



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
Faculté des Sciences de la Terre & de l'Univers
Département des Sciences de la Terre
Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique & Paléoenvironnement

Mémoire Pour l'obtention du diplôme de Master 2

Option : Géologie des Bassins Sédimentaires

Thème :

**Contributions biostratigraphiques de l'étude des
nannofossiles calcaires des dépôts tortono-messiniens de
la coupe de l'Oued Cheurfa (Dahra, Algérie
Nord-occidentale**

Présenté et soutenu publiquement par :
Mlle. CHOuat Wafaa Nour Imane

Devant le jury composé de :

BESSEDIK Mostefa	Professeur	Université d'Oran 2	Président
MANSOURI Mohammed El Habib	M C B	Université d'Oran 2	Rapporteur
BELHADJI Ahmed	M C B	Université d'Oran 2	Examineur

Année universitaire 2021 / 2022

AVANT-PROPOS

On remercie Dieu le tout puissant de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.

Tout d'abord, ce travail ne serait pas aussi riche et n'aurait pas pu avoir le jour sans l'aide et l'encadrement de Monsieur MANSOURI M.E.H je le remercie pour la qualité de son encadrement exceptionnel, pour sa patience, sa rigueur et sa disponibilité durant notre préparation de ce mémoire.

Mes vifs remerciements s'adressent à Monsieur M. Bessedik pour avoir accepté de présider notre jury malgré ses nombreuses préoccupations, de m'accompagner sur le terrain ainsi que pour sa gentillesse, et sa patience. Je lui exprime ma profonde gratitude.

Un grand merci s'adresse à Monsieur A. Belhadji pour avoir accepté de participer à ce jury.

Un grand merci également à tous les enseignants du Département des Sciences de la Terre, en particulier ceux qui m'ont enseigné et l'équipe du laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement pour m'avoir permis d'accéder facilement à leurs locaux et d'utiliser le matériel du laboratoire.

Remerciements :

Je remercie ma maman d'amour et mon très cher papa, qui ont toujours été là pour moi.

Je remercie mes sœurs Amina et Siham, mon frère Mounir, mon neveu Adem, et mes nièces Sirine et Assil pour leurs soutiens et attentions. Ils m'ont permis de réaliser que la famille est sacrée. Ils étaient pour moi, une vraie source d'inspiration et ont été toujours à mes côtés durant les moments difficiles.

Mes pensées vont aussi à tous mes amis à savoir (K. Taouaf, H. Rechidi, Rahmani.H, Akriche. I, Bouhadjera Ch, Sahnoune. T, Sanaa. Y ; et tous les camarades) qui m'ont toujours motivé et encouragé. Nos fous rires et les bons moments passés ensemble vous me manquer. Je n'oublierais jamais ces instants magiques. Ils seront gravés à jamais dans mon esprit.

Résumé

Dans la partie Nord-Ouest du bassin de Bas Chélif, une analyse lithologique et biostratigraphique a été effectuée dans la région de Tazgait (coupe de l'Oued Cheurfa).

L'étude lithologique a permis de distinguer deux formations : la première formation des marnes bleues, et la deuxième formation diatomitique.

L'étude systématique nous a permis d'identifier onze familles réparties en treize genres et vingt-neuf espèces. La valeur biostratigraphique de certains taxons (*Amaurolithus amplificus*, *Amaurolithus delicatus*, *Discoaster quinqueramus*, *Reticulofenestra rotaria*) a permis de mettre en évidence une seule biozone NN11, comprenant trois sous-zones NN11a, NN11b, NN11c.

La première apparition d'*Amaurolithus delicatus* et *Reticulofenestra* a permis de déterminer la limite Tortono-Messinienne.

Mots clés : nanfossiles calcaires, Miocène supérieur, limite Tortono-Messinien, Tazgait, bassin du Bas Chélif.

Sommaire

CHAPITRE I- GENERALITÉS

I. Introduction :.....	1
II. Cadre géographique :	1
A-Situation géographique du bassin du Bas Chélif :	1
B-Localisation de la coupe étudiée :	2
III-Cadre géologique du bassin du bas Chélif :	3
A- Le Miocène :.....	3
B- Le Pliocène :	5
IV- Historique des études :.....	5
V- Méthodologie de travail :	7
A- Sur le terrain :	7
B- Au laboratoire :.....	7
I. Introduction :.....	9
A - Définition des formations :	9
B- Description de la coupe :	9
1- Formation des marnes bleues.....	9
2 -Formation diatomitique :.....	11
III-Technique de traitement des échantillons selon la méthode de frottis :.....	12
I - Introduction :	15
A- Les nannofossiles calcaires :	15
1- Les coccolithophoridés	15
2- Les Nannoconidés.....	17
3- Les différentes formes des nannofossiles calcaire :	18
II - Systématique :.....	20
III- Description des espèces :.....	22
I – Biostratigraphie :	33

II - Biozonation :	36
A- Zone à Discoaster quinqueramus NN11 (CN9) :	36
1-La liste de la zone NN11 :	36
Conclusion générale :	39
Planche photographique	40
Référence Bibliographique	43

Chapitre I
GÉNÉRALITÉS

I. Introduction :

Le Bassin Néogène du Bas Chéelif a fait l'objet de nombreuses études et recherches en sédimentologie, en stratigraphie, et en paléontologie, grâce à sa position géographique et son intérêt géologique.

Le présent travail s'est effectué sur la coupe d'Oued Cheurfa qui fait partie de la région de Tazgait, située dans le bassin de Bas Chéelif. L'objectif principal étant d'étudier le passage Tortono-Messinien et de réaliser une étude biostratigraphique détaillée à partir des nannofossiles calcaires.

II. Cadre géographique :

A-Situation géographique du bassin du Bas Chéelif :

Le Bassin du Bas Chéelif correspond à la partie occidentale d'un vaste bassin intramontagneux, de forme losangique d'une longueur de 300km et d'une largeur de 100km (Perrodon 1957 ; Thomas 1985 ; Neurdin Trescartes 1992), orienté sensiblement WSW- ENE et qui s'étend approximativement d'Ain-Temouchent jusqu'aux environs d'Alger. Il est bordé par deux grandes unités morphologiques ;

Au Nord, les massifs littoraux oranais, formés d'Ouest vers l'Est par les massifs d'Oran (massif du Murdjadjou), les massifs d'Arzew et les monts du Dahra.

Au Sud, les massifs sublittoraux, constitués d'Ouest vers l'Est par les monts de Tessala, les monts de Ouled Ali, les monts de Béni Chougrane et les massifs de l'Ouarsenis.

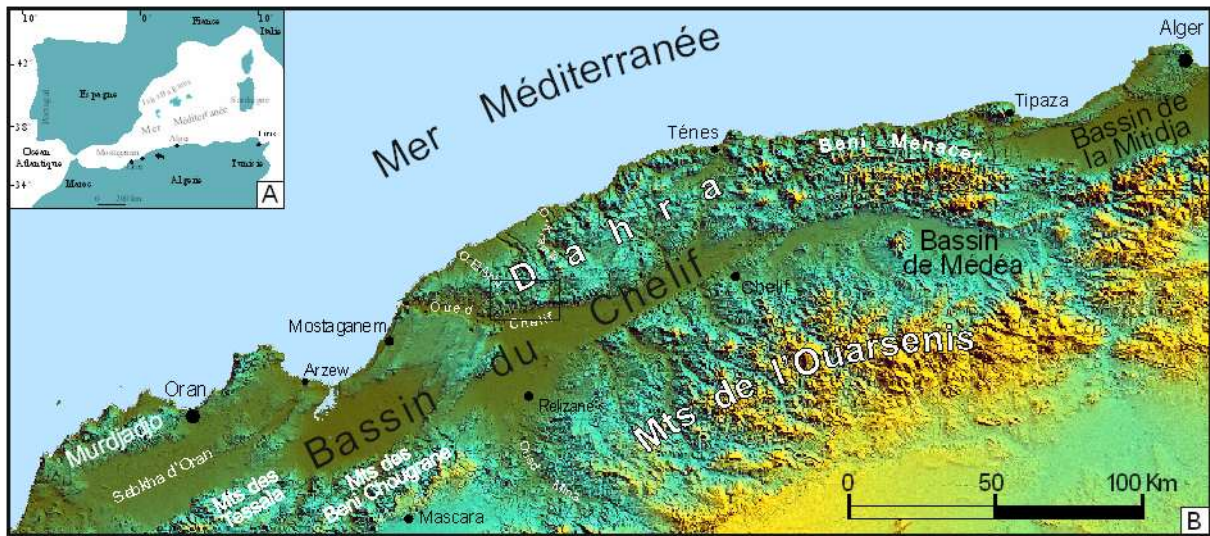


Fig.1 – localisation du secteur d’étude, bassin du Bas Chélif au Nord-Ouest de l’Algérie (d’après Mansouri, 2021, modifiée).

B-Localisation de la coupe étudiée :

La coupe d’Oued Cheurfa est située au Sud-Ouest du massif du Dahra ;

Limitée au Nord-Ouest par Douar Ouled Boutrig, au Nord Est par Douar El-Amarich au Sud par Oued Cheurfa et chemin route n°53 (fig.2).

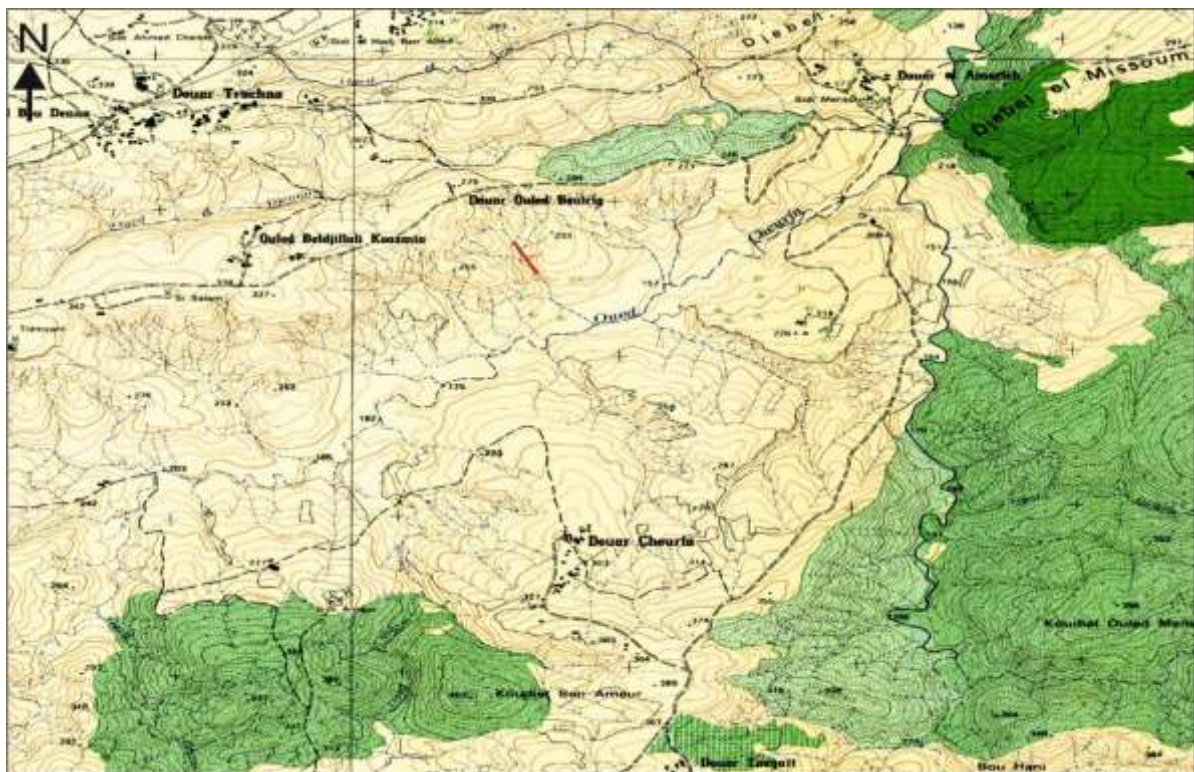


Fig.2 - localisation de la coupe de l’Oued Cheurfa (extrait de la carte de Mazouna81).

III-Cadre géologique du bassin du bas Chélif :

Le bassin du bas Chélif est un bassin intramontagneux, dispose en longue cuvette orientée ENE-WSW d'une longueur de 300 km et d'une largeur de 100 km (Perrodon, 1957 ; Thomas, 1985 ; Neurdin-Trescartes, 1992). Évolué d'abord en avant fosse et développé postérieurement à la phase tectonique majeure du domaine Tellien : « Période néogène ou période des bassins » (Neurdin-Trescartes, 1992) ; donc c'est un bassin syn. à tardi-orogénique, occupé par une importante sédimentation néogène remarquable par sa diversité sédimentaire, ses passages latéraux des faciès et ses variations d'épaisseur (Anderson, 1933 ; S.N Repal, 1942 ; Gourinard, 1958 ; Perrodon, 1957 ; Thomas, 1985 ; Neurdin-Trescartes, 1992 ; et Belkebir et al., 1996). Ces dépôts dépassent les 2000 m (S.N Repal, 1952) et plus continus au centre du bassin que sur ces marges, au niveau desquelles, les mouvements orogéniques et/ou eustatiques génèrent de nombreuses discontinuités permettant de délimiter des coupures stratigraphiques plus ou moins importantes (Perrodon, 1957 ; Rouchy, 1982).

Le remplissage de ce bassin se fait par des formations d'âge Moi-Plio Quaternaires discordants sur un substratum schisteux d'âge Crétacé (Perrodon 1957).

A- Le Miocène :

Généralement marin, il repose en discordance angulaire « diastrophique » (Belkebir *et al.* 2002) sur un substratum secondaire d'âge Crétacé (Anderson, 1936 ; Perrodon, 1957 ; Dupeuple et Moulard, 1970) à Eocène (Anderson, 1936). Ce substratum est marneux, d'aspect schisteux, métamorphisé, plissé et fracturé ou parfois gréseux quartzitique (Belkebir *et al.* 2002).

Le cycle miocène comprend :

- Le Miocène inférieur :

Dit « Burdigalien », il est transgressif ; ce Miocène est marqué par une légère régression de la mer vers la fin (Perrodon, 1957). Il est représenté par des conglomérats, des grès et des marnes bleues. Il correspond à la méga séquence I de Delfauld *et al.* (1973) et à l'anté ou le synchro nappe de Delteil (1974), Fenet (1975), Guardia (1975) et Thomas (1985). L'étude biostratigraphique des dépôts de ce Miocène inférieur a permis de les attribuer à un intervalle de temps allant du Burdigalien terminale jusqu'au Serravallien terminal (Bessedik *et al.* 2002). Il affleure nettement au Béni-Chougrane.

- **Le Miocène supérieur :**

Dit « Vindobonien », il est marqué par une nouvelle transgression correspondant au deuxième cycle post-nappe de Delteil (1974), Fenet (1975), Guardia (1975), et Belkebir et Bessedik (1991). Ce cycle est défini par la méga séquence II de Delfaud *et al.* (1973).

