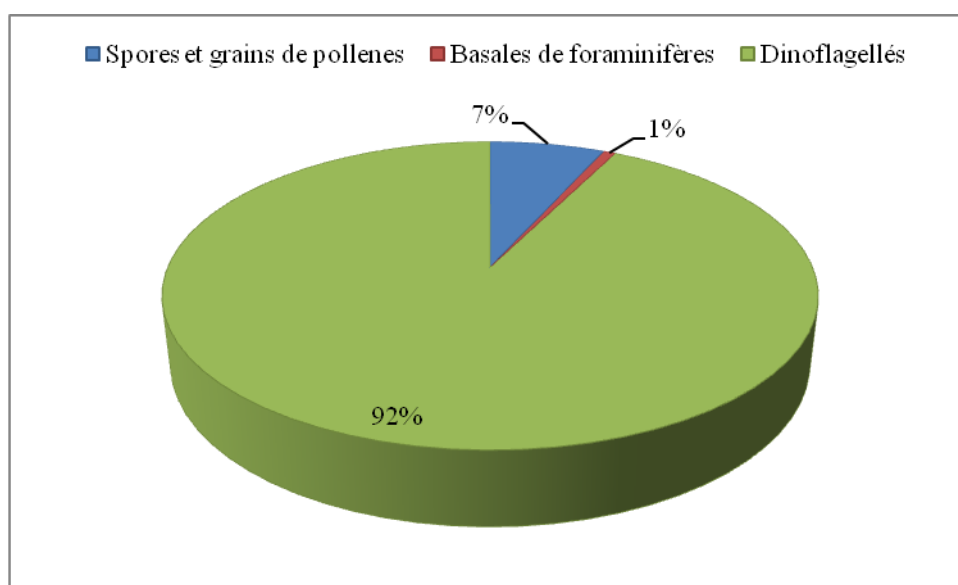


Figure 34: Répartition sectorielle des populations des différents groupes de palynomorphes identifiés dans la coupe de Ben Attaya.

Au total, 115 espèces de dinokystes ont été déterminées dont 15 espèces marqueurs de l'Éocène et de l'Oligocène inférieur sont ombrées en gris dans le Tableau 2. Les grains de pollen et spores, les acritarches et les basales chitineux de foraminifères sont généralement rares et n'ont pas été identifiés au niveau du genre. Trois taxons d'acritarches ont été observés, dont deux restent en nomenclature ouverte. Tous ces palynomorphes sont classés

Tableau 2: Distribution stratigraphique des taxons de kystes des dinoflagellés dans la coupe de Ben Attaya, Unité de Tsoul, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc. ML: Calcaire marneux; Marne détritique; GF: Grès fin; M.D: Marnes détritiques; M. le: *Morozovella. lehneri*; O. be: *Orbulinoides beckmanni*; M. crassat.: *Morozovella crassata*; G. seniinvolut.: *Globigerinatheka seniinvoluta*; G. i: *Globigerinatheka index*; P. naguewichiensis: *Pseudohastigerina naguewichiensis*, Acrit.: acritarches; F. foraminifères; Sp. spromorphes; X: présence hors comptage.

Eocène			Oligocène		Epoque	
Bathonien		Priabonien	Furcionien	Age	Lithologie	
M. le	G. i	M. crass.	G. seniinvolut.	P. naguewichiensis	Zones des Foraminifères (Diega et al. 2016)	
					Echantillons	
					Kystes des dinoflagellés	
					Corruidinium incompositum	
					Chiropteridium galea	
					Ceratocysta bartonensis	
					Genre et espèces indéterminés de Biffi et Manum (1988)	
					Operculodinium divergens	
					Thezadium brevisulcatum	
					Achnosphaera alcorni	
					Amphorocephalidium multispinosum	
					Araligera senonensis	
					Charlestownia coleothrypta subsp. coleothrypta	
					Cleistosphaeridium diversispinosum	
					Cordosphaeridium fibrospinosum	
					Chiropteridium coarctatum	
					Deflandrea phosphorica subsp. phosphorica	
					Kallosphaeridium biarmatum	
					Lingulodinium machaerophorum	
					Palaeohystrichophora inflatoloides	
					Spiniferites pseudofurcatus subsp. pseudofurcatus	
					Spiniferites ramosus subsp. ramosus	
					Fibrocysta bipolaris	
					Cordosphaeridium extimurum	
					Isabelidium pellucidum	
					Impagidinium parvum	
					Palaeohystrichophora palaeoinflata	
					Alberidium bicellum	
					Cordosphaeridium brodes	
					Chiropteridium glaucepel	
					Chiropteridium tenuitubulatum	
					Pentadinium latifolium subsp. latifolium	
					Phelodinium magnificum	
					Senegalinium bicavatum	
					Tectadodinium pellicum	
					Hystrichokolpoma truncatum	
					Lentinia serrata	
					Phanerodinium septatum	
					Deflandrea oebisfeldensis	
					Hystrichokolpoma rigaudiae	
					Glaphrocysta exuberans	
					Palaeocystodinium golzowense	
					Paradinium sp. cf. Paradinium palaeovadum	
					Hystrichokolpoma unispinum	
					Trichodinium castanea	
					Homotryblum fortipes	
					Impagidinium alspettum	
					Operculodinium centrocarpum	
					Operculodinium israelianum	
					Senegalinium microgranulatum	
					Senegalinium microspinosum	
					Senegalinium obscurum	
					Hystrichosphaeridium tenuitubulatum	
					Glaphrocysta semitecta	
					Alisporinium eucladense ?	
					Kenleyia nuda	
					Lejeuneocysta hvalina	
					Microdinium reticulatum	
					Danea sp. cf. D. impages	
					Lejeuneocysta lata	
					Operculodinium microtrichatum	

Suite du tableau 2:

[illegible]

par ordre alphabétique dans l'annexe A et leurs répartitions stratigraphiques sont représentées par ordre de leurs premières occurrences dans le Tableau 2. Seuls quelques échantillons sont pauvres en palynomorphes (BAT3, BAT9) ou stériles (BAT12, BAT16).

Parmi les taxons de dinokystes identifiés, 66 apparaissent au Bartonien, 17 au Priabonien et 32 au Rupélien. Les dinokystes marqueurs, identifiés dans cette coupe, sont mondialement reconnus par l'importance biostratigraphique de leurs premières et dernières occurrences dans la détermination du Bartonien, du Priabonien et du Rupélien. Les plus significatifs d'entre eux apparaissent, du plus ancien au plus récent, dans les calcaires marneux (*Operculodinium divergens*, *Lentinia serrata*, *Impagidinium diversispinosum*, *Glaphyrocysta semitecta*) et dans les grès (*Stoveracysta ornata*). D'autres marqueurs sont ici significatifs par leurs premières et dernières apparitions au niveau des marnes grises (*Deflandrea heterophlycta*, *Schematophora speciosa*, *Operculodinium divergens*, *Enneadocysta pectiniformis*, *Rhombodinium perforatum*, *Wetzeliiella gochti*, *Chiropteridium lobospinosum*) ou bien par leurs dernières occurrences au niveau des marnes gréseuses détritiques (*Charlesdowniea coleothrypta* subsp. *coleothrypta*, *Stoveracysta ornata*, *Lentinia serrata*, *Glaphyrocysta semitecta*).

3.3 Coupe M'karcha

Le contenu palynologique de la coupe M'karcha est riche en palynomorphes bien conservés, dominés par des kystes de dinoflagellés (environ 96% du nombre total de palynomorphes). Tous les taxons de dinokystes observés sont énumérés par ordre de leur premières occurrences dans le tableau Tableau 3. Les palynomorphes continentaux (grains de pollen, spores) et les basales de foraminifères sont généralement rares.

Au total, 131 espèces de dinokystes ont été identifiées dans la coupe M'karcha, dont 8 espèces sont de bons marqueurs biostratigraphiques du Bartonien et du Priabonien (Tableau 3). Au niveau des calcaires marneux blancs à silex, on note la première occurrence des espèces marqueurs *Impagidinium dispertitum*, *Glaphyrocysta semitecta* et *Rhombodinium perforatum*. Au niveau des faciès marneux, apparaît *Stoveracysta ornata*, alors qu'au niveau des marno-calcaires, apparaît *Cooksonidium capricornum*, puis disparaît un peu plus haut dans le banc gréseux. Dans ce banc gréseux on note l'occurrence ponctuelle de *stoveracysta* sp. 2 de Brinkhuis et Biffi (1993) et la première occurrence de *Schematophora speciosa*.

Suite du tableau 3:

[illegible]

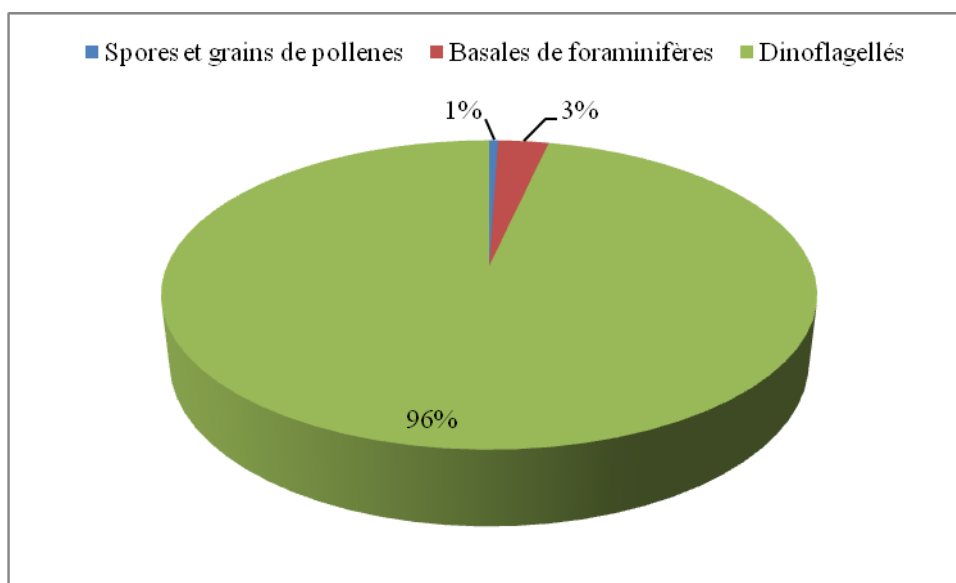


Figure 35: Répartition sectorielle des populations des différents groupes de palynomorphes identifiés dans la coupe de M'karcha.

Vers le sommet de la coupe, et plus précisément dans les calcaires marneux blancs à silex on note les dernières occurrences de *Shematophora speciosa* et *Melitasphaeridium pseudorecurvatum*.

4. Analyse quantitative

L'analyse quantitative réalisée sur les trois coupes de l'Unité de Tsoul nous a permis de définir 19 groupes des dinokystes indicateurs du paléoenvironnement (Tableau 4).

4.1 Coupe Tsoul

Dans cette coupe, nous avons défini 15 groupes de taxons de dinokystes (3 groupes de péridinoïdes et 12 gonyaulacoïdes) qui ont été reconnus dans la littérature comme étant des indicateurs des paléoenvironnements (Tableau 4, Fig. 36). Les parties inférieure (échantillons TS1 à TS3) et supérieure (échantillons TS9 à TS10) de la coupe sont dominées par le groupe *Spiniferites* (30 à 80%), tandis que la partie médiane (échantillons TS4 à TS8) est dominée par une association de *Homotryblum* spp. (30–60%) et *Polysphaeridium* spp. (~20%). Un seul pic d'abondance du groupe *Areoligera* (30,5%) est enregistré dans l'échantillon TS8. Les rapports P/G et S/D sont généralement faibles sur toute la coupe, atteignant un maximum de 0,03. Le rapport IN/ON est généralement modéré (environ 0,5) dans la partie médiane de la coupe, mais diminue à 0–0,1 vers les parties inférieure et supérieure de la coupe, dans les échantillons TS2 et TS10 où le groupe des *spiniferites* est

dominant (80 %). Le sommet de la coupe (échantillon TS11) est dominé par le groupe *polysphaeridium* (55%). La diversité des dinokystes est cependant assez importante et varie entre 30 et 73 espèces par échantillon avec une dominance de certains taxons (*Spiniferites* spp. *Homotryblium* spp., *Polysphaeridium* spp.).

Tableau 4: Groupes de dinokystes sélectionnés dans les coupes étudiées (Tsoul, Ben Attaya et M’karcha) et leurs interprétations paléoenvironnementales d’après de la littérature.

Groupes de dinokystes		Taxons de dinokystes	Paléoenvironnements	Références
Gonyaulacoids	Péridinioids			
<i>Areoligera</i>		<i>Areoligera</i> spp., <i>Licracysta</i> <i>semicirculata</i> , <i>Chiropteridium</i> spp., <i>Glaphyrocysta</i> spp., <i>Adnatosphaeridium</i> <i>vittatum</i>	Néritiques internes et côtiers	(Brinkhuis et al. 1992; Stover et al. 1996; Brinkhuis 1994; Powell et al. 1996).
<i>Spiniferites</i>		<i>Achomosphaera</i> spp., <i>Spiniferites</i> spp., <i>Spiniferella cornuta</i> , <i>Hytrichsphaeropsis</i> <i>ovum</i>	Néritique externe.	(Wall et al. 1977; Brinkhuis 1994; Stover et al. 1996).
<i>Hystrichokolpoma</i>		<i>Hystrichokolpoma</i> spp., <i>Oligosphaeridium</i> spp.	Néritique externe.	(Powell et al. 1996; Pross et Brinkhuis, 2005).
<i>Thalassiphora</i>		<i>Thalassiphora pelagica</i> .	Néritique externe avec une faible oxygénation et une faible salinité	(Köthe 1990; Pross and Schmiedl 2002; Sluijs et al. 2005)
	<i>Cerodinium</i>	<i>Cerodinium</i> spp., <i>Palaeocystodinium</i> spp., <i>Senegalinium</i> spp., <i>Spinidinium</i> spp	Néritique interne ouvert, nutriments et productivité élevés.	(Guasti et al. 2005; Iakovleva 2015).

	<i>Deflandrea</i>	<i>Alterbidinium</i> spp., <i>Deflandrea</i> spp., <i>Lentinia</i> spp., <i>Isabelidinium</i> <i>pellucidum</i>	Côtier avec une productivité élevée et une faible salinité	(Brinkhuis et al. 1992; Stover et al. 1996; Sluijs et al. 2005).
	<i>Wetzeliielloids</i>	<i>Charlesdownia</i> <i>coleothrypta</i> , <i>Wetzeliiella</i> <i>articulata</i> , <i>Castellodinium</i> <i>compactum</i> , <i>Rhombodinium</i> spp	Côtier peu profond et néritique avec une productivité élevée	(Brinkhuis et al. 1992; Stover et al. 1996).
<i>Operculodinium</i>		<i>Operculodinium</i> spp.	Côtier à océanique. Ce groupe peut être cosmopolite	(Wall et al., 1977; Brinkhuis 1994).
	<i>Lejeunecysta</i>	<i>Lejeunecysta</i> spp., <i>Phelodinium</i> spp., <i>Selenopemphix</i> spp	Néritique interne riche en nutriments avec une productivité élevée. Cela peut être un indicateur des upwellings, du refroidissement climatique et de la régression	(Brinkhuis et al., 1992; Stover et al., 1996; Sluijs et al., 2005).
<i>Impagidinium</i>		<i>Impagidinium</i> spp., <i>Pentadinium</i> spp., <i>Pterodinium</i> spp., <i>Ynezidinium</i> spp., <i>Tectatodinium</i> spp., <i>Nematosphaeropsis</i> spp. <i>Cerebrocysta</i> spp., <i>Corrudinium</i> spp	Océanique oligotrophe. Sa forte abondance indique une augmentation du niveau de la mer	(Brinkhui 1994; Powell et al., 1996; Pross et Brinkhuis 2005).
<i>Cleistosphaeridium</i>		<i>Cleistosphaeridium</i> spp.	Néritique externe ouvert	(Sluijs et al. 2005).

<i>Homotryblum</i>		<i>Homotryblum</i> spp., <i>Lingulodinium</i> spp.	néritique interne (côtier, lagunaire) avec des eaux chaudes et une salinité élevée. Ce groupe prolifère dans les régions tropicales et subtropicales où la productivité peut être élevée	(Köthe 1990; Brinkhuis 1994; Stover et al. 1996; Pross et Schmiedl 2002; Crouch et Brinkhuis 2005; Freiling et al., 2018).
<i>Enneadocysta</i>		<i>Enneadocysta</i> spp.	côtier et néritique externe transgressif	(Sluijs et al. 2005; Pross et Brinkhuis 2005)
<i>Cordosphaeridium</i>		<i>Fibrocysta</i> spp, <i>Ifecysta lappacea</i> , <i>Cordosphaeridium</i> spp, <i>Amphorosphaeridium multispinosum</i> , <i>Danea impages</i> , <i>Damassadinium crassimuratum</i>	néritique interne avec phase transgressive	(Powell et al. 1996; Sluijs et al. 2005)
<i>Polysphaeridium</i>		<i>Polysphaeridium</i> spp.	néritique interne. La diminution de l'abondance de ces taxons peut indiquer une élévation du niveau de la mer, tandis que son abondance indique principalement une baisse relative du niveau de la mer	(Wall et al. 1977; Brinkhuis 1994; Powell et al. 1996; Van Mourik et al. 2001).
<i>Apteodinium</i>		<i>Apteodinium</i> spp., <i>Cribroperidinium</i> spp.	interne à marginal	(Zevenboom 1995; Stover et al., 1996)
<i>Muratodinium</i>		<i>Muratodinium fimbriatum</i> .	Néritique extere à basse température	(Frieling et al., 2018)

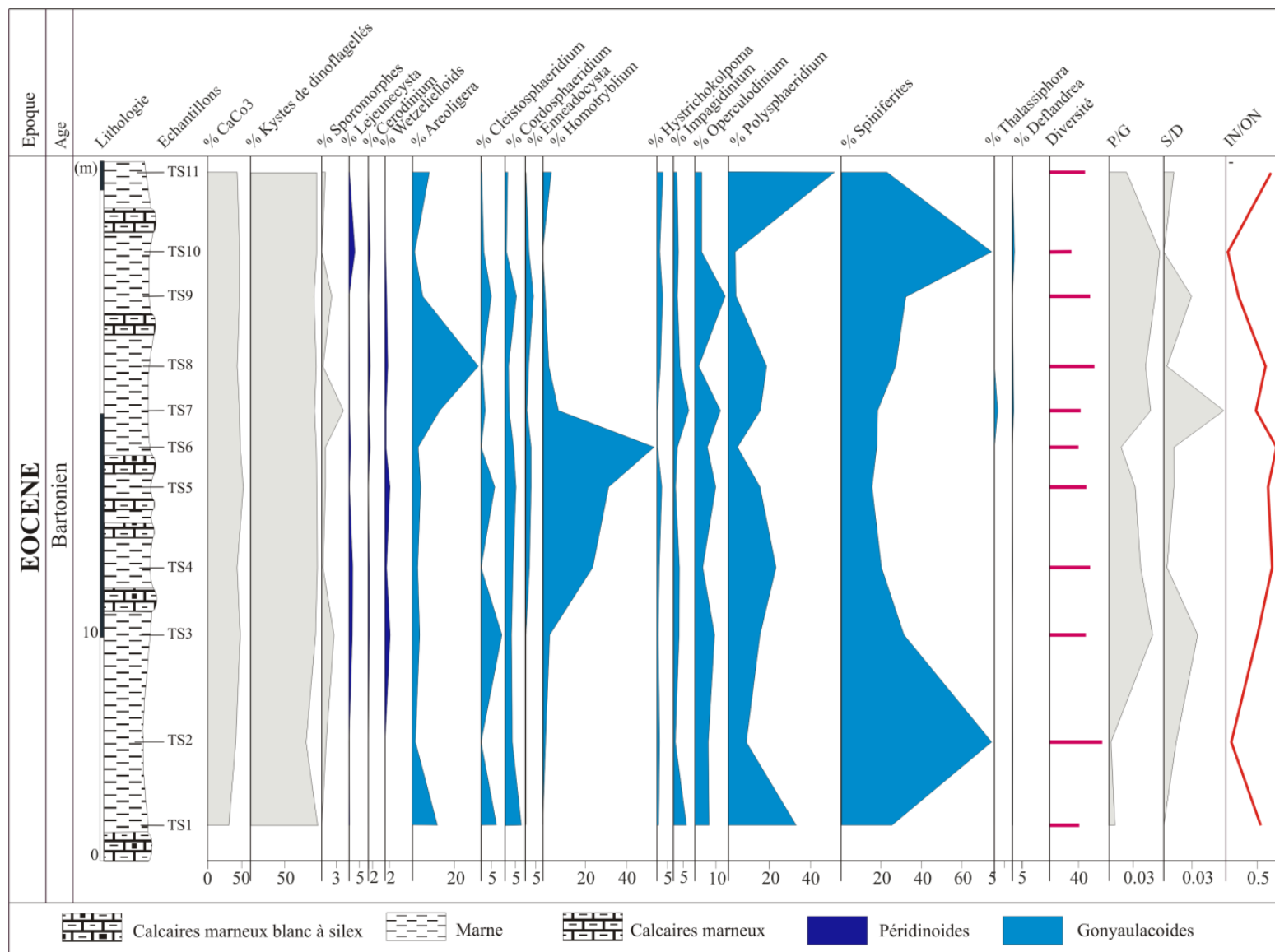


Figure 36: Abondances relatives des groupes de kystes dinoflagellés, diversité spécifique, rapport péridinioides/gonyaulacoïdes (P/G), rapport sporomorphes (spores et pollens)/dinokystes (dinokystes et acritarches marins) (S/D), rapport dinokystes néritiques internes/dinokystes néritiques externes à océaniques (IN/ON), lithologie et teneur en CaCO₃ de la coupe Tsoul.

4.2 Coupe Ben Attaya

12 groupes de taxons de dinokystes (3 groupes de péridinoïdes et 9 gonyaulacoïdes) indicateurs de paléoenvironnements sont ici définis pour la coupe de Ben Attaya (Tableau 4, Fig. 37). Les plus grandes abondances de taxons de dinokystes sont ombrées en rouge dans le Tableau 2. Elles concernent *Spiniferites ramosus* subsp. *ramosus* dans l'échantillon BAT4 (94%), *Homotryblum floripes* dans l'échantillon BAT6 (23%), *Operculodinium divergens* dans l'échantillon BAT13 (60%), *Deflandrea phosphoritica* subsp. *phosphoritica* dans l'échantillon BAT17 (36%) et *Cleistosphaeridium diversispinosum* dans l'échantillon BAT18 (84%).

En général, les kystes de dinoflagellés représentent 90 à 92% du total des palynomorphes, à l'exception de l'échantillon BAT3 dans les marnes sableuses, où ils sont présents à environ 50% en raison de la forte proportion de sporomorphes, et des échantillons BAT12 et BAT16 dans les marnes grises qui sont stériles. Au niveau des échantillons BAT4 et BAT5, les groupes *Spiniferites* et *Oligosphaeridium* sont dominants (respectivement > 94% et 50%,) et le rapport IN/ON est inférieur à 0.5. La partie inférieure de la coupe (calcaire marneux, marnes sableuses, grès et la partie inférieure des marnes grises) est caractérisée par une alternance des abondances du groupe *Homotryblum* avec le groupe *Areoligera* et une dominance du groupe *Operculodinium* dans l'échantillon BAT13, et par un rapport $IN/ON \geq 0.5$. Le reste de la coupe (marnes grises et marnes sableuses au sommet) est dominé par tous les autres groupes gonyaulcaoides, en particulier le groupe *Cleistosphaeridium* au niveau de l'échantillon BAT18, et le rapport $IN/ON \leq 0.5$. Les groupes péridinoïdes *Deflandrea*, *Lejeunecysta* et *Senegalinium* présentent fréquemment de légères variations dans leur abondance relative le long de la coupe, à l'exception de l'échantillon BAT17 où le groupe de *Deflandrea* est dominé par *Deflandrea phosphoritica* qui montre une plus forte abondance (40%). Les variations des valeurs des rapports P/G sont relativement proportionnelles aux changements dans les abondances relatives des péridinoïdes le long de la coupe, et le rapport S/D est le plus élevé dans l'échantillon BAT3 (56%). La diversité des dinokystes varie généralement de 10 à 60 espèces par échantillons, à l'exception des échantillons BAT3 et BAT9 où elle est inférieure à 5 espèces.

4.3 Coupe M'karcha

Les taxons de dinokystes de la coupe M'karcha ont été regroupés en 16 groupes (4 groupes de péridinoïdes et 12 gonyaulacoïdes) (Tableau 4, Fig. 38). Les groupes

Homotryblium (dominé par *H. floripes* et *H. tenuispinosum*) et *Polysphaeridium* (dominé par *P. biformum*) sont très abondants, atteignant respectivement une fréquence relative maximale de 86% dans l'échantillon MK7 et de 50% dans l'échantillon MK24. Cependant, les changements dans leurs abondances relatives sont inversement proportionnels à travers la coupe. Le groupe *Spiniferites* (dominé par *Spiniferites ramosus*) est le plus abondant après *Homotryblium* spp. et *Polysphaeridium biformum*. Il représente jusqu'à 50% dans les échantillons MK6, MK20 et MK31. Les autres espèces de dinokystes sélectionnées sont rares, avec des pics d'abondance occasionnels de *Areoligera* (jusqu'à 20,5%) et d'*Apteodinium* (jusqu'à 30%) dans l'échantillons MK10 et *Muratodinium* (jusqu'à 40%) dans l'échantillons MK25. La diversité spécifique des dinokystes est significative (27 à 63 espèces par échantillon). Les rapports P/G sont faibles (0–0,1) et les rapports S/D sont inférieurs (jusqu'à 0,03). Les rapports IN/ON montrent des changements significatifs dans toute la coupe (0,2–0,9).

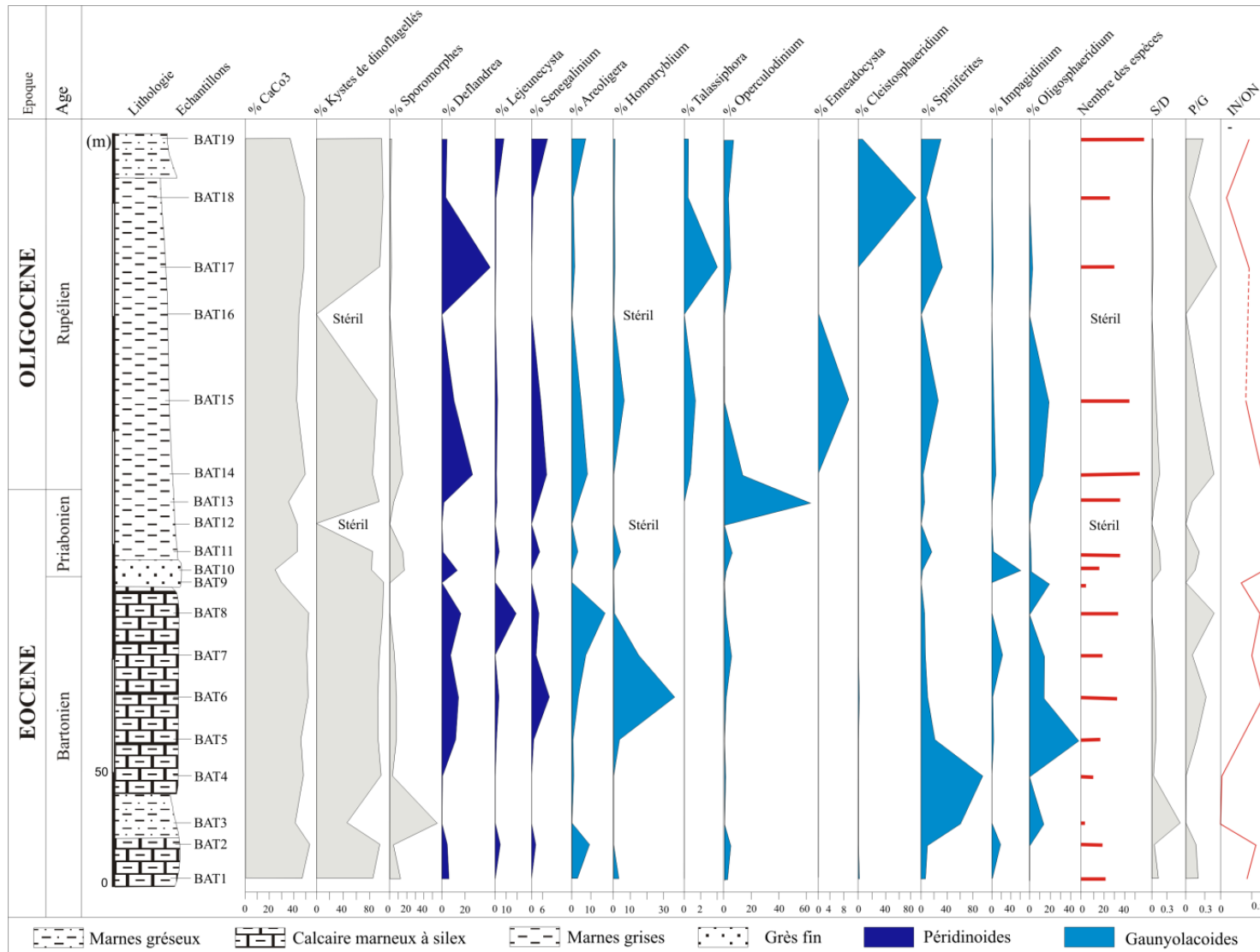


Figure 37: Abondances relatives des groupes de kystes dinoflagellés, diversité spécifique, rapport péridinioïdes/gonyaulacoïdes dinokystes (P/G), rapport sporomorphes (spores et pollens)/dinokystes (dinokystes et acritarches marins) (S/D), rapport dinokystes néritiques internes/dinokystes néritiques externes à océaniques (IN/ON), lithologie et teneur en CaCO₃ de la coupe Ben Attaya.

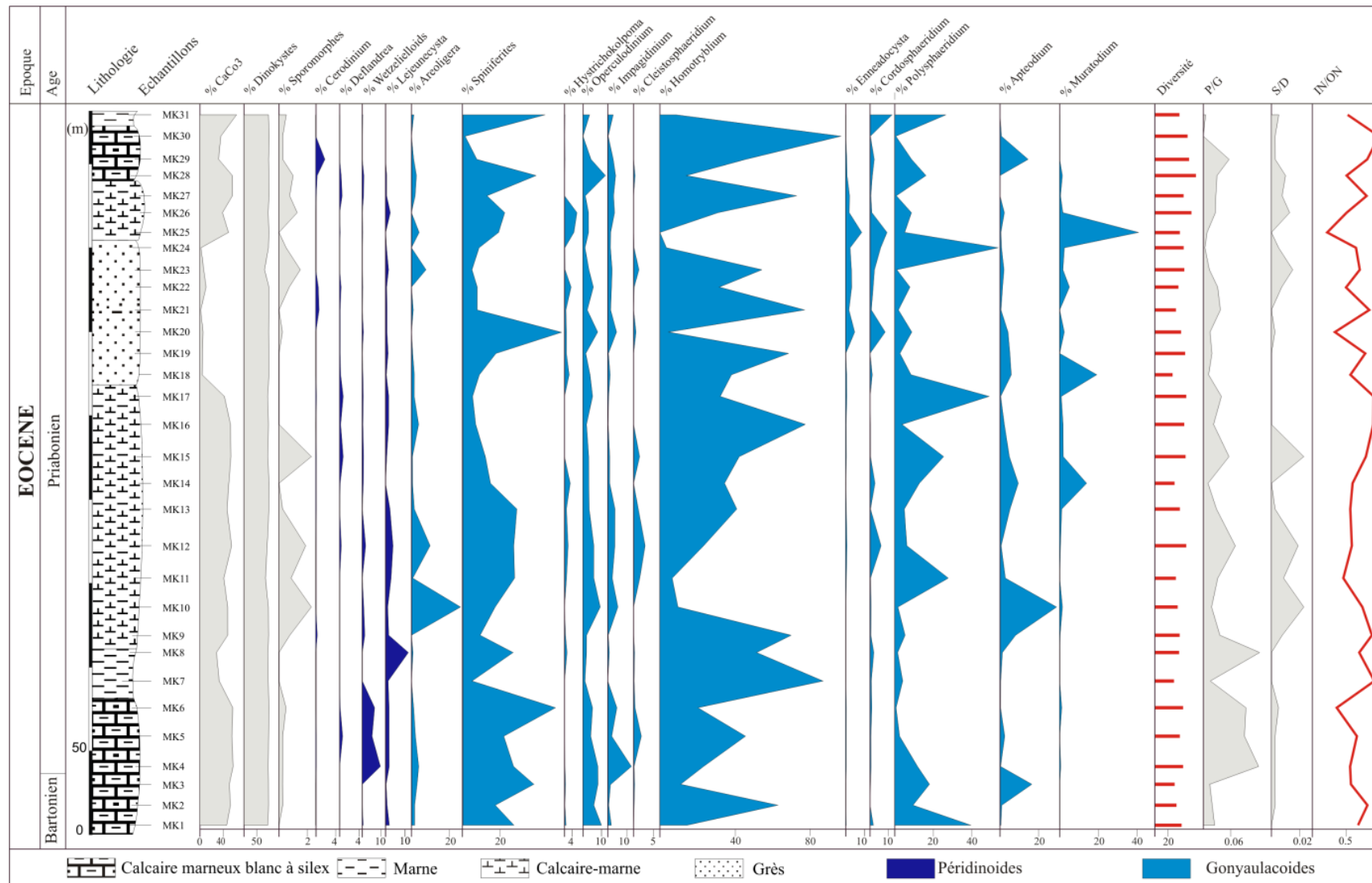


Figure 38: Abondances relatives des groupes de kystes dinoflagellés, diversité spécifique, rapport périidinoïdes/les gonyaulacoïdes dinokystes (P/G), rapport sporomorphes (spores et pollens)/dinokystes (dinokystes et acritarches marins) (S/D), rapport dinokystes néritiques internes/dinokystes néritiques externes à océaniques (IN/ON), lithologie et teneur en CaCO_3 de la coupe M'karcha.

Chapitre II: Interprétations des résultats

L'étude palynologique des sédiments des coupes de Tsoul, Ben Attaya et M'karcha a permis des datations précises grâce aux événements de dinokystes (premières occurrences, dernières occurrences et acmés) reconnus dans la littérature comme étant des bon marqueurs biostratigraphiques de l'Eocène et de l'Oligocène (Bijl et al., 2013; Brinkhuis, 1994; Brinkhuis et Biffi, 1993; Chekar et al., 2016; 2018; Cookson et Eisenack, 1965; De Coninck, 1986; 2010; Egger et al., 2016; Fensome et al., 2009; Heilmann-Clausen, 1988; Iakovleva et Heilman-Clausen, 2010; Iakovleva et al., 2003; Iakovleva et al., 2015; Köthe et Piesker, 2007; Michoux, 1988; Costa et Davey, 1992; Powel, 1992; Stover et al., 1996; Van Mourik et Brinkhuis, 2005; Weyns, 1970; Brinkhuis et al., 2003; Williams et al., 1993; 2004). Les résultats et les interprétations biostratigraphiques des trois coupes de Ben Attaya, M'karcha et Tsoul, étudiées dans ce travail de thèse de Doctorat, sont publiés respectivement par Mahboub et al. (2019), Slimani et al. (2019) et Mahboub et Slimani (2020).

I. Biostratigraphie

Les interprétations biostratigraphiques des trois coupes étudiées (Tsoul, Ben Attaya et M'karcha) sont fondées surtout sur les premières occurrences « first occurrences » (FOs) et les dernières occurrences « last occurrences » (LOs) des taxons de dinokystes marqueurs.

1. Coupe Tsoul

Les dépôts de la coupe de Tsoul sont attribués au Bartonien (Eocène moyen) en se basant sur les événements biostratigraphiques des kystes de dinoflagellés suivants (Tableau 1, Fig. 39); les FOs de *Membranophoridium aspinatum*, *Impagidinium dispertitum*, *Glaphyrocysta semitecta*, *Lentinia serrata*, *Operculodinium divergens* et la LO de *Castellodinium compactum*. La FO de *Impagidinium dispertitum* (Planche 1: 12, 13) est reconnue au Bartonien dans l'Hémisphère Nord (Williams et al., 1993; Stover et al., 1996). Cet événement est mentionné plus tard dans le même âge en Allemagne par Köthe et Piesker (2007), ainsi qu'au Maroc (Rif Externe occidentale, Unité de Tanger) par Chekar et al. (2018). La FO de *Membranophoridium aspinatum* (Planche 8: 1, 2) a également été reconnue au Bartoniens du Nord-Ouest de l'Europe, dans la Zone de dinokyste *Glaphyrocysta intricata*, qui est callée avec la Zone de nannoplancton NP16 et la Zone de foraminifère planctonique

P12 (Powell, 1992), dans le Sud-Ouest de la Sibérie, entre la Magnétozone N2tv et la Zone de nannoplancton NP17 (Iakovleva et Heilman-Clausen, 2010), en Ukraine (Iakovleva, 2015) et dans le Nord-Ouest du Maroc (Rif Externe occidentale, Unité de Tanger) (Chekar et al., 2018).

La FO de *Glaphyrocysta semitecta*, *Lentinia serrata* et *Operculodinium divergens* sont des marqueurs potentiels du Bartonien dans l'Hémisphère Nord (Williams et al., 2004). En Italie, la FO de *Glaphyrocysta semitecta* (Planche 8: 4, 5) a été fréquemment observée dans des sédiments plus récents (Priabonien) de l'Italie centrale, du fait que les études sur les dinokystes dans cette région étaient focalisées sur la transition Eocène–Oligocène (Priabonien–Rupélien) (Brinkhuis et Biffi, 1993; Brinkhuis, 1994). En Allemagne, la FO de *Glaphyrocysta semitecta* a été observée dans la Zone de nannoplancton NP16 du Bartonien (Mohamed et Egger, 2019). De Coninck (1995) a signalé la FO de *Glaphyrocysta semitecta* dans le Bartonien inférieur et l'a utilisée pour corréler les dépôts des bassins belge, de Hamsphire et de Paris. La FO de *Lentinia serrata* (Planche 9: 4, 5) a été observée en Russie, dans le Bartonien, dans la Magnétozone R2tv et dans la Zone de nannoplancton NP17 (Iakovleva et Heilman-Clausen, 2010), en Pologne, dans la Zone de dinokyste *Rhombodinium draco* (Gedl, 2014), en Ukraine (Iakovleva, 2015) et les Alpes orientales de l'Allemagne, dans la Zone de foraminifères planctoniques P11 et la Zone de nannoplancton NP17 (Mohamed et Egger, 2019). La FO de *Operculodinium divergens* (Planche 3: 4–6) est connue dans le Bartonien (Williams et al., 1993, 2004; Stover et al., 1996). Les FOs de ces trois espèces de dinokystes ont récemment été observées dans le Bartonien du Rif Externe occidental (Unité de Tanger, Maroc) par Chekar et al. (2018) et dans le Rif Externe oriental (Coupe de Ben Attaya, unité de Tsoul, Maroc) par Mahboub et al. (2019). Dans la coupe de Tsoul nous avons observé les FOs de *Impagidinium dispertitum* et *Membranophoridium aspinatum* dans l'échantillons TS1, et de *Glaphyrocysta semitecta* et *Lentinia serrata* respectivement dans les échantillons TS3 et TS4. Une occurrence ponctuelle de *Operculodinium divergens* est observée dans l'échantillon TS5. Nous suggérons donc un âge Bartonien pour tous les échantillons analysés de cette coupe.

La LO de *Castellodinium compactum* (Planche 9: 19) qui se limite au Bartonien du Sud-Ouest de la France (Michoux, 1988) et du Rif Externe occidental (Nord-ouest du Maroc) (Chekar et al. 2016, 2018), est présente dans l'échantillon TS5. Elle confirme, par conséquence, l'âge Bartonien suggéré précédemment pour cette coupe.

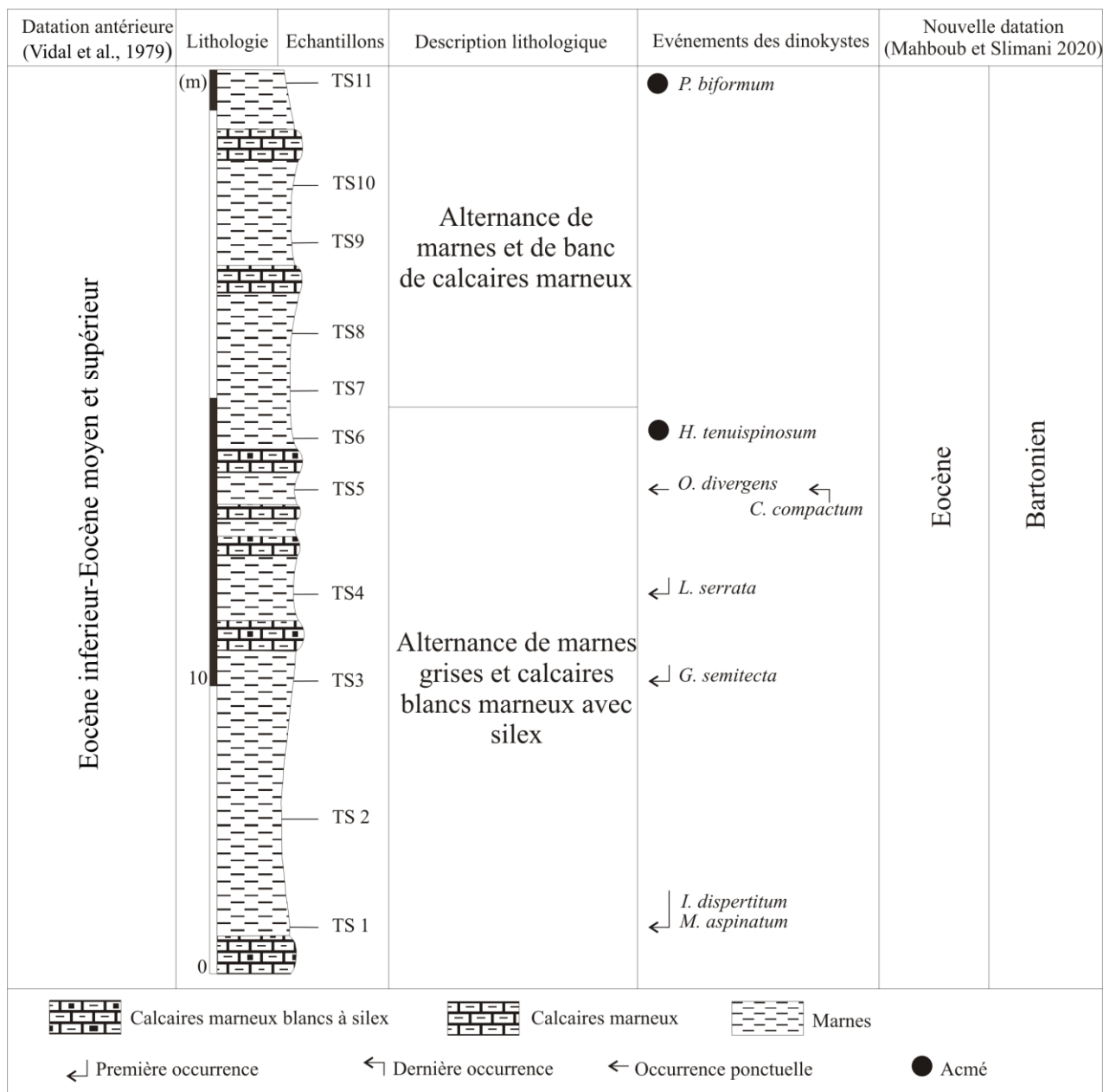


Figure 39: Lithostratigraphie et bioévénements de dinokystes dans la coupe Tsoul, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc.

Operculodinium divergens a une répartition stratigraphique qui va du Bartonien jusqu'au Rupélien (Williams et al., 1993, 2004; Stover et al., 1996). Cependant, son occurrence ponctuelle, observée ici, pourrait être considérée comme une première occurrence, car l'intervalle étudié est attribué au Bartonien en se basant sur les FOs et les LOs des espèces de dinokystes citées ci-dessus. Elle confirme donc l'âge bartonien.

D'un point de vue quantitatif, l'acmé du groupe *Polysphaeridium* (55%) (dominé par *Polysphaeridium biformum*) (Fig. 39), enregistré au niveau du sommet de la coupe

(échantillon TS11), peut également être considéré comme un marqueur biostratigraphique d'importance régionale, car il était auparavant observé dans le Bartonien supérieur dans l'Unité de Tanger (Rif Externe occidentale, Maroc) par Chekar et al. (2016, 2018).

La présence des espèces de dinokystes d'âge jurassique (*Mendicodinium brunneum*) et crétacé (*Apteodinium reticulatum*, *Cribroperidinium boreas*, *Cribroperidinium edwardsii*, *Manumiella seelandica*, *Microdinium setosum*, *Nelsoniella tuberculata* et *Odontochitina costata*) dans les échantillons étudiés est interprétée ici comme étant le résultat d'un remaniement qui est probablement lié à une activité tectonique synsédimentaire au cours du Bartonien.

2. Coupe Ben Attaya

La coupe Ben Attaya est subdivisée en trois intervalles qui correspondent au Bartonien (échantillons BAT1–BAT9), Priabonien (échantillons BAT10–BAT13) et Rupélien (échantillons BAT14–BAT19).

- **Intervalle BAT1–BAT9**

Nous avons attribué l'intervalle qui va de l'échantillon BAT1 à l'échantillon BAT9 de la partie inférieure de la coupe Ben Attaya au Bartonien (Éocène moyen) en se basant sur les FOs des espèces de dinokystes suivantes: *Operculodinium divergens*, *Lentinia serrata*, *Impagidinium dispertitum* et *Glaphyrocysta semitecta* (Fig. 40). Les FOs de *Operculodinium divergens* et *Lentinia serrata*, qui marquent le Bartonien dans l'Hémisphère Nord (Stover et al., 1996; Williams et al., 1993, 2004) (voir en détail, plus haut dans la bisostratigraphie de la coupe de Tsoul), sont observées ici à la base de la coupe Ben Attaya, respectivement dans les échantillons BAT1 et BAT4. La FO de *Impagidinium dispertitum*, qui a été reconnue au Bartonien dans l'Hémisphère Nord (Williams et al. 1993; Stover et al. 1996), et plus particulièrement en Allemagne (Köthe et Piesker, 2007) et au Maroc (Chekar et al., 2018; Mahboub et al., 2019; Slimani et al., 2019; Mahboub et Slimani, 2020) est retrouvée ici dans l'échantillon BAT6. Comme il a été montré dans le sous chapitre précédent (biostratigraphie de l'Unité de Tsoul), la FO de *Glaphyrocysta semitecta* est un marqueur biostratigraphique mondial du Bartonien, proches de la limite Lutétien–Bartonien (Williams et al., 2004). Dans la coupe de Ben Attaya, cet événement a été détecté au niveau de l'échantillon BAT7. Tous

ces données confirment bien l'attribution de l'intervalle des échantillons BAT1 à BAT9 au Bartonien.

- **Intervalle BAT10–BAT13**

L'intervalle BAT10–BAT13 correspond au Priabonien (Éocène supérieur). Les événements de dinokystes qui ont permis de dater cet intervalle sont: les FOs de *Stoveracysta ornata*, *Deflandrea heterophlycta* et *Schematophora speciosa*. Les FOs de *Stoverocysta ornata* (Planche 6: 11–13) et de *Schematophora speciosa* (Planche 6: 6, 7) observées respectivement dans les échantillons BAT10 et BAT13 sont considérées auparavant comme de bons marqueurs biostratigraphiques du Priabonien dans l'Hémisphère Sud, dans les région de l'Equateur (Williams et al., 2004) et en Italie (Brinkhuis et Biffi, 1993; Brinkhuis, 1994; Van Mourik et Brinkhuis, 2005). La FO de *Deflandrea heterophlycta* (Planche 10: 1) est également connue dans le Priabonien en Italie (Brinkhuis, 1994) et au Danemark (Heilmann-Clausen et Van Simaey, 2005). Elle est observée ici dans l'échantillon BAT11.

- **Intervalle BAT14–BAT19**

La partie supérieure de la coupe de Ben Attaya (BAT14–BAT19) est attribuée au Rupélien (Oligocène supérieur) en se basant sur les FOs de *Wetzeliiella gochtii* et *Chiropteridium lobosporum*; les LOs des espèces *Achilleodinium bifurcoides*, *Charlesdownia coleothrypta* subsp. *coleothrypta*, *Enneadocysta pectiniformis*, *Glaphyrocyst semitecta*, *Hemiplacophora semilunifera*, *Lentinia serrata*, *Operculodinium divergens*, *Rhombodinium perforatum*, *Schematophora speciosa* et *Stoverocysta ornata*, et sur l'acmé de *Deflandrea phosphoritica*. La FO de *Wetzeliiella gochtii* (Planche 10: 8, 9) est un excellent marqueur mondial de la limite Eocène–Oligocène (Williams et al., 2004). La répartition stratigraphique de cette espèce est mondialement connue du Rupélien inférieur au Chattien moyen (Powell, 1992; Gradstein et al., 2004; Williams et al., 2004). Cette espèce apparaît ici dans l'échantillon BAT14. La FO de *Chiropteridium lobosporum*, qui est un autre bon marqueur du début du Rupélien, mais légèrement plus précoce que la FO de *Wetzeliiella gochtii* (Powell, 1992; Wilpshaar et al., 1996; Torricelli et Biffi, 2001; Van Simaey et al., 2005; Soliman, 2012), est retrouvée ici dans l'échantillon BAT14. Pross et al. (2010) ont étalonné sa première occurrence consistante avec le Chron C12r (33,1 Ma). Les LOs des espèces *Hemiplacophora semilunifera* (Planche 6: 16, 17), *Achilleodinium bifurcoides* (Planche 3: 3) et *Operculodinium divergens* qui marquent le Rupélien (32–33.5

Ma) dans les latitudes moyennes de l'Hémisphère Nord (Williams et al., 2004), sont observées ici dans l'échantillon BAT14.

Les LOs de *Rhombodinium perforatum* (Planche 10: 6) et *Enneadocysta pectiniformis* (Planche 7: 3), qui indiquent respectivement le Rupélien inférieur (~33,5 Ma) et le Rupélien supérieur (~29 Ma) dans des latitudes moyennes de l'Hémisphère Nord (Williams et al., 2004) sont observées au niveau de l'échantillon BAT15. Les LOs de *Charlesdowniea coleothrypta* subsp. *coleothrypta*, *Stoverocysta ornata*, *Lentinia serrata* et de *Glaphyrocysta semitecta* sont reconnues dans la partie inférieure du Rupélien (Brinkhuis et Biffi, 1993; Van Mourik et Brinkhuis, 2005; Pross et al., 2010; Brinkhuis, 1994). Elles sont retrouvées ici au sommet de la coupe (échantillon BAT19). Des acmés de *Deflandrea* spp. ont été enregistrées au Rupélien (de 29,8 à 29,3 Ma), simultanément dans différentes coupes étudiées en Italie par Pross (2010). Dans la coupe Ben Attaya, l'abondance la plus élevée (36%) de *Deflandrea phosphoritica*, observée dans l'échantillon BAT17, peut être corrélative avec l'acmé *Deflandrea* spp. En Italie et conforte donc l'âge Rupélien suggéré ci-dessus en se basant sur les événements de FOs et LOs de dinokystes marqueurs .

La présence de certains taxons de dinokystes du Crétacé supérieur, tels que *Alisogymnium euclaense* dans l'échantillon BAT8, *Dinogymnium* spp. de l'échantillon BAT9 à l'échantillon BAT19 et *Odontochitina costata* dans l'échantillon BAT19, peut être considérée comme étant le résultat d'un remaniement lié probablement à une activité tectonique synsédimentaire.

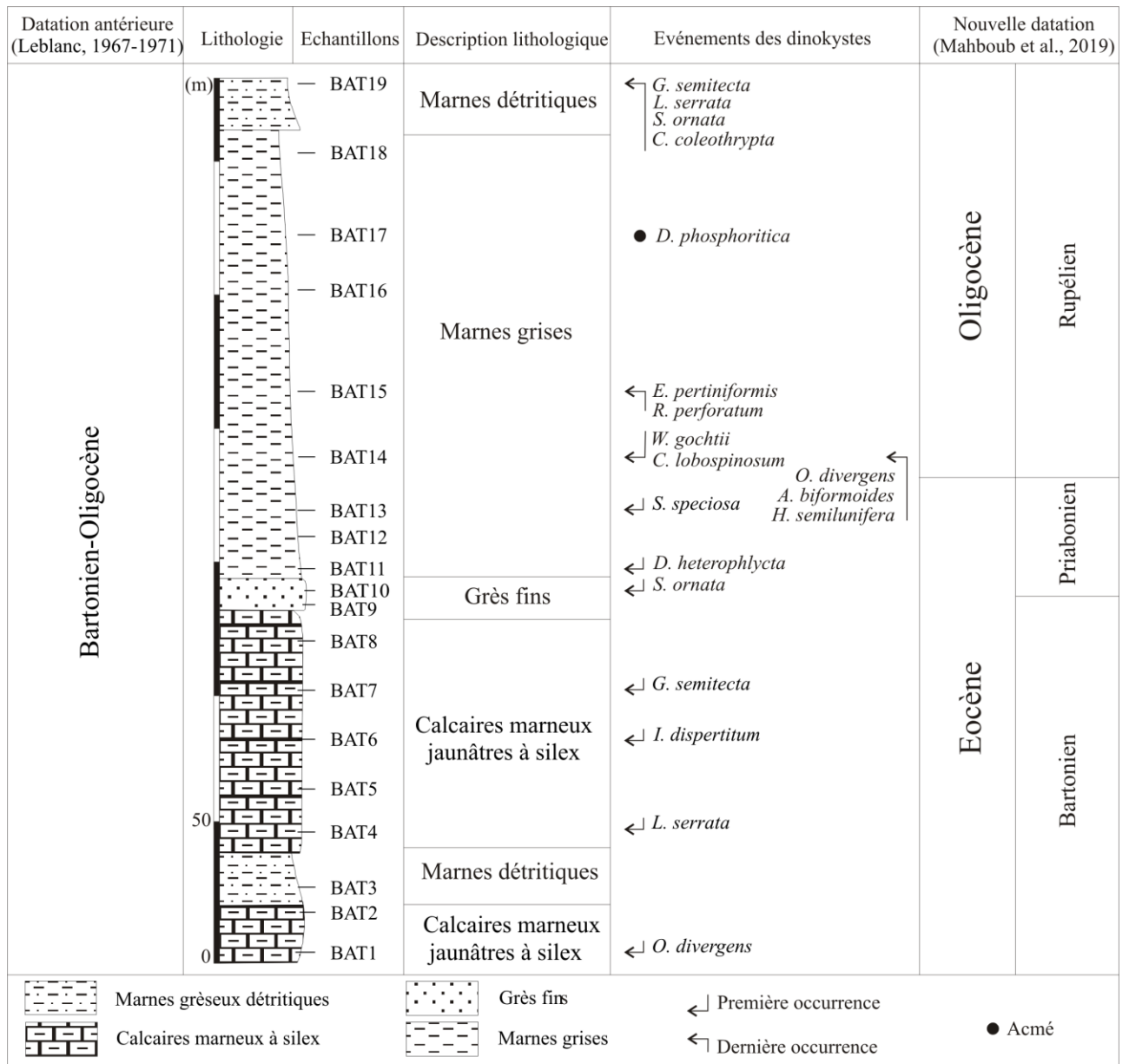


Figure 40: Lithostratigraphie et bioévénements de dinokystes dans la coupe Ben Attaya, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc.

3. Coupe M'karcha

La coupe M'karcha est subdivisée, du bas vers le haut, en trois deux intervalles qui correspondent au Bartonien (échantillons MK1–MK3) et Priabonien (échantillons MK4–MK31).

- **Intervalle MK1–MK3**

La partie inférieure de cette coupe (échantillons MK1 à MK3) est attribuée au Bartonien en se basant sur la succession, du plus ancien au plus récent, des événements suivants: les FOs de *Impagidinium dispertitum* et *Glaphyrocysta semitecta* (Fig. 41). Les FOs de *Impagidinium dispertitum* et de *Glaphyrocysta semitecta* sont de bons marqueurs biostratigraphiques du Bartonien (Williams et al., 1993; De Coninck, 1995; Stover et al., 1996; Köthe et Piesker, 2007; Chekar et al., 2018; Mahboub et 2018., Mohamed et Egger, 2019). La FO de *Glaphyrocysta semitecta* a été utilisée par De Coninck (1995) pour corrélérer les dépôts bartoniens entre le bassins belge et les bassin de Hampshire et de Paris. Ces événements biostratigraphiques sont observés dans l'échantillon MK1 (FO de *Impagidinium dispertitum*) et dans l'échantillon MK2 (FO de *Glaphyrocysta semitecta*). Ils ont donc permis l'attribution de l'intervalle des échantillons MK1 à MK3 de la partie inférieure de la coupe M'karcha au Bartonien.

- **Intervalle MK4–MK31**

La partie supérieure (échantillons MK4 à MK31) de la coupe M'karcha est caractérisée par la succession du bas vers le haut des événements suivants: les FOs de *Rhombodinium perforatum*, *Stoveracysta ornata*, *Cooksonidium capricornum*, *Stoveracysta* sp. 2 de Brinkhuis et Biffi (1993), *Schematophora speciosa* et les LOs de *Cooksonidium capricornum*, *Schematophora speciosa* et *Melitasphaeridium pseudorecurvatum*.

