

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI- CONSTANTINE

Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire

**Département des Sciences Géologiques**

N° d'Ordre :

N° Serie :

## **THÈSE**

PRESENTÉE POUR L'OBTENTION DU GRADE DE  
DOCTORAT EN SCIENCES

**OPTION : STRATIGRAPHIE-PALEONTOLOGIE**

**THEME**

**Bio-sédimentaire de l'unité " sénonienne" (Crétacé-Eocène) de  
l'Oranie : précision biostratigraphique et implication  
paléobiogéographique.**

Par

**BOUZID Rabah**

### **Jury**

Président	Bourefis Ahcène	Professeur, UMC
Directeur de thèse	Marmi Ramdane	Professeur, UMC
Co-Directeur de thèse	Benhamou Miloud	Professeur, Univ. d'Oran 2
Examineurs	Chadi Mohamed	MCA, Univ. Constantine 3
	Yahiaoui Abdelouahab	MCA, Univ. Batna 2

Soutenue le 16 mars 2017

## *Remerciements*

Je saisis l'occasion qui m'est offerte par la présentation de ce mémoire pour exprimer ma reconnaissance et mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leur concours et leur soutien lors de la réalisation de ce travail.

Mes remerciements vont en particuliers aux personnes qui ont accepté de faire membres du jury pour la lecture et la critique de ce manuscrit. Leur travail et leur présence m'ont permis de soutenir ma thèse.

Je voudrais tout d'abord exprimer toute ma gratitude à M. le Professeur Ramdane Marmi du Département des Sciences de la Terre (Université de Mentouri, Constantine), d'avoir accepté de diriger ma thèse de Doctorat, il m'a permis d'élaborer et de suivre mes propres idées tout en me guidant et en me ramenant sur le juste chemin au cours de mes travaux. Ses commentaires et ses suggestions sont et seront toujours appréciés. Toute ma reconnaissance lui est adressée ici non seulement pour sa direction de mon travail et disponibilité, mais également pour la confiance qu'il m'a témoignée, pour son soutien et sa compréhension, Merci pour tout.

Toute ma considération est exprimée à Monsieur Miloud Benhamou, Professeur à l'Université d'Oran 2, et qui a co-dirigé cette thèse. Si mon travail de recherche était élaboré, il m'a donné la possibilité de le réaliser dans un milieu qui ne pouvait être plus adéquat. Je lui suis reconnaissant pour son aide et pour les moyens qu'il a mis à ma disposition dans son laboratoire de recherche "Laboratoire de Géodynamique des Bassins et Bilan Sédimentaire". Merci d'avoir été si présent sans relâche du début jusqu'à la fin, malgré un emploi du temps déjà bien chargé. En particulier, merci pour votre collaboration concernant votre soutien indéfectible lors de la rédaction de ce manuscrit. Mes remerciements vont en particuliers aux personnes qui ont accepté de faire membres du jury pour la lecture et la critique de ce manuscrit. Leur travail et leur présence m'ont permis de soutenir ma thèse.

A Monsieur A. Bourefis professeur à l'Université des Frères Mentouri- Constantine qui m'a fait l'honneur de présider ma soutenance de thèse. Qu'il soit assuré de mon profond respect et toute ma gratitude d'avoir accepté avec gentillesse de participer à mon jury de thèse.

A Monsieur M. Chadi de l'Université de Constantine 3, d'avoir accepté avec amabilité d'examiner mon travail de recherche et me faire part de ses critiques et plus spécialement sur les questions touchant la tectonique et en siégeant parmi les membres de mon jury de thèse. Je le prie de bien croire à mon profond respect et toute ma gratitude

Je tiens vivement à remercier Monsieur A. Yahyaoui de l'université de Batna, pour ses critiques constructives et ses discussions sur les résultats de cette thèse.

Je n'aurai pas le privilège de faire des stages à l'étranger sans l'appui renouvelé du Professeur Julio Rodriguez Lazaro spécialiste des ostracodes de l'Université de Bilbao en Espagne qui m'a permis de consulter sa collection d'ostracodes et une riche documentation, . Qu'il trouve ici le témoignage de la confiance qu'il a mise en moi. Je l'en remercie profondément. Mes remerciements vont à tous les membres du laboratoire de Géodynamique des Bassins Sédimentaires mésozoïques, telliens et atlasiques pour le soutien en continu, la

bonne ambiance et à la riche activité scientifique. Je tiens à remercier aussi l'ensemble des collègues enseignants de l'Université Oran2.

Merci à mes parents qui m'ont donné un amour et une confiance indicibles, ma belle famille qui m'ont toujours offert affection et compréhension, ma femme et mes enfants sans qui je n'aurais pas pu accomplir tout le chemin qui m'a mené jusqu'à cette Thèse.

A tous Merci

R. BOUZID

## Résumé

La région étudiée se situe dans la partie nord-occidentale de l'Algérie qui fait partie intégrante du domaine tellien méridional. Les terrains étudiés appartiennent à l'allochtone à affinités telliennes où les dépôts Crétacé supérieur-Eocène appartiennent à l'"Unité sénonienne". Leurs études font appel à plusieurs approches d'ordre litho-biostratigraphique, paléoécologique et paléobiogéographique. L'étude lithobiostratigraphique basée sur les foraminifères planctoniques a permis d'établir un découpage de neuf biozones bien individualisés.

L'étude des associations des ostracodes mettent en évidence onze écozones paléoécologiques. L'évolution bathymétrique régionale pendant le Crétacé supérieur indique une phase transgressive correspondant à la zone épibathyale. Le passage vers le Paléocène inférieur, la tranche d'eau évolue vers une zone épibathyale pouvant atteindre la zone mésobathyale au Paléocène moyen. A partir du Paléocène supérieur et jusqu'à l'Eocène supérieur ; l'environnement voit un abaissement du niveau marin vers le plateau continental.

La région étudiée est caractérisée, au cours de l'intervalle analysée par deux grands événements : d'abord, au cours du passage Crétacé-Paléocène dénote un appauvrissement considérable de la faune d'ostracodes puis, au cours du passage Paléocène-Eocène correspond à la zone IETM marquée par une chute en ostracodes voire-même l'absence totale.

La région oranaise voit apparaître des déplacements de plusieurs espèces qui indiquent des relations paléobiogéographiques locales puis avec des régions de la province sud-téthysienne.

En définitif, l'apparition des formes depuis les côtes atlantiques jusqu'en Méditerranée indique une phase d'uniformisation des conditions tant écologique que paléobiogéographique dues indubitablement à l'ouverture de l'atlantique.

La paléobathymétrie globale évoque des similitudes avec le schéma eustatique mondiale : transgression-régression mais aussi avec l'évolution du taux de l'isotope  $C^{13}$  des tests des carbonates.

**Mots-clés** : Ostracodes, Foraminifères planctoniques, Unité Sénonienne, Paléocène-Eocène ; Biostratigraphie, Paléobiogéographie.

## Summary

The study area is located in the north western part of Algeria, which is part of the Southern Tethyan field. The studied land belongs to the immigrant to Tethyan affinities where the upper Eocene-Cretaceous deposits belong to the Senonian unit. Their study uses multiple approaches to order lithostratigraphic, paleoecological and paleobiogeographic. The lithostratigraphic study based on planktonic foraminifera has established a new division of well-individualized biozones.

The study association's ostracods highlight eleven Paleocological ecozones. Regional bathymetric evolution during the Late Cretaceous indicates a transgressive phase for the bathyal area. The transition to the lower Paleocene, the water column moving towards the bathyal area up to the mesobathyal area using Paleocene. From the Paleocene and Eocene until the environment sees a lowering of sea level to the continental shelf.

The study area is characterized, during the interval analyzed by two major events: First, during the Cretaceous-Paleocene transition denotes a considerable impoverishment of wildlife ostracods; then, during the passage Paleocene-Eocene IETM is the area marked by a fall in ostracods and even the total absence.

The Oran region seems to appear the movements of several species that indicate local paleobiogeographic relationships then with the regions of South Tethyan province.

Definitely, the appearance of the forms from the Atlantic coast until Mediterranean shows a phase of standardization as ecological conditions that paleobiogeographic undoubtedly due to the opening of the Atlantic.

The overall paleobathymetry evokes similarities with the global eustatic scheme: transgression-regression but with the changing rate of the  $C^{13}$  isotope test carbonates.

**Key-Words:** ostracods, planktonic foraminifera, Unit Senonian, Paleocene-Eocene; Biostratigraphy, Paleobiogeography.

## ملخص

تقع منطقة الدراسة في الجزء الشمالي الغربي من الجزائر، والتي هي جزء من المجال التلي الجنوبي.

التكوينات المدروسة تنتمي إلى المهاجر ذات الانتماءات التالية، حيث تنتمي رواسب الكريتاسي العلوي – الإيوسين إلى الوحدة السينونية. استندت دراستها عدة مقاربات منها خصائص الطبقات الصخرية والحيوية، البيئة القديمة و الجغرافيا الحيوية القديمة. استندت دراسة الطبقات الصخرية والحيوية على أساس المنخربات العالقة التي سمحت بتقسيم جديد الي تسع مناطق حيوية منحازة.

أظهرت دراسة تجمعات الاستراكوذا إحدى عشر منطقة حياتية من البيئة الحياتية القديمة. تطور الأعماق الإقليمية أثناء الكريتاسي العلوي يشير إلى مرحلة طغيان بحري موافق لمنطقة تقترب من الأعماق. الانتقال إلى البليوسين السفلي، تطور عمق الماء من منطقة بحر لحي سطحي ليصل إلى منطقة بحر لحي متوسط العمق في العصر البليوسين المتوسط. ابتداءا من البليوسين العلوي إلى غاية الإيوسين العلوي، تميز المحيط البيئي بانخفاض المستوى بحري نحو الرف القاري.

تميزت المنطقة المدروسة، خلال المجال الزمني (المُشار إليه سابقا)، بحدثين كبيرين: أولاً، خلال الفترة الانتقالية من الكريتاسي إلى البليوسين يؤشر على إفقار معتبر من الاستراكوذا. ثم، أثناء مرور من الباليوسين إلى الإيوسين مطابق للمنطقة IETM المتميزة بانخفاض الاستراكوذا أو حتى إنعدامها الكلي.

تتميز المنطقة الوهرانية بظهور تنقلات لعدة أنواع من الكائنات المجهرية التي تشير إلى علاقات الجغرافيا الحيوية القديمة المحلية وكذلك مع مناطق حوض جنوب التينيس.

في الأخير، ظهور هذه أشكال انطلاقا من ساحل المحيط الأطلسي إلى غاية البحر الأبيض المتوسط، تدل على مرحلة توحيد الظروف البيئية و الجغرافيا الحيوية القديمة وهذا راجع لنشأة المحيط الأطلسي.

بصفة عامة، توحى الأعماق القديمة تطابقات مع نظام مستوى سطح البحر العالمي: طغيان - تراجع البحر و التي تتميز كذلك بتطور نسبة النظير<sup>13</sup>C للفشرات الكلسية.

**الكلمات المفتاحية:** الاستراكوذا، المنخربات العالقة، الوحدة السينونية، البليوسين – الإيوسين، الطبقات الحيوية، الجغرافيا الاحياء القديمة.

**Bio-sédimentaire de l'unité " sénonienne" (Crétacé-Eocène) de  
l'Oranie : précision biostratigraphique et implication  
paléobiogéographique.**

*Premier chapitre*

# **GENERALITES**

# Prmier chapitre GENERALITES

## 1. Esquisse géologique

La chaîne alpine d'Afrique du Nord fait partie de l'orogène alpin péri-méditerranéen d'âge Tertiaire (Durand-Delga, 1969). Elle s'étend de l'Ouest à l'Est sur 2000 km depuis l'Espagne du Sud à l'arc calabro-sicilien (Fig. 1). L'évolution structurale et géodynamique de cette région fait encore, actuellement, l'objet de débats et controverses. La limite méridionale de la Méditerranée occidentale est représentée par la marge nord-africaine appelée aussi marge maghrébine (Maury *et al.*, 2000).