Les deux cycles post-nappes sont séparés par une discordance majeure correspondant au passage Serravalle-Tortonien (la base du Tortonien) (Delteil, 1974 ; Guardia, 1975). Pour Bessedik et Belkebir (1986, 1996), cette discordance est définie par une lacune biostratigraphique située entre les deux biozones à foraminifères planctoniques correspondant à la zone N15 de Blow (1969), alors que Thomas l'a placé dans l'intra-Tortonien, situé à la limite N16/N17 de Blow (1969).

Ce Miocène supérieur est matérialisé par des conglomérats et des grès, et le centre du bassin est occupé par des marnes bleues d'âge Tortonien. Ces marnes bleues correspondent à la formation de « meroui stage » d'Anderson (1936) et aux « marnes bleues supérieures » de Neurdin-Trescartes (1992) dans lesquelles s'intercalent des niveaux cinéritiques témoignant d'une importante activité volcanique à cette époque dans la région.

Postérieurement à ces dépôts, il y a une sédimentation diatomitique qui s'est produite à la fin du Miocène, cela correspond au « Beida stage » d'Anderson (1936) et à la formation d'El Bordj de Neurdin Trescartes (1992). Parallèlement, sur certaines marges et hauts fonds, se sont formés des plates-formes carbonatées à algues et coraux. L'équivalence stratigraphique de ces dernières avec les diatomites a été souvent avancée (Gourinard 1958 ; Perrodon 1957 ; Rouchy 1982 ; Saint Martin 1990 ; Saint Martin *et al.* 1992 ; Cornée *et al.* 1994). Sa position stratigraphique vraisemblable de ces diatomites a été proposée par Roger *et al.* (2000) à partir des âges radiométriques (Ar40/Ar39) dans le bassin de Melilla au Maroc.

Le Miocène supérieur se termine par l'installation d'une sédimentation évaporitique, connu sous le nom de « Mellah stage » d'Anderson (1936) et à la formation « d'Oued Sig » de Neurdin-Trescartes (1992). Ces évaporites sont observées dans l'ensemble du Bassin méditerranéen et leur chronologie est largement discutée (Hsü *et al.* 1973 ; Rouchy 1982 ; Cornée *et al.* 1994, 2006 ; Clauzon *et al.* 1996 ; Butler *et al.* 1999 ; Krijgsman *et al.* 1999 ; Maillart & Mauffret 2006 ; Rouchy & Caruso 2006). Le calage biostratigraphique de la série miocène supérieure du bassin du Chélif a été établi par Belkebir *et al.* (1996).

La série du Miocène supérieur du bassin du bas Chélif se termine par une formation dite « Post gypseuse » ou « post-évaporitique » de Rouchy (1982) correspondant à la partie sommitale de la formation MIID de Thomas (1985). Elle est caractérisée soit par des dépôts de marne

sableux fossilifère, soit par des faciès azoïques (grès et cargneules de Sahouria), soit par des stromatolithes (Sassel) (Cornée *et al.* 1994 ; Atif, 2001 ; Belkebir *et al.* 2002). Cette formation se caractérise par une transgression marine du Messinien terminal et soulignée par Rouchy (1982) comme une phase de dessalure consécutive au dépôt du gypse.

B- Le Pliocène :

Il est généralement transgressif sur la série miocène. Les terrains du Pliocène inférieur (Zancléen), s'étendent sur une grande partie du bassin du bas Chélif. Leur mise en place sur les terrains antérieurs s'effectue selon diverses modalités (Rouchy, 1982).

Ces terrains sont représentés par des marnes bleues au centre du bassin débutent parfois par des marnes blanches comparables au faciès « Trubi » (Rouchy, 1982). Ils ont tendance à réduire sur les marges pour passer à des marnes sableuses ou gréseuses (Rouchy, 1982).

Le début du Pliocène est marqué par le retour des organismes marins avec un jeu de la subsidence qui reste active jusqu'à la fin du Pliocène inférieur. Il est souvent représenté sous forme de marnes bleues très fossilifères « faciès Plaisancien » (Aifa *et al.* 2003).

IV- Historique des études :

Le bassin du Bas Chélif a fait l'objet de nombreux travaux géologiques, depuis la deuxième moitié du 19^{ème} siècle, particulièrement les terrains Miocène-Pliocène.

Les premiers travaux entrepris sont ceux de Brives (1897) et de Repelin (1895) qui ont abouti aux premières reconnaissances et attributions stratigraphiques des terrains néogènes.

La première carte géologique de la province d'Oran a été établie par Doumergue (1908).

La carte géologique de la région du bassin du Bas Chélif a été réalisée par Dalloni (1915).

La SN Répal a entrepris une série d'études stratigraphiques à partir des forages à l'échelle du bassin. En 1952 les résultats de plusieurs années sont regroupés sous une monographie régionale.

Deflandre (1939 et 1942) et Deflandre et Fert (1954), Les premiers travaux sur les coccolithes du Miocène supérieur en Algérie, qui ont été réalisés par et plus généralement sur le Néogène algérien par Gardet (1955) avec des précisions systématiques des nannofossiles pour l'ensemble de l'Afrique du nord (Clocchiati, 1971).

Delteil (1974), Fenet (1975), Guardinia (1975) entreprennent les premières études géodynamiques du bassin du Bas Chélif.

Rouchy (1979, 1980, 1981, 1982) dégage les caractères les plus significatifs de la sédimentation Messinienne en apportant de nouvelles datations et en situant les différents faciès rencontrés en fonction des phénomènes évaporitiques.

Thomas (1985) propose une stratigraphie basée sur des évènements tectoniques liés à l'évolution géodynamique du bassin et mis en évidence deux cycles post-nappes séparés par une discordance majeure au sein du Tortonien (N16/N17) de Blow (1969).

Belkebir et Anglada (1985), Belkebir (1986) réalisent une étude biostratigraphique détaillée de la bordure Nord occidentale du massif du Dahra.

Saint Martin (1987), en étudiant les constructions récifales messiniennes, a mis en évidence une relation précise entre le récif et les diatomites.

Moissette (1988), réalisa des études sur la faune de bryozoaire du messinien de l'Algérie occidentale.

Dès 1988, le bassin du bas Chélif ne cesse d'être le sujet permanent de recherches (inédites) d'ingénieur, sous la conduite du laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement du département des Sciences de la Terre d'Oran.

Belkebir et Bessedik (1991), proposent un essai d'une synthèse biostratigraphique du Miocène post nappes de la Tafna et du bassin du bas Chélif.

Neurdin-Trescartes (1992) a établi une étude sédimentologique en définissant des séquences types rencontrés dans le néogène de ces bassins.

Belkebir et al. (1996), a représenté une synthèse actualisée sur les terrains néogènes des deux bassins (Tafna et Chélif). Ils distinguent deux phases eustatiques au cours du Miocène supérieur.

Atif (2001), réalise une étude sur les modalités du passage Mio-Pliocène dans le bassin du Bas Chélif.

Mansouri (2001), a fait une étude biostratigraphique et paléoécologique basée sur les nannofossiles calcaires à Djbel Ben Dourda.

Mansour (2004), entrepris une étude paléontologique et paléoécologique des diatomées principales composantes du faciès tripoli du Messinien inférieur.

Satour (2004), a effectué une étude systématique et paléoécologique des bivalves de deux sites tortoniens dans le Dahra sud occidental.

Belhadji (2004), a réalisé une étude biostratigraphique du versant oriental de Djbel Diss (Dahra occidentale).

Mansouri et al. (2008), effectuent une étude biostratigraphique et paléoenvironnementale sur les nannofossiles calcaires des dépôts tortono-messiniens du bassin du Chélif.

Mansouri 2021, a réalisé une étude systématique et biostratigraphique sur les nannofossiles calcaires néogènes du Bassin du Bas Chélif.

V- Méthodologie de travail :

Les résultats de ce mémoire sont réalisés grâce à un travail qui a été entamé sur terrain (coupe géologique, échantillonnage, et prise de photographie).

A- Sur le terrain :

Le travail sur terrain consiste à un lever d'une coupe géologique, de la localiser sur la carte topographique de Mazouna81 au 1/25000.

L'étude micropaléontologique nécessite un échantillonnage assez serré avec toutefois un nettoyage systématique du matériel utilisé pour éviter tous les risques de contamination. Les échantillons récoltés sont emballés dans des sachets en plastiques, identifiés par des étiquettes indiquant leurs emplacements exacts sur la coupe.

B- Au laboratoire :

Au niveau du Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement de l'Université d'Oran, une opération a été entreprise, il s'agit de la réalisation des frottis sur des lames pour chaque échantillon, et nous avons procédé à la détermination des espèces étudiés.

L'étude du nannofossiles calcaires nécessite l'utilisation du microscope optique polarisant. La lumière polarisée est indispensable pour la détermination des certains espèces.

Les frottis sont observés en lumière naturelle et polarisée, grâce à l'objectif x50 et à l'objectif x100 à immersion. On doit faire des dessins à main levée pour chaque espèce retrouvée et déterminée en utilisant des ouvrages spécialisés et des catalogues disponibles puis en donnant sa position exacte dans la lame pour une prise photographique au microscope.

Chapitre II

LITHOSTRATIGRAPHIE

I. Introduction :

Ce chapitre est consacré principalement à l'étude lithostratigraphique de La coupe de l'Oued Cheurfa.

A - Définition des formations :

La formation est l'unité fondamentale de base dans la classification stratigraphique descriptive locale des roches. Son épaisseur peut varier du mètre au kilomètre. C'est une unité cartographiable, limitée par deux discontinuités, et peut être subdivisée en plusieurs sous unités (membres). La formation caractérise un ensemble de couches ou de strates définis par une nature lithologique ou une combinaison de nature lithologiques ainsi que par son contenu paléontologique.

B- Description de la coupe :

La coupe de l'Oued Cheurfa de 62m d'épaisseur est constituée essentiellement par deux formations géologiques : une formation des marnes bleues et une formation diatomitique.

1- Formation des marnes bleues

Les caractères lithologiques et paléontologiques nous ont permis de reconnaître 2 membres.

1.1- Membre 1 : (30m)

Constitué essentiellement de marnes de couleur grise montrant un aspect bleuâtre, friable parfois induré, d'une épaisseur de 30m.

1.2- Membre 2 : (10.7m)

Ce membre est constitué essentiellement par une alternance de marnes bleues à grises et des marno-calcaires silicifiés ; il débute par un niveau de grés ferrugineux, épais de 20 cm et de couleur jaunâtre. Les niveaux marno-calcaires silicifiés sont indurés et d'ordre centimétrique. Les bancs marneux sont d'épaisseur variable entre un et deux mètres. Ce membre se termine par un banc de grés siliceux épais de 30cm.

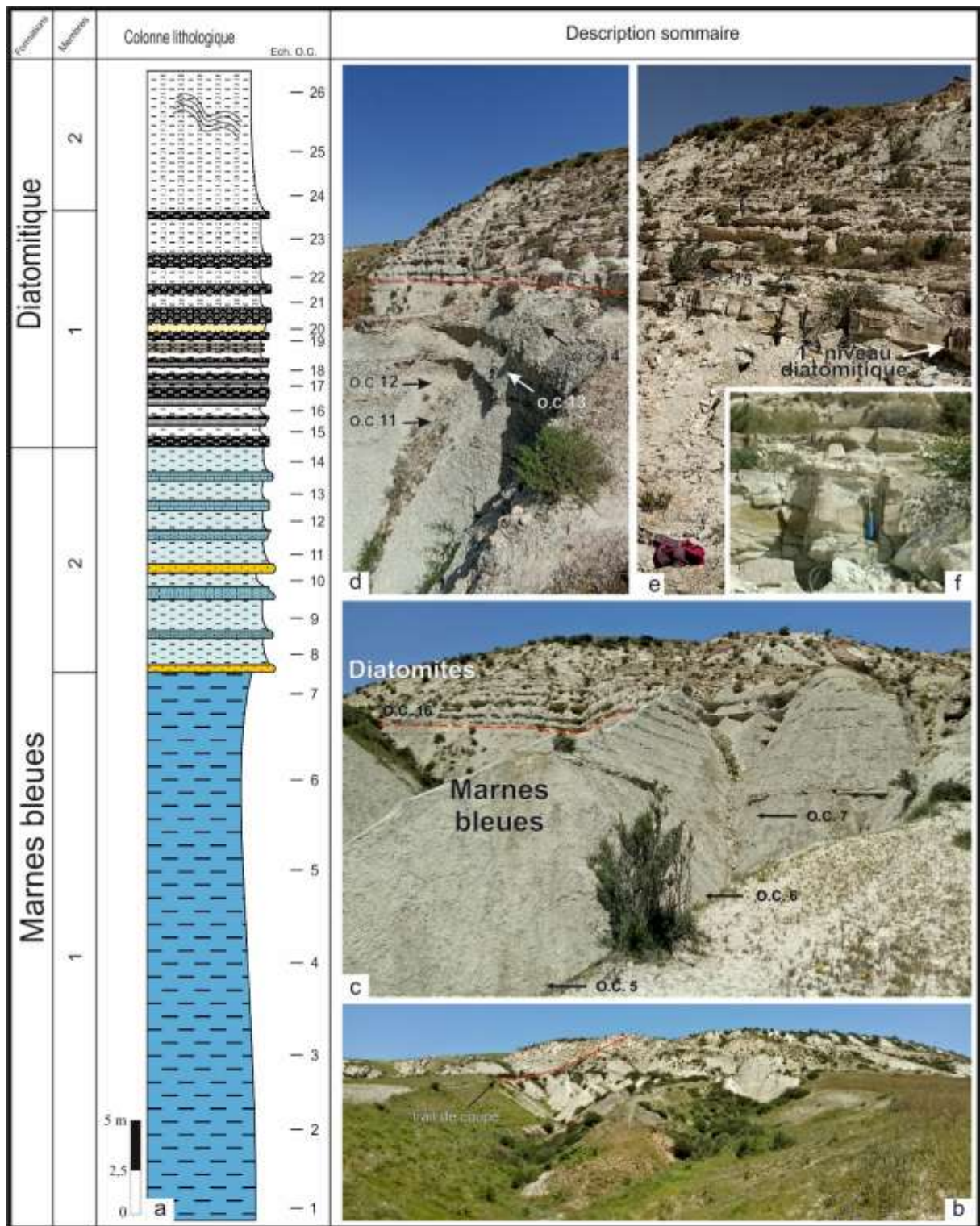


Fig. 3 - Coupe géologique de l'Oued Cheurfa.
 a: colonne lithologique de la coupe de l'Oued Cheurfa; b: vue panoramique de la coupe de l'Oued Cheurfa;
 c: photo montrant les deux formations; d: photo montrant la limite entre les deux formations;
 e: photo montrant la formation diatomitique; f: photo du premier niveau diatomitique.