La FO de *Rhombodinium perforatum* (Planche 10: 6) est considérée comme un marqueur potentiel du Priabonien par plusieurs auteurs. La FO de *Rhombodinium perforatum* a été observée à la base de la Zone de *Rhombodinium perforatum*, définie pour la première fois dans l'intervalle Bartonien supérieur au Priabonien inférieur (Zones de nannoplancton NP17–NP21) en Europe du Nord-Ouest (Angleterre, Belgique, Allemagne) par Costa et Downie (1976). Châteauneuf et Gruas-Cavagnetto (1978) et Jan du Chêne (1977) ont par la suite reconnu cette biozone dans le Bartonien supérieur du Bassin parisien et des Alpes. Cependant, Bujak (1979) a modifié la biozonation de Costa et Downie (1976). Il a remonté la Zone de *Rhombodinium perforatum* pour se limiter au Priabonien, car ils ont révélé que les spécimens du soi-disant *Rhombodinium perforatum* de Costa et Downie (1976) du Bartonien sont synonymes de *Rhombodinium porosum*. Châteauneuf (1980) a également supprimé la Zone de *Rhombodinium perforatum* reconnue par Châteauneuf et Gruas-Cavagnetto (1978) dans le Bartonien, car ils ont révélé que les spécimens endommagés,

identifiés comme *Rhombodinium perforatum* par Châteauneuf et Gruas-Cavagnetto (1978), correspondent à *Rhombodinium porosum* et ils ont déclaré que la FO de *Rhombodinium perforatum* est enregistrée dans le Priabonien dans toute l'Europe de l'Ouest. De Coninck (1995) a utilisé la FO de *Rhombodinium perforatum* pour corréler les sédiments du Priabonien du bassin belge avec ceux des bassins de Hampshire et de Paris. D'autres auteurs ont également noté la FO de *Rhombodinium perforatum* dans le Priabonien en Italie (Brinkhuis, 1994; Brinkhuis et Biffi, 1993), en Angleterre (Bujak et al., 1980; Powell, 1992), en Sibérie (Iakovleva et Heilmann-Clausen, 2010), en Ukraine (Iakovleva, 2015) et en Allemagne (Mohamed et Egger, 2019). La FO de *Rhombodinium perforatum* est considérée comme un événement biostratigraphique marqueur du Priabonien basal (37 Ma) dans les moyennes latitudes de l'Hémisphère Nord par Williams et al. (2004). Dans la coupe de M'karcha, la FO de cette espèce est observée dans l'échantillon MK4.

La FO de *Stoveracysta ornata* est un marqueur biostratigraphique pertinent du Priabonien dans les régions de l'Hémisphère Sud de l'Equateur (Williams et al., 2004). Cet événement est également signalé au Priabonien en Italie central et dans le Nord-Est de l'Italie, dans la Zone de dinokyste *Melitasphaeridium pseudorecurvatum* (Mps) de Brinkhuis et Biffi (1993) par Brinkhuis (1994) et Van Mourik et Brinkhuis (2005) et dans le Nord-Est du Maroc (coupe de Ben Attaya) par Mahboub et al. (2019). Dans la coupe de M'karcha, la FO de *Stoveracysta ornata* est observée dans l'échantillon MK8.

La distribution stratigraphique de *Cooksonidium capricornum* (Planche 6: 20–22) est limitée au Priabonien (Stover et Williams, 1995). La FO de cette espèce a été signalée dans le Priabonien en Australie (Cookson et Eisenack, 1965), en Belgique (Weyns, 1970), en Tazmania (Sluijs et al., 2008) et en Italie centrale, dans la Zone de dinokyste Mps (Van Mourik et Brinkhuis, 2005). Dans la coupe de M'karcha, cette espèce est observée dans les échantillons MK17 et MK18. La FO de *Stoveracysta* sp. 2 de Brinkhuis et Biffi (1993) (Planche 6: 14, 15) a été signalée dans le Priabonien en Italie, à la base de la Zone de dinokyste Mps par Brinkhuis et Biffi (1993) et Brinkhuis (1994) et au sommet de la Zone de dinokyste de *Schematophora speciosa* (Ssp) par Van Mourik et Brinkhuis (2005). Dans la coupe de M'karcha, la FO de cette espèce est enregistré dans l'échantillon MK22.

La distribution stratigraphique de *Schematophora speciosa* est limitée au Priabonien dans les régions de l'Hémisphère Sud et de l'équateur (entre 36,00 et 33,5 Ma) (Williams et al., 2004). Dans l'Hémisphère Nord, la FO de cette espèce est reconnue dans le Priabonien,

dans la Zone de dinokyste Ssp en Italie (Brinkhuis et Biffi, 1993; Brinkhuis, 1994; Wilpshaar et al., 1996; Van Mourik et Brinkhuis, 2005) et dans le Nord-Est du Maroc (coupe de Ben Attaya, Rif Externe orientale) (Mahboub et al., 2019). La LO de cette espèce a été également signalée dans le Priabonien en Italie (Brinkhuis et Biffi, 1993; Brinkhuis, 1994; Van Mourik et Brinkhuis, 2005) et dans l'Est du Canada (Fensome et al., 2009). Dans la coupe de M'karcha, la FO et la LO de *Schematophora speciosa* sont observées respectivement dans les échantillons MK24 et MK29.

La LO de *Melitasphaeridium pseudorecurvatum* (Planche 6: 1, 2) est généralement connue dans l'Oligocène inférieur (Rupélien) (De Coninck, 1975; Williams et al., 2004) ou dans le Priabonien supérieur, au sommet de la Zone de dinokystes Mps en Italie (Brinkhuis et Biffi, 1993; Van Mourik et Brinkhuis, 2005; Wilpshaar et al., 1996). Dans la coupe de M'karcha, la LO de cette espèce est observée dans l'échantillon MK30. Le sommet de la coupe de M'karcha est donc d'âge priabonien, conformément au record de *Melitasphaeridium pseudorecurvatum* en Italie. L'espèce *Distatodinium ellipticum* (Planche 5: 14, 15), qui se limite à l'intervalle Lutétien–Chattien (Powell, 1992; Eldrett et al., 2004; Thomsen et al., 2012; Pross et al., 2010), s'étend de l'échantillon MK14 à l'échantillon MK30, donc elle ne peut que supporter l'attribution de la partie supérieure de la coupe M'karcha au Priabonien. Cependant, dans la partie occidentale du Rif Externe (Nord-Ouest du Maroc), cette espèce est observée dans le Lutétien de la coupe Ibn Batouta (Chekar et al., 2016) et du Lutétien au Chattien de la coupe Tattofte (Chekar et al., 2018). Ces résultats peuvent suggérer que l'absence de *Distatodinium ellipticum* dans la partie inférieure (Bartonien et partie inférieure du Priabonien) de la coupe M'karcha (échantillons MK1 à MK13) est probablement liée à sa rareté. Tous les événements de dinokystes (FOs et LOs), évoqués précédemment dans ce travail, suggèrent un âge priabonien pour la partie supérieure de la coupe de M'karcha (échantillons MK4 à MK31).

Les espèces de dinokystes anté-éocènes, observées dans la coupe M'karcha, sont interprétées ici comme des remaniements à partir des roches du Jurassique (*Barbatacysta verrucosa*, *Chytroesphaeridia chytroides*, *Meiourogonaulax* cf. *acanthosphaera*), du Crétacé supérieur (*Cribroperidinium diaphanum*, *Circulodinium distinctum*), Crétacé supérieur et Paléocène inférieur (*Odontochitina costata*, *Fibradinium annetorpense*, *Riculacysta shauka*). Ces remaniements à partir des roches d'âges différents peuvent être liés à une activité tectonique synsédimentaire significative au cours du Bartonien et du Priabonien.

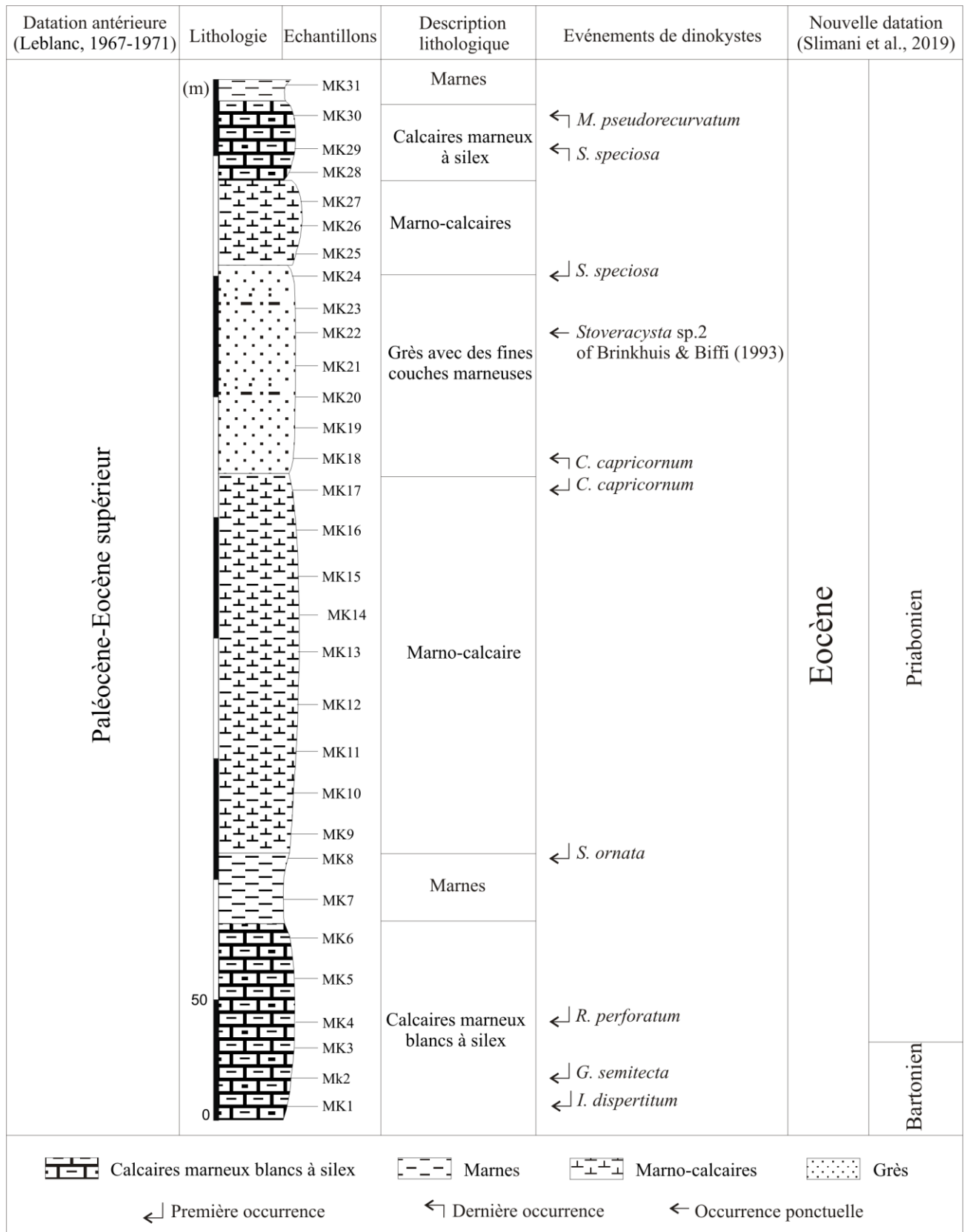


Figure 41: Lithostratigraphie et bioévénements de dinokystes dans la coupe M'karcha, Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc.

L'espèce de dinokyste *Areosphaeridium diktyoplokum* est très connue par sa première et sa dernière occurrences qui sont des marqueurs biostratigraphiques globaux respectivement de l'Eocène inférieur (Yprésien) et de l'Eocène supérieur (Priabonien) (Williams et al., 1993, 2004; Stover et Williams, 1995). Pour plus de détails, la position de sa LO dans la littérature est variable entre la limite Eocène–Oligocène (E/O) et l'Oligocène inférieur. Cet événement a été considéré comme un marqueur potentiel de la limite Eocène–Oligocène (E/O), utile pour les corrélations biostratigraphiques globales dans l'Hémisphère Nord (Haq et al., 1988; Köthe, 1990; Bujak et Mudge, 1994; Van Simaey et al., 2005; Schiøler, 2005; Van Mourik et Brinkhuis, 2005). D'autre part, sa LO traverse la limite E/O (Rupélien) (Brinkhuis et Biffi, 1993; Brinkhuis, 1994; Bujak et Mudge, 1994; Wilpshaar et al., 1996; Torricelli et Biffi, 2001; Eldrett et al., 2004; Köthe et Piesker, 2007; Pross et al., 2010; Bati, 2015; Egger et al., 2016). Bien que *Areosphaeridium diktyoplokum* ait une répartition géographique mondiale, nous ne l'avons pas observée ni dans les coupes étudiées dans ce travail ni dans d'autres coupes de l'Éocène à l'Oligocène étudiées auparavant dans la Chaîne du Rif au Maroc (Chekar et al., 2016, 2018). Son absence dans les terrains marocains peut être liée à ses préférences paléoenvironnementales: *Areosphaeridium diktyoplokum* est un taxon relativement cosmopolite, mais préfère un environnement relativement néritique externe à océanique (Brinkhuis, 1994), tandis que les faciès de l'Éocène dans les coupes marocaines précédentes enregistrent des environnements néritiques internes, généralement lagunaires (Slimani et al., 2019).

II. Paléoenvironnement

Les interprétations paléoenvironnementales des trois coupes étudiées (Tsoul, Ben Attaya, M'karcha) sont fondées sur des paramètres quantitatifs, à savoir: les abondances relatives (%) des groupes de dinokystes sélectionnés qui sont indicateurs des paléoenvironnements (tableau 4) et les rapports S/D, P/G et IN/ON (voir chapitre matériel et méthodes: sous chapitre environnement de dépôt)

1. Coupe Tsoul

Dans la coupe de Tsoul d'âge bartonien, nous avons distingué 15 groupes de dinokystes qui sont utiles pour la reconstitution du paléoenvironnement, dont 12 groupes gonyaulacoïdes et 3 péridinoides avec une dominance remarquable des gonyaulacoïdes (Fig.

36). Les rapports P/G et S/D sont généralement faibles tout au long de la coupe. Ils atteignent un maximum de 0.03, indiquant respectivement un milieu marin à faible productivité à faible apport continental. La teneur en carbonates de calcium (CaCO_3) est généralement moyenne (40 à 50%), indiquant un milieu relativement calme le long de la coupe. Du bas vers haut de la coupe, l'évolution du paléoenvironnement est comme suit:

Les marnes de la base de la coupe (TS1) sont dominées par le groupe *Polysphaeridium* (~30%) qui est un groupe indicateur d'un environnement néritique interne. Son abondance indique principalement une baisse relative du niveau marin (Brinkhuis et al., 1992; Zevenboom, 1995) et des eaux chaudes stratifiées avec une salinité élevée et fluctuante (Zonneveld et al., 2013). Parallèlement, le pourcentage du groupe *Areoligera*, indicateur d'un environnement néritique interne côtier (Stover et al., 1996; Guasti, 2005; Sluijs et al., 2005; Pross et al., 2010; Slimani et al., 2010; Brinkhuis et Zachariasse, 1988; Eshet et al., 1992; Brinkhuis, 1994; Chekar et al., 2018; Mahboub et al., 2019), n'est pas négligeable (~12%). Le groupe *Spiniferites* qui est généralement associé à un milieu marin ouvert néritique externe à faible nutriment (Stover et al., 1996; Sluijs et al., 2005, 2003; Torricelli et al., 2006; Slimani et al., 2010; Zonneveld et al., 2013; Chekar et al., 2018; Mahboub et al., 2019; Iakovleva, 2011, 2015), présente un pourcentage assez élevé (~27%). Selon Zonneveld et al. (2013), *Spiniferites ramosus*, qui domine ici le groupe *Spiniferites*, est cosmopolite et peut atteindre des abondances relatives élevées aussi bien dans des zones oligotrophes des grands océans que dans les zones à forte productivité, telles que les régions d'upwelling et les zones influencées par le débit des rivières. L'échantillon TS1 représente donc un environnement marin intermédiaire entre le néritique interne et le néritique externe. Un peu plus haut dans la coupe (TS2), le groupe *Spiniferites* prédomine (~80%), alors que les autres groupes *Areoligera* et *Polysphaeridium*, indicateur d'un environnement néritique interne deviennent rare, atteignant respectivement environ 2% et 9%. Par conséquent, l'échantillon TS2 enregistre un environnement néritique externe, plus ouvert que le précédent (TS1) et accompagné d'une importante élévation du niveau de la mer indiquée par une baisse importante du rapport IN/ON de 0.6 à 0.1.

Dans l'intervalle des échantillons TS3 à TS7, comprenant des intercalations de couches marneuses avec des bancs de calcaires marneux, les groupes caractéristiques du milieu néritique interne (*Areoligera*, *Homotryblum*, *Polysphaeridium*) deviennent plus abondants que ceux du milieu néritique externe (*Spiniferites*). Le groupe *Homotryblum* dont la haute abondance est associée à des conditions des eaux marines chaudes stratifiées avec

une salinité élevée et fluctuante, caractérisant des régions tropicales et subtropicales (Brinkhuis, 1994; Stover et al., 1996; Crouch et Brinkhuis, 2005; Sluijs et al., 2005; Torricelli et al., 2006; Iakovleva, 2015; Zonneveld et al., 2013; Chekar et al., 2018; Freiling et al., 2018; Mahboub et al., 2019), est le plus abondant dans cet intervalle, surtout dans les échantillons TS3 à TS6. Son abondance atteint des valeurs allant de 20 à 40 % avec un maximum de 60% dans l'échantillon TS6. Le groupe *Polysphaeridium* montre généralement le même comportement que le groupe *Homotryblum*, mais avec des valeurs plus basses (autour de 20%). Par conséquent, l'environnement enregistré dans l'intervalle TS3–TS9 est lagunaire, avec un niveau marin bas, confirmé par des valeurs importantes du rapport IN/ON (0.5–0.8).

Dans l'intervalle des échantillons TS8–TS10, l'environnement marin devient de plus en plus ouvert, car le groupe *Spiniferites* devient de plus en plus abondant. Il débute par une chute de l'abondance du groupe *Homotryblum* vers des valeurs avoisinantes de 2%, en même temps d'une légère augmentation de l'abondance du groupe *Spiniferites* (~27%) et un pic d'abondance (~34%) du groupe *Areoligera* dans l'échantillon TS8, indiquant un environnement marin plus ouvert que l'environnement précédent (TS4–TS7), mais toujours côtier avec relativement une haute énergie (Powell et al., 1996; Schiøler et al., 1997; Iakovleva et al., 2001; Sluijs et al., 2008; Freiling et al., 2018). Le pourcentage du groupe *Spiniferites* continue à augmenter vers le sommet de la coupe, atteignant ~50% dans l'échantillon TS9, puis une acmé de ~80% dans l'échantillon TS10, indiquant un environnement néritique de plus en plus externe associée d'une élévation progressive et importante du niveau marin relatif indiqué par une diminution progressive du rapport IN/ON qui atteint une valeur de 0 dans l'échantillon TS10. Cet environnement marin plus ouvert est confirmé par le fait que les autres groupes indicateurs des environnements néritiques internes (*Areoligera*, *Homotryblum*, *Polysphaeridium*) deviennent rares (0 à 5%).

Le sommet de la coupe (échantillon TS11) est caractérisé par une diminution vers 27% de l'abondance du groupe *Spiniferites*, une augmentation vers 55% du groupe *Polysphaeridium* (dominé par *P. biformum*) et une baisse du niveau marin relatif, indiquée par une augmentation du rapport IN/ON vers 0.6. Ces données indiquent un retour vers des conditions d'un environnement néritique intermédiaire (externe-interne) à lagunaire, probablement similaire à celui déduit précédemment à la base de la coupe (échantillon TS1), mais sous des conditions d'eaux légèrement plus chaudes.

En résumé, les sédiments d'âge baronien de la coupe de Tsoul ont été déposés dans un environnement marin caractérisé par une faible productivité et des fluctuations importantes du niveau marin relatif qui sont associées à des changements d'environnements entre le néritique externe et le néritique interne. La partie inférieure et la partie supérieure de la coupe reflètent des environnements néritiques plus externes et plus ouverts que la partie médiane qui représente un milieu néritique interne lagunaire.

2. Coupe Ben Attaya

Dans la coupe de Ben Attaya, nous avons distingué 12 groupes de dinokystes qui sont utiles pour la reconstitution du paléoenvironnement, dont 9 groupes gonyaulacoïdes et 3 péridinoïdes avec une dominance remarquable des gonyaulacoïdes (Fig. 37). Les calcaires marneux de la base de cette coupe (échantillons BAT1, BAT2), attribués ici au Bartonien, contiennent 50% de teneur en CaCO_3 , indiquant une sédimentation fine dans des conditions marines modérément profondes et calmes. Le total des abondances relatives des groupes de dinokystes, indiquant les environnements marins néritiques internes tels que *Areoligera*, *Deflandrea* et *Homotryblum* (Brinkhuis, 1994; Iakovleva et al., 2001; Crouch et Brinkhuis, 2005; Guasti, 2005; Sluijs et al., 2005; Torricelli et al., 2006; Pross et al., 2010; Slimani et al. 2010), est d'environ 45%. Cependant, celle des groupes de dinokystes, indiquant des environnements néritiques externes à océaniques, tels que *Impagidinium*, *Operculodinium* et *Spiniferites* (Guasti et al., 2005; Sluijs et al., 2005; Brinkhuis, 1994; Pross et al., 2001; Torricelli et al., 2006; Slimani et al., 2010), est légèrement inférieure (~ 40%). Les rapports P/G et S/D sont faibles, atteignant respectivement un maximum de 0,2% et 0,18%, et le rapport IN/ON varie de 0,4 dans l'échantillon BAT1 à 0,6 dans l'échantillon BAT2. Tous ces résultats suggèrent un environnement marin néritique interne à néritique moyen avec des conditions calmes et une sédimentation fine pour les échantillons BAT1 et BAT2.

Les marnes sableuses (échantillon BAT3) du Bartonien présentent des teneurs modérées en CaCO_3 (37–40%), indiquant des conditions marines intermédiaires. Il y a une diminution significative de l'abondance des dinokystes qui passe de 85% dans l'échantillon BAT2 à 43% dans l'échantillon BAT3, ainsi qu'une augmentation de l'abondance relative du groupe *Spiniferites* caractéristique d'un environnement néritiques externe, qui coïncide avec une augmentation de l'abondance relative des sporomorphes (56%) et avec un rapport S/D atteignant un maximum de 0,4. Très pauvre en palynomorphes, l'échantillon BAT3 montre

une proportion de sporomorphes plus élevée que celle des dinokystes (9 spores trilètes et 7 dinokystes) et peut par conséquent indiquer un environnement moins profond. Cette influence continentale significative est en accord avec la lithologie (marnes sableuses).

Les échantillons BAT4 et BAT5 du calcaire marneux (Bartonien) montrent une augmentation remarquable de 80% des kystes de dinoflagellés. Les groupes de dinokystes, indiquant des conditions côtières et de haute énergie comme *Areoligera*, des conditions lagunaires d'eau chaude et haute salinité comme *Homotryblum* et ceux indiquant une productivité élevée, associée à un taux élevé des éléments nutritifs, tels que *Deflandrea*, *Lejeunecysta* et *Senegalinium*, sont absents de l'échantillon BAT4, mais le groupe *Deflandrea* augmente légèrement (18%) dans l'échantillon BAT5. Considérant que les groupes *Spiniferites* et *Oligosphaeridium*, indiquant des milieux marins néritiques externes (Brinkhuis, 1994; Stover et al., 1996; Van Mourik et Brinkhuis, 2005; Sluijs et al., 2005; Torricelli et al., 2006) et des conditions oligotrophes (Zonneveld et al., 2013), affichent des abondances élevées (Tableau 1) et suggèrent par conséquent un environnement marin externe ouvert avec des conditions oligotrophes pour les échantillons BAT4 et BAT5. Le rapport IN/ON (0) dans BAT4 indique une élévation du niveau de la mer.

Dans le reste du calcaire marneux (BAT6–BAT8), également attribué ici au Bartonien, l'abondance des dinokystes varie entre 90% et 100%. Les abondances relatives des groupes *Spiniferites* et *Oligosphaeridium*, deux indicateurs des environnements néritiques externes, ont chuté de 90% dans l'échantillon BAT4 à des valeurs très basses (<20%). Cependant, les groupes de dinokystes révélateurs d'environnements néritiques internes augmentent progressivement, atteignant les abondances maximales suivantes: *Homotryblum* (40% dans l'échantillon BAT6), *Areoligera* (15% dans l'échantillon BAT8), *Deflandrea* (18% dans l'échantillon BAT8) et *Lejeunecysta* (20% dans l'échantillon BAT8). L'augmentation de l'abondance relative des groupes de dinokystes péridinoïdes (*Deflandrea*, *Lejeunecysta*, *Senegalinium*), ainsi que l'augmentation du rapport P/G dans les échantillons BAT6 à BAT8, suggèrent une productivité plus élevée par rapport aux échantillons précédents et par conséquent une augmentation de l'apport en nutriments. L'acmé du groupe *Homotryblum*, représentée par *Homotryblum floripes*, est très significative pour les interprétations paléoenvironnementales de cette partie du calcaire marneux. Le groupe *Homotryblum* indique des environnements marins néritiques internes (côtiers, lagunaires) et prolifère dans des conditions de salinité élevées et chaudes, typiques des régions subtropicales à tropicales (Brinkhuis, 1994; Stover et al., 1996; Crouch et Brinkhuis, 2005; Sluijs et al., 2005;

Torricelli et al., 2006; Iakovleva, 2015; Zonneveld et al., 2013). Cependant, le groupe *Areoligera* est un indicateur des environnements marins néritiques internes ouverts, peu profonds et à haute énergie (principalement côtiers) (Brinkhuis, 1994; Guasti, 2005; Sluijs et al., 2005; Pross et al., 2010). Dans cette partie du calcaire marneux, nous avons observé, du bas vers le haut de la coupe, des corrélations inverses entre les abondances des groupes *Oligosphaeridium* et *Homotryblum* et entre les groupes *Homotryblum* et *Areoligera*. C'est un environnement qui est généralement marin interne avec une productivité et un apport en éléments nutritifs supérieurs à ceux des échantillons précédents, mais les conditions de dépôts sont différentes. Il correspond, du bas vers le haut, à un environnement néritique interne lagunaire restreint avec des conditions chaudes suggérées par l'acmé du groupe *Homotryblum*, suivies des conditions côtières et de haute énergie suggérées par l'augmentation de l'abondance relative du groupe *Areoligera* au cours du Bartonien. Le rapport IN/ON (0.4–0.9) confirme l'environnement marin néritique interne suggéré pour les calcaires marneux.

Les grès fin (échantillons BAT9, BAT10) de la transition Bartonien–Priabonien ont livré une teneur en CaCO_3 inférieure à 30%, indiquant un environnement marin peu profond et agité. Ce faciès montre des abondances relativement élevées du groupe *Oligosphaeridium* (20%) dans l'échantillon BAT9 et un pic de 50% du groupe *Impagidinium* dans l'échantillon BAT10. Le paléoenvironnement du grès fin peut être interprété comme côtier avec des conditions agitées, probablement influencé par les courants océaniques (upwelling) favorisant l'arrivée du groupe *Impagidinium*. Les marnes grises (Rupélien) présentent une teneur élevée en CaCO_3 (46 à 53%). Ils correspondent à un faciès de transition des calcaires terrigènes (Maxwell, 1968), indiquant un environnement marin modérément profond et calme. Dans les marnes grises, le pourcentage des dinokystes est très élevé (80%). Le groupe *Operculodinium* montre une abondance maximale de 60% dans l'échantillon BAT13. Le groupe *Operculodinium* a été signalé dans des conditions marines océaniques à restreintes (Brinkhuis et Biffi, 1993; Brinkhuis, 1994; Stover et al., 1996; Torricelli et al., 2006). Une abondance élevée de *Operculodinium* spp. et les phytoclastes bruns peuvent indiquer une instabilité environnementale (Brinkhuis, 1994; Torricelli et al., 2006). L'augmentation du groupe *Operculodinium* et l'absence du groupe *Spiniferites*, ainsi que l'augmentation du nombre de phytoclastes bruns dans l'échantillon BAT13 suggèrent des conditions néritiques internes avec des apports fluviaux, probablement sous un régime régressif au cours du Priabonien.

Dans le reste des marnes grises, les groupes *Spiniferites* et *Oligosphaeridium* caractérisant les milieux marins néritiques externes atteignent respectivement 38% et 20%. Le groupe *Deflandrea*, qui est un indicateur des environnements côtiers à forte productivité, est également abondant ici avec un maximum de 45%. Le rapport P/G atteint 0,5 et est positivement lié aux changements d'abondance du groupe *Deflandrea*. Cependant, l'abondance relative des groupes océaniques (*Impagidinium*) ou lagunaires (*Homotryblum*) est très faible (<6%). Le pourcentage des sporomorphes et le rapport S/D sont également faibles et diminuent progressivement de 5 à 0,15% dans l'échantillon BAT14 vers des valeurs très basses (proches de 0) vers le sommet de la coupe. Le groupe *Cleistosphaeridium* considéré comme indicateur des environnements externes ouverts (Sluijs et al., 2005) à internes peu profonds (Jaramillo et Oboh, 1999), est pris en compte ici comme indicateur d'un environnement néritique externe dans le calcul du rapport IN/ON. L'unique pic d'abondance (85%) de *Cleistosphaeridium*, enregistré dans cette coupe, est observé dans l'échantillon BAT18. On peut en conclure que, à l'exception de l'échantillon BAT13, qui indique les conditions néritiques internes avec des apports fluviatiles, les marnes grises ainsi que les marnes sableuses situées au sommet de la coupe enregistrent un milieu marin néritique intermédiaire et des conditions de sédimentation calmes avec une élévation progressive du niveau de la mer confirmée également par la diminution du rapport IN/ON. Ces résultats peuvent suggérer une légère transgression au cours du Rupélien.

3. Coupe M'karcha

Dans la coupe de M'karcha, 16 groupes de dinokystes dont 12 gonyaulacoïdes et 4 péridinoïdes ont été sélectionnés. Les groupes gonyaulacoïdes dominent l'assemblage et les groupes péridinoïdes sont très rare induisant un faible rapport P/G (0 à 0.1) et donc une faible productivité. Le rapport S/D est également faible avec des fluctuations qui sont également faibles et sans une signification importante. Quant au rapport IN/ON relatif au niveau marin, il est généralement moyen à élevé montrant des fluctuations significatives. La teneur en CaCO₃ est généralement moyen (40 à 50%) dans les marnes, les calcaires marneux et les marnes calcaires, indiquant des conditions marines relativement calmes. En revanche, cette teneur est très faibles (<10%) dans les sédiments gréseux, indiquant un environnement marin agité. Nous avons ainsi déterminé, du bas vers le haut de la coupe, les paléoenvironnements suivants (Fig. 38):

L'intervalle comprenant les calcaires marneux (échantillons MK1 à MK6), les marnes (échantillons MK7–MK8) attribués au Bartonien, ainsi que la partie basale des marnes calcaires (échantillon MK9) attribuée au Priabonien, est caractérisé par une dominance des groupes indicateurs des environnements néritiques internes lagunaires avec des conditions d'eau relativement chaudes: le groupe *Homotryblum* est le plus dominant avec une abondance maximale de 86% dans l'échantillon MK7, suivi du groupe *Polysphaeridium* qui atteint un maximum d'abondance de 40% dans l'échantillon MK1. Le groupe *Spiniferites* est moins abondant avec des valeurs comprises entre 20 et 50% à la base de la coupe (échantillons MK1–MK6) et 5 et 20% dans les échantillons MK7 à MK9. Ces données indiquent un environnement néritique interne qui devient de plus en plus lagunaire vers le sommet de cet intervalle. Le rapport IN/ON varie en moyenne entre 0.4 et 0.6 dans les échantillons MK1 à MK6, mais augmente (jusqu'à 0.8) dans les échantillons MK7 à MK9, confirmant une baisse du niveau marin indiquée précédemment.

Juste au-dessus, dans les marnes calcaires d'âge priabonien, l'échantillon MK10 montre une chute de l'abondance (<10%) des groupes *Homotryblum* et *Polysphaeridium*, en même temps qu'une augmentation de l'abondance des groupes *Areoligera* (24%), *Apteodinium* (30%) et d'une présence non négligeable du groupe *Spiniferites* (24%). Le groupe *Apteodinium*, comme le groupe *Areoligera*, caractérise un environnement néritique interne marginal (Zevenboom 1995). Donc, l'échantillon MK10 représente un environnement marginal ouvert (côtier) et relativement agité.

Toute la partie supérieure d'âge priabonien de la coupe, comprenant les marnes calcaires (échantillons MK11–MK17, MK25–MK27), les grès (échantillons MK18–MK24), les calcaires marneux (échantillons MK28–MK30) et les marnes (échantillon MK 31), affiche un retour à un environnement lagunaire indiqué par la dominance du groupe *Homotryblum*. Le groupe *Polysphaeridium* qui lui aussi, en haute abondance, indique un environnement lagunaire affiche des pourcentages inversement proportionnels à ceux du groupe *Homotryblum*, pouvant atteindre jusqu'à 50–60% dans certains échantillons (MK17, MK24). Le groupe *Spiniferites* est toujours présent avec une abondance modeste (10 à 30%) à l'exception de l'échantillon MK20 dans les grès et MK31 dans des marnes du sommet de la coupe où ce groupe affiche des pics d'abondances d'environ 50% qui peuvent être ici interprétés comme étant liés à une forte influence marine qui peut être traduite par un rafraîchissement des eaux marines à l'aide des courant océaniques ou/et par un augmentation du niveau marin (Zonneveld et al. 2013; Freiling et al. 2018). Le rapport IN/ON montre des

fluctuations, mais reste généralement supérieur à 0.5, pouvant atteindre un maximum de 1 dans l'échantillon MK30, indiquant un niveau marin relativement intermédiaire à la base, avec une baisse optimale vers le sommet de la coupe.

En résumé, la coupe de M'Karcha a enregistré, durant le Bartonien et le Priabonien, un environnement marin, généralement néritique interne, probablement lagunaire avec des conditions des eaux chaudes à salinité élevée et fluctuante et à faible productivité, indiqué par la dominance du groupe *Homotryblum*. La haute abondance du groupe *Polysphaeridium* indique également le même environnement que le groupe *Homotryblum*, mais elle est ici ponctuelle et souvent inversement proportionnelle à celle du dernier groupe. Cela peut être expliqué surtout par le fait que le genre *Polysphaeridium* tolère probablement une température un peu plus élevée que celle tolérée par le genre *Homotryblum* (Chekar et al. 2018), donc c'est un environnement avec des conditions d'eau chaude, mais à température fluctuante. Les quelques pics d'abondances du groupe *Spiniferites* sont probablement liés à une forte influence marine qui peut être traduite par une ventilation plus importante des eaux à l'aide des courants océaniques riches en oxygène ou/et par une montée du niveau marin.

III. Paléoclimat

L'abondance de *Polysphaeridium* dans la coupe Tsoul (principalement *Polysphaeridium biformum*: 47%) dans l'échantillon TS1, peut indiquer des conditions marines chaudes qui peuvent être liées à l'événement de réchauffement de l'optimum climatique de l'Éocène moyen (MECO). Des preuves similaires de prolifération de *Polysphaeridium biformum*, enregistrées dans le Bartonien du Rif Externe occidental (Nord-Ouest du Maroc), ont été interprétées par Chekar et al. (2016, 2018) comme étant également liées à des conditions chaudes, mais plus chaudes que les conditions tolérées par *Homotryblum* spp. Le MECO est connu pour être associé à une augmentation des températures de la mer totale d'environ 4 à 6 ° C pendant un intervalle de ~ 400.000 ans (Bohaty et al., 2009; Dunkley Jones et al., 2013).

Chapitre III: Discussion

I. Biostratigraphie

Les échantillons étudiés ont été prélevés des sédiments attribués à l'intervalle Paléocène–Oligocène dans les cartes géologiques de Beni Frassene 1/50.000 (Vidal et al. 1979) et de Bab El Mrouj 1/50.000 (Leblanc, 1967–1971) (Figs. 21–23). Les datations palynologiques sont fondées sur les premières occurrences « FOs » et dernières occurrences « LOs » des taxons de kystes de dinoflagellés, reconnus dans la littérature comme étant de bon marqueurs biostratigraphiques. Ainsi, nous avons subdivisé les coupes étudiées (Tsoul, Ben Attaya et M'karcha) en unités biostratigraphiques, attribuées à l'intervalle Bartonien–Rupélien (Figs. 39–42):

1. Bartonien

La coupe de Tsoul (échantillons TS1 à TS11) et la partie basale de la coupe Ben Attaya (échantillons BAT1 à BAT9) et celle de la coupe M'karcha (MK1 à MK3) composées surtout des calcaires et des marnes, sont attribuées au Bartonien (Eocène moyen). Ces datations sont fondées sur les FOs de espèces de dinokystes *Operculodinium divergens*, *Lentinia serrata*, *Glaphyrocysta semitecta*, *Impagidinium dispertitum* et *Membranophoridium aspinatum* et la LO de *Castellodinium compactum*. Des événements de dinokystes similaires, ont été utilisés pour la détermination du Bartonien dans les coupes d'Ibn Batouta et de Tattofte, Unité de Tanger (Rif Externe occidentale, Nord-Ouest du Maroc) par Chekar et al. (2016, 2018). De plus, l'acmé de *Polysphaeridium biformum*, observé au sommet de la coupe de Tsoul, peut être considérée comme un biomarqueur d'importance régionale, puisqu'il a également été observé dans le Bartonien du Rif Externe occidental par Chekar et al. (2016, 2018).

2. Priabonien

L'intervalle des échantillons BAT10 à BAT13 de la coupe Ben Attaya et la partie supérieure de la coupe M'karcha (échantillons MK4 à MK31) sont attribués au Priabonien (Éocène supérieur) grâce aux FOs des espèces de dinokystes *Stoveracysta ornata*, *Deflandrea heterophlycta*, *Schematophora speciosa*, *Cooksonidium capricornum*, et *Stoveracysta* sp. 2 of Brinkhuis et Biffi (1993), ainsi qu'aux LOs de *Cooksonidium*

capricornum, *Schematophora speciosa* et *Melitasphaeridium pseudorecurvatum*. La transition Bartonien–Priabonien est indiquée par la FO de *Rhombodinium perforatum* dans la coupe de M'karcha et par la FO de *Stoveracysta ornata* dans la coupe de Ben Attaya.

3. Rupélien

La partie supérieure de la coupe Ben Attaya (échantillons BAT14 à BAT19) a été attribuée au Rupélien (Oligocène inférieur) en se basant sur des FOs de *Chiropteridium lobospinosum* et *Wetziella gochti*, et des LOs de *Achilleodinium biformoides*, *Charlesdownia coleothrypta* subsp. *coleothrypta*, *Enneadocysta pectiniformis*, *Glaphyrocyst semitecta*, *Hemiplacophora semilunifera*, *Lentinia serrata*, *Operculodinium divergens*, *Rhombodinium perforatum*, *Schematophora speciosa* et *Stoverocysta ornata*, et sur l'acmé de *Deflandrea phosphoritica*. La FO de *Wetziella gochti* est un excellent marqueur mondial de la limite Oligocène–Oligocène (Williams et al., 2004). Dans les régions méditerranéennes, la FO de cette espèce a été signalée dans le Rupélien inférieur en Italie (Brinkhuis et Biffi, 1993; Wilpshaar et al., 1996; Pross et al., 2010), en Tunisie (Torricelli et Biffi, 2001) et en Autriche (Soliman, 2012). De plus, cet événement a été étalonné par la magnétostratigraphie avec la partie inférieure du Chron C12r (33,1 Ma) de Pross et al. (2010) et Chron C13 (entre 33,6 et 33,2 Ma) par Eldrett et al. (2004), suggérant un âge Rupélien inférieur. L'événement de la FO de *Chiropteridium lobospinosum* est un autre bon marqueur du Rupélien inférieur, mais il est légèrement plus jeune que celui la FO de *Wetziella gochti*. (Powell, 1992; Wilpshaar et al., 1996; Torricelli et Biffi, 2001; Van Simaëys et al., 2005; Soliman, 2012). Pross et al. (2010) a étalonné la première occurrence de *Chiropteridium lobospinosum* avec le Chron C12r (33,1 Ma).

les FOs de *Glaphyrocyst semitecta* et de *Lentinia serrata* étaient considérées comme de bons marqueurs du Rupélien moyen (32,6 Ma) dans le bassin de la Mer du Nord (Van Simaëys et al., 2005) et en Italie (Brinkhuis et Biffi, 1993; Wilpshaar et al., 1996; Van Mourik et Brinkhuis, 2005; Pross et al., 2010). Cependant, en Tunisie, les LOs de *Glaphyrocyst semitecta* ont été enregistrées dans des sédiments du Priabonien. Les LOs de *Achilleodinium biformoides*, *Charlesdownia coleothrypta* subsp. *coleothrypta*, *Hemiplacophora semilunifera*, *Rhombodinium perforatum* et *Stoverocysta ornata* ont également été mentionnées dans la partie inférieure du Rupélien (Brinkhuis et Biffi, 1993; Vander Mourik et Brinkhuis, 2005; Brinkhuis, 1994). En plus de ces FOs et LOs, un autre

événement intervient ici pour confirmer notre datation, c'est l'acmé de *Deflandrea* spp. qui est reconnu dans le Rupélien dans plusieurs travaux réalisés en Italie par Pross (2010).

Les dinokystes *Mendicodinium brunneum*, *Apteodinium reticulatum*, *Cribroperidinium boreas*, *Cribroperidinium edwardsii*, *Manumiella seelandica*, *Alisogymnium euclaense*, *Dinogymnium* spp., *Microdinium setosum*, *Nelsoniella tuberculata*, *Odontochitina costata*, *Barbatacysta verrucosa*, *Chytroesphaeridia chytroides*, *Meiourogonyaux* cf. *acanthosphaera*, *Cribroperidinium diaphanum*, *Circulodinium distinctum*, *Fibradinium annetorpense* et *Riculacysta shauka* caractérisants un âge pré-éocène (Jurassique et Crétacé) sont présents en faibles fréquences relatives dans les trois coupes étudiées. Cette présence est due aux remaniements qui sont très probablement liés à une activité tectonique synsédimentaire au cours de l'intervalle Bartonien-Rupélien.

4. Comparaisons avec les datations antérieures

L'étude biostratigraphique des kystes de dinoflagellés dans les trois coupes (Ben Attaya, Tsoul, M'karcha) a permis des datations plus précises (jusqu'au niveau des étages) que celles données sur les cartes géologiques 1/50.000 de Bab El Mrouj (Leblanc, 1967–1971) et Beni Frassene (Vidal et al. 1979) (Figs. 20–23) et la différence d'âge, notée ici entre les enregistrements des dinokystes et la carte géologique, peut être due aux imperfections de la carte géologique et aussi aux données ponctuelles sur le terrain (échantillonnage non détaillé) lors de la cartographie.

L'intégralité de la coupe de Tsoul est attribuée ici au Bartonien en se basant sur les kystes de dinoflagellés (Figs. 39, 42), alors que sur la carte géologique Beni Frassene, cette coupe appartient à l'intervalle Paléocène supérieur–Eocène supérieur.

La coupe de Ben Attaya est subdivisée ici en trois étages (Bartonien, Priabonien, Rupélien) (Figs. 40, 42). Cet âge est plus précis que sur la carte géologique Bab El Mrouj où cette même coupe appartient à l'intervalle Eocène moyen–Oligocène. En revanche Djeya (2016) et Djeya et al. (2016) ont attribué le même intervalle que nous avons étudié à l'intervalle Bartonien–Priabonien.

La coupe de M'karcha est attribuée ici à l'intervalle Bartonien–Priabonien par les kystes de dinoflagellés (Figs. 41, 42), alors que sur la carte géologique Bab El Mrouj, cette coupe appartient à l'intervalle Paléocène–Eocène supérieur.

5. Corrélations biostratigraphiques

Les faciès d'âge bartonien, composés de marnes et calcaires marneux avec ou sans silex des parties inférieures des coupes de Ben Attaya (BAT1–BAT9), Tsoul (Ts1–Ts11) et M'karcha (Mk1–Mk3), sont corrélables entre eux grâce aux FOs de *Glaphyrocysta semitecta*, *Lentinia serrata*, *Operculodinium divergens*, *Impagidinium dispertitum*, *Membranophoridium aspinatum*, *Rhombodinium perforatum* et *Enneadocysta pectiniformis*, et à la LO de *Castellodinium compactum* (Fig. 42).

L'intervalle des échantillons BAT9 à BAT13 de la coupe Ben Attaya et la partie sommitale de la coupe de M'karcha (Mk8–Mk31) qui sont formés essentiellement de faciès gréseux et des marnes et marno-calcaires d'âge priabonien sont corrélables grâce aux FOs de *Deflandrea heterophlycta*, *Stoveracysta ornata*, *Cooksonidium capricornum*, *Stoveracysta* sp. 2 of Brinkhuis et Biffi (1993) et *Schematophora speciosa*, et LOs de *Schematophora speciosa* et *Melitasphaeridium pseudorecurvatum*. La partie sommitale de la coupe Ben Attaya (BAT14–BAT19) formée de marne et de marne gréseuse datée Rupélien grâce aux FOs de *Chiropteridium lobospinosum* et *Wetzelilla gochti* et LOs de *Achilleodinium biformoides*, *Charlesdowniea coleothrypta* subsp. *coleothrypta*, *Enneadocysta pectiniformis*, *Glaphyrocyst semitecta*, *Hemiplacophora semilunifera*, *Lentinia serrata*, *Operculodinium divergens*, *Rhombodinium perforatum*, *Schematophora speciosa* et *Stoveracysta ornata*, est unique et n'a pas d'équivalence dans les coupes de Tsoul et M'karcha.

Cependant, la corrélation entre la coupe Ben Attaya et la coupe M'karcha montre grâce à la FO de *Stoveracysta ornata* qu'il y'a une lacune entre le Bartonien (calcaires marneux) et le Priabonien (grès) dans la coupe de Ben Attaya, correspondant au moins à environ 25 m d'épaisseur d'une partie des calcaires marneux (échantillons MK4 MK6) et environ 25 m d'épaisseur des marnes (échantillons MK7 à MK8) dans la coupe de M'karcha. D'autre part, la corrélation à l'aide de la FO de *Schematophora speciosa* suggère que l'intervalle de sédimentation d'une épaisseur de 250 m, allant de la FO de *Stoveracysta ornata* dans les échantillons MK4 jusqu'à la FO de *Schematophora speciosa* dans l'échantillon MK24 de la coupe de M'karcha, est corrélable avec l'intervalle de sédimentation d'environ 50 m d'épaisseur (échantillons BAT 9 à BAT13) de la coupe Ben Attaya. Par conséquent, les grès d'environ 80 m d'épaisseur (échantillons MK18 à MK24) de la coupe de M'Karcha peuvent correspondre au grès d'environ 12 m d'épaisseur (échantillons BAT9 à BAT10) de la coupe de Ben Attaya, et les marno-calcaires (échantillons MK8 à MK17) d'environ 100 m d'épaisseur de la coupe M'karcha, manquent dans la coupe Ben Attaya. La

différence d'épaisseur entre les grès des deux coupes (Ben Attaya et M'karcha) peut être liée à des activités tectoniques synsédimentaires.

Les corrélations avec d'autres coupes marocaines montrent que l'assemblage de dinokyste de Bartonien enregistré au niveau des trois coupes étudiées est similaire à celui rencontré dans les coupes d'Ibn Batouta et de Tattofte dans le Rif Externe occidental (Nord-ouest du Maroc) respectivement par Chekar et al. (2016, 2018). La corrélation entre ces coupes peut se faire grâce aux FOs de *Impagidinium dispertitum*, *Lentinia serrata*, et *Membranophoridium aspinatum* et à la LO de *Castellodinium compactum*. Cependant, les corrélations entre les dépôts du Bartonien et du Priabonien inférieur dans d'autres régions méditerranéennes sont actuellement difficiles, car les assemblages de dinokystes de cet âge n'ont pas été suffisamment étudiés dans ces régions, alors qu'ils sont possibles avec ceux de plusieurs coupes de l'Europe du Nord. Ces corrélations, fondées principalement sur les FOs de *Impagidinium dispertitum*, *Glaphyrocysta semitecta* et *Rhombodinium perforatum*, sont possibles avec des dépôts de la France et de la Suisse (Jan du Chêne, 1977; Châteauneuf et Gruas-Cavagnetto, 1978; Châteauneuf, 1980) et en Allemagne, Angleterre et Belgique (Costa et Downie, 1976; Bujak, 1979; Bujak et al., 1980; Heilmann-Clausen, 1988; Powell, 1992; De Coninck, 1995).

En revanche, notre assemblage de dinokystes du Priabonien supérieur est très similaire à celui de coupes italiennes qui sont bien étalonnées biostratigraphiquement (Brinkhuis et Biffi, 1993; Brinkhuis, 1994; Van Mourik et Brinkhuis, 2005; Wilpshaar et al., 1996) et la corrélation entre toutes ces coupes est possible grâce aux FOs de *Stoverocysta ornata*, *Stoveracysta* sp. 2 of Brinkhuis et Biffi (1993), *Schematophora speciosa* et aux LOs de *Schematophora speciosa* et *Melitasphaeridium pseudorecurvatum*.

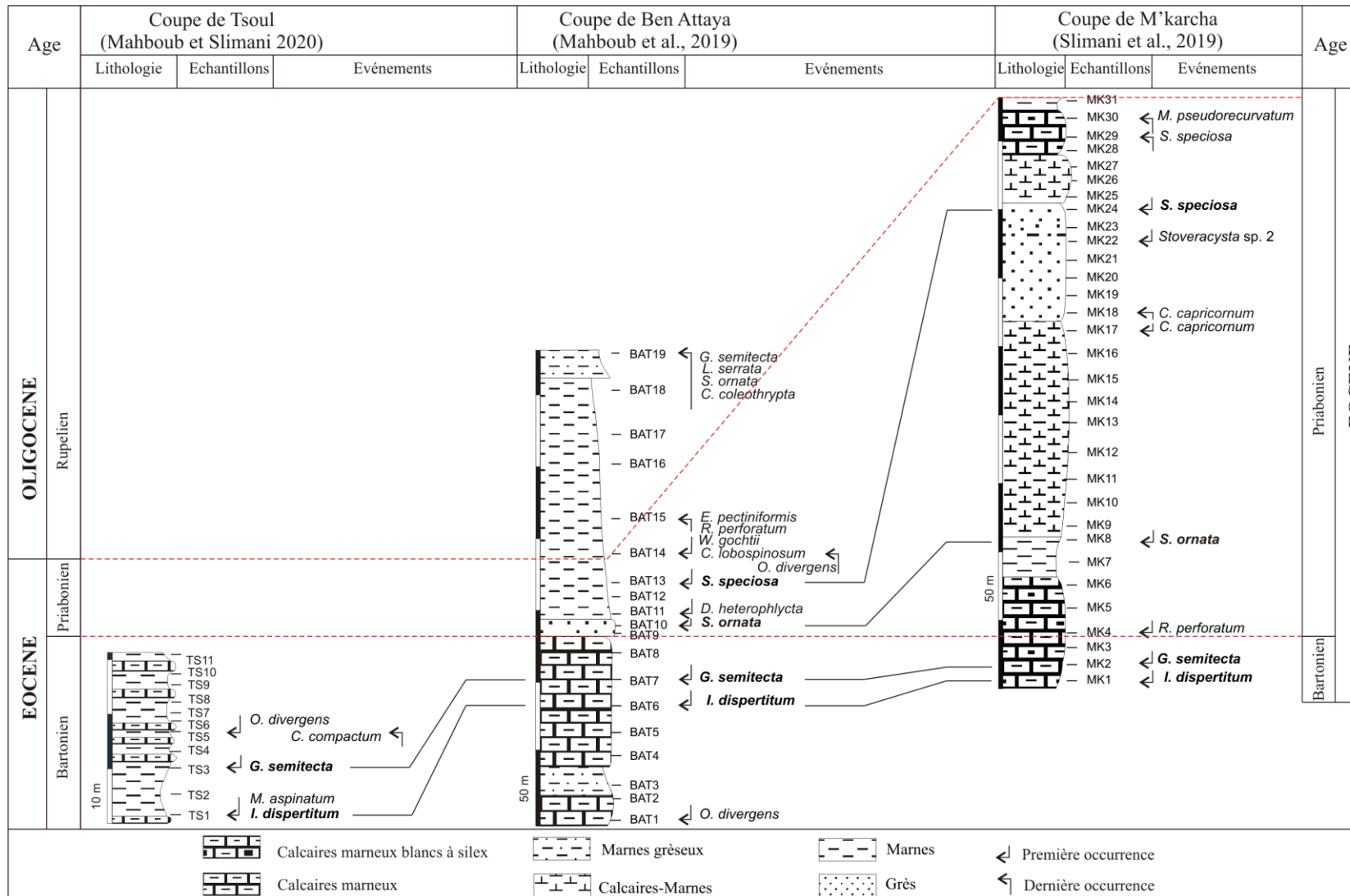


Figure 42: Corrélations biostratigraphiques entre les coupes Tsoul (Mahboub et Slimani 2020), Ben Attaya (Mahboub et al., 2019) et M'karcha (Slimani et al., 2019); les événements de dinokystes en gras sont utilisés pour faire les corrélations biostratigraphiques.

II. Paléoenvironnement

Les taxons de kystes de dinoflagellés utilisés pour construire le paléoenvironnement dans les coupes étudiées de l'Unité de Tsoul incluent ceux du genre cosmopolites *Spiniférites* et du genre *Oligosphaeridium* et ceux du genre thermophile *Homotryblum*. Une comparaison des paléoenvironnements entre les coupes Tsoul, M'karcha et Ben Attaya est possible en se basant essentiellement sur les réponses paléoécologiques des dinocystes (Figs. 36–38). Les coupes Ben Attaya et M'karcha sont situées respectivement à environ 1 km et 11 km à l'est de la coupe Tsoul. Au cours du Bartonien et du Priabonien, la coupe M'Karcha a été déposée dans un environnement marin néritique interne (généralement lagunaire), indiqué par une dominance de *Homotryblum* spp. (principalement *H. floripes* et *H. tenuispinosum*) et *Polysphaeridium* spp. (principalement *P. biformum* et *P. subtile*). La coupe Ben Attaya a été déposée dans un environnement marin néritique interne côtier ouvert avec seulement 50 m d'épaisseur (partie supérieure du Bartonien) qui enregistre des conditions lagunaires indiquées par de fortes abondances de *Homotryblum* spp. Le Priabonien est marin néritique interne côtier et agité avec une influence fluviale indiquée par l'augmentation du groupe *Operculodinium* et l'absence du groupe *Spiniferites* et l'augmentation des phytoclastes bruns. Le Rupélien est caractérisé par un environnement marin néritique intermédiaire et ouvert, indiqué par une abondance des taxons de mer ouverte (*Spiniferites*, *Oligosphaeridium*) avec une profondeur modérée et des conditions calmes mais sous un régime transgressif. La différence dans le paléoenvironnement entre les coupes de Ben Attaya et M'karcha pendant le Priabonien peut être liée à la présence du hiatus dans la coupe de Ben Attaya (voir aussi corrélations biostratigraphiques dans ce chapitre), qui correspond à un intervalle de sédiments de ~100 m d'épaisseur, caractérisé par une dominance de *Homotryblum* spp. et *Polysphaeridium* spp. dans la coupe M'karcha. Le paléoenvironnement du Bartonien dans la coupe Tsoul est assez similaire à celui de la coupe Ben Attaya. Les parties inférieure et supérieure de la coupe de Tsoul se sont déposées dans un environnement marin ouvert néritique intermédiaire à externe, tandis que celles de la partie centrale et du sommet de la coupe ont été déposées dans un environnement lagunaire. De plus, le paléoenvironnement dans les trois coupes est caractérisé une faible productivité indiquées par de faibles abondances relatives des péridinoïdes hétérotrophes (*Deflandrea* spp., *Lejeunecysta* spp., *Cerodinium* spp., *Wetzeliiellids*).

Des comparaisons avec d'autres coupes au Maroc montrent que les taxons *Homotryblum* et *Polysphaeridium* dominent les assemblages de dinocystes de l'Éocène

moyen dans les coupes de Ibn Batouta et Tattofte du le Rif Externe occidental (Chekar et al., 2016, 2018), indiquant une présence importante de milieux lagunaires pendant l'Eocène moyen.

Ailleurs, la dominance de *Homotryblum* spp. est généralement interprétée comme étant associée à des environnements lagunaires avec des conditions d'eau chaude (Köthe, 1990; Brinkhuis, 1994; Powell et al., 1996; Van Mourik et al., 2001; Pross et Schmiedl, 2002). Cependant, il a également été signalé que *Homotryblum* spp. peut être dominant dans les environnements marins plus distaux (Dybckjær, 2004; Torricelli et al., 2006; Mohamed et Egger, 2019). Ces interprétations contradictoires des préférences environnementales de *Homotryblum* ne sont pas possibles à vérifier dans les sédiments modernes, car ce genre s'est éteint au Miocène supérieur (Hardenbol et al., 1998), sans aucun représentant actuel. En revanche, le genre *Polysphaeridium* a été considéré comme indicateur d'environnements marins (lagunaires) restreints (Brinkhuis, 1994; Powell et al., 1996; Van Mourik et al., 2001), ces préférences environnementales ont été confirmées par le dinokyste actuel *Polysphaeridium* (*P. zoharyi*) (Wall et al., 1977). Dans les coupes étudiées de l'Unité de Tsoul, *Polysphaeridium* spp. et *Homotryblum* spp. sont associés et dominant généralement l'assemblage de dinocystes, suggérant donc un environnement marin néritique interne (généralement lagunaire). En outre, l'environnement marin néritique interne est soutenu par le fait que le groupe océanique *Impagidinium* est généralement très rare ou absent dans ces coupes.

III. Paléoclimat

Les taxons de dinokystes thermophiles *Homotryblum* et *Polysphaeridium* prolifèrent dans des conditions d'eau chaude stratifiées avec une salinité fluctuante, typique des régions subtropicales à tropicales. Il est donc évident que leur abondance dans l'Unité de Tsoul pourrait être un indicateur important des environnements lagunaires, mais peut aussi être due à sa localisation dans une région téthysienne qui est le Maroc (moyennes latitudes de l'Hémisphère Nord). De plus, les abondances les plus élevées de ces taxons (principalement *Polysphaeridium bififormum*) restreintes à quelques échantillons peuvent indiquer des conditions marines encore plus chaudes. Des preuves similaires de prolifération de *Polysphaeridium bififormum* ont été signalées dans le Bartonien du Rif Externe occidental (Nord-ouest du Maroc) par Chekar et al. (2016, 2018). En l'absence de preuves géochimiques à l'appui, ces derniers auteurs ont supposé, avec une réserve, que l'acmé de

Polysphaeridium biformum pourrait être lié au MECO. Le MECO est associé à une augmentation totale d'environ 4 à 6 ° C des températures de la mer pendant un intervalle de ~400,000 ans (Bohaty et al., 2009; Dunkley Jones et al., 2013). Une relation de l'acmé de *Polysphaeridium zoharyi* avec le MECO a été confirmée par Cramwinckel et al. (2019) en se basant sur des analyses sédimentologiques et géochimiques. Dans les coupes étudiées ici, l'abondance relative de *Polysphaeridium biformum* n'est pas suffisamment importante pour suggérer sa relation avec MECO, en particulier en l'absence d'analyses géochimiques à l'appui.