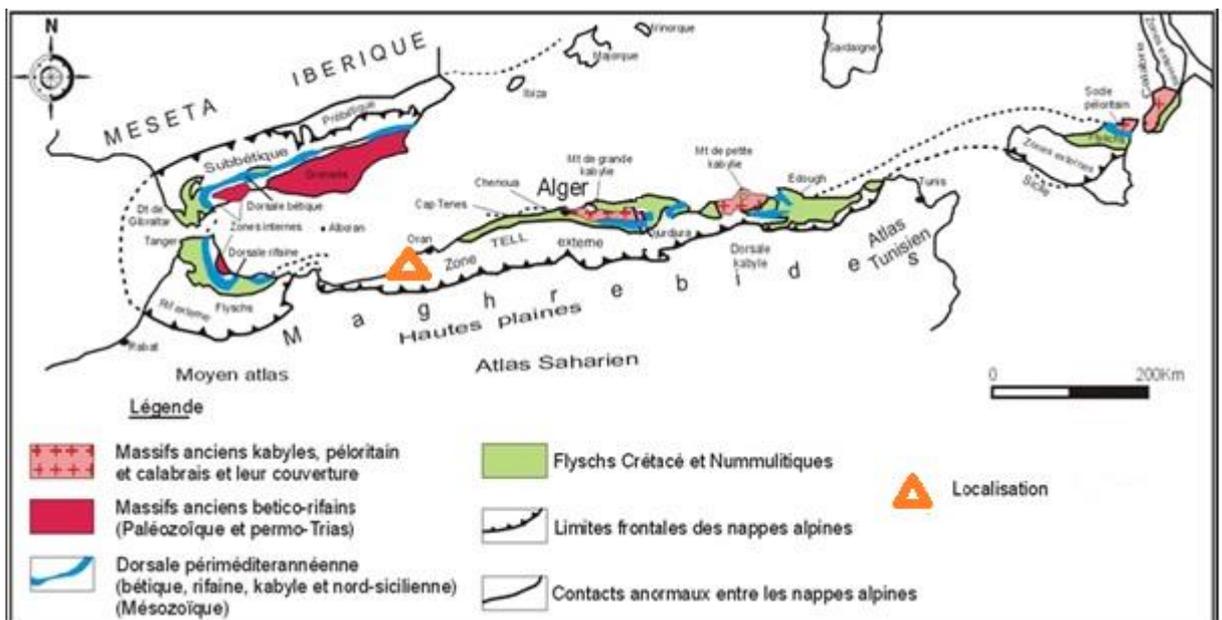


Fig. 1 : L'orogène alpin péri-méditerranéen d'après (Durand-Delga, 1969)

Les domaines externes tello-rifains constituent du Trias à la fin du Paléogène, la partie tout à fait septentrionale de la marge nord-africaine. Ils reçoivent le matériel détritique érodé sur le continent africain qui n'est pas piégé par les bassins atlasiques. Au Jurassique moyen et supérieur, les accumulations principales se trouvent dans le bassin rifain et dans le Tell occidental, puis au Crétacé, dans le secteur central du Tell.

Le domaine des futures nappes des flyschs se trouve lié, jusqu'aux premières phases tectoniques orogéniques du Tertiaire, aux marges sud et ouest de la plaque d'Alboran. Les flyschs terrigènes du Crétacé inférieur sont alimentés par le continent d'Alboran au Nord, et éventuellement par l'Ibérie au NW.

L'Algérie est divisée en deux unités tectoniques majeures séparées par la faille sud-atlasique (Fig. 2). La partie septentrionale de l'Algérie porte l'empreinte de la tectonique alpine et dans la partie méridionale s'étend la plate-forme saharienne, relativement stable, où la tectonique est moins prononcée.

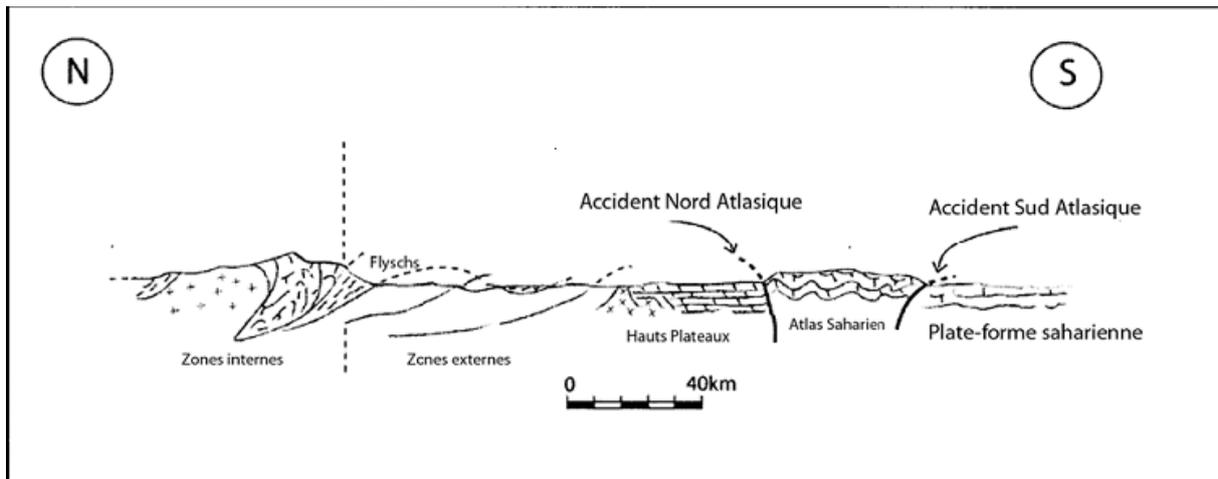


Fig. 2. Coupe structurale dans un transect Nord Sud de l'Algérie du Nord (Caire, 1971, modifié)

Le domaine tellien oranais appartient à la zone externe du segment maghrébin de la chaîne alpine péri-méditerranéenne ; il est essentiellement allochtone. Au cours du Tertiaire, on enregistre un certain nombre de rémissions et reprises de convergence, alternées de phases plus ou moins distensives.

A partir de l'Eocène, l'essentiel de l'Europe de l'Ouest est stabilisée dans une forme proche de l'actuel. Il ne subsisterait, en Méditerranée occidentale, aucune zone de subduction active et le front de collision s'étend de l'Ouest, depuis les Pyrénées sur toute sa longueur vers l'Est. Ce sont les zones de faiblesse lithosphérique, principalement les zones des déformations crétacées, qui absorbent les effets de la collision. Cette compression généralisée provoque des déformations sur le bloc européen et sur l'Afrique nord-continentale (Arab *et al.*, 2016)

Le domaine septentrional est représenté par des reliefs jeunes, modelés au cours du Tertiaire par les mouvements alpins (Fig. 3). Il a connu des phases de déformations méso-cénozoïques aboutissant à la mise en place de nappes de charriages. C'est le domaine des nappes ou domaine allochtone (Fig. 7b).

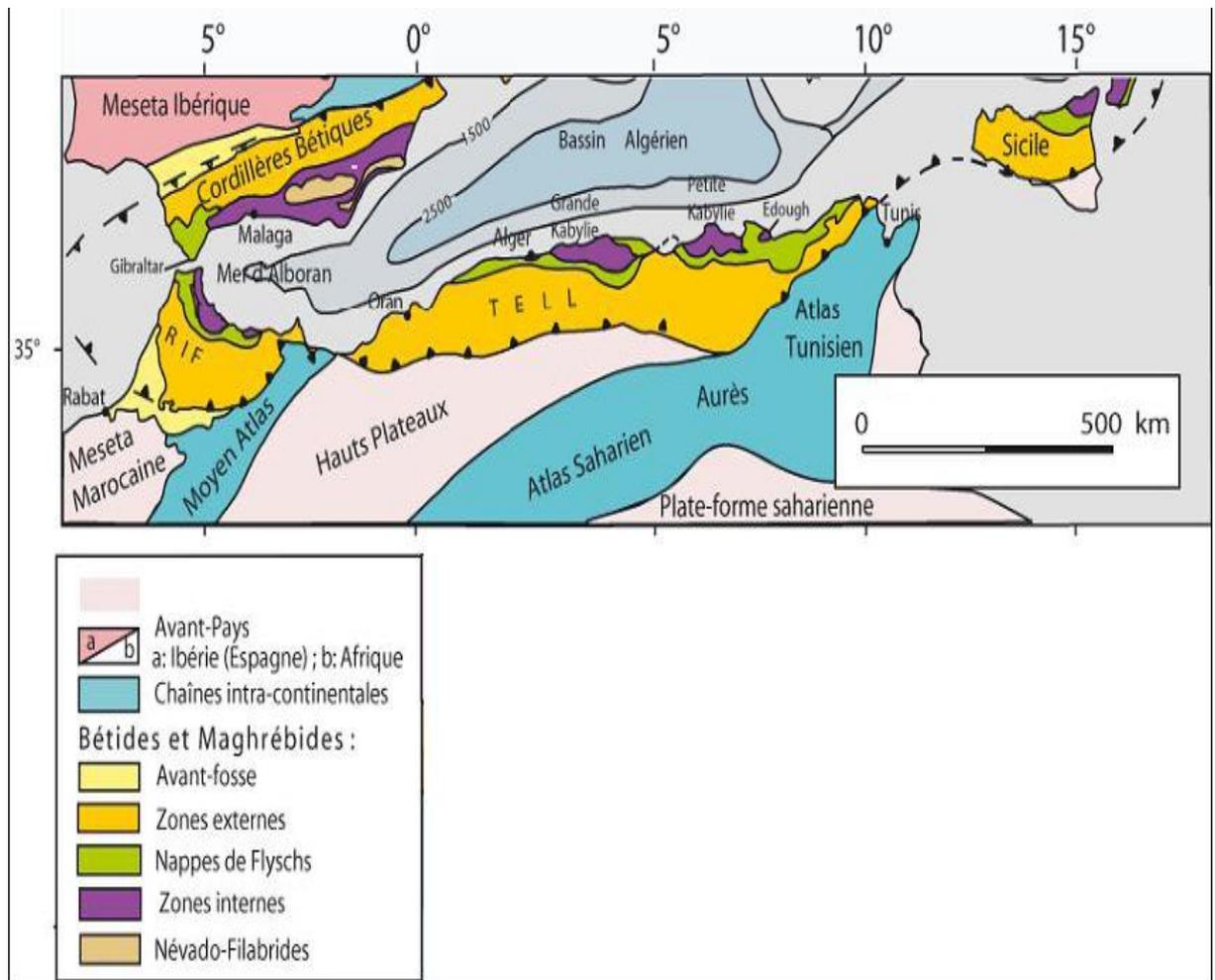


Fig. 3 : Principales unités géologiques d'Afrique du Nord (Algérie).

Géologiquement, ce domaine est caractérisé par des terrains d'âge secondaire et tertiaire. Morphologiquement, le domaine tellien est structuré en deux zones : zone interne Kabyle et zone externe. Plusieurs auteurs (Delteil, 1974 ; Guardia, 1975 ; Kieken, 1971; Caire, 1973; Fenet, 1975) attribuent les massifs littoraux oranais à l'autochtone et au para-autochtone ainsi que la partie méridionale serait constituée d'empilement de nappes (fig. 7 b).

Les affleurements du Paléocène et de l'Eocène sont très peu représentés dans la région Nord-Ouest dans l'Oranie par rapport aux régions du centre et l'Est de l'Algérie; ils sont

indiqués dans l'"Unité Sénonienne" (Fenet, 1975) qui représente une entité structurale "nappée" bien connue dans le domaine tellien.

## 2. Situation géographique

La région étudiée (Fig. 5) se situe au Nord Ouest d'Algérie. Elle est représentée par une succession de chaînes de montagnes. Les monts des Tessala font partie intégrante du domaine tellien méridional dans sa zone externe (Fig. 4). Ces massifs sont limités au Nord par la dépression de la Sebka d'Oran et au Sud par les Hautes-Plaines. Ils représentent le jalon intermédiaire entre les Monts de Sebâa Chioukh à l'Est et de Béni Chougrane à l'Ouest (Fig. 4).