- Légende :
- marnes
 - grès
 - marnes calcaires
 - diatomites
 - diatomites lamineuses
 - diatomites mameuses
 - marnes diatomitiques
 - marnes sableuses
 - skump
 - limite de formation

2 -Formation diatomitique :

Cette formation est subdivisée en deux membres :

2.1- Membre 1 : (13m)

Epais de 13 mètres, Il s'agit d'une alternance de diatomites légèrement marneuses, de marnes diatomitiques, et quelques bancs de marnes sableuses.

Les niveaux diatomitiques sont feuilletés et friables, de couleur blanchâtre. Les marnes sont toujours plus épaisses que les diatomites.

On remarque des diatomites finement laminées qui contient des laminites marneuses d'épaisseur centimétrique dans le passage entre les deux faciès précédents.

2.2- Membre 2 : (5m)

Epais de 8 m, ce membre est défini par une diversité lithologique. Il s'agit d'un banc de marne contenant des niveaux diatomitiques.

Ce membre est caractérisé par des glissements synsédimentaires (slumps).

Les nannoplanctons ont été étudiés au microscope photonique polarisant sur les frottis du sédiment brut avec un objectif au grossissement x50.

L'analyse de 26 échantillons correspondant à des niveaux marneux de la coupe de l'Oued Cheurfa a fourni les espèces de nannofossiles calcaires suivantes :

Amaurolithus amplificus. Amaurolithus delicatus. Amaurolithus ninae. Amaurolithus primus. Amaurolithus tricorniculatus. Triquetrorhabdulus rugosus. Scapholithus fossilis. Calcidiscus leptoporus. Coccolithus pelagicus. Umbilicosphaera cricota. Discoaster brouweri. Discoaster deflandrei. Discoaster misconceptus. Discoaster neorectus. Discoaster pansus. Discoaster pentaradiatus. Discoaster quinqueramus. Discoaster variabilis. Helicosphaera carteri. Pontosphaera japonica. Pontosphaera multipora. Scyphosphaera apsteinii. Scyphosphaera pulcherrima. Reticulofenestra pseudoumbilicus. Reticulofenestra rotaria. Rhabdosphaera procera. Sphenolithus abies. Sphenolithus neoabies. Lithostromation perdurum.

III-Technique de traitement des échantillons selon la méthode de frottis :

L'une des techniques de préparation les plus courantes utilisées par les micropaléontologues pour étudier les nannofossiles calcaires est la méthode du frottis.

A partir d'une cassure fraîche (Fig. 4, a), le sédiment est gratté et déposé sur une lame de verre (Fig. 4, b). Cette poudre est mélangée à une goutte d'eau distillée (Fig. 4, c) puis étalée avec un cure-dent sur la lame (Fig. 4, d). En exerçant une certaine pression avec le bâtonnet de cure-dent, on peut extraire une partie de l'eau et obtenir une strie sur la lame, cela permet d'éviter les particules de s'agréger. Après séchage de la préparation sur une plaque chauffante à très basse température, quelques gouttes d'une colle spéciale (EUKITT) sont disposées sur les frottis de la lame (Fig. 4, e), puis recouvertes par d'une lamelle (Fig. 4, f), que l'on presse légèrement pour que les bulles d'air s'échappent latéralement. Une fois la lame sèche, l'excès de colle et les taches sont nettoyés.

Une lame bien préparée est donnée à la fin, disposée pour l'étude des nannoplanctons calcaires. Cette lame est identifiée par une étiquette comportant le même symbole et numéro d'échantillon (Fig. 4, g).

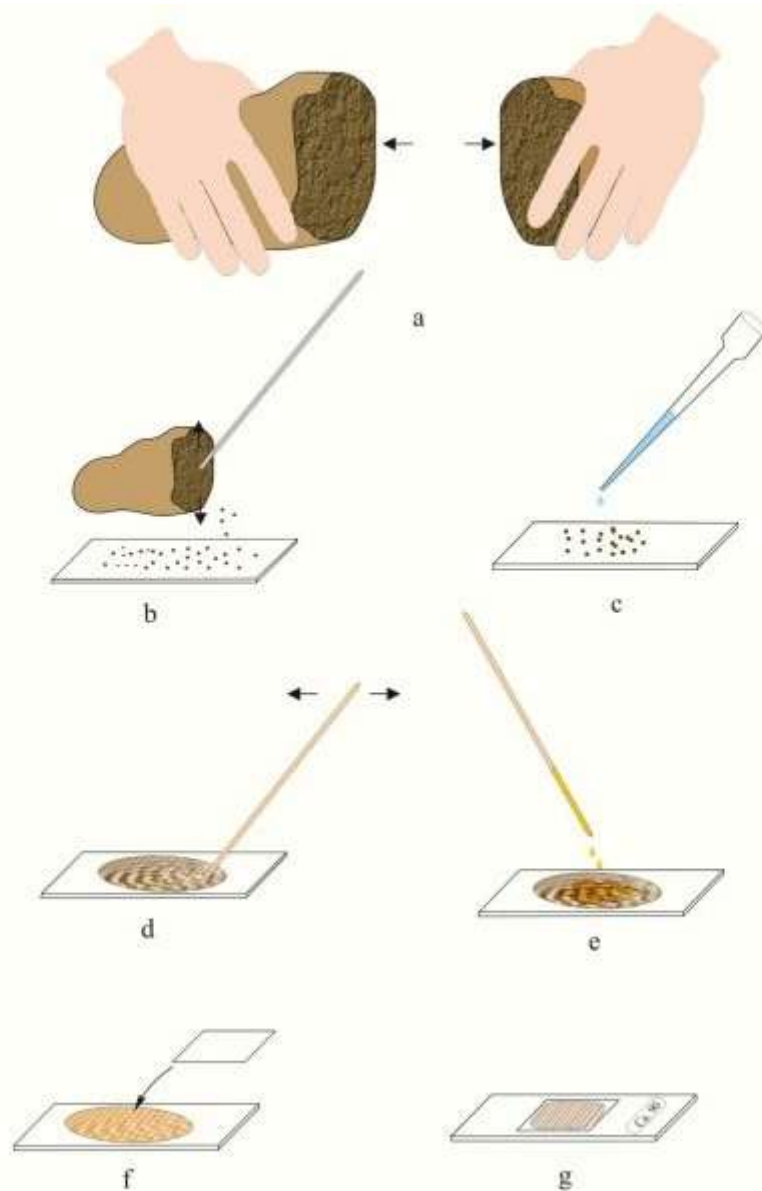


Fig.4 - Technique de traitement des échantillons selon la méthode de frottis (d'après Mansouri 2001).

Chapitre III
SYSTEMATIQUE

I- Introduction :

Les premiers travaux et résultats sur les nannofossiles calcaires du Miocène supérieur en Algérie, plus particulièrement dans le bassin du Bas Chélif, ont été réalisés par Deflandre (1939 et 1942) et Deflandre et Fert, 1954 et plus généralement sur le Néogène algérien par Gardet, 1955 avec un détail systématique des nannofossiles pour toute l'Afrique du par Nord Clocchiatti 1971.

A- Les nannofossiles calcaires :

Les nannofossiles calcaires correspondent à 2 grands groupes de micro-organismes : les Coccolithophoridées et les Nannoconidés.

1- Les coccolithophoridés

Ce sont des algues unicellulaires de type flagellé, marines, pélagiques de petite taille varie entre 5 et 100 μ m s'entourant d'une enveloppe sphérique (coccosphère) constituée par l'assemblage de plaques calcaires généralement discoïdes (coccolithes).

Dans les classifications récentes, elles ont été rattachées au règne des *Protoctistae* et placés dans l'embranchement des *Haptophyceae*.

Habitats : Essentiellement marins, vivent dans les eaux pauvres en nutriments, riches en oxygène et tempérées à chaudes. La plupart des *Coccolithophoridae* vivent dans des eaux à salinité comprise entre 20 et 45%.

Mode de vie : Planctonique.

Stratigraphie :

Apparition fin de Trias.

Fin Jurassique : formes complexes.

Fin Crétacé : disparition de ces formes.

Cénozoïque : autres formes.

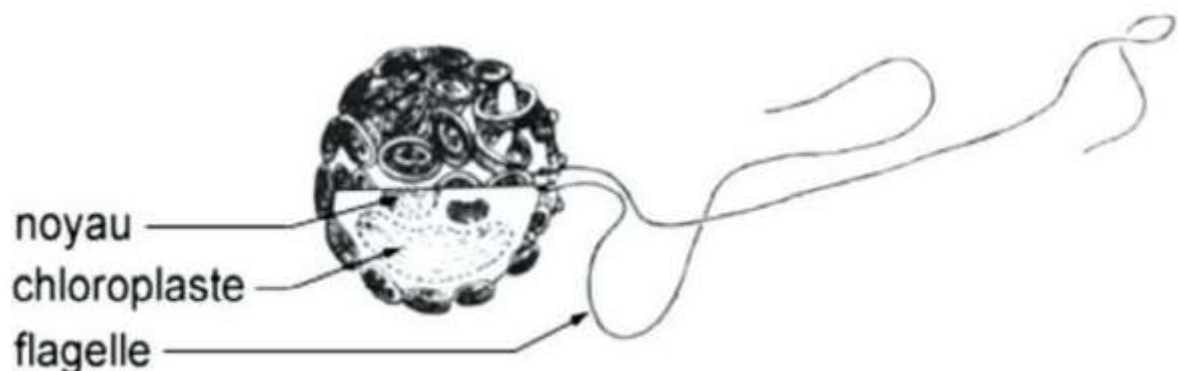


Fig.5 - Structure d'un coccolithophoridé.

Dans la nature actuelle, on observe deux grands types de coccolithes :

- Les holococcolithes : tous les cristaux sont semblables, généralement de minuscules rhomboédres de calcite accolés les uns aux autres. Ce sont des formes très fragiles.
- Les Hétérococcolithes sont constitués de cristaux de formes différentes suivant les portions architecturales que l'on considère.

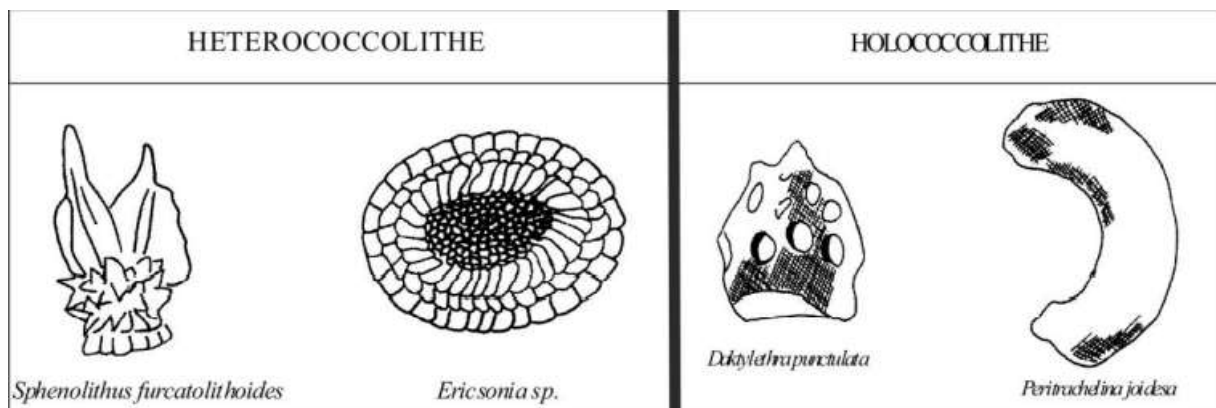


Fig.6 - La forme de deux grands types de coccolithes

G. Deflandre a subdivisé les hétérococcolithes en deux grands groupes morphologiques (Heliolithae et Ortholithae) d'après leurs propriétés optiques :

- Les *heliolithae* qui donnent en lumière polarisée des phénomènes de croix noire.
- Les *ortholithae* qui s'éteignent complètement ou par tranche, sans donner de croix noire.

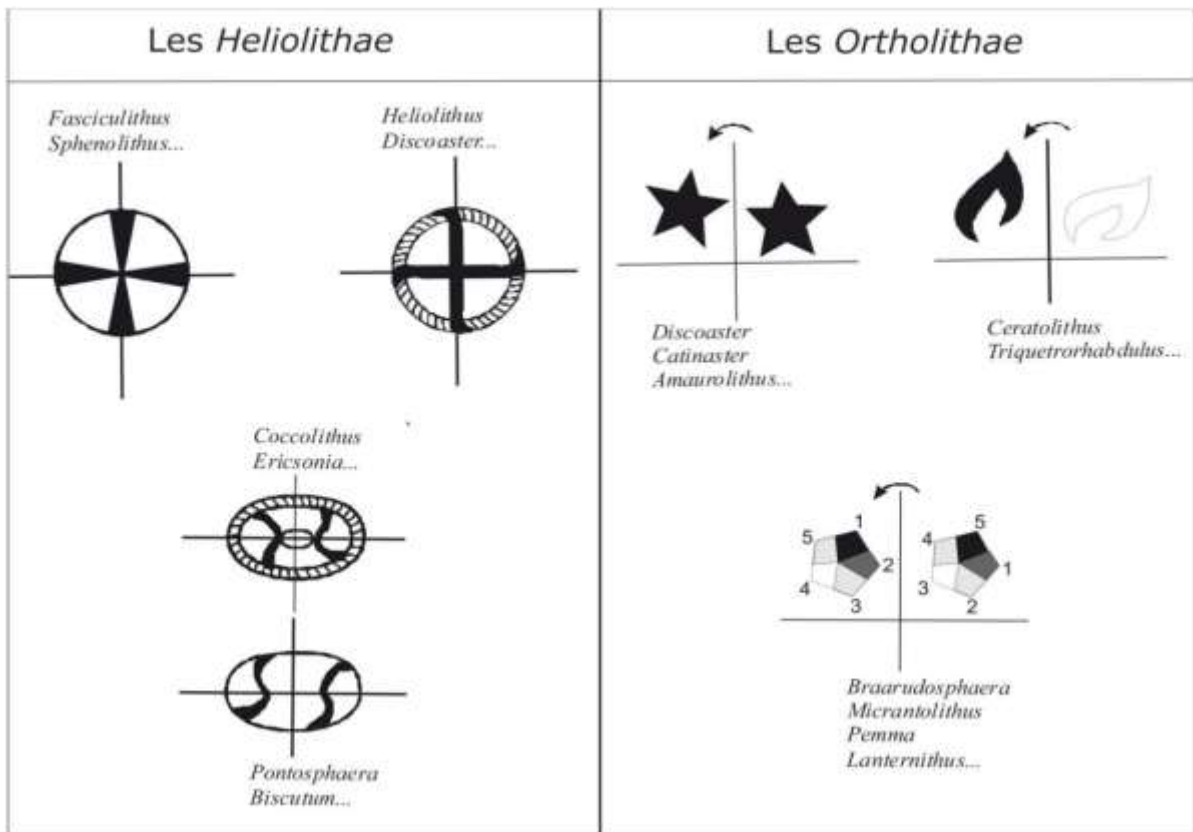


Fig.7 - La morphologies de Heliolithae et Ortholithae.