Chapitre IV: Systématique

Dans ce chapitre, la systématique des kystes de dinoflagellés est donnée d'abord par ordre alphabétique des genres, puis des espèces. Pour éviter un texte trop long, une description récapitulée est donnée uniquement pour les genres en se référant à plusieurs références, entre autres: Eaton (1976), Stover et Evitt (1978), Bujak et al. (1980), Stover et Williams (1987), Powell (1992), Brinkhuis (1994); Stover et al. (1996), Williams et al. (1993, 2004), Slimani (1994, 1995), Fauconnier et al. (2004), Fensome et al. (2009), Williams et al. (2015). La synonymie et la nomenclature des espèces de dinokystes, ainsi que les références de leurs auteurs suivent la base de donnée Dinoflaj 3 (Williams et al., 2017), et la terminologie suit Williams et al. (2000). La répartition stratigraphique des espèces est donnée en suivant plusieurs références, surtout les références citées ci-dessus. La classification des kystes de dinoflagellés selon Fensome et al., 1993, est donnée dans le tableau 5. La liste de tous les taxons de Kystes de dinoflagellés cités dans ce travail est donnée à la fin de ce chapitre de systématique.

Tableau 5: Classification d'après Fensome et al. (1993), des dinoflagellés trouvés dans les coupes de Tsoul, Ben Attaya et M'karcha (Unité de Tsoul)

Sub-division	Classe	Sous classe	Ordre	Sous ordre	Famille	Sous famille	Genre
Dinokaryota	Dinophyceae	Peridiniphyceidae	Gonyaulacales	Gonyaulacineae	Gonyaulacaceae	Cribroperidiniidae	<i>Achilleodinium</i> , <i>Apteodinium</i> , <i>Cordosphaeridium</i> , <i>Cribroperidinium</i> , <i>Danea</i> , <i>Diphyes</i> , <i>Disphaerogena</i> , <i>Florentinia</i> , <i>Hystriocholpoma</i> , <i>Ifecysta</i> , <i>Kallosphaeridium</i> , <i>Kenleyia</i> , <i>Lingulodinium</i> , <i>Muratodinium</i> , <i>Operculodinium</i> , <i>Samlandia</i> , <i>Stoveracysta</i> , <i>Thalassiphora</i> ,
						Gonyaulacoidae	<i>Achomosphaera</i> , <i>Ataxiodinium</i> , <i>Bitectatodinium</i> , <i>Corrudinium</i> , <i>Emmetrocysta</i> , <i>Hystriochosphaeropsis</i> , <i>Impagidinium</i> , <i>Nematosphaeropsis</i> , <i>Pentadinium</i> , <i>Pterodinium</i> , <i>Spiniferites</i> , <i>Tectatodinium</i> , <i>Ynezidinium</i>
						Leptodiniidae	<i>Cooksonidium</i> , <i>Lophocysta</i> , <i>Meiourongonyaulax</i> , <i>Oligosphaeridium</i> , <i>Spiniferella</i> ,
						Incertaine	<i>Amphorosphaeridium</i> , <i>Barbatocysta</i> , <i>Chytroeisphaeridia</i> , <i>Cometodinium</i> , <i>Gelatia</i> , <i>Hemiplacophora</i> ,

							<i>Melitasphaeridium, Pyxidinopsis, Sentusidinium, Trichodinium,</i>
					Areoligeraceae	Incertaine	<i>Fibrocysta,</i>
							<i>Areoligera, Adnatosphaeridium, Canningia, Chiropteridium, Circulodinium, Glaphyrocysta, Membranophoridium, Riculacysta, Schematophora,</i>
				Cladopyxiineae	Cladopyxiaceae		<i>Enneadocysta, Fibradinium, Microdinium,</i>
				Goniodomineae	Goniodomaceae	Pyrodinioidae	<i>Alisocysta, Dinopterygium, Homotryblum, Hystrichosphaeridium, Minisphaeridium, Polysphaeridium,</i>
				Ceratiineae	Ceratiaceae		<i>Odontochitina,</i>
				Incertain	Incertaine		<i>Batiacasphaera, Cerebrocysta, Cleistosphaeridium, Dapsilidinium, Distatodinium, Duosphaeridium, Elytrocysta, Heslertonia, Mendicodinium, Phanerodinium,</i>
		Peridiniales	Peridiniineae	Peridiniaceae	Deflandreoidae		<i>Alterbidinium, Cerodinium, Deflandrea, Isabelidinium, Lentinia, Manumiella, Nelsoniella, Palaeocystodinium, Senegalinium, Spinidinium, Vozzhennikovia,</i>
						Palaeoperidinioideae	<i>Palaeohystrichophora, Phthanoperidinium, Subtilisphaera,</i>
						Wetzeliielloideae	<i>Apectodinium, Castellodinium, Charlesdownia, Rhombodinium, Stenodinium, Talladinium, Wetzeliiella,</i>
					Protoperidiniaceae	Protoperidinioideae	<i>Lejeunecysta, Phelodinium, Selenopemphix</i>
	Noctiluciphyceae	Gymnodiniphyidae	Ptychodiscals		Ptychodiscaceae	Dinogymnioideae	<i>Alisogymnium, Dinogymnium,</i>
		Noctilucales			Leptodiscaceae		<i>Petalodinium</i>

Genre *ACHILLEODINIUM* Eaton, 1976

Desription :

Kyste gonyaulacoide, acavate, chorate avec un corps central sphéroïdal à ellipsoïdal. Processus tabulaires, creux, ouverts ou fermés, cylindriques, de taille et de forme variables en fonction de la série de plaques. Les processus précingulaires sont larges et les processus

cingulaires et sulcales sont élancés. Archéopyle precingulaire P, formé par le détachement de la plaque précingulaire 3".

Espèce type: *Achilleodinium biformoides* Eisenack, 1954.

Achilleodinium biformoides (Eisenack, 1954) Eaton, 1976

(Pl. 3, Fig.3)

Holotype: Eisenack, 1954, p. 68, pl. 11, figs. 16–20.

Synonymie:

1954 *Hystrichosphaeridium biformoides* (Eisenack, 1954), p. 68, pl. 11, figs. 16–20.

1965 *Baltisphaeridium biformoides* (Eisenack, 1954) Downie et Sarjeant, p. 87.

1965 *Hystrichokolpoma biformoides* (Eisenack, 1954) Rozen, p. 308.

1976 *Achilleodinium biformoides* (Eisenack, 1954) Eaton, p. 234.

1980 *Florentinia biformoides* (Eisenack, 1954) Duxbury, p. 121.

2009 *Achilleodinium biformoides* (Eisenack, 1954) Fensome et al., p. 11.

Dimensions:

Diamètre du corps central: 40–64 µm

Longueur des processus: 18–20µm

Longueur des processus minces: 16–18µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Age: Yprésien–Rupélien.

Occurrence: Tsoul: TS1–TS10; Ben Attaya: BAT13–BAT14; M'karcha: MK1–MK31.

Genre *ACHOMOSPHERA* Evitt, 1963

Description:

Kystes gonyaulacoïde, acavate, proximochorate à chorate. Tabulatin indiquée par des processus suturaux (gonaux et intergonaux), généralement solide, bifurqués à trifurqués distalement. Archéopyle precingulaire de type P, formé par la libération de la plaque précingulaire 3".

Espèce type: *Achomosphaera ramulifera* (Deflandre, 1937) Evitt, 1963.

Achomosphaera alcicornu (Eisenack, 1954) Davey et Williams, 1966a

Holotype: Eisenack, 1954, pl. 10, fig.2.

Synonymie:

1954 *Hystrichosphaeridium alcicornu* Eisenack, p. 65, pl. 10, figs 1–2; text–fig.5.

1959 *Galea lychnea* (Eisenack, 1954) Maier, p. 310, pl. 30, fig.6.

1959 *Hystrichosphaeridium leptodermum* (Eisenack, 1954) Maier, p. 321–322, pl. 33, figs 5–6.

1964a *Baltisphaeridium lychneum* (Eisenack, 1954) Sarjeant, p. 176.

1966a *Achomosphaera alcicornu* (Eisenack, 1954) Davey et Williams, p. 50.

p. p. p. **Dimensions:**

Diamètre: 50– 61µm

Longueur des processus: 22–28µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS3–TS10; Ben Attaya: BAT1–BAT15.

Age: Thanetien–Oligocene.

Achomosphaera crassipellis (Deflandre et Cookson, 1955) Stover et Evitt, 1978

(Pl. 1; Fig.19)

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 6, figs. 2–3.

Synonymie:

1955 *Hystrichosphaera crassipellis* sp. nov. – Deflandre et Cookson, p. 265, pl. 6, figs. 2–3; text–fig.20.

1970 *Spiniferites crassipellis* (Deflandre et Cookson, 1955) Sarjeant, p. 76.

1978 *Achomosphaera crassipellis* (Deflandre et Cookson, 1955) comb. nov. – Stover et Evitt,
p. 138.

Dimension:

Diamètre du corps central: 51–65µm

Longueur des processus: 15–17µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: M’karcha: MK15–MK28.

Age: Albien supérieur–Pliocène.

Achomosphaera minor He Chengquan 1991

Holotype: He Chengquan, 1991, pl. 23, fig.6; text–fig.31.

Synonymie:

1991 *Achomosphaera minor* He Chengquan, p. 148, pl. 23, fig.6.

Dimensions:

Diamètre: 35–41 µm

Longueur des processus: 11–14 µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS10.

Age: Paléocène.

Achomosphaera ramulifera (Deflandre, 1937b) Evitt, 1963

Holotype: Deflandre, 1937b, pl. 14, fig.5.p. p.

Synonymie:

1937 *Hystrichosphaeridium ramuliferum* Deflandre, pl. 14, fig.5.

1974 *Spiniferites ramuliferus* (Deflandre, 1937b) Reid, p. 608.

1983 *Hystrichosphaeridium rehdense* (Deflandre, 1937b) Sarjeant, pl. 1, fig.1.

1991 *Achomosphaera ramulifera* (Deflandre, 1937b) Fensome et al., fig.1 p. 721; fig.1 p. 725.

Dimensions:

Diamètre du corps central: 41–53 µm

Longueur des processus: 28–30 µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Ben Ataya: BAT11–BAT19; M'karcha: MK23.

Age: Crétacé supérieur – Oligocène.

Genre *ADNATOSPHERIDIUM* Williams et Downie, 1966

emend. Stancliffe et Sarjeant, 1990

Description:

Kyste chorate avec un corps central subsphérique. La paroi est formée d'un autophragme ou d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés. La tabulation de type gonyaulacoïde (4', 6", 6c, 5–6"', 1 p, 1"', Xs) est reflétée par des complexes de processus annulaires, pénitabulaires ou intratabulaires. Les processus en complexes sont généralement fins, élancés, branchus, parfois évasés, et unis distalement par de fines trabécules qui lient également les complexes entre eux. L'archéopyle est apical, de type (tA).

Adnatosphaeridium vittatum Williams et Downie, 1966c

(Pl. 7, Fig.8)

Holotype: Williams et Downie, 1966c, pl. 24, fig.7.

Synonymie:

1966 *Adnatosphaeridium multispinosum* sp. nov. – Williams et Downie, p. 216–217, pl. 24, fig.7; text–fig.57.

2009 *Adnatosphaeridium vittatum* (Williams et Downie 1966c) Fensome et al., p. 13.

Dimensions:

Diamètre du corps central: 50–63µm

Longueur des processus: 25–28µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: M’karcha: MK1–MK30; Tsoul: TS1–TS11.

Age: Yprésien–Bartonien.

Genre ALISOCYSTA Stover et Evitt, 1978**Description:**

Kyste proximochorate, subsphérique avec une tabulation gonyaulacoïde, indiqué par des crêtes ou des septa pénitabulaires. L’archeopyle est apical de type tA.

Espèce type: *Alisocysta circumtabulata* (Drugg, 1967) Stover et Evitt, 1978.

Alisocysta margarita (Harland, 1979a) Fensome et al. Sous-press

Holotype: Harland, 1979a, pl. 1, figs. 5–6; pl. 2, figs. 5–6

Synonymie:

1979a *Eisenackia margarita* Harland, p. 29, 31, 33, pl. 1, figs. 1–12; pl. 2, figs. 1–10

2003 *Eisenackia margarita* (Harland, 1979a) Quattrocchio et Sarjeant.

Sous-press *Alisocysta margarita* Fensome et al.

Dimension:

Largeur: 30–45µm

Longueur: 20–29µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: M’karcha: MK12–MK29

Age: Paléocène–Rupélien

Genre ALISOGYMNIMUM Lentin et Vozzhennikova, 1990**Description:**

Dinoflagellé dinogymnioïdes avec un épisode conique et un hyposome en forme de bol. Épisode généralement avec des crêtes longitudinales bien développées; hyposome dépourvu

ou ne portant que des crêtes longitudinales peu développées. Une petite ouverture apicale peut être présente, généralement avec un couvercle attaché.

Espèce type: *Alisogymnium sphaerocephalum* (Vozzhennikova, 1967) Lentin et Vozzhennikova, 1990.

Alisogymnium euclaense (Cookson et Eisenack, 1970a)

Lentin et Vozzhennikova, 1990

Holotype: Cookson et Eisenack, 1970, pl. 10, fig.12; Lentin et Vozzhennikova, 1990, Appendix A, fig.35.

Synonymie:

1970 *Dinogymnium euclaense* sp. nov. – Cookson et Eisenack, pl. 10, fig.12.

1989 *Dinogymnium euclaense* (Cookson et Eisenack, 1970a) Lentin et Williams, p. 112.

1990 *Alisogymnium euclaense* (Cookson et Eisenack, 1970a) comb. nov. – Lentin et Vozzhennikova, p. 28.

Dimension:

Longueur: 36–40 µm

Largeur: 23–31µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Ben ATtaya: BAT8.

Age: Paléocène–Miocène.

Genre *ALTERBIDINIUM* Lentin et Williams, 1985

Description:

Kyste déflandroïdes, proximate, péridinioïdes, généralement allongés et asymétrique avec deux cornes antapicales, la gauche étant plus large. La surface est généralement non tabulée, lisse ou à faiblement ornementé, parfois avec un cingulum. Le périarcheopyle intercalaire ou combinaison précingulaire-intercalaire; implique toujours une plaque 2a d'isosténodeltaforme et peut également concerner la plaque 4". L'archéopyle est de type I(a), I(2a) ou I (2a 4").

Espèce type: *Alterbidinium acutulum* (Wilson, 1967b) Lentin et Williams, 1985.

Alterbidinium bicellulum (Islam, 1983b) Lentin et Williams, 1985

Holotype: Islam, 1983b, pl. 1, fig.6.

Synonymie:

1983 *Alterbia bicellula* Islam, p. 335–336, pl. 1, figs. 6–7.

1985 *Alterbidinium bicellulum* (Islam, 1983b) Lentin et Williams, p. 14.

Dimension:

Diamètre du corps central: 38–44µm

Longueur de la corne apicale: 4–7µm

Longueur des cornes antapicales: 5–8µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS3–TS10; Ben Attaya: BAT2–BAT19; M'karcha: MK1–MK29.

Age: Yprésien–Bartonien.

Alterbidinium circulum (Heilmann-Clausen, 1985) Lentin et Williams, 1989

Holotype: Heilmann-Clausen, 1985, pl. 1, figs. 1–2.

Synonymie:

1985 *Alterbia circula* sp. nov. – Heilmann-Clausen, p. 16–17, pl. 1, figs. 1–8; text-fig.5.

1989 *Alterbidinium circulum* (Heilmann-Clausen, 1985) comb. nov. – Lentin et Williams, p. 13.

Dimension:

Diamètre: 37–40µm

Longueur de la corne apicale: 4–7µm

Longueur des cornes antapicales: 4–6µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Ben Attaya: BAT 19.

Age: Maastrichtien moyen–Paléocène supérieur.

Alterbidinium distinctum (Wilson 1976a) Lentin et Williams 1976

Holotype: Wilson, 1967a, fig.9.

Synonymie:

1967 *Deflandrea distincta* Wilson, p. 63–64, figs. 9–10.

1967 *Alterbia distincta* (Wilson 1976) Wilson, p. 63–64, figs. 9–10.

1976 *Alterbidinium distinctum* (Wilson 1976) Lentin et Williams, p. 14.

Dimension:

Longueur: 34–40µm

Largeur: 47–50µm

Longueur de la corne apicale et antapicales: 5–8µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS1–TS8.

Age: Paléocène–Oligocène.

Alterbidinium earnleyense (Islam 1983b) Lentin et Williams 1985

(Pl. 9, Fig.17)

Holotype: Islam, 1983b, pl. 1, fig.10.

Synonymie:

1983b *Alterbia earnleyensis* Islam, pl. 1, fig.10.

1985 *Alterbidinium earnleyense* (Islam 1983b) Lentin et Williams, p. 14.

Dimension:

Diamètre: 34–40µm

Longueur de la corne apicale: 8–11µm

Longueur des cornes antapicales: 5–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS1

Age: Yprésien–Bartonien

Genre *AMPHOROSPHAERIDIUM* Davey, 1969

Description:

Kyste skolochorate, acavate à corps central subsphérique et des processus creux et fibreux, non tabulaires, ou intratabulaires. Le processus apical et antapical sont distincts. la tabulation est clairement exprimée par un archéopyle précingulaire de type P (3").

Espèce type: *Amphorosphaeridium fenestratum* Davey, 1969.

Amphorosphaeridium multispinosum (Davey et Williams, 1966b) Sarjeant, 1981

Holotype: Davey et Williams, 1966, pl. 3, fig.6; Bujak *et al.*, 1980, pl.7, figs. 1.

Synonymie:

1966b *Cordosphaeridium multispinosum* sp. nov. – Davey et Williams, p. 89–90, pl.3, fig.6.

1981 *Amphorosphaeridium multispinosum* (Davey et Williams, 1966) comb. nov. – Sarjeant, p. 123.

Dimension:

Diamètre du corps central: 73–86µm

Longueur des processus: 14–17µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; Ben Attaya: BAT1–BAT19; M’karcha: MK1–MK18.

Age: Maastrichtien–Rupélien.

Genre *APECTODINIUM* (Costa et Downie, 1976) Lentin et Williams, 1977b

Description:

Kyste généralement subpentagonale, cornucavate avec une corne apicale, deux cornes latérales et deux cornes antapicales. Il porte des processus non tabulaires, simple ou bifurqués et acuminés. L’archéopyle est intercalaire de type I (a).

Espèce type: *Apectodinium homomorphum* (Deflandre et Cookson, 1955) Lentin et Williams, 1977b.

Apectodinium homomorphum (Deflandre et Cookson, 1955) Lentin et Williams, 1977b

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl.5, fig.7; text-fig.19; Eisenack et Klement, 1964, p. 829; Fensome et al., 1995, figs. 1–2 . p. 1553.

Synonymie:

1955 *Wetzelrella homomorpha* sp. nov. – Deflandre et Cookson, p. 254, pl.5, fig.7.

1974 *Hystriosphæridium caiobense* (Deflandre et Cookson, 1955) Regali et al., p. 290, pl. 24, fig.4.

1977 *Apectodinium homomorphum* (Deflandre et Cookson, 1955) comb. nov. – Lentin et Williams, p. 8.

1983 *Apectodinium folliculum* (Deflandre et Cookson, 1955) Islam, p. 336–337, pl. 1, figs. 8–9.

1993 *Apectodinium homomorphum* (Deflandre et Cookson, 1955) Williams et al., p. 57.

Dimension:

Diamètre du corps central: 67–70µm

Longueur des processus: 13–15µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS6–TS11; M’karcha: MK6–MK31

Age: Paléocène–Oligocène

Genre *APTEODINIUM* Eisenack, 1958a

Description:

Kystes gonyaulacoïde (cribroperidinioïde), acavate proximale avec corps central sphéroïdal à ovoïdal, généralement surmontés d'une corne apicale. Surface non tabulée ou très faiblement et partiellement tabulée. Archéopyle précingulaire de type P (3").

Espèce type: *Apteodinium granulatum* Eisenack, 1958a.

Apteodinium australiense (Deflandre et Cookson, 1955) Williams, 1978

(Pl.9, Fig.18)

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 5, fig.1.

Synonymie:

1955 *Gymnodinium australiense* Appendix B Deflandre et Cookson, p. 248, pl. 5, fig.1

1965 *Emslandia australiensis* (Deflandre et Cookson, 1955) Nagy, p. 202.

p. p. 1987 *Apteodinium australiense* (Deflandre et Cookson, 1955) Williams, 1978 - Lucas-Clark, p. 174.

Dimension:

Largeur: 64–75µm

Longueur: 58–61µm

Longueur de la corne apicale: 7–11µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS3–TS11; M'karcha: MK1–MK30

Age: Maastrichtien–Miocène

Apteodinium cf. reticulatum Singh, 1971.

Holotype: Singh, 1971, pl. 47, figs. 1–2

Synonymie:

1971 *Apteodinium reticulatum* Singh, p. 312, pl. 47, figs. 1–4

Dimension:

Largeur: 63µm

Longueur: 51µm

Longueur de la corne apicale: 11µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS8.

Age: Aptien–Maastrichtien.

Genre AREOLIGERA Lejeune–Carpentier, 1938

Description:

Kyste proximochorate avec un corps central de forme lenticulaire, plus ou moins bilobé à l'antapex. La paroi est formée d'un autophragme ou d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés. Les processus intratabulaires, pénitabulaires, sont arrangés en complexes annulaires ou en fer à cheval sur la face dorsale et en complexes linéaires ou en fer à cheval sur la face ventrale. Le complexe antapical est annulaire. Le paracingulum est exprimé par des complexes linéaires réduits. La tabulation est de type gonyaulacoïde (4', 6'', 2–4c, 5–6''', 1p, 1''', Xs), indiquée par les sutures principales de l'archéopyle et par la répartition des complexes de processus. L'archéopyle est apical, de type (tA).

Espèce type: *Areoligera senonensis* Lejeune–Carpentier, 1938.

Areoligera coronata (Wetzel, 1933b, Deflandre, 1937b) Lejeune-Carpentier, 1938a

Holotype: Wetzel, 1933b, pl. 4, fig.17; Lejeune-Carpentier, 1938a, fig.6.

Synonymie:

1933 *Hystrichosphaera penicillata* forma *coronata* sp. nov. – Wetzel, pl.4, fig.17.

1937 *Hystrichosphaeridium penicillatum* forma *coronatum* (Wetzel, 1933) Deflandre, p. 75.

1938 *Areoligera coronata* (Wetzel, 1933) comb. nov. – Lejeune-Carpentier, p. B170.

Dimension:

Diamètre du corps central: 60–68µm

Longueur des processus: 21–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: M'karcha: MK1–MK26.

Age: Santonien–Miocène.

Areoligera medusettiformis Wetzel 1933b

Holotype: Wetzel, 1933b, pl. 4, fig.19; Lejeune-Carpentier, 1938a, fig.7.

Synonymie:

1933b *Hystrichosphaera penicillata* forma *meduselliformis* sp. nov.– Wetzel p. 41, pl.4, fig.19.

1938 *Areoligera meduselliformis* (Wetzel, 1933b) comb. nov.– Lejeune-Carpentier p. 169.

Dimension:

Diamètre du corps central: 65–70µm

Longueur des processus: 25–30µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Age: Trias–Pléistocène

Occurrence: Tsoul: TS1–TS4

Areoligera senonensis Lejeune-Carpentier 1938a

(Pl.7, Fig.7)

Holotype: Lejeune–Carpentier, 1938a, text–fig.2; Streel et al., 1977, pl. 1, fig.2; Lejeune-Carpentier et Sarjeant, 1981, pl. 3, figs. 5–6.

Synonymie:

1938 *Areoligera senonensis* sp. nov. – Lejeune-Carpentier, p. 164–166, text–fig.1–3.

Dimensions:

Diamètre du corps central: 65µm

Longueur des processus: 16–25µm

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT19; Tsoul: TS1–TS11; M'karcha: MK1–MK31.

Age: Sénonien – Pléistocène.

Areoligera sentosa Eaton, 1976

Holotype: Eaton, 1976, pl. 4, figs. 1–2; Bujak et al., 1980, pl. 9, figs. 4–5.

Synonymie:

1976 *Areoligera sentosa* Eaton, pl. 4, figs. 1–2.

Dimension:

Diamètre du corps central: 50–63µm

Longueur des processus: 20–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Ben Attaya: BAT15–BAT19.

Age: Oxfordien–Rupélien.

Areoligera tauloma Eaton, 1976

Holotype: Eaton, 1976, pl. 4, figs. 3,5; Bujak et al., 1980, pl.9, figs. 1–2; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 4, figs. 7–8.

Synonymie:

1976 *Areoligera tauloma* Eaton, pl.4, figs. 3,5.

Dimension:

Diamètre du corps central: 59–64µm

Longueur des processus: 24–27µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Ben Attaya: BAT14.

Age: Paléocène–Rupélien.

Genre *ATAXIODINIUM* Reid, 1974

Description:

Kyste cavate avec une capsule interne subcirculaire et un périphragme qui se sépare de cette capsule par des creux en forme d'entonnoirs. L'archéopyle est précingulaire.

Espèce type: *Ataxiodinium choane* Reid, 1974

Ataxiodinium choane Reid, 1974 (Edwards et Andrle 1992)

Holotype: Reid, 1974, pl.1, figs. 1–2.; et Fensome et al., 1993a, figs. 1–2. p. 1053.

Synonymie:

1974 *Ataxiodinium choane* Reid, p. 588–589, pl. 1, figs. 1–2.

1977 *Planinosphaeridium choane* (Reid, 1974) Wall et al., p. 149.

1992 *Ataxiodinium choane* (Reid, 1974) Edwards et Andrle, p. 265.

Dimension:

Diamètre total du kyste: 55–65µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11.

Age: Maastrichtien–Holocène.

Genre *BARBATACYSTA* Courtinat, 1989

Description:

Kystes à corps subsphérique avec des projections qui sont réparties sur l'autophragme de manière uniforme. La tabulation est généralement indiquée seulement par l'archéopyle et parfois également par un paracingulum, l'archéopyle est apical de type tA.

Espèce type: *Barbatacysta creberbarbata* (Erkmen et Sarjeant,) Courtinat, 1989.

Barbatacysta verrucosa (Sarjeant, 1968) Courtinat, 1989

Holotype: Sarjeant, 1968, pl. 1, fig.17; pl. 2, figs. 3,6; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 11, figs. 2–3.

Synonymie:

1968 *Tenua verrucosa* Sarjeant, pl. 1, fig.17; pl. 2, figs. 3, 6.

1978 *Sentusidinium verrucosum* (Sarjeant, 1968) Sarjeant et Stover, p. 50.

1980 *Batiacasphaera verrucosa* (Sarjeant, 1968) Dörhöfer et Davies, p. 41.

1989 *Barbatacysta verrucosa* (Sarjeant, 1968) Courtinat, p. 187.

Dimension:

Diamètre du corps central: 37–38µm

Longueur des processus: 1–3µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: M'karcha: MK20.

Age: Jurassique moyen– Crétacé supérieur.

Genre BATICASPHAERA Drugg, 1970b**Description:**

Kyste acavate, subsphérique avec l'autophragme lisse à finement ornementé. La tabulation est généralement indiquée seulement par un archéopyle apical de type tA.

Espèce type: *Batiacasphaera compta* Drugg, 1970b

Batiacasphaera compta Drugg, 1970b

(Pl.6, Fig.8, 9)

Holotype: Drugg, 1970b, figs. 6A–B

Synonymie:

1970b *Batiacasphaera compta* Drugg, figs. 6A–B.

Dimension:

Diamètre du corps central: 28–32µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS1–TS3; Ben Attaya: BAT14; M'karcha: MK30.

Age: Crétacé–Priabonien.

Genre BITECTATODINIUM Wilson, 1973**Description:**

Kyste dinoflagellé sphérique ou ovoïde sans projections de surface évidentes. L'archéopyle formé par la perte de deux plaques précingulaires adjacentes. La paroi de kyste est composée de deux membranes avec une membrane interne mince et dense et une membrane externe

spongieuse. Le cingulum est absent ou indistinct. La tabulation est indiquée seulement par l'archéopyle précingulaire.

Espèce type: *Bitectatodinium tepikiense* Wilson, 1973.

***Bitectatodinium* sp. A.** de Mahboub et al., 2019

Remarque:

Bitectatodinium sp. A. est un kyste sphérique à paroi lisse et dépourvue de processus. Archéopyle précingulaire de type 2p formé par la perte de deux plaques précingulaires.

Dimension:

Diamètre du corps central: 90µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS11; Ben Attaya: BAT9.

Genre *CANNINGIA* Cookson et Eisenack, 1960b

Description:

Kyste proximate à proximochorate avec un corps central de forme lenticulaire, souvent prolongé par une protrusion apicale et une ou deux protrusions antapicales, souvent inégales. La paroi est formée d'un autophragme. L'ornementation sous forme d'épines pleines, pointues, rarement fourchues distalement, de longueur variable, est généralement plus développée sur les marges du kyste et absente ou réduite sur les aires centrales de la surface dorasale et la surface ventrale. La tabulation de type gonyaulacoïde est indiquée par les parasutures accessoires de l'archéopyle. L'archéopyle est apical de type (tA).

Espèce type: *Canningia reticulata* Cookson et Eisenack, 1960b.

***Canningia* s p. cf. *Canningia reticulata*,** Cookson et Eisenack, 1960b

Holotype: Cookson et Eisenack, 1960b, pl. 38, fig.1; Helby., 1987, fig.27J.

Synonymie:

1960b *Canningia reticulata* Cookson et Eisenack, p. 251, pl. 38, figs. 1–2.

Dimension:

Longueur: 80µm

Largeur: 70µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK8.

Age : Jurassique-Paléocène.

Canningia* sp. cf. *Glaphyrocysta vicina (Eaton 1976) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Eaton, 1976, pl. 8, fig.4; text–fig.13.

Synonymie:

1976 *Cyclonephelium vicinum* Eaton, p. 260–261, pl. 8, figs. 4–5; text–fig.13.

1978 *Glaphyrocysta vicina* (Eaton 1976) Stover et Evitt p. 50.

Dimension:

Longueur: 45–50µm

Largeur: 68–70µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: M’karcha: MK11.

Age: Maastrichtien–Miocène.

Genre *CASTELLODINIUM* (Michoux, 1988) Williams et al., 2015

Description:

Kyste circumcavate avec des cornes qui sont moyennement bien développées. Le contour dorso-ventral de l’endokyste est arrondi quadrangulaire. Le périphragme est fin, avec des processus sutural à pénitabulaire relativement courts émoussés ou capités et libres distalement. L’endophragme est fin, avec une ornementation granulaire. La tabulation est entièrement délimitée par les processus. Le cingulum est exprimé de manière variable par un ou deux rangées de processus suturaux. L’archéopyle est intercalaire de type I(a).

Espèce type: *Castellodinium compactum* (Michoux, 1988) Williams et al., 2015.

Castellodinium compactum (Michoux, 1988) Williams et al., 2015

(Pl.9, Fig.19)

Holotype: Michoux, 1988, pl. 9, figs. 1–3; text–figs. 13A–B.

Synonymie:

1988 *Wilsonidium compactum* Michoux, p. 38–39, pl. 9, figs. 1–9; pl. 10, figs. 1–9; text–figs. 13A–B,14.

2015 *Castellodinium compactum* (Michoux, 1988) Williams et al., p. 301.

Dimension:

Longueur: 98–102µm

Largeur: 95–100µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS3–TS5; M’karcha: MK6–MK31.

Age: Maastrichtien–Bartonien.

Genre *CEREBROCYSTA* Bujak et al., 1980

Description:

Kyste acavate sphérique et ne comprend des projections qu’au niveau du bas des crêtes. Les crêtes suggèrent parfois un arrangement tabulaire. L’archéopyle est précingulaire.

Espèce type: *Cerebrocysta bartonensis* Bujak in Bujak et al., 1980.

Cerebrocysta bartonensis Bujak in Bujak et al., 1980

(Pl. 1, Fig.1–2)

Holotype: Bujak et al., 1980, pl. 13, figs. 4–5p.

Synonymie:

1980 *Cerebrocysta bartonensis* Bujak et al., p. 42, pl. 13, figs. 4–11.

Dimension:

Longueur: 35–40µm

Largeur: 27–32µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT10; M’karcha: MK13–MK31.

Age: Crétacé–Néogène.

Cerebrocysta waipawaensis (Wilson, 1988) Fensome et al., 2009

(Pl.2; Fig.1, 2)

Espèce type: *Pyxidinopsis waipawaensis* Wilson, 1988.

Holotype: Wilson, 1988, pl. 17, fig.5a–b; Fensome et al., 1996, figs. 2–3 — p. 2441.

Synonymie:

1988 *Pyxidinopsis waipawaensis* Wilson, pl. 17, fig.5a–b.

2009 *Cerebrocysta waipawaensis* (Wilson, 1988) Fensome et al., p. 18.

Dimension:

Longueur: 58–62µm

Largeur: 65–70µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Ben Attaya: BAT11.

Age: Salandien–Bartonien.

Genre *CERODINIUM* Vozzhennikova, 1963

Description:

Kyste péridinioïde circumcavate à cornucavate avec une corne apicale et deux cornes antapicales. L'endokyste est sphérique à faiblement péridinioïde. Le périphragme est lisse, chagriné, granulé, denticulé, rugueux, verruqueux ou strié. Les ornements sont généralement alignés longitudinalement. L'endophragme est lisse à granulé. L'archéopyle est intercalaire de type I(a). Le racingulum est planaire ou légèrement hélicoïdal et généralement indiqué par des crêtes ou des denticules. Le parasulcus est indiqué par une interruption du cingulum.

Espèce type: *Cerodinium sibiricum* Vozzhennikova, 1963.

Cerodinium depressum (Morgenroth, 1966a) Lentin et Williams, 1987

(Pl.10, Fig.7)

Holotype: Morgenroth, 1966a, pl. 1, fig.2.

Synonymie:

1966a *Deflandrea depressa* Morgenroth, p. 8, pl. 1, fig.2.

1977 *Ceratiopsis depressa* (Morgenroth, 1966a) Lentin et Williams, p. 20.

1987 *Cerodinium depressum* (Morgenroth, 1966a) Lentin et Williams, p. 114.

Dimension:

Largeur: 42–53µm

Longueur: 50–58µm

Longueur de la corne apicale: 19–22µm

Longueur des cornes antapicales: 23–25µm

Nombre de spécimens mesurés: 7

Occurrence: Ben Attaya: BAT19; Mkarcha: MK9–MK15

Age: Maastrichtien–Miocène

Cerodinium glabrum (Gocht, 1969) Fensome et al., 2009

Holotype: Gocht, 1969, text–fig.3.

Synonymie:

1969 *Deflandrea speciosa* forma *glabra* Gocht, p. 10, text-fig.3.

1973 *Deflandrea speciosa* subsp. *glabra* (Gocht, 1969) Lentin et Williams, p. 45.

1977b *Ceratiopsis speciosa* subsp. *glabra* (Gocht, 1969) Lentin et Williams, p. 21.

1987 *Cerodinium speciosum* subsp. *glabrum* (Gocht, 1969) Lentin et Williams, p. 115.

2009 *Cerodinium glabrum* (Gocht, 1969) Fensome et al., p. 19.

Dimension:

Longueur: 90–91µm

Largeur: 78–80µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: M’karcha: MK28–MK29

Age: Paléocène–Eocène

Cerodinium speciosum (Alberti 1959b) Lentin et Williams 1987.

(Pl.9, Fig.8)

Holotype: Alberti, 1959b, pl. 9, fig.13.

Synonymie:

1959b *Deflandrea speciosa* Alberti, p. 97, pl. 9, figs. 12–13.

1977b *Ceratiopsis speciosa* (Alberti 1959b) Lentin et Williams, p. 21.

1987 *Cerodinium speciosum* (Alberti 1959b) Lentin et Williams, p. 115.

Dimension:

Longueur: 90–93µm

Largeur: 70–75µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TTS4–TS11; Ben Attaya: BAT19; M’karcha: MK16.

Age: Paléocène–Paléocène .

Genre *CHARLESDOWNIEA* Lentin et Vozzhennikova, 1989

Description:

Le Kyste est circumcavate à cornucavate avec un contour dorso-ventral rhomboïdal et des cornes moyennement bien développées. Le contour dorso-ventral de l'endokyste est arrondi. Le périphragme est fin avec processus pénitabulaire ou des groupes de processus intratabulaires. Les processus sont reliés distalement par un ectophragme. L'endophragme est fin, lisse à granulaire. La tabulation est p. artiellement à complètement délimitée par des

processus. L'archéopyle est intercalaire de type I(a). Le cingulum et le sulcus sont exprimés par des membranes supportées par des processus, ou pas du tout délimités.

Espèce type: *Charlesdowniea coleothrypta* (Williams et Downie, 1966b) Lentin et Vozzhennikova, 1989.

Charlesdowniea coleothrypta (Williams et Downie, 1966b) Lentin et Vozzhennikova, 1989
(Pl.10, Fig.4, 5)

Holotype: Williams et Downie, 1966b, pl. 18, fig.8; text-fig.47; Bujak et al., 1980, pl. 12, figs. 7–8.

Synonymie:

1966b *Wetzelilla coleothrypta* Williams et Downie, p. 185–186, pl. 18, fig.8; text-fig.47.

1976 *Kisselevia coleothrypta* (Williams et Downie, 1966b) Lentin et Williams, p. 136.

1989 *Charlesdowniea coleothrypta* (Williams et Downie 1966b) Lentin et Vozzhennikova, p. 225.

Dimension:

Longueur: 111–120µm

Largeur: 106–108µm

Nombre de spécimens mesurés: 9

Occurrence: Tsoul: TS3–TS10; M'karcha: MK1–MK31.

Age: Maastrichtien–Rupélien.

Charlesdowniea coleothrypta* subsp. *coleothrypta (Williams et Downie, 1966b) Lentin et Vozzhennikova, 1989

Holotype: Williams et Downie, 1966b, pl. 18, fig.8; text-fig.47.

Synonymie:

1966b *Wetzelilla coleothrypta* Williams et Downie, p. 185–186, pl. 18, fig.8; text-fig.47.

1976 *Kisselevia coleothrypta* subsp. *coleothrypta* (Williams et Downie, 1966b) Lentin et Williams p. 136.

1989 *Charlesdowniea coleothrypta* subsp. *coleothrypta* (Williams et Downie, 1966b) Lentin et Vozzhennikova, p. 225.

Dimension:

Longueur: 118–120µm

Largeur: 108–110µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT19.

Age: Maastrichtien–Rupélien.

Genre *CHIROPTERIDIUM* Gocht, 1960

Description:

Kyste proximochorate avec un corps central de forme lenticulaire. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme accolés entre les processus. Le périphragme forme des processus membraneux qui sont répartis sur les marges latérales des faces dorsale et ventrale. Les processus des aires apicales et antapicales peuvent être plus développés que les autres. Ceux de la surface dorsale centrale sont fins, alignés, isolés ou joints. Ceux de la surface centrale ventrale sont absents ou de taille réduite. La tabulation est indiquée par les marges de l'archéopyle et l'alignement occasionnel des processus pénitabulaires à parasuturaires. L'archéopyle est de type apical (tA).

Espèce type: *Chiropteridium lobospinosum* Gocht, 1960.

Chiropteridium cf. conispinum Williams, 1978.

Synonymie:

1978 *Chiropteridium conispinum* Williams, p. 794, 797, pl. 2, figs. 1–6.

Dimension:

Diamètre du corps central: 72µm

Longueur des processus: 16µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS10

Age: Oligocène

Chiropteridium galea (Maier, 1959) Sarjeant, 1983

(Pl.7, Fig.13, 14)

Holotype: Maier, 1959, pl. 29, fig.4; Eisenack et Kjellström, 1975b, p. 88a; Fensome et al., 1995, fig.1- p. 1495.

Synonymie:

1959 *Galea galea* Maier, p. 306, pl. 29, fig.4; text–fig.2.

1963 *Membranophoridium multispinatum* (Maier, 1959) Brosius, p. 48 p. 1969 *Areoligera galea* (Maier, 1959) Davey et al., p. 15.

1969 *Membranophoridium multispinatum* (Maier, 1959) Gocht, p. 63.

1983 *Galea galea* (Maier, 1959) Sarjeant, p. 110

1983 *Chiropteridium galea* (Maier, 1959) Sarjeant, p. 108

Dimension:

Diamètre du corps central: 77–78µm

Longueur des processus: 13–16µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT2.

Age: Tertiaire–Pliocène.

***Chiropteridium lobospinosum* Gocht, 1960**

Holotype: Gocht, 1960, pl. 17, fig.1; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 13, figs. 3–4.

Synonymie:

1956 *Hystrichosphaeridium lobospinosum* Weiler, p. 138, pl. 12, figs. 1–3; text-fig.8.

1960 *Chiropteridium lobospinosum* Gocht, p. 222–223, 226–227, pl. 17, figs. 1–16; text-figs. 1–15.

1963 *Baltisphaeridium lobospinosum* Appendix A (Gocht, 1960) Downie et Sarjeant, p. 91.

Synonyme taxonomique junior: *Chiropteridium brevifolium* Pross, 1997

Dimension:

Diamètre du corps central: 70µm

Longueur des processus: 12µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Ben Attaya: BAT14–BAT19.

Age: Rupélien–Pléistocène.

Genre *CHYTROEISPHAERIDIA* (Sarjeant, 1962a) Downie et Sarjeant, 1965

Description:

Kystes de forme sphérique à ovoïde et se compose d'une paroi lisse, hyaline simple (autophragm). Une protubérance apicale creuse peut être présente. Les structures latérales et antapicales sont absentes. L'archéopyle est précingulaire de type P(3''). La tabulation est indiquée seulement par l'archéopyle.

Espèce type: *Chytroeisphaeridia chytroeides* (Sarjeant, 1962a) Downie et Sarjeant, 1965.

***Chytroeisphaeridia chytroeides* (Sarjeant, 1962a) Downie et Sarjeant, 1965**

Holotype: Sarjeant, 1962a, pl. 70, fig.13.

Synonymie:

1962 *Leiosphaeridia* subgenus *Chytroeisphaeridia* Appendix A Sarjeant, p. 492.

1965 *Chytroeisphaeridia chytroides* (Sarjeant, 1962a) Downie et Sarjeant, p. 103.

Dimension:

Longueur: 65–66µm

Largeur: 50–53µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Ben Attaya: BAT19; M’karcha: MK11–MK12

Age: Jurassique–Néogène

Genre *CIRCULODINIUM* Alberti, 1961**Description:**

Kyste proximate à proximochorate avec un corps central de forme lenticulaire, souvent prolongé par une proéminence apicale et une ou deux proéminences antapicales qui sont souvent inégales. La paroi consiste en un autophragme. L'ornementation sous forme d'épines pleines, pointues, rarement fourchues distalement et de longueur variable, est généralement plus développée sur les marges du kyste et absente ou réduite sur les dorsale centrale ventrale centrale. La tabulation de type gonyaulacoïde est indiquée par les parasutures principales de l'archéopyle et accessoires développées entre les plaques précingulaires. L'archéopyle est apical, de type (tA).

Espèce type: *Circulodinium hirtellum* Alberti, 1961.

Circulodinium distinctum (Deflandre et Cookson, 1955) Jansonius, 1986

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 2, fig.14.

Synonymie:

1955 *Cyclonephelium distinctum* Deflandre et Cookson, p. 285–286, pl. 2, fig.14; text-figs. 47–48.

1986 *Circulodinium distinctum* (Deflandre et Cookson, 1955) Jansonius, p. 204.

Dimension:

Diamètre du corps central: 83–90µm

Longueur des processus: 8–12µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS2; M’karcha: MK1–MK29.

Age: Jurassique–Miocène.

Genre CLEISTOSPHAERIDIUM Davey et al., 1966

Description:

Kyste chorate avec un corps central de forme subsphérique légèrement comprimé dorso-ventralement. La paroi est formée d'un autophragme ou d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés. Les processus pleins à extrémités distales variées souvent dissymétriques en marteau (dolabrate), sont pénitabulaires à non tabulaires et reliés ou non en complexes par une crête basale. La tabulation de type gonyaulacoïde (4', 6", xc. 6"', 1"', 1p, xs) est indiquée par les sutures principales de l'archéopyle et la répartition des processus. Le cingulum peut être souligné par des processus. Le parasulcus ne l'est pas; l'encoche sulcale est légèrement décalée sur la gauche du corps central. L'archéopyle est apical de type (tA). **Espèce type:** *Cleistosphaeridium diversispinosum* Davey et al., 1966.

Cleistosphaeridium ancyreum (Cookson et Eisenack, 1965a) Eaton et al., 2001.

Holotype: Cookson et Eisenack, 1965a, pl. 14, fig.1; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 76, figs. 1–3.

Synonymie:

1965a *Systematophora ancyrea* Cookson et Eisenack, p. 126, pl. 14, figs. 1–3.

1992 *Systematophora placacantha* var. *ancyrea* (Cookson et Eisenack, 1965a) Strauss et Lund, p. 173.

2001 *Cleistosphaeridium ancyreum* (Cookson et Eisenack, 1965a) Eaton et al., p. 191.

Dimension:

Diamètre du corps central: 34–48µm

Longueur des processus: 13–18µm

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11.

Age: Yprésien–Miocène.

Cleistosphaeridium diversispinosum Eaton et al., 2001

(Pl.6, Fig.18)

Holotype: Davey et al., 1966, pl. 10, fig.7; Bujak et al., 1980, pl. 7, figs. 7–8; Islam, 1993, pl. 1, figs. 1–10, text-figs. 1A–B; Eaton et al., 2001, figs. 1A–B, 2A–B; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 77, fig.9.

Synonymie:

1996 *Cleistosphaeridium diversispinosum* Davey et al., p. 167, pl. 10, fig.7.

1993 *Systematophora diversispinosa* (Davey et al., 1996) Islam, p. 88.

2001 *Cleistosphaeridium diversispinosum* (Davey et al., 1996) Eaton et al., , p. 177.

Dimension:

Diamètre du corps central: 46–51µm

Longueur des processus: 14–18µm

Occurrence: Tsoul: TS1–TS3; Ben Attaya: BAT1–BAT19.

Age: Crétacé–Miocène.

Cleistosphaeridium placacanthum (Deflandre et Cookson, 1955) Eaton et al., 2001
(Pl.6, Fig.19)

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 9, figs. 1–2; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 76, figs. 14–16.

Synonymie:

1955 *Hystrichosphaeridium placacanthum* Deflandre et Cookson, p. 276–277, pl. 9, figs. 1–3.

1965 *Baltisphaeridium placacanthum* Appendix A (Deflandre et Cookson, 1955) Downie et Sarjeant, p. 94.

1966a *Impletosphaeridium placacanthum* (Deflandre et Cookson, 1955) Morgenroth, p. 35.

1969 *Systematophora placacantha* (Deflandre et Cookson, 1955) Davey et al., p. 17.

2001 *Cleistosphaeridium placacanthum* (Deflandre et Cookson, 1955) Eaton et al., p. 190.

Dimension:

Diamètre du corps central: 34–40µm

Longueur des processus: 18–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: M’karcha: MK2–MK29.

Age: Bartonien–Miocène.

Cleistosphaeridium polypetellum (Islam 1983c) Stover et Williams 1995.

Holotype: Islam, 1983c, pl. 2, fig.1.

Synonymie:

1983c *Areosphaeridium polypetellum* Islam, p. 82, 84, pl. 2, figs. 1–6.

1995 *Cleistosphaeridium polypetellum* (Islam, 1983c) Stover et Williams, p. 102.

Dimension:

Diamètre du corps central: 50–55µm

Longueur des processus: 11–14µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Tsoul: TS3–TS10.

Age: Yprésien–Bartonien.

Cleistosphaeridium regulatum Zhou Heyi, 1985

(Pl. 1, Fig.5)

Holotype: Zhou Heyi, 1985, pl. 1, fig.16.

Synonymie:

1985 *Cleistosphaeridium regulatum* Zhou Heyi, p. 7, pl. 1, figs. 16–17, 19–21.

1998 *Impletosphaeridium regulatum* (Zhou Heyi, 1985) Williams et al., p. 335.

2004 *Sepispinula regulatum* (Zhou Heyi, 1985) Fauconnier et Masure, p. 499.

2009 *Cleistosphaeridium regulatum* (Zhou Heyi, 1985) He Chengquan et al., p. 290.

Dimension:

Diamètre du corps central: 30–35µm

Longueur des processus: 10–13µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: M'karcha: MK22.

Age: Oligocène–Oligocène.

Genre *COMETODINIUM* Deflandre et Courteville, 1939

Description:

Kyste chorate, dont le corps central est de forme subsphérique et d'ambitus. Le corps central supporte de nombreux processus fins comme des cheveux, parfois regroupés en touffes. Les processus sont apparemment non tabulaires, fibreux, cylindriques, pleins ou creux, fermés distalement, de même longueur et même forme égale. La base des processus est simple ou divisée. L'extrémité distale est émoussée. La tabulation est probablement de type gonyaulacoïde. L'archéopyle est apical de type (tA).

Espèce type: *Cometodinium obscurum* Deflandre et Courteville, 1939

Cometodinium obscurum Deflandre et Courteville, 1939

Holotype: Deflandre et Courteville, 1939, pl. 2, fig.1,

Synonymie:

1939 *Cometodinium obscurum* Deflandre et Courteville, p. 99, pl. 2, fig.1.

Dimension:

Diamètre du corps central: 43µm

Longueur des processus: 16µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Ben Attaya: BAT6.

Age: Crétacé inférieur–Crétacé supérieur.

Genre *COOKSONIDIUM* Stover et Williams, 1995

Description:

Kyste chorate avec un corps central de forme subsphérique. La paroi est formée d'un autophragme qui développe des processus intratabulaires isolés et organisés en complexes intratabulaires ou pénitabulaires. Les processus sont pleins, lisses à fibreux, à extrémités distales arquées, plus rarement incurvées (licrates), libres ou reliés par des trabécules pour les processus en complexes. La base du complexe antapical est en forme de coeur et les processus sont reliés par une trabécule distale. La tabulation de type gonyaulacoïde sexiforme est reflétée par la disposition des processus: 4', 6", Oc, 5"', 0–1 p, 1"', 0–1 as. La plaque 1" est plus petite que la plaque 6". Le cingulum est typiquement dépourvu de processus. Le parasulcus est marqué par une encoche sulcale et peut porter un processus antérieur (as). L'archéopyle est apical, de type (tA).

Cooksonidium capricornum (Cookson et Eisenack, 1965a) Stover et Williams, 1995

(Pl.6, Fig.20–22)

Holotype: Cookson et Eisenack, 1965a, pl. 15, fig.7; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 7, figs. 7–10.

Synonymie:

1965a *Cordosphaeridium capricornum* Cookson et Eisenack, p. 128–129, pl. 15, figs. 1–9.

1669a *Systematophora capricorna* (Cookson et Eisenack, 1965a) Eisenack, p. 113.

1978 *Areosphaeridium capricornum* (Cookson et Eisenack, 1965a) Stover et Evitt, p. 20.

1995 *Cooksonidium capricornum* (Cookson et Eisenack, 1965a) Cookson et Eisenack, p. 107.

Dimension:

Diamètre du corps central: 40–47µm

Longueur des processus: 20–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS4; M'karcha: MK17–MK31.

Age: Priabonien–Oligocène.

Genre *CORDOSPHAERIDIUM* Eisenack, 1963b

Description:

Kystes chorate, acavate avec un corps central sphéroïdal. Les processus sont disposés un par plaque, creux, ouverts ou fermés, plus ou moins cylindriques et généralement de longueur uniforme mais communément de largeur variable. La surface de la paroi est fibreuse, notamment celle des processus. L'archéopyle est precingulaire de type P(3'').

Espèce type: *Cordosphaeridium inodes* (Klumpp, 1953) Eisenack, 1963b.

Cordosphaeridium cracenospinosum Davey et Williams, 1966b

Holotype: Davey et Williams, 1966b, pl. 3, fig.3; Bujak et al., 1980, pl. 7, fig.9.

Synonymie:

1966b *Cordosphaeridium cracenospinosum* Davey et Williams, p. 87, pl. 3, fig.3.

1981 *Achomosphaera cracenospinosa* (Davey et Williams, 1966b) Sarjeant, p. 123.

1985 *Cordosphaeridium cracenospinosum* (Davey et Williams, 1966b) Lentin et Williams, p. 70.

Dimension:

Diamètre du corps central: 48–51µm

Longueur des processus: 6–7µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Mkarcha: MK26–MK31

Age: Yprésien–Aquitaniien.

Cordosphaeridium delimurum Fensome et al., 2009

Holotype: Fensome et al., 2009, pl. 2, figs. l.p.

Synonymie:

2009 *Cordosphaeridium delimurum* Fensome et al., p. 23, pl. 2, figs. l–q.

Dimension:

Diamètre: 71–80µm

Longueur des processus: 25–30µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11.

Age: Yprésien–Lutétien.

Cordosphaeridium exilimurum Davey et Williams, 1966b

Holotype: Davey et Williams, 1966b, pl. 11, fig.2; Bujak et al., 1980, pl. 7, figs. 4–5.

Synonymie:

1699b *Cordosphaeridium exilimurum* Davey et Williams, pl. 11, fig.2.

1981 *Hystrosphaerina exilimura* (Davey et Williams, 1966b) Sarjeant, p. 122.

1986a *Tityrosphaeridium exilimurum* (Davey et Williams, 1966b) Jain et Garg, p. 120.

2009 *Cordosphaeridium exilimurum* (Davey et Williams, 1966b) Fensome et al., p. 23.

Dimension:

Diamètre du corps central: 49–55µm

Longueur des processus: 10–13µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Ben Attaya: BAT2–BAT14.

Age: Cénomaniens–Miocène.

Cordosphaeridium fibrospinosum Davey et Williams, 1966b

Holotype: Davey et Williams, 1966b, pl. 5, fig.5; Bujak et al., 1980, pl. 7, figs. 3,6.

Synonymie:

1966b *Cordosphaeridium fibrospinosum* Davey et Williams, p. 86, pl. 5, fig.5.

1981 *Emmetrocyta fibrospinosus* (Davey et Williams, 1966b) Sarjeant, p. 123.

1986a *Tityrosphaeridium fibrospinosum* (Davey et Williams, 1966b) Jain et Garg, p. 121.

1989 *Cordosphaeridium fibrospinosum* (Davey et Williams, 1966b) Lentin et Williams, p. 74.

Dimension:

Diamètre du corps central: 47–54µm

Longueur des processus: 16–22µm

Nombre de spécimens mesurés: 9

Occurrence: Tsoul: TS4–TS7; Ben Attaya: BAT1–BAT19; M'karcha: MK6–MK31.

Age: Albien–Pléistocène.

Cordosphaeridium gracile (Eisenack, 1954b) Davey et Williams, 1966b

Holotype: Eisenack, 1954b, pl. 10, fig.5.

Synonymie:

1945b *Hystrichosphaeridium inodes* subsp. *gracile* Eisenack, p. 66–67, pl. 8, fig.17; pl. 10, figs. 3–8; pl. 12, figs. 7,21.

1963 *Cordosphaeridium inodes* subsp. *gracile* Eisenack, p. 261.

1966 *Cordosphaeridium gracile* (Eisenack, 1954b) Davey et Williams, p. 84–85.

1981 *Tityrosphaeridium gracile* (Eisenack, 1954b) Sarjeant, p. 121.

1985 *Cordosphaeridium gracile* (Eisenack, 1954b) Lentin et Williams, p. 71.

Dimension:

Diamètre du corps central: 75–80µm

Longueur des processus: 36–45µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT15; M'karcha: MK2–MK31.

Age: Oxfordien–Pléistocène.

***Cordosphaeridium inodes* (Klumpp, 1953) Eisenack, 1963b**

Holotype: Klumpp, 1953, pl. 18, figs. 1–2.

Synonymie:

1953 *Hystrichosphaeridium inodes* Klumpp, p. 391, pl. 18, figs. 1–2.

1963 *Cordosphaeridium inodes* (Klumpp, 1953) Eisenack, p. 261.

Dimension:

Diamètre du corps central: 56–63µm

Longueur des processus: 37–40µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Ben Attaya: BAT2–BAT19.

Age: Jurassique–Néogène.

Genre *CORRUDINIUM* Stover et Evitt, 1978

Description:

Kyste de forme ovoïde à sphérique. La tabulation est gonyaulacoïde: 3', 6", 6–7c, 6"', 1 p. p. , 1'''. L'archéopyle est précingulaire formé par la perte de la plaque 3". Le sulcus contient plusieurs petites plaquettes. Le cingulum est hélicoïdal et se compose de six à sept plaques cingulaires. Les sutures sont sous forme de minces rides. L'ornementation est constituée de crêtes aléatoires qui sont souvent de petites tubercules de petite taille.

Espèce type: *Corrudinium incompositum* (Drugg, 1970b) Stover et Evitt, 1978.

Corrudinium incompositum (Drugg, 1970b) Stover et Evitt, 1978

(Pl.1; Fig.10, 11)

Holotype: Drugg, 1970b, figs. 1I–J; Eisenack et Kjellström, 1975a, p. 306d; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 17, figs. 1–2; Fensome et al., 1995, figs. 1–2, p. 1561.

Synonymie:

1970b *Gonyaulacysta incomposita* Drugg, p. 810–811, figs. 1E–O, 2A.

1973 *Leptodinium incompositum* (Drugg, 1970b) Lentin et Williams, p. 87.

1978 *Corrudinium incompositum* (Drugg, 1970b) Stover et Evitt, p. 149.

Dimension:

Longueur: 30 µm

Largeur: 37µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Ben Attaya: BAT1.

Age: Maastrichtien–Mioène.

Corrudinium regolare Clowes et Wilson, 2006

(Pl.2; Fig.11, 12)

Holotype: Clowes et Wilson, 2006, figs. 3G–I.

Synonymie:

2006 *Corrudinium regolare* Clowes et Wilson p. 402, figs. 3G–L, 4A–C.