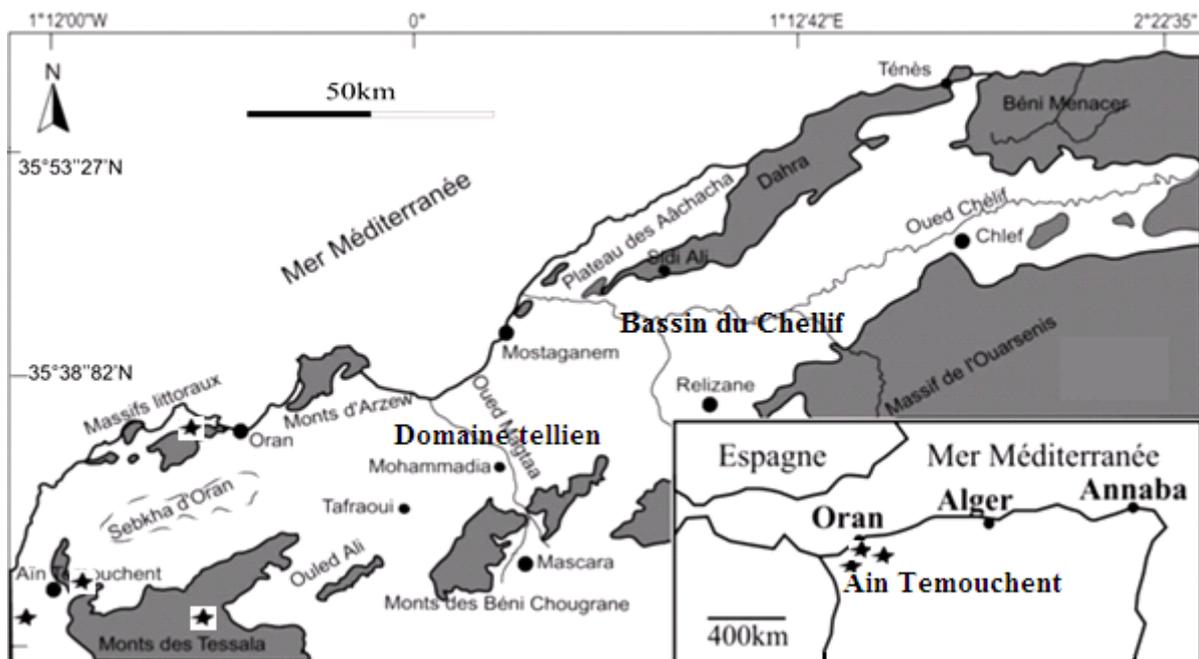


Fig. 4 : Situation géographique de la région étudiée.

## 3. Localisation géographique des coupes.

L'étude entreprise est basée sur sept coupes sélectionnées dans l'Oranie (Fig. 5). Trois coupes sont situées au Nord de la ville de Sidi Bel Abbès et au Nord de la Route Départementale n° 4, à proximité du village Tessala. Cette région se situe sur la bordure Sud-Ouest du bas-Chéelif. Les coupes ont été levées au Sud, Sud-Est et au Nord du Djebel du Tessala. Une coupe

a été levée dans la partie septentrionale des monts Tessala, au niveau des massifs côtiers oranais qui se trouvent sur le flanc Nord de Murdjadjo, sur la route Boutlélis et El Ançor (Sidi Hammadi). Deux autres coupes sont levées à l'Est de la ville d'AïnTémouchent située à 60 kms à l'Ouest de la ville d'Oran. Et enfin, une dernière coupe au Sud de la ville de Béni-Saf à l'Ouest de la ville d'AïnTémouchent, au niveau de la nationale n°2 reliant Témouchent à Tlemcen.

#### 4.Cadre géologique et structural

La région d'AïnTémouchent se situe dans la zone tellienne du domaine externe de la chaîne alpine et comprend plusieurs ensembles autochtones et allochtones (Guardia, 1975 ; Mégartsi, 1985). Le schéma structural est marqué à la base par des terrains jurassico-crétacés appartenant aux unités allochtones à affinité rifaine. Au-dessus de ce substratum sont déposées les nappes telliennes (Fig. 6, 7) dont l'Unité sénonienne, par l'intermédiaire de la semelle triasique. Le tout est recouvert par les dépôts d'âge miocène.



Fig. 5 : Localisation géographique des différentes coupes prélevées dans l'Oranie (  position des coupes)

## 4.1. L'Autochtone

Les formations autochtones comprennent les dépôts secondaire, tertiaire et quaternaire.

**4.1.1. Autochtone secondaire.** Il se présente par des dépôts calcaires biodétritiques à débris d'entrouques, de gastéropodes, de polypiers et d'ammonites à HammarTouzarh. Au Dj. Tounit (Jurassique supérieur) et au niveau de Douar Chentouf à l'Est de la ville de Temouchent, l'autochtone se présente sous forme de gros bancs de calcaires gris-bleuté, associés à des pélites violacées d'âge jurassique supérieur.

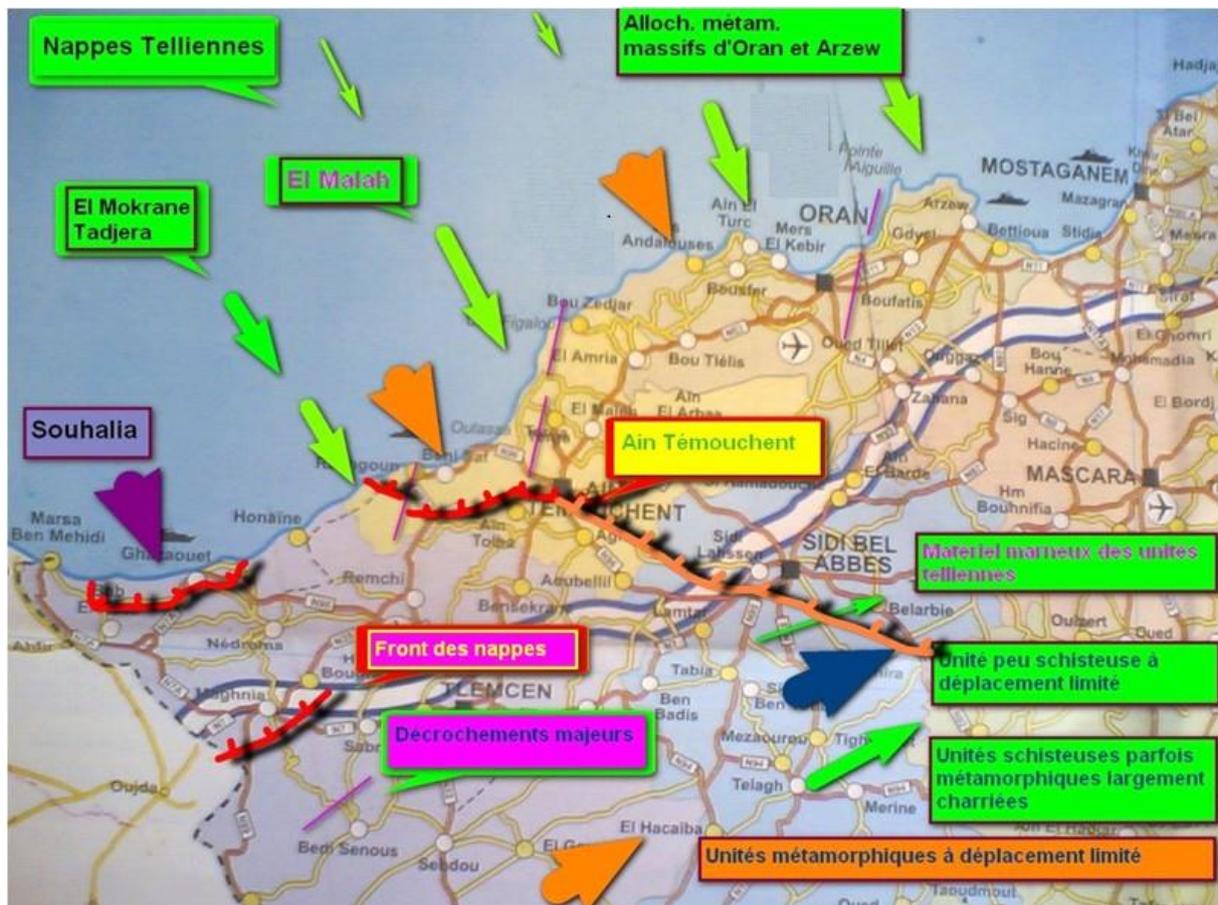


Fig. 6 : Emplacement relatif des patries d'origine des différentes unités de type "rifain" (Guardia 1975).

**4.1.2. Autochtone tertiaire.** Les formations sédimentaires et tectono-stratigraphiques sont les suivantes :

- **Formations miocènes.** Coiffant l'autochtone et l'allochtone et viennent reposer sur les formations miocène-pliocène. Au moment où se font les derniers glissements tello-rifains au Sud, un nouveau bassin complexe s'installe au Nord sur les nappes de la bordure septentrionale du Tell, qui sont les dépôts du premier cycle miocène post-nappe. Puis une nouvelle érosion suivie d'une transgression déposant le Miocène terminal. A cette époque, commence à se développer le volcanisme (Guardia *et al.*, 1974 ; Guardia, 1975 ; Megartsi, 1985 ; Bendoukha, 2008 ; Bendoukha *et al.*, 2009).

- **Miocène synchro-nappe.** Ce sont des dépôts de marnes grises à barres dures de grès roux présent au Sud d'AïnTémouchent et dans les Sebaâ Chioukh.

- **Formations quaternaires.** Ce sont des dépôts de couleur rougeâtre, des dépôts lacustres et des calcaires tendres et friables.

## **4.2. L'Allochtone métamorphique.**

Cette unité est formée de matériaux calcaires massifs plissés d'âge primaire et jurassique affleurant au Dj. Sidi Kacem, Aïcha Touila et El Mendjel.

## **5.3. L'Allochtone non métamorphique de type tellien.**

Dans cette rubrique, j'ai limité ma recherche historique uniquement aux unités structurales. La rareté des affleurements reflète le rarissime des travaux sur le Paléocène-Eocène qui sont sporadiquement réparties dans la région Nord-Ouest de l'Algérie. Les quelques travaux faits par L. Renou, (1848) ; F. Doumergue, (1900) ; M. Dalloni (1934) et J. Flandrin (1948) restent très limités et manquent de précisions biostratigraphiques.

Toutefois, notre étude se base sur de nouvelles interprétations structuro-stratigraphiques (Gourinard, 1958), complétées par la "Notion de recouvrement des nappes de glissement" et

leurs agencements spatio-temporelles (Fenet, 1975). Un découpage en quatre unités structurales est établi. Citons (Fig. 7) :

**5.3.1. Unité albo-cénomanienne.** Elle correspond à l'unité la plus basse de la structure générale d'âge allant du jurassique au crétacé supérieur.

**5.3.2. Unité chouala.** Ce sont des dépôts marneux et calcaires argileux du crétacé inférieur associés parfois à l'oligocène. Il s'agit d'affleurement dans la région d'Aïn Alem et au sud d'Aghlal et quelques lambeaux de nappes au nord de la région d'Aïn Témouchent. Le Crétacé supérieur à Sebâa Chioukh représenté par les affleurements du cénomanien et du turonien appartient à l'"Unité chouala" (Fenet, 1975). Le Maastrichtien est représenté par des marnes grises à boules calcaires à patine ocre-jaune et marnes grises gypseuses.