2- Les Nannoconidés

Les *Nannoconus* sont des éléments, également calcitiques, le plus sou-vent coniques ou en forme de tonnelet, exceptionnellement organisés en rosettes mais le plus souvent dissociés. Leur position systématique est inconnue. Taille comprise entre 4 et 30 µm en moyenne.

Répartition stratigraphique : Tithonien à Campanien.

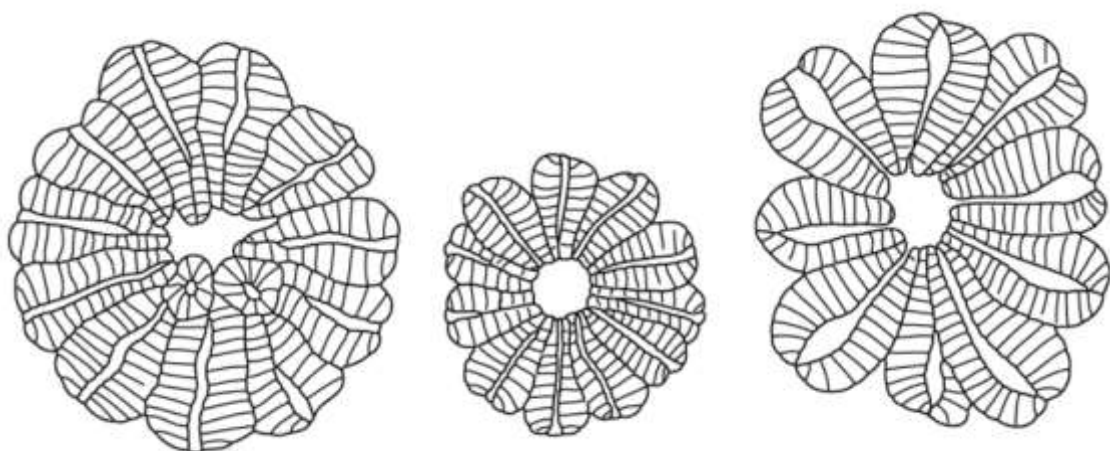


Fig.8 - Groupe de nannoconus (d'après F. Deres & J. Acheriteguy, 1980).

3- Les différentes formes des nannofossiles calcaire :

- Astérolithe : nannolithe en forme d'étoile, appelé communément "discoaster".
- Cératolithe : nannolithe en forme de fer à cheval.
- Coccolithe : souvent utilisé pour désigner les nannofossiles calcaires en général ; certains auteurs l'utilisent pour désigner un placolithe.
 - Cribrilithe : discolithe avec de nombreuses perforations centrales et une ceinture lamellaire.
 - Hélicolithe : coccolithe caractérisé par une marge enroulée de façon hélicoïdale.
 - Hétérococcolithe : coccolithe constitué de différents éléments structuraux.
 - Holococcolithe : coccolithe formé uniquement de microcristaux de même forme.
 - Lopadolithe : Cribrilithe avec un bord hautement développé formant une paroi relativement mince et donnant des formes en tonnelet, cloche, amphore, cupule, calice ou en tube.
 - Placolithe : coccolithe en forme de bouton de manchette, composé de deux disques unis par un tube central.
 - Rhabdolithe : coccolithe à base circulaire ou elliptique possédant une hampe centrale sur la face distale.
 - Scapholithe : hétérococcolithe en forme de parallélogramme allongé dont l'aire centrale comprend des lattes transversales.
 - Sphénolithe : coccolithe formé d'éléments coniques disposés de façon radiaire le long d'un axe longitudinal.

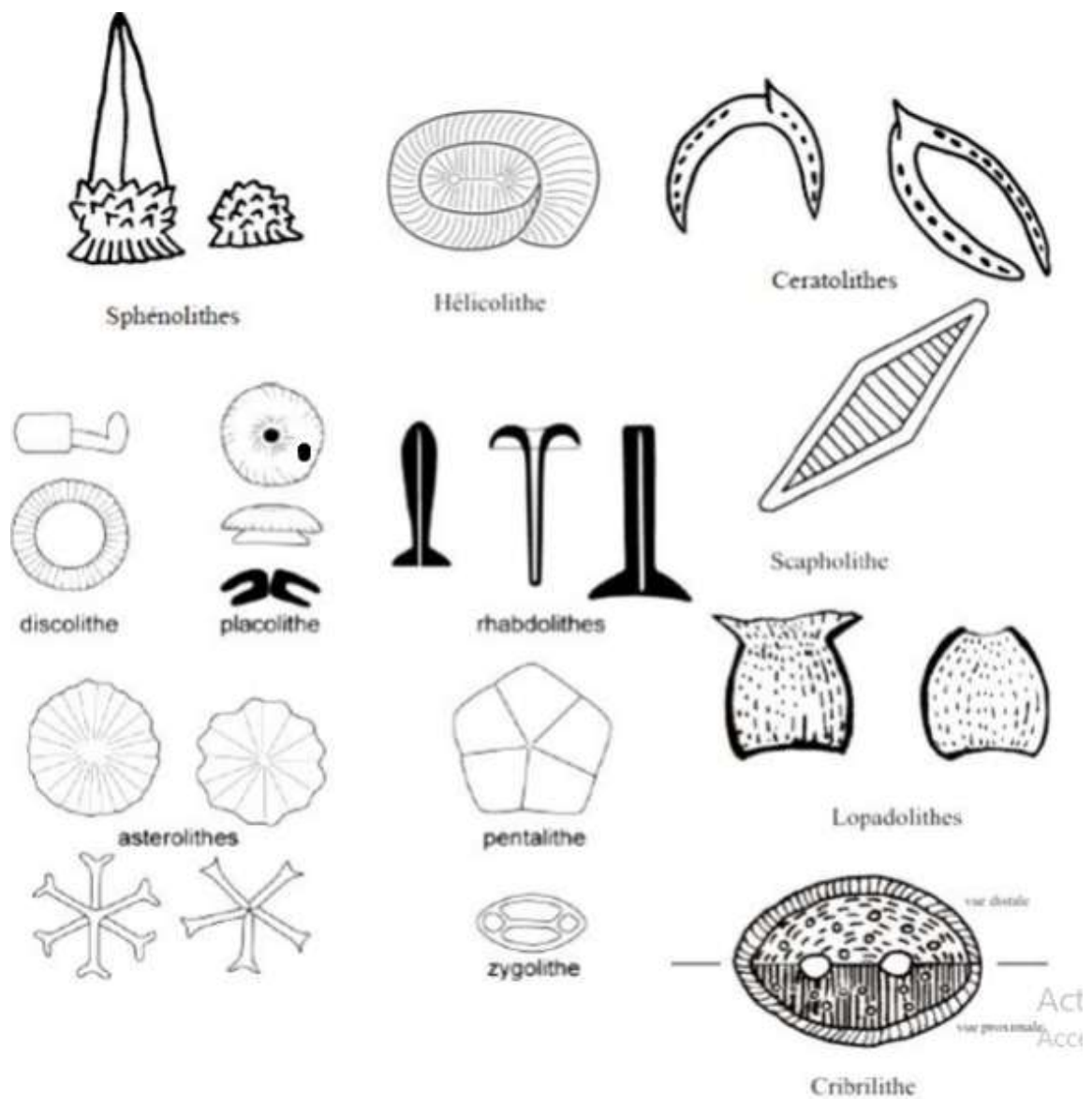


Fig.9 - Les différentes formes des nannofossiles calcaire.

II- Systématique :

L'analyse de la coupe d'oued Cheurfa a permis d'identifier 11 familles, 13 genres, et 29 espèces.

Famille de *Ceratolithaceae* Norris, 1965.

Genre *Amaurolithus* Gartner et Bukry, 1975.

Amaurolithus amplificus (Bukry et Percival) Gartner et Bukry, 1975.

Amaurolithus delicatus Gartner et Bukry, 1975.

Amaurolithus ninae Perch-Nielsen, 1977.

Amaurolithus primus (Bukry et Percival) Gartner et Bukry, 1975.

Amaurolithus tricorniculatus (Gartner, 1967) Gartner et Bukry, 1975.

Genre *Triquetrorhabdulus* Martini, 1965.

Triquetrorhabdulus rugosus Bramlette & Wilcoxon, 1967.

Famille de *Calcidiscaceae*, Young & Bown (1997).

Genre *Calcidiscus* Kamptner, 1950.

Calcidiscus leptoporus (Murray et Blackman, 1989) Loeblich et Tappan, 1978.

Calcidiscus macintyreii (Bukry & Bramlette, 1969).

Famille des *Calciosoleniaceae* Kamptner, 1937.

Genre *Scapholithus* Deflandre, 1954.

Scapholithus fossilis Deflandre, 1954.

Famille *Coccolithaceae* Kamptner, 1928

Genre *Coccolithus* Schawz, 1894.

Coccolithus pelagicus (Wallich, 1877) Schiller, 1930.

Genre *Umbilicosphaera* Lohmann, 1902.

Umbilicosphaera cricota (Gartner) Cohen et Reinhardt, 1968.

Famille *Discoasteraceae* Tan Sin Hok, 1927.

Genre *Discoaster* Tan San Hok, 1927.

Discoaster brouweri Tan San Hok, 1927.

Discoaster deflandrei Bramlette et Riedel, 1954.

Discoaster misconceptus Theodoridis, 1984.

Discoaster neorectus Bukry, 1971.

Discoaster pentaradiatus Tan Sin Hok, 1927

Discoaster pansus (Bukry et Percival, 1971) Bukry, 1973.

Discoaster variabilis Martini et Bramlette, 1963.

Famille de *Helicosphaeraceae* Black, 1971.

Genre *Helicosphaera* Kamptner, 1954.

Helicosphaera carteri (Wallich, 1877) Kamptner, 1954.

Famille de *Pontosphaeraceae* Lemmermann in Brandt & Apstein, 1908.

Genre *Pontosphaera* Lohmann, 1902.

Pontosphaera japonica (Takayama, 1967) Nishida, 1971.

Pontosphaera multipora (Kamptner, 1948) Roth, 1970.

Genre *Scyphosphaera* Lohmann, 1902.

Scyphosphaera apsteinii Lohmann, 1902.

Scyphosphaera pulcherrima Deflandre, 1942.

Famille de *Prinsiaceae* Hay et Mohler, 1967.

Genre *Reticulofenestra* Hay, Mohler et Wade, 1966.

Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner, 1967) Gartner, 1969.

Reticulofenestra rotaria (Theodoridis, 1984).

Famille de *Rhabdosphaeracea* Haeckel, 1894.

Genre *Rhabdosphaera* Haeckel, 1894.

Rhabdosphaera procera Martini, 1969.

Famille de *Sphenolithaceae* Deflandre, 1952.

Genre *Sphenolithus* Deflandre, 1952.

Sphenolithus abies Deflandre, 1954.

Sphenolithus neoabies Bukry et Bramlette, 1969.

Famille de *Triquetrorhabdulaceae* Lipps, 1969.

Genre *Lithostromation* Deflandre, 1942.

Lithostromation perdurum Deflandre, 1942.

III- Description des espèces :

- **Famille** de *Ceratolithaceae* Norris, 1965.

Cette famille de nannofossile calcaire est caractérisée par sa forme de fer à cheval. Ce nannofossile facile à identifier est rare ; il est considéré comme un très bon marqueur biostratigraphique.

Deux genres représentent cette famille : le genre *Amaurolithus* non biréfringent et le genre *Ceratolithus* qui présente une figure d'extinction.

Genre *Amaurolithus* Gartner et Bukry, 1975.

Ce genre se caractérise par des corpuscules en forme de fer à cheval, légèrement asymétrique, parfois ornementé. En lumière polarisée, ce genre est non biréfringent.

Espèce-type : *Amaurolithus tricorniculatus* (Gartner, 1967), Gartner & Bukry, 1975.

Amaurolithus amplificus (Bukry et Percival, 1971) Gartner et Bukry, 1975. (P11, Fig8,9).

- Description :

L'espèce en forme de fer à cheval (12 à 20 μm), est pourvue de deux cornes, robustes, amplifiées et fortement asymétrique avec une épine apicale courte et épaisse, localisée immédiatement au-dessus de la plus grande corne, qui semble constituer son prolongement. La plus petite corne ressemble à un crochet courbé sur son extrémité.

- Répartition :

Elle est connue dans le Miocène terminal, et sa distribution stratigraphique caractérisée la sous zone NN11c de Martini (1971) (Raffi et Flores, 1995 ; Berggren *et al.*, 1995).

Amaurolithus delicatus Gartner et Bukry, 1975. (PL1, Fig5, 6)

- Description :

Cette espèce, d'une dimension de 7 à 10 μm , a une forme délicate, légèrement asymétrique, en fer à cheval. Constitué de deux cornes qui sont de longueur inégale à subégale et se rejoignent pour indiquer la fermeture de l'extrémité ouverte du fer à cheval, et un arc qui est légèrement épais que les cornes.

La courbure de cette espèce est généralement lisse. Elle peut être parfois munie d'une grande bosse apicale ou d'un petit éperon placé asymétriquement.

- Répartition :

Elle est étroitement apparentée à *Amaurolithus primus*, avec lequel elle peut être associée dans toute son aire de répartition. Dans de nombreux échantillons communément une seule des deux espèces est présente, ce qui suggère une possible relation écologique.

La première apparition d *Amaurolithus delicatus* marquerait le début du Méssinien Martini et Muller (1986), cette espèce constituerait la meilleure approximation de la limite Tortonien-Méssinien Negri et Villa, 1999.

Amaurolithus ninae Perch-Nielsen, 1977.

- Description:

Amaurolithus ninae, une forme en fer à cheval relativement délicate, a une masse apicale bien développée et deux longues cornes inégales à subégales. La corne la plus courte porte des nœuds latéraux et une rangée de tiges du côté proximal. La corne la plus longue du côté distal du Cératolithe est armée par des carènes non structurées. Au microscope optique, les spécimens d'*Amaurolithus ninae* ne montrent pas de biréfringence.

- Répartition :

Cette espèce est connue dans le Miocène supérieur.

Amaurolithus primus (Bukry et Percival) Gartner et Bukry, 1975. (Ex. *Ceratolithus*) (PL1, Fig3,4)

- Description :

Petit Cératolithe d'une dimension de 7 à 10 μm , en forme de croissant, caractérisée par des bras courts et un arc très épais, il est non biréfringent.

- Répartition :

Cette espèce est présente depuis le Miocène supérieur et s'étend jusqu'au Pliocène inférieur. La première apparition (FAD) de cette espèce indiquerait la base de la sous-zone NN11b de Martini (1971), correspondant à la limite CN9a/CN9b d'Okada et Bukry (1980) (Aubry, 1933 ; Shackleton *et al.*, 1993 ; Berggren *et al.*, 1995 ; Raffi *et al.*, 1995, 1998 ; Negri *et al.*, 1999). La dernière apparition de cette espèce (LAD) marque le plus souvent la limite CN10/CN11 d'Okada et Bukry (1980) qui se trouve au sein de la zone NN13 de Martini (1971) (Raffi et Flores, 1995).