Dimension:

Diamètre du corps central: 100–105µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT19; M'karcha: MK2–MK27

Age: Lutétien–Rupélien

Genre *CRIBROPERIDINIUM* Neale et Sarjeant, 1962

Description:

Kyste proximate, ovoïdal à subsphéroïdal. L'autophragme est épais ornementé de granules réparties très irrégulièrement à la surface du kyste, en position intratabulaire. La tabulation, typique du genre, est marquée par des septes bas formés par un alignement serré de granules qui tendent à fusionner. La corne apicale est courte. L'archéopyle est précingulaire.

Espèce type: *Cribroperidinium sepimentum* Neale et Sarjeant, 1962.

Cribroperidinium boreas (Davey, 1974) Helenes, 1984

Holotype: Davey, 1974, pl. 4, figs. 1–4; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 21, figs. 1–4

Synonymie:

1974 *Gonyaulacysta boreas* Davey, p. 52–53, pl. 4, figs. 1–4; pl. 7, fig.5.

1978 *Millioudodinium boreas* (Davey, 1974) Stover et Evitt, p. 174.

1984 *Cribroperidinium boreas* (Davey, 1974) Helenes, p. 121.

Dimension:

Largeur: 66–73µm

Longueur: 63–70µm

Longueur de la corne apicale: 12–14µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Remarque: les septes de cette espèce sont fenestrés.

Occurrence: Tsoul: TS4.

Age: Berriasien–Aptien.

Cribroperidinium cooksoniae Norvick, 1976

Holotype: Norvick, 1976, pl. 1, fig.2; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 31, fig.7.

Synonymie:

1976 *Cribroperidinium cooksoniae* Norvick, p. 36–37, pl. 1, figs. 1–3; text-figs. 13a–d.

Dimension:

Largeur: 68–70µm

Longueur: 74–80µm

Longueur de la corne apicale: 20–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 7

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT19.

Age: Valenginien–Maastrichtien.

Cribroperidinium diaphanum (Cookson et Eisenack, 1958) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Cookson et Eisenack, 1958, pl. 3, figs. 13–14; text-figs. 10–11; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 32, fig.6.

Synonymie:

1958 *Gonyaulax diaphana* Appendix B Cookson et Eisenack, p. 36, pl. 3, figs. 13–14; text-figs. 10–11.

1969 *Gonyaulacysta diaphana* (Cookson et Eisenack, 1958) Sarjeant, p. 9.

1978 *Cribroperidinium diaphanum* (Cookson et Eisenack, 1958) Stover et Evitt, p. 150.

Dimension:

Diamètre du corps central: 87µm

Longueur de la corne apicale: 14µm

Occurrence: M'karcha: MK20

Age: Crétacé–Albien

Cribroperidinium edwardsii (Cookson et Eisenack, 1958) Davey, 1969a.

Holotype: Cookson et Eisenack, 1958, pl. 3, fig.6; text–fig.7; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 32, fig.4; pl. 33, fig.3.

Synonymie:

1958 *Gonyaulax edwardsii* Appendix B Cookson et Eisenack, p. 32, pl. 3, figs. 5–6; text–fig.7.

1967 *Gonyaulacysta edwardsii* (Cookson et Eisenack, 1958) Clarke et Verdier, p. 31.

1969a *Cribroperidinium edwardsii* (Cookson et Eisenack, 1958) Davey, p. 128.

Dimension:

Longueur: 43–50µm

Largeur: 58–63µm

Longueur de la corne apicale: 9–11µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS4.

Age: Trias–Miocène.

Cribroperidinium giuseppeii (Morgenroth, 1966a) Helenes, 1984

Holotype: Morgenroth, 1966a, pl. 2, figs. 3–4.

Synonymie:

1966a *Gonyaulax giuseppeii* Appendix B Morgenroth, pl. 2, figs. 3–4.

1969 *Gonyaulacysta giuseppeii* (Morgenroth, 1966a) Sarjeant, p. 9.

1978 *Millioudodinium giuseppeii* (Morgenroth, 1966a) Stover et Evitt, p. 174.

1982b *Rhynchodiniopsis giuseppeii* (Morgenroth, 1966a) Sarjeant, p. 36.

1984 *Cribroperidinium giuseppeii* (Morgenroth, 1966a) Helenes p. 121.

Dimension:

Diamètre du corps central: 81–90µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS3–TS10; Ben Attaya: BAT2–BAT19; M'karcha: MK2–MK30.

Age: Maastrichtien–Miocène.

Cribroperidinium tenuitabulatum (Gerlach, 1961) Helenes, 1984

(Pl.9, Fig.9)

Holotype: Gerlach, 1961, pl. 25, figs. 10–11.

Synonymie:

1961 *Gonyaulax tenuitabulata* Appendix B Gerlach, p. 159, pl. 25, figs. 10–11; text-figs. 1–3.

1969 *Gonyaulacysta tenuitabulata* (Gerlach, 1961) de Coninck, p. 23.

1978 *Millioudodinium tenuitabulatum* (Gerlach, 1961) Stover et Evitt, p. 174.

1984 *Cribroperidinium tenuitabulatum* (Gerlach, 1961) Helenes p. 124.

1984b *Rhynchodiniopsis tenuitabulata* (Gerlach, 1961) Sarjeant, p. 76.

1985 *Cribroperidinium tenuitabulatum* (Gerlach, 1961) Lentin et Williams p. 81.

Dimension:

Longueur: 65–70µm

Largeur: 60–67µm

Longueur le da corne apicale: 5–9

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS3–TS11; BAT2–BAT19

Age: Maastrichtien–Tortonien

Genre *DANEA* Morgenroth, 1968

Description:

Kyste acavate, proximochorate à chorate avec un corps central sphéroïdal à ovoïde et portent généralement une corne apicale. La tabulation est réfléchie par des crêtes pénitabulaires fibreux, qui peuvent devenir des processus très larges et ouverts. L'archéopyle est precingular, de type P3 ".

Espèce type: *Danea californica* (Drugg, 1967) Stover et Evitt, 1978.

Danea crassimurata Wilson, 1988

Holotype: Wilson, 1988, pl. 5, figs. 1a–b; Fensome et al., 1996, figs. 1–2, p. 2097.

Synonymie:

1988 *Danea crassimurata* Wilson, p. 17, pl. 5, figs. 1a–b, 2, 3a–b, 4.

1993b *Damassadinium crassimuratum* (Wilson, 1988) Fensome et al. p. 90.

1996 *Danea crassimurata* (Wilson, 1988) Fensome et al. figs. 1–2, p. 2097.

Dimension:

Longueur: 67–68µm

Largeur: 43–45µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: M'karcha: MK26.

Age: Ypresien–Bartonien0

***Danea impages* Damassa, 1979a (Pl.8, Fig.10, 11)**

Holotype: Damassa, 1979a, pl. 1, figs. 1–2.

Synonymie:

1979a *Danea impages* Damassa, p. 821–822, pl. 1, figs. 1–3; pl. 2, figs. 1–9; text-fig.3.

1993b *Damassadinium impages* (Damassa, 1979a) Fensome et al., p. 91.

Dimension:

Longueur: 72–75µm

Largeur: 64–67µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; M'karcha: MK1–MK29

Age: Sélandien–Bartonien

***Danea* sp. cf. *D. impages* Damassa, 1979a**

Dimension:

Longueur: 74µm

Largeur: 65µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Ben Attaya: BAT8–BAT19.

Genre *DAPSILIDINIUM* Bujak et al., 1980

Description:

Kyste chorate, dont le corps central est de forme subsphérique à légèrement ellipsoïde. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme; ce dernier développe seul de nombreux processus intratabulaires, cylindriques à tronqués, de forme et de taille identiques. Les processus sont creux et généralement ouverts distalement. La surface du périphragme est lisse, granuleuse ou finement épineuse; ces ornements peuvent se prolonger sur la paroi des processus. La tabulation est soulignée par les parasutures principales et accessoires de l'archéopyle. L'archéopyle est apical, de type (tA).

Espèce type: *Dapsilidinium pastielsii* (Davey et Williams, 1966b,) Bujak et al., 1980.

Dapsilidinium pastielsii (Davey et Williams, 1966b) Bujak et al., 1980

(Pl.6, Fig.3, 4)

Holotype: Davey et Williams, 1966b, pl. 4, fig.10; Eisenack et Kjellström, 1972, p. 923; Bujak et al., 1980, pl. 6, figs. 6,9; Fensome et al., 1995, fig.1, p. 1647; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 19, figs. 17–19.

Synonymie:

1966b *Polysphaeridium pastielsii* Davey et Williams, p. 92–93, pl. 4, fig.10.

1980 *Dapsilidinium pastielsii* (Davey et Williams, 1966b) Bujak et al., p. 28.

Dimension:

Diamètre du corps central: 37–40µm

Longueur des processus: 11–14µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: M'karcha: MK26–MK29.

Age: Danien–Quaternaire.

Dapsilidinium pseudocolligerum (Stover, 1977) Bujak et al., 1980

Holotype: Stover, 1977, pl. 1, figs. 14–16.

Synonymie:

1977 *Polysphaeridium pseudocolligerum* Stover, p. 74–75, pl. 1, figs. 14–19.

1980 *Dapsilidinium pseudocolligerum* Bujak et al., p. 28.

Dimension:

Diamètre du corps: 49–50µm

Longueur des processus: 13–15µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: M'karcha: MK28.

Age: Companien–Pléistocène.

Genre *DEFLANDREA* Eisenack, 1938b

Description:

kyste péridinoïde (déflandroïde), proximate, circumcavate à bicavate ou cornucavate.
Archeopyle intercalaire, de type I2a.

Espèce type: *Deflandrea phosphoritica* Eisenack, 1938b

Deflandrea granulata Menéndez, 1965

Holotype: Menéndez, 1965, pl. 1, fig.4.

Synonymie:

1965 *Deflandrea granulata* Menéndez, p. 9–10, pl. 1, fig.4.

Dimension:

Diamètre du corps central: 72–81µm

Longueur des cornes apicale et antapicales: 13–15µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS2–TS10; M'karcha: MK8–MK28.

Age: Paléocène–Oligocène.

Deflandrea heterophlycta Deflandre et Cookson, 1955

(Pl.10, Fig.1)

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, text-fig.5; Verdier, 1970, pl. 1, figs. 1–4.

Synonymie:

1955 *Deflandrea heterophlycta* Deflandre et Cookson, p. 249–250, pl. 5, fig.6; text-fig.5.

Dimension:

Diamètre du corps central: 63–70µm

Longueur des cornes apicale et antapicales: 16–19µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Ben Attaya: BAT11–BAT17.

Age: Priabonien–Miocène.

Deflandrea oebisfeldensis Alberti, 1959b

Holotype: Alberti, 1959b, pl. 8, fig.13.

Synonymie:

1959b *Deflandrea oebisfeldensis* Alberti, p. 95–96, pl. 8, figs. 10–13.

Dimension:

Diamètre du corps central: 60–76µm

Longueur des cornes apicale et antapicales: 12–15µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Ben Attaya: BAT5–BAT8.

Age: Crétacé–Pléistocène.

***Deflandrea phosphoritica* Eisenack, 1938b**

Holotype: Eisenack, 1938b, text–fig.6; Eisenack, 1954b, pl. 9, fig.11.

Synonymie:

1938b *Deflandrea phosphoritica* Eisenack, p. 187; text–fig.6.

Dimension:

Diamètre du corps central: 84–88µm

Longueur de la corne apicale: 25–29µm

Longueur des cornes antapicales: 18–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS5; M’karcha: MK16–MK31.

Age: Crétacé–Pléistocène.

***Deflandrea phosphoritica* subsp. *phosphoritica* Eisenack, 1938b**

(Pl.9, Fig.21)

Holotype: Eisenack, 1938b, text–fig.6; Eisenack, 1954b, pl. 9, fig.11

Synonymie:

1954b *Deflandrea phosphoritica* subsp. *phosphoritica* Eisenack, pl. 9, fig.11

Dimension:

Diamètre du corps central: 86µm

Longueur de la corne apicale: 24µm

Longueur des cornes antapicales: 19µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT19.

Age: Crétacé–Pléistocène.

Genre *DINOGYMNIUM* Evitt et al., 1967

Description:

Kyste dinogymnioïde avec un contour biconique. Crêtes longitudinales typiquement présentes sur les deux épisomes et hyposome. Une petite ouverture apicale peut être présente, généralement avec un couvercle attaché.

Espèce type: *Dinogymnium acuminatum* Evitt et al., 1967.

***Dinogymnium* spp.**

Dimension:

Longueur: 65–69µm

Largeur: 53–56µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT9–BAT19.

Genre *DINOPTERYGIUM* Deflandre, 1935

Description:

Kyste pyrodinioïde proximochorate à chorate avec un corps central sphéroïdal à ovoïde. La membrane a deux couches avec un pericoel étroit. Des sutures marquées par les hautes crêtes voisines qui peuvent être surmontées ou remplacées par des extensions épineuses. L'archéopyle variable, impliquant toujours au moins deux plaques apicales (2 'et 3'), qui restent attachées l'une à l'autre, mais peut également impliquer les deux autres plaques apicales et les plaques precingulaires.

Espèce type: *Dinopterygium cladoides* Deflandre, 1935

Dinopterygium cladoides Deflandre, 1935

(Pl.4, fig.15)

Holotype: Deflandre, 1935, pl. 8, fig.6; Deflandre, 1936b, pl. 8, figs. 1–2.

Synonymie:

1935 *Dinopterygium cladoides* Deflandre, p. 231, pl. 8, fig.6.

Dimension:

Diamètre du corps central: 37–49µm

Nombre de spécimens mesurés: 9

Occurrence: Ben Attaya BAT17–BAT19; M'karcha: MK2–MK30.

Age: Jurassique–Miocène.

Genre *DIPHYES* Cookson, 1965a

Description:

Kyste chorate avec un corps central subsphérique. La paroi est formée d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés, excepté au niveau des processus qui sont développés par le périphragme. La tabulation de type gonyaulacoïde: 1–2pr, 4', 6", Xc, 6"', 1p, 1''', Xs, reflétée par des processus intratabulaires ou non paratabulaires. Les processus sont de taille uniforme, légèrement striés ou fibreux, creux, ouverts ou fermés distalement. Un large processus de forme cylindrique marque l'aire antapicale. Le cingulum est rarement exprimé, mais il peut l'être par l'alignement de processus. Le parasulcus est parfois suggéré par des petits processus au milieu de la surface ventrale. L'archéopyle est apical, il fait intervenir les plaques des séries apicales et précingulaires, séparément ou ensemble. L'archéopyle apical est le plus fréquent. Il est de type (4A), (4A) P, 2P ou P. L'opercule est libre.

Espèce type: *Diphyes colligerum* (Deflandre et Cookson, 1955) Cookson, 1965a.

Diphyes bifidum Antolinez-Delgado et Oboh-Ikuenobe, 2007

(Pl.5, Fig.3, 4)

Holotype: Antolinez-Delgado et Oboh-Ikuenobe, 2007, pl. 1, fig.4.

Synonymie:

2007 *Diphyes bifidum* Antolinez-Delgado et Oboh-Ikuenobe, p. 55, pl. 1, figs. 4–5.

Dimension:

Diamètre du corps central: 41–44µm

Diamètre des processus latéraux: 12–14µm

Longueur du processus antapical: 19–20µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Tsoul: TS10.

Age: Paléocène–Eocène.

Diphyes colligerum (Deflandre et Cookson, 1955) Cookson, 1965a

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 7, fig.3.

Synonymie:

1955 *Hystrichosphaeridium colligerum* Deflandre et Cookson, p. 278–279, pl. 7, fig.3.

1965 *Baltisphaeridium colligerum* Appendix A (Deflandre et Cookson, 1955) Downie et Sarjeant, p. 88.

1965a *Diphyes colligerum* (Deflandre et Cookson, 1955) Cookson, p. 86–87.

Dimension:

Diamètre du corps central: 34–40µm

Longueur des processus: 10–15µm

Longueur du processus antapycal: 18–21µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; Ben Attaya: BAT14–BAT19; M’karcha: MK1–MK31.

Age: Albien–Miocène.

Genre *DISPHAEROGENA* Wetzel, 1933b

Description:

Kystes chorate avec corps central sphéroïdal à ovoïdal, parfois avec une protubérance apicale. Un processus par plaque avec une membrane fibreuse qui ressemble à des trabécules traversant la région cingulaire et reliant partiellement les séries précingulaires et postculaires. Surface atabulée, plaques fibreuses, en particulier celle des processus. Archéopyle precingular de type P(3").

Espèce type: *Disphaerogena carposphaeropsis* Wetzel, 1933b.

Disphaerogena irregularis (Wilson, 1988) Lentin et Williams, 1993

(Pl.7, Fig.5, 6)

Holotype: Wilson, 1988, pl. 4, figs. 7a–b.

Synonymie:

1988 *Cyclapophysis irregularis* Wilson, p. 16, pl. 4, figs. 4–5, 7a–b.

1993 *Disphaerogena irregularis* (Wilson, 1988) Lentin et Williams, 1993, p. 195.

Dimension:

Diamètre du corps central: 70–76µm

Longueur des processus: 23–30µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: M’karcha: MK26–MK31.

Age: Bartonien.

Genre *DISTATODINIUM* Eaton, 1976

Description:

Kyste proximochorate à chorate, dont le corps central est de forme ellipsoïde allongée. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme à surface généralement lisse ou peu ornementé. Ce dernier développe des processus dont la distribution alignée semble suturale. Les processus sont tubulaires ou lamellaires, isolés ou connectés proximalelement par des septes ou des plis. Les processus lamellaires dans leur majorité semblent être pleins dans leur partie proximale. Distalement, les processus sont typiquement branchus, chaque branche étant elle-même subdivisée en de nombreuses bifurcations ou ramifications secondaires. Les processus sont parfois liés distalement par de fines trabécules. La tabulation est indiquée par les sutures principales et accessoires de l'archéopyle développées entre les plaques précingulaires. L'archéopyle est apical de type (tA).

Espèce type: *Distatodinium paradoxum* (Brosius, 1963) Eaton, 1976.

Distatodinium ellipticum (Cookson, 1965a) Eaton, 1976

(Pl.5, Fig.14, 15)

Holotype: Cookson, 1965a, pl. 11, fig.1.

Synonymie:

1965a *Hystriosphæridium ellipticum* Cookson, p. 87–88, pl. 11, figs. 1–3,3a.

1969 *Tanyosphæridium ellipticum* (Cookson, 1965a) Davey et Williams, p. 7.

1976 *Distatodinium ellipticum* (Cookson, 1965a) Eaton, p. 264.

Dimension:

Longueur: 53–60µm

Largeur: 30–35µm

Longueur des processus: 12–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: M'karcha: MK14–MK30

Age: Yprésien–Oligocène

Genre *DUOSPHERIDIUM* Davey et Williams, 1966b

Description:

Kyste proximate avec un corps central subsphérique. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme, ce dernier développe un large processus antapical. Ce processus postérieur est de forme semblable à celle du corps central, légèrement plus petit, avec une ouverture distale circulaire plus ou moins importante. Aucun autre processus n'est

présent. Le périphragme est lisse à finement granuleux ou finement strié. La tabulation n'est indiquée que par les parasutures principales de l'archéopyle. L'archéopyle est apical de type (tA).

Espèce type: *Duosphaeridium nudum* (Cookson 1965a) Loeblich Jr. et Loeblich III, 1968.

Duosphaeridium nudum (Cookson, 1965a) Loeblich Jr. et Loeblich III, 1968

(Pl.5, Fig.1, 2)

Holotype: Cookson, 1965a, pl. 10, fig.1.

Synonymie:

1965a *Diphyes nudum* Cookson p. 87, pl. 10, figs. 1–4.

1968 *Duosphaeridium nudum* (Cookson, 1965a) Loeblich Jr. et Loeblich III, p. 211.

Dimension:

Diamètre du corps: 37–40µm

Longueur du processus antapical: 23–27µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS2–TS10.

Age: Paléocène supérieur–Bartoniien.

Genre *ELYTROCYSTA*

Description:

Kyste proximate, holocavate, subsphérique. L'autophragme comporte de nombreuses projections courtes, solides et non tabulaires, isolées ou jointes. L'archéopyle est apical de type (tA).

Espèce type: *Elytrocysta druggii* Stover et Evitt, 1978.

Elytrocysta brevis Stover et Hardenbol, 1994

(Pl. 1, Fig.3,4)

Holotype: *Elytrocysta brevis* Stover et Hardenbol, 1994, pl. 2, figs. 10a–b.

Synonymie:

1994 *Elytrocysta brevis* Stover et Hardenbol, p. 35–36, pl. 2, figs. 10a–b, 11a–b, 12.

Dimension:

Longueur: 30µm

Largeur: 26µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK30.

Age: Eocène–Oligocène.

Genre *EMMETROCYSTA* Stover, 1975

Description:

Kyste chorate avec un corps central subsphérique. La paroi du kyste est formée d'un autophragme à surface lisse ou granulaire qui développe des processus isolés, pleins, disposés en complexes pénitabulaires cylindriques ou en forme de trompette. Les processus de chaque complexe sont liés distalement par une trabécule annulaire. De fines trabécules distales peuvent également joindre des groupes de processus parasulcaux ou ceux sur les marges du sulcus. Les processus cingulaire sont typiquement absents. La tabulation de type gonyaulacoïde (4', 6" Oc, 5–6", 1p, 1"', 2–3s) est reflétée par les parasutures principales de l'archéopyle et la disposition des complexes de processus. L'archéopyle est apical, de type (tA).

Espèce type: *Emmetrocysta urnaformis* (Cookson, 1953) Stover, 1975.

Emmetrocysta urnaformis (Cookson, 1953) Stover, 1975.

Holotype: Cookson, 1953, pl. 2, figs. 41–42.

Synonymie:

1953 *Cannosphaeropsis urnaformis* Cookson, p. 118, pl. 2, figs. 41–43.

1961b *Polystephanephorus urnaformis* (Cookson, 1953) Sarjeant, p. 1096.

1975 *Emmetrocysta urnaformis* (Cookson, 1953) Stover p. 42.

Dimension:

Diamètre du corps central: 45–50µm

Longueur des processus: 18–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11.

Age: Crétacé–Miocène.

Genre *ENNEADOCYSTA* Stover et Williams, 1995

Description:

Kyste chorate, le corps central est de subsphérique à comprimé dorso-ventralement. La paroi est formée d'un autophragme à surface lisse ou très faiblement orné. Les 18 à 24 processus sont intratabulaires (1 processus par plaque), pleins ou creux, lisses ou fibreux, simples ou rarement ramifiés, à extrémités distales développées, vasiformes, licrates, branchues et irrégulièrement émoussées. La disposition des processus reflète une tabulation gonyaulacoïde: 4', 5–6", 0–6c, 6"', 2''', 0–1 as, 1 ps, de type partiforme sur l'hypokyste. Le cingulum est mis en évidence par la présence de 6 processus intratabulaires ou par leur absence. Le parasulcus est souligné par l'encoche sulcale, le processus antérieur (as) (parfois absent) et le processus postérieur (ps). L'archéopyle est apical, de type (tA).

Espèce type: *Enneadocysta pectiniformis* (Gerlach, 1961) Stover et Williams, 1995.

Enneadocysta arcuata (Eaton, 1971) Stover et Williams, 1995

Holotype: Eaton, 1971, pl. 3, fig.1; text-fig.4; Bujak et al., 1980, pl. 2, fig.6.

Synonymie:

Hystriosphæridium dictyostilum Menéndez, 1965 - Sarjeant, 1981.

1971 *Areosphaeridium arcuatum* Eaton, p. 360–363, pl. 3, figs. 1–9; text-figs. 4–5.

1995 *Enneadocysta arcuata* (Eaton, 1971) Stover et Williams, p. 108.

Dimension:

Diamètre du corps dentral: 44–50µm

Longueur des processus: 21–28µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS4–TS10; Ben Attaya: BAT15; M'karcha: MK1–MK28.

Age: Lutétien–Miocène.

Enneadocysta deconinckii Stover et Williams, 1995

Holotype: Stover et Williams, 1995, pl. 2, figs. 3a–f.

Synonymie:

1995 *Enneadocysta deconinckii* Stover et Williams, p. 110, pl. 2, figs. 3a–f; pl. 3, figs. 1a–c; text-figs. 1D,F.

Dimension:

Diamètre du corps dentral: 40–45µm

Longueur des processus: 23–25µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: M'karcha: MK8–MK29.

Age: Bartonien–Rupélien.

Enneadocysta multicornuta (Eaton, 1971) Stover et Williams, 1995

(Pl.7, Fig.4)

Holotype: Eaton, 1971, pl. 4, fig.1; text–fig.6.

Synonymie:

1971 *Areosphaeridium multicornutum* Eaton, p. 363–364, pl. 4, figs. 1–7; text-fig.6.

1984b *Baltisphaeridium pectiniforme* Appendix A, Gerlach, 1961.

1995 *Enneadocysta multicornuta* (Eaton, 1971) Stover et Williams, p. 109.

Dimension:

Diamètre du corps dentral: 30–38µm

Longueur des processus: 18–20µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: M'karcha: MK17–MK28.

Age: Lutétien–Oligcène.

Enneadocysta pectiniformis (Gerlach, 1961) Stover et Williams, 1995

(Pl.7, Fig.3)

Holotype: Gerlach, 1961, pl. 28, fig.14; Sarjeant, 1984b, pl. 1, fig.2; pl. 4, fig.2; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 7, figs. 4–5.

Synonymie:

1961 *Baltisphaeridium pectiniforme* Appendix A Gerlach, p. 195, pl. 28, fig.14; text-fig.18.

1969 *Cleistosphaeridium pectiniforme* (Gerlach, 1961) Davey et al., p. 16.

1978 *Areosphaeridium pectiniforme* (Gerlach, 1961) Stover et Evitt, p. 20.

1995 *Enneadocysta pectiniformis* (Gerlach, 1961) Stover et Williams, p. 108.

Dimension:

Diamètre du corps central: 30–34µm

Longueur des processus: 15–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 9

Occurrence: Ben Attaya: BAT15; M'karcha: MK6–MK30

Age: Bartonien–Rupélien

***Enneadocysta* sp. C. of Stover et williams (1995)**

(Pl.7, Fig.1, 2)

Synonymie:

1995 *Enneadocysta* sp. C. of Stover et williams (1995) Stover et williams, P20, Pl. 7, figs. 2a–d.

Dimension:

Diamètre du corps central: 48–52µm

Longueur des processus: 4–7µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: M’karcha: MK20–MK29.

Remarque: les processus sont courts.

Genre *FIBRADINIUM* Morgenroth, 1968

Description:

Kyste gonyaulacoïde, proximate, sphérique, sans processus. L’autophagme est fibreux. La tabulation est indiquée par des arêtes suturales. Le cingulum est équatorial et le sulcus est indifférencié.

Espèce type: *Fibradinium annetorpense* Morgenroth, 1968.

***Fibradinium annetorpense* Morgenroth, 1968**

Holotype: Morgenroth, 1968, pl. 42, fig.4.

Synonymie:

1968 *Fibradinium annetorpense* Morgenroth, p. 538, pl. 42, figs. 4–7; text-figs. 1–2.

1987b *Phanerodinium annetorpense* (Morgenroth, 1968) Below, p. 38.

1989 *Fibradinium annetorpense* (Morgenroth, 1968) Lentin et Williams, p. 135

Dimension:

Diamètre: 39µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M’karcha: MK16.

Age: Santonien–Paléocène.

Genre FIBROCYSTA Stover et Evitt, 1978

Description:

Kystes skolochorate, corps central ellipsoïdal avec petite à longue saillie en forme de corne, généralement à chaque pôle. le corps porte également de nombreux processus pleins ou creux, normalement non tabulaires; tabulation est indiquée seulement par un archéopyle precingulaire de type P.

Espèce type: *Fibrocysta bipolaris* (Cookson et Eisenack, 1965b) Stover et Evitt, 1978.

Fibrocysta axialis (Eisenack, 1965b) Stover et Evitt, 1978

(Pl.3, Fig.11, 12)

Holotype: Eisenack, 1965b, pl. 15, fig.2.

Synonymie:

1965b *Cordosphaeridium axiale* Eisenack, p. 150, pl. 15, figs. 1–4.

1966a *Lanternosphaeridium axiale* (Eisenack, 1965b) Morgenroth, p. 38–39.

1969c *Amphorosphaeridium axiale* (Eisenack, 1965b) Davey, p. 35.

1978 *Fibrocysta axialis* (Eisenack, 1965b) Stover et Evitt, p. 155.

Dimension:

Longueur: 64–67µm

Largeur: 60–64µm

Longueur du processus apical: 13–16µm

Longueur des processus latéraux: 10–12µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: M’karcha: MK12–MK26.

Age: Maastrichtien–Chattien.

Fibrocysta bipolaris (Cookson et Eisenack, 1965b) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Cookson et Eisenack, 1965b, pl. 16, fig.8.

Synonymie:

1965b *Cordosphaeridium bipolare* Cookson et Eisenack, p. 135, pl. 16, figs. 7–8.

1969 *Lanternosphaeridium bipolare* (Cookson et Eisenack, 1965b) de Coninck, p. 38.

1969c *Amphorosphaeridium bipolare* (Cookson et Eisenack, 1965b) Davey, p. 35.

1978 *Fibrocysta bipolaris* (Cookson et Eisenack, 1965b) Stover et Evitt, p. 155.

Dimension:

Longueur: 71–75µm

Largeur: 60–65µm

Longueur des processus apical et antapical: 14–17µm

Longueur des processus latérales: 6–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Ben Attaya: BAT2–BAT8; M’karcha: MK1–MK30.

Age: Maastrichtien–Bartonien.

Fibrocysta vectensis (Eaton, 1976) Stover et Evitt, 1978
(Pl.3, Fig.9)

Holotype: Eaton, 1976, pl. 12, fig.4; Bujak et al., 1980, pl. 7, fig.10.

Synonymie:

1976 *Lanternosphaeridium vectense* Eaton, p. 275–276, pl. 12, figs. 4–6.

1978 *Fibrocysta vectensis* (Eaton, 1976) Stover et Evitt p. 155.

Dimension:

Diamètre du corps: 55–59µm

Longueur du processus apical: 25–28µm

Longueur du processus antapical: 24–27µm

Longueur des processus latéraux: 13–16µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Tsoul: TS5–TS10.

Age: Santonien–Rupélien.

Genre *FLORENTINIA* Davey et Verdier, 1973

Description:

Corps central sphérique à subsphérique composé d’un endophragme et d’un périphragme.

Les processus sont fibreux, principalement creux et ouvert distalement, tubiforme simple ou divisés en 2 ou 3 branches sub-parallèles. Leurs extrémités sont entières ou denticulées.

Espèce type: *Florentinia laciniata* Davey et Verdier, 1973.

Florentinia radiculata (Davey et Williams 1966b) Davey et Verdier 1973.

Holotype: Davey et Williams, 1966b, pl. 8, fig.6; Davey et Verdier, 1973, pl. 4, fig.7.

Synonymie:

1966b *Hystrichosphaeridium radiculatum* Davey et Williams, p. 65, pl. 7, fig.9; pl. 8, fig.6.

1973 *Florentinia radiculata* (Davey et Williams, 1966b) Davey et Verdier, p. 191.

Dimension:

Diamètre: 23µm

Longueur des processus: 7–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS8.

Age: Crétacé–Danien.

Genre *GELATIA* Bujak, 1984

Description:

Endokyste sphérique à ovoïde, petit par rapport aux périkystes et en contact avec le péricyste dorsal. Le périkyste ovoïdal comprend généralement une direction polaire, avec une large ouverture pouvant correspondre à la plaque 3 ". La tabulation est en forme de crêtes sucturales présentes ou absentes sur l'endophragme et le périphragme. L'archéopyle est précingulaire, représenté probablement par la plaque 3".

Espèce type: *Gelatia inflata* Bujak, 1984.

Gelatia inflata Bujak, 1984

Holotype: Bujak, 1984, pl. 1, fig.16; Fensome et al., 1995, fig.2, p. 1563.

Synonymie:

1984 *Gelatia inflata* Bujak, p. 185–186, pl. 1, figs. 13–20; text-figs. 2A–B.

Dimension:

Diamètre: 53µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS4.

Age: Maastrichtien–Miocène.

Genre *A* Mahboub et al., 2019

(Pl.5, Fig.10–12)

Description:

Kyste chorate avec un corps central sphérique, attaché. La paroi du kyste développe des sortes de processus très large. Un processus antapical de type *Hystrichoklpoma* est présent. Le cingulum n'est pas visible. L'archéopyle est apical.

Discussion:

La morphologie de ce kyste est très différentes des autres genres de kystes de dinoflagellés. Ce genre est laissé en nomenclature en attendant d'observer un nombre plus important de spécimens. Il est comparable à dinocyst 5 de Manum et al. (1989).

Dimmension:

Diamètre du corps centraldu corps central: 145–150 µm

Processus antapical: 42–45 µm

Processus postcingulaires: 20–30 µm

Nombre de spécimens mesurés: 3.

Occurrence: Ben Attaya: BAT9; M'karcha: MK20

Age: dans la coupe Ben Attaya, cette espèce apparait au Bartonien, alors que dans la coupe de M'karcha, elle apparait au Priabonien.

Genre Genre et espèce indéterminés Biffi et Manum (1988)
(Pl.4, Fig.5)

Synonymie:

1988 Genus et species ind. Biffi et Manum, pl.15, figs. 9–10, 13.

Description:

Kyste sphérique avec un corps central sphérique et lisse, entouré par une épaisse couche fibreuse. Archéopyle probablement épikystal.

Dimension:

Diamètre du corps central: 60–71µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT11

Genre *GLAPHYROCYSTA* Stover et Evitt, 1978

Description:

Kyste chorate, acavate, dont le corps central est de forme lenticulaire, comprimé dorso-ventralement et plus ou moins bilobé à l'antapex. La paroi du kyste est composée d'un autophragme, qui développe des processus souvent regroupés en complexes intratabulaires

ou pénitabulaires à base annulaire, rectangulaire ou en forme de fer à cheval. Les processus sont liés distalement par de fines trabécules et/ou des membranes lisses, perforées ou fenestrées. Les complexes de processus sont généralement restreints aux marges du kyste, les aires centrales de la surface dorsale et de la surface ventrale étant généralement dépourvues d'ornementation. L'archéopyle est apical de type (tA).

Espèce type: *Glaphyrocysta retiintexta* (Cookson, 1965a) Stover et Evitt, 1978.

Glaphyrocysta exuberans (Deflandre et Cookson, 1955) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Pastiels, 1948, pl. 5, figs. 11,13

Synonymie:

1948 *Membranilarnax pterospermoides* Pastiels, pl. 5, figs. 11,13.

1955 *Cyclonephelium exuberans* Deflandre et Cookson, p. 285.

1978 *Glaphyrocysta exuberans* (Deflandre et Cookson, 1955) Stover et Evitt, p. 50.

Dimension:

Diamètre du corps central: 42–50µm

Longueur des processus: 26–32µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS2–TS4; Ben Attaya: BAT5–BAT19.

Age: Crétacé–Miocène.

Glaphyrocysta inculta (Morgenroth, 1966b) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Morgenroth, 1966b, pl. 2, fig.5.

Synonymie:

1966b *Cyclonephelium incultum* Morgenroth, p. 9, pl. 2, fig.5.

1978 *Glaphyrocysta inculta* (Morgenroth, 1966b) Stover et Evitt, p. 50.

Dimension:

Diamètre du corps central: 40µm

Longueur des processus: 26µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS4.

Age: Priabonien–Miocène.

Glaphyrocysta intricata (Eaton, 1971) Stover et Evitt, 1978

(Pl.8, Fig.3)

Holotype: Eaton, 1971, pl. 4, fig.8; Eaton, 1976, pl. 8, fig.6.

Synonymie:

1971 *Cyclonephelium intricatum* Eaton, p. 365, pl. 4, figs. 8–10.

1978 *Glaphyrocysta intricata* (Eaton, 1971) Stover et Evitt, p. 50.

Dimension:

Longueur: 40–51µm

Largeur: 48–54µm

Longueur des processus: 16–20µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS8–TS11; M’karcha: MK1–MK31.

Age: Thanétien–Priabonien .

***Glaphyrocysta pastielsii* (Deflandre et Cookson, 1955) Stover et Evitt, 1978**
(Pl.8, Fig.7)

Holotype: Pastiels, 1948, pl. 5, fig.15.

Synonymie:

1955 *Cyclonephelium pastielsii* Deflandre et Cookson, p. 285.

1978 *Glaphyrocysta pastielsii* (Deflandre et Cookson, 1955) Stover et Evitt, p. 50.

Dimension:

Diamètre du corpes central: 40–45µm

Longueur des processus: 10–13µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: M’karcha: MK12–MK18.

Age: Campanien–Miocène.

***Glaphyrocysta priabonensis* Brinkhuis, 1994**

Holotype: Brinkhuis, 1994, pl. 2, figs. 1–5.

Synonymie:

1994 *Glaphyrocysta priabonensis* Brinkhuis, p. 158–159, pl. 1, fig.8; pl. 2, figs. 1–8; text-fig.16.

Dimension:

Diamètre du corpes central: 44µm

Longueur des processus: 20µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK16.

Age: Priabonien–Rupélien.

Glaphyrocysta retiintexta (Cookson, 1965a) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Cookson, 1965a, pl. 11, fig.4; Eisenack et Kjellström, 1972, p. 325; Fensome et al., 1996, fig.1, p. 2329.

Synonymie:

1965a *Cyclonephelium retiintextum* Cookson, p. 88, pl. 11, fig.4.

1978 *Glaphyrocysta retiintexta* (Cookson, 1965a) Stover et Evitt p. 50.

Dimension:

Diamètre du corps central: 71–79µm

Longueur des processus: 23–26µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Tsoul: TS7–TS9.

Age: Crétacé–Oligocène.

Glaphyrocysta semitecta (Bujak et al., 1980) Lentin et Williams, 1981

(Pl.8, Fig.4, 5)

Holotype: Bujak et al., 1980, pl. 14, figs. 4–6; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 33, figs. 10–11.

Synonymie:

1980 *Cyclonephelium semitectum* Bujak in Bujak et al., p. 46, 48, 50, pl. 14, figs. 2–9; text-fig.1.

1981 *Glaphyrocysta semitecta* (Bujak et al., 1980) Lentin et Williams, p. 111.

1991 *Riculacysta semitecta* (Bujak et al., 1980) Kirsch, p. 129.

1993 *Glaphyrocysta semitecta* (Bujak et al., 1980) Lentin et Williams, p. 238.

Dimension:

Diamètre du corps central: 54–61µm

Longueur des processus: 19–26µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS3–TS11; Ben Attaya: BAT7–BAT19; M'karcha: MK2–MK30.

Age: Bartonien–Rupélien.

***Glaphyrocysta vicina* (Eaton, 1976) Stover et Evitt, 1978**

(Pl.8, Fig.1, 2)

Holotype: Eaton, 1976, pl. 8, fig.4; text-fig.13; Bujak et al., 1980, pl. 9, figs. 9,12; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 34, figs. 11–14.

Synonymie:

1976 *Cyclonephelium vicinum* Eaton, p. 260–261, pl. 8, figs. 4–5; text-fig.13.

1978 *Glaphyrocysta vicina* (Eaton, 1976) Stover et Evitt p. 50.

Dimension:

Diamètre du corps central: 60–67µm

Longueur des processus: 6–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS8–TS10; Ben Attaya: BAT19; M'karcha: MK25–MK30.

Age: Maastrichtien–Miocène.

Genre *HESLERTONIA* Sarjeant, 1966b

Description:

Kyste chorate avec un corps central sphérique, ellipsoïdal, ovoidal et des crêtes suturales décrivant la tabulation 3'–4', 0–Ia, 6'', 6c, 6''', 1p, p. 1'''''. Le cingulum est fortement ou faiblement hélicoïde. Les sutures peuvent être perforées ou non et leurs bords distaux sont lisses ou denticulés. La hauteur de la crête dépasse 1/4 de la largeur du kyste. La surface est lisse, granuleuse, ponctuée, nodose ou réticulée. L'archéopyle est précingulaire formé par la perte de la plaque 3".

Espèce type: *Heslertonia heslertonensis* (Neale et Sarjeant, 1962) Sarjeant, 1966b.

Aff. *Heslertonia heslertonensis* of Heilmann-Clausen et Costa (1989)

(Pl.2; Fig.3, 4)

Holotype: Holotype: Neale et Sarjeant, 1962, pl. 19, fig.5; text-figs. 1a–b.

Synonymie:

1962 *Gonyaulax heslertonensis* Appendix B Neale et Sarjeant, p. 440, pl. 19, fig.5; pl. 20, fig.5.

1966b *Heslertonia heslertonensis* Sarjeant, p. 133.

Dimension:

Diamètre: 49µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS3.

Age: Crétacé–Lutétien.

Genre *HEMIPLACOPHORA* Cookson et Eisenack, 1965a

Description:

Corps centrale ovale à subsphérique. La paroi est divisée en zones analogues à des champs par des saillies semi-circulaires incomplètes. L'apex a quatre petits champs, deux plus grands dorsaux et deux très petits ventraux; il y a un grand champ antapical. La surface dorsale est caractérisée par quatre grands champs, approximativement semi-circulaires, dont les grands axes sont parallèles au grand axe du kyste, deux immédiatement sous le sommet et deux adjacents à l'antapex. Sur la surface ventrale, les saillies sont irrégulièrement disposées et leur contour varie de court à long, de droit à ondulé, de courbé à même presque circulaire.. L'archéopyle est apical.

Espèce type: *Hemiplacophora semilunifera* Cookson et Eisenack, 1965a.

Hemiplacophora semilunifera Cookson et Eisenack, 1965a

(Pl.6, Fig.16, 17)

Holotype: Cookson et Eisenack, 1965a, pl. 14, figs. 4–5.

Synonymie:

1965a *Hemiplacophora semilunifera* Cookson et Eisenack, p. 126, pl. 14, figs. 4–9, 16.

Dimension:

Longueur: 85µm

Largeur: 74µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Ben Attaya: BAT14

Age: Paléocène–Rupélien

Genre *HOMOTRYBLIUM* Davey et Williams, 1966b

Description:

Kyste chorate, acavate, avec un corps central subsphéroïdal à subovoïdal qui porte des p. rocessus tabulaire, souvent 1 processus par plaque. L'archéopyle est epikystal.

Espèce type: *Homotryblium tenuispinosum* Davey et Williams, 1966b.

Homotryblium abbreviatum Eaton, 1976

(Pl.4, Fig.9, 10)

Holotype: Eaton, 1976, pl. 10, fig.3; Bujak et al., 1980, pl. 1, figs. 7–9.

Synonymie:

1976 *Homotryblium abbreviatum* Eaton, p. 267–268, pl. 10, figs. 2–4.

Dimension:

Diamètre du corps central: 40–51µm

Longueur des processus: 10–12µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS3–TS4; M'karcha: MK15–MK29.

Age: Paléocène–Miocène.

Homotryblium floripes (Deflandre et Cookson, 1955) Stover, 1975

(Pl.4, Fig.11, 12)

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 7, fig.1.

Synonymie:

1955 *Hystrichosphaeridium floripes* Deflandre et Cookson, p. 276, pl. 7, figs. 1–2,7.

1963b *Cordosphaeridium floripes* (Deflandre et Cookson, 1955) Eisenack, p. 262.

1975 *Homotryblium floripes* (Deflandre et Cookson, 1955) Stover, p. 36.

Dimension:

Diamètre du corps central: 36–50µm

Longueur des processus: 12–19µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Ben Attaya: BAT6–BAT18; M'karcha: MK4–MK31.

Age: Lutétien–Miocène.

Homotryblium oceanicum Eaton, 1976

Holotype: Eaton, 1976, pl. 10, fig.5; Bujak et al., 1980, pl. 1, figs. 10–12.

Synonymie:

1976 *Homotryblium oceanicum* Eaton, p. 268, pl. 10, figs. 5–8.

Dimension:

Diamètre: 40µm

Longueur de processus: 20µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK24–MK26

Age: Paléocène–Miocène

***Homotryblium tenuispinosum* Davey et Williams, 1966b.**

(Pl.4, Fig.13, 14)

Holotype: Davey et Williams, 1966b, pl. 12, fig.5.

Synonymie:

1966b *Homotryblium tenuispinosum* Davey et Williams, p. 101–102, pl. 4, fig.11; pl. 12, figs. 1,5,7; text-fig.21.

Dimension:

Diamètre du corps central: 43–50µm

Longueur de processus: 18–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; Ben Attaya: BAT11–BAT15; M'karcha: MK1–MK31.

Age: Crétacé–Messinien.

***Homotryblium vallum* Stover, 1977**

(Pl.4, Fig.7, 8)

Holotype: Stover, 1977, pl. 3, figs. 45–48.

Synonymie:

1977 *Homotryblium vallum* Stover, p. 79–80, pl. 3, figs. 45–53.

Dimension:

Diamètre du corps central: 40–45µm

Longueur de processus: 9–11µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: M'karcha: MK1–MK30.

Age: Bartonien–Pliocène.

Genre *HYSTRICHOKOLPOMA* Klumpp, 1953

Description:

Kyste chorate à proximochorate. Le corps central est de forme subsphérique à ellipsoïde. Le périphragme et l'endophragme sont étroitement accolés, excepté sous les processus intratabulaires (un processus par plaque, parfois plus au niveau du paracingulum) ou pénitabulaires, formés par le périphragme seulement. L'extrémité distale des processus est ouverte ou fermée. Les processus correspondant aux plaques apicales, cingulaires, sulcales sont fins comparés à ceux correspondant aux plaques pré- et postcingulaires et à la plaque antapicale. Le processus antapical est généralement le plus développé et souvent de forme différente de celle des processus pré- et postcingulaires. Les processus apicaux indépendants, parfois soudés et pouvant former une structure à base quadrilobée. L'ensemble des processus reflète une tabulation de type gonyaulacoïde: 4', 6'', 6c, 5–6''', 1 p, 1''', 3–5s. L'archéopyle est apical de type (tA).

Espèce type: *Hystrichokolpoma cinctum* Klumpp, 1953.

Hystrichokolpoma bullatum Wilson, 1988

(Pl.5, Fig.8, 9)

Holotype: Wilson, 1988, pl. 10, figs. 5a–b; Fensome et al., 1996, figs. 1–2, p. 2071; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 38, fig.1.

Synonymie:

1988 *Hystrichokolpoma bullatum* Wilson, p. 21–22, pl. 10, figs. 1, 5a–b, 6a–b.

Dimension:

Diamètre du corps dentral: 45–50µm

Longueur des processus: 15–12µm

Longueur du processus antapical: 16–22µm

Nombre de spécimens mesurés: 7

Occurrence: Tsoul: TS1–TS10; M'karcha: MK1–MK4.

Age: Maastrichtien–Rupélien.

Hystrichokolpoma globulus Michoux, 1985

Holotype: Michoux, 1985, pl. 1, figs. 1–4; text–figs. 2A–B; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 38, figs. 4–5.

Synonymie:

1985 *Hystrichokolpoma globulus* Michoux, p. 143, pl. 1, figs. 1–4,12; text–figs. 2A–B.

Dimension:

Diamètre: 37–52µm

Longueur des processus pré- et postcingulaires: 18–28µm

Longueur du processus antapical: 22–30µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS3

Age: Yprésien–Aquitanién.

Hystrichokolpoma rigaudiae Deflandre et Cookson, 1955

(Pl. 5, Fig. 6, 7)

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 6, fig. 6.

Synonymie:

1955 *Hystrichokolpoma rigaudiae* Deflandre et Cookson, p.279–281, pl.6, figs.6,10; text–fig.42.

Dimension:

Diamètre: 39–50µm

Longueur des processus pré- et postcingulaires: 10–12µm

Longueur du processus antapical: 26–30µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; Ben Attaya: BAT5–BAT17; M’karcha: MK1–MK31.

Age: Yprésien–Quaternaire.

Hystrichokolpoma salacia Eaton, 1976

(Pl. 5, Fig. 5)

Holotype: Eaton, 1976, pl. 11, fig. 1; text–figs. 16A–B; Bujak et al., 1980, pl. 3, figs. 7–8; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 41, figs. 2–3.

Synonymie:

1976 *Hystrichokolpoma salacia* Eaton, p. 271–272, pl. 11, figs. 1–3; text–figs. 16A–B.

Dimension:

Diamètre du corps central: 31–49µm

Longueur des processus pré- et postcingulaires: 22–26µm

Longueur du processus antapical: 24–29µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; Ben Attaya: BAT9; M'karcha: MK18–MK30.

Age: Paléocène–Pléistocène.

Hystrichokolpoma truncatum Biffi et Manum, 1988

Holotype: Biffi et Manum, 1988, pl. 6, figs. 7–9; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 42, figs. 1–3.

Synonymie:

1988 *Hystrichokolpoma truncatum* Biffi et Manum p. 188, pl. 6, figs. 1–9.

Dimension:

Diamètre du corps central: 41–53µm

Longueur des processus latérales: 10–15µm

Longueur de processus antapical: 18–24µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS4; Ben Attaya: BAT3

Age: Maastrichtien–Pliocène.

Hystrichokolpoma unispinum Williams et Downie, 1966a

Holotype: Williams et Downie, 1966a, pl. 17, fig. 7; Bujak et al., 1980, pl. 3, figs. 1–3; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 42, figs. 4–6.

Synonymie:

1966a *Hystrichokolpoma unispinum* Williams et Downie, p. 179–180, pl. 17, figs. 6–7.

Dimension:

Diamètre du corps central: 40–45µm

Longueur des processus latérales: 27–34µm

Longueur de processus antapical: 28–36µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11, Ben Attaya: BAT6–BAT15.

Age: Crétacé–Oligocène.

Genre *HYSTRICHOSPHAERIDIUM* Deflandre, 1937b

Description:

Kyste chorate à proximochorate. Le corps central est de forme subsphérique. La paroi est formée d'un autophragme, ou d'un endophragme et d'un périphragme étroitement accolés. La surface du périphragme est lisse ou peu ornementée, granuleuse, microperforée. Les processus sont tabulaires, creux (1 processus par plaque) et ouverts distalement. L'archéopyle est apical, de type (tA).

Espèce type: *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehrenberg, 1837b) Deflandre, 1937b.

Hystrichosphaeridium tenuitubatum Marheinecke, 1992

Holotype: Marheinecke, 1986, pl. 17, figs. 5–6.

Synonymie:

1992 *Hystrichosphaeridium tenuitubatum* Marheinecke, p. 61–62, pl. 11, figs. 10–11.

Dimension:

Diamètre du corps central: 48–59µm

Longueur des processus: 22–29µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT7–BAT13.

Age: Maastrichtien–Danien.

Genre *HYSTRICHOSPHAEROPSIS* Deflandre, 1935

Description:

Kyste bicavate à circumcavate. Le périkyste a un contour ellipsoïdal à polygonal allongé et surmonté d'une corne apicale. L'endokyste est subsphérique à ellipsoïdal. Le périphragme est accolé ou se rapproche de l'endophragme dans la zone cingulaire. La tabulation n'est indiquée que par quelques septes parasutiaux et par l'archéopyle. L'archéopyle est précingulaire de type P(3'').

Espèce type: *Hystrichosphaeropsis ovum* Deflandre, 1935.

Hystrichosphaeropsis ovum Deflandre, 1935

(Pl. 1; Fig. 27, 28)

Holotype: Holotype: Deflandre, 1935, pl. 8, fig. 11; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 46, fig. 1.

Synonymie:

1935 *Hystrichosphaeropsis ovum* Deflandre, p. 232, pl. 8, fig. 11.

1937b *Hystrichosphaera ovum* Deflandre, p. 67.

1973 *Hystrichosphaeropsis ovum* Lentin et Williams, p. 81.

Dimension:

Longueur: 53–61µm

Largeur: 39–47µm

Longueur de la corne apicale: 18–21µm

Nombre de spécimens mesurés: 7

Occurrence: Tsoul: TS4; Ben Attaya: BAT13–BAT14.

Age: Crétacé–Miocène

Genre *IFECYSTA* Jan du Chêne et Adediran, 1985

Description:

Kystes de dinoflagellés avec un corps ellipsoïdal à fusiforme, présentant des protubérances apicales et antapicales en forme de corne distinctes et de taille approximativement égale. Les protrusions en forme de corne sont formées par un endophragm et un périphragme également appressés. Le périphérique peut prendre la forme de processus fibreux non tabulaires, de processus fibreux simulant des complexes pénitabulaires ou de processus pénitabulaires solides reflétant une tabulation de type gonyaulacoïde. L'archéopyle est précingulaire de type P(3'')

Espèce type: *Ifecysta pachyderma* Jan du Chêne et Adediran, 1985.

Ifecysta lappacea (Drugg, 1970b) Antolinez-Delgado et Oboh-Ikuenobe, 2007

(Pl. 3, Fig. 10)

Holotype: Drugg, 1970b, figs. 4A–D.

Synonymie:

1970b *Lanternosphaeridium lappaceum* Drugg, p. 812–813, figs. 4A–D, 5A–D.

1978 *Fibrocysta lappacea* (Drugg, 1970b) Stover et Evitt, p. 155.

2007 *Ifecysta lappacea* (Drugg, 1970b) Antolinez–Delgado et Oboh–Ikuenobe, p. 60.

Dimension:

Longueur: 64–75µm

Largeur: 43–51µm

Longueur de la corne apicale: 19–25µm

Longueur des processus: 3–8µm

Longueur de la corne antapicale: 20µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; M'karcha: MK28–MK29.

Age: Crétacé–Miocène.

Genre *IMPAGIDINIUM* Stover et Evitt, 1978

Description:

Kyste proximate à proximochorate, acavate, de forme subsphérique à ellipsoïdale, avec ou sans protrusion apicale. La paroi du kyste est formée uniquement par d'un autophragme, plus rarement d'un périphragme et d'un endophragme accolés. La tabulation est indiquée par des septes parasuturales. La plaque 4' est longue, et son contact avec 6'', de forme triangulaire, est réduit. L'archéopyle est précingulaire de type P(3'').

Espèce type: *Impagidinium dispertitum* (Cookson et Eisenack, 1965a) Stover et Evitt, 1978.

Impagidinium aspinatum (Cookson et Eisenack, 1974) Damassa, 1979a

(Pl. 1; Fig. 24)

Holotype: Cookson et Eisenack, 1974, pl. 23, fig. 6.

Synonymie:

1974 *Spiniferites cornutus* var. *aspinatus* Cookson et Eisenack, p. 63, pl. 23, fig. 6.

1977b *Spiniferites cornutus* subsp. *aspinatus* (Cookson et Eisenack, 1974) Lentin et Williams, p. 149.

1979a *Impagidinium aspinatum* (Cookson et Eisenack, 1974) Damassa, p. 826.

Dimension:

Longueur: 37–48µm

Largeur: 36–47µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; M'karcha: MK1–MK11.

Age: Paléocène–Aquitainien.

Impagidinium cf. *Ynezidinium brevisulcatum*

Dimension:

Diamètre: 39–51µm

La hauteur des septes: 5–7µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS3–TS7.

Impagidinium dispertitum (Cookson et Eisenack, 1965a) Stover et Evitt, 1978

(Pl. 1; Fig. 12, 13)

Holotype: Cookson et Eisenack, 1965a, pl. 12, figs. 5–6; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 149, figs. 11–16; Fensome et al., 1993a, figs. 1–2, p. 1127.

Synonymie:

1965a *Leptodinium dispertitum* Cookson et Eisenack, p. 122–123, pl. 12, figs. 5–7.

1978 *Impagidinium dispertitum* (Cookson et Eisenack, 1965a) Stover et Evitt p. 165.

Dimension:

Longueur: 35–41µm

Largeur: 37–41µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; Ben Attaya: BAT6–BAT18; M'karcha: MK1–MK31.

Age: Bartonien–Holocène.

Impagidinium maculatum (Cookson et Eisenack, 1961b) Stover et Evitt, 1978

(Pl. 1; Fig. 14, 15)

Holotype: Cookson et Eisenack, 1961b, pl. 2, figs. 5–6.

Synonymie:

1961b *Leptodinium maculatum* Cookson et Eisenack, p. 40, pl. 2, figs. 5–6.

1978 *Impagidinium maculatum* (Cookson et Eisenack, 1961b) Stover et Evitt, p. 166.

Dimension:

Longueur: 40–51µm

Largeur: 38–50µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS2–TS10; M'karcha: MK1–MK31.

Age: Paléocène–Miocène.

Impagidinium margaritiferum (Cookson et Eisenack, 1960a) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Cookson et Eisenack, 1960a, pl. 2, fig. 1; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 54, fig. 6.

Synonymie:

1961b *Leptodinium maculatum* Cookson et Eisenack, p. 40, pl. 2, figs. 5–6.

1978 *Impagidinium margaritiferum* (Cookson et Eisenack, 1960a) Stover et Evitt p. 166.

Dimension:

Diamètre: 53–62µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS3–TS10.

Age: Campanien–Miocène.

Impagidinium patulum (Wall, 1967) Stover et Evitt, 1978

(Pl. 2; Fig. 9, 10)

Holotype: Wall, 1967, pl. 14, fig. 20; pl. 15, figs. 1–2.

Synonymie:

1967 *Leptodinium patulum* Wall, p. 105–106, pl. 14, fig. 20; pl. 15, figs. 1–4; text-fig. 4.

1978 *Impagidinium patulum* (Wall, 1967) Stover et Evitt p. 166.

Dimension:

Largeur: 90–94µm

Longueur: 95–98µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Ben Attaya: BAT2–BAT17.

Age: Maastrichtien–Holocène.

Impagidinium simplicium (Cookson et Eisenack, 1961b) Stover et Evitt, 1978

(Pl. 1; Fig. 17, 18)

Holotype: Cookson et Eisenack, 1961b, pl. 2, figs. 3–4; text-figs. 1e–f; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 54, figs. 1–5.

Synonymie:

1961b *Rottnestia simplicia* Cookson et Eisenack, p. 42, pl. 2, figs. 3–4; text-figs. 1e–f.

1969 *Psaliogonyaulax simplicia* (Cookson et Eisenack, 1961b) Sarjeant, p. 15.

1978 *Impagidinium simplicium* (Cookson et Eisenack, 1961b) Stover et Evitt p. 166.

Dimension:

Longueur: 42–56 µm

Largeur: 36–50µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS3–TS8; M’karcha: MK6–MK30.

Age: Bartonien–Rupélien.

Impagidinium velorum Bujak, 1984

Holotype: Bujak, 1984, pl. 2, fig. 13; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 58, fig. 10.