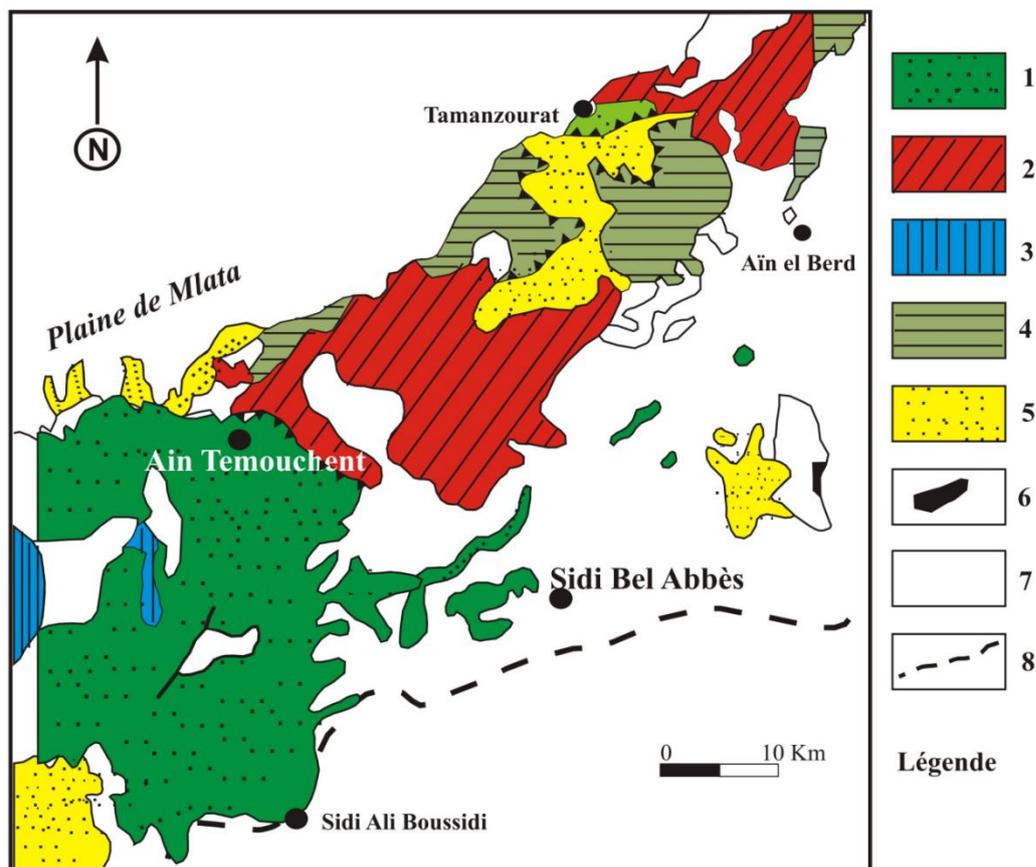
**5.3.3. Unité sénonienne.** Dans la région de Béni-Saf, elle est constituée par des dépôts de marnes pélitiques gris-violacé à petits bancs de calcaires sublithographiques d'âge Maastrichtien supérieur. Au nord de Feid el Atteuch, se trouvent des marnes calcaires gris-clair à rares passées sableuses d'âge Paléocène. L'Eocène inférieur est caractérisé par des dépôts de marnes grises et de calcaires contenant parfois des rognons de silex noirs ou des intercalations siliceuses. Cette unité comporte : (i) le Trias apparaît en amas ou en filons ; (ii) le Jurassique comprend des copeaux calcaires ; (iii) le Cénomanien correspond aux marno-pélitiques ; (iv) le Sénonien caractérisé par des marno-calcaire ; (v) l'Yprésien se limite aux calcaires marneux à silex ; (vi) le Lutétien comprend des faciès conglomératiques ou marneux ; et enfin (vii) le Priabono-Oligocène à faciès marno-gréseux.

La position de l'"Unité sénonienne" se dépose sur l'"Unité Chouala" et ou sur "l'Unité albo-cénomanienne", parfois même sur le Miocène du bassin synchro-nappe (Fenet, 1975).

**5.3.4. Unité Oligo-Miocène.** Ce sont des dépôts marneux, calcaires sableux et grès à ciment calcaire d'âge oligo-aquitain se localisant au niveau du passage des Tessala au secteur de Sebâa Chioukh, appelée également "Unité de Fergoug". A l'Est d'Aïn Témouchent (Oued El Maleh) se trouve un petit affleurement de l'unité oligo-miocène, constitué par des marnes grises, ocres en surface, grès roux et des calcaires friables.

Cette unité "Unité Oligo-Miocène" est très étendue, occupant le sommet de l'édifice allochtone et de composition lithologique très homogène. A titre d'exemple (i) le Trias comprend des amas gypseux au niveau des contacts anormaux ; (ii) le Lutétien, Priabonien et Oligocène sont composés de calcaires et en fin (iii) l'Oligocène-Miocène correspond aux marno-gréseux.

**5.3.5. Formations du Miocène** : au-dessus des formations autochtone et allochtone, reposent des dépôts d'âge miocène et pliocène. Citons (i) le Miocène synchro-nappe correspond aux dépôts de marnes gris verdâtres et de grès rouges bien développés dans la région de Sebaâ Chioukh et (ii) le Miocène post-nappes qui comporte deux cycles :



**Fig. 7 a** : Les différentes unités de la région oranaise (Fenet, 1975 modifié). 1 : unité oligo-miocène, 2: unité sénonienne, 3: unité chouala, 4: unité albo-cénomanienne, 5: fenêtre, 6: klipes sédimentaires, 7: formations post-nappes, 8: limite sud de l'allochtone.

- le premier cycle est représenté au Nord des Sebaâ Chioukh et la région de Béni Saf. Il est caractérisé par des dépôts détritiques continentaux formés par des marnes ou argiles gypseuses, de grès et poudingues hétérogènes.

-le deuxième cycle : il est constitué par trois formations : la formation rouge continentale ; la formation marine constitué de marnes bleues et la formation calcaire d'âge Messinien.

**5.3.6. Le Plio-Quaternaire.** Il est distingué par deux formations, (i) la première est marine est constituée de deux cycles : le premier cycle est formé par des marnes à matériaux détritiques et des marnes argileuses ; tandis que le deuxième cycle affleure dans l'embouchure d'Oued el Malah caractérisé par des dépôts détritiques ocre. La deuxième est continentale pléistocène qui affleure dans la région de Béni Saf et à l'embouchure d'Oued el Hallouf (Aïn Temouchent). Il s'agit de sables rubéfiés à Hélix. Le Pléistocène est représenté par des alluvions sous basaltiques et des formations sédimentaires contemporaines au volcanisme alcalin de la région d'Aïn Temouchent ([Bendoukha, 2008](#) ; [Bendoukha et al., 2009](#)).

	Unités structurales	Régions d'études	Lithologie et ensembles			
ALLOCHOTONE A AFFINITE TELLIENNE	Unité Sénonienne	Oranie orientale	Paléocène calcaréo-marneux	Marnes brunes		
		Tessala	(Miocène)	Marnes tendres		
		Oranie occidentale	Paléocène	Marnes grises à boules calcaires		
	Unité Chouala	Monts de la Mina	Oligo-(Miocène)	<i>Absence</i>		
		Tessala				
		Oranie occidentale	Oligocène marnes et grès	Marnes brun-noire indurées et/ou marnes calcaires violacées		
	Unité Fergoug	Oranie occidentale	Oligo-Miocène à marnes, calcaire sableux	<i>Absence</i>		
	Unité albo-cénomani- -enne					
	Unité Mokrani		Paléocène, marnes noires à gypses ?	Marnes à boules de calcaires	Marnes microbréchiqes ou marnes calcaires à foraminifères	
		<b>Ages</b>		<b>Tertiaire</b>	<b>Maastrichtien inférieur</b>	<b>Maastrichtien inférieur</b>

**Fig. 7 b:** Tableau récapitulatif montrant la distribution des formations néo-crétacées dans les nappes telliennes (d'après Delteil, 1974 ; Fenet, 1975 ; Guardia, 1975). La formation continentale comporte le Pliocène qui affleure dans le Djebel Keroulis et en bordure de l'Oued el Maleh (Ain Temouchent). Ce sont des calcaires lacustres et des dépôts continentaux ocre rouges.

#### 5.4. Le Volcanisme.

Dans le Tell algérien, dans la région de l'Aïn Témouchent (Guardia, 1975) apparaît un complexe, connu le plus souvent comme semelle de nappes, composé d'un mélange tectonique de matériaux variés, couverture ou socle profond. Le complexe étant allochtone a ramené des

roches profondes. Après la mise en place des nappes, la lave (volcanisme plio-quadernaire) en traversant les terrains charriés a empreinté au complexe ces éléments métamorphiques (Mégartsi, 1985). Le complexe triasique le plus connu est celui du "Complexe triasique de Sidi Omar El Ayat" (Fig. 8). Distant de 4 km au Sud Est de la ville d'Aïn Témouchent, le pointement de Sidi Omar El Ayat présente des roches métamorphiques "témoins d'un socle anté-triasique". Stratigraphiquement, ce complexe présente deux ensembles :

- un ensemble allochtone formé d'une masse triasique à laquelle sont associés les roches volcaniques et métamorphiques et un lambeau de nappe d'âge éocène, appartenant à l'"Unité sénonienne" (Guardia, 1975);

- le second, volcanique d'âge plio-quadernaire et qui couvre la majorité de la région d'Aïn Témouchent. La coupe présente de bas en haut (Midoun, 1989) (Fig. 8) : (i) une formation brêchique argilo-gypseuse, de couleur rougeâtre (1,50m) ; (ii) un niveau (0,50m) marno-calcaires finement lités jaunâtre alternant avec des niveaux marneux friables ; (iii) des calcaires dolomitiques massifs (2m) ; (iv) des roches métamorphiques (gneiss, micaschistes à grenat, des pegmatites à muscovites) ; (v) un ensemble volcanique plio-quadernaire qui couvre presque la totalité de la région d'Aïn Témouchent.

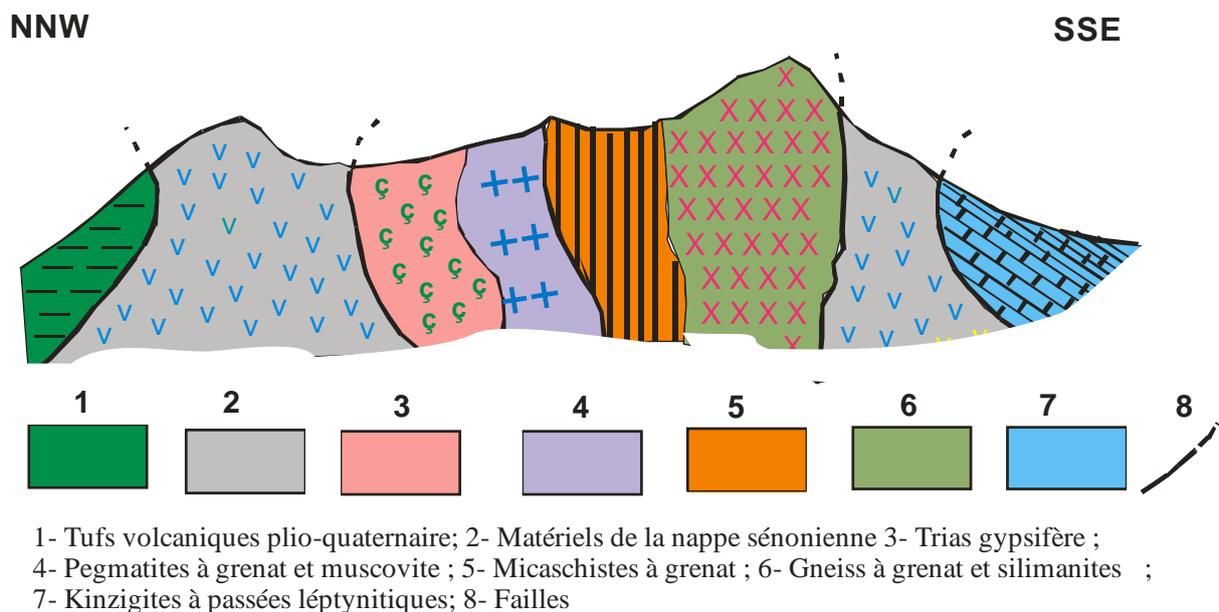


Fig. 8 : Le pointement triasique de la coupe Sidi Omar El Ayat (Midoun, 1989 ; sans échelle)

## 5. Problématique, but de l'étude et méthode préconisée

### 5.1. Problématique

Très peu sont les travaux sur le Paléogène de la région d'Oran et d'Aïn Témouchent. Depuis les travaux de [B. Fenet \(1975\)](#) qui réalisa une étude sur la partie nord-occidentale de l'Algérie concerne qu'une partie du Paléocène et de l'Eocène ne rapportèrent que peu d'intérêt concernant les ostracofaunes. Il propose un découpage biostratigraphique basé essentiellement sur des considérations tectono-stratigraphiques. L'entreprise des gisements fossilifères des ostracodes révèle une grande importance sur le plan biostratigraphique, paléontologique, systématique et paléogéographique.