Amaurolithus tricorniculatus (Gartner, 1967) Gartner ET Bukry, 1975. (PL.1, Fig7).

- Description :

C'est un cératolithe dont la taille varie entre 6 et 22 μm . il a une forme délicate, asymétrique et caractérisée par la présence d'une troisième corne, située sur le prolongement de la corne la plus courte. Cette troisième corne est généralement plus petite que les deux autres cornes. Ce taxon montre parfois une très faible biréfringence.

- Répartition :

Elle est prolongée depuis le Miocène terminal jusqu'au Pliocène basal. C'est une forme très rare qui apparaît également dans la sous zone CN9b d'Okada et Bukry (1980) (Aubry, 1988 ; Berggren *et al.*, 1995). Sa dernière présence (L.O.) marque le sommet de la zone NN14 de Martini (1971), l'équivalent de la limite CN10/CN11 d'Okada et Bukry (1980) (Perch-Nielsen, 1985 ; Raffi et Flores, 1995).

Genre *Triquetrorhabdulus* Martini, 1965.

Triquetrorhabdulus rugosus Bramlette & Wilcoxon, 1967. (PL1, Fig1,2).

- Description :

C'est une forme particulière, allongée, ortholithique. Ces deux grands bords sont étendus latéralement au même niveau ; ils sont épais et rugueux. L'arête médiane est petite, pointue et non visible de profil.

Les spécimens les moins calcifiés présentent de profil des stries latérales distinctes.

- Répartition :

Elle apparaît du Miocène moyen (NN6) jusqu'au Miocène terminal (NN12) (Biolzi *et al.*, 1981, modifié, in Aubry, 1988, p. 175, fig. 2) ; d'autres auteurs la prolonge jusqu'à la base du Pliocène à 5,23 Ma (Backman *et al.*, 2012).

- **Famille** des *Calciosoleniaceae* Kamptner, 1937.

Genre *Scapholithus* Deflandre, 1954.

Hétérococcolithe en forme de losange allongé dont l'aire centrale comprend des lattes (lamelles) transversales.

Espèce type : *Scapholithus fossilis* Deflandre, 1954.

- Description :

Scapholithe en forme de parallélogramme allongé avec une paroi élevée entourant une aire centrale plate se composant de lattes transversales.

- Répartition :

Encore actuelle (Okada et McIntyre, 1979), cette espèce est connue depuis le Crétacé (Perch-Nielsen, 1985).

- **Famille** Calcidiscaceae Young & Bown (1997).

Genre *Calcidiscus* Kamptner, 1950.

Calcidiscus leptoporus (Murray & Blackman, 1898) Loeblich & Tappan, 1978. (ex. *Coccosphaera*). (PL1, Fig21,22).

- Répartition :

Cette forme est connue dès le Miocène inférieur, à partir de biozone NN4/CN3 (Perch-Nielsen, 1985).

Calcidiscus macintyreii (Bukry & Bramlette, 1969) Loeblich & Tappan, 1978. (ex. *Cyclococcolithus*).

- Répartition :

Cette forme est connue du Miocène inférieur au Pléistocène inférieur (Perch-Nielsen, 1985), soit des biozones NN4/CN3 à NN19/CN13b ; elle devient très rare au Pléistocène inférieur (Bukry & Bramlette, 1969).

- **Famille** *Coccolithaceae* Kamptner, 1928

Genre *Coccolithus* Schawz, 1894.

Coccolithus pelagicus (Wallich, 1877) Schiller, 1930.

- Description :

C'est une grande espèce des placolithe possédant une zone centrale de taille moyenne et un large bord distinctement strié.

- Répartition :

Cette espèce est connue dès le Paléocène inférieur (Hay et Beaudry, 1973).

- **Famille** des *Discoasteraceae* Tan San Hok, 1927.

Genre *Discoaster* Tan San Hok, 1927.

La famille de *Discoasteraceae* comprend des nannofossiles calcaires en formes d'étoile ou de rosette, composés d'éléments radiaires plats ou arqués. Chez certains *Discoaster*, il existe une protubérance centrale.

Discoaster brouweri Tan San Hok, 1927 emended Bramlette et Riedel, 1954.

- Description :

Astérolithe d'une dimension de 12 à 15 μm à six bras avec une aire centrale ornée d'un petit bouton. Elle représente environ la moitié de la longueur d'un bras. Les bras fins, allongés, à pointe émoussée, non bifurqués. Ils sont plus ou moins courbés comme les côtes d'un parapluie.

- Répartition :

Elle est connue du Miocène moyen (NN8/CN6) jusqu'au sommet du Pliocène (NN18/CN12d) (Perch -Nielsen, 1985).

Discoaster deflandrei Bramlette et Riedel, 1954.

- Description :

C'est un disque central avec six bras larges et bifurqués qui sont égales ou plus longs que le rayon du disque central. Le contour des parties bifurqués des bras est arrondi ou légèrement anguleux ; et l'espace entre eux est subcirculaire.

- Répartition :

Cette espèce présente une très grande variabilité morphologique. Elle est connue bien avant le Néogène, abondante notamment au Miocène inférieur (Hay, 1970).

Dans la coupe étudiée cette espèce est présente dans la majorité des échantillons.

Discoaster misconceptus Theodoridis, 1984.

- Description :

Cinq bras longs et minces, et une petite zone centrale possédant des boutons centraux de petite taille sur les faces proximale et distale. La face distale est ornementée par des dépressions peu profondes. Les terminaisons des bras ont des bifurcations à angle aigu.

- Répartition :

Ce *Discoaster* est réputé du Miocène supérieur (NN10b/CN8b) jusqu'au sommet du Pliocène (Theodoridis, 1984).

Discoaster neorectus Bukry, 1971.

- Description:

D. neorectus est une espèce gigantesque (20 à 38 μm) avec 6 bras, longs et disposés symétriquement en se rétrécissant en pointe à leur extrémité. Elle possède un petit bouton centrale mais pas de zone centrale marquée séparément.

- Répartition :

La première présence de cette espèce marque la base de la zone CN8b = NN10b.

Discoaster pansus (Bukry et Percival, 1971) Bukry, 1973.

- Description :

Cette qui vivait dans les eaux chaudes (Bukry, 1978), est représentée sous forme de six larges bras, effilés qui se terminent par des pointes bifurquées. Les membres de bifurcations sont presque perpendiculaires à l'axe des bras. Nous remarquons la présence d'un petit bouton dans la zone centrale de la taille moyenne.

- Répartition :

Cette espèce est présente du Miocène supérieur jusqu'au Pliocène inférieur (NN13/NN15).

Discoaster pentaradiatus Tan Sin Hok, 1927.

- Description :

Cette espèce ressemble morphologiquement à *Discoaster misconceptus*. Elle en diffère par une courbure moins prononcée des bras, une plus grande zone centrale et surtout ce taxon ne présente aucune biréfringence.

- Répartition :

Cette espèce apparaît dès le Tortonien (Raffi *et al.*, 2006) et disparaît au Gélasien à la fin de la zone NN17 (Young, 1998).

Discoaster quinqueramus Gartner, 1969.

- Description :

D. quinqueramus a 5 bras effilés, longs, non-bifurqués, arrangés symétriquement et une zone centrale robuste avec un bouton central proéminent à 5 stries.

- Répartition :

L'extension totale de cette espèce définit la zone NN11 à *D. quinqueramus*.

Discoaster variabilis Martini et Bramlette, 1963. (PL1, Fig12).

- Description :

Il s'agit d'un astérolithe avec 6 bras légèrement courbés vers le bas, au centre de la face convexe apparaît un petit bouton étoilé dont les extrémités s'étendent jusqu'à la marge entre les bras. Sur le côté concave, de petites crêtes s'étendent à partir du bouton plus proéminent le long de la ligne médiane des bras. Les bras sont bifurqués ; les bifurcations sont assez larges et à des angles variables. Communément, une fine bande se trouve entre les bifurcations. Les spécimens observés ont un diamètre entre 8 et 21 μm .

- Répartition :

Cette espèce s'étend du Miocène inférieur (NN5/CN3) jusqu'à la base de la zone NN16 (CN12a) du Pliocène supérieur.

- **Famille** de *Helicosphaeraceae* Black, 1971.

Genre *Helicosphaera* Kamptner, 1954. (Ex. *Helicosphaera* Hay et Mohler, in Hay *et al.*, 1967).

Ce genre comprend des coccolithes caractérisées par la disposition hélicoïdale des éléments du cycle distal. La zone centrale présente, selon les espèces, soit une ou deux perforations séparées par un pont, soit des fentes obliques ou longitudinales, soit une ligne de suture médiane.

Helicosphaera carteri (Wallich, 1877) Kamptner, 1954. (Ex. *Coccosphaera*) (PL1, Fig19, 20).

- Description :

Ce sont des coccolithes plus ou moins oblongs. L'aire centrale est perforée laissant deux ouvertures rondes ou deux fentes alignées ou obliques par rapport au grand axe du coccolithe.

- Répartition :

Cette espèce est connue depuis le Miocène (Martini, 1971).

- **Famille** des *Pontosphaeraceae* Lemmermann in Brandt & Apstein, 1908.

Genre *Pontosphaera* Lohmann, 1902.

Pontosphaera japonica (Takayama, 1967) Nishida, 1971. (ex. *Discolithina*). (PL1, Fig23, 24).

- Description :

Ce sont des formes constituées d'une simple plaque basale mince, elliptique avec la partie proximale concave et la partie distale convexe, perforées ou non par de nombreux petits trous.

Les perforations sont limitées au centre de la plaque basale ébauchant une vaste zone périphérique compact, représentant environ un quart du petit diamètre de la plaque.

- Répartition :

Cette espèce est présente dans le Miocène supérieur et le Pliocène.

Pontosphaera multipora (Kamptner, 1948) Roth, 1970. (= *Discolithus multiporus*).

- Description:

C'est un cribrilithe elliptique dont l'aire centrale présente un à trois anneaux concentriques de perforations. Le nombre de perforations varie entre 10 et 44.

Répartition :

La répartition exacte de cette espèce n'est pas connue. Initialement décrite dans le Miocène par Kamptner (1948), elle est citée dans le Paléogène (Perch-Nielsen, 1985) et persiste jusqu'à l'Actuel (Burns, 1973).

Genre *Scyphosphaera* Lohmann, 1902.

Scyphosphaera apsteinii Lohmann, 1902.

- Description :

Les lopadolithes qui caractérisent cette espèce sont en forme de tonnelet plus ou moins régulier.

- Répartition :

D'après Stradner (1969), cette espèce est connue depuis l'Eocène inférieur. Selon Perch-Nielsen (1985), cette espèce débute à partir de la base du Miocène supérieur (NN9).

Scyphosphaera pulcherrima Deflandre, 1942.

- Description :

La forme de ces lopadolithes est celle d'un vase surmonté d'une collerette. Deflandre (1942) les décrit comme de minuscules clochettes, plus ou moins évasées.

Cette espèce est commune dans les eaux chaudes (Bukry, 1971).

- Répartition :

Cette espèce est connue dès le Miocène supérieur (NN9) (Perch-Nielsen, 1985).

- **Famille** de *Prinsiaceae* Hay et Mohler, 1967.

Hay et Mohler (1967) ont proposé la famille du *Prinsiaceae* pour les placolithes de forme ovale, subcirculaire ou circulaire montrant en vue distale une figure en croix en lumière polarisée.

Chez des nombreux genres et espèces appartenant à la famille des *Prinsiaceae*, les disques proximaux et distaux montrent une biréfringence en lumière polarisée ; par conséquent, le coccolithe apparaît aussi grand en lumière naturelle qu'en lumière polarisée.

Genre *Reticulofenestra* Hay, Mohler et Wade, 1966.

Le genre *Reticulofenestra* renferme des espèces ayant un contour elliptique à subcirculaire, un disque distal légèrement plus large que le disque proximal, un mur et une zone centrale traversée (ou obturée) par une grille localisée sur le fond du mur.

Reticulofenestra pseudoumbilicus (Gartner, 1967) Gartner, 1969. (PL1, Fig 17, 18).

- Description :

C'est un placolithe elliptique de 6 à 13 μm de diamètre dont le disque distal comprend une quarantaine d'éléments. L'aire centrale est obturée par une grille qui est rarement trouvée sur les spécimens. Les individus trouvés dans le matériel étudiée ont un diamètre compris entre 5,5 et 10 μm .

- Répartition :

Cette espèce est connue depuis le Miocène inférieur et son HO définit le sommet de la zone NN15.

Reticulofenestra rotaria (Theodoridis, 1984). (PL1, Fig13, 14, 15, 16).

- Description :

C'est un placolithe circulaire de 5 à 7 μm de diamètre avec une aire centrale plus large, le disque distal et le disque proximal sont biréfringents.

- Répartition :

NN11b

La première apparition de cette espèce marque la limite tortono-messinienne selon Theodoridis, 1984.

- **Famille** de *Rhabdosphaeracea* Haeckel, 1894.

Genre *Rhabdosphaera* Haeckel, 1894.

Rhabdosphaera procera Martini, 1969.

- Description :

C'est un petit rhabdolithes, pourvu d'une base légèrement arquée et approximativement elliptique, le tronc est parfaitement long à cotés et tronqué ou arrondi à son extrémité. La longueur de sa tige est environ 8 à 11 μm .

- Répartition :

Elle est connue dans le Miocène moyen (la même zone que *Discoaster calcaris*).

- **Famille** de *Sphenolithaceae* Deflandre, 1952.

Genre *Sphenolithus abies* Deflandre, 1954.

Comme l'a indiqué Backman (1980), il est très difficile de distinguer certaines espèces de *Sphenolithus* entre elle *S. abies*, *S. moriformis*, et *S. neoabies*. Néanmoins, la taille des *sphénolithus* et leur forme seront utilisées dans ce travail comme caractères distinctifs. *S. moriformis* se différencie de *S. abies* par sa taille plus grande (environ 5 à 8 µm) et par sa forme moins conique. En lumière polarisée, les épines apparaissent plus effilées chez *S. abies* que chez *S. moriformis*.

Sphenolithus neoabies Bukry & Bramlette, 1969.

- Description :

Est un sphénolithe de même forme que *S. abies*, mais de taille plus petite (1 à 2 µm).

- Répartition :

D'après Aubry (1989), cette espèce débute dans le Miocène inférieur et disparaît au Pliocène (NN15).

- **Famille** de Triquetrorhabdulaceae Lipps, 1969.

Genre *Lithostromation* Deflandre, 1942.

Lithostromation perdurum Deflandre, 1942.

- Description :

Un plateau triangulaire portant six perforations sur les deux faces. Ces dernières sont bombées et soutenues grâce à un centre qui fait office de pilier à partir duquel partent trois branches fourchues, évidées (au-dessous) vers les sommets du triangle.

- Répartition :

Elle est commune depuis le début de l'Eocène moyen.

Chapitre IV
Biostratigraphie

I – Biostratigraphie :

La biostratigraphie est la discipline stratigraphique qui fait la caractérisation des couches géologiques par leur contenu biologique (fossiles ou leur traces) qui se sert d'événements évolutifs irréversibles (loi de Dollo : "l'évolution est irréversible").