Synonymie:

1948 *Impagidinium velorum* Bujak, p. 187–188, pl. 2, figs. 13–16.

Dimension:

Diamètre: 32–50µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: M’karcha: MK28.

Age: Bartonien–Pléistocène.

Genre ISABELIDINIUM Lentin et Williams, 1977a

Description:

Kystes proximate, aplati dorsoventralement, circumcavat à bicavate. La surface est généralement non tabulée à faiblement tabulée. Le périarchéopyle intercalaire de type I(2a) avec un opercule libre ou attaché postérieurement; la plaque 2a est isodeltaform à iso-omégaforme. L’endoarchéopyle similaire ou impliquant les trois plaques intercalaires de type I(1a + 2a + 3a).

Espèce type: *Isabelidinium korojonense* (Cookson et Eisenack, 1958) Lentin et Williams, 1977a.

Isabelidinium pellucidum (Deflandre et Cookson, 1955) Lentin et Williams, 1977a

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 4, fig. 3; Cookson et Eisenack, 1958, pl. 4, fig. 9; Stover, 1974, pl. 1, figs. 7a–b.

Synonymie:

1955 *Deflandrea bakeri* forma *pellucida* Deflandre et Cookson, p. 251, pl. 4, fig. 3.

1958 *Deflandrea pellucida* (Deflandre et Cookson, 1955) Cookson et Eisenack, p. 27.

1976 *Isabelia pellucida* (Deflandre et Cookson, 1955) Lentin et Williams, p. 58.

1977a *Isabelidinium pellucidum* (Deflandre et Cookson, 1955) Lentin et Williams, p. 168.

1981 *Alterbia pellucida* (Deflandre et Cookson, 1955) Yun Hyesu, p. 64.

1985 *Isabelidinium pellucidum* (Deflandre et Cookson, 1955) Lentin et Williams, p. 201.

Dimension:

Longueur: 67–80µm

Largeur: 42–53µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS3–TS10; Ben Attaya: BAT2–BAT15; M'karcha: MK1–MK29.

Age: Aptien–Rupélien.

Genre *KALLOSPHAERIDIUM* de Coninck, 1969

Description:

Kyste proximate, subsphérique, sans processus. La paroi est composé d'un endophragm et d'un périphragm ou autophragmatique indifférencié, ornementé de traits de relief faible à modéré. L'archéopyle est apical. de type (4AI) avec un opercule attaché.

Espèce type: *Kallosphaeridium brevibarbatum* de Coninck, 1969

Kallosphaeridium biornatum Stover, 1977

(Pl. 6, Fig. 10)

Holotype: Stover, 1977, pl. 1, figs. 9–10.

Synonymie:

1977 *Kallosphaeridium biornatum* Stover, p. 73–74, pl. 1, figs. 9–10.

Dimension:

Longueur: 57–60µm

Largeur: 51–59µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT19.

Age: Campanien–Miocène.

Kallosphaeridium nigeriense Jan du Chêne et al., 1985a

Holotype: Jan du Chêne et al., 1985a, pl. 4, figs. 1–3.

Synonymie:

1985a *Kallosphaeridium nigeriense* Jan du Chêne et al., p. 12, pl. 4, figs. 1–13.

Dimension:

Longueur: 64–73µm

Largeur: 40–50µm

Longueur des processus: 3–6µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: M’karcha: MK30–MK31.

Age: Salendien–Rupélien.

Kallosphaeridium yorubaense Jan du Chêne et Adediran, 1985

Holotype: Jan du Chêne et Adediran, 1985, pl. 6, figs. 11–12.

Synonymie:

1985 *Kallosphaeridium yorubaense* Jan du Chêne et Adediran, p. 22–23, pl. 6, figs. 7–12; pl. 7, figs. 7–10, pl. 10; figs. 1–4; text-fig. 7.

Dimension:

Longueur: 63–67µm

Largeur: 42–50µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS4; M’karcha: MK21.

Age: Maastrichtien–Rupélien.

Genre *KENLEYIA* Cookson et Eisenack, 1965b

Description:

Kyste, apparemment non tabulée, de forme ovale à presque circulaire, généralement divisée en parties égales par une ceinture plus ou moins clairement définie et comportant deux saillies pleines à l’apex et à l’antapex. La paroi consiste en une membrane interne mince et homogène, une autre externe de largeur et de structure variables, qui sont accolées. Les saillies apicales et antapicales, ainsi que celles indiquant la position latérale de la ceinture, lorsqu’elles sont évidentes, sont dérivées de cette membrane. L’archéopyle est grand, précingulaire de type P(3’’).

Espèce type: *Kenleyia pachycerata* Cookson et Eisenack, 1965b.

Kenleyia lophophora Cookson et Eisenack 1965b

Holotype: Cookson et Eisenack, 1965b, pl. 17, fig. 8.

Synonymie:

1965b *Kenleyia lophophora* Cookson et Eisenack, p. 136–137, pl. 17, figs. 7–10.

Dimension:

Longueur: 70–81µm

Largeur: 55–64µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS1.

Age: Maastrichtien–Ypresien.

Kenleyia nuda De Coninck, 1969

(Pl. 8, Fig. 12)

Holotype: de Coninck, 1969, pl. 13, figs. 24–25.

Synonymie:

1969 *Kenleyia nuda*? De Coninck, p. 45–46, pl. 13, figs. 24–25.

1988 *Kenleyia nuda* (De Coninck, 1969) Brinkhuis et Leereveld, p. 17.

Dimension:

Diamètre: 65µm

Longueur de la corne apicale: 16–20µm

Longueur de la corne antapicale: 12–15µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Ben Attaya: BAT8.

Age: Campanien–Maastrichtien.

Genre *LEJEUNECYSTA* Artzner et Dörhöfer, 1978

Description:

Kyste périдиноïde avec une compression dorso-ventrale. L'épikyste et l'hypokyste sont approximativement égaux. L'apex est arrondi ou prolongé pour former une petite bosse distincte. La paroi consiste en autophragme. L'antapex doit présenter des cornes égales, symétriques, petites, pointues et solides. La tabulation n'est indiquée que par l'archéopyle et du acingulum. Un cingulum plan ou très légèrement hélicoïdal est délimité par des plis une

empreinte peu profonde. Le pli est distal entier et peut être continu ou partiel. Le sulcus est marqué par une dépression creuse. L'archéopyle est intercalaire de type I2a et il est situé de façon symétrique sur la ligne médiane. Il s'étend presque jusqu'au cingulum.

Espèce type: *Lejeunecysta hyalina* (Gerlach, 1961) Artzner et Dörhöfer, 1978.

Lejeunecysta beninensis Biffi et Grignani, 1983

(Pl. 9, Fig. 13)

Holotype: Biffi et Grignani, 1983, pl. 2, fig. 5.

Synonymie:

1983 *Lejeunecysta beninensis* Biffi et Grignani, p. 128–130, pl. 2, figs. 4–5,8; text-fig. 2A

Dimension:

Longueur: 46–50µm

Largeur: 41–49µm

Longueur de la corne apicale: 4–6µm

Longueur de la corne antapicale: 5–7µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS3–TS11; M'karcha: MK7–MK27.

Age: Danien–Miocène.

Lejeunecysta communis Biffi et Grignani, 1983

(Pl. 9, Fig. 15)

Holotype: Biffi et Grignani, 1983, pl. 1, fig. 5.

Synonymie:

1983 *Lejeunecysta communis* Biffi et Grignani, p. 130–132, pl. 1, figs. 4–7; text-fig. 2C.

Dimension:

Longueur: 34–40µm

Largeur: 30–38µm

Longueur de la corne apicale: 3–5µm

Longueur de la corne antapicale: 4–8µm

Occurrence: Ben Attaya: BAT11; M'karcha: MK26.

Age: Danien–Pleistocène.

Lejeunecysta fallax (Morgenroth, 1966b) Artzner et Dörhöfer, 1978

Holotype: Morgenroth, 1966b, pl. 1, fig. 6.

Synonymie:

1966b *Lejeunia fallax* Morgenroth, p. 2–3, pl. 1, figs. 6–7.

1978 *Lejeunecysta fallax* (Morgenroth, 1966b) Artzner et Dörhöfer, p. 1381.

Dimension:

Longueur: 35–40µm

Largeur: 30–43µm

Longueur la corne apicale: 10–12µm

Longueur des cornes antapicales: 10–13µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: M’karcha: MK1–MK31.

Age: Coniacien–Quaternaire .

Lejeunecysta globosa Biffi et Grignani, 1983

(Pl. 9, Fig. 14)

Holotype: Biffi et Grignani, 1983, pl. 2, fig. 6.

Synonymie:

1983 *Lejeunecysta globosa* Biffi et Grignani, p. 132–134, pl. 2, figs. 6–7,10; text-fig. 2E.

Dimension:

Longueur: 45–50µm

Largeur: 48–53µm

Longueur de la corne apicale: 3–6µm

Longueur des cornes antapicales: 5–9µm

Nombre de spécimens mesurés: 7

Occurrence: M’karcha: MK1–MK28

Age: Maastrichtien–Quaternaire

Lejeunecysta granosa Biffi et Grignani, 1983

Holotype: Biffi et Grignani, 1983, pl. 4, fig. 2.

Synonymie:

1983 *Lejeunecysta granosa* Biffi et Grignani, p. 134, pl. 4, figs. 1–2; text-fig. 2D.

Dimension:

Longueur: 34–43µm

Largeur: 39–50µm

Longueur de la corne apicale: 6–8µm

Longueur des cornes antapicales: 10–13µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: M'karcha: MK16.

Age: Priabonien–Messinien.

Lejeunecysta hyalina (Gerlach, 1961) Artzner et Dörhöfer, 1978

Holotype: Gerlach, 1961, pl. 26, figs. 10–11.

Synonymie:

1961 *Lejeunia hyalina* Gerlach, p. 169–171, pl. 26, figs. 10–11.

1978 *Lejeunecysta hyalina* (Gerlach, 1961) Artzner et Dörhöfer, p. 1381.

Dimension:

Longueur: 45–53µm

Largeur: 45–50µm

Longueur de la corne apicale: 3–5µm

Longueur de la corne antapicale: 6–8µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Tsoul: TS6; Ben Attaya: BAT8.

Age: Campanien–Pléistocène.

Lejeunecysta lata Biffi et Grignani, 1983

(Pl. 9, Fig. 16)

Holotype: Biffi et Grignani, 1983, pl. 3, fig. 2; text-fig. 2G.

Synonymie:

1983 *Lejeunecysta lata* Biffi et Grignani, p. 134–136, pl. 3, figs. 1–2,4; text-fig. 2G.

Dimension:

Longueur: 60–73µm

Largeur: 92–102µm

Longueur de la corne apicale: 3–5µm

Longueur des cornes antapicales: 6–7µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT8–BAT19.

Age: Eocène–Miocène.

Genre *LENTINIA* Bujak et al., 1980

Description:

Kyste péridinoïde (deflandroïde) proximate et Cornucavate avec des cornes antapicales plus ou moins symétrique.. Archéopyle intercalaire, de type I2a.

Espèce type: *Lentinia serrata* Bujak et al., 1980.

Lentinia serrata Bujak et al., 1980

(Pl. 9, Fig. 4, 5)

Holotype: Holotype: Bujak et al., 1980, pl. 18, figs. 7–9; text-figs. 18A–F; Fensome et al., 1995, figs. 1–7 — p. 1783.

Synonymie:

1980 *Lentinia serrata* Bujak et al., p. 71–72, pl. 18, figs. 7–12; text-figs. 18A–F, 19.

Dimension:

Longueur: 35–40µm

Largeur: 33–38µm

Longueur de la corne apicale: 10–12µm

Longueur des cornes antapicales: 7–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS4–TS10; Ben Attaya: BAT4–BAT19.

Age: Bartonien–Rupélien.

Lentinia wetzeili (Morgenroth, 1966a) Bujak in Bujak et al., 1980

Holotype: Morgenroth, 1966a, pl. 1, figs. 4–5.

Synonymie:

1966a *Deflandrea wetzelii* Morgenroth, p. 9, pl. 1, figs. 4–5.

1980 *Lentinia wetzeili* (Morgenroth, 1966a) Bujak in Bujak et al., p. 72.

Dimension:

Longueur: 38–43µm

Largeur: 42–50µm

Longueur de la corne apicale: 10–12µm

Longueur des cornes antapicales: 3–6µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS4; Ben Attaya: BAT11–BAT19; M'karcha: MK12–MK28.

Age: Paléocène–Oligocène.

Genre *LINGULODINIUM* Wall, 1967

Description:

Kyste sphérique proximochorate à chorate à ovoïde, possédant un grand archéopyle précingulaire, formé par la perte de trois, quatre ou cinq plaque précingulaires.. La paroi de test est microgranulaire à microréticulée et ornementé de nombreuses processus intratabulaires creux.

Espèce type: *Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre et Cookson, 1955) Wall, 1967.

Lingulodinium machaerophorum (Deflandre et Cookson, 1955) Wall, 1967

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl.9, fig.4.

Synonymie:

1955 *Hystrichosphaeridium machaerophorum* Deflandre et Cookson, p. 274, pl. 9, figs. 4,8.

1961 *Baltisphaeridium machaerophorum* (Deflandre et Cookson, 1955) Appendix A

Gerlach, p. 191–192.

1966 *Cleistosphaeridium machaerophorum* (Deflandre et Cookson, 1955) Davey et al., p. 170.

1967 *Lingulodinium machaerophorum* (Deflandre et Cookson, 1955) Wall, p. 109.

Dimension:

Diamètre: 40–52µm

Longueur des processus: 12–16µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS3–TS11; Ben Attaya: BAT1–BAT19; M'karcha: MK1–MK31.

Age: Trias–Actuel.

Lingulodinium solarum (Drugg, 1970b) Wall et Dale in Wall et al., 1973

Holotype: Drugg, 1970b, text–figs. 16A–C.

Synonymie:

1970b *Operculodinium solarum* Drugg, p. 819; text-figs. 16A–C.

1973 *Lingulodinium solarum* (Drugg, 1970b) Wall et Dale in Wall et al., p. 24.

Dimension:

Diamètre: 50–63µm

Longueur des processus: 3–5µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: M’karcha: MK4–MK28.

Age: Lutétien–Quaternaire.

Genre *LOPHOCYSTA* Manum, 1979**Description:**

Kystes dinofagellés avec tabulation gonyaulacoïde apparente. L’archéopyle pentagonal est précingulaire. Face dorsale avec processus discrets dans les positions gonales.

Espèce type: *Lophocysta sulcolimbata* Manum, 1979

Lophocysta sulcolimbata Manum, 1979

Holotype: Manum, 1979, pl. 1, figs. 4–6; text-figs. 1A–B; Fensome et al., 1995, figs. 1–3, 9, p. 1811.

Synonymie:

1979 *Lophocysta sulcolimbata* Manum, p. 238, 240–242, pl. 1, figs. 1–11; text-figs. 1A–E.

Dimension:

Diamètre: 51–63µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Ben Attaya: BAT15.

Age: Priabonien–Miocène.

Genre *MANUMIELLA* Bujak et Davies, 1983**Description:**

Kyste circumcavate (rarement bicavate). Périkyste rhomboïdal à ovoïdal allongé. Epikyste et hypokyste de tailles un peu près égaux. L’epiperikyst est large et arrondi (parfois avec extrémité apicale émoussée à concave) à triangulaire avec un apex pointu. Une saillie apicale

peut exister. La base de la corne peut être étroite et distincte, ou peut être large et se fond dans le kyste proprement dit. L'ypokyste est de forme semblable à celle de l'épikyste, sauf que la corne antapical est plus court que la corne apicale, et que l'antapex peut parfois avoir deux cornes antapicales courtes, largement arrondis avec une concavité médiale. Le périphragme plus ou moins grossièrement granulaire. L'endokyste large, sphérique-ovoïde en forme de cœur, souvent pliée ou aplatie. L'endophragme mince, laevigate. La tabulation est indiquée uniquement par un archéopyle intercalaire deltaforme (type Ia/Ia), et occasionnellement par un faible cingulum et/ou sulcus.

Espèce type: *Manumiella seelandica* (Lange, 1969) Bujak et Davies, 1983.

Manumiella seelandica (Lange, 1969) Bujak et Davies, 1983

Holotype: Lange, 1969, pl. 3, fig. 3; Fensome et al., 1995, fig. 2, p. 1773.

Synonymie:

1969 *Broomea seelandica* Lange, p. 113–114, pi. 2, fig. 10, pi. 3, fig. 3.

1973 *Deflandrea druggii* (Lange 1969) Stover, p. 171, pi. 1, figs. 3a, b, 4.

1976 *Isabella seelandica* (Lange 1969) Lentin et Williams, p. 58.

1976 *Isabella druggii* (Lange 1969) Lentin et Williams, p. 58.

1977 *Isabelidinium seelandicum* (Lange 1969) Lentin et Williams, p. 168.

1977 *Isabelidinium druggii* (Lange 1969) Lentin et Williams, p. 168.

1983 *Manumiella seelandica* (Lange 1969) Bujak et Davies, p. 161, pi. 7, fig. 12.

Dimension:

Longueur: 90–105µm

Largeur: 80–93µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS5–TS10.

Age: Crétacé–Oligocène.

Genre *MEIOUROGONYAULAX* Sarjeant, 1966b

Description:

Kyste proximate, sphérisue, ellipsoïdal, avec la tabulation de type gonyaulacoïde: 4', 0–Ia, 6'', 6c, 5–6'', 0–1p, I'''''. Le cingulum est fortement ou faiblement hélicoïdal. La suture se présente sous la forme de petites crêtes lisses, denticulées ou épineuses; perforées ou non. La hauteur des crêtes est toujours inférieure à 1/4 de la largeur du kyste. La surface lisse,

granuleuse, ponctuée ou réticulée. L'archéopyle apicale est formé par la perte des plaques apicales.

Espèce type: *Meiourogonyaulax valensii* Sarjeant, 1966b.

Meiourogonyaulax* sp. cf. *acanthosphaera (Sarjeant, 1961a) Sarjeant, 1976c

Holotype: Sarjeant, 1961a, pl. 13, fig. 14; text-fig. 4; Sarjeant, 1976c, pl. 5, figs. 2,4.

Synonymie:

1961a *Gonyaulax acanthosphaera* Appendix B Sarjeant, p. 94–95, pl. 13, fig. 14; text-fig. 4

1966b *Acanthogonyaulax acanthosphaera* (Sarjeant, 1961a) Sarjeant, p. 132.

1968 *Acanthaulax acanthosphaera* (Sarjeant, 1961a) Sarjeant, p. 227.

1976c *Meiourogonyaulax acanthosphaera* (Sarjeant, 1961a) Sarjeant, p. 12.

1977b *Lithodinia acanthosphaera* (Sarjeant, 1961a) Lentin et Williams, p. 100.

2001d *Meiourogonyaulax acanthosphaera* (Sarjeant, 1961a) Riding et Helby p. 81, 83.

Dimension:

Diamètre: 67–80µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: M'karcha: MK2–MK23.

Age: Oxfordien–Tithonien.

Genre *MELITASPHAERIDIUM* Harland et Hill, 1979

Description:

Petits kystes sphériques avec une tabulation, déduite de l'agencement des processus: pr, 4', 6", 0–6c, 6"', lp, 1'''. Les processus cingulaires peuvent être présents ou non. Périphragme et endophragme distincts et étroitement imbriqués, seul le périphragme constitue les processus tabulaires creux à extrémités distales ouvertes. Archéopyle précingulaire, éventuellement agrandi, formé par la perte d'une seule plaque, ?3".

Espèce type: *Melitasphaeridium choanophorum* Harland et Hill, 1979.

Melitasphaeridium asterium (Eaton, 1976) Bujak et al., 1980

(Pl. 6, Fig. 5)

Holotype: Eaton, 1976, pl. 11, figs. 7–8; Bujak et al., 1980, pl. 2, fig. 3.

Synonymie:

1976 *Hystrichosphaeridium asterium* Eaton, p. 273, pl. 11, figs. 7–10.

1980 *Melitasphaeridium asterium* (Eaton, 1976) Bujak et al., p. 30.

Dimension:

Diamètre: 52–61µm

Longueur des processus: 16–20µm

Nombre de spécimens mesurés: 7

Occurrence: Tsoul: TS8–TS10; M’karcha: MK18–MK26.

Age: Thanétien–Miocène.

Melitasphaeridium pseudorecurvatum (Morgenroth, 1966a) Bujak et al., 1980

(Pl. 6, Fig. 1, 2)

Holotype: Morgenroth, 1966a, pl. 8, fig. 5.

Synonymie:

1966a *Hystrichosphaeridium pseudorecurvatum* Morgenroth, p. 30–31, pl. 8, figs. 5–6.

1978 *Operculodinium pseudorecurvatum* (Morgenroth, 1966a) Stover et Evitt, p. 179.

1980 *Melitasphaeridium pseudorecurvatum* (Morgenroth, 1966a) Bujak et al., p. 30.

Dimension:

Diamètre: 23–32µm

Longueur des processus: 8–15µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: M’karcha: MK4–MK30.

Age: Maastrichtien–Priabonien.

Genre: *MEMBRANOPHORIDIUM* Gerlach, 1961

Description:

Kyste proximate, lenticulaire, avec corne apicale et des marges antapicales asymétriquement arrondie à bilobé. Marginocavate, à cavation plus ou moins continue le long des marges latérales deux protrusions antapicales. Archaeopyle apicale, de formule A (1–4).

Espèce type: *Membranophoridium aspinatum* Gerlach, 1961.

Membranophoridium aspinatum Gerlach, 1961

(Pl. 8, Fig. 8, 9)

Holotype: Gerlach, 1961, pl. 29, fig. 7.

Synonymie:

1961 *Membranophoridium aspinatum* Gerlach, p. 199–201, pl. 29, figs. 7–8.

1963 *Chiropteridium aspinatum* (Gerlach, 1961) Brosius, p. 48.

1993a *Membranophoridium aspinatum* (Gerlach, 1961) Fensome et al., fig. 1, p. 945.

Dimension:

Longueur: 60–81µm

Largeur: 53–60µm

Longueur des processus: 7–10µm

Longueur des cornes antapicales: 10–25µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS1–TS9; M’karcha: MK29

Age: Bartonien–Pliocène

Genre *MENDICODINIUM* Morgenroth, 1970

Description:

Kyste dinoflagellé acavate, ellipsoïde à subsphérique et applati dorso-ventralement. Autophragme d'épaisseur variable, lisse, microréticulé, réticulé ou orné d'éléments positifs non tabulaires. L'ornementation est de bas relief et peut comprendre des microscabres, des scabres, des microgranules, des granules, des verrues ou des épines courtes. Tabulation indiquée uniquement par un cingulum lévogyre, des sutures de sulcus et d'archéopyle. Archeopyle épikystal.

Espèce type: *Mendicodinium reticulatum* Morgenroth, 1970

Mendicodinium brunneum Bucefalo Palliani et al., 1997a

Holotype: Bucefalo Palliani et al., 1997a, pl. 2, fig. 2.

Synonymie:

1997a *Mendicodinium brunneum* Bucefalo Palliani et al., p. 110, pl. 2, figs. 1–4; pl. 3, fig. 5; text-fig. 2.

Dimension:

Diamètre: 30–34µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS11

Age: Domerian–Toarcian

Genre *MICRODINIUM* Cookson et Eisenack, 1960a

Description:

Kyste proximate, proximochorate, acavate à cavate, sphéroïdal, ovoïdal à ellipsoïdal ou polyédrique; dans la plupart des cas, l'épikyste est légèrement plus petit que l'hypokyste. La paroi du kyste est composée d'un endophragme et d'un périphragme lisses ou ornés. La tabulation est de type gonyaulacoïde partiforme et correspond à la formule suivante: 4', 4a, 6''–7'', 6c–7c, 6'''–7''', 1–5s; la plaque sulcale postérieure est la plus large et souvent omégaforme. Cette tabulation est indiquée par des reliefs suturaux qui s'expriment le plus souvent par des crêtes solides ou creuses, perforées, lisses ou distalement denticulées, épineuses ou gratinées à grumeleuses; ou bien par des sillons suturaux dépourvus d'ornementation. L'archéopyle est apical-intercalaire de type (tAtl)a avec un opercule adné ventralement et le plus souvent sur as; l'opercule est composé généralement de 9 petites plaques dont 1 préapicale, 4 apicales et 4 intercalaires antérieures.

Espèce type: *Microdinium ornatum* Cookson et Eisenack, 1960a.

Microdinium reticulatum Vozzhennikova, 1967

(Pl. 1; Fig. 8,9)

Holotype: Vozzhennikova, 1967, pl. 37, fig. 2; Lentin et Vozzhennikova, 1990, text-fig. 62.

Synonymie:

1967 *Microdinium reticulatum* Vozzhennikova, p. 96–97, pl. 37, figs. 2–5.

1978 *Microdinium reticulatum?* Vozzhennikova, 1967) Stover et Evitt p. 66.

1990 *Microdinium reticulatum* (Vozzhennikova, 1967) Lentin et Vozzhennikova, p. 107.

Dimension:

Longueur: 33–46µm

Largeur: 38–46µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT8–BAT14; M'karcha: MK1–MK29.

Age: Aptien–Miocène.

Microdinium setosum Sarjeant, 1966b

Holotype: Sarjeant, 1966b, pl. 16, figs. 9–10.

Synonymie:

1966 *Microdinium setosum* Sarjeant, p. 151, pl. 16, figs. 9–10; text-fig. 39.

1987b *Phanerodinium setosum* (Sarjeant, 1966) Below, p. 38.

1989 *Microdinium setosum* (Sarjeant, 1966) Lentin et Williams, p. 245–246.

Dimension:

Diamètre: 48–53µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS4.

Age: Crétacé–Bartonien.

Genre *MINISPHAERIDIUM* Fensome et al., 2009

Description:

Petit kyste acavate, généralement proximochorate à chorate avec un corps central sphéroïdal. Les processus sont apparemment tabulaire, parfois interconnectés par des membranes. L'archéopyle est apical.

Espèce type: *Minisphaeridium latirictum* (Davey et Williams, 1966b) Fensome et al., 2009.

Minisphaeridium latirictum (Davey et Williams, 1966b) Fensome et al., 2009

Holotype: Davey et Williams, 1966b, pl. 10, fig. 8; Bujak et al., 1980, pl. 8, figs. 4–5.

Synonymie:

1966b *Hystrichosphaeridium latirictum* Davey et Williams, p. 66–67, pl. 10, fig. 8.

2009 *Minisphaeridium minimum* (Davey et Williams, 1966b) Fensome et al., p. 44.

2009 *Cordosphaeridium minimum* (Morgenroth, 1966a,) Benedek, 1972 - Fensome et al., 2009.

Dimension:

Diamètre: 53–77µm

Longueur des processus: 30–35µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT13–BAT19.

Age: Maastrichtien–Pliocène .

Genre *MURATODINIUM* Drugg 1970b

Description

Kyste gonyaulacoïde subsphérique et tabulé avec des projections apicales et antapicales. L'autophragme fibreux et tabulation indiquée par des septes suturales. L'archéopyle est formé par le détachement de la plaque précingulaire 3''.

Espèce type: *Muratodinium fimbriatum* (Cookson et Eisenack, 1967b) Drugg, 1970b.

Muratodinium fimbriatum (Cookson et Eisenack, 1967b) Drugg, 1970b

(Pl. 7, Fig. 9, 10)

Holotype: Cookson et Eisenack, 1967b, pl. 40, fig. 3.

Synonymie:

1967b *Kenleyia fimbriata* Cookson et Eisenack, p. 252, pl. 40, figs. 1–7.

1970b *Muratodinium fimbriatum* (Cookson et Eisenack, 1967b) Drugg, p. 818–819.

Dimension:

Diamètre: 55–63µm

Longueur des processus: 12–20µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; M'karcha: MK1–MK30.

Age: Maastrichtien–Oligocène.

Genre *NELSONIELLA* Cookson et Eisenack, 1960a

Description:

Kyste subsphérique, épicaulé avec, un épikyste et un hypokyste distinctement différenciés, et le corps central remplit complètement l'hypokyste. . L'épikyste est sculpté de différentes manières et peut ne pas comporter de corne apicale. L'archéopyle est intercalaire de type I2a.

Espèce type: *Nelsoniella aceras* Cookson et Eisenack, 1960a.

Nelsoniella tuberculata Cookson et Eisenack, 1960a

Holotype: Cookson et Eisenack, 1960a, pl. 1, fig. 14.

Synonymie:

1960a *Nelsoniella tuberculata* Cookson et Eisenack, p. 4, pl. 1, fig. 14.

Dimension:

Largeur: 72–80µm

Longueur: 70–75µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS10.

Age: Cénomaniens–Maastrichtien.

Genre *NEMATOSPHAEROPSIS* Deflandre et Cookson, 1955

Description:

Kyste chorate à proximochorate avec une forme sphérique légèrement allongé, le corps central lisse ou ornementée portant des processus reliés distalement par des paires des trabécules penitabular. Une ou deux couches de la paroi peuvent être présents. Les processus gonaux sont distalement trifurqués et les processus intergonaux sont bifurqués. Un type de trabécules penitabulaires est caractéristique de chaque espèce. La tabulation est gonyaulacoidale (3–4', 5–6'', 6c, 5–6''', 1P, 1'''''). L'archéopyle est precingular de type P(3'') est formée par la perte de la plaque 3''.

Espèce type: *Nematosphaeropsis balcombiana* Deflandre et Cookson, 1955.

Nematosphaeropsis reticulensis (Pastiels, 1948) Sarjeant, 1986

Holotype: Pastiels, 1948, pl. 5, fig. 10.

Synonymie:

1948 *Cannosphaeropsis reticulensis* Pastiels, p. 49, pl. 5, figs. 7–10.

1969 *Adnatosphaeridium reticulense* (Pastiels, 1948) de Coninck, p. 40.

1986 *Nematosphaeropsis reticulensis* (Pastiels, 1948) Sarjeant, p. 9.

Dimension:

Longueur: 71–82µm

Largeur: 54–61µm

Longueur des processus: 18–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: M'karcha: MK7–MK30.

Age: Paléocène–Pliocène.

Nematosphaeropsis sp. A

(Pl. 3; Fig. 1, 2)

Dimension:

Diamètre: 65µm

Longueur des processus: 17 µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Remarque: l'espèce granulée et de grande taille.

Occurrence: M'karcha: MK1–MK31.

Genre *ODONTOCHITINA* Deflandre, 1937b

Description:

Kyste généralement proximate, avec de très longues cornes – une apicale, une antapicale et une latérale droite (postcingulaire) – qui sont généralement simples mais peuvent être ramifiées. Cornucavate, endokyte ovoïde à ellipsoïdal et ne s'étendant pas dans les cornes. Il est généralement non tabulé, avec une faible ornementation. L'archéopyle est apical.

Espèce type: *Odontochitina operculata* (Wetzel, 1933a) Deflandre et Cookson, 1955.

Odontochitina costata Alberti, 1961

Holotype: Alberti, 1961, pl. 6, fig. 12.

1961 *Odontochitina costata* sp. nov., Alberti, p. 31, pl. 6, fig. 10–13.

1962b *Odontochitina striatoperforata* Alberti, 1961) Cookson et Eisenack, p. 490, pl. 3, fig. 14–19.

1967 *Odontochitina costata* (Alberti, 1961) Clarke et Verdier, p. 58–59, pl. 13, fig. 4–6.

Dimension:

Longueur: 63–70µm

Largeur: 51–60µm

Longueur de la corne apicale: 100–120µm

Longueur des cornes antapicales: 27–41µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS3–TS8; Ben Attaya: BAT19; M'karcha: MK2–MK29.

Age: Crétacé–Pléistocène.

Genre *OLIGOSPHAERIDIUM* Davey et Williams, 1966b

Description:

Kyste chorate, dont le corps central est de forme subsphérique. La paroi est composée d'un endophragme et d'un périphragme fréquemment lisse, parfois perforé au niveau des processus. Le périphragme développe des processus tubulaires, creux et intratabulaires (un par plaque). Ils s'évasent distalement avec des formes variées. La paroi est entière ou fenestrée, à bord distal verticillé épineux ou crénelé. La disposition des processus reflète une tabulation gonyaulacoïde: 4', 6", Oc, 5–6"', 1p, 1"', 0–3s. Le cingulum est typiquement dépourvu de processus. Le sulcus est parfois indiqué par la présence d'un ou plusieurs processus, souvent plus petits que les autres. L'archéopyle est apical, de type (tA).

Espèce type: *Oligosphaeridium complex* (White, 1842) Davey et Williams, 1966b.

Oligosphaeridium complex (White 1842) Davey et Williams 1966b

Holotype: White, 1842, pl. 4, fig. 11.

Synonymie:

1842 *Xanthidium tubiferum* var. *complex* Appendix A White, p. 39, pl. 4, fig. 11.

1848 *Xanthidium complex* (White 1842) Appendix A Bronn, p. 1375.

1946b *Hystrichosphaeridium complex* (White, 1842) Deflandre, p. 111.

1966b *Oligosphaeridium complex* (White, 1842) Davey et Williams, p. 71–74.

Dimension:

Diamètre: 35–46µm

Longueur des processus: 23–30µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS6–TS11; BAT11–BAT18; M'karcha: MK25–MK30.

Age: Trias–Pléistocène.

Oligosphaeridium granulatum He Chengquan, 1991

Holotype: He Chengquan, 1991, pl. 26, fig. 17.

Synonymie:

1991 *Oligosphaeridium granulatum* He Chengquan, p. 132–133, pl. 26, fig. 17.

Dimension:

Diamètre: 59µm

Longueur des processus: 30µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS10.

Age: Albien.

***Oligosphaeridium diluculum* Davey, 1982b**

Holotype: Davey, 1982b, pl. 2, figs. 1–2; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 58, figs. 1–3.

Synonymie:

1982 *Oligosphaeridium diluculum* Davey, p. 14–15, pl. 2, figs. 1–5.

Dimension:

Diamètre: 57–65µm

Longueur des processus: 27–36µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Ben Attaya: BAT14–BAT15.

Age: Oxfordien–Cénomani.

Genre *OPERCULODINIUM* Wall, 1967

Description:

Kyste chorate, acavate avec corps central sphéroïdal à rarement ovoïdal. Les processus sont non tabulaires, généralement solides, de taille et de forme généralement uniformes. L'autophragme est microréticulé. L'archéopyle est precingular, de formule P(3 ").

Espèce type: *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre et Cookson, 1955) Wall, 1967.

***Operculodinium centrocarpum* (Deflandre et Cookson, 1955) Wall, 1967**

(Pl. 1; Fig. 22)

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 8, figs. 3–4; Matsuoka et al., 1997, pl. 1, figs. 1–6.

Synonymie:

1955 *Hystriosphæridium centrocarpum* Deflandre et Cookson, p. 272–273, pl. 8, figs. 3–4.

1961 *Baltisphaeridium centrocarpum* Appendix A (Deflandre et Cookson, 1955) Gerlach, p. 192–193.

1965 *Cordosphaeridium centrocarpum* (Deflandre et Cookson, 1955) de Coninck, p. 33.

1966a *Cordosphaeridium tiara* subsp. *centrocarpum* (Deflandre et Cookson, 1955) Morgenroth, p. 26.

1967 *Operculodinium centrocarpum* (Deflandre et Cookson 1955) Wall, p. 111.

Dimension:

Longueur: 39–50µm

Largeur: 40–51µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; Ben Attaya: BBAT6–BAT19; M’karcha: MK3–MK31.

Age: Barrémien–Holocène.

***Operculodinium divergens* (Eisenack, 1954b) Stover et Evitt, 1978**

(Pl. 3, Fig. 4–6)

Holotype: Eisenack, 1954b, pl. 9, fig. 14.

Synonymie:

1954b *Hystrichosphaeridium divergens* Eisenack, p. 67, pl. 9, figs. 13–16.

1963 *Baltisphaeridium divergens* Appendix A (Eisenack, 1954b) Downie et Sarjeant, p. 91.

1963b *Cordosphaeridium divergens* (Eisenack, 1954b) Eisenack, p. 262.

1978 *Operculodinium divergens* (Eisenack, 1954b) Stover et Evitt, p. 178.

Dimension:

Diamètre: 71–83µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS5; Ben Attaya: BAT1–BAT14.

Age: Bartonien–Rupélien.

***Operculodinium israelianum* (Rossignol, 1962) Wall, 1967**

Holotype: Rossignol, 1962, pl. 2, fig. 3.

Synonymie:

1962 *Hystrichosphaeridium israelianum* Rossignol, p. 132, pl. 2, fig. 3.

1965 *Baltisphaeridium israelianum* Appendix A (Rossignol, 1962) Downie et Sarjeant, p. 91.

1966 *Cleistosphaeridium israelianum* (Rossignol, 1962) Davey et al., p. 170.

1967 *Operculodinium israelianum* (Rossignol, 1962) Wall, p. 111.

Dimension:

Diamètre: 56–60µm

Longueur des processus: 18–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Ben Attaya: BAT6–BAT19.

Age: Maastrichtien–Holocène.

Operculodinium microtriainum (Klumpp, 1953) Islam, 1983a

Holotype: Klumpp, 1953, pl. 17, figs. 6–7; Sarjeant, 1981, pl. 2, figs. 1–2; text-fig. 2.

Synonymie:

1953 *Hystriosphæridium microtriainum* Klumpp, p. 390, pl. 17, figs. 6–7.

1963b *Cordosphaeridium microtriainum* (Klumpp, 1953) Eisenack, p. 263.

1963b *Cordosphaeridium microtriainum* (Klumpp, 1953) Eisenack, p. 263.

1979 *Polysphaeridium microtriainum* (Klumpp, 1953) Kar, p. 33.

1981 *Achomosphaera microtriaina* (Klumpp, 1953) Sarjeant, p. 110–112.

1983a *Operculodinium microtriainum* (Klumpp, 1953) Islam, p. 241.

Dimension:

Diamètre: 60–82µm

Longueur des processus: 20–23µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Ben Attaya: BAT8–BAT19; M’karcha: MK1–MK30.

Age: Maastrichtien–Pliocène.

Operculodinium nanaconulum Islam, 1983a

(Pl. 1, Fig. 20, 21)

Holotype: Islam, 1983a, pl. 3, figs. 12–13.

Synonymie:

1983a *Operculodinium nanaconulum* Islam, p. 241–242, pl. 3, figs. 12–14.

Dimension:

Diamètre: 25–34µm

Nombre de spécimens mesurés: 7

Occurrence: Tsoul: TS1–TS10; M’karcha: MK1–MK28.

Age: Thanétien–Lutétien.

Operculodinium placitum Drugg et Loeblich Jr., 1967

Holotype: Drugg et Loeblich Jr., 1967, pl. 1, figs. 11a–b.

Synonymie:

1967 *Operculodinium placitum* Drugg et Loeblich Jr., p. 186, pl. 1, figs. 9–10, 11a–b; text-fig. 4.

Dimension:

Diamètre: 29–36µm

Longueur des espèces: 2–4µm

Nombre de spécimens mesurés: 9

Occurrence: Tsoul: TS1–TS9; M’karcha: MK1–MK31.

Age: Thanétien–Miocène.

Genre *PALAEOCYSTODINIUM* Alberti, 1961**Description:**

Kyste péridinoïde (déflandroïde) de forme fusiforme, à cornes aiguës apicales et antapicales; les cornes sont généralement longues et il peut y avoir une corne antapicale accessoire. Il est typiquement cornucavate avec une surface lisse ou avec ornement généralement de faible relief. l'archéopyle est intercalaire, type I2a.

Espèce type: *Palaeocystodinium golzowense* Alberti, 1961.

Palaeocystodinium golzowense Alberti, 1961

(Pl. 5, Fig. 13)

Holotype: Alberti, 1961, pl. 7, fig. 12.

Synonymie:

1961 *Palaeocystodinium golzowense* Alberti, p. 20, pl. 7, figs. 10–12; pl. 12.

Dimension:

Longueur: 60–83µm

Largeur: 23–30µm

Longueur de la corne apicale: 16–20µm

Longueur de la corne antapicale: 22–27µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS3–TS11; Ben Attaya: BAT5–BAT19; M’karcha: MK9–MK31.

Age: Crétacé–Pléistocène.

Genre *PALAEOHYSTRICHOPHORA* Deflandre, 1935

Description:

Kystes péridinoïde, proximochorate à chorate, avec un corps fusiforme. Le périphragme comprend des processus non tabulaires délicats, généralement semblables à des cheveux. L'archéopyle n'est généralement pas apparent mais peut prendre la forme d'une scission dorsale dans l'épikyste.

Espèce type: *Palaeohystrichophora infusorioides* Deflandre, 1935.

Palaeohystrichophora infusorioides Deflandre, 1935

Holotype: Deflandre, 1934, fig. 8; Deflandre, 1935, pl. 8, fig. 4; Deflandre, 1936b, pl. 9, fig. 7.

Synonymie:

1935a *Palaeohystrichophora infusorioides* sp. nov. – Deflandre, p. 230–231, pl. 8, fig. 4.

1943 *Palaeohystrichophora paucisetosa* (Deflandre, 1935) Deflandre, p. 507–508, text-fig. 26.

Dimension:

Longueur: 20–29µm

Largeur: 30–37µm

Longueur de la corne apicale: 5–8µm

Longueur des cornes antapicales: 6–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT31; M'karcha: MK2–MK31.

Age: Tithonien–Pléistocène.

Palaeohystrichophora palaeoinfusa Fensome et al., 2009

Holotype: Fensome et al., 2009, pl. 8, fig. r.

Synonymie:

2009 *Palaeohystrichophora palaeoinfusa* Fensome et al., p. 51, pl. 8, figs. q–t.

Dimension:

Diamètre: 40–46µm

Longueur de la corne apicale: 5–7µm

Longueur des cornes antapicales: 4–6µm

Occurrence: Tsoul: TS4–TS11; Ben AttAya: BAT2–BAT17.

Age: Cénomanién.

Genre *PENTADINIUM* Gerlach, 1961

Description:

Kyste proximate, suturocavate, à endophragme subsphérique robuste et à oériphragme fin formant des plis suturaux exepté en aire sulcale. Ces plis soulignent la tabulation: 4', 6'', ?5–6c, 5''', 1p, 1'''''. Des processus gonaux sont présents chez certaines espèces. L'archéopyle est précingulaire, de type P (3''). L'endoarchéopyle est plus petit que le périarchéopyle.

Espèce type: *Pentadinium laticinctum* Gerlach, 1961.

Pentadinium circumsutum (Morgenroth, 1966b) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Morgenroth, 1966b, pl. 1, fig. 3.

Synonymie:

1966b *Pterodinium circumsutum* Morgenroth, p. 5, pl. 1, figs. 3–4.

1978 *Pentadinium circumsutum* (Morgenroth, 1966b) Stover et Evitt, p. 180.

Dimension:

Longueur: 64–70µm

Largeur: 63–74µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Ben Attaya: BAT11.

Age: Yprésien–Miocène.

Pentadinium goniferum Edwards, 1982

(Pl. 2; Fig. 13)

Holotype: Edwards, 1982, pl. 4, figs. 1–2, 4–5, 7–8; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 82, figs. 6–8, 11–12.

Synonymie:

1982 *Pentadinium goniferum* Edwards, p. 114, 116, pl. 4, figs. 1–9.

Dimension:

Longueur: 61–70µm

Largeur: 51–63µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Ben Attaya: BAT11–BAT17.

Age: Yprésien–Miocène.

***Pentadinium laticinctum* Gerlach, 1961**

Holotype: Gerlach, 1961, pl. 26, figs. 5–6; text-figs. 6–7; Benedek et al., 1982, text-figs. 3E–F; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 80, fig. 3.

Synonymie:

1961 *Pentadinium laticinctum* Gerlach, p. 165–166, pl. 26, figs. 5–6; text-figs. 6–7.

Dimension:

Longueur: 71–83µm

Largeur: 67–74µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS1–TS10; M’karcha: MK1–MK31.

Age: Jurassique–Pliocène.

***Pentadinium laticinctum* subsp. *laticinctum* Gerlach, 1961**

(Pl. 2; Fig. 5, 6)

Holotype: Gerlach, 1961, pl. 26, figs. 5–6; text-figs. 6–7; Benedek et al., 1982, text-figs. 3E–F; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 80, fig. 3.

Dimension:

Diamètre du corps central: 84–90µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Ben Attaya: BAT2–BBAT19.

Age: Jurassique–Pliocène.

***Pentadinium polypodum* Edwards, 1982**

(Pl. 2, Fig. 7, 8)

Holotype: Edwards, 1982, pl. 3, figs. 1–2, 4–5, 7.

Synonymie:

1982 *Pentadinium polypodum* Edwards, p. 113–114, pl. 3, figs. 1–12.

Dimension:

Longueur: 65–73µm

Largeur: 53–64µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Ben Attaya: BAT13.

Age: Pliocène–Miocène.

Genre *PETALODINIUM* Williams et al., 2015

Description:

Kyste péridinoïde avec une corne apicale réduite. Le contour dorsoventral de l'endokyste est circulaire à ovoïde. Le periphragme est mince, lisse ou orné de reliefs bas et généralement non tabulaires. L'endophragme d'épaisseur modérée, lisse ou ornée de bas reliefs. Le kyste est cornucavate, parfois circumcavate. On peut observer de faibles indications de tabulation, illustrées par l'alignement des ornements. L'archéopyle est intercalaire latipéliforme. L'endoarchéopyle peut être plus large ou plus petit que le periarchéopyle.

Espèce type: *Petalodinium condylos* (Williams et Downie, 1966b) Williams et al., 2015.

***Petalodinium* sp.** Williams et al., 2015

(Pl. 9, Fig. 20)

Holotype: Williams et al. (2015), pl. 3 figs. 2, 4.

Dimension:

Diamètre: 89µm

Longueur de la corne apicale: 15µm

Longueur des cornes antapicales: 20µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK26.

Age: Yprésien–Lutétien.

Genre *PHANERODINIUM* Deflandre, 1937a

Description:

Petit kyste proximale à proximochorate, acavate, de forme sphéroïdale, ovoïdale ou polyédrique avec un épikyste beaucoup plus petit que l'hypokyste. Seule la surface dorsale est pourvue de crêtes suturales qui sont basses ou relativement hautes, lisses, perforées ou denticulées à crenelées et éventuellement avec des processus gonaux aux points de leurs

jonctions. La tabulation: '?', 3– ?6", 2– ?6c, 3– ?6"', 0– 1p, 1'''. Il y a souvent 3 plaques précingulaires, 2 à 3 cingulaires, 3 à 4 postcingulaires. Le cingulum segmenté ou non est indiqué par des crêtes suturales parallèles. L'archéopyle est précingulaire de type P (1 seule plaque ?3") avec un opercule libre, il correspond à la plaque précingulaire médiane qui est souvent située à droite d'une ligne longitudinale médiane.

Espèce type: *Phanerodinium cayeuxii* Deflandre, 1936b.

***Phanerodinium septatum* Slimani, 1994**

Holotype: Slimani, 1994, pl. 7, figs. 13–14, 39–41.

Synonymie:

1994 *Phanerodinium septatum* Slimani, p. 47–48, pl. 7, figs. 13–14, 39–43.

Dimension:

Diamètre: 57–60µm

Longueur des processus: 10–12µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Ben Attaya: BAT5.

Age: Campanien–Maastrichtien.

Genre *PHELODINIUM* Stover et Evitt, 1978

Description:

Kyste proximate, typiquement cornucavate, péridinoïde comprimé, avec une corne apicale et deux cornes antapicales courtes à longue. La tabulation est généralement indiquée seulement par un cingulum et un archéopyle intercalaire latéral.

Espèce type: *Phelodinium pentagonale* (Corradini, 1973) Stover et Evitt, 1978.

***Phelodinium magnificum* (Stanley, 1965) Stover et Evitt, 1978**

(Pl. 9, Fig. 10)

Holotype: Stanley, 1965, pl. 20, figs. 4–6.

Synonymie:

1933a *Peridinium* cf. *crassipesforma altum* O. Wetzel, p. 163, pl. 2, fig. 8–9.

1965 *Deflandrea magnifica* sp. nov. – Stanley, p. 218–219, pl. 20, fig. 1–6.

1976 *Leujeunia magnifica* (Stanley, 1965) comb. nov.– Lentin et Williams, p. 71 , pl. 10, fig. 15.

1977 *Senegalinium magnificum* (Stanley, 1965) comb. nov. - Harland, p. 188, pl. 25, fig. 2.

1978 *Lejeunecysta magnifica* (Stanley, 1965) Artzner et Dörhöfer, p.1381.

1978 *Phelodinium magnificum* (Stanley, 1965) comb. nov.- Stover et Evitt, p. 118.

Dimension:

Largueur: 45–63µm

Longueur: 37–59µm

Longueur de la corne apicale: 5–7µm

Longueur des cornes antapicales: 10–12µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS10; Ben Attaya: BAT2–BAT19; M’karcha: MK1–MK30.

Age: Sénonien–Bartonien.

***Phelodinium tricuspe* (Wetzel, 1933a) Stover et Evitt, 1978**

Holotype: Wetzel, 1933a, pl. 2, fig. 14; Lejeune–Carpentier, 1942, fig. 21; Lejeune–Carpentier et Sarjeant, 1981, pl. 6, fig. 5.

Synonymie:

1933a *Peridinium tricuspis* Wetzel, p. 166, pl. 2, fig. 14.

1963 *Leujeunia tricuspis* (0. Wetzel, 1933) Gorka, p. 40–41, pl. 5, fig. 1–3.

1970 *Astrocysta tricuspis* (0. Wetzel, 1933) Davey, p. 360.

1977 *Senegalinium tricuspis* (0. wetzel, 1933) Harland, p. 188.

1978 *Lejeunecysta tricuspis* Artzner et Dörhöfer, p.1381–1382.

1978 *Phelodinium tricuspe* (0. wetzel, 1933) Stover et Evitt, p. 118.

Dimmension:

Longueur: 53–60µm

Largeur: 36–40µm

Longueur de la corne apicale: 10–12µm

Longueur des cornes antapicales: 8–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Ben Attaya: BAT15–BAT19.

Age: Sénonien–Paléocène.

Genre *PHTHANOPERIDINIUM* Drugg et Loeblich Jr., 1967

Description:

Kyste proximate de forme ovoidal, avec une projection apicale courte. Tabulation: 4', 3a, 7'', 5''', 2'''''. L'archéopyle est formé par le détachement de la plaque intercalaire 2a. Les sutures sont delimité par des basses rides, crêtes ou des lignes d'épines.

Espèce type: *Phthanoperidinium amoenum* Drugg et Loeblich Jr., 1967.

Phthanoperidinium alectrolophum Eaton, 1976

(Pl. 9, Fig. 2)

Holotype: Eaton, 1976, pl. 17, fig. 11; Bujak et al., 1980, pl. 5, fig. 9.

Synonymie:

1967 *Phthanoperidinium alectrolophum* Eaton, p. 295,298, pl. 17, figs. 10–11; text–fig. 23A.

Dimension:

Longueur de la corne apicale: 5–7µm

Longueur: 48–53µm

Largeur: 34–40µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS4.

Age: Thanétien–Rupélien.

Phthanoperidinium comatum (Morgenroth, 1966b) Eisenack et Kjellström, 1972

(Pl. 9, Fig. 3)

Holotype: Morgenroth, 1966b, pl. 1, fig. 1.

Synonymie:

1966b *Peridinium comatum* Appendix B Morgenroth, p. 1, pl. 1, figs. 1–2.

1972 *Phthanoperidinium comatum* (Morgenroth, 1966b) Eisenack et Kjellström, p. 907.

Dimension:

Longueur: 50–62µm

Largeur: 46–59µm

Longueur de la corne apicale: 6–9µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Ben Attaya: BAT13–BAT17.

Age: Yprésien–Pléistocène.

Phthanoperidinium geminatum Bujak in Bujak et al., 1980

Holotype: Bujak et al., 1980, pl. 19, figs. 9–11.

Synonymie:

1980 *Phthanoperidinium geminatum* Bujak et al., p. 72, 74, pl. 19, figs. 8–12; text-figs. 20D, 22A.

Dimension:

Longueur: 33–41 µm

Largeur: 38–40 µm

Longueur de la corne apicale: 5 µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: M'karcha: MK4–MK29.

Age: Yprésien–Chattien.

Phthanoperidinium cf. levimurum Bujak et al., 1980

Holotype: Bujak et al., 1980, pl. 19, fig. 13.

Synonymie:

1980 *Phthanoperidinium levimurum* Bujak et al., p. 74, pl. 19, figs. 13–16; text-figs. 20E, 22B.

Dimension:

Longueur: 33–43 µm

Largeur: 33–43 µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS1.

Age: Yprésien–Oligocène.

Phthanoperidinium stockmansii (De Coninck, 1975) Lentin et Williams, 1977b

(Pl. 9, Fig. 1)

Holotype: de Coninck, 1975, pl. 17, figs. 26–27.

Synonymie:

1975 *Peridinium stockmansii* Appendix B de Coninck, p. 97–98, pl. 17, figs. 18–37.

1977b *Phthanoperidinium stockmansii* (De Coninck, 1975) Lentin et Williams, p. 131.

Dimension:

Longueur: 33–47µm

Largeur: 31–46µm

Longueur des processus: 2–4µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS8; Ben Attaya: BAT14; M'karcha: MK6–MK29.

Age: Yprésien–Priabonien.

Genre *POLYSPHAERIDIUM* Davey et Williams, 1966b

Description:

Kyste chorate, le corps central est subsphérique à ovoïde portant de nombreuses proesses toutes similaires (entre 2 et 4 processus par plaque). Ces processus sont creux ouvert ou fermé distalement. la cavité des processus ne se connecte pas à l'intérieur du corps central. L'archéopyle est apicale avec des marges angulaires.

Espèce type: *Polysphaeridium subtile* Davey et Williams, 1966b.

Polysphaeridium biformum Islam, 1983b

(Pl. 4, Fig. 3, 4)

Holotype: Islam, 1983b, pl. 4, fig. 6.

Synonymie:

1983b *Polysphaeridium biformum* Islam, p. 342–343, pl. 4, figs. 3, 6.

Dimension:

Diamètre: 36–47µm

Longueur des processus: 13–21µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; M'karcha: MK1–MK31.

Age: Lutétien–Bartonien.

Polysphaeridium subtile Davey et Williams, 1966b

(Pl. 4, Fig. 1, 2)

Holotype: Davey et Williams, 1966b, pl. 11, fig. 1; Bujak et al., 1980, pl. 3, figs. 9,12.

Synonymie:

1966b *Polysphaeridium subtile* Davey et Williams, p. 92, pl. 11, fig. 1

1980 *Polysphaeridium subtile* (Davey et Williams 1966) Bujak et al., 1980), p. 34.

Dimension:

Diamètre: 25–30µm

Longueur des processus: 10–12

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; M’karcha: MK1–MK28

Age: Albien–Pliocène

Genre *PTERODINIUM* Eisenack, 1958a

Description:

Kyste proximochorate, de forme subsphérique à polyédrique. Le kyste est orné par des septes suturaux relativement hauts à crête lisse ou finement ornementé, qui soulignent une tabulation de type gonyaulacoïde. Les aires intratabulaires sont généralement lisses finement ornementées. L’archéopyle est précingulaire de type P (3’’).

Espèce type: *Pterodinium aliferum* Eisenack, 1958a.

Pterodinium ayachensis Guédé et al., 2014

Holotype: Guédé et al., 2014, figs. 6A–D.

Synonymie:

2014 *Pterodinium ayachensis* Guédé et al., p. 298, figs. 6A–P.

Dimension:

Diamètre: 54–61

Diamètre des processus: 7–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Ben Attaya: BAT13–BAT14.

Age: Maastrichtien.

Pterodinium cingulatum (Wetzel 1933b) Below, 1981a

(Pl. 1, Fig. 16)

Holotype: Wetzel, 1933b, pl. 4, fig. 10.

Synonymie:

- 1933a *Cymatiosphaera cingulata* sp. nov. - O. Wetzel, p. 28, pl. 4, fig. 10.
- 1954 *Hystrichosphaera cingulata* (Wetzel, 1933) comb. nov.- DEFLANDRE, p. 258.
- 1958 *Cymatiosphaera pterota* sp. nov. (Wetzel 1933b) Cookson et Eisenack, p. 50, pl. 11.
- 1966a *Hystrichosphaera crassimurata* sp. nov. (Wetzel 1933b) Davey et Williams, p. 39, pl. 1, fig. 11.
- 1967 *Hystrichosphaera cingulata* var. *cingulata* var. nov. (Wetzel 1933b) Clarke et Verdier, p. 45, pl. 8, fig. 9–10.
- 1971 *Spiniferites cingulatus* (Wetzel, 1933) comb. nov. var. *cingulatus* - Davey et Verdier, p. 32.
- 1973 *Spiniferites cingulatus* subsp. *cingulatus* (Wetzel, 1933) stat. nov. - Lentin et Williams, p. 127.
- 1981a *Pterodinium cingulatum* (Wetzel, 1933) comb. nov.- Below, p. 144.

Dimension:

Longueur: 55–63µm

Largeur: 48–60µm

Longueur de la corne apicale: 6–8µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS8–TS10.

Age: Tithonien–Holocène.

***Pterodinium* sp cf. *Pentadidium polypodum* Edwards 1982**

Dimension:

Longueur: 80–97 µm

Largeur: 64–72 µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS4–TS10; Ben Attaya: BAT6–BAT11; M'karcha: MK1–MK26.

Genre *PYXIDINOPSIS* Habib, 1976

Description:

Kyste proximate. Le contour en vues latérale, dorsale et ventrale est ovale à elliptique. Les zones polaires sont plus longues que larges. Le périphragme et l'endophragme sont accolés. Le cingulum le sulcus sont absents. L'archéopyle est grand et presingulaire, formé par moins d'une plaque unique (type P). La texture du périphragme est variable.

Espèce type: *Pyxidinopsis challengerensis* Habib, 1976, p. 382, pl. 1, figs. 1a–b; pl. 3, figs. 1–2.

Pyxidinopsis ardonensis Jan du Chêne, 1988

Holotype: Jan du Chêne, 1988, pl. 14, figs. 1–3.

Synonymie:

1988 *Pyxidinopsis ardonensis* Jan du Chêne, p. 164, pl. 14, figs. 1–9.

Dimension:

Diamètre: 34µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Ben Attaya: BAT18.

Age: Danien–Saleendien.