L'"Unité sénonienne" qui fait partie intégrante de l'allochtone à affinité tellienne est un bel exemple choisi dans la région Nord-Ouest de l'Algérie (Oranie) qui permet de suivre d'une façon spectaculaire les dépôts du Paléogène. Sept coupes ont été levées et échantillonnées tous les trois mètres (maille). La nature pétrographique a permis de déterminer plusieurs ensembles lithologiques bien distincts.

### 5.2. Motivations et objectifs

Le présent travail fait suite d'un travail de Magister ([Bouزيد, 1993](#)) qui avait touché juste et uniquement la région de Sidi Bel Abbès (Monts des Tessala). La coupe de Tefekhsit a été reprise en vue d'établir une corrélation. Il se propose d'étendre cette étude essentiellement sur le Crétacé supérieur et le Paléogène (Paléocène-Eocène) de l'Oranie (NW de l'Algérie) à partir de sept coupes levées dans l'unité structurale, appelée communément "Unité sénonienne" ([Fenet, 1975](#)).

Pour mener bien cette étude sur la formation exceptionnelle tectono-stratigraphique (Unité sénonienne), on a pour objectif de (i) décrire les associations micropaléontologiques (ostracodes, foraminifères planctoniques) recueillis dans la série sédimentaire du Nord Ouest oranais, (ii) d'établir l'extension stratigraphique basée sur une biostratigraphie fine de cette unité et de (iii) préciser la succession des paléoenvironnements et la reconstitution de la paléobiogéographie de certaines espèces connues dans la région, (iv) nous intégrons ensuite cette région dans le contexte géologique régional et (v) essayerons de le situer dans le cadre des variations eustatiques globales.

*Deuxième chapitre*

**LITHOSTRATIGRAPHIE ET  
BIOSTRATIGRAPHIE**

*Deuxième chapitre*  
**LITHOSTRATIGRAPHIE ET BIOSTRATIGRAPHIE**

## **1. Introduction**

Les récents travaux géologiques dans l'Ouest algérien permettent la mise en évidence de quatre unités tectono-stratigraphiques (Fenet, 1975). Cet auteur désigne par "filons-couches", le Trias interstratifié dans les marnes sénoniennes et l'interprète comme du Trias injecté avant le dépôt des marnes lutétiennes. Il envisage un diapirisme du Trias durant le Crétacé supérieur. Le Trias gypseux affleure sporadiquement en faveur des contacts anormaux, tandis que le Jurassique est représenté généralement sous un faciès calcaire microcristallin observable notamment au niveau d'Aïn Témouchent (Sidi Omar el Ayat) et dans le Djebel Tafaraoui (Dalloni, 1952). Le Crétacé supérieur marno-calcaire, apparaît dans les "Unités albo-cénomaniennes" et "sénoniennes" (Fenet, 1975).

L'étude stratigraphique de l'"Unité sénonienne" présente un bel exemple choisi dans la région Nord-Ouest de l'Algérie (Oranie) qui permet de suivre d'une façon spectaculaire les dépôts du Paléogène. Sept coupes ont été levées et échantillonnées tous les trois mètres (maille) dans cette unité. La nature pétrographique sédimentaire a permis de déterminer plusieurs ensembles lithologiques bien distincts.

## **2. Description des affleurements de l'Oranie**

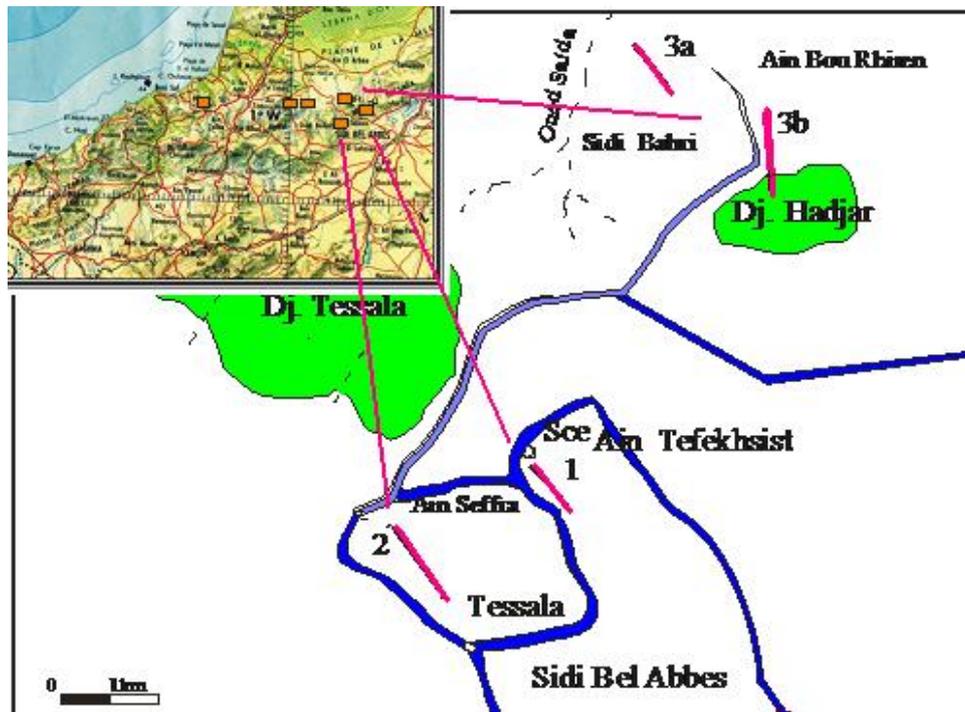
La rareté des affleurements du Paléocène-Eocène dans cette région du Nord-Ouest algérien se localisent surtout au niveau de la nappe sénonienne. Sept coupes ont été sélectionnées dans les régions de Béni-Saf, d'Aïn Temouchent, de Sidi Bel Abbès et d'Oran (Fig. 9).

### **2.1. Les affleurements dans la région de Sidi Bel Abbès**

Dans la région de Sidi Bel Abbès trois coupes ont été effectuées qui sont les suivants :

#### **2.1.1. Coupe d'Aïn Tefekhsist (Fig. 10) (Bouزيد, 1993)**

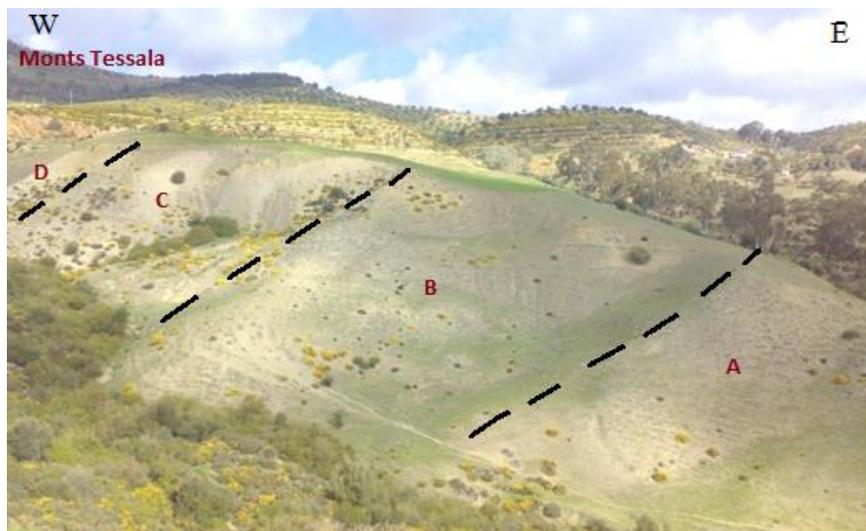
**a- Localisation.** Située dans les Tessala (domaine tellien méridional) au Nord de la ville de Sidi Bel Abbés (Fig.10), cette coupe a été levée sur le flanc Sud-Est de Djebel Tessala. On y accède aisément à partir de la route reliant le petit village de Tessala au sommet du relief du même nom, en passant près de la source d'Aïn Tefekhsist. Cette formation est essentiellement marneuse, de couleur grise. Elle s'étend sur une épaisseur de 104 m et contient, à sa base, quelques intercalations marno-calcaires devenant plus nombreuses au milieu de la coupe. Les derniers niveaux sont coiffés par une épaisse dalle gréseuse discordante d'âge messinien (Fenet, 1975).



**Fig. 9 :** Localisation des différentes coupes de la région de Sidi Bel Abbés (Oranie).  
 1 : coupe d'Aïn Tafekhsist ; 2 : coupe de Tessala village ; 3 : coupe de Sidi El Bahri .



**Fig. 10a** : Photographie de la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Sidi Bel Abbès) montrant les affleurements du Paléocène.



**Fig. 10b** : Photo-satellite de la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Sidi Bel Abbès)

**b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.** Quatre ensembles lithologiques y ont été individualisés (Fig.11) et échantillonnés en totalité, exceptée la dalle gréseuse. La faune est très pauvre ; elle consiste en quelques foraminifères planctoniques et ostracodes (Fig.12).

- **Ensemble A ; Marnes bleues inférieures (20 m).** Cet ensemble présenté par un faciès marneux induré de couleur bleue à gris-bleu, le dépouillement du résidu permet d'identifier l'association suivante: *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) *Globotruncana arca*, (Pl. VI, fig. 1, 2) *Rosita contusa*, *Globotruncanita stuarti* (Pl. VI, fig. 4, 5, 6), *Rugoglobigerina pennyi*, *Rugoglobigerina rugosa* (Pl. VII, fig. 1, 2).

Cet ensemble est associé à des ostracodes : *Bairdia aff. Crebra* (PL. II, fig. 1), *Bairdia* sp.1 (PL. I, fig. 12), *Cytherella consueta* (PL. I, fig. 6), *Cytheropteron aff. trinidadensis*, *Krithe* sp.1, *Krithe* sp.2, *Kefiela maresi*, *Trachyleberidea* sp. (PL. I, fig. 1), *Xestoleberis* sp.1 (PL. I, fig.7).