Hierarchie entre unités biostratigraphiques :

- Biozone.
- Sous-biozone.
- Zonule.
- (Bio)-horizon = unique surface stratigraphique.

La Biozone est l'unité biostratigraphique fondamentale qui servira à fixer des limites et à établir des datations relatives et des corrélations régionales à globales.

Une biozone est identifiable par son contenu paléontologique.

L'apparition ou disparition de plusieurs genres et / ou espèces sont calibrés par les biozones paléomagnétiques, ce qui permet à certaines espèces d'intégrer des âges absolus, notamment au Néogène.

En biostratigraphie, les nannopaléontologues utilisent souvent quatre types de biozones :

- Zone d'intervalle : compris entre une apparition (ou une disparition) et une autre apparition.
- Zone d'extension : spatio-temporelle d'un ou plusieurs taxons.
- Zone d'association : assemblage, au moins 3 taxons.
- Zone d'apogée (acmé).

Les zones biostratigraphiques des nannofossiles calcaires sont classiquement définies par la première et / ou la dernière apparition d'espèce qui servent d'indices. A propos de la disparition des espèces, une importante difficulté consiste à détecter leur éventuel remaniement dans des dépôts plus récents, ce qui pourrait amener à vieillir ces mêmes dépôts.

La zonation biostratigraphiques des nannofossiles calcaires selon nombreux travaux déterminé deux modes les plus utilisés à l'échelle mondiale (Perch-Nielsen, 1985).

- La zonation standard de Martini (1971), complétée en partie par Martini & Müller (1986).

- La zonation standard d'Okada & Bukry (1980).

Martini (1971) a utilisé les abréviations NN (Nannoplanctons du Néogène) et les nombres codifiant les zones. Okada & Bukry (1980) a utilisé CN (Coccolithes de Néogène) et les nombres codifiant les zones.

Les prélèvements effectués dans la coupe d'Oued Cheurfa permettent d'établir une répartition stratigraphique des nannofossiles calcaires et d'attribuer une datation à chacune de ces formations.

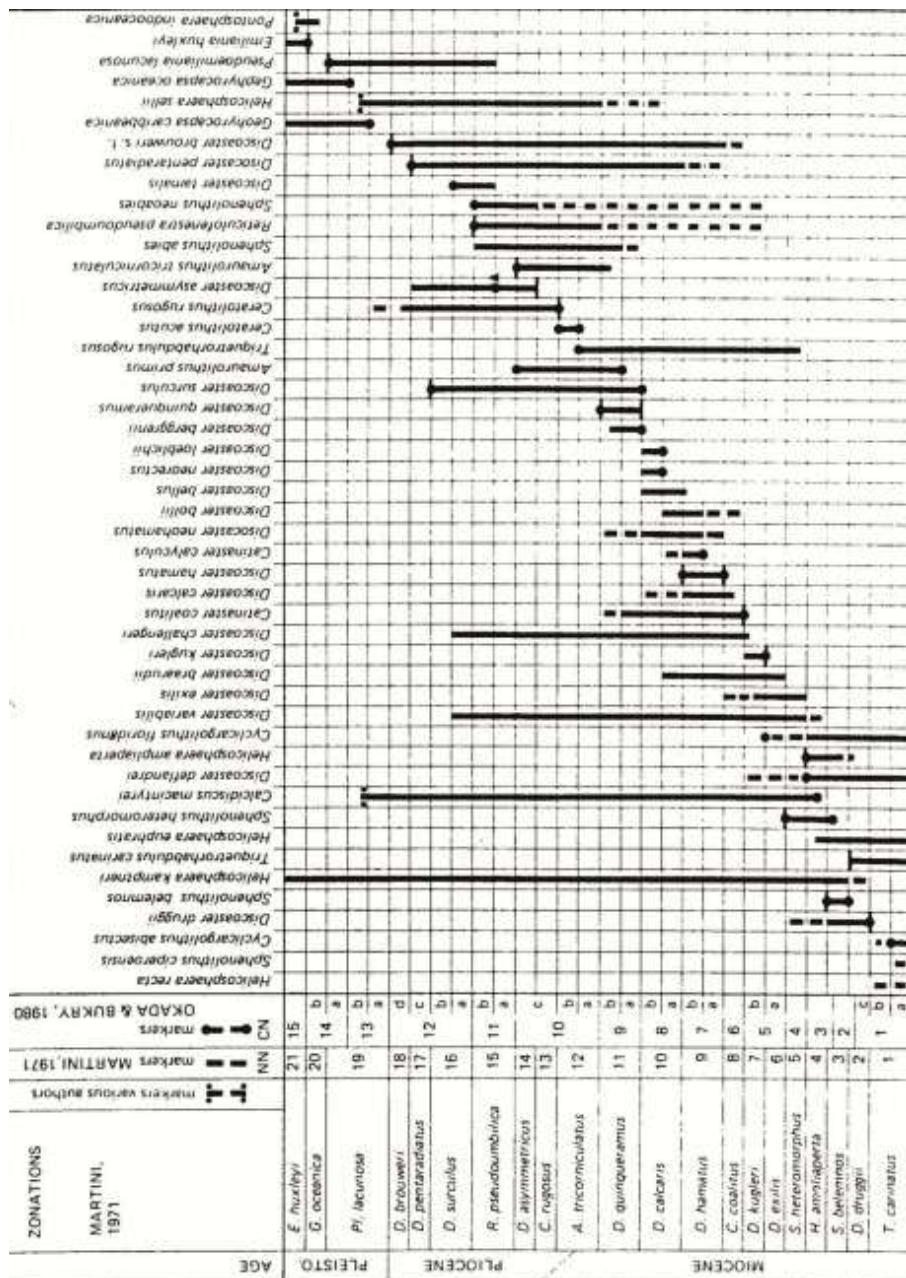


Fig.10 - Distribution et zonation stratigraphique des principales espèces de nannofossiles calcaire au Néogène (d'après Perch-Nielsen 1985).

II- Biozonation :

A- Zone à *Discoaster quinqueramus* NN11 (CN9) :

Cette zone est définie par l'extension totale de *Discoaster quinqueramus* (NN11 : Martini, 1971) ou par la première apparition (F.O.) de *Discoaster berggrenii* et/ou la première apparition (F.O.) de *Discoaster surculus* jusqu'à la disparition de *Discoaster quinqueramus* (CN9 : Okada & Bukry, 1980).

Cette zone occupe toute la coupe étudiée, elle est présente dans les deux formations géologiques à partir de l'échantillon OC5 jusqu'au OC26.

1-La liste de la zone NN11 :

Amaurolithus primus, *A. delicatus*, *Calcidiscus macintyreii*, *C. leptoporus*, *Coccolithus pelagicus*, *Discoaster brouweri*, *D. misconceptus*, *D. variabilis*, *D. pansus*, *Helicosphaera carteri*, *Lithostromation perdurum*, *Pontosphaera japonica*, *P. multipora*, *Reticulofenestra pseudoumbilica*, *R. rotaria*, *Rhabdosphaera procera*, *Sphenolithus abies*, *Umbilicosphaera cricota*, et les petits reticulofenestridées.

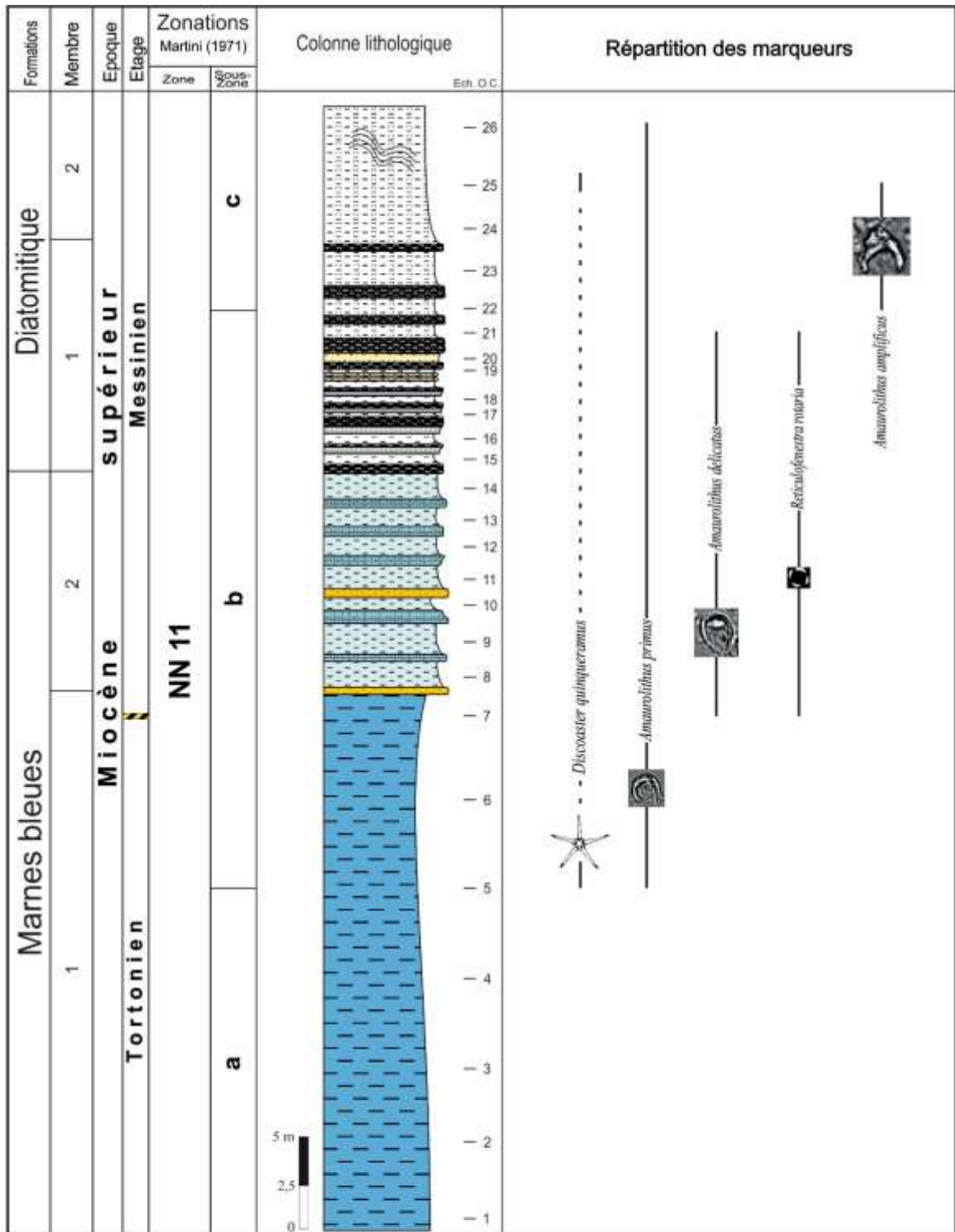
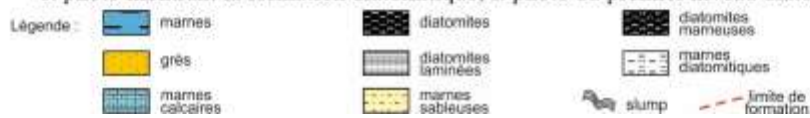


Fig. 12 - distribution stratigraphique des principaux marqueurs de nanfossiles calcaires de la coupe de l'Oued Cheurfa. a: colonne lithologique de la coupe de l'Oued Cheurfa; b: vue panoramique de la coupe de l'Oued Cheurfa; c: photo montrant les deux formations; d: photo montrant la limite entre les deux formations; e: photo montrant la formation diatomitique; f: photo du premier niveau diatomitique.



Cette zone a été subdivisée en quatre sous zones :

1.1- La sous zone NN11a (CN9a) :

Elle est définie par la première apparition de *Discoaster quinquaramus* (NN11a) et/ou la première apparition de *Discoaster berggrenii* et/ou la première apparition de *Discoaster surculus* (CN9a) jusqu'à la première apparition de *Amaurolithus primus* (Berggren *et al.* 1995, Raffi et Flores 1995, Perch-Nielsen 1985).

Dans la coupe d'Oued Cheurfa, la première apparition de *D. quinquaramus* est à l'échantillon OC5 ; nous attribue le début de la zone NN11 à partir de cet échantillon.

La première apparition d'*Amaurolithus primus* se trouve à l'échantillon OC5, cela indique que les échantillons précédents (OC1- OC4) se trouvent à NN11a.

1.2- Sous-zone NN11b (CN9b) :

Cette sous-zone est définie par la première apparition de *Amaurolithus primus* jusqu'à la première apparition de *Amaurolithus amplificus* (Raffi et Flores, 1995 ; Raffi *et al.*, 1998).

C'est à l'intérieur de cette sous-zone où se trouve la limite tortono-messinienne (Martini et Müller, 1986).

Dans notre coupe, cette zone est attribuée à l'intervalle allant de l'échantillon OC5 (première apparition d'*Amaurolithus primus*).

A partir de l'échantillon OC7, on remarque l'apparition de *Reticulofenestra rotaria*.

La meilleure approximation de la limite Tortono-Messinienne (Negri et villa, 1999) est *Amaurolithus delicatus* qui est présent au niveau d'échantillon OC9.

1.3- Sous-zone NN11c (CN9c) :

Elle correspond à l'aire de répartition totale de *Amaurolithus amplificus* (Raffi et Flores 1995, Berggren *et al.* 1995).

Au niveau de l'échantillon OC22 apparaît la première forme d'*Amaurolithus amplificus*.

Cette sous-zone est marquée à partir de l'échantillon OC22 jusqu'au OC25.

Conclusion générale :

La zone d'étude est située dans la partie Nord-Est du bassin de Bas Chélif. La coupe a été levée au niveau d'Oued Cheurfa (région de Tazgait). Elle est subdivisée en deux formations géologiques (marneuse et diatomitique), attribuées au Tortonien et au Messinien.

L'étude systématique de la coupe d'Oued Cheurfa a permis d'identifier 11 familles réparties 13 genres et 29 espèces.

L'étude biostratigraphique détaillée des nannofossiles calcaires de la coupe de l'Oued Cheurfa nous a permis de mettre en évidence une seule biozone NN11 (CN9) et d'attribuer cette série au Miocène supérieur (Tortonien, Messinien).

La biozone NN11 est marquée par l'apparition de *Discoaster quinquerramus* (Martini, 1971), qui est présent à partir du cinquième échantillon. Cette biozone a été subdivisée en trois sous-zones (NN11a, NN11b, NN11c).