Pyxidinopsis elliptica Biffi et Manum, 1988

Holotype: Biffi et Manum, 1988, pl. 14, fig. 7.

Synonymie:

1988 *Pyxidinopsis elliptica* Biffi et Manum, p. 210, pl. 14, figs. 6–8.

Dimension:

Diamètre: 35µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS3.

Age: Oligocène–Miocène.

Genre *RHOMBODINIUM* Gocht, 1955

Description:

Kyste peridinoïde cornucavate à étroitement circumcavate avec un contour rhomboïdal. Les cornes sont développées de manière variable. Le contour dorso-ventral de l'endokyste est ovoïde.. Le periphragme est généralement mince, lisse ou orné de bas reliefs. L'endophragme d'épaisseur variable est lisse à granulé. La tabulation est généralement non exprimée sauf par l'archéopyle et le cingulum. Le cingulum est délimité par des plis ou un épaissement sur le périkyste. Le sulcus n'est pas clairement défini.

Espèce type: *Rhombodinium draco* Gocht, 1955.

Rhombodinium irtyschense (Alberti, 1961) Williams et al., 2015

Holotype: Alberti, 1961, pl. 1, fig. 12.

Synonymie:

1961 *Wetzelietta irtyschensis* Alberti, p. 8, pl. 1, figs. 11–12; pl. 12, fig. 8.

2015 *Rhombodinium irtyschense* (Alberti, 1961) Williams et al., p. 311.

Dimension:

Longueur: 73–80µm

Largeur: 91–105µm

Longueur de la corne apicale: 20µm

Longueur de la corne antapicale: 21µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: M’karcha: MK16–MK31.

Age: Priabonien.

Rhombodinium perforatum (Jan du Chêne et Châteauneuf, 1975) Lentin et Williams, 1977b
(Pl. 10, Fig. 6)

Holotype: Jan du Chêne et Châteauneuf, 1975, pl. 1, figs. 8–9.

Synonymie:

1975 *Wetzelietta perforata* Jan du Chêne et Châteauneuf, p. 30–31, pl. 1, figs. 8–14; pl. 3, figs. 7–10.

1977b *Rhombodinium perforatum* (Jan du Chêne et Châteauneuf, 1975) Lentin et Williams, p. 139.

Dimension:

Largeur: 67–81µm

Longueur: 85–94µm

Longueur des cornes antapicales: 16–12µm

Longueur de la corne apicale: 11–13µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Ben Attaya: BAT15; M’karcha: MK4–MK9.

Age: Bartonien–Rupélien.

Rhombodinium spinula (Bujak, 1979) Williams et al., 2015

Holotype: Bujak, 1979, pl. 2, figs. 3–5; Bujak et al., 1980, pl. 15, fig. 6.

Synonymie:

1979 *Gochtodinium spinula* Bujak, p. 313, pl. 2, figs. 3–9; text–fig. 8E.

1989 *Wetziella spinula* (Bujak, 1979) Lentin et Vozzhennikova, p. 228.

2015 *Rhombodinium spinula* (Bujak, 1979) Williams et al., p. 311.

Dimension:

Diamètre: 79–85µm

Longueur de la corne apicale: 11–15µm

Longueur de la corne antapicale: 10–20µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: M’karcha: MK26–MK30.

Age: Lutétien–Miocène.

Genre *RICULACYSTA* Stover, 1977

Description:

Kyste chorate, dont le corps central est de forme subsphérique. La paroi est formée d'un autophragme ponctué à réticulé qui développe des processus pleins, généralement isolés s'élevant des aires dorsa-latérales, latérales et ventrolatérales. Les aires centrales ventrale et dorsale en sont typiquement dépourvues. Les processus ventro-latéraux sont plus longs que les processus dorsa-latéraux et latéraux. Les processus sont tous liés distalement par un ectophragme membraneux irrégulièrement fenestré ou par un dense réseau de trabécules. L'ectophragme n'est pas développé dans la partie dorsale de la surface ventrale. Il est accolé à l'autophragme en aire centrale dorsale. La tabulation n'est indiquée que par les sutures de l'archéopyle et la trace du cingulum. Certains processus pourraient avoir une position intratabulaire. L'archéopyle est apical de type (tA).

Espèce type: *Riculacysta perforata* Stover, 1977.

Riculacysta perforata Stover, 1977

Holotype: Stover, 1977, pl. 2, figs. 22–24; Fensome et al., 1995, figs. 1–3, p. 1651.

Synonymie:

1977 *Riculacysta perforata* Stover p. 77–78, pl. 2, figs. 22–31.

Dimension:

Diamètre: 76–79µm

Longueur des processus 26–32µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Tsoul: TS1; Ben Attaya: BAT19.

Age: Maastrichtien–Tortonien.

***Riculacysta shauka* Slimani et al., 2012**

Holotype: Slimani et al., 2012, fig. 7A–E.

Synonymie:

2012 *Riculacysta shauka* Slimani et al., p. 348–349, fig. 7A–I.

Dimension:

Diamètre: du corps central: 63µm

Longueur des épines: 6µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M’karcha: MK27–MK28.

Age: Maastrichtien–Thanetien.

Genre *SAMLANDIA* Eisenack, 1954b

Description:

Kyste subsphéroïdal à ellipsoïdal avec deux basses protrusions apicale et antapicale. Il est holocavate avec un ectophragme continu ou discontinu. L’autophragme forme des processus fibreux à lamellaires, des crêtes discontinues ou bien un réticulum, qui peuvent être partiellement couverts par l’ectophragme. La tabulation est indiquée par le cingulum et l’archéopyle. L’archéopyle est précingulaire de type P(3’’).

Espèce type: *Samlandia chlamydophora* Eisenack, 1954b.

***Samlandia chlamydophora* Eisenack, 1954b**

(Pl. 3, Fig. 7, 8)

Holotype: Eisenack, 1954b, pl. 11, fig. 12.

Synonymie:

1954b *Samlandia chlamydophora* Eisenack, p. 76, pl. 11, figs. 12–15.

Dimension:

Diamètre: 54–69

Longueur de la corne apicale: 8–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS1–TS10; M’karcha: MK24–MK28.

Age: Maastrichtien–Néogène.

Genre *SCHEMATOPHORA* Deflandre et Cookson, 1955

Description:

Kyste proximate à proximochorat, sphéroïdal. La surface est tabulée. La tabulation est de type gonyaulacoïde marquée par des crêtes pénitabulaires complètes ou incomplètes. L’archéopyle est apical, de formule A (1–4’).

Espèce type: *Schematophora speciosa* Deflandre et Cookson, 1955

Schematophora obscura Wilson, 1988

Holotype: Wilson, 1988, pl. 20, figs. 1a–b; Fensome et al., 1996, figs. 1–2, p. 2247;

Fauconnier et Masure, 2004, pl. 71, figs. 1–2.

Synonymie:

1988 *Schematophora obscura* Wilson, p. 29–30, pl. 20, figs. 1a–b, 2 a–b, 3a–b.

Dimension:

Diamètre: 54–68µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Tsoul: TS4–TS9.

Age: Maastrichtien–Oligocène.

Schematophora speciosa Deflandre et Cookson, 1955

(Pl. 6, Fig. 6, 7)

Holotype: Deflandre et Cookson, 1955, pl. 6, figs. 11–12.

Synonymie:

1955 *Schematophora speciosa* Deflandre et Cookson, p. 262–263, pl. 6, figs. 11–13; pl. 7, fig. 11.

Dimension:

Diamètre: 38–41µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Ben Attaya: BAT13–BAT14; M’karcha: MK24–MK29.

Age: Priabonien.

Genre *SELENOPEMPHIX* Benedek, 1972

Description:

Kyste circulaire à oval en vue polaire. L’apex est arrondi ou prolongé en corne apicale. L’antapex est arrondi ou prolongé en lobes ou cornes antapicales situés plus ou moins symétriquement. L'autophragme porte des granules, perforations ou épines. Lorsqu'elles sont présentes, les épines sont généralement solides et peuvent être restreintes au cingulum et aux cornes, ou peuvent être présentes sur tout l'autophragme. La tabulation est inconnue autre que dans les environs de l'archéopyle. Le cingulum semble être légèrement hélicoïdal, les marges étant indiquées par des crêtes ou des rangées d'ornements. Le sulcus est indiqué par une interruption du cingulum et aussi parfois par une dépression; il est plus large sur l’hypokystes que sur l’épikystes. L'archéopyle est intercalaire du fait du décollement partiel ou complet de la plaque intercalaire intérieure 2a (formule I2a). Il est situé asymétriquement par rapport à la ligne médiane et le degré de décalage variant selon les espèces.

Espèce type: *Selenopemphix nephroides* Benedek, 1972.

Selenopemphix kepton Harland et Pudsey, 2002

(Pl. 9, Fig. 12)

Holotype: Harland et Pudsey, 2002, pl. 5, figs. 1–2.

Synonymie:

2002 *Selenopemphix kepton* Harland et Pudsey, p. 275–278, pl. 3, figs. 1–6; pl. 5, figs. 1–8; text–fig. 4.

Dimension:

Longueur: 40µm

Largeur: 65µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK24–MK26.

Age: Miocène.

***Selenopemphix nephroides* Benedek, 1972**

(Pl. 9, Fig. 11)

Holotype: Benedek, 1972, pl. 11, fig. 13; Benedek et Sarjeant, 1981, fig. 8 (5–6); Head, 1993, fig. 20(1)2.

Synonymie:

1972 *Selenopemphix nephroides* Benedek, p. 47–48, pl. 11, fig. 13; pl. 16, figs. 1–4.

Dimension:

Diamètre: 28–39µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS3–TS10; M'karcha: MK1–MK30.

Age: Campanien–Holocène.

Genre *SENEGALINIUM* Jain et Millepied, 1973

Description:

Kyste péridinoïde avec une corne apicale et deux cornes antapicales d'une longueur approximativement égale. Il est généralement cornucavate, rarement circumcavate. L'épipericoel ne communique pas normalement avec l'extérieur. Le périphragme est lisse à granulé et peut être plissé en bas plis longitudinaux. L'endophragme est lisse ou faiblement orné. La tabulation est indiquée uniquement par l'archéopyle et le cingulum. L'archéopyle est intercalaire de type I2a. Le cingulum est indiqué par des plis ou des crêtes basses, transversales et équatoriales. Le sulcus peut être exprimé par une dépression sur l'hypokyste.

Espèce type: *Senegalinium bicavatum* Jain et Millepied, 1973.

***Senegalinium bicavatum* Jain et Millepied, 1973**

Holotype: Jain et Millepied, 1973, pl. 1, figs. 1–3; Fensome et al., 1993a, figs. 1–2, p. 975.

Synonymie:

1973 *Senegalinium bicavatum* Jain et Millepied, p. 23, pl. 1, figs. 1–4; text-fig. 1B.

1975 *Deflandrea bicavata* (Jain et Millepied, 1973) Herngreen, p. 61.

1976 *Alterbia bicavata* (Jain et Millepied, 1973) Lentin et Williams, p. 49.

1977b *Senegalinium bicavatum* (Jain et Millepied, 1973) Lentin et Williams, p. 144.

Dimension:

Largeur: 60–70µm

Longueur: 56–68µm

Longueur de la corne apicale: 6–9µm

Longueur des cornes antapicales: 5–8µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Ben Attaya: BAT2–BAT19.

Age: Coniacien–Oligocène.

Senegalinium iterlaaense Nøhr-Hansen et Heilmann-Clausen, 2001

Holotype: Nøhr-Hansen et Heilmann-Clausen, 2001, fig. 6 (1–3).

Synonymie:

2001 *Senegalinium iterlaaense* Nøhr-Hansen et Heilmann-Clausen, p. 164, 166–168, fig. 6 (1–6).

Dimension:

Largeur: 68–70µm

Longueur: 67–70µm

Longueur de la corne apicale: 3–5µm

Longueur des cornes antapicales: 3–4µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Ben Attaya: BAT14–BAT19.

Age: Danien–Salendien.

Senegalinium laevigatum (Malloy, 1972) Bujak et Davies, 1983

Holotype: Malloy, 1972, pl. 1, fig. 5.

Synonymie:

1972 *Deflandrea laevigata* Malloy, p. 64, pl. 1, figs. 1–7.

1976 *Lejeunia laevigata* (Malloy, 1972) Lentin et Williams, p. 71.

1977b *Andalusiella laevigata* (Malloy, 1972) Lentin et Williams, p. 8.

1980 *Lejeunecysta laevigata* (Malloy, 1972) Wilson et Clowes, p. 63

1983 *Senegalinium laevigatum* (Malloy, 1972) Bujak et Davies, p. 163.

Dimension:

Largeur: 60–63µm

Longueur: 46µm–51µm

Longueur de la corne apicale: 2–3µm

Longueur des cornes antapicales: 3–5µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Tsoul: TS4–TS9; Ben Attaya: BAT8–BAT19.

Age: Campanien–Danien.

Senegalinium microgranulatum (Stanley, 1965) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Stanley, 1965, pl. 19, figs. 4–5.

Synonymie:

1965 *Deflandrea microgranulata* Stanley, p. 219, pl. 19, figs. 4–6.

1976 *Alterbia microgranulata* (Stanley, 1965) Lentin et Williams, p. 49.

1978 *Senegalinium microgranulatum* (Stanley, 1965) Stover et Evitt, p. 123.

Dimension:

Largeur: 54–61µm

Longueur: 42–51µm

Longueur de la corne apicale: 6–8µm

Longueur des cornes antapicales: 3–5µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS1; Ben Attaya: BAT6–BAT19.

Age: Santonien–Danien.

Senegalinium microspinosum (Boltenhagen, 1977) Lentin et Williams, 1980

Holotype: Boltenhagen, 1977, pl. 17, figs. 1a–c.

Synonymie:

1977 *Deflandrea microspinosus* Boltenhagen, p. 98–99, pl. 17, figs. 1a–c, 2a–b.

1980 *Senegalinium microspinosum* (Stanley, 1965) Lentin et Williams, p. 41.

Dimension:

Longueur: 50–54µm

Largeur: 54–60µm

Longueur de la corne apicale: 5–9µm

Longueur des cornes antapicales: 4–8µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Ben Attaya: BAT6–BAT19.

Age: Campanien–Maastrichtien.

Senegalinium obscurum (Drugg, 1967) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Drugg, 1967, pl. 2, fig. 8.

Synonymie:

1967 *Deflandrea obscura* Drugg, p. 17, pl. 2, figs. 8–9; pl. 9, fig. 5.

1976 *Alterbia obscura* (Drugg, 1967) Lentin et Williams, p. 49.

1978 *Senegalinium obscurum* (Drugg, 1967) Stover et Evitt, p. 123.

Dimension:

Largeur: 58–64µm

Longueur: 53–65µm

Longueur de la corne apicale: 3–5µm

Longueur des cornes antapicales: 2–4µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Ben Attaya: BAT6–BAT19.

Age: Campanien–Bartonien.

Senegalinium cf. orei (Jan du Chêne et Adediran, 1985) Stover et Williams, 1987

Holotype: Jan du Chêne et Adediran, 1985, pl. 1, fig. 3.

Synonymie:

1985 *Lentinia orei* Jan du Chêne et Adediran, p. 29, pl. 1, figs. 2–4.

1987 *Senegalinium orei* (Jan du Chêne et Adediran, 1985) Stover et Williams, p. 148.

Dimension:

Longueur: 46µm

Largeur: 56µm

Longueur de la corne apicale: 4µm

Longueur des cornes antapicales: 3µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS10

Age: Paléocène–Yprésien

Genre *SENTUSIDINIUM* Sarjeant et Stover, 1978

Description:

Kyste proximate à proximochorate, dont le corps central est de subcirculaire à oval. La paroi est formée d'un autophragme orné de nombreux processus courts suturaux, ou pénitabulaires et intratabulaires. Les processus pleins ou creux sont des cônes, granules, tubercules ou bacules, parfois reliés les uns aux autres par leurs extrémités distales ou proximales. La tabulation est indiquée par les sutures principales et accessoires de l'archéopyle, parfois profondément développées entre les plaques précingulaires, et par la distribution des processus. L'archéopyle est apical de type (tA).

Espèce type: *Sentusidinium rioultii* (Sarjeant, 1968) Sarjeant et Stover, 1978.

***Sentusidinium biornatum* (Jiabo, 1978) He Chengquan et al., 1989**

Holotype: Jiabo, 1978, pl. 22, fig. 24.

Synonymie:

1978 *Tenua biornata* Jiabo, p. 52, pl. 22, figs. 21–29; pl. 23, figs. 1–4.

1981 *Kallosphaeridium biornatum* (Jiabo, 1978) Lentin et Williams, p. 160.

1981 *Kallosphaeridium biparatum* (Jiabo, 1978) Lentin et Williams, p. 160.

1985a *Batiacasphaera biornata* (Jiabo, 1978) Jan du Chêne et al., p. 15.

1989 *Sentusidinium biornatum* (Jiabo, 1978) He Chengquan et al., p. 67.

Dimension:

Diamètre du corps central: 55–64µm

Nombre de spécimens mesurés: 4

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT19; M'karcha: MK27–MK30.

Age: Bartonien–Oligocène.

***Sentusidinium sparsibarbatum* Erkmen et Sarjeant, 1980**

Holotype: Erkmen et Sarjeant, 1980, pl. 6, fig. 9; text-fig. 4a; Fauconnier et Masure, 2004, pl. 69, fig. 8; pl. 70, fig. 1.

Synonymie:

1980 *Sentusidinium sparsibarbatum* Erkmen et Sarjeant, p. 54–56, pl. 2, figs. 2–8; pl. 6, fig. 9; text-figs. 4a–c.

Dimension:

Diamètre: 45µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS9.

Age: Bajocien– Kimmeridgien.

Genre *SPINIDINIUM* Cookson et Eisenack, 1962b

Description:

Kyste péridinoïde (déflandroïde), proximate à proximochorate, circumcavate, bicavate ou cornucavate et allongés, avec une asymétrie antapicale faible à forte, le côté gauche étant plus large.. Le périphragme porte des épines acuminées, émoussées ou bifides, situées sur des sutures ou alignées parallèlement aux sutures et tendent à se concentrer vers l'extérieur des plaques. Il peut également y avoir des épines localisées au hasard, mais celles-ci sont secondaires. Le périarcheopyle implique une plaque 2a stenodeltaforme à isodeltaforme et peut également concerner la plaque 4 "avec la formule I2a ou (I2a P4").

Espèce type: *Spinidinium styloniferum* Cookson et Eisenack, 1962b

Spinidinium densispinatum Stanley, 1965

Holotype: Stanley, 1965, pl. 21, figs. 1–3.

Synonymie:

1965 *Spinidinium densispinatum* Stanley, p. 226–227, pl. 21, figs. 1–5.

2003 *Magallanesium densispinatum* (Stanley, 1965) Quattrocchio et Sarjeant, p. 140.

2009 *Spinidinium densispinatum* (Stanley, 1965) Sluijs et al., p. 47.

Dimension:

Largeur: 40µm

Longueur: 37µm

Longueur de la corne apicale: 5µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS7.

Age: Crétacé–Miocène.

Spinidinium echinoideum (Cookson et Eisenack, 1960a) Lentin et Williams, 1976

Holotype: Cookson et Eisenack, 1960a, pl. 1, figs. 5.

Synonymie:

1960a *Deflandrea echinoidea* Cookson et Eisenack, p. 2, pl. 1, figs. 5–6.

1976 *Spinidinium echinoideum* (Cookson et Eisenack, 1960a) Lentin et Williams, p. 64.

1978 *Vozzhennikovia echinoidea* (Cookson et Eisenack, 1960a) Stover et Evitt, p. 130.

2003 *Spinidinium echinoideum?* (Cookson et Eisenack, 1960a) Quattrocchio et Sarjeant, p. 136.

2009 *Spinidinium echinoideum* (Cookson et Eisenack, 1960a) Sluijs et al., p. 47.

Dimension:

Longueur: 28–31µm

Largeur: 31–34µm

Longueur de la corne apicale: 5–7µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Ben Attaya: BAT19

Age: Crétacé–Pléistocène

Spinidinium essoi Cookson et Eisenack, 1967a

(Pl. 9, Fig. 7)

Holotype: Cookson et Eisenack, 1967a, pl. 19, figs. 1–2.

Synonymie:

1967a *Spinidinium essoi* Cookson et Eisenack, p. 135, pl. 19, figs. 1–8.

2003 *Magallanesium essoi* (Cookson et Eisenack, 1967a) Quattrocchio et Sarjeant, p. 140.

2009 *Spinidinium essoi* (Cookson et Eisenack, 1967a) Sluijs et al., p. 47.

Dimension:

Longueur: 30–34µm

Largeur: 35–40µm

Longueur de la corne apicale: 5–8µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Tsoul: TS9; Ben Attaya: BAT19; M’karcha: MK4–MK28.

Age: Maastrichtien–Oligocène.

Genre *SPINIFERELLA* Stover et Hardenbol, 1994

Espèce type: *Spiniferella cornuta* (Davey et Williams, 1966a) Williams et al., 1998.

Spiniferella cornuta (Davey et Williams, 1966a) Williams et al., 1998

Holotype: Gerlach, 1961, pl. 27, figs. 10–12.

Synonymie:

1961 *Hystrichosphaera cornuta* Gerlach, p. 180, pl. 27, figs. 10–12.

1970 *Spiniferites cornutus* (Davey et Williams, 1966a) Sarjeant, p. 76.

1994 *Spiniferella cornuta* (Davey et Williams, 1966a) Stover et Hardenbol, p. 38.

Dimension:

Longueur: 34µm

Largeur: 43µm

Longueur des processus: 16µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS1–TS9.

Age: Campanien–Miocène.

Spiniferella cornuta* subsp. *laevimura (Davey et Williams, 1966a) Williams et al., 1998

Holotype: Davey et Williams, 1966a, pl. 4, fig. 5; Bujak et al., 1980, pl. 4, figs. 9,12.

Synonymie:

1966a *Hystrichosphaera cornuta* var. *laevimura* Davey et Williams, p. 44–45, pl. 4, fig. 5.

1973 *Spiniferites cornutus* subsp. *laevimurus* (Davey et Williams, 1966a) Lentin et Williams, p. 127.

1998 *Spiniferella cornuta* subsp. *laevimura* (Davey et Williams, 1966a) Williams et al., p. 566.

Dimension:

Longueur: 30µm

Largeur: 50µm

Longueur des processus: 11µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK2–MK30.

Age: Campanien–Miocène.

Genre *SPINIFERITES* Mantell, 1850

Description:

Kyste subsphérique. L'endophragme et le périphragme sont accolés, excepté au niveau des processus et septes et crêtes suturaux. Les processus intergonaux sont bifurqués et les processus gonaux sont trifurqués. La tabulation est de type gonyaulacoïde : 4', 6'', 6c, 5'''–6'', 1p, 1'''. L'archéopyle est précingulaire de type P(3'').

Espèce type: *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg, 1837b) Mantell 1854.

Spiniferites granulatus (Davey, 1969b) Lentin et Williams, 1973

Holotype: Davey, 1969b, pl. 1, figs. 4–7.

Synonymie:

1969b *Hystrichosphaera granulata* Davey, p. 4–5, pl. 1, fig. 4–7.

1973 *Spiniferites granulatus* (Davey, 1969b) Davey, 1969b Lentin et Williams, p. 128.

Dimension:

Diamètre: 45µm

Longueur des processus: 14µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK24.

Age: Aptien–Danien.

Spiniferites membranaceus (Rossignol, 1964) Sarjeant, 1970

Holotype: Rossignol, 1964, pl. 1, figs. 4, 9–10.

Synonymie:

1964 *Hystrichosphaera furcata* var. *membranacea* Rossignol, p. 86, pl. 1, figs. 4, 9–10; pl. 3, figs. 7, 12.

1966b *Hystrichosphaera ramosa* var. *membranacea* (Rossignol, 1964) Davey et Williams, p. 37.

1967 *Hystrichosphaera membranacea* (Rossignol, 1964) Wall, p. 102.

1970 *Spiniferites membranaceus* (Rossignol, 1964) Sarjeant, p. 76.

2003 *Gonyaulax membranacea* Appendix B (Rossignol, 1964) Ellegaard et al., p. 157.

2016 *Spiniferites membranaceus* (Rossignol, 1964) Head et al. p. 902–903.

Dimension:

Diamètre: 30–43µm

Longueur des processus: 10–16µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11.

Age: Yprésien–Pléistocène.

***Spiniferites pseudofurcatus* (Klumpp, 1953) Sarjeant, 1970**

Holotype: Klumpp, 1953, pl. 16, figs. 12,14; Sarjeant, 1981, pl. 3, figs. 1–2; text-fig. 2; Fensome et al., 1995, figs. 1–2, p. 1709.

Synonymie:

1953 *Hystrichokibotium pseudofurcatum* Klumpp, p. 388, pl. 16, figs. 12–14.

1969 *Hystrichosphaera pseudofurcata* (Klumpp, 1953) Gocht, p. 32.

1970 *Spiniferites pseudofurcatus* (Klumpp, 1953) Sarjeant, p. 76.

Dimension:

Diamètre: 25–34µm

Longueur des processus: 10–12µm

Longueur du processus antapical: 12–14µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: M’karcha: MK1–MK31.

Age: Barremien–Actuel.

***Spiniferites pseudofurcatus* subsp. *pseudofurcatus* Klumpp, 1953**

Holotype: Klumpp, 1953, pl. 16, figs. 12,14; Sarjeant, 1981, pl. 3, figs. 1–2; text-fig. 2; Fensome et al., 1995, figs. 1–2, p. 1709.

Synonymie:

1953 *Spiniferites pseudofurcatus* subsp. *pseudofurcatus* Klumpp, pl. 16, figs. 12,14.

Dimension:

Diamètre: 25–33µm

Longueur des processus: 10–13µm

Longueur du processus antapical: 14–17µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT19.

Age: Barremien–Actuel.

***Spiniferites ramosus* subsp. *granosus* (Davey et Williams, 1966a) Lentin et Williams, 1973**

Holotype: Davey et Williams, 1966a, pl. 4, fig. 9.

Synonymie:

1966a *Hystrichosphaera ramosa* var. *granosa* Davey et Williams, p. 35, pl. 4, fig. 9.

1973 *Spiniferites ramosus* var. *granosus* (Davey et Williams, 1966a) Corradini, p. 167.

1973 *Spiniferites ramosus* subsp. *granosus* (Davey et Williams, 1966a) Lentin et Williams, p. 130.

Dimension:

Diamètre: 25µm

Longueur des processus: 8µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Ben Attaya: BAT19.

Age: Hauterivien–Pléistocène.

Spiniferites ramosus* subsp. *ramosus (Ehrenberg, 1837b) Mantell, 1854

Holotype: Non désigné. Lectotype: Ehrenberg, 1838, pl. 1, fig. 5, désigné par Davey et Williams (1966, p. 32).

Synonymie:

1838 *Xanthidium ramosum* Ehrenberg, pl. 1, fig. 1, 2, 5.

1933 *Hystrichosphaera ramosa* (Ehrenberg, 1837b) O. Wetzel, p. 77, pl. 5, fig. 10–12, 18–19.

1854 *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg, 1837b) Mantell, p. 239.

1937b *Xanthidium ramosum* Appendix A (Ehrenberg, 1837b) Ehrenberg, pl. 1, fig. 15.

1937b *Hystrichosphaera ramosa* (Ehrenberg, 1837b) Deflandre, p. 64.

1966 *Hystrichosphaera ramosa* var. *ramosus* (Ehrenberg 1837b) O. Wetzel - Davey et Williams, p. 3, pl. 1, fig. 1–6; pl. 3, fig. 1, text-fig. 8.

1966a *Hystrichosphaera ramosa* var. *granosa* Davey et Williams, p. 35, pl. 4, fig. 9.

1970 *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg, 1837b) Sarjeant p. 75.

1973 *Spiniferites ramosus* var. *granosus* (Davey et Williams, 1966a) Corradini, p. 167.

1973 *Spiniferites ramosus* subsp. *granosus* (Davey et Williams, 1966a) Lentin et Williams, p. 130.

Dimension:

Diamètre: 36–42µm

Longueur des processus: 12–14µm

Nombre de spécimens mesurés: 10

Occurrence: Ben Attaya: BAT1–BAT19 ; Tsoul: TS1–TS11; M’karcha: MK1–MK31.

Age: Crétacé inférieur–Actuel.

Spiniferites twistringiensis (Maier, 1959) Fensome et al., 1990.

Holotype: Maier, 1959, pl. 30, fig. 3; Sarjeant, 1983, pl. 5, fig. 3.

Synonymie:

1959 *Galea twistringiensis* sp. nov. Maier, p. 308–309, pl. 30, figs. 3–4.

1964 *Baltisphaeridium twistringiense* (Maier, 1959) Sarjeant, p. 176.

1969 *Areoligera twistringiensis* (Maier, 1959) Davey et al., p. 15.

1990 *Spiniferites twistringiensis* (Maier, 1959) Fensome et al., p. 639.

Dimension:

Diamètre: 23–28µm

Longueur des processus: 8–12µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; M’karcha: MK10–MK31.

Age: Maastrichtien–Miocène.

Genre *STENODINIUM* Williams et al., 2015

Description:

Kyste cornucavate rhomboïdal, avec de longues cornes, en particulier la corne apicale; la corne antapicale droite est généralement réduite. Contour dorso-ventral du périkyste est ovoïde. Le periphragme est mince, orné de processus non tabulaires, distalement libre. L’endophragme peut être granulé. La tabulation n’est pas apparente, indiquée seulement par l’archéopyle.

Espèce type: *Stenodinium meckelfeldense* (Gocht, 1969) Williams et al., 2015.

Stenodinium meckelfeldense (Gocht, 1969) Williams et al., 2015

Holotype: Gocht, 1969, pl. 10, fig. 13.

Synonymie:

1969 *Wetzelietta meckelfeldensis* Gocht, 15_16, pl. 10, figs. 12–15.

2015 *Stenodinium meckelfeldense* (Gocht, 1969) Williams et al., p. 314.

Dimension:

Longueur: 75µm

Largeur: 92µm

Longueur de la corne apicale: 12µm

Longueur des cornes antapicales: 11µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS3.

Age: Yprésien.

Genre *STOVERACYSTA* Clowes, 1985

Description:

Kyste monocouche proximatee à proximochorate, de forme subsphérique, sans cornes et orné de crêtes ou septes suturales ou pénitabulaires délimitant une tabulation gonyaulacoïde: 4', 6'', x à 6c, 6'', lp, 1''', x à 4s.. La plaque 1''' est très petite, mal délimitée et étroitement associée au sulcus. Les plaques lp et ps sont grandes. La plaque antapicale est clairement hexagonale; elle est en contact avec les plaques lp, 3''' à 6''' et ps. L'archéopyle est apical de type tA.

Espèce type: *Stoveracysta kakanuiensis* Clowes, 1985.

Stoveracysta ornata (Cookson et Eisenack, 1965a) Clowes, 1985 (Pl. 6, Fig. 11–13)

Holotype: Cookson et Eisenack, 1965a, pl. 13, figs. 1–2.

Synonymie:

1965a *Eisenackia ornata* Cookson et Eisenack, p. 124, pl. 13, figs. 1–8.

1978 *Alisocysta ornata* (Cookson et Eisenack, 1965a) Stover et Evitt, p. 16.

1985 *Stoveracysta ornata* (Cookson et Eisenack, 1965a) Clowes, p. 34.

Dimension:

Largeur: 48–54µm

Longueur: 38–50µm

Nombre de spécimens mesurés: 5

Occurrence: Ben Attaya: BAT10–BAT19; M'karcha: MK8–MK17.

Age: Priabinien–Rupélien.

Stoveracysta sp. 2 Brinkhuis et Biffi (1993)

(Pl. 6, Fig. 14, 15)

Holotype: Brinkhuis et Biffi., 1993, Pl III, figs: 3, 11.12.

Dimension:

Diamètre: 45µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK22.

Age: Priabonien.

Genre *SUBTILISPHAERA* Jain et Millepied, 1973

Description:

Kystes proximate, circumcavate ou bicavate et de forme péridinioïde avec un antapex symétrique à asymétrique. La corne gauche étant plus grande dans ce dernier cas.. La surface est non tabulée sauf parfois la tabulation est indiquée par le cingulum. La périphragme est lisse ou orné par des reliefs bas. L'archéopyle n'est pas discernable.

Espèce type: *Subtilisphaera senegalensis* Jain et Millepied, 1973.

Subtilisphaera zawia Below, 1981a

Holotype: Below, 1981a, pl. 9, fig. 21; Fensome et al., 1991, fig. 1, p. 777.

Synonymie:

1981a *Subtilisphaera zawia* Below, p. 128–129, pl. 9, figs. 21–22; text-fig. 82.

Dimension:

Longueur: 30µm

Largeur: 39µm

Longueur de la corne apicale: 5µm

Longueur des cornes antapicales: 6–10µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Ben Attaya: BAT19.

Age: Crétacé–Cénomanien.

Genre *TALLADINIUM* Fensome et al., 2009

Description:

Kyste cornucavate à circoncavate à contour dorso-ventral du périkyst rhomboïdal. Les cornes sont généralement développées; la corne antapicale droite réduite ou absente. Le contour dorso-ventral de l'endokyste est rhomboïdal. Le périphragme est mince, avec des processus pénitabulaires ou intratabulaires qui forment des grappes; processus reliés unis

distalement par un ectophragme. Les processus sont absents de la marge vers le cingulum. L'endophragme est mince, lisse à granulaire. Pericoels.. La tabulation. est en partie à complètement délimitée par les processus et l'ectophragme. L'archéopyle est intercalaire Soleiforme. L'opercule du periarchéopyle est attaché à la marge antérieure. L'opercule de l'endoarchéopyle est attaché à la marge antérieure, de la même taille que le périopercule. Le cingulum est délimité par une seule rangée de processus reliés distalement par des des rubans membraneux d'ectophragm qui forment des complexes linéaires. Le sulcus est délimité par trois à quatre complexes de processus.

Espèce type: *Talladinium wulagenense* (Mao Shaozhi et Norris, 1988) Fensome et al., 2009.

***Talladinium* sp.** Williams et al., 2015

Holotype: Williams et al., 2015, Pl. 4, Fig. 12–13.

Synonymie:

2015 *Talladinium* sp. Williams et al., Pl. 4, Fig. 12–13.

Dimension:

Longueur: 90µm

Largeur: 80µm

Longueur des processus: 6µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: M'karcha: MK18.

Genre *TECTATODINIUM* Wall, 1967

Description:

Kyste sphériques à ovoïde sans projections apicale et antapicale ou autres formes de projections. La paroi L'endophragme est fin et le périphragme est plus épais et moins compacte que l'endophragme. L'archéopyle est précingulaire formé par la perte d'une plaque.

Espèce type: *Tectatodinium pellitum* Wall, 1967.

Tectatodinium pellitum Wall, 1967

(Pl. 1, Fig. 6, 7)

Holotype: Wall, 1967, pl. 16, fig. 12; Head, 1994a, pl. 1, figs. 1–9.

Synonymie:

1967 *Tectatodinium pellitum* Wall, 113, pl. 16, figs. 11–12.

Dimension:

Largeur: 38–43µm

Longueur: 40–47µm

Nombre de spécimens mesurés: 1

Occurrence: Tsoul: TS1–TS11; Ben Attaya: BAT2–BAT19; M'karcha: MK12–MK31.

Age: Maastrichtien–Holocène.

Genre *THALASSIPHORA* Eisenack et Gocht, 1960

Description:

Kyst cavate. Le corps central est sphérique à ellipsoïdal. Le périkyste est ellipsoïdal et porte occasionnellement une petite corne apicale. Le périphragme et l'endophragme sont accolés dorsalement mais séparés ailleurs. Le périphragme est interrompu par une large ouverture ventrale. La tabulation est indiquée par l'archépyle et également parfois par des reliefs suturaux 4', 1a, 5'', 4c, 5''', 1p, 1'''''. L'archéopyle est précingulaire de type P(3'').

Espèce type: *Thalassiphora pelagica* (Eisenack, 1954b) Eisenack et Gocht, 1960.

Thalassiphora patula (Williams et Downie, 1966c) Stover et Evitt, 1978

Holotype: Williams et Downie, 1966c, pl. 24, fig. 2; text-fig. 58.

Synonymie:

1966c *Adnatosphaeridium patulum* Williams et Downie, p. 217–218, pl. 24, figs. 1–2; text-fig. 58.

1978 *Thalassiphora patula* (Williams et Downie, 1966c) Stover et Evitt, p. 195.

Dimension:

Diamètre: 76–84µm

Péritel: 23–24µm

Nombre de spécimens mesurés: 3

Occurrence: Ben Attaya: BAT14–BAT19.

Age: Maastrichtien–Oligocène.

Thalassiphora pelagica (Eisenack, 1954b) Eisenack et Gocht, 1960

(Pl. 7, Fig. 11, 12)

Holotype: Eisenack, 1954b, pl. 12, fig. 17.

Synonymie:

1954b *Pterospermopsis pelagica* Appendix A Eisenack, p. 71, pl. 12, figs. 17–18.

1960 *Thalassiphora pelagica* (Eisenack, 1954b) Eisenack et Gocht, p. 513–514.

1973 *Disphaeria pelagica* (Eisenack, 1954b) Norvick, p. 46.

1977b *Thalassiphora pelagica* (Eisenack, 1954b) Lentin et Williams p. 54.

Dimension:

Diamètre: 68–73µm

Péritel: 28–30µm

Occurrence: Tsoul: TS5–TS9; M’karcha: MK28.

Age: Crétacé–Néogène.

Genre *TRICHODINIUM* Eisenack et Cookson, 1960

Description:

Kyste proximate à proximochorate, de forme subsphérique à ellipsoïdale, surmonté par une courte protubérance apicale. L’autophragme supporte une ornementation dense, généralement constituée par des épines courtes, des processus tronqués ou filiformes. La tabulation n’est indiquée que par la position de l’archéopyle et la marque du cingulum, parfois par celle du sulcus. L’archéopyle est précingulaire de type P(3’’).

Espèce type: *Trichodinium pellitum* Eisenack et Cookson, 1960, p. 5, pl. 2, fig. 4.

Trichodinium castanea Deflandre, 1935

Holotype: Deflandre, 1935, pl. 6, fig. 8; Deflandre, 1936b, pl. 6, fig. 1; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 122, figs. 9–10.

Synonymie:

1935 *Palaeoperidinium castanea* Deflandre, p. 229, pl. 6, fig. 8.

1967 *Trichodinium castanea* (Deflandre, 1935) Clarke et Verdier, p. 19–20.

Dimension:

Diamètre: 55–64µm

Nombre de spécimens mesurés: 8

Occurrence: Ben Attaya: BAT6–BAT15; M’karcha: MK12–MK27.

Age: Callovien–Maastrichtien.

Genre VOZZHENNIKOVIA Lentin et Williams, 1976

Description:

Kyste péridinoïde cornucavate, rarement circumcavate, avec une corne apicale distincte et deux cornes antapicales dont la corne gauche est toujours présente et la corne droite est réduite à absente. L'endophragme est lisse et le périphragme est orné par des processus ou épines non tabulaires. L'archéopyle est intercalaire de type L(2a).

Espèce type: *Vozzhennikovia apertura* (Wilson, 1967a) Lentin et Williams, 1976.

Vozzhennikovia apertura (Wilson, 1967a) Lentin et Williams, 1976

Holotype: Wilson, 1967a, figs. 3–4; Fensome et al., 1993a, figs. 1–2, p. 925.

Synonymie:

1967a *Spinidinium apertura* Wilson, p. 64–65, figs. 3–5,8.

1976 *Vozzhennikovia apertura* (Wilson, 1967a) Lentin et Williams, p. 65.

1977 *Dioxya apertura* (Wilson, 1967a) Morgan, p. 131.

1981 *Vozzhennikovia apertura* (Wilson, 1967a) Lentin et Williams, p. 287.

Dimension:

Diamètre: 24–35µm

Longueur des épines: 2–4µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS9–TS10; M'karcha: MK12–MK22.

Age: Coniacien–Quaternaire.

Genre WETZELIELLA Eisenack, 1938b

Description:

Kyste, généralement cornucavate mais peut être circonscave. Le contour dorso-ventral du périkyste est rhomboïdal à pentagonal, généralement avec des cornes bien développées; la corne antapicale droite est de la même longueur que la corne antapicale gauche. L'endokyste est rond à ovoïde. Le périphragme porte des processus principalement non tabulaires et distalement libres dont certains montrent un alignement. Pericoels.. La tabulation est généralement non apparent, sauf pour la marge de l'archéopyle. L'archéopyle est intercalaire

soleiforme. Le périarcheopyle a un opercule attaché à la marge antérieure. L'endoarcheopyle a un opercule, de même taille que le périopercule, attaché à la marge antérieure.

Espèce type: *Wetziella articulata* Eisenack, 1938b.

Wetziella articulata Eisenack, 1938b

(Pl. 10, Fig. 2, 3)

Holotype: Eisenack, 1938b, fig. 4; Eisenack, 1954b, pl. 7, fig. 3.

Synonymie:

1938b *Wetziella clathrata* Eisenack, p. 187; text-fig. 5.

1938b *Wetziella articulata* (Eisenack, 1938b) Wetzel in Eisenack, p. 187; text-fig. 4.

Dimension:

Longueur: 82–93µm

Largeur: 91–98µm

Nombre de spécimens mesurés: 7

Occurrence: Tsoul: TS1–TS10; M'karcha: MK1–MK30.

Age: Albien–Pléistocène.

Wetziella gochtii Costa et Downie, 1976

(Pl. 10, Fig. 8, 9)

Holotype: Costa et Downie, 1976, pl. 92, fig. 2.

Synonymie:

1976 *Wetziella gochtii* Costa et Downie, p. 609–610, pl. 92, figs. 2–3.

Dimension:

Longueur: 95–98µm

Largeur: 90–94µm

Longueur des processus: 3–5µm

Nombre de spécimens mesurés: 2

Occurrence: Ben Attaya: BAT14–BAT18.

Age: Rupélien–Chattien.

Genre *YNEZIDINIUM* Lucas–Clark et Helenes, 2000

Description:

Kystes acavate, sphérique à ellipsoïdale; circulaire à ovoïde, avec ou sans corne apicale et porte des crêtes suturales. Les zone intratabulaires sont lisses ou avec une faible ornementation de bas relief. L'archéopyle est précingulaire de type P (3'').

Espèce type: *Ynezidinium malloyi* Lucas–Clark et Helenes, 2000, p. 115, 117–118, pl. 1, figs. 1–10, text-figs. 4–6.

Ynezidinium brevisulcatum (Michoux 1985) Lucas-Clark et Helenes 2000

(Pl. 1, Fig. 25, 26)

Holotype: Michoux, 1985, pl. 1, fig. 10; Jan du Chêne et al., 1986a, pl. 56, figs. 4–6.

Synonymie:

1985 *Impagidinium brevisulcatum* Michoux, p. 144–145, pl. 1, figs. 9–11; text-fig. 4.

2000 *Ynezidinium brevisulcatum* (Michoux, 1985) Lucas-Clark et Helenes, p. 118.

Dimension:

Diamètre: 102–106µm

Nombre de spécimens mesurés: 6

Occurrence: Tsoul: TS1–TS10; Ben Attaya: BAT1–BAT14; M'karcha: MK2–MK31.

Age: Lutétien–Bartonien.

LISTE DES ESPECES

- Achilleodinium biformoides* (Eisenack, 1954b) Eaton, 1976
- Achomosphaera alcornu* (Eisenack, 1954b) Davey et Williams, 1966a
- Achomosphaera crassipellis* (Deflandre et Cookson, 1955) Stover et Evitt, 1978
- Achomosphaera minor* He Chengquan 1991
- Achomosphaera ramulifera* (Deflandre, 1937b) Evitt, 1963
- Adnatosphaeridium vittatum* Williams et Downie, 1966
- Alisocysta margarita* (Harland, 1979a) Harland, 1979a
- Alisogymnium euclaense* (Cookson et Eisenack, 1970a) Lentin et Vozzhennikova, 1990
- Alterbidinium bicellulum* (Islam, 1983) Lentin et Williams, 1985
- Alterbidinium circulum* (Heilmann-Clausen, 1985) Lentin et Williams, 1989
- Alterbidinium distinctum* (Wilson, 1976) Lentin et Williams, 1976
- Alterbidinium earnleyense* (Islam 1983,) Lentin et Williams, 1985
- Amphorosphaeridium multispinosum* (Davey et Williams, 1966) Sarjeant, 1981
- Apectodinium homomorphum* (Deflandre et Cookson, 1955) Lentin et Williams, 1977
- Apteodinium australiense* (Deflandre et Cookson, 1955) Williams, 1978
- Apteodinium reticulatum* Singh, 1971
- Areoligera coronata* (Wetzel, 1933b, Deflandre, 1937b) Lejeune-Carpentier, 1938a
- Areoligera medusettiformis* Wetzel, 1933
- Areoligera senonensis* Lejeune-Carpentier, 1938
- Areoligera sentosa* Eaton, 1976
- Areoligera tauloma* Eaton, 1976
- Ataxiodinium choane* Reid, 1974
- Barbatacysta verrucosa* (Sarjeant, 1968) Courtinat, 1989
- Batiacasphaera compta* Drugg, 1970b
- Bitectatodinium* sp. A de Mahboub et al. (2019)
- Canningia* sp. cf. *Canningia reticulata* Cookson et Eisenack, 1960b
- Canningia* sp. cf. *Glaphyrocysta vicina* (Eaton, 1976) Stover et Evitt, 1978
- Castellodinium compactum* (Michoux, 1988) Williams et al., 2015
- Cerebrocysta bartonensis* Bujak et al., 1980
- Cerebrocysta waipawaensis* (Wilson, 1988) Fensome et al., 2009
- Cerodinium depressum* (Morgenroth, 1966a) Lentin et Williams, 1987
- Cerodinium glabrum* (Gocht, 1969) Fensome et al., 2009

Cerodinium speciosum (Alberti, 1959) Lentin et Williams, 1987
Charlesdowniea coleothrypta subsp. *coleothrypta* (Williams et Downie, 1966b) Lentin et Vozzhennikova, 1989
Chiropteridium cf. *conispinum* Williams, 1978
Chiropteridium galea (Maier, 1959) Sarjeant, 1983
Chiropteridium lobospinosum Gocht, 1960
Chytroeisphaeridia chytroeides (Sarjeant, 1962a) Downie et Sarjeant, 1965
Circulodinium distinctum (Deflandre et Cookson, 1955) Jansonius, 1986
Cleistosphaeridium ancyreum (Cookson et Eisenack, 1965) Eaton et al., 2001
Cleistosphaeridium diversispinosum Davey et al., 1966
Cleistosphaeridium placacanthum (Deflandre et Cookson, 1955) Eaton et al., 2001
Cleistosphaeridium polypetellum (Islam 1983) Stover et Williams, 1995
Cleistosphaeridium regulatum Zhou Heyi, 1985
Cometodinium obscurum Deflandre et Courteville, 1939
Cooksonidium capricornum (Cookson et Eisenack, 1965a) Stover et Williams, 1995
Cordosphaeridium cracenospinosum Davey et Williams, 1966b
Cordosphaeridium delimurum Fensome et al., 2009
Cordosphaeridium exilimurum Davey et Williams, 1966b
Cordosphaeridium fibrospinosum Davey et Williams, 1966
Cordosphaeridium gracile (Eisenack, 1954b) Davey et Williams, 1966b
Cordosphaeridium inodes (Klumpp, 1953) Eisenack, 1963b
Cordosphaeridium minimum (Morgenroth, 1966a) Benedek, 1972
Corrudinium incompositum (Drugg, 1970b) Stover et Evitt, 1978
Corrudinium regulare Clowes et Wilson, 2006
Cribroperidinium boreas (Davey, 1974) Helenes, 1984
Cribroperidinium cooksoniae Norvick, 1976
Cribroperidinium diaphanum (Cookson et Eisenack, 1958) Stover et Evitt, 1978
Cribroperidinium edwardsii (Cookson et Eisenack, 1958) Davey, 1969
Cribroperidinium giuseppei (Morgenroth, 1966) Helenes, 1984
Cribroperidinium tenuitabulatum (Gerlach, 1961) Helenes, 1984
Danea crassimurata (Wilson, 1988) Fensome et al., 1993b
Danea impages Damassa, 1979
Danea sp. cf. *D. impages* Damassa, 1979a
Dapsilidinium pastielsii (Davey et Williams, 1966b) Bujak et al., 1980

Dapsilidinium pseudocolligerum (Stover, 1977) Bujak et al., 1980
Deflandrea granulata Menéndez, 1965
Deflandrea heterophlycta Deflandre et Cookson, 1955
Deflandrea oebisfeldensis Alberti, 1959b
Deflandrea phosphoritica subsp. *phosphoritica* Eisenack, 1938b
Dinogymnium spp.
Dinopterygium cladoides Deflandre, 1935
Diphyes bifidum Antolinez-Delgado et Oboh-Ikuenobe, 2007
Diphyes colligerum (Deflandre et Cookson, 1955) Cookson, 1965
Disphaerogena irregularis (Wilson, 1988) Lentin et Williams, 1993
Distatodinium ellipticum (Cookson, 1965a) Eaton, 1976
Duosphaeridium nudum (Cookson, 1965) Loeblich Jr. et Loeblich III, 1968
Elytrocysta brevis Stover et Hardenbol, 1994
Emmetrocysta urnaformis (Cookson, 1953) Stover, 1975
Enneadocysta arcuata (Eaton, 1971) Stover et Williams, 1995
Enneadocysta deconinckii Stover et Williams, 1995
Enneadocysta multicornuta (Eaton, 1971) Stover et Williams, 1995
Enneadocysta pectiniformis (Gerlach, 1961) Stover et Williams, 1995
Enneadocysta sp. C. de Stover et Williams (1995)
Fibradinium annetorpense Morgenroth, 1968
Fibrocysta axialis (Eisenack, 1965b) Stover et Evitt, 1978
Fibrocysta bipolaris (Cookson et Eisenack, 1965b) Stover et Evitt, 1978
Fibrocysta vectensis (Eaton, 1976) Stover et Evitt, 1978
Florentinia radiculata (Davey et Williams, 1966) Davey et Verdier, 1973
Gelatia inflata Bujak, 1984
Genre A de Mahboub et al. (2019)
Genre et espèce indéterminés de Biffi et Manum (1988)
Glaphyrocysta exuberans (Deflandre et Cookson, 1955) Stover et Evitt, 1978
Glaphyrocysta inculta (Morgenroth, 1966b) Stover et Evitt, 1978
Glaphyrocysta intricata (Eaton, 1971) Stover et Evitt, 1978
Glaphyrocysta pastielsii (Deflandre et Cookson, 1955) Stover et Evitt, 1978
Glaphyrocysta priabonensis Brinkhuis, 1994
Glaphyrocysta retiintexta (Cookson, 1965) Stover et Evitt, 1978
Glaphyrocysta semitecta (Bujak et al., 1980) Lentin et Williams, 1981

Glaphyrocysta vicina (Eaton, 1976) Stover et Evitt, 1978
Aff. Heseltonia heseltonensis of Heilmann-Clausen et Costa, 1989
Hemiplacophora semilunifera Cookson et Eisenack, 1965a
Homotryblium abbreviatum Eaton, 1976
Homotryblium floripes (Deflandre et Cookson, 1955) Stover, 1975
Homotryblium oceanicum Eaton, 1976
Homotryblium tenuispinosum Davey et Williams, 1966b
Homotryblium vallum Stover, 1977
Hystrichokolpoma bullatum Wilson, 1988
Hystrichokolpoma globulus Michoux, 1985
Hystrichokolpoma rigaudiae Deflandre et Cookson, 1955
Hystrichokolpoma salacia Eaton, 1976
Hystrichokolpoma truncatum Biffi et Manum, 1988
Hystrichokolpoma unispinum Williams et Downie, 1966
Hystrichosphaeridium tenuitubatum Marheinecke, 1992
Hystrichosphaeropsis ovum Deflandre, 1935
Ifecysta lappacea (Drugg, 1970b) Antolinez-Delgado et Oboh-Ikuenobe, 2007
Impagidinium aspinatum (Cookson et Eisenack, 1974) Damassa, 1979a
Impagidinium dispertitum (Cookson et Eisenack, 1965) Stover et Evitt, 1978
Impagidinium maculatum (Cookson et Eisenack, 1961b) Stover et Evitt, 1978
Impagidinium margaritifera (Cookson et Eisenack, 1960) Stover et Evitt, 1978
Impagidinium patulum (Wall, 1967) Stover et Evitt, 1978
Impagidinium simplicium (Cookson et Eisenack, 1961) Stover et Evitt, 1978
Impagidinium velorum Bujak, 1984
Isabelidinium pellucidum (Deflandre et Cookson, 1955) Lentin et Williams, 1977a
Kallosphaeridium biornatum Stover, 1977
Kallosphaeridium nigeriense Jan du Chêne et al., 1985a
Kallosphaeridium yorubaense Jan du Chêne et Adediran, 1985
Kenleyia lophophora Cookson et Eisenack, 1965
Kenleyia nuda De Coninck, 1969
Lejeunecysta beninensis Biffi et Grignani, 1983
Lejeunecysta communis Biffi et Grignani, 1983
Lejeunecysta fallax (Morgenroth, 1966b) Artzner et Dörhöfer, 1978
Lejeunecysta globosa Biffi et Grignani, 1983

Lejeunecysta granosa Biffi et Grignani, 1983
Lejeunecysta hyalina (Gerlach, 1961) Artzner et Dörhöfer, 1978
Lejeunecysta lata Biffi et Grignani, 1983
Lentinia serrata Bujak et al., 1980
Lentinia wetzelii (Morgenroth, 1966a) Bujak et al., 1980
Lingulodinium machaerophorum (Deflandre et Cookson, 1955) Wall, 1967
Lingulodinium solarum (Drugg, 1970b) Wall et Dale in Wall et al., 1973
Lophocysta sulcolimbata Manum, 1979
Manumiella seelandica (Lange, 1969) Bujak et Davies, 1983
Meiourogonyaulax sp. cf. *acanthosphaera* (Sarjeant, 1961a) Sarjeant, 1976c
Melitasphaeridium asterium (Eaton, 1976) Bujak et al., 1980
Melitasphaeridium pseudorecurvatum (Morgenroth, 1966) Bujak et al., 1980
Membranophoridium aspinatum Gerlach, 1961
Mendicodinium brunneum Bucefalo Palliani et al., 1997
Microdinium reticulatum Vozzhennikova, 1967
Microdinium setosum Sarjeant, 1966
Muratodinium fimbriatum (Cookson et Eisenack, 1967) Drugg, 1970
Nelsoniella tuberculata Cookson et Eisenack, 1960
Nematosphaeropsis reticulensis (Pastiels, 1948) Sarjeant, 1986
Nematosphaeropsis sp. A
Odontochitina costata Alberti, 1961
Oligosphaeridium complex (White, 1842) Davey et Williams, 1966b
Oligosphaeridium diluculum Davey, 1982b
Oligosphaeridium granulatum He Chengquan, 1991
Operculodinium centrocarpum (Deflandre et Cookson, 1955) Wall, 1967
Operculodinium divergens (Eisenack, 1954b) Stover et Evitt, 1978
Operculodinium israelianum (Rossignol, 1962) Wall, 1967
Operculodinium microtriainum (Klumpp, 1953) Islam, 1983a
Operculodinium nanaconulum Islam, 1983a
Operculodinium placitum Drugg et Loeblich Jr., 1967
Palaeocystodinium golzowense Alberti, 1961
Palaeohystrichophora infusorioides Deflandre, 1935
Palaeohystrichophora palaeoinfusa Fensome et al., 2009
Pentadinium circumsutum (Morgenroth, 1966b) Stover et Evitt, 1978

Pentadinium goniferum Edwards, 1982
Pentadinium laticinctum subsp. *laticinctum* Gerlach, 1961
Pentadinium polypodium Edwards, 1982
Petalodinium sp. de Williams et al. (2015)
Phanerodinium septatum Slimani, 1994
Phelodinium magnificum (Stanley, 1965) Stover et Evitt, 1978
Phelodinium tricuspe (Wetzel, 1933a) Stover et Evitt, 1978
Phthanoperidinium alectrolophum Eaton, 1976
Phthanoperidinium cf. *levimurum* Bujak et al., 1980
Phthanoperidinium comatum (Morgenroth, 1966b) Eisenack et Kjellström, 1972
Phthanoperidinium geminatum Bujak in Bujak et al., 1980
Phthanoperidinium stockmansii (De Coninck, 1975) Lentin et Williams, 1977
Polysphaeridium biformum Islam, 1983
Polysphaeridium subtile Davey et Williams, 1966
Pterodinium ayachensis Guédé et al., 2014
Pterodinium cingulatum (Wetzel, 1933) Below, 1981
Pterodinium sp cf. *Pentadidium polypodium* Edwards, 1982
Pyxidinopsis ardonensis Jan du Chêne, 1988
Pyxidinopsis elliptica Biffi et Manum, 1988
Rhombodinium irtyschense (Alberti, 1961) Williams et al., 2015
Rhombodinium perforatum (Jan du Chêne et Châteauneuf, 1975) Lentin et Williams, 1977b
Rhombodinium spinula (Bujak, 1979) Williams et al., 2015
Riculacysta perforata Stover 1977
Riculacysta shauka Slimani et al., 2012
Samlandia chlamydophora Eisenack, 1954
Schematophora obscura Wilson, 1988
Schematophora speciosa Deflandre et Cookson, 1955
Selenopemphix kepion Harland et Pudsey, 2002
Selenopemphix nephroides Benedek, 1972
Senegalinium bicavatum Jain et Millepied, 1973
Senegalinium cf. *orei* (Jan du Chêne et Adediran 1985) Stover et Williams, 1987
Senegalinium iterlaaense Nøhr-Hansen et Heilmann-Clausen, 2001
Senegalinium laevigatum (Malloy, 1972) Bujak et Davies, 1983
Senegalinium microgranulatum (Stanley, 1965) Stover et Evitt, 1978

Senegalinium microspinosum (Boltenhagen, 1977) Lentin et Williams, 1980
Senegalinium obscurum (Drugg, 1967) Stover et Evitt, 1978
Sentusidinium biornatum (Jiabo, 1978) He Chengquan et al., 1989
Sentusidinium sparsibarbatum Erkmen et Sarjeant, 1980
Spinidinium densispinatum Stanley, 1965
Spinidinium echinoideum (Cookson et Eisenack, 1960a) Lentin et Williams, 1976
Spinidinium essoi Cookson et Eisenack, 1967
Spiniferella cornuta subsp. *cornuta* (Davey et Williams, 1966) Williams et al., 1998
Spiniferella cornuta subsp. *laevimura* (Davey et Williams, 1966a) Williams et al., 1998
Spiniferites granulatus (Davey, 1969b) Lentin et Williams, 1973
Spiniferites membranaceus (Rossignol, 1964) Sarjeant, 1970
Spiniferites pseudofurcatus subsp. *pseudofurcatus* Klumpp, 1953
Spiniferites ramosus subsp. *granosus* (Davey et Williams, 1966a) Lentin et Williams, 1973
Spiniferites ramosus subsp. *ramosus* (Ehrenberg, 1837b) Mantell, 1854
Spiniferites twistringiensis (Maier 1959) Fensome et al., 1990
Stenodinium meckelfeldense (Gocht, 1969) Williams et al., 2015 Stover et Williams, 1995
Stoveracysta ornata (Cookson et Eisenack, 1965a) Clowes, 1985
Stoveracysta sp. 2 of Brinkhuis et Biffi (1993)
Subtilisphaera zawia Below, 1981a
Talladinium sp. de Williams et al. (2015)
Tectatodinium pellitum Wall, 1967
Thalassiphora patula (Williams et Downie, 1966c) Stover et Evitt, 1978
Thalassiphora pelagica (Eisenack, 1954) Eisenack et Gocht, 1960
Trichodinium castanea Deflandre, 1935
Vozzhennikovia apertura (Wilson, 1967) Lentin et Williams, 1976
Wetzeliiella articulata Eisenack, 1938
Wetzeliiella gochtii Costa et Downie, 1976
Ynezidinium brevisulcatum (Michoux, 1985) Lucas-Clark et Helenes, 2000
Pollen Bisaccate
Foraminifère
Spores trilète
Acritarchs:
Cyclopsiella elliptica Drugg et Loeblich Jr., 1967
Cymatiosphaera sp. A et *Cymatiosphaera* sp. B

CONCLUSIONS

L'étude palynologique des coupes de Tsoul, Ben Attaya et M'karcha, situées dans l'Unité de Tsoul (Rif Externe oriental, Nord-Est du Maroc) a révélé des assemblages de kystes de dinoflagellés très riches et diversifiés. Cette étude a permis pour la première fois la précision de l'âge des dépôts analysés en se basant essentiellement sur les premières et les dernières occurrences des espèces de dinokystes, qui sont considérées dans la littérature comme étant de bon marqueurs biostratigraphiques, et des interprétations paléoenvironnementales, fondées sur plusieurs paramètres palynologiques quantitatifs. Elle a également permis des corrélations biostratigraphiques entre les trois coupes étudiées et d'autres coupes dans l'Unité de Tanger (Rif Externe occidentale, Nord-Ouest du Maroc) et des comparaisons avec des coupes qui sont biostratigraphiquement bien étalonnées dans les régions de la Méditerranée et de l'Europe du Nord. En se référant à la carte géologique de Béni Frassene (1/50.000) (Vidal et al., 1979), la coupe de Tsoul est levée sur un intervalle de sédiments daté Eocène inférieur–Eocène moyen à supérieur et en se référant à la carte géologique Bab El Mrouj-Taza Nord (1/50.000) (Leblanc, 1967-1971), la coupe de Ben Attaya est levée dans un intervalle de sédiments daté Eocène moyen à supérieur–Oligocène et la coupe de M'karcha est levée dans un intervalle de sédiments daté Eocène inférieur–Eocène moyen à supérieur.