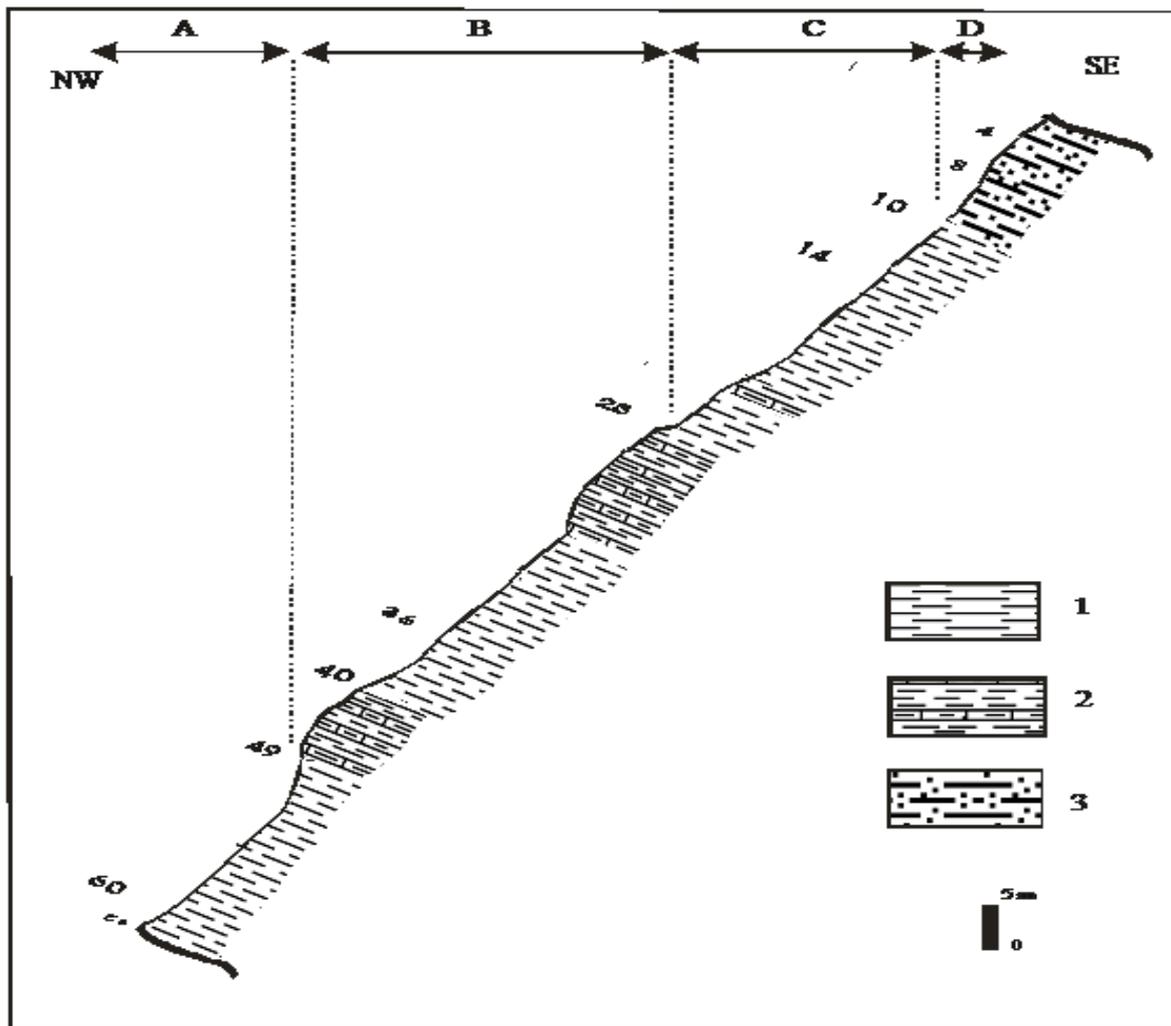
- **Ensemble B ; Marnes bleues à intercalations marno-calcaires intermédiaires (40 m).** L'ensemble B est défini par un faciès marneux de couleur bleue à gris-bleu à intercalations marno-calcaires d'épaisseur centimétrique. Plusieurs échantillons y ont été prélevés (n° 25 à n°49). La microfaune planctonique est très variée. On y distingue : *Globorotalia edita*, *Globigerina daubjergensis*, *Globorotalia pseudobulloides*, *Globorotalia compressa*, *Globorotalia trinidadensis*, *Globigerina triloculinoides*.

Cet ensemble a fourni également des ostracodes : *Bythocypris* sp., *Cytherella consueta* (PL. I, fig. 5), *Macrocypris* sp., *Paracypris cf. jonesi*, *Paracypris* sp.1, *Paracypris* sp.2, *Phacorhabdotus aff. subtridentus*, *Pontocyprilla aff. recurva*, *Trachyleberidea* sp., *Xestoleberis* sp.1, *Xestoleberis* sp.2, *Krithe echolsae* (PL. V, fig. 1, 2), *Krithe* sp. C31, *Krithe* sp. D12, *Bairdia aff. Cymbula* (PL. III, fig. 1), *Bairdia* sp.1, *Bairdia* sp.2.

- **Ensemble C ; Marnes bleues supérieures (30m)**. Défini par des dépôts de marnes indurées de couleur bleue à gris-bleu avec quelques rares intercalations marno-calcaires. Quinze échantillons ont été prélevés dans cet ensemble (échantillons 10 à 24). La microfaune y est toujours riche mais moins diversifiée que celle enregistrée dans l'ensemble précédent B. Ces marnes ont livré l'association suivante (Fig. 12) : *Globorotalia pseudobulloides* (PL. IX, fig. 1, 2), *Globorotalia compressa*, *Globigerina triloculinoides*, *Globigerina triangularis*, *Globorotalia* (M) *angulata*, *Globorotalia pusilla*, *Globorotalia uncinata*, *Globorotalia inconstans*. Associés à ces foraminifères planctoniques les ostracodes suivants : En plus des espèces déjà citées, apparaissent : *Abyssocythere* sp., *Actinocythereis* aff. *coronata*, *Cythereis* aff. *coronata*, *Dahomeya alata*.

- **Ensemble D : Marnes sableuses (14 m)**. L'ensemble D présente un dépôt de marnes sableuses de couleur jaunâtre; caractérisé par la disparition totale des intercalations marno-calcaires. Il a fait l'objet de dix prélèvements (échantillon 1 à 10). Les lavages des marnes sableuses ont livré un résidu assez pauvre en microfaune (Fig. 12) : *Globorotalia pseudobulloides* (PL. IX, fig. 4), *Globorotalia compressa*, *Globigerina triloculinoides*, *Globorotalia pseudomenardii*, *Globigerina* cf. *velascoensis*, *Globorotalia aequa*.

Les ostracodes recueillis dans le résidu est le suivants : *Abyssocypris* aff. *Coronata* (PL. I, fig. 4, 5), *Actinocythereis* aff. *Coronata* (PL. II, fig. 4, 5), *Bythocypris* sp. (PL. II, fig. 3), *Cytherella consueta* (PL. I, fig. 5), *Paracypris* sp.1 (PL. I, fig. 3), *Phacorhabdotus* aff. *Subtrident* (PL. III, fig. 3), *Pontocyprilla* cf. *recurva* (PL. I, fig. 9), *Trachyleberidea* (PL. I, fig. 1), *Krithe* sp.C31, *Bairdia* aff. *Cymbula* (PL. III, fig. 1), *Bairdia* sp.1 (PL. I, fig. 12), *Bairdia* sp.2.



**Fig. 11** : Coupe schématisant les affleurements de l'Aïn Tefekhsist. 1 : Marnes bleues inférieures ; 2 : Marnes bleues à intercalations marno-calcaires intermédiaires ; 3 : Marnes sableuses supérieures ; (A, B, C) : désignation des ensembles ; Ca : Contact anormal.

**c. Discussion et synthèse biostratigraphique.** L'ensemble A offre une association de foraminifères planctoniques (Fig. 12) qui attribue les dépôts bleus inférieurs au sommet (fig. 13) du Crétacé supérieur sur la base de la présence de l'espèce *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) (Zone à *Abathomphalus mayaroensis*) (Bolli, 1957). Cette association faunique permet de confirmer seulement la limite supérieure.

Cet ensemble B est caractérisé par des *Globigerina* et des *Globorotalia pseudobulloides* dans les dix premiers mètres (Fig. 12) ce qui indique la zone à *Globorotalia pseudobulloides* (Bolli et al. 1962), correspondant au Paléocène inférieur. En revanche, on remarque la présence

de *Globorotalia trinidadensis* qui indique la zone à *Globorotalia trinidadensis* dans la seconde partie (n°25 au n°40) ce qui confirme le Paléocène inférieur.

L'association faunistique de l'ensemble C révèle le Paléocène moyen scindé en deux biozones sont (Fig.13).

- la biozone à *Globorotalia* (M) *angulata* (Bolli, 1957). L'apparition de *Globorotalia* (M) *angulata* dans l'échantillon n°24 marque le début de cette biozone. La limite supérieure de la zone est définie par l'apparition de l'espèce *Globorotalia pusilla* au niveau de l'échantillon n°14.

- la biozone à *Globorotalia pusilla* est définie par l'extention de l'espèce allant de l'échantillon n°10 au n°14. Ce biozone indique la partie supérieure de l'ensemble lithologique C (Fig. 13).

La zone à *Globorotalia pseudomenardii* est définie par l'apparition de l'espèce *Globorotalia pseudomenardii* dès l'échantillon n°9 marquant ainsi la base de l'ensemble D. Il faut noter que la présence *Globorotalia* cf. *velascoensis* (biozone à *Globorotalia pseudomenardii*) dans l'échantillon n°5 qui correspond à sa limite supérieure.

La partie supérieure de l'ensemble D correspond à l'extention de l'espèce *Globigerina* cf. *velascoensis* entre l'échantillon n°5 et l'échantillon n°1 indique cette biozone (Fig. 13) rattaché au Paléocène supérieur (Bolli, 1957).

En conclusion, l'étude des foraminifères planctoniques récoltés dans la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Fig. 12) permet de définir sept biozones allant du Crétacé supérieur au Paléocène supérieur (Fig. 13). Les limites et les coupures en ensembles sont vraisemblablement soulignées par l'apparition ou la disparition d'une microfaune marqueur de biozone.

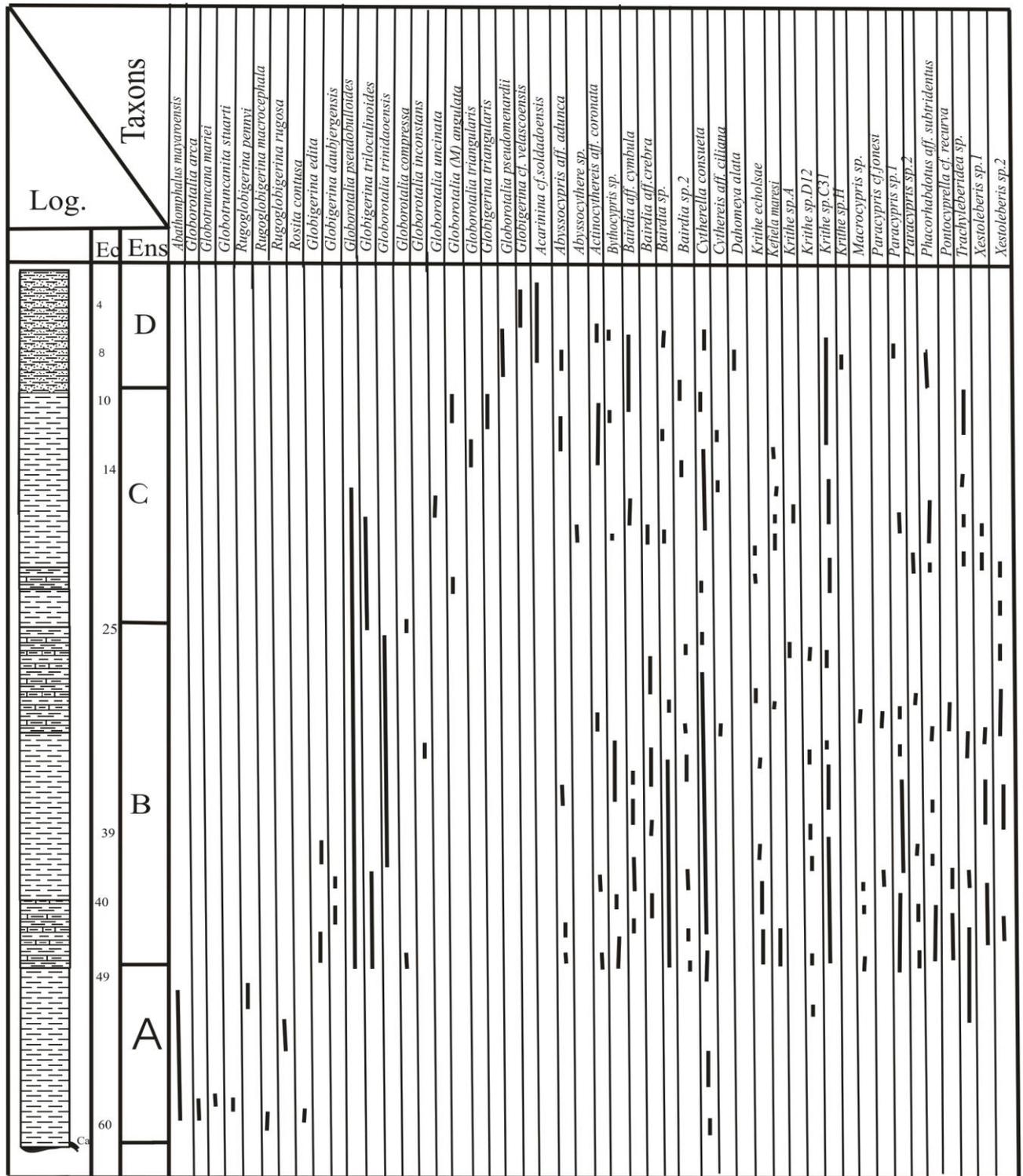


Fig. 12 : Répartition des foraminifères planctoniques et des ostracodes de l'Aïn Tefekhsist. (la coupe lithologique est renversée) (Bouzi,1993).