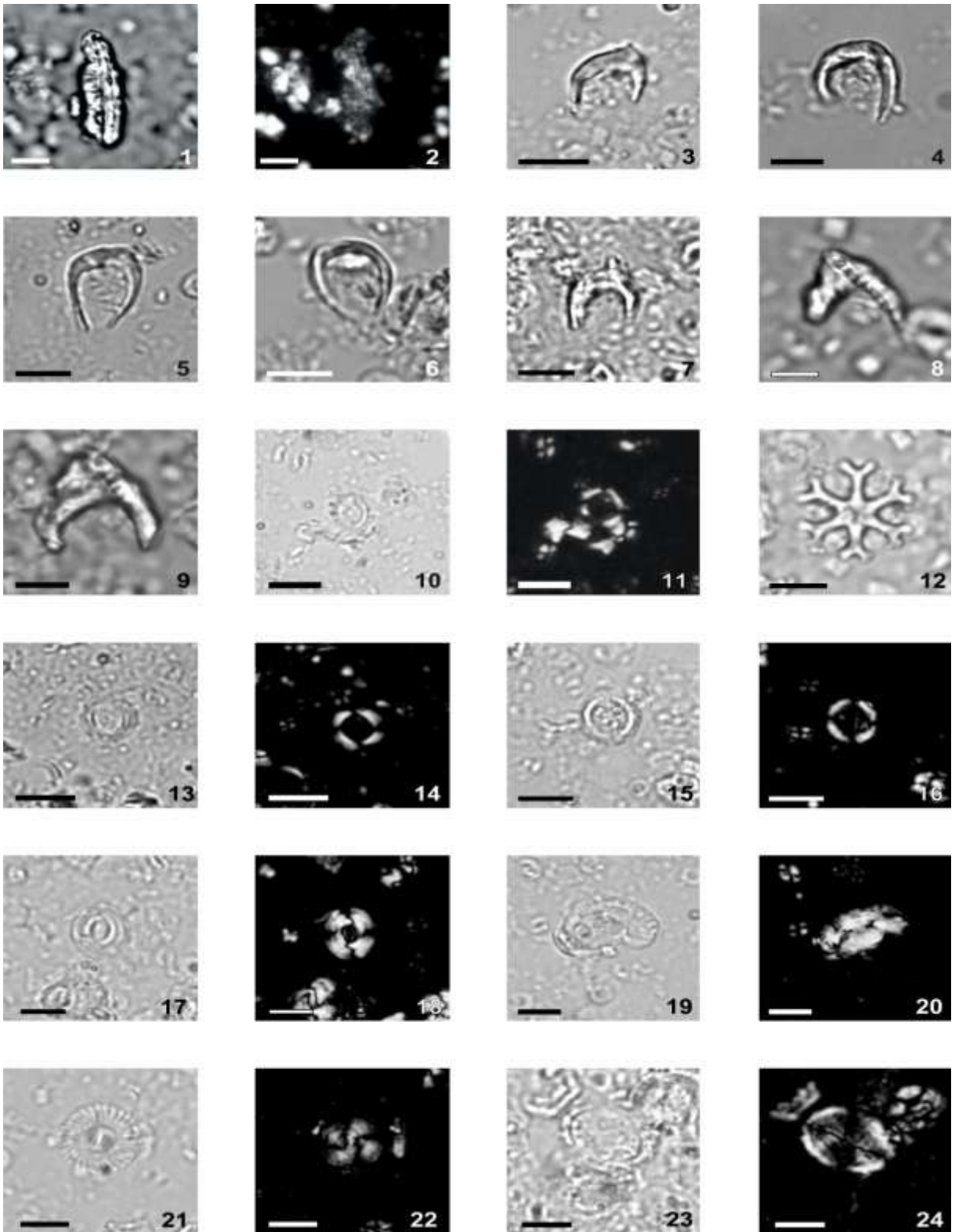
La première apparition d'*Amaurolithus primus* au niveau de l'échantillon OC5 nous indique que nous sommes déjà dans la sous-zone NN11b/CN9b (Raffi & Flores, 1995 et Berggren *et al.*, 1995).

La limite Tortono-Messinienne a été marquée par la présence d *Amaurolithus delicatus* (Martini et Muller, 1986) et par la zone d'acmé à *Reticulofenestra rotaria* (Theodoridis, 1984) au niveau des échantillons OC7 et OC9.

La sous-zone NN11c est définie par la première apparition d'*Amaurolithus amplificus* (dès l'échantillon OC22 jusqu'au avant dernier OC25).

Planche photographique

PL.1



Barre = 5µm

Fig. 1, 2 - *Triquetrorhabdulus rugosus* BRAMLETTE & WILCOXON.

- éch: 25. (2: Lumière polarisée).

Fig. 3 - *Amaurolithus primus* (BUKRY & PERCIVAL) GARTNER & BUKRY.

- éch: 5.

Fig. 4 - *Amaurolithus primus* (BUKRY & PERCIVAL) GARTNER & BUKRY.

- éch: 9.

Fig. 5 - *Amaurolithus delicatus* GARTNER & BUKRY.

- éch: 7.

Fig. 6 - *Amaurolithus delicatus* GARTNER & BUKRY.

- éch: 9.

Fig. 7 - *Amaurolithus tricorniculatus* (GARTNER) GARTNER & BUKRY.

- éch: 21.

Fig. 8 et 9 - *Amaurolithus amplificus* (BUKRY & PERCIVAL) GARTNER & BUKRY.

- éch: 25.

Fig. 10, 11 - *Reticulofenestra rotaria* THEODORIDIS.

- éch: 7. (11 : Lumière polarisée).

Fig. 12 - *Discoaster variabilis* MARTINI & BRAMLETTE.

- éch: 25.

Fig. 13, 14 - *Reticulofenestra rotaria* THEODORIDIS.

- éch: 12. (14 : Lumière polarisée).

Fig. 15, 16 - *Reticulofenestra rotaria* THEODORIDIS.

- éch: 25. (16 : Lumière polarisée).

Fig. 17, 18 - *Reticulofenestra pseudoumbilica* (GARTNER) GARTNER.

- éch: 25. (18 : Lumière polarisée).

Fig. 19, 20 - *Helicosphaera carteri* (WALLICH) KAMPTNER.

- éch: 25. (20 : Lumière polarisée).

Fig. 21, 22 - *Calcidiscus leptoporus* (MURRAY & BLACKMAN) LOEBLICH & TAPPAN.

- éch : 25. (22 : Lumière polarisée).

Fig. 23, 24 - *Pontosphaera japonica* (KAMPTNER) ROTH.

- éch: 25. (24 : Lumière polarisée).

Référence Bibliographique

ADDADI C., DELTEI J., FENET B., GUARDIA P. & POLCHECHE J., (1968) - Age de la mise en place des nappes dans la talle méridional (Algérie). *C.R. Acad. Sci, Paris*, 267, pp. 971-973.

ATIF K. F. T., (2001) - Modalités du passage Mio-Pliocène dans le bassin du Bas Chélif. *Mém. Magister*, Oran, 133p.

AUBRY M.-P., (1984) - Handbook of Cénozoïc Calcareous Nannoplakton, Book 1: *Ortholithae* (Discoaster) : New York, *Micropaleontology press*, 266 p.

AUBRY M.-P., (1988) - Handbook of Cénozoïc Calcareous Nannoplakton, Book 2: *Ortholithae* (*Catinasters, Ceratoliths, Rhabdoliths*) : New York, *Micropaleontology press*, 279 p.

AUBRY M.-P., (1989) - Handbook of Cénozoïc Calcareous Nannoplakton, Book 3: *Ortholithae* (*Pentaliths and others*). *Heliolithae* (*Fasciculiths, Sphénoliths and others*) New York, *Micropaleontology press*, 279 p.

AUBRY M.-P., (1990) - Handbook of Cénozoïc Calcareous Nannoplakton, Book 4: *Heliolithae* (*Helioliths, Cribriliths, Lopadoliths and others*) : New York, *Micropaleontology press*, 381 p.

AUBRY M.-P., (1993) – Neogene allostratigraphy and depositional history of the De Soto canyon area, Northern Gulf of Mexico. *Micropaleontology*, Vol. 39 no. 4, PP. 327-366.

AUBRY M.-P., (1990)- Handbook of Cénozoïc Calcareous Nannoplakton, Book 5 : *Heliolithae* (*Zygoiliths and Rhabdoliths*) : New York, *Micropaleontology press*, 368 p.

BACKMAN J., (1980) – Miocene- Pliocene nannofossils and sedimentation rates in the Hatton-rockall Bassi, N.E. Atlantic Ocean. *Stockholm Contr. Geol. Stockholm*, 36, 1, pp. 1-109.

BEAUFORT L., (1992) – Dynamique du nannoplancton calcaire au cours du Néogène : implications climatiques et océanographiques. *Docum. Lab. Géol. Lyon*, n°121, 71 figs., 141p., 14 table.

BELKBIR L. & ANGLADA R., (1985) – Le Néogène de la bordure Nord occidentale du Dahra. 110^{ème} *Cong. Nat. Saventes. Montpellier.*

BELKBIR L., (1986) – le Néogène de la bordure Nord occidentale du massif de Dahra (Algérie). Biostratigraphie, Paléoécologie, Paléogéographie. *Doct., Univ. Provence*, 289 p.

BELKBIR L. & BESSEDIK M., (1991) – Essai de synthèse biostratigraphie du Miocène post er synchro-nappes en Oranie (Tafna, Bas Chéelif). 2^{ème} Sèm. "*Géologie pétrolière*", Boumerdes, pp. 32-34.

BELKBIR L. & BESSEDIK M., AMEUR-CHEHBEUR A. et ANGLADA R., (1996) – Le Miocène des bassins Nord occidentaux d'Algérie : biostratigraphie et eustatisme. Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud, pp. 533-561, 3 fig.

BERGGEN W.A., KENT D.V & FLYNN J.J., (1985) – Paleogene geochronology and chronostratigraphy, in : N.J. Snelling (Ed.), *The Chronology of the geological Record, Mem. Geol. Soc. London*, vol. 10., pp. 141-195.

BERGGEN W.A., KENT D.W., SWISHER C.C & AUBRY M.-P., (1995) – A revised Cénozoïc geochronology and chronostratigraphy. *SEPM Spec. Publ.* 54, 129-212.

BESSEDIK M., BELKBIR L. & MANSOUR B., (2002) – Révision de l'âge Miocène inférieur (au sens des anciens auteurs) des dépôts du bassin du Bas Chéelif (Oran, Algérie) : Conséquences et géodynamique. *M2M. Serv. Alg.* n°11. pp. 169-186, 11 figs.

BLACK M., (1971) – The systematics of coccoliths in relation to the paaleontological record. In : B.M. FUNNELL & W.R. RIEDEL (eds). *The micropaleontology of Oceans*, pp. 611-624. Cambridge University Press.

BLOW W. H., (1969) – Late middle Eocene to recentplanctonic foraminiferal biostratigraphy. *Proceeding on the First International Conference on the Planktonic Microfossils*, Genève, pt. II, sect. 2 : 753-1413.

BRAMLETTE M.N. et RIEDEL W.R., (1954) – Stratigraphie value of discoasters and some other microfossils related to recent coccolithophorids. *J. Paleont.*, vol. 28, 3 text-figs., p. 385-403, pl.38-39.

BRIVES A., (1897) – Les terrains Tertiaires du bassin du Chéelif et de la Dahra. *Thèse. Doct. Etat, Univ Lyon, Sci. Nat.* 135 p., 16 figs, 6pls annexes.

BUKRY D., (1971) – Cenozoic calcareous nannofossils from the Pacific Ocean. *Trans. San Diego Soc. Nat. Hist.*, 16, pp. 303-327.

BUKRY D., (1972) – Further comments on coccolith stratigraphy, Leg 12, Deep Sea Drilling Project. *Init. Rep. D.S.D.P.*, 12: pp 1071-1081.

BUKRY D., (1973) – Low-Latitude coccolithe biostratigraphic zonation. *Init. Rep. D.S.D.P.*, 15: pp. 685-703.

BUKRY D., (1973) – Coccolith and silicoflagellate stratigraphy, Deep Sea Drilling Project Leg 18, eastern North Pacific. *Init. Rep. D.S.D.P.*, 18, pp. 817-831.

BUKRY D., (1976) – Coccolith stratigraphy of Manihki Plateau, Central Pacific, Deep Sea Drilling Project, Site 317. *Init. Rep. D.S.D.P.*, 39, pp. 825-839.

BUKRY D., (1977) – Coccolith and silicoflagellate stratigraphy, South Atlantic Ocean, Deep Sea Drilling Project, Leg 39. *Init. Rep. D.S.D.P.*, 39, pp.825-839.

BUKRY D., (1978) – Cenozoic coccolith and silicoflagellate stratigraphy, offshore Northeast Africa, Deep Sea Project, Leg 41. *Init. Rep. D.S.D.P.*, 49, pp. 551-581.

BUKRY D. & BRAMELETTE M.N., (1969) – Some new and stratigraphically useful calcareous nannofossils of the Cenozoic. *Tulane Stud. Geol. Paleontol.*, Tulane University of Louisiana, New Orelans, Vol. 7n° 3, pp 131-142, 3 pl.

BUKRY D. & PERCIVAL S.F., (1971)- New Tertiary calcareous nannofossils. *Tulane Stud. Geol.Paleontol.*, 8, 122 p.

CARTNER H.J., (1871) – On *Melobesia unicellularis*, better known as the coccolith. *Ann. And Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, Vol. 7, p. 184-189.

CHOUAI A., (2008) – Biostratigraphie des nannofossiles calcaires au passage Tortono-Messinien dans le bassin du Bas Chélif, (coupe de Sidi-Abdelkader Mzara et Dj Bendourda), Algérie Nord occidentale. *Mèm. Ing d'état.* 41 pp. 3 Pl. 15 Figs.

CITA M.B. & PREMOLI SILVA I., (1968) – Evoluton of planktonic foraminiferal assemblages in the stratigraphical interval between the type – Langhian and the type – Tortonian and biozonation of the Miocene of the Piedmont : *Giornal geologia.* V. 35. P. 1-27.

CLOCHIATI M., (1971) – Contribution à l'étude du nannoplancton calcaire du Néogène d'Afrique du Nord. *M2M. Mus. Nat. Hist. Nat., Paris, Sér. C, Sci. Terre.,* Tome XXIII, 22 fig., 4 table., 135 p., 40 pl.

COHEN C.L.D & Reinhardt p., (1968) – Coccolithophorids from the Pleistocene Caribbean deep seacore CP-28. *Neus Jb. Geol. Paleont. Abh.,* Stuttgart, 131,3. pp. 289-304.

DEFLANDRE G., (1939) – Sur la présence de Coccolithophoridés et de Discoastéridées dans les marnes sahéliennes d'El Mehdi. *Bull. Soc. Zool. France.,* vol. 64, p. 200-202.

DEFLANDRE G., (1942-a) – Coccolithophoridées fossiles d'Oranie. Genres *Scyphosphaera* Lohmann et *Thorosphaera* Ostenfeld. *Bull. Soc. Hist. Nat.,* Toulouse, vol. 77, p. 125-137.

DEFLANDRE G., (1942-b) – Sur la conservation de microfossiles calcaires, notamment de Coccolithophoridées, dans les silex sahéliens d'Oranie. *C.R. Acad. Sci., Paris, Sér. D,* t. 214, p. 804-805.