Les principaux résultats de cette étude sont:

- 1) 229 espèces de kystes de dinoflagellés ont été identifiées et un nouveau genre est laissé en nomenclature ouverte.
- 2) Les trois coupes étudiées ont été datées comme suit
 - Tous les sédiments analysés de la coupe Tsoul, qui consistent en des marnes alternées avec des bancs marno-calcaires avec silex sont datés Bartonien.
 - La partie inférieure de la coupe de Ben Attaya qui consiste en des marno-calcaires à silex alternés avec un lit de marnes sableuses sont assignés au Bartonien, les grès fin surmontés par des marnes grises dans la partie médiane de la coupe sont datées Priabonien et les marnes grises et marnes sableuses de la partie supérieure de la coupe sont attribuées au Rupélien.
 - La partie inférieure de la coupe M'karcha, composée de calcaires marneux, est attribuée au Bartonien, tandis que la partie supérieure, qui consiste, du plus ancien au plus récent, en des calcaires marneux, marnes, marnes calcaires, grès, marnes calcaires, marnes et calcaires marneux, est attribuée au Priabonien.

- 3) Des corrélations biostratigraphiques sont évidentes entre les sédiments de l'intervalle Bartonien–Priabonien des trois coupes et avec d'autres coupes marocaines dans le Rif Externe occidentale. Un hiatus très important est mis en évidence dans le Priabonien de la coupe de Ben Attaya; les marno-calcaires, d'environ 100 m d'épaisseur de la coupe M'karcha, manquent dans la coupe Ben Attaya et les grès d'environ 80 m d'épaisseur de la coupe de M'Karcha correspondent à une couche mince de grès d'environ 12 m d'épaisseur dans la coupe de Ben Attaya. Des comparaisons avec des assemblages de dinokystes d'ailleurs montrent que les dépôts du Bartonien et du Priabonien inférieur sont plus corrélables avec ceux des régions de l'Europe du Nord qu'avec ceux de la région méditerranéenne, où les assemblages de dinocystes de cet âge ne sont actuellement pas suffisamment étudiés. Alors que les sédiments du Priabonien supérieur et Rupélien sont corrélables avec ceux de la région méditerranéenne, en particulier avec l'Italie, où plusieurs études sur les dinokystes ont été réalisées sur des coupes de la transition Priabonien–Rupélien qui sont bien étalonnées biostratigraphiquement.
- 4) Les trois coupes ont enregistré, pendant le Bartonien et le Priabonien, un environnement néritique interne, généralement lagunaire, avec des conditions d'eau chaude et de salinité élevée et fluctuante, mais sous un régime régressif, indiqué par une dominance *Homotryblum* spp., et une faible productivité indiquée par une faible abondance des dinokystes péridinoïdes (hétérotrophes). Cet environnement est alterné avec de courts épisodes d'influence marine ouverte, dans des milieux plus profonds à côtiers agités, indiqués principalement par des pics relativement importants de *Spiniferites* spp. Dans le Rupélien, la coupe de Ben Attaya a enregistré un milieu marin néritique intermédiaire plus ouvert, indiqué par une très faible présence ou absence de *Homotryblum* spp. et une importante abondance des taxons de mer ouverte comme *Spiniferites* spp., *Oligosphaeridium* spp. et *Eneadocysta* spp., mais sous un régime transgressif.
- 5) Dans les coupes étudiées, l'abondance relative de *Polysphaeridium* qui est indicateur des conditions d'eau chaude n'est pas suffisamment importante pour suggérer sa relation, comme il a été reconnu dans la littérature, avec le réchauffement climatique du MECO, en particulier en l'absence d'analyses géochimiques à l'appui.

PERSPECTIVES

Cette étude palynologique, réalisée dans le Rif Externe orientale, est un projet ambitieux qui contribuerait à la meilleure connaissance de la région du point de vue palynostratigraphique, paléoenvironnemental et paléoclimatique et surtout à l'amélioration de la carte géologique du Maroc. Pour compléter cette étude palynologique, il conviendrait à:

- étudier d'autres coupes afin de compléter les cartes géologiques déjà établies dans l'Unité de Tsoul;
- réaliser une étude approfondie du palynofaciès;
- faire des analyses géochimiques des échantillons où l'abondance relative des taxons de dinokystes thermophyles est très importante pour mettre en évidence le réchauffement de l'Eocène moyen « Middle Eocene climatic optimum » (MECO) et d'autres événements climatiques reconnus à l'échelle globale, tel que le réchauffement de l'Oligocène supérieur;
- étudier d'autres fossiles qui sont également efficaces pour la biostratigraphie comme les nanofossiles et foraminifères planctoniques pour pouvoir faire des comparaisons et par conséquent renforcer surtout les interprétations biostratigraphiques.

BIBLIOGRAPHIE

- **Anderson, D.M., Wall, B., 1978.** Potential importance of benthic cysts of *Gonyaulax tamarens* et *Gonyaulax excavata* in initiating toxic dinoflagellate blooms. *J. Phycol.* 14, 224–234.
- **Andrieux, J., 1971.** La structure du Rif central: étude des relations entre la tectonique de compression et les nappes de glissement dans un tronçon de la chaîne alpine. *Notes Mémoires du Serv. Géologique du Maroc* 235, 152.
- **Andrieux, J., 1973.** Sur le métamorphisme des Zones Externes du Rif. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 2, 106-107.
- **Andrieux, J., Mattauer, M., 1973.** Précisions sur un modèle explicatif de l’Arc de Gibraltar. *Bull. la Société Géologique Fr.* 7, 115–118.
- **Asebriy, L., 1994.** *Evolution tectonique et métamorphique du Rif Central (Maroc): définition du Domaine Subrifain*. PhD thesis, Mohammed V University, Faculty of Sciences, Rabat, Morocco, 284 pp.
- **Bargach K., 2011.** *Les déformations plio-quaternaires dans la partie frontale de la chaîne du Rif (Rides pré-rifaines, et bassin du Saïs) un exemple de la tectonique en coins expulsés*. Thèse de Doctorat, Université Mohammed V-Agdal, Rabat, Maroc, 229 p.
- **Bati, Z., 2015.** Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the upper Eocene et lower Oligocene of the Kirmizitepe Section, Azerbaijan, South Caspian Basin. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 217, 9–38. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2015.03.002>.
- **Ben Yaich A., 1981.** *Etude géologique de la Dorsale calcaire entre Tlata Taghramt et BenYouens (Haouz Rif, Maroc)*. Thèse, Université Mohammed V, Rabat, 202 p.
- **Ben Yaich, A., 1991.** *Evolution tectono-sédimentaire du Rif externe centre-occidental (régions de M’Sila et Ouezzane, Maroc): la marge africaine du Jurassique au Crétacé; les bassins néogènes d’avant-fosse*. PhD thesis, Université de Pau et Pays de l’Adour, France, 308 pp.
- **Bérard-Therriault, L., Poulin, M., Bossé, L., 1999.** Guide d'identification du phytoplancton marin de l'estuaire et du golfe du Saint-Laurent incluant également certains protozoaires. *Canadian Special Publication of Fisheries et Aquatic Sciences* No. 128. NRC Research Press Canada. 387 pp.

- **Bignot, G., 1982.** Les microfossiles, les différents groupes- Exploitation paléobiologique et géologique. 216p
- **Bijl, P.K., Sluijs, A., Brinkhuis, H., 2013.** A magneto- et chemostratigraphically calibrated dinoflagellate cyst zonation of the early Palaeogene South Pacific Ocean. *Earth-Science Reviews* 124, 1-31.
- **Blinda M., 2007.** *Pollution tellurique du littoral nord-ouest du Maroc entre Tanger et Tétouan: Caractérisation, Impact sur l'Environnement et Proposition de Solutions.* Thèse de Doctorat, Université Mohammed V-Agdal, Rabat, Maroc, 194 p.
- **Bohaty, S.M., Zachos, J.C., Florindo, F., Delaney, M.L. 2009.** Coupled greenhouse warming et deep-sea acidification in the Middle Eocene. *Paleoceanogr*:24 (2) <https://doi.org/10.1029/2008PA001676>
- **Brand L. E. 1994.** Physiological Ecology of marine coccolithophores. In: Winter A. & G Siesser W. (edg): coccolithophores. Combridge Univ., p. 39-49.
- **Brinkhuis, H., 1994.** Late Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Priabonian type-area (Northeast Italy): biostratigraphy et paleoenvironmental interpretation. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 107(1), 121-163.
- **Brinkhuis, H., Biffi, U., 1993.** Dinoflagellate cyst stratigraphy of the Eocene/Oligocene transition in Central Italy. *Mar. Micropaleontol.* 22, 131–183. [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(93\)90007-K](https://doi.org/10.1016/0377-8398(93)90007-K).
- **Brinkhuis, H., Powell, A.J., Zevenboom, D., 1992.** High-resolution Dinoflagellate Cyst Stratigraphy of the Oligocene/Miocene Transition Interval in Northwest et Central Italy. *Neogene et Quaternary Dinoflagellate Cysts et Acritarchs.* American Association of Stratigraphic Palynology Foundaton, Dallas, pp. 219–258.
- **Brinkhuis, H., Sengers, S., Sluijs, A., Warnaar, J., Williams, G.L., 2003.** Latest Cretaceousto earliest Oligocene, et Quaternary dinoflagellate cysts from ODP Site 1172, East Tasman Plateau. In: Exon, N.F., Kennett, J.P., Malone, M. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results*, 189, pp. 1–48.
- **Brinkhuis, H., Zachariasse, W.J., 1988.** Dinoflagellate cysts, sea level changes et planktonic foraminifers across the Cretaceous–Tertiary boundary at El Haria, Northwest Tunisia. *Mar. Micropaleontol.* 13, 153–191. [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(88\)90002-3](https://doi.org/10.1016/0377-8398(88)90002-3).

- **Bujak, J.P., 1979.** Proposed phylogeny of the dinoflagellates *Rhombodinium* et *Gochtodinium*. *Micropaleontology*. 25 (3), 308–324.
- **Bujak, J.P., Downie, C., Eaton, G.L., Williams, G.L., 1980.** Dinoflagellate cysts et acritarchs from the eocene of southern England. *Spec. Pap. Palaeontol.* 24, 1–100.
- **Bujak, J.P., Mudge, D.C., 1994.** A high-resolution North Sea Eocene dinocyst zonation. *J. Geol. Soc. Lond.* 151, 449–462.
- **Chalouan A., Galindo-Zaldivar J., Bargach K., Jabaloy A., Ahmamou A., Ruano P., Benmakhlouf M., Sanz De Galdeano C., Akil M., 2000.** Deformaciones recientes en el frente de la Cordillera Rifeña (Prerif, Marruecos), *Geogaceta*, 29, 43-46.
- **Chalouan A., Michard A., 2004.** The Alpine Rif Belt (Morocco): A case of Mountain building in a subduction-subduction-transform Fault Triple Junction. *Pure et Applied Geophysics*, 161, 489-519.
- **Chalouan, A., 1986.** *Les Nappes ghomarides (Rif septentrional Maroc). Un terrain invarisque dans la chaîne alpine.* Thèse Doc. Sc ; Univ. Strasbourg, 317 p.
- **Chalouan, A., Michard A., El Kadiri KH., Negro F., Frizon de Lamotte D., Soto J.I., Saddiqi, O., 2008.** The Rif Belt. In A. Michard *et al.* (Eds.). *Continental Evolution: The Geology of Morocco*. Lecture Notes 1 in Earth Sciences 116, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, pp 203 -302.
- **Chalouan, A., Michard A., Feinberg H., Montigny R., Saddiqi O., 2001.** The Rif mountains building (Morocco): a new tectonic scenario. *Bulletin de Société géologique de France*, 172 (5), 603-616.
- **Châteauneuf, J.-J., 1980.** Palynostratigraphie et Paleoclimatologie de l'Eocene superieur et de l'Oligocene du Bassin de Paris. *Bur. Rech. Geol. Minieres Mém.* 116, 1–360.
- **Châteauneuf, 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. *Bull. Bur. Rech. Géol. Min.* (Deuxième Série) 232 (1), 1–35 Section IV, no.2-59-93.
- **Châteauneuf, J.J., Reyre, Y., 1974.** Eléments de palynologie. Applications géologiques. Cours de 3eme cycle en science de la terre, 345 p.
- **Chekar, M., Slimani, H., Guédé, K.E., Aassoumi, H., Asebriy, L., 2016.** Biostratigraphie des kystes de dinoflagellés et paléoenvironnements dans l'Eocène de

la coupe d'Ibn Batouta, région de Tanger, Rif Externe Occidental, Maroc. *Ann. Paleontol.* 102 (2), 79–93.

- **Chekar, M., Slimani, H., Jbari, H., Guédé, K.E., Mahboub, I., Asebriy, L., Aassoumi, H., 2018.** Eocene to Oligocene dinoflagellate cysts from the Tattofte section, western External Rif, northwestern Morocco: biostratigraphy, paleoenvironment et paleoclimate implications. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 507, 97–114.
- **Comas, M.C., Platt, J.P., Soto, J.I. et Watts, A.B., 1999.** The origin et tectonic history of the Alboran basin: insights from leg 161 results. *In: Zahn, R., Comas, M.C., et Klaus, A. (Eds.), Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, v.161, p.555-580.
- **Cookson, I.C., Eisenack, A., 1965.** Microplankton from the Browns creek clays, sw. Victoria. *Proc. Roy. Soc. Vic.* 79, 119–131.
- **Costa L.I., Davey R.J., 1992.** Dinoflagellate cysts of the Cretaceous System. *In: Powell, A.J. (Ed.), A stratigraphic index of dinoflagellate cysts. Chapman et Hall, London*, pp. 99-153.
- **Costa, L.I., Downie, C., 1976.** The distribution of the dinoflagellate *Wetzeliella* in the Palaeogene of North-Western Europe. *Palaeontology* 19, 591–614.
- **Cramwinckel, M.J., van der Ploeg, R., Bijl, P.K., Peterse, F., Steven, M., Bohaty, F.S., Röhl, U., Schouten, S., Middelburg, J.J., Sluijs, A. 2019.** Harmful algae et export production collapse in the equatorial Atlantic during the zenith of Middle Eocene Climatic Optimum warmth. *Geol* 47(3):247–250
- **Crouch, E.M., Brinkhuis, H., 2005.** Environmental change across the Paleocene–Eocene transition from eastern New Zealand: a marine palynological approach. *Mar. Micropaleontol.* 56, 138–160. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2005.05.002>.
- **Dale B., 1996.** Dinoflagellate cyst ecology: modeling et geological applications. *Palynology: principles et applications*, 3, 1249-1275.
- **De Coninck, J. B. 2010.** *The effect of organizational justice, perceived organizational support, et perceived supervisor support on marketing employees' level of trust.* *Journal of Business Research*, 63(12), 1349–1355. doi:10.1016/j.jbusres.2010.01.003

- **De Coninck, J., 1975.** Microfossiles à paroi organique de l'Yprésien du Bassin belge. Ministère des affaires économiques. Service Géologique de Belgique. Professional Papers, pp. 12.
- **De Coninck, J., 1977.** Organic walled phytoplankton from the Eocene of the Woensdrecht borehole, southern Netherlands. Med. Rijks Geol. Dienst. 28, 33–64.
- **De Coninck, J., 1986.** Microfossiles a paroi organique de l'Yprésien inferieur à quenast. Professional Paper. Geological Survey of Belgium, 1986/01(224).
- **De Coninck, J., 1995.** Corrélations entre les dépôts du Lutétien au Rupélien du Basin belge, et les Bassins de Hampshire et de Paris. Med. Rijks Geol. Dienst. 53, 107–118.
- **De Vernal et Marre, 2007.** Organic-walled dinoflagellate cysts: tracers of sea surface conditions. In. *HILLAIRE M.- C & DE VERNAL A. (eds): proxies in late Cenozoic paleoceanography. Develop. Mar. geol.*, I, 371-408.
- **De Vernal, A., Eynaud, F., Henty, M., Hillaire-Marcel, C, Londeix, L., Mangin, S., Marrbiessen,j., Marret, F., Radi, T., Rochon, A., Solignac, S., et Turon, J.L. 2005.** Reconstruction of sea-surface conditions at middle to high latitudes of the Northern Hemisphere during the USt Glacial Maximum (LGM) based on dinonagellare cyst assemblages. Quaternary Science Reviews 24,897-924.
- **De Vernal, A., Henry, M., Matthiessen, I, Mudie, P. J., Rochon, A., Boessenkool, K., Eynaud, F., Grosfjeld, K., Guior, j., Hamel, D., Harland, R., Head, M. J., Kunz-Pirrung, M., Levac, E., Loucheur, Y., Peyron, O., Pospelova, Y., Radi, T., Turan, J.-L., et Yoronina, E. 2001.** Dinonagellate CYSI assemblages as lracers 01 sea-surface conditions in the Northern Atlantic, Arcric et sub-Arctic seas: (The new 'n =677' database et application for quantitative paleoceanographical reconstruction. Journal of Quaternary Science 16, 681-699.
- **Deflandre, G. 1947c.** Sur quelques microorganismes planctoniques des silex Jurassiques. *Bull Inst. Océanographique Monaco* 921, 1-12, fig. 1-23.
- **Djeya, K., 2016.** Etude biostratigraphique à l'aide des foraminifères planctoniques des dépôts à faciès pélagique de l'Eocène dans le Rif Externe oriental, Maroc: systématique et implication paléoenvironnementale. Unpublished PhD thesis. Université Félix Houphouet-Boigny de Cocody- Abidjan (Cote D'Ivoire)pp. 102.
- **Djeya, K., Toufiq, A., Yao, J.P., Ouadia, M., Slimani, H., Digbehi, Z.B., 2016.** Foraminiferes planctoniques et biostratigraphie du passage Bartonien–Priabonien de

la coupe Ben Attya dans le Rif Externe oriental (Maroc). *Int. J. Innov. Sci. Res.* 21 (1), 92–102.

- **Dodge, J.D., 1982.** Marine Dinoflagellates of the British Isles. London, Her Majesty's Stationary Office, 303 p.
- **Doglioni C., 1989.** Notes on the tectonics of the Morocco. *28th International Geological Congress*, Washington, 1; 402-403.
- **Downie C., Sarjeant W. A. S., 1966.** The morphology, terminology et classification of fossil dinoflagellate cysts. *In Studies on Mesozoic et Cainozoic Dinoflagellate Cysts. Bull. Br. Mus.(Natl. Hist.), Geol. Suppl.*, 3, 10-17.
- **Dunkley Jones, T., Lunt, D.J., Schmidt, D.N., Ridgwell, A., Sluijs, A., Valdes, P.J., Maslin, M., 2013.** Climate model et proxy data constraints on ocean warming across the Paleocene–Eocene thermal maximum. *Earth-Sci Rev* 125:123–145. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2013.07.004>
- **Durand Delga M. 1960.** Sur l'origine ultra-rifaine de certaines nappes du Rif septentrional. *C. R. Somm. Soc. Géol. France.*, Vol. 2, pp 22-23.
- **Durand-Delga M. 1963.** Essai sur la structure des domaines émergés autour de la Méditerranée occidentale. *Geol. Rundsch.*, Stuttgart, 53, pp 534-535.
- **Durand-Delga M., Gardin S., Olivier PH., 1999.** Datation des Flyschs éocénés maurétaniens des Maghrébides: la formation du Jbel Tisiréene, *C. R. Acad. Sci. Paris* 328, pp.701–709.
- **Durand-Delga M., Hottinger L., Marcais J., Mattauer M., Lilliard Y., Suter G., 1960- 1962.** Données actuelles sur la structure du Rif. *Mém. h. Ser. Soc. Géol., Fr.* (livre mémoire P. FALLOT), T1, 399-422.
- **Durand-Delga, M., Hottinger, L., Marcais, J., Mattauer, M., Milliard, Y., Suter, G., 1962.** Données actuelles sur la structure du Rif. Livre à la mémoire du Profr. P. Fallot. Mémoire hors-série Société Géologique Fr. 1, 399–422.
- **Durand-Delga, M., Lespinasse, P., 1965.** Le Miocène des Beni Issef (Rif septentrional) et ses rapports avec la nappe Numidienne. *Comptes Rendus Sommet Société Géologique Fr.* 7, 321–323.
- **Durand-Delga, M., Rossi, P., Olivier, P., & Puglisi, D., 2000.** Situation structurale et nature ophiolitique de roches basiques jurassiques associées aux flyschs

maghrébins du Rif (Maroc) et de Sicile (Italie). *Earth et Planetary Sciences*, v. **331**, pp. 29–38.

- **Dybckjær, K., 2004.** Morphological et abundance variations in Homotryblium–cyst assemblages related to depositional environments; uppermost Oligocene–lower Miocene, Jylland, Denmark. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 206, 41–58. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2003.12.021>.
- **Eaton, G.L., 1976.** Dinoflagellate cysts from the Bracklesham Beds (Eocene) of the Isle of Wight, southern England. *British Museum (Natural History) Geology, Bulletin*, v.26, p.227-332, pl.1-21.
- **Egger, L.M., Śliwińska, K.K., Van Peer, T.E., Liebrand, D., Lippert, P.C., Friedrich, O., Pross, J., 2016.** Magnetostratigraphically-calibrated dinoflagellate cyst bioevents for the uppermost Eocene to lowermost Miocene of the western North Atlantic (IODP Expedition 342, Paleogene Newfoundland sediment drifts). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 234, 159–185. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2016.08.002>.
- **Ehrenberg C.G., 1838.** Über das Massenverhältniss derjetzt lebenden Kiesel-Infusorien und über ein neues Infusorien-Conglomerat aus Polirschiefer von Jastraba in Ungarn. *Königliche Akademie der Wissenschaften zu Berlin, Abh.* 1836, 109-135.
- **Ehrenberg, C.G. 1836.** Mittheilungen über die in den Feuersteinen bei Oelitzsch vorkommenden mikroskopischen Algen und Bryozoen als Begleiter der fossilen Infusorien. *Preuss. Akad. Wiss. Berlin* 1836, 114-115.
- **Ehrenberg, C.G. 1854.** Mikrogeologie des Erden und Felsenschaffende Wirken des unsichtbaren kleinen selbständigen Lebens auf der Erde. Leipzig: Leopold Voss, 374 p., Namenregister 31 p., index to atlas 88 p., pl. 1-40.
- **El Beialy, S.Y., Head, M.J., El Atfy, H., El Khoriby, E.M., 2019.** Dinoflagellate cyst evidence for the age et palaeoenvironments of the Upper Eocene–Oligocene Dabaa Formation, Qattara Depression, North Western Desert, Egypt. *Palynology* 43, 268–291. <https://doi.org/10.1080/01916122.2018.1434696>.
- **El Hatimi N., 1982.** *Contribution à l'étude géologique et structurale de la région d'Assifane (Rif, Maroc)* thèse de Doctorat. Fac.Sci, Rabat, 133 p.
- **El Hatimi N., 1991.** *Rifting mésozoïque sur la bordure occidentale du Rif interne (Maroc). Evolution géodynamique d'un secteur de la marge ouest-téthysienne (exemples du Haouz et du groupe du Moussa).* PhD Thesis, Univ. Pau, France.

- **El Hatimi, N., Duee, G.É.R.A.R.D., Hervouet Y., 1991.** La Dorsale calcaire du Haouz; ancienne marge continentale passive tethysienne (Rif, Maroc). *Bulletin de la Société géologique de France*, 5(1), 79-90.
- **El Kadiri, KH., 1991.** *La Dorsale rifaine (Maroc septentrional): évolution stratigraphique et géodynamique durant le Jurassique– Crétacé.* Thèse d'Etat, Univ. Abdelmalek Essaadi, Fac. Sci. Tétouan, 359 p.
- **El Mrihi, A., 2005.** *Structure et cinématique de mise en place des nappes de flyschs maurétaniens (Rif externe nord occidental): élaboration d'un modèle.* Thèse de Doctorat d'Etat, Université Abdelmalek Essaadi de Tetouan, 314 p.
- **Eldrett, J.S., Harding, I.C., Firth, J.V., Roberts, A.P., 2004.** Magnetostratigraphic calibration of Eocene–Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy from the Norwegian–Greenland Sea. *Mar. Geol.* 204 (1), 91–127. [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(03\)00357-8](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(03)00357-8).
- **Eshet, Y., Moshkovitz, S., Habib, D., Benjamini, C., Margaretz, M., 1992.** Calcareous nannofossil et dinoflagellate stratigraphy across the cretaceous/Tertiary boundary at HorHahar, Israel. *Mar. Micropaleontol.* 18, 199–228. [https://doi.org/10.1016/0377-8398\(92\)90013-A](https://doi.org/10.1016/0377-8398(92)90013-A).
- **Evitt, W.R 1963.** A discussion et proposais concerning fossil dinoflagellates, hystrichospheres, et acritarchs, 1. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 49, pp. 158-164. Washington.
- **Evitt, W.R., 1967.** Dinoflagellate studies II. The archeopyle. *Stanford University Publications*, X, 3, 83 p.
- **Evitt, W.R., 1985.** Sporopollen in dinoflagellate cysts. Their morphology et interpretation. *American Association of Stratigraphie Palynologists Foundation* (Austin, Texas). 333 p.
- **Faccenna, C., Becker, T.W., Auer, L., Billi, A., Boschi, L., Brun, J.P., Capitanio, F.A., Funiciello, F., Horvath, F., Jolivet, L., Piromallo, C., Royden, L., Rossetti, F., Serpelloni, E., 2014.** Mantle dynamics in the Mediterranean. *Rev. Geophys.* 52.
- **Fauchot, J. 2006.** Écologie du dinoflagellé toxique *Alexandrium tamarense* dans l'estuaire maritime du Saint-Laurent: facteurs environnementaux affectant l'initiation et le développement des efflorescences. Thèse. Rimouski, Québec, Université du Québec à Rimouski, Institut des sciences de la mer de Rimouski, 164 p.

- **Fauconnier, D et Masure, E. (co-ordinators), 2004.** Les dinoflagellés fossiles. Guide pratique de détermination. Les genres à processus et à archéopyle apical. 602 p., 80 pl. BRGM Editions
- **Fensome, R. A., Taylor, F.J.R., Norris, G., Sarjeant, W.A.S., Wharton, D. I & Williams, G.L. 1993.** A classification of fossil et living dinoflagellates. Micropal. Press Spec. Publ., 7, 351p.
- **Fensome, R.A., Williams, G.L. et MacRae, R.A., 2009.** Late Cretaceous et Cenozoic fossil dinoflagellates et other palynomorphs from the Scotian Margin, offshore eastern Canada. *Journal of Systematic Palaeontology*, v.7, no.1, p.1-79, pl.1-11.
- **Frieling, J, Sluijs, A., 2018.** Towards quantitative environmental reconstructions from ancient non-analogue microfossil assemblages: Ecological preferences of Paleocene – Eocene dinoflagellates. *Earth-Science Reviews*, 185, 956-973.
- **Frieling, J., Reichart, G.J., Middelburg, J.J., Röhl, U., Westerhold, T., Bohaty, S.M., Sluijs, A., 2018.** Tropical Atlantic climate et ecosystem regime shifts during the Paleocene–eocene thermal maximum. *Clim. Past* 14, 39–55.
- **Frieling, J., Reichart, G.J., Middelburg, J.J., Röhl, U., Westerhold, T., Bohaty, S.M., Sluijs, A., 2018.** Tropical Atlantic climate et ecosystem regime shifts during the Paleocene–eocene thermal maximum. *Clim. Past* 14, 39–55.
- **Frizon de Lamotte D., 1985.** *La structure du Rif Oriental (Maroc)*, Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie, Paris.
- **Frizon de Lamotte D., Saint Bezar B., Bracène, R. et Mercier E., 2000.** The two main steps of the Atlas building et geodynamics of the western Mediterranean, *Tectonics*, 19, 740- 761.
- **Garcés, E., Thomas, D., & Currie, J. 2002.** Longer-Term Effects of Head Start. *American Economic Review*, 92(4), 999–1012. doi:10.1257/00028280260344560
- **Gedl, P., 2014.** Eocene dinoflagellate cysts from the Sołokija Graben (Roztocze, SE Poland): biostratigraphy et palaeoenvironment. *Geol. Q.* 58 (4), 707–728 (2014).
- **Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G., Bleeker, W., Lourens, L.J., 2004.** A new geologic time scale with special reference to Precambrian et Neogene. *Episodes* 27, 83–100.

- **Guasti, E.T., Kouwenhoven, T.J., Brinkhuis, H., Speijer, R.P., 2005.** Paleocene sea-level et productivity changes at the southern Tethyan margin (El Kef, Tunisia). *Marine Micropaleontology*, 55, 1-17.
- **Guédé, K.É., 2016.** Etude comparée de la palynoflore (kystes de dinoflagellés) aux passages Crétacé–Paléogène (K–Pg) et Paléocène–Eocène (P–E) du Nord–Ouest du Maroc et du Sud–Ouest de la Côte d'Ivoire: Systématique, Biostratigraphie, Paléoenvironnements et Paléobiogéographie. Unpublished PhD thesis. University Mohammed V, Rabat, Morocco, pp. 341
- **Guédé, K.E., Slimani, H., Louwye, S., Asebriy, L., Toufiq, A., Ahmamou, M.F., El Amrani El Hassani, I.E., Digbehi, Z.B., 2014.** Organic-walled dinoflagellate cysts from the Upper Cretaceous–lower Paleocene succession in the western External Rif, Morocco: New species et new biostratigraphic results. *Geobios*, 47, 291-304.
- **Haq, B. U., Hardenbol, J. & Vail, P., 1987.** Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic (250 million years ago to present). *Science*, vol. 235, p. 1156-1167.
- **Haq, B.D., Hardenbol, J., Vail, P.R., 1988.** Mesozoic et Cenozoic chronostratigraphy et cycles of sea-level change. In: Wilgus, C.K., Hastings, B.S. (Eds.), *Sea-Level Changes; an Integrated Approach*. 42. pp. 71–108 SEPM, Special Publication.
- **Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., Jacquin, T., de Gracian-sky, P.-C., Vail, P.R., 1998.** Mesozoic et Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. In: De Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jacquin, T.H., Vail, P.R. (Eds.), *Mesozoic et Cenozoic Sequence Stratigraphy of Eu-ropean Basins*. vol. 60. SEPM Special Publication, pp. 3–13.
- **Heilmann-Clausen, C., 1988.** The Danish Subbasin, Paleogene dinoflagellates. In: Vinken, R. (Ed.), *The northwest European Tertiary basin: results of the International Geological Correlation Programme, Project no. 124*. 100. pp. 339–343 *Geol. Jahrbuch*, A.
- **Heilmann-Clausen, C., Costa, L.I., 1989.** Dinoflagellate Zonation of the Uppermost Paleocene? To Lower Miocene in the Wursterheide Research Well, NW Germany. *Geol. Jahrbuch*, Alll. pp. 431–521.
- **Heilmann-Clausen, C., Van Simaey, S., 2005.** Dinoflagellate cysts from the Middle Eocene to? Lower most Oligocene succession in the Kysing research

borehole, central Danish basin. *Palynology* 29, 143–204.
<https://doi.org/10.1080/01916122.2005.9989606>.

- **Iakovleva, A.I., 2011.** Palynological reconstruction of the Eocene marine palaeoenvironments in south of Western Siberia. *Acta Palaeobot.* 51 (2), 229–248.
- **Iakovleva, A.I., 2015.** Middle–late Eocene dinoflagellate cysts from NE Ukraine (Borehole No. 230, Dnepr–Donets depression): stratigraphic et palaeoenvironmental approach. *Acta Palaeobot.* 55 (1), 19–53. <https://doi.org/10.1515/acpa-2015-0001>.
- **Iakovleva, A.I., Brinkhuis, H., Cavagnetto, C., 2001.** Late Paleocene–Early Eocene dinoflagellates cysts from the Turgay Strait, Kazakhstan; correlations across ancient sea ways. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 172, 243–268.
- **Iakovleva, A.I., Heilmann-Clausen, C., 2010.** Eocene dinoflagellate cyst biostratigraphy of research borehole 011-BP, Omsk Region, Southwestern Siberia. *Palynology* 34 (2), 195–232. <https://doi.org/10.1080/01916121003629974>.
- **Iakovleva, A.I., Kulkova, A.K., 2003.** Paleocene–Eocene dinoflagellate zonation of Western Siberia. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 123, 185–197. [https://doi.org/10.1016/S0034-6667\(02\)00117-3](https://doi.org/10.1016/S0034-6667(02)00117-3).
- **Jan du Chêne, R., 1977.** Étude palynologique du Miocène supérieur Andalou (Espagne). *Rev. Esp. Micropaleontol.* 9, 97–114.
- **Jaramillo, C.A., Oboh-Ikuenobe, F.E., 1999.** Sequence stratigraphic interpretations from palynofacies, dinocyst et lithological data of Upper Eocene–Lower Oligocene strata in southern Mississippi et Alabama. US Gulf Coast. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 145 (4), 259–302.
- **Kofoed C.A. (1907).** The plates of *Ceratium* with a note of the unity of the genus. *Zool. Anz.* 32, 177–183.
- **Kofoed C.A. (1909).** On *Peridinium steini* Jorgensen, with a note of the nomenclature of the skeleton of the Peridinidae. *Archiv. Protistenkunde* 16, 25–47.
- **Kornprobst J., 1966.** A propos des periodites du massif des Beni Bouchera (Rif septentrional). *Bull. Soc. Franc. Mineral. Cristallog.* 89, 399–404.
- **Kornprobst J., 1974.** Contribution à l'étude pétrographique et structurale de la zone interne du Rif (Maroc septentrional), *Notes Mém. Serv. Géol. Maroc*, 251 (1974) 1–256.
- **Köthe, A., 1990.** Paleogene dinoflagellates from Northwest Germany - biostratigraphy et paleoenvironment. *Geol. Jahrbuch Reihe* 118, 3–111.

- **Köthe, A., Piesker, B., 2007.** Stratigraphic distribution of Paleogene et Miocene dinocysts in Germany. *Rev. Paléobiol.* 26 (1), 1–39.
- **Leblanc D. 1979.** *Etude Géologique du Rif externe oriental au Nord de Taza (Maroc)*. Thèse Univ. Paul Sabatier, Toulouse; *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc*, 281, 160 p., 50.
- **Leblanc D., 1990.** Tectoniques extensive contemporaine de charriages sur la bordure autochtone du Rif oriental. *C. R. Acad. Sci., Paris*, T. 311, Série II, 1437- 441.
- **Leblanc, D., 1967–1971.** Carte géologique du Rif Bab El Mrouj Taza Nord 1/50 000. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc N° 287.
- **Lespinasse P., 1975.** *Géologie des zones externes et des flyshs entre Chaouen et Zoumi (Centre de la chaine Rifaine, Maroc)*. Thèse de Doctorat, Université de Paris VI, 248 p.
- **Lewis, J., Dodge, J.D et Powell, A.J. 1990.** Quaternary dinoflagellate cysts from the upwelling system offshor Peru, Hol 686b, ODP Leg 12 In: SUESS, E., Von Huene, R et al., Preceedings Ocean Drilling edit. Progr. Sci. Result. Vol. 112, p. 547-553
- **Lohmann, H. 1904.** Eierund sogenannte Cysten derPiankton- Expedition. Anhang: Cyphonautes. *Ergebnisse des Plankton-Expedition der Humboldt-Stiftung* 4, 1-62.
- **Maaté, A., Solé De Porta, N., Martin-Algarra, A., 1993.** Données paléontologiques nouvelles sur le Carnien des séries rouges des Maghrébides (Ghomarides et Dorsale calcaire du Rif septentrional, Maroc), *C. R. Acad. Sci. Paris*, 316 (II), 137-143.
- **Mahboub, I., Slimani, H., 2020.** Middle Eocene organic-walled dinoflagellate cysts from the Tsoul section, eastern External Rif, Morocco: biostratigraphy et paleoenvironmental interpretations, *Arab. J. Geosci.*, 13–197. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-5165-7>
- **Mahboub, I., Slimani, H., Toufiq, A., Chekar, M., Djeya, K.J., Jbari, H., Chakir, S., 2019.** Middle Eocene to Early Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy et paleoenvironmental interpretations of the Ben Attaya section at Taza, eastern External Rif, Morocco. *J. Afr. Earth Sc.* 149, 154–169. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2018.08.006>.
- **Martinez-García, P., Soto, J.I., Comas, M.C., 2011.** Recent structures in the Alboran Ridge et Yusuf fault zones based on swath bathymetry et sub-bottom profiling: evidence of active tectonics. *Geo-Marine Lett.* 31, 19–36.

- **Maxwell, W.G.H., 1968.** Atlas of the Great Barrier Reef. Elsev. Publ. Comp., Amsterdam, London, New York, pp. 258p.
- **Maychou, S., 2009.** Étude morphostructurale et cartographie SIG du Rharr Septentrional et du Prérif (Maroc). Analyse sismotectonique et modélisation de la déformation de la région de Moulay Bousselham. Thèse de Doctorat cotutelle présentée à L'Université Chouaib Doukkali et L'Université Bordeaux 1. 197 p.
- **Michard A., Chalouan A., Feinberg H., Goffé B., Montigny R., 2002.** How does the alpine belt end between Spain et Morocco. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 173, 3-15.
- **Michard A., Negro F., Saddiqi O., Bouybaouene M. L., Chalouan A., Montigny R., Goffé B., 2006.** Pressure–temperature–time constraints on the Maghrebide mountain building: evidence from the Rif–Betic transect (Morocco, Spain), Algerian correlations, et geodynamic implications. *Comptes Rendus Geoscience*, 338(1), 92-114.
- **Michard, A., Chalouan, A., Moutigny, R., Ouzani-Toihami, M., 1983.** Les nappes cristallophylliennes du Rif (Sébtides, Maroc), témoins d'un édifice alpin de type permique incluant le manteau supérieur. *C. R. Acad. Paris*, 296, II, 1337-1340.
- **Michoux, D., 1988.** Dinoflagellate cysts of the Wetzeliella-complex from Eocene sediments of the Aquitaine Basin, southwestern France. *Palynology* 12, 11–41.
- **Mohamed, O., Hans Egger, H., 2019.** Lutetian to Priabonian dinocyst assemblages from the northwestern Tethyan margin (Adelholzen section, Eastern Alps, Germany). *Rev. Palaeobot. Palynol.* 264, 38–53. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2019.02.003>.
- **Negro, F., De Sigoyer, J., Goffé, B., Saddiqi, O., Villa, I.M., 2008.** Tectonic evolution of the Betic–Rif arc: New constraints from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating on white micas in the Tamsamani units (External Rif, northern Morocco). *Lithos* 106, 93–109.
- **Nézan E. & Chomérat N. 2010.** *Vulcanodinium rugosum* gen. et sp. nov. (Dinophyceae), un Nouveau Dinoflagellé Marin de la Côte Méditerranéenne Française. *Association des Amis des Cryptogames. Cryptogamie, Algologie*, 32(1):3-18.
- **Olivier P., 1978.** *Etude géologique et structural de la région de Jebha (Rif, Maroc) la terminaison NE de l'accident de Jbha-Chrafate*. Thèse de Doctorat de 3e cycle, Toulouse, 129 p.

- **Olivier, P., 1984.** *Evolution de la limite entre zones internes et zones externes dans l'arc Gibraltar (Maroc' Espagne)*. Thèse d'État, Université de Toulouse. 234 p.
- **Potvin, É. , 2010.** Relation thèque-kyste et phylogénie (ADN codant pour l'ARN de la petite sous-unité ribosomale) du kyste de dinoflagellé arctique *Islandinium minutum* (Head et al., 2001). Mémoire. Rimouski, Québec, Université du Québec à Rimouski, Institut des sciences de la mer de Rimouski (ISMER), 81 p.
- **Powell A.J., Dodge, J.D., Lewis, J., 1990.** Late Neogene to Pleistocene palynological facies of the Peruvian continental margin upwelling, Leg 112. Proceedings of the Ocean Drilling Program. Scientific Results 112, 297–321.
- **Powell, A.J. (Ed.), 1992.** A stratigraphic index of dinoflagellate cysts. Chapman and Hall, London, 290 p.
- **Powell, A.J., Brinkhuis, H., Bujak, J.P., 1996.** Upper Paleocene-Lower Eocene dinoflagellate cyst sequence biostratigraphy of southeast England. Journal of Geological Society, London, Special Publications 101 (1), 145–183.
- **Pross, J, Schmiedl, G., 2002.** Early Oligocene dinoflagellate cysts from the Upper Rhine Graben (SW Germany): paleoenvironmental et paleoclimatic implications. Mar. Micropaleontol 45:1–24. [https://doi.org/10.1016/S0377-8398\(01\)00046-9](https://doi.org/10.1016/S0377-8398(01)00046-9).
- **Pross, J., 2001.** Dinoflagellate cyst biogeography et biostratigraphy as a tool for palaeoceanographic reconstructions: an example from the Oligocene of western et northwestern Europe. In: Luterbacher, H., Pross, J., Wille, W. (Eds.), Studies in dinoflagellate cysts in honour of Hans Gocht. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen, pp. 207–219.
- **Pross, J., Brinkhuis, H., 2005.** Organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene; a synopsis of concepts. Paläontol. Z. 79 (1), 53–59.
- **Pross, J., Houben, A.J., van Simaëys, S., Williams, G.L., Kotthoff, U., Coccioni, R., Wilpshaar, M., Brinkhuis, H., 2010.** Umbria–Marche revisited: a refined magnetostratigraphic calibration of dinoflagellate cyst events for the Oligocene of the Western Tethys. Rev. Palaeobot. Palynol. 158 (3), 213–235.
- **Quéguiner, B., 2013.** Structure et Fonctionnement des Ecosystèmes Pélagiques Marins. Centre d'Océanologie de Marseille, Aix-Marseille Université ; CNRS ; LOBUMR 6535, Laboratoire d'Océanographie et de Biogéochimie, OSU/Centre d'Océanologie de Marseille, 93 pp.

- **Rochon, A., de Vernal, A., Turon, J.-L., Mallhiessen, J., Head, M.J., 1999.** Distribution of dinoflagellate cyst assemblages in surface sediments from the North Atlantic Ocean and adjacent basins and quantitative reconstruction of sea surface parameters. Special Contribution Series of the American Association of Stratigraphic Palynologists 35.
- **Saddiqi, O., 1988.** Tectonique de la remontée du manteau: Les péridotites des Beni Bousera et leur enveloppe métamorphique, Rif interne, Maroc. Thèse, Université Louis Pasteur - Strasbourg I, Institut de Géologie, Strasbourg.
- **Santleben, C., Shroder, A., 1992.** Living coccolithophore communities in the Norwegian-Greenland Sea and their record in sediment. *Mar. Micropal.*, 19, 333-354.
- **Schiøler, P., 2005.** Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Oligocene–Lower Miocene interval of the Alma-1X well, Danish North Sea. *J. Micropaleontol.* 24, 1–37. <https://doi.org/10.1144/jm.24.1.1>. (2005).
- **Schiøler, P., Brinkhuis, H., Roncaglia, L., Wilson, G.J. 1997.** Dinoflagellate biostratigraphy and sequence stratigraphy of the type Maastrichtian (Upper Cretaceous), ENCI Quarry, 1069 The Netherlands. *Mar Micropaleontol* 31(1–2):65–95. [https://doi.org/10.1016/S0377-1070\(96\)00058-8](https://doi.org/10.1016/S0377-1070(96)00058-8)
- **Slimani H., 1995.** *Les dinokystes des craies du Campanien au Danien à Hallembaye et Turnhout (Belgique) et à Beutenaken (Pays-Bas): biostratigraphie et systématique.* PhD thesis, Research Unit Palaeontology, Ghent University, Belgium, 37, 461 p.
- **Slimani H., Guédé K.E., Williams G.L., Asebriy L., Ahmamou M., 2016.** Campanian to Eocene Dinoflagellate cyst biostratigraphy of the marly succession from the Tahar et Sekada sections, Arba Ayacha, western External Rif, northwestern Morocco. *Review of Paleobotany et Palynology*, DOI: 10.1016/j.revpalbo.2016.01.003.
- **Slimani H., Louwye S., Toufiq A., 2010.** Dinoflagellate cysts from the Cretaceous–Paleogene boundary at Ouled Haddou, southeastern Rif, Morocco: biostratigraphy, paleoenvironments and paleobiogeography. *Palynology*, 34, 90-124.
- **Slimani, H., Louwye, S., Toufiq, A., 2012.** New species of organic-walled dinoflagellate cysts from the Maastrichtian–Danian boundary interval at Ouled Haddou, northern Morocco. *Alcheringa*, 36, 337-353.

- **Slimani, H., Louwye, S., Toufiq, A., Verniers, J., De Coninck, J., 2008.** New dinoflagellate cyst species from Cretaceous–Palaeogene boundary deposits at Ouled Haddou, south-eastern Rif, Morocco. *Cretaceous Research*, 29, 329-344.
- **Slimani, H., Mahboub, I., Toufiq, A., Jbari, H., Chakir, S., Tahiri, T., 2019.** Bartonian to Priabonian dinoflagellate cyst biostratigraphy et paleoenvironments of the M'karcha section in the Southern Tethys margin (Rif Chain, Northern Morocco). *Marine Micropaleontology*, 153, 101785p. <https://doi.org/10.1016/j.marmicro.2019.101785>
- **Slimani, H., Toufiq, A., 2013.** A Cretaceous–Palaeogene boundary geological site, revealed by planktic foraminifera et dinoflagellate cysts, at Ouled Haddou, eastern external Rif Chain, Morocco. *Journal of African Earth Sciences*, 88, 38-52.
- **Sluijs, A., Brinkhuis, H., Crouch, E. M., John, C. M., Handley, L., Munsterman, D., Bohaty, S. M., Zachos, J. C., Reichert, G.-J., Schouten, S., Pancost, R. D., Sinninghe Damsté, J. S., Welters, N. L. D., Lotter, A. F., et Dickens, G. R. 2008a.** Eustatic variations during the Paleocene-Eocene greenhouse world, *Paleoceanography*, 23, PA4216; doi:4210.1029/2008PA001615.
- **Sluijs, A., Brinkhuis, H., Stickley, C.E., Warnaar, J., Williams, G.L., Fuller, M., 2003.** Dinoflagellate cysts from the Eocene–Oligocene transition in the southern ocean; results from ODP Leg 189. In: Exon, N.F., Kennett, J.P., Malone, M.J. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*. 189. pp. 1–42.
- **Sluijs, A., Pross, J., Brinkhuis, H., 2005.** From greenhouse to icehouse; organic-walled dinoflagellate cysts as paleoenvironmental indicators in the Paleogene. *Earth-Science Reviews*, 68, 281-315.
- **Sluijs, A., Röhrl, U., Schouten, S., Brumsack, H.-J., Sangiorgi, F., Sinninghe Damsté, J. S., et Brinkhuis, H. 2008b.** 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, doi:10.1029/2007PA001495.
- **Soliman, A., 2012.** Oligocene dinoflagellate cysts from the north alpine Foreland basin: new data from the eggerding formation (Austria). *Geol. Carpathica* 63 (1), 49–70.
- **Soncini, M.J., 1990.** *Palynologie des phosphates des Oulad Abdoun (Maroc). Biostratigraphie et environnements de la phosphatogenèse dans le cadre de la crise*

Crétacé–Tertiaire. PhD thesis, Institut of Geology, Université Louis Pasteur, Strasbourg, France, 243 p.

- **Stover, L.E. et Evitt, W.R., 1978.** Analyses of pre-Pleistocene organic-walled dinoflagellates. Stanford University Publications, Geological Sciences, v.15, 300 p.
- **Stover, L.E. et Williams, G.L., 1987.** Analyses of Mesozoic et Cenozoic organic-walled dinoflagellates 1977-1985. American Association of Stratigraphic Palynologists, Contributions Series, no.18, 243 p.
- **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 et prasinophytes. In: Jansonius, J., McGregor, D.C. (Eds.), *Palynology: Principles et Applications 2*. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, pp. 641–750.
- **Stover, L.E., Williams, G.L., 1995.** A revision of the Paleogene dinoflagellate genera *Areosphaeridium* Eaton 1971 et *Eatonicysta* Stover et Evitt 1978. *Micropaleontology* 41 (2), 97–141. <https://doi.org/10.2307/1485947>.
- **Suter, G., (1980).** Cartes géologiques du Rif au 1/500000, feuilles 245a et 245b. Notes et Mémoires du Service Géologique du Maroc.
- **Suter, G., 1965.** La région du moyen Ouergha (Rif, Maroc). Etude préliminaire sur la stratigraphie et la tectonique. *Not. & Mém. Serv. Géol. Maroc*, t 24, 183, 7-17.
- **Tchouar L., 2013.** Thèse: *Etude des dinoflagellés de la série moi-pliocène du Télégraphe de Sidi Brahim (Bassin du Chelif, Algérie Nord-occidentale): Systématique et paléoécologie*. 116p
- **Tejera De Leon, J. 1993.** Les bassins néogènes d'avant-pays du Rif externe occidental liés à la transformante Jebha-Arbaoua (Maroc). Thèse Doctorat d'Etat, Université de Pau et des Pays de l'Adour, 323 p.
- **Thomsen, E., Abrahamsen, N., Heilmann-Clausen, C., King, C., Nielsen, O.B., 2012.** Middle Eocene to earliest Oligocene development in the eastern North Sea basin: biostratigraphy, magnetostratigraphy et palaeoenvironment of the Kysing-4 borehole, Denmark. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 350–352, 212–235.
- **Torricelli, S., Biffi, U., 2001.** Palynostratigraphy of the numidian flysch of northern Tunisia (Oligocene–early Miocene). *Palynology* 25 (1), 29–55.
- **Torricelli, S., Knezaurek, G., Biffi, U., 2006.** Sequence biostratigraphy et paleoenvironmental reconstruction in the early Eocene Figols group of the Trep-

Graus basin (south-Central Pyrenees, Spain). *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 232 (1), 1–35. <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2005.08.009>.

- **Toufiq A., Bellier J. P., Boutakiout M. et Feinberg H., 2002a:** Planktonic foraminifera of the Cretaceous-Tertiary transition in the Ouled Haddou section (external Rif, Morocco): mass extinction at the K-T boundary et renewal at the early Danian. *19th Colloquium of African Geology - El Jadida, Morocco, 19-23 March 2002. Abstracts vol.:* 178.
- **Toufiq A., Bellier J. P., Boutakiout M. et Feinberg H., 2002b:** La coupe d'Ouled Haddou (Rif externe oriental): un affleurement continu de la transition Crétacé-Paléogène au Maroc, révélé par les Foraminifères planctoniques. *C. R. Geoscience*, 334: 995-1001.
- **Toufiq, A., 2006.** *Biostratigraphie à l'aide des foraminifères planctoniques d'affleurements du Campanien terminal au Danien dans le Rif externe oriental (Maroc septentrional): analyse et interprétation de la transition Crétacé-Paléogène.* Thèse de Doctorat, Université Mohammed V-Agdal, Rabat, Maroc, 211 p.
- **Van Mourik, C.A., Brinkhuis, H., 2005.** The Massignano Eocene–Oligocene golden spike section revisited. *Stratigraphy* 2 (1), 13–30.
- **Van Mourik, C.A., Brinkhuis, H., Williams, G.L., 2001.** Mid- to late Eocene organic-walled dinoflagellate cysts from ODP Leg 171B, offshore Florida. In: Kroon, D., Norris, R.D., Klaus, A. (Eds.), *Western North Atlantic Palaeogene et cretaceous Palaeoceanography*. 183. Geol. Soc. Spec. Publ, pp. 225–251.
- **Van Simaey, S., Munsterman, D., Brinkhuis, H., 2005.** Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy of the southern North Sea Basin. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 134 (1), 105–128.
- **Versteegh, G.J.M., 1994.** Recognition of cyclic et non-cyclic environmental changes in the Mediterranean Pliocene: a palynological approach. *Mar. Micropaleontol.* 23, 147–183.
- **Vidal, J.C., 1979.** Carte Géologique du Rif: Beni Frassene (1/50,000). Notes Mém Serv Géol Maroc 283
- **Wall, D., Dale, B., Lohmann, G.P., Smith, W.K., 1977.** The environmental et climatic distribution of dinoflagellate cysts in Modern marine sediments from regions in the North et South Atlantic Oceans et adjacent seas. *Mar. Micropaleontol.* 2, 121–200.

- **Wall, O. & Dale, B. 1966.** "Living Fossils" in western Atlantic plankton. *Nature* 211, 1025-1026.
- **Wall, O. & Dale, B. 1968.** Modern Dinoflagellate Cysts et evolution of the Peridiniales. *Micropal.* 14(3), 265-304, tab. 1-4.
- **Weyns, W., 1970.** Dinophycées et acritarches des "Sables de Grimmeringen" dans leur localité-type, et les problèmes stratigraphiques du Tongrien. *Bull. Soc. Belge Géol. Paléontol. Hydrol.* 79, 247–268.
- **Wildi, W., 1983.** La chaîne Tello-Rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie). Structure, stratigraphie et évolution du Trias au Miocène. *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*, 24(3), 201-297.
- **Williams, G.L., Brinkhuis, H., Pearce, M.A., Fensome, R.A., Weegink, J.W., 2004.** Southern Ocean et global dinoflagellate cyst events compared: index events for the late Cretaceous–Neogene. In: Exon, N.F., Kennett, J.P., Malone, M.J. (Eds.), *Proceedings of the Ocean Drilling Program, Scientific Results*, 189, pp. 1–98.
- **Williams, G.L., Damassa, S.P., Fensome, R.A. et Guerstein, G.R., 2015.** *Wetzelialla* et its allies -- the 'hole' story; a taxonomic revision of the Paleogene subfamily Wetzelialloideae. *Palynology*, v.39, p.289-344, pl.1-5.
- **Williams, G.L., Fensome, R.A. et MacRae, R.A., 2017.** The Lentin et Williams index of fossil dinoflagellates 2017 edition. *American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series*, no. 48
- **Williams, G.L., Fensome, R.A., Miller, M.A., Sarjeant, W.A.S., 2000.** A glossary of the terminology applied to dinoflagellates, acritarchs et prasinophytes, with emphasis on fossils: third edition. *American Association of Stratigraphic Palynologists, Contributions Series No. 37*, 370 p.
- **Williams, G.L., Stover, L.E., Kidson, E.J., 1993.** Morphology et stratigraphic ranges of selected Mesozoic–Cenozoic dinoflagellate taxa in the Northern Hemisphere. *Geological Survey of Canada Paper* 92–10, 137 p.
- **Wilpshaar, M., Santarelli, A., Brinkhuis, H., Visscher, H., 1996.** Dinoflagellate cysts et mid–Oligocene chronostratigraphy in the central Mediterranean region. *J. Geol. Soc.* 153 (4), 553–561.
- **Zevenboom, D., 1995.** Dinoflagellate Cysts from the Mediterranean Late Oligocene et Miocene (Ph. D Thesis). Utrecht University, pp. 221.
- **Zonneveld, K.A., Marret, F., Versteegh, G.J., Bogus, K., Bonnet, S., Bouimtarhan, I., Crouch, E., de Vernal, A., Elshanawany, R., Edwards, L.,**

Esper, O., Forke, S., Grøsfjeld, K., Henry, M., Holzwarth, U., Kieft, J.F., Kim, S.Y., Ladouceur, S., Ledu, D., Chen, L., Limoges, A., Londeix, L., Lu, S.H., Mahmoud, M.S., Marino, G., Matsouka, K., Matthiessen, J., Mildenhall, D., Mudie, P., Neil, H., Pospelova, V., Qi, Y., Radi, T., Richerol, T., Rochon, A., Sangiorgi, F., Solignac, S., Turon, J.L., Verleye, T., Wang, Y., Wang, Z., Young, M., 2013. Atlas of modern dinoflagellate cyst distribution based on 2405 data points. *Rev. Palaeobot. Palynol.* 191, 1–197. <https://doi.org/10.1016/j.revpalbo.2012.08.003>.