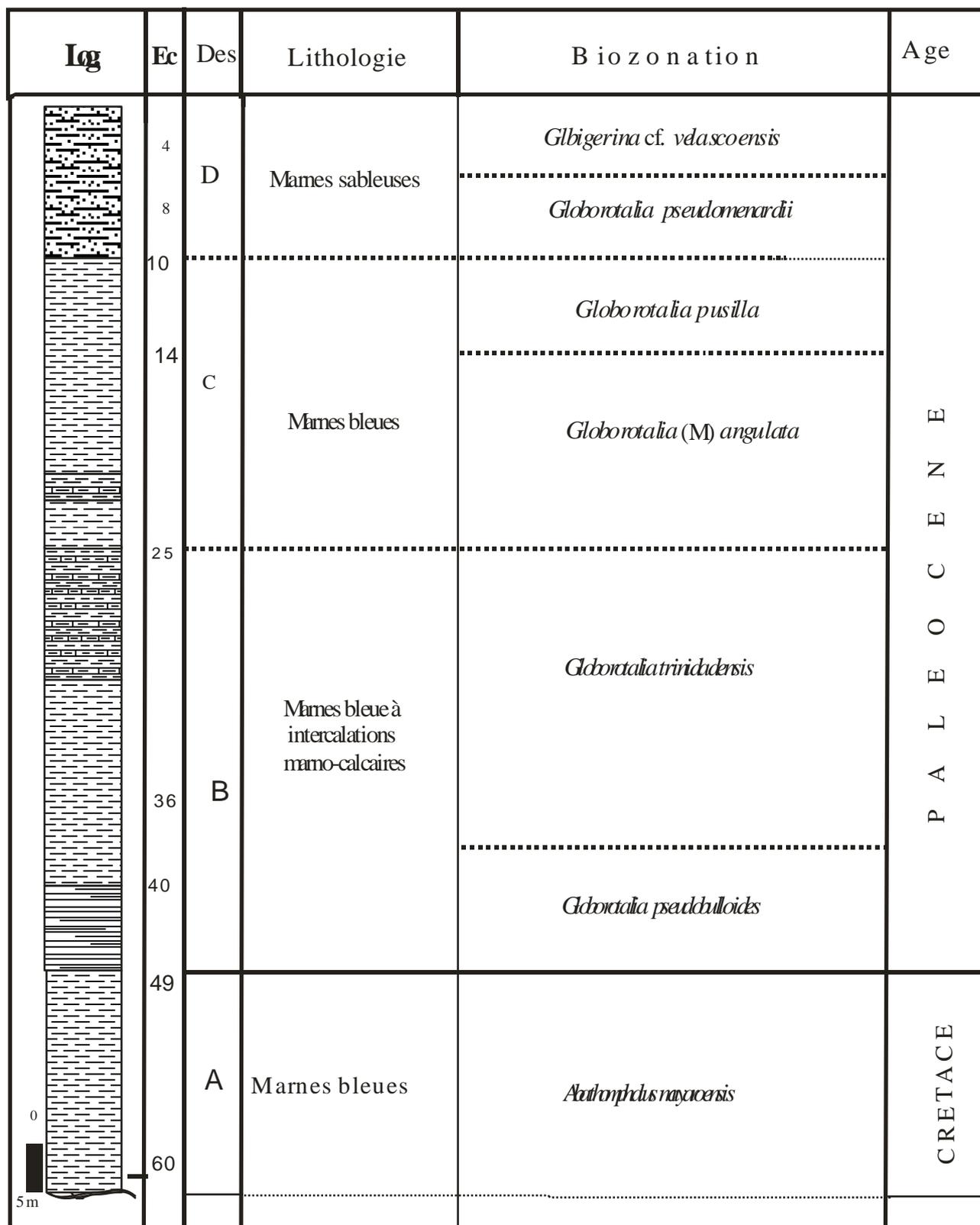


Fig. 13 : Les différents biozones de la coupe de l'Aïn Tafekhsist

### 2.1.2. Coupe du Village Tessala (Bouzid, 1993)

**a. Localisation.** Située dans la région de l'Aïn Seffra tout près du cimetière du village Tessala. Cette coupe s'étend sur 320 m. L'étude lithostratigraphique permet de subdiviser cette coupe en plusieurs ensembles (Fig.14a,b).

**b. Description lithologique et contenu micropaléontologique.**

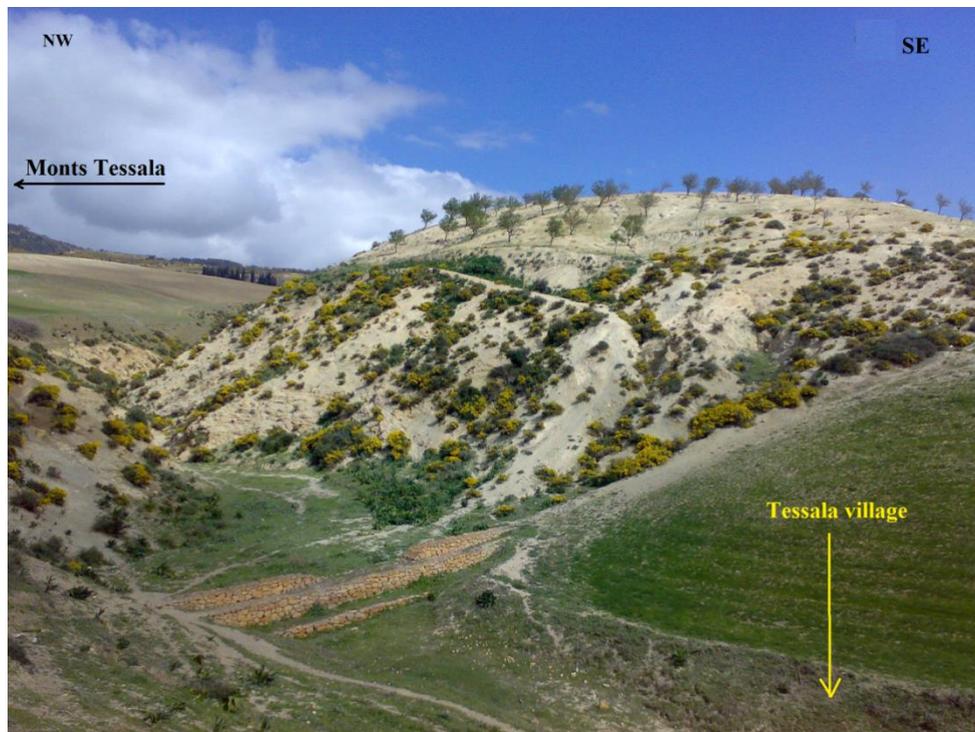
- **Ensemble A ; Marnes bleues inférieures (10m).** Cet ensemble correspond à des dépôts marneux de couleur bleue. L'association faunique est dominée par le genre *Globotruncana*. Les échantillons prélevés et analysés (n°1 à n° 8) n'ont pas permis d'effectuer de comptage en



Fig.14 a : Image satellitaire de la coupe de Tessala village

raison de la pauvreté de la microfaune. Les foraminifères planctoniques recueillis dans cet ensemble sont composés (Fig. 16) de : *Abathomphalus mayaroensis*, *Globotruncana arca* (PL. VI, fig. 1, 2), *Globotruncana orientalis*, *Rosita contusa*. Les ostracodes récoltés sont : *Bairdia* aff. *cymbula* (PL. III, fig. 1), *Cytherella consueta* (PL. I, fig. 5), *Krithe* sp.C31.

- **Ensemble B ; Marnes bleues à intercalations marno-calcaires (10 m)**. Cet ensemble (Fig.15) est marneux à intercalations marno-calcaires offre une abondance de foraminifères planctoniques comportant l'association suivante : *Globigerina triloculinoides*, *Globorotalia daubjergensis*, *Globorotalia pseudobulloides*, *Globorotalia compressa*, *Globorotalia edita*. Ce lot de foraminifère est associé à des ostracodes : *Bythocypris* sp (PL. II, fig. 3), *Cytherella consueta* (PL. I, fig. 5), *Paracypris* sp.1 (PL. I, fig. 3), *Paracypris* sp.2 (PL. I, fig. 4), *Trachyleberidea* sp. (PL. I, fig. 1), *Krithe echolsae*, *Krithe* sp. C31, *Bairdia* sp.1 (PL. I, fig. 12), *Bairdia* sp.2 (PL. I, fig.11).



**Fig. 14b** : Photographie de la coupe de Tessala village (Sidi Bel Abbès).

- **Ensemble D ; Marnes avec intercalations marno-calcaires (10 m)**. Les dépôts marneux de couleur gris-bleuâtre contiennent une microfaune composée de l'association suivante (Fig. 16) : *Globorotalia pseudobulloides* (PL. IX, fig. 4) , *Globorotalia* (M) *angulata*, *Globigerina* cf. *velascoensis*, *Globorotalia pseudomenardii* (PL. VIII, fig. 3), *Globorotalia aequa* (PL. VIII, fig. 6), *Acarinina soldadoensis*, *Globorotalia edita* (PL. IX, fig. 6), *Globigerina triloculinoides*.



*c. Discussion et synthèse biostratigraphique.* La présence dans les marnes bleues de l'ensemble A du foraminifère planctonique *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) (échantillon n°8) indique le biozone à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) (Ghils, 1987) attribuée au sommet du Crétacé supérieur (Fig. 17).

L'association des foraminifères planctoniques de l'ensemble B indique (Fig.16) le biozone à *Globorotalia pseudobulloides* (Bolli et al., 1962) attribuée au Paléocène inférieur. La limite inférieure de ce biozone est indiquée par la disparition des formes appartenant au genre *Globotruncana* au niveau de l'échantillon n°8. La limite supérieure est indiquée par l'apparition de l'espèce *Globigerina* cf. *velascoensis* au niveau de l'échantillon n°13.