DEFLANDRE G., (1942-c) – Possibilités morphogénétiques comparées du calcaire et de la silice, à propos d'un nouveau type de microfossile calcaire de structure complexe, *Lithostromation perdurum* n. g. sp., *C. R. Acad. Sci. Paris, Sér. D,* t. 2014, p. 917-919.

DEFLANDRE G., (1952-a) – Classe des Coccolithophoridés P.P.Grassé. *Traité de Zoologie,* vol.1, 150 figs., p. 99-130.

DEFLANDRE G., (1952-b) – Sous embranchement des Flagellés in J. Piveteau. *Traité de Paléontologie,* vol. 1, 150., p. 99-130.

DEFLANDRE G et FERT C., (1954) – Observations sur les coccolithophoridées actuels et fossiles en microscopie ordinaire et électronique. *Ann. Paléont.,* vol. 40, 127 text-figs, p. 115-176, 15 pls.

DELFAUD J., NEURDIN J, & Revert J., NEURDIN J. & revert j., (1973) – Un modèle paléogéographique de la bordure méditerranéenne : Évolution de la région oranaise (Algérie occidentale) au Miocène supérieur ; conséquences stratigraphiques. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord,* t.64, fasc. 1-2, pp. 219-241, 5 fig., 1tab.

DELTEIL J., 1974 – Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du tell oriental (monts de la Mina, Beni Chougrane, Dahra). *Thèse. Doct. Etat., Univ. Nice,* 249 p., 10pl.h.t.

FENET B., (1975) – Recherche sur l'alpinisme de la bordure septentrionale du bouclier africain. *Thèse. Doct. Etat. Univ. Nice.* 310 p., 101 fig., 4 pl.

GARDET M., (1955) – Contribution à l'étude des coccolites des terrains Néogène de l'Algérie. *Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Bull. n°5, Travaux des collaborateurs, 1954,* p. 477-550.

GARTNER S.Jr., (1967) – Calcareous nannofossils from Neogene of Trinidad, Jamaica, and Gulf of Mexico. *Univ. Kansas, Paleontol. Contrib., 29,* 1-7.

GARTNER S.Jr., (1969) – Correlation of Neogene planktonic foraminifer and calcareous nannofossils zones. *Gulf Coast Assoc. Geol. Soc., TRANS., 19,* pp. 58-599.

GARTNER S.Jr. & BUKRY D., (1975) – Morphology and phylogeny of the coccolithophycean family Ceratolithaceae. *J. Res. U. S. geol. Surv., 3,* pp. 451-465.

GUARDIA P., (1975) – Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord occidental (Algérie), relations structurales et paléogéographiques entre Rif externe et le Tell de l'avant pays atlasique. *Thèse. Doct. Etat., Sci., Nat., Univ. Nice,* 289 p., 139 figs., 5 pl.

HAECKEL E., (1894) – *Systematische Phylogenie der Protisten und Pflanzen Reimer,* Berlin, 400 p.

HAY W.W., (1970) – Calcareous nannofossils from cores recovered on Leg 4, *Initial Rep. Deep Sea Drill. Proj., 4,* pp. 455-501.

HAY W.W. & BEAUDRY F.M., 1973 – Calcareous nannofossils, Leg 15 Deep Sea Drilling Project. In : Edgar N.T., Saunders J.B et al. *Init. Rep. DSDP., vol. 15,* Washington (D.C.), U.S. Gov. Print. OFF., pp. 625-683.

HAY W.W. & MOHLER H.P., (1967) – Calcareous nannoplankton from early Tertiary rocks at Pont Labu, France, and Paleocene- Eocene correlations. *J. Paleontol., 41,* 1505-1541.

HAY W.W. & MOHLER H.P. & WADE M.E., (1966) – Calcareous nannofossils from Naltchik (northeast Caucasus). *Eclog. Geol. Helv., 59,* pp. 379-399.

HEBIB H., (2002) – Evolution des assemblages de foraminifères benthiques du Miocène supérieur (exemple de la marge Sud du Bassin du Bas Chéelif). *Thèse Mag. Univ. Oran.* 166 p. 22 fig. 6 tabl. 11 pl.

JAFAR S.A (1975) – Some comments on the calcareous nannoplankton genus *Scyphosphaera* and the neotypes of *Scyphosphaera* species from Rotti, Indonesia. *Senckenbergiana Lethaea*, 56, pp. 365-379.

JANIN M.C., (1981-a) – Essai de datation de concrétion polymétallique et évolution Quaternaire du coccolithe *Cyclococcolithus leptoporus – macintyreii*. *Bull. Soc. Géol. Fr., Paris*, (7), 23, 3, pp. 287-296.

JANIN M.C., (1981-b) – Etude micropaléontologique de quelques concrétions polymétalliques. Thèse 3^{ème} cycle, *Mém. Sci. Terre. Univ. Pierre et Marie Curie*, Paris, n° 81-22, 187 p.

JANIN M.C., (1987) – Micropaléontologie de concrétions polymétalliques du Pacifique Central : Zone Clarion – Clipperton, Chaîne Centre-Pacifique, Iles de la ligne et Archipel des Touamotou (Eocène- Actuel). *Mém. Soc. Géol. Fr., nelle sér.* n° 152, 317 p.

KAMPTNER E., (1928) – Über eine Coccolithophoride aus der "Alten Donan" bei Wein, nebst einigen systematischen Bemerkungen. *Arch. Protistenk.*, vol. 61, 2 figs., p 38-44.

KAMPTNER E., (1950) – Über den submikroskopischen Aufbau der Coccolithen, *Anz. Osterr. Akad. Wiss., Math. Naturw. Kl.*, vol. 87 p. 152-158.

KAMPTNER E., (1954) – Untersuchungen über den Feinbau der Coccolithen. *Arch. Protistenk.*, vol. 100, 50 figs., p. 1-90.

KAMPTNER E., (1955) – Fossile Coccolithineen-Skelettereste aus Tief- seeablagerungen des Pazifischen Ozeans. *Verch. K. Nederl. Akad. Wet., afd. Natuurk., ser. 2*, vol. 50, n°2p., 9 pls.

KNAPPERTSBUSCH M., (1989) – Morphological evolution of the Neogene coccolith group *Calcidiscus leptoporus – Calcidiscus macintyreii*. *INA Newsletter*, vol. 11, n°2, Spec. Issue, Florence Meeting, pp. 74-75.

LEMMERMANN E., (1908) – Flagellate, Chlorophyceae, Cocco-sphaerales und Silicoflagellatae. in: K. BRANDT & C. APSTEIN (eds.), *Nordisches Plankton*, pp. 1 – 40. Lipsius & Tischer, Kiel and Leipzig.

LOEBLICH A.R.Jr. & TAPPAN H., (1978) – The coccolithophoride genus *Calcidiscus* Kamptner and its synonyms. *J. Paleontol.*, 52 (6), pp. 1390-1393.

LOHMANN H., (1902) – Die Coccolithophoridae, eine Morphographie der Coccolithen bildenden Flagellaten, zugleich ein Beitrag zur Kenntniss der Mittelmeerauftriebs. *Arch. Protistenk.*, vol. 1, p. 89 – 165, pl. 4-6.

MANSOUR B., (2004) – Diatomées messiniennes du bassin du Bas Chélif (Algérie Nord occidental). *Thèse. Doct. Etat. Sci., Univ. Oran*, 260 p.

MANSOURI M.E.H., (2001) – Les nannofossiles calcaires du Miocène supérieur du bassin du Chélif. Intérêt biostratigraphique. *Mém. Magister. Univ. Oran*, 129 p., 24 figs. pls. ph.

MANSOURI M.E.H. BESSEDIK M. AUBRY M.-P. BELKBIR L. MANSOUR B. & BEAUFORT L., (2008) – Contributions biostratigraphiques et paléoenvironnementales de l'étude des nannofossiles calcaires des dépôts tortono-messiniens du bassin du Chélif (Algérie). *Geodiversitas: Publ. Sci. P.* 59-77.

MANSOURI (2021) - Les nannofossiles calcaires néogènes du Bassin du bas Chélif

(systématique et biostratigraphie). *Thèse. Doct. Etat. Univ. Oran*, 207p.

MARTINI E., (1971) – Standard tertiary and quaternary calcareous nannoplankton zonation. *Proc. II Plankt. Conf.*, Roma 1970, pp. 739-785.

MARTINI E., (1979) – Calcareous nannoplankton and silicoflagellate biostratigraphy at Reykjanes Ridge, North-eastern North Atlantic (DSDP Leg. 49, Sites 407 and 409). *Init. Rep. D.S.D.P.*, 49: pp. 533-549.

MARTINI E. & BRAMLETTE M.N., (1963) – Calcareous nannoplankton from the experimental Mohol Drilling. *Jour. Pal.*, 37, 4, pp. 845-856.

MARTINI E. & BRAMLETTE M.N., (1969) – Nannoplankton aus dem Miozan von Gabon (Westafrika). *Neues Jahrb. Geol. Paleontol. Abhandlungen*, 132, pp. 285-300.

MARTINI E. & MULLER C., (1986) – Current Tertiary and Quaternary Calcareous nannoplankton stratigraphy and correlations. *New. Stratigr.*, 16 (2), pp. 99-112, 7 table., Berlin, Stuttgart.

MAZZOLA G., (1971) – Les foraminifères planctoniques du Mio-Pliocène de l'Algérie Nord occidentale. Planktonic conf., Proc., 2, 2, pp. 787-805.

MULLER C., (1976) – Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton in the Norwegian-Greenland Sea, Deep Sea Drilling Project, Leg 38. *Init. Rep. D.S.D.P.*, 38, pp. 823-841.

MURRAY G. & BLACKMAN V.H., (1898) – On the nature of the coccospheres and rhabdosphaeres. *Philos. R. Soc. London*, 190B, pp. 427-411.

NEGRI A. & VILLA G., (2000) – Calcareous nannofossil biostratigraphy, biochronology and at the Tortonian/Messinian boundary of the Faneromeni section (Crete). *Palaeoclim. Palaeoecol.*, 156, pp. 195-209.

NEURDIN-TRESCARTES J., (1992) – Le remplissage sédimentaire du bassin Néogène du Chélif, modèle de référence de bassin intra-montagneux. *Thèse. Doct. Etat., Univ. De Pau et des Pays de l'Adour*, 2 t., 605 p.

NORRIS R.E., (1965) – Living cell of *Ceratolithus cristatus* (coccolithophorineae). *Arch. Protistenk.*, 108, pp. 19-24.

OKADA H. & BUKRY D., (1980) – Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973 ; 1975). *Mar. Micropal.*, Elsevier Sci. Publ. Co., Amestradam, 5, 3, pp. 321-325.

OUFRIGH N., (2007) – Les nannofossiles calcaires Tortono-Messinien de la coupe de Douar Mékhalif, (massif du Dahra, Algérie Nord occidental). *Mém. Ing d'état.* 62 pp. 4 Tab. 9 Figs. 3 Pl.

PERCH- NIELSEN K., (1985) – Cenozoic calcareous nannofossils. *in* Bolli, H.M., Saunders, J.B., and Perch-Neilsen, K. (Eds.), *Plankton Stratigraphy* : Cambridge (Cambridge Univ. Press), p. 427-554.

PERRODON A., (1957) – Etude géologique des bassins Néogènes sublittoraux de l'Algérie occidentale. *Bull. Serv. Carte géol. Algérie.* 12, 328 p.

RAFFI I. & FLORES J.A., (1995) – Pleistocene through Miocene calcareous nannofossiles from eastern equatorial Pacific Ocean (Leg 138). *Ocean Drill. Programme, Sci. Results*, v. 138, pp. 233-286.

REPAL S. N. (1952) – Le bassin Néogène du Chèlif. Publ. *XIXe Congr. Intern. Géol.* ; Alger, Monographies régionales ser. 1 n°16, 56 p.

REPLIN J., (1895) – Etude géologique des environs d'Orléans Ville. *Thèse Barthelet. Edit.* Marseille., 198 p.

ROTH P.H., (1974) – Calcareous nannofossils from the Northwestern Indian Ocean, Leg 24. Deep Sea Drilling *Project. Init. Rep. D.S.D.P.*, 24, pp. 969-944.

ROUCHY J. M., (1980) – La genèse des évaporites messiniennes de la Méditerranée : un bilan. *Bull. Cent. Rech. Pau- S.N.P.A*, 4, p. 511-545.

ROUCHY J. M., (1982) – La crise évaporitique messinienne de Méditerranée : Nouvelles propositions pour une interprétation génétique. *Bull. Mus. Nation. Hist. Nat.*, Paris, C, 3-4, pp. 107-1036.

ROUCHY J. M. & FRENEIX S., (1979) – Quelques gisements messiniens de bivalves (formation de tripolis de l'Algérie et du Maroc).

SATOUR L., (2004) – Les bivalves tortoniens de Douar Ouled Bettaher et l'anticlinal de l'Abreuvoir (Dahra Sud occidental) : étude systématique et paléoécologique. *Thèse Mag. Univ.* Oran 69p. 15 fig. 10 tabl. 4 pl. (inédit).

SCHILLER J., (1930) – Coccolithineae. In : RABENHORST L., *Kryptogamen-Flora von Deutschland. Osterreich und der Schweiz*, vol. 10, abt. 2, Akad. Verlagsgesellschaft., Leipzig, pp. 89-267.

SCHWARZ E.H.L., (1894) – Coccoliths. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, ser. 6, 14, pp. 341-346.

STRADNER H., (1969) – The nanofossils of the Eocene Flysh is the Hagenbach Valley (Northern Vienna Woods) Austria. *Rocz. Polsk. Towarz. Geol.*, 39, pp. 403-432.

TAN SIN HOK, (1927-a) – Over de samenstelling en het ontstaan van Krijt en magelgesteenten van de Molukken. *Jaarb. Mijnw. Nederl. Indie*, vol. 55, 2 figs., p. 111-122.

TAN SIN HOK, (1927-b) – Discoasteridae incertae sedis. *Proc. Sect. Sc. K. Akad. Wet.* Amsterdam, vol. 30, n°3, 14 figs., p. 411-419.

THEODORODIS S., (1984) – Calcareous nannofossi biozonation of the Miocene and revision of the helicoliths and discoasters. *Utrecht Micropal. Bull.*, 32, 271 p.

THOMAS G., (1985) – Géodynamique du Bassins intramontagneux : le bassin du Bas Chèlif occidental (Algérie), durant le Moi-Plio-Quaternaire. *Thèse. Doct. Etat. Sci., Univ. Pau.* 594 p., 161 figs., 32 tab., 10 pl.

WALICH G.C., (1877) – Observations on the coccosphère. *Ann. And Mag. Nat. Hist.*, ser. 4, vol. 16, pp.322.

WISE S.W.Jr., (1973) – Calcareous nannofossils from cores recovered during leg 18 Deep Sea Drilling Project: biostratigraphy and observations of diagenesis. in : Kulm L.D., Huene R. von *et al.*, *Init. Rep. DSDP*, 18, Washington (D.C), US. Gov. Print. Off, pp. 569-615.