- **Zonneveld, K.A.F. 1997.** New species of organic walled dinoflagellate cysts from modern sediments of the Arabian sea (Indian Ocean). *Rev. Paleob. Palyn.*, 97, p. 319-337.
- **Zonneveld, K.A.F., Versteegh, G.J.M & De Lange G.J. 2001.** Paleoproductivity et post-depositional aerobic organic matter decay reflected by dinoflagellate cysts assemblages of the Eastern Mediterranean S1 sapropel. *Marine Geol.*, 172, p. 181-195.

PLANCHES

Planche 1

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 12 représente 40 µm pour les figures 1 à 24, et la barre d'échelle dans la figure 25 représente 40 µm pour les figures 25 et 26. EF: Coordonnées England Finder.

Fig. 1, 2 : *Cerebrocysta bartonensis*; échantillon MK1, préparation P1, EF Y36; 1- focus sur la surface ventrale et structure de la paroi; 2- focus sur l'archéopyle précingulaire.

Fig. 3, 4 : *Elytrocysta brevis*; échantillon MK30, préparation P5, EF L38/4; 3- coupe optique montrant l'archéopyle apical; 4- focus sur la structure de la paroi et sur les processus.

5 : *Cleistosphaeridium regulatum*; échantillon MK22, préparation P1, EF 41/1; coupe optique montrant les processus.

Fig. 6,7 : *Tectatodinium pellitum*; échantillon MK25 préparation P3, EF R36; 6- focus sur l'opercule et sur la structure de la paroi; 7- Focus sur l'archéopyle précingulaire.

Fig. 8,9 : *Microdinium reticulatum*; échantillon MK27, préparation P1, EF P61/1; 8- focus sur l'archéopyle apicale ; 9- focus sur la structure de la paroi.

Fig. 10, 11 : *Corrudinium incompositum*; échantillon BAT1, préparation P4, EF M46; 10- focus sur la surface ventro-latérale; 11- Focus sur la surface dorso-latérale.

Fig. 12, 13 : *Impagidinium dispersitum*; échantillon MK28, préparation P1, EF K40/3; 12- focus sur la face latérale; 13- focus sur l'archéopyle précingulaire.

Fig. 14, 15 : *Impagidinium maculatum*; échantillon MK15, préparation P2, EF Q35/1; 14- surface dorsale montrant l'archéopyle précingulaire; 15- surface ventrale montrant le sulcus et la structure de la paroi.

Fig. 16 : *Pterodinium cingulatum* subsp. *cingulatum*; échantillon TS8, préparation P1, EF R48/2.

17, 18 : *Impagidinium* aff. *simplicium*; échantillon MK7, préparation P1, EF U50/2; 17- surface latéral avec focus sur la structure de la paroi; 18- Surface latéral avec focus sur l'archéopyle apical.

19 : *Achomosphaera crassipellis*; échantillon TS7, préparation P1, EF W34/2.

20, 21 : *Operculodinium nanaconulum*; échantillon TS8, préparation P1, EF S37/1; 20- focus sur l'archéopyle précingulaire; 21- focus sur la surface latérale

22 : *Operculodinium centrocarpum*; échantillon MK28, préparation P1, EF K35/2.

23 : *Spiniferites ramosus* subsp. *ramosus*; échantillon MK28, préparation P1, EFG28/4.

24 : *Impagidinium aspinatum*; échantillon TS8, préparation P1, EF X42/2.

25, 26 : *Ynezidinium brevisulcatum*; échantillon MK6, préparation P1, EF V39; 25- focus sur l'archéopyle précingulaire; 26- focus sur le sulcus.

27, 28 : *Hystrichosphaeropsis ovum*; échantillon TS4, préparation P1, EF O53; 27- focus sur l'archéopyle précingulaire; 28- focus sur la surface latérale.

Planche 1

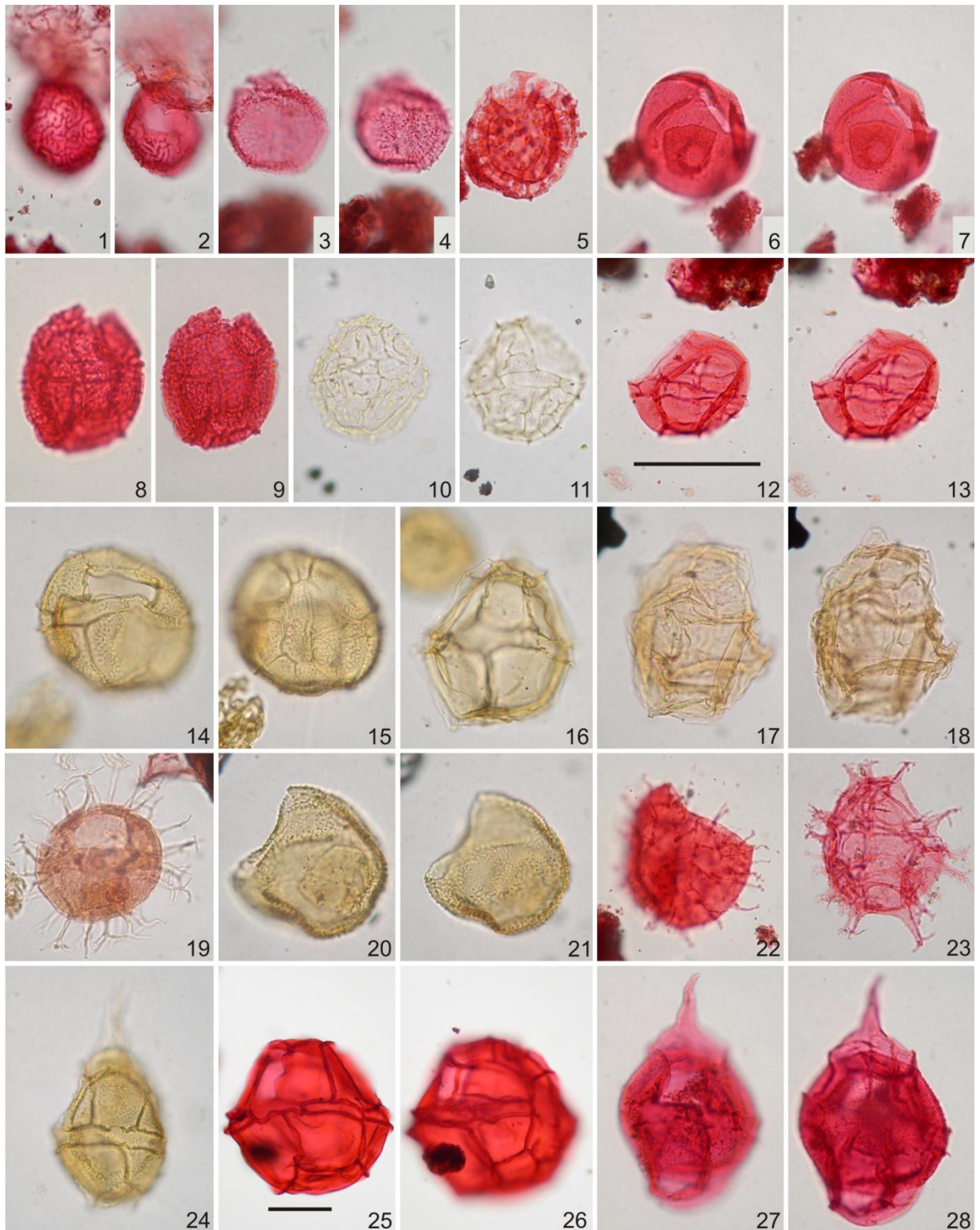


Planche 2

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 2 représente 40 µm pour toutes les figures de la planche 2. EF: Coordonnées England Finder.

1, 2 : *Cerebrocysta waipawaensis*; échantillon BAT11, préparation P2, EF D39; 13- surface ventrale; 14- surface dorsale.

3, 4 : Aff. *Heslertonia heslertonensis* de Heilmann-Clausen et Costa, 1989; échantillon TS3, préparation P1, EF M59/2.

5, 6 : *Pentadinium laticinctum* subsp. *laticinctum*; échantillon BAT6, préparation P2, EF T51/2; 5- surface ventro-antapicale; 6- surface dorso-apicale.

7, 8 : *Pterodinium* sp. cf. *Pentadinium polypodum*; échantillon BAT11, préparation P3, EF W46/2.

9, 10 : *Impagidinium patulum*; échantillon BAT6, préparation P4, EF V50/4; 9- surface dorsale; 10- surface ventrale.

11, 12 : *Corrudinium regulare*; échantillon MK15, préparation P1, EF R49/4; 11- surface ventro-latérale avec focus la structure de la paroi; 12- surface dorso-latérale avec focus sur l'archéopyle précingulaire.

13 : *Pentadinium goniferum*; échantillon BAT14, préparation P1, EF W36/1, surface dorsale.

Planche 2

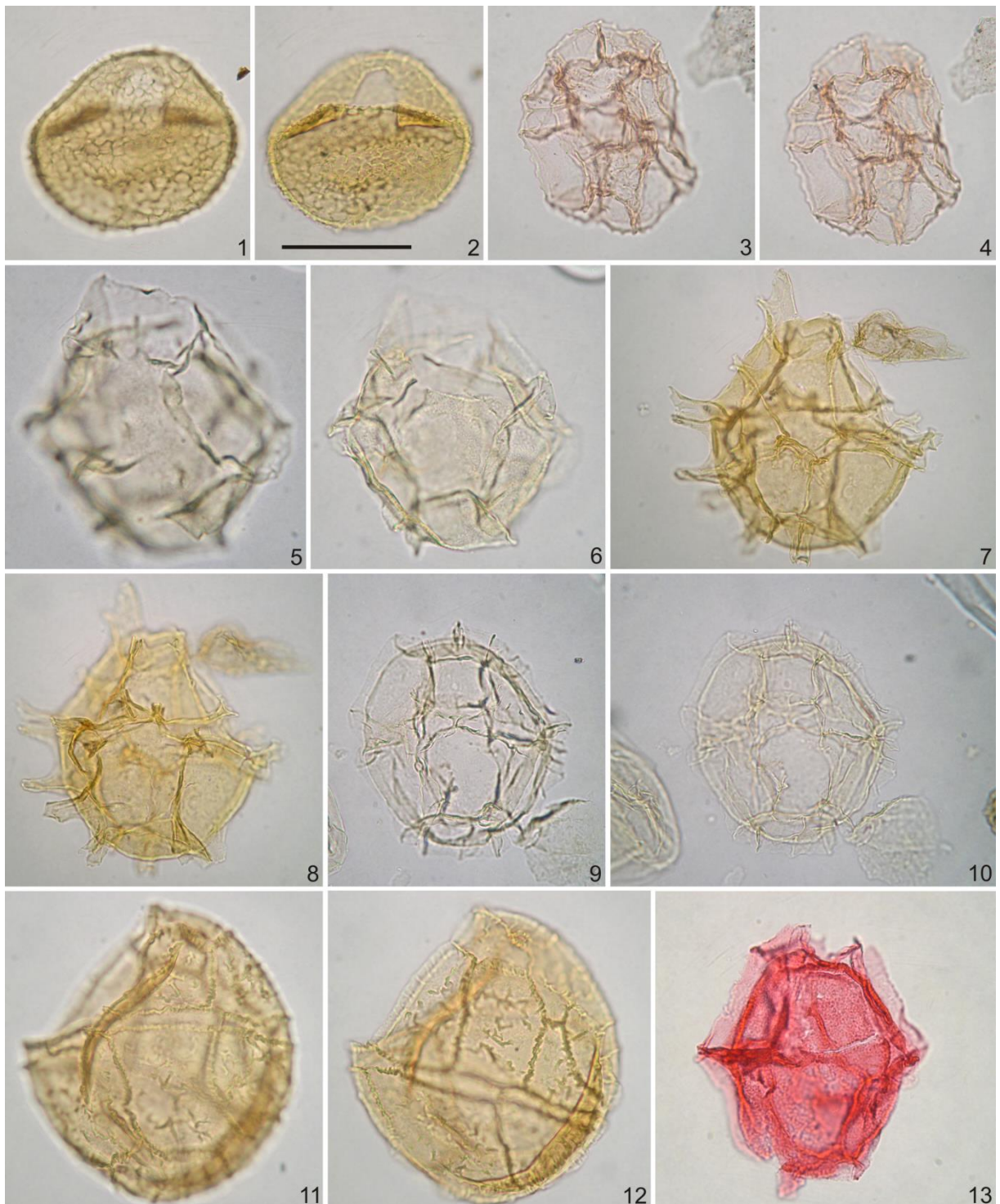


Planche 3

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 12 représente 40 µm pour toutes les figures de la planche 3. EF: Coordonnées England Finder.

1, 2 : *Nematosphaeropsis* sp. A; échantillon MK28, préparation P1, EF V47/2; 1- surface latérale avec focus sur les processus; 2- focus la structure de la paroi.

3 : *Achilleodinium biformoides*; échantillon BAT14, préparation P3, EF Y55/2, surface dorsale.

4-6 : *Operculodinium divergens*; échantillon BAT14, préparation P2, EF U58/0; 4- focus sur la surface latérale ; 5- focus sur l'archéopyle précingulaire; 6- focus sur la surface de la paroi et sur les processus.

7, 8 : *Samlandia chlamydophora*; échantillon TS4, préparation P1, EF P33; 7- focus sur la structure de la paroi; 8- focus sur l'archéopyle précingulaire.

9 : *Fibrocysta vectensis*; échantillon TS5, préparation P1, EF M35.

10 : *Ifecysta lappacea*; échantillon TS11, préparation P3, EF S24/2.

11, 12 : *Fibrocysta bipolaris*; échantillon MK10, préparation P2, EF S48; 11- focus sur l'archéopyle précingulaire; 12- focus sur les processus apical et antapical.

Planche 3

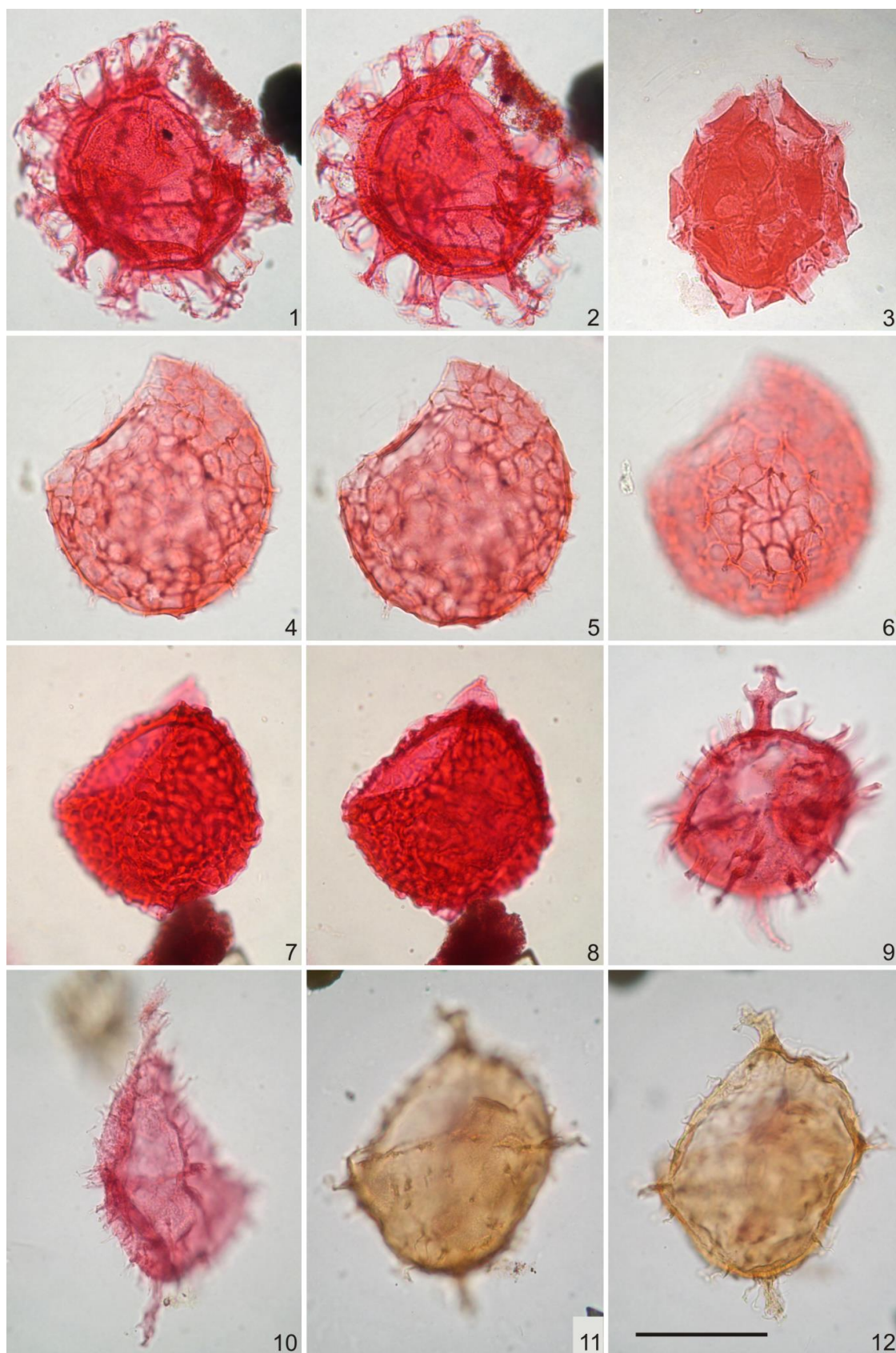


Planche 4

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 8 représente 40 µm pour toutes les figures de la planche 4. EF: Coordonnées England Finder.

1, 2 : *Polysphaeridium subtile*; échantillon MK28, préparation P1, EF J39; 1- face antapical avec focus sur les processus; 2- focus sur l'archéopyle épikystal.

3, 4 : *Polysphaeridium biformum*; échantillon TS3, préparation P1, EF Y38; 3- focus sur l'archéopyle épikystal; 4- focus sur les processus.

5 : Genre et espèce indéterminé de Biffi et Manum (1988); échantillon BAT9, préparation P2, EF F49/4.

6 : *Cyclopsiella elliptica* ; échantillon BAT12, préparation P1, EF O62/4.

7, 8 : *Homotryblium vallum*; échantillon MK15, préparation P1, EF R40/4; 7- focus sur la surface antapicale et sur les processus; 8- focus sur l'archéopyle épikystal.

9, 10 : *Homotryblium abbreviatum*; échantillon TS3, préparation P1, EF E33/4; 9- focus sur l'archéopyle épikystal; 10- focus sur la surface antapicale et sur les processus.

11, 12 : *Homotryblium floripes*; échantillon BAT18, préparation P1, EF J58/4; 11- focus sur l'archéopyle épikystal; 12- focus sur processus et sur leur terminaisons distales.

13, 14 : *Homotryblium tenuispinosum*; échantillon MK12, préparation P2, EF J49 ; 13- focus la surface antapicale et sur les processus; 14- focus sur l'archéopyle épikystal.

15: *Dinopterygium cladoides*; échantillon MK4, préparation P2, EF J30; surface antapical avec focus sur la structure de la paroi.

Planche 4

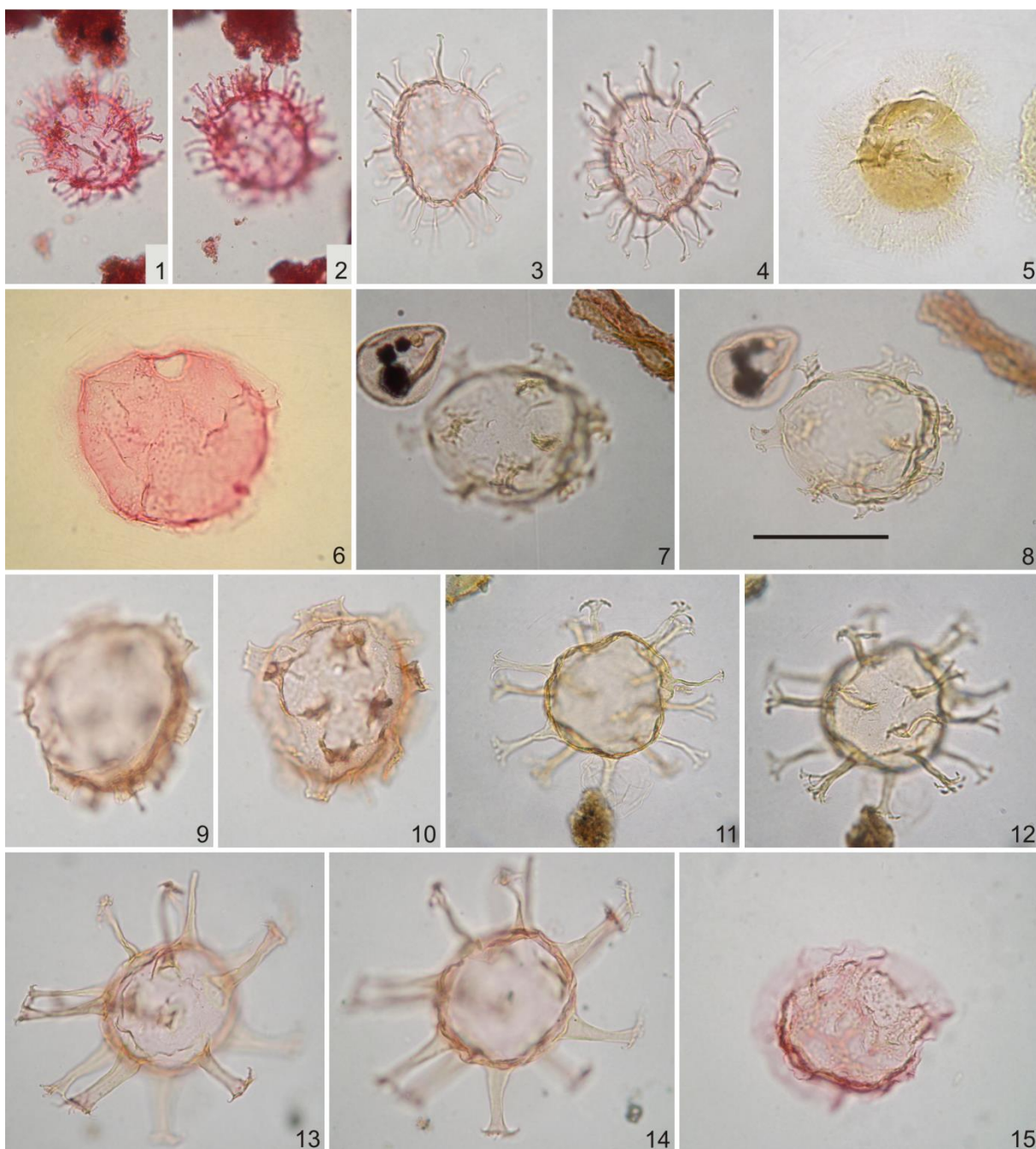


Planche 5

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 3 représente 40 µm pour les figures de 1 à 12, et la barre d'échelle dans la figure 13 représente 40 µm pour les figures de 13 à 15. EF: Coordonnées England Finder.

1, 2 : *Duosphaeridium nudum*; échantillon TS7, préparation P1, EF L31/3; 1- focus sur l'archéopyle apicale et sur la surface latérale; 2- focus sur la structure de la paroi.

3, 4 : *Diphyes bifidum*; échantillon TS10, préparation P1, EF D52; 3- focus sur les processus et sur leur extrémités; 4- focus sur l'opercule.

5 : *Hystrichokolpoma salacia*; échantillon TS10, préparation P2, EF H50/3.

6, 7 : *Hystrichokolpoma rigaudiae*; échantillon MK15, préparation P2, EF Q34; 6- focus sur les processus et sur l'archéopyle apical 7- focus sur le processus antapical.

8, 9 : *Hystrichokolpoma bullatum*; échantillon MK2, préparation P1, EF S50/4; 8- focus sur l'archéopyle apical; 9- focus sur les processus.

10-12 : Genre A de Mahboub et al. (2019); échantillon BAT11, préparation P3, EF V41; 10- focus sur la surface latérale; 11- focus sur le processus antapical; 12- focus sur l'archéopyle apical.

13 : *Palaeocystodinium golzowense*; échantillon MK26, préparation P2, EF P49.

14, 15 : *Distatodinium ellipticum*; échantillon MK26, préparation P2, EF J52.

Planche 5

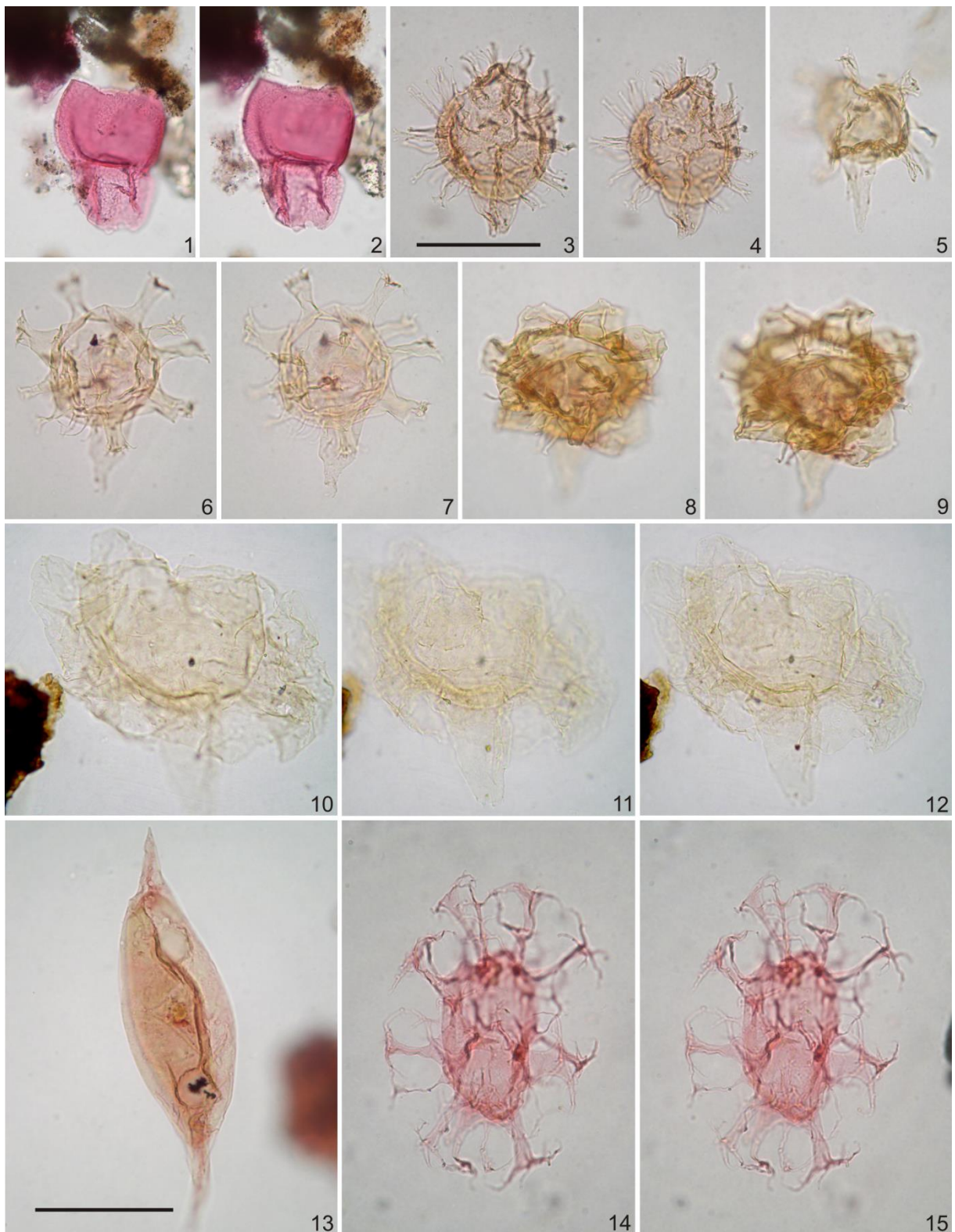


Planche 6

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 6 représente 40 µm pour toutes les figures de la planche 6. EF: Coordonnées England Finder.

1, 2 : *Melitasphaeridium pseudorecurvatum*; échantillon MK26, préparation P2, EF K51; 1- focus sur les extrémités des processus; 2- focus sur les processus.

3, 4 : *Dapsilidinium pastielsii*; échantillon MK26, préparation P2, EF V56/1; 3- focus sur l'archéopyle apical; 4- focus sur les processus.

5 : *Melitasphaeridium asterium*; échantillon MK26, préparation P2, EF P51/4.

6, 7 : *Schematophora speciosa*; échantillon BAT13, préparation P3, EF U54/3; 6- focus sur l'archéopyle apical; 7- surface dorso-antapicale.

8, 9 : *Batiacasphaera compta*; échantillon TS1, préparation P1, EF U45/1; 8- focus sur la structure de la paroi; 9- focus sur l'archéopyle apical.

10 : *Kallosphaeridium biornatum*; échantillon TS4, préparation P2, EF S42.

11-13 : *Stoveracysta ornata*; échantillon MK8, préparation P1, EF F49; 11- focus sur l'archéopyle apical; 12- surface dorsale; 13- surface ventral.

14, 15 : *Stoveracysta* sp. 2 (Brinkhuis et Biffi 1993); échantillon MK22, préparation P1, EF D32/3; 14- focus sur la surface antapicale; 15- focus sur la structure de la paroi.

16, 17 : *Hemiplacophora semilunifera*; échantillon BAT14, préparation P1, EF F55/0; 16- focus sur la structure de la paroi; focus sur l'archéopyle apical et sur l'opercule.

18 : *Cleistosphaeridium diversispinosum*; échantillon BAT18, préparation P1, EF K38/0.

19 : *Cleistosphaeridium placacanthum*; échantillon MK15, préparation P2, EF P36/3; surface dorsal.

20-22 : *Cooksonidium capricornum*; échantillon MK17, préparation P1, EF W46.

Planche 6

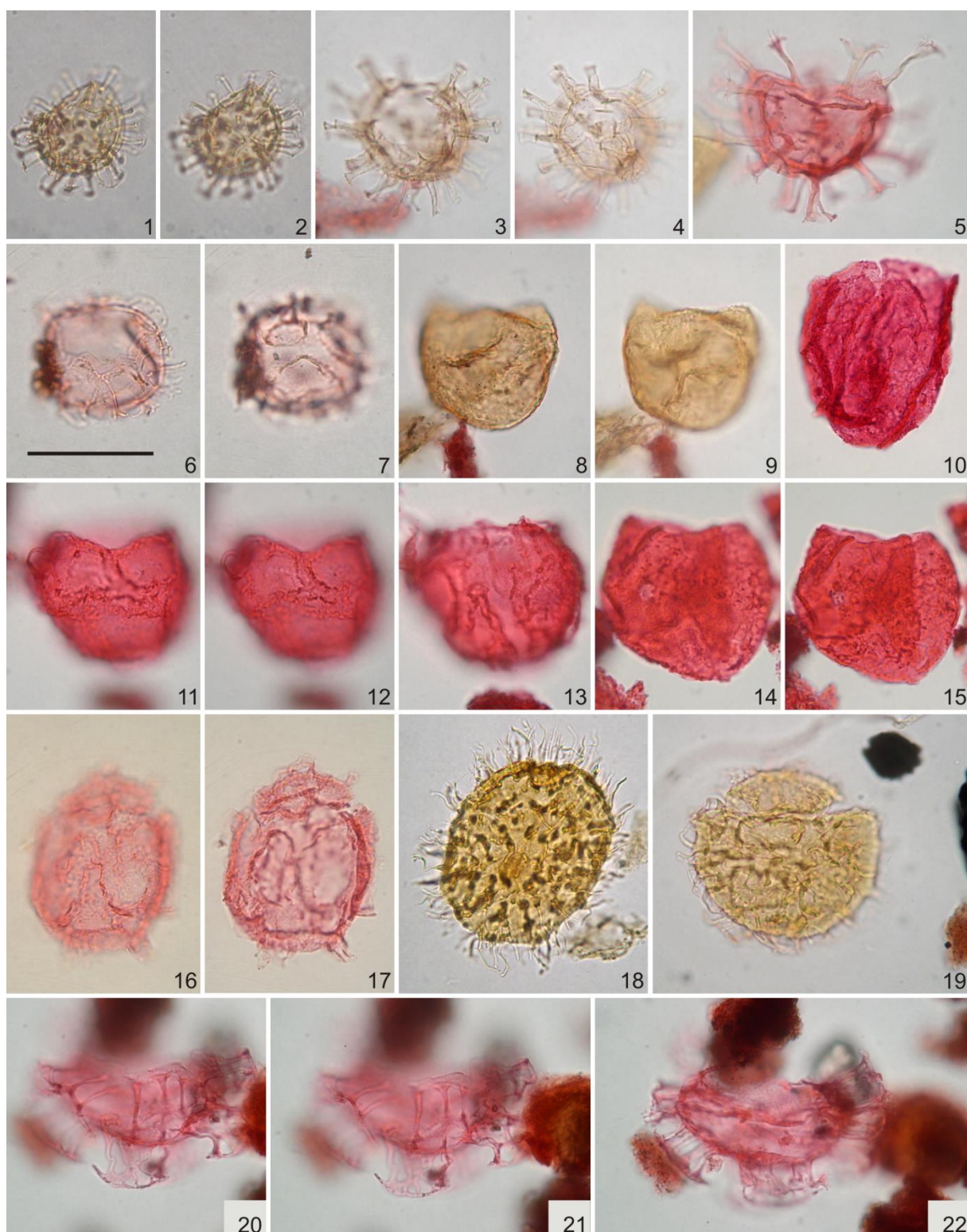


Planche 7

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 4 représente 40 µm pour toutes les figures de la planche 7. EF: Coordonnées England Finder.

1, 2 : *Enneadocysta* sp. C of Stover et Williams (1995); échantillon MK26, préparation P2, EF E30/3; 1- focus sur l'archéopyle apical; 2- surface ventrale.

3 : *Enneadocysta pectiniformis*; échantillon BAT15, préparation P3, EF V23/2; focus sur la structure de la paroi et sur les processus et leurs extrémités distales.

4 : *Enneadocysta multicornuta*; échantillon MK28, préparation P1, EF W46; focus sur les processus.

5, 6 : *Disphaerogena irregularis*; échantillon MK26, préparation P2, EF C33/1; 5- surface ventrale avec focus sur les processus; 6- focus sur l'archéopyle précingulaire.

7 : *Areoligera senonensis*; échantillon BAT14, préparation P1, EF H47/2, surface dorsale.

8 : *Adnatosphaeridium vittatum*; échantillon MK1, préparation P1, EF X58/3; focus sur les processus et sur les trabécules.

9, 10 : *Muratodinium fimbriatum*; échantillon MK15, préparation P1, EF S32/1.15; 9- surface dorsale avec focus sur l'archéopyle; 14- surface ventrale.

11, 12: *Glaphyrocysta semitecta*; échantillon TS5, préparation P1, EF W35; 11- surface ventral; 12- surface dorsale.

13, 14: *Chiropteridium galea?*; échantillon MK33, préparation P1; EF F56; 13- focus sur l'archéopyle apical, 14- focus sur les processus.

Planche 7

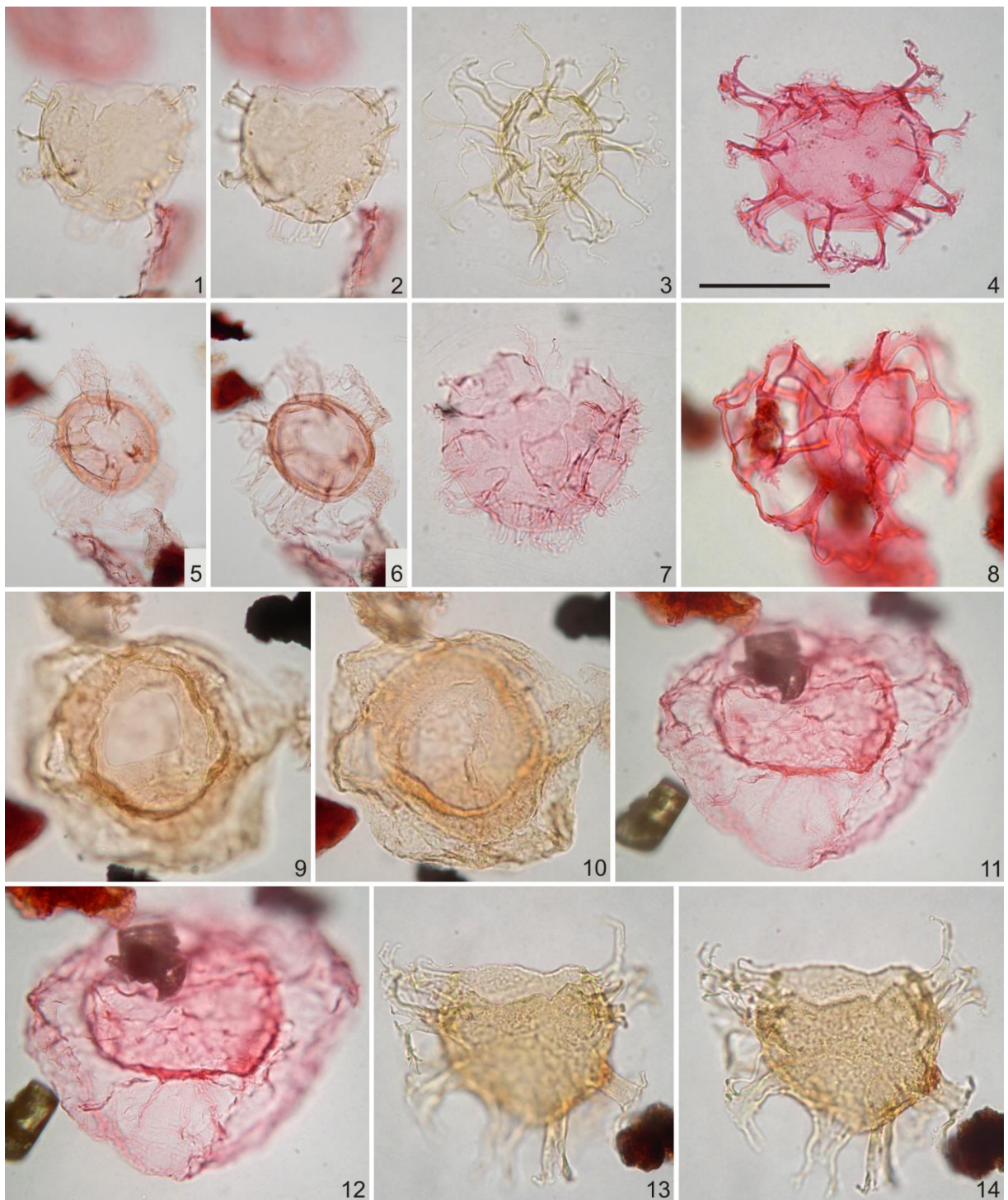


Planche 8

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 4 représente 40 µm pour toutes les figures de la planche 8. EF: Coordonnées England Finder.

1, 2 : *Glaphyrocysta vicina*; échantillon BAT19, slide P1, EF H42; 1- surface ventrale; 2- surface dorsale.

3 : *Glaphyrocysta intricata*; échantillon MK15, slide P1, EF T38/1; focus sur les processus et la structure de la paroi.

4, 5 : *Glaphyrocysta semitecta*; échantillon TS8, slide P1, EF W32; 4- surface dorsale, 5- surface ventrale.

6 : *Glaphyrocysta vicina*; échantillon MK29, slide P1, EF N25/2.

7 : *Glaphyrocysta pastielsii*; échantillon MK10, slide P2, EF X53/4; focus sur les processus et l'archéopyle apicale avec l'opercule.

8, 9 : *Membranophoridium aspinatum*; échantillon TS8, slide P1, EF X30/1; 8- surface latérale; 9- focus sur la structure de la paroi.

10, 11 : *Danea impages*; échantillon TS3, slide P1, EF W37/3; 10- focus sur l'archéopyle précingulaire et la structure de la paroi; 11- surface antapicale.

12 : *Kenleyia nuda*; échantillon BAT8, slide P1, EF J36; surface dorsal.

Planche 8

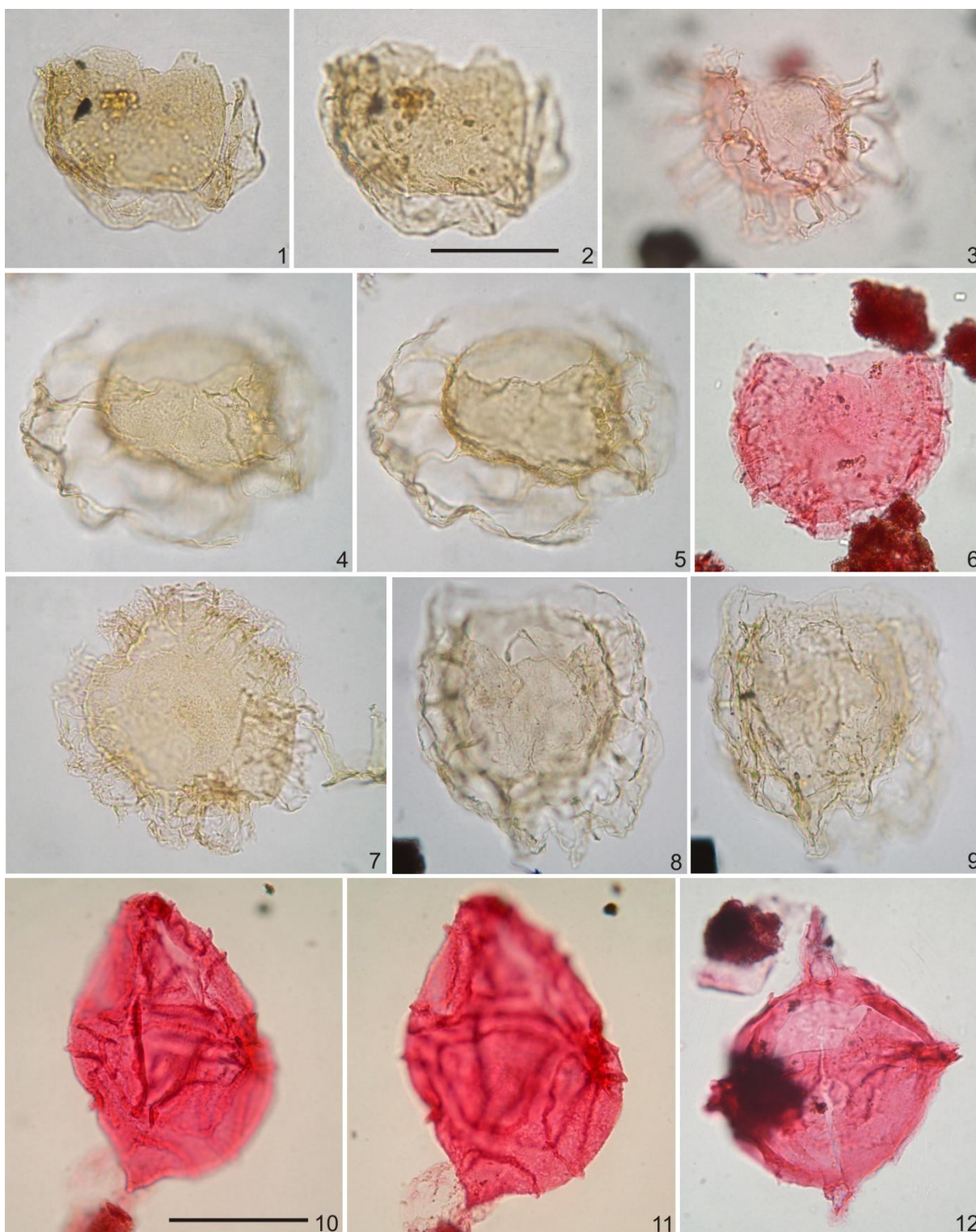


Planche 9

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 1 représente 40 µm pour les figures de 1 à 18, et 21, et la barre d'échelle dans la figure 19 représente 40 µm pour les figures 19 et 20. EF: Coordonnées England Finder.

- 1 : *Phthanoperidinium stockmansii*; échantillon TS6, slide P3, EF Q34/3.
- 2 : *Phthanoperidinium alectrolophum*; échantillon TS4, slide P1, EF S27/4.
- 3 : *Phthanoperidinium comatum*; échantillon BAT3, slide P5, EF X57/3; surface dorsale.
- 4, 5 : *Lentinia serrata*; échantillon BAT14, slide P2, EF N50/3; 4- surface dorsale; 5- surface ventrale.
- 6 : *Lentinia wetzelii*; échantillon TS4, slide P1, EF S29/3.
- 7 : *Spinidinium essoii*; échantillon TS9, slide P1: EF G45/1.
- 8 : *Cerodinium speciosum*; échantillon MK16, slide P1, EF N54/1; surface ventrale.
- 9 : *Cribroperidinium tenuitabulatum*; échantillon BAT18, slide P1, EF V514, surface dorsale.
- 10 : *Phelodinium magnificum*; échantillon BAT11, slide P3, EF J37.
- 11 : *Selenopemphix nephroides*; échantillon MK20, slide P1, EF W48/4.
- 12 : *Selenopemphix kepion*; échantillon MK6, slide P2, EF U53/2.
- 13 : *Lejeunecysta beninensis*; échantillon TS10, slide P2, EF H50/4.
- 14 : *Lejeunecysta globosa*; échantillon MK1, slide P1, EF X59; surface dorsale avec focus sur l'archéopyle intercalaire.
- 15 : *Lejeunecysta communus*; échantillon BAT11, slide P3, EF R50.
- 16 : *Lejeunecysta lata*; échantillon BAT15, slide P2, EF E58/1.
- 17 : *Alterbidinium earnleyense*; échantillon TS1, slide P1, EF U44.
- 18 : *Apteodinium australiense*; échantillon TS3, slide P1, EF Y52/2.
- 19 : *Castellodinium compactum*; échantillon MK15, slide P2, EF R44/1; surface dorsale.
- 20 : *Petalodinium* sp. A de Williams et al. (2015); échantillon MK26, slide P2, EF K53/4; surface dorsale avec focus sur l'archéopyle intercalaire.
- 21 : *Deflandrea phosphoritica* subsp. *phosphoritica*; échantillon BAT15, slide P3, EF U42; surface dorsale.

Planche 9

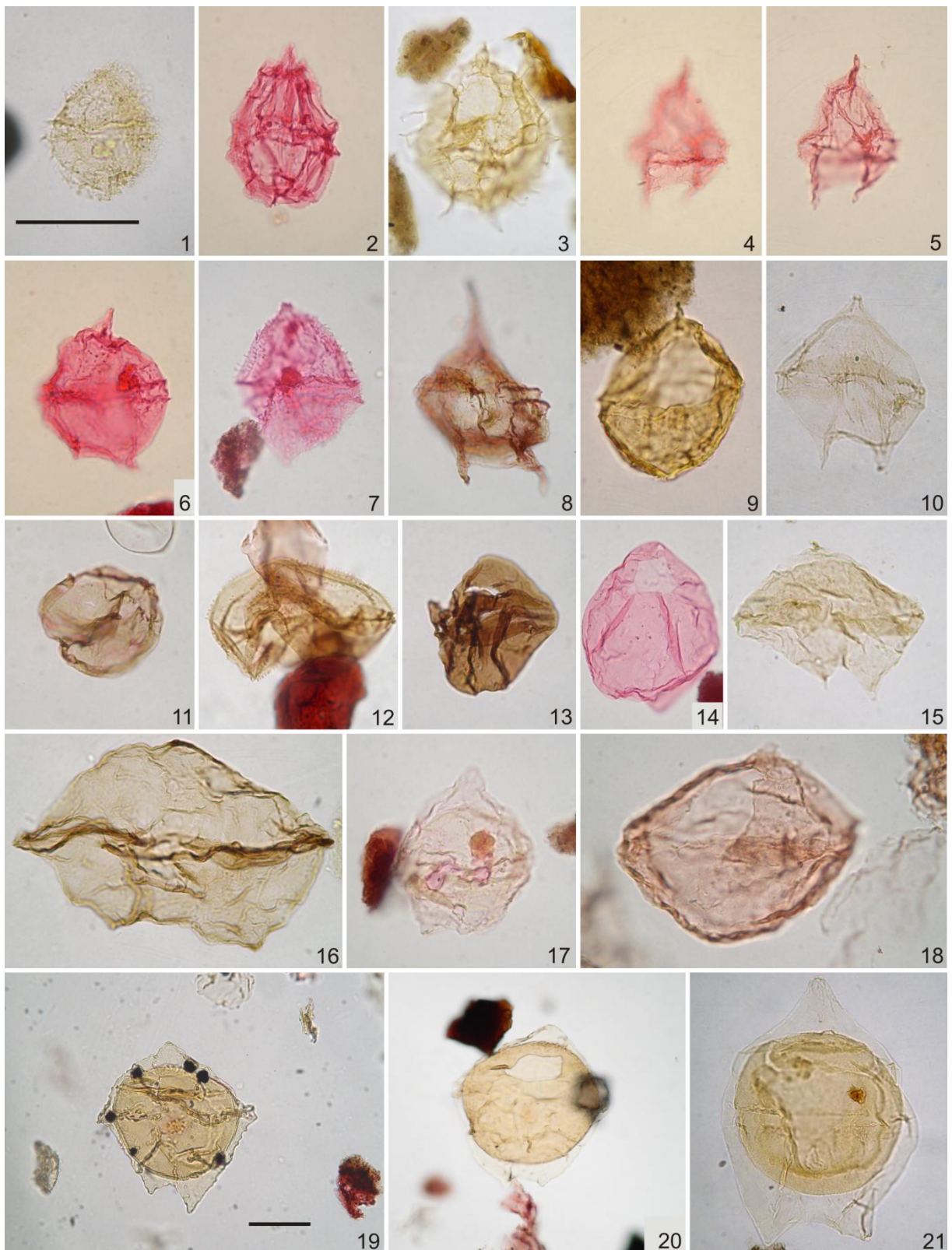


Planche 10

Prises photographiques en lumière transmise. La barre d'échelle dans la figure 2 représente 40 μm pour toutes les figures de la planche 10. EF: Coordonnées England Finder.

1 : *Deflandrea heterophlycta*; échantillon BAT15, slide P2, EF F59; surface ventrale.

2, 3 : *Wetziella articulata*; échantillon TS8, slide P1, EF R48/2: 2- face ventrale; 3- surface dorsale avec focus sur les processus.

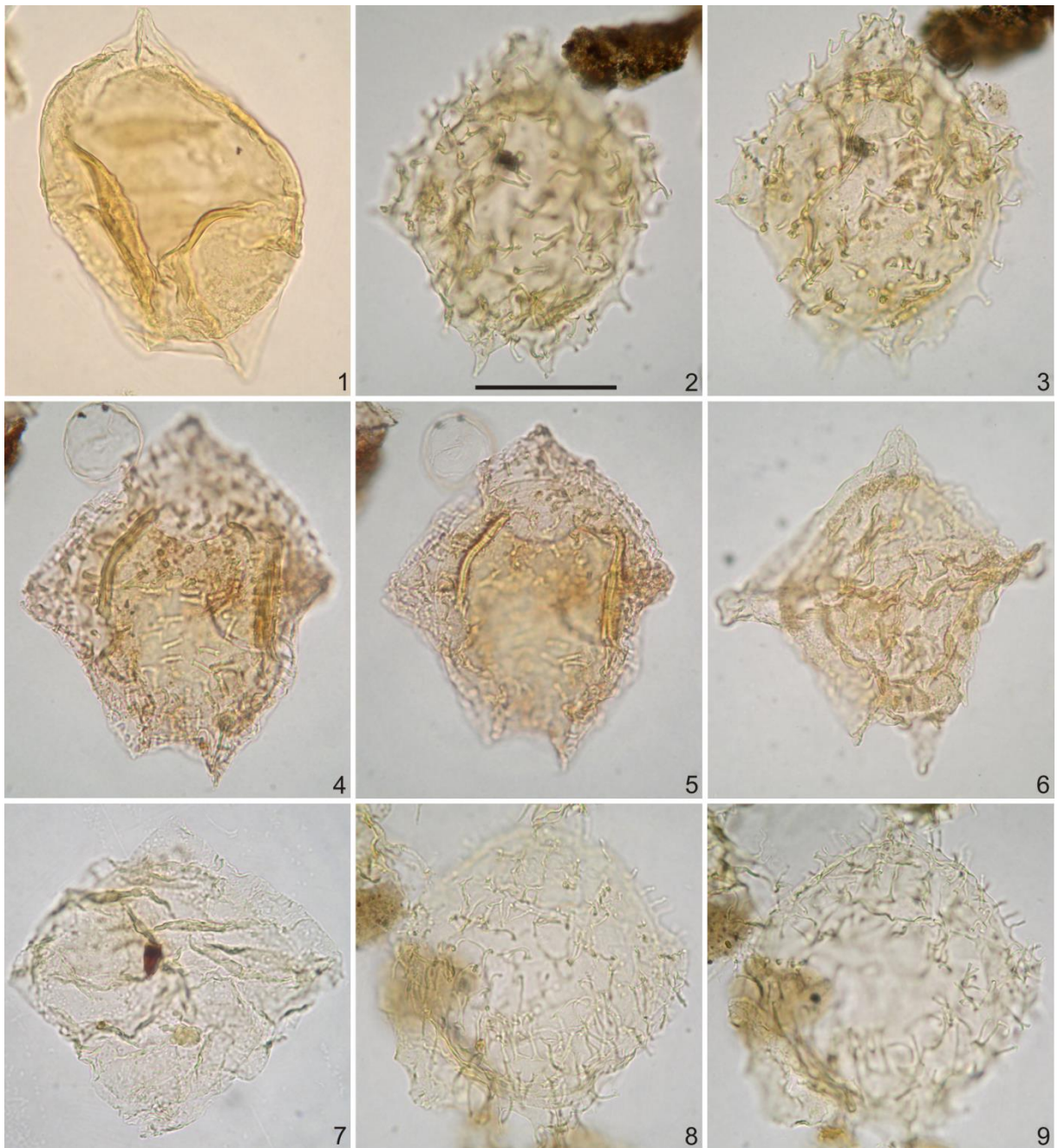
4, 5 : *Charlesdownia coleothrypta*; échantillon TS3, slide P2, EF B42/3; 4- surface ventrale; 5- surface latérale avec focus sur les processus.

6 : *Rhombodinium perforatum*; échantillon MK4, slide P1, EF K41.

7 : *Rhombodinium perforatum*; échantillon BAT15, slide P3, EF B31/4.

8, 9 : *Wetziella gochtii*; échantillon BAT18, slide P1, EF Y54; 8- surface ventrale; 9- surface latérale.

Planche 10



Résumé

Les sédiments Paléocènes de l'Unité de Tsoul, Rif Externe oriental (Nord-Est du Maroc), ont fait l'objet des études lithostratigraphique et palynologique (systématique, palynostratigraphie, paléoenvironnements). L'étude palynologique, réalisées dans les coupes de Tsoul, Ben Attaya et M'karcha, a permis de dénombrer 20680 palynomorphes dont 229 espèces de kystes de dinoflagellés.

Les interprétations biostratigraphiques, fondées sur les événements marqueurs de kystes de dinoflagellés, a permis des précisions de l'âge (du Bartonien au Rupélien) de ces trois coupes, des corrélations biostratigraphiques à l'échelle de la région du Rif, de la Méditerranée et de l'Europe.

L'analyse palynologique quantitative, fondées essentiellement sur des groupes de dinoflagellés reconnus dans la littérature comme étant de bon indicateurs de paléoenvironnements et sur d'autres paramètres quantitatifs, a permis une reconstitutions des paléoenvironnements dans les trois coupes: un environnement néritique interne, généralement lagunaire indiqué par une dominance de *Homotryblum*, mais avec une faible productivité indiquée par une faible abondance des dinoflagellés hétérotrophes et sous un régime régressif pendant l'Eocène (Bartonien et Priabonien), suivi d'un environnement marin néritique intermédiaire plus ouvert, indiqué par une très faible présence ou absence de *Homotryblum* et une importante abondance des taxons de mer ouverte comme *Spiniferites*, *Oligosphaeridium* et *Eneadocysta*, mais sous un régime transgressif pendant l'Oligocène inférieur (Rupélien).

Mots-clés: Paléogène, Palynologie, kystes de dinoflagellés, Rif, Maroc.

Abstract

The Paleocene sediments of the Tsoul Unit, eastern External Rif (northeastern Morocco), have been the subject of lithostratigraphic and palynological studies (systematics, palynostratigraphy, paleoenvironments). The palynological study, carried out in the Tsoul, Ben Attaya and M'karcha sections, made it possible to count 20,680 palynomorphs, including 229 species of dinoflagellate cysts.

Biostratigraphic interpretations, based on the marker events of dinoflagellate cysts, allowed age precisions (from Bartonian to Rupelian) of these three sections, biostratigraphic correlations with other sections from the Rif region, the Mediterranean and Europe.

The quantitative palynological analysis, based essentially on dinoflagellate groups recognized in the literature as being good paleoenvironmental indicators and on other quantitative parameters, allowed a reconstruction of the paleoenvironments in the three sections: an internal neritic environment, generally lagoon indicated by a dominance of *Homotryblum*, but with low productivity indicated by a low abundance of heterotrophic dinoflagellates and under a regressive regime during the Eocene (Bartonian and Priabonian), followed by a more open intermediate neritic marine environment, indicated by a very low presence or absence of *Homotryblum* and a high abundance of open sea taxa like *Spiniferites*, *Oligosphaeridium* and *Eneadocysta*, but under a transgressive regime during the lower Oligocene (Rupelian).

Key Words: Paleogene, Palynology, Dinoflagellate cysts, Rif, Morocco.