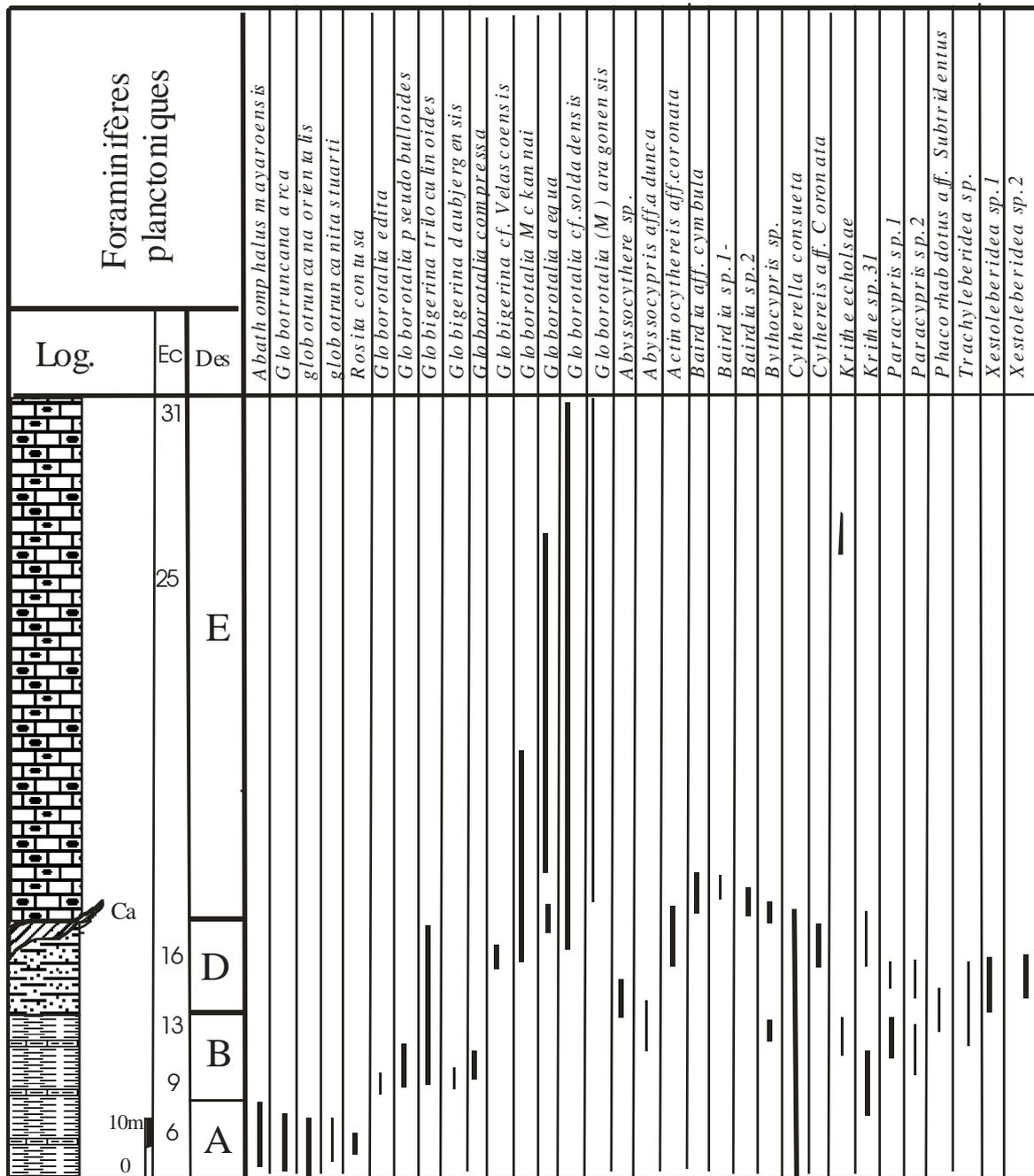


Fig. 16 : Répartition verticale des foraminifères planctoniques et des ostracodes dans la coupe de Tessala village (Bouzi,1993).

L'association de la microfaune dans l'ensemble D met en évidence le biozone à *Globorotalia cf. velascoensis* (Fig. 16). Ce biozone correspond à l'étendue de l'espèce *Globorotalia cf. velascoensis* récoltée dans les échantillons n°13 à n°16. Elle est rattachée au Paléocène supérieur.

Les foraminifères planctoniques contenus dans l'ensemble E indiquent le biozone à *Globorotalia (M) aragonensis* attribué à l'Eocène inférieur (Bolli, 1957). Ce biozone correspond à l'étendue de l'espèce allant de l'échantillon n°17 jusqu'à l'échantillon n°31 (Fig. 17).

En conclusion, l'interprétation des associations des foraminifères planctoniques récoltés dans la coupe du village Tessala (Fig. 14) met en évidence quatre biozones allant du Crétacé supérieur jusqu'à l'Eocène inférieur (Fig. 17).

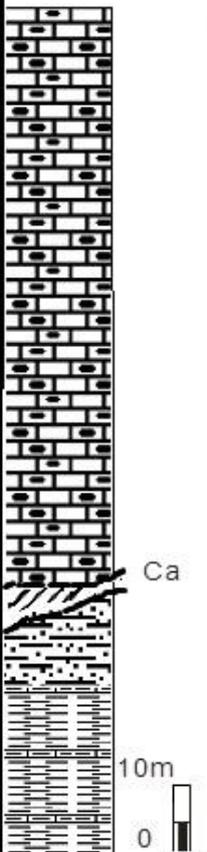
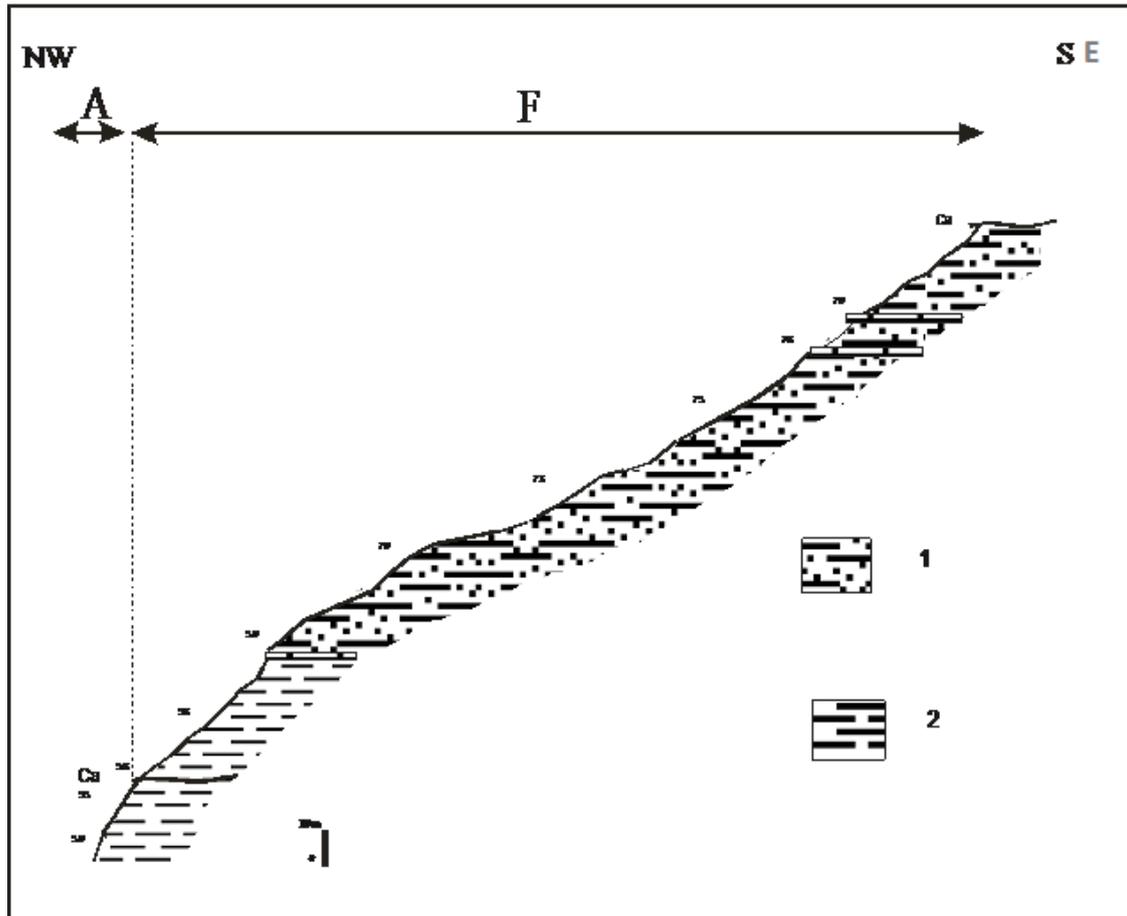
Log.	Ec	Des	Lithologie	Biozonation		Age
	31		calcaires à silex	<i>Globorotalia (M) aragonensis</i>		Eocène inférieur
	25	E				
	16	D	marne à intercalations marno-calcaires intercalaire	<i>Globigerina cf. velascoensis</i>	sup.	Paléocène
	13	B		<i>Globorotalia pseudobulloides</i>	inf.	
9		A	marnes bleues inférieur	<i>Abathomphalus mayaroensis</i>		Crétacé

Fig. 17 : Biozonation de la coupe du village Tessala.

### 2.1.3. Coupe de Sidi El Bahri (Bouزيد,1993)

La puissante coupe de Sidi El Bahri est levée en deux parties (Fig. 18) : la première partie (3a) au niveau de Chaâbat El Hamri, l'autre au niveau de Djebel El Hadjar (3b).



**Fig. 18 :** Coupe schématisant les affleurements de Sidi El Bahri.

**a- Localisation.** La coupe de Sid El Bahri qui se localise dans la Chaâbat El Hamri (Nord-Ouest/Sud-Est) correspond à des dépôts de marnes grises admettant des intercalations marno-calcaires. Cette formation commence de l'Oued Saïda près d'un petit pointement gypsifère et qui s'étende jusqu'au Marabout de Sidi Mohamed El Bahri. Tandis que la coupe de Djebel El Hadjar, distante de quelques mètres plus au nord par rapport aux autres coupes est levée sur le flanc Nord du Djebel. Cette coupe commence par des dépôts marneux brunâtres à passées gréseuses de faible épaisseur à la base, vers le haut de la coupe apparaissent des intercalations qui sont coiffées par une épaisse dalle de grès.

**b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.** Elle comprend les ensembles suivants :

- **Ensemble A ; Marnes bleues inférieures (20m).** Les affleurements de la Coupe de Chaâbat El Bahri (3a ; Fig. 9) est constituée de marnes bleues (Fig. 9). Huit échantillons y ont été prélevés (n°49 à 57). Le résidu offre une association de foraminifères planctoniques (Fig. 14) : *Abathomphalus mayaroensis*, *Globotruncana arca* (Pl. VI, fig. 1, 2), *Rosita contusa*, *Globotruncana orientalis*, *Globotruncana mariei*, *Globotruncanita stuarti*, *Rugoglobigerina pennyi*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Rugoglobigerina reicheli*, *Rugoglobigerina macrocephala*



Fig. 19 : position de la Coupe de Chaâbat El Bahri (3a ; Fig. 9)

- **Ensemble F.** Dans la coupe de Djebel El Hadjar (3b ; Fig. 9) qui complète la coupe de la coupe de Chaâbat El Bahri (3a ; Fig. 9) Cet ensemble débute par une dizaine de mètres de marnes indurées évoluant à des marnes gréseuses de couleur brunâtre. Les intercalations de petits bancs gréseux deviennent de plus en plus fréquentes au sommet de la coupe. L'association de foraminifères et d'ostracodes recueillie dans ces dépôts est la suivante:

(Fig. 20) : *Globigerina venezualana* (PL. VII, fig. 6), *Globigerina hagni*, *Globigerina linaperta*, *Globigerina galavisi*, *Globigerina eocaena*, *Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis*, *Globorotalia cerroazulensis pomeroli*, *Globigerina ampliapertura* (PL.VII, fig. 5), *Catapsydrax dissimilis* (PL. X, fig. 6).

Les ostracodes associés sont les suivants : *Bairdia* sp.1, *Bairdia* sp.2, *Buntonia* sp1, (PL. III, fig. 4), *Cytherella consueta* (PL. I, fig. 5), *Henryhowella* aff. *Asperrima* (PL. III, fig. 7), *Krithe rutoti*, *Quadracythere* aff. *Lagagheroensis* (PL. III, fig. 12), *Loculicytheretta gortanii* (PL. IV, fig.4, 8), *Leguminocythereis circaensis*, *Paijenborchella lekefense*, *Paracosta transsahariensis*, *Phacorhabdotus subtridentus* (PL. III, fig. 3), *Isobuntonia* sp., *Xestoleberis* sp.1 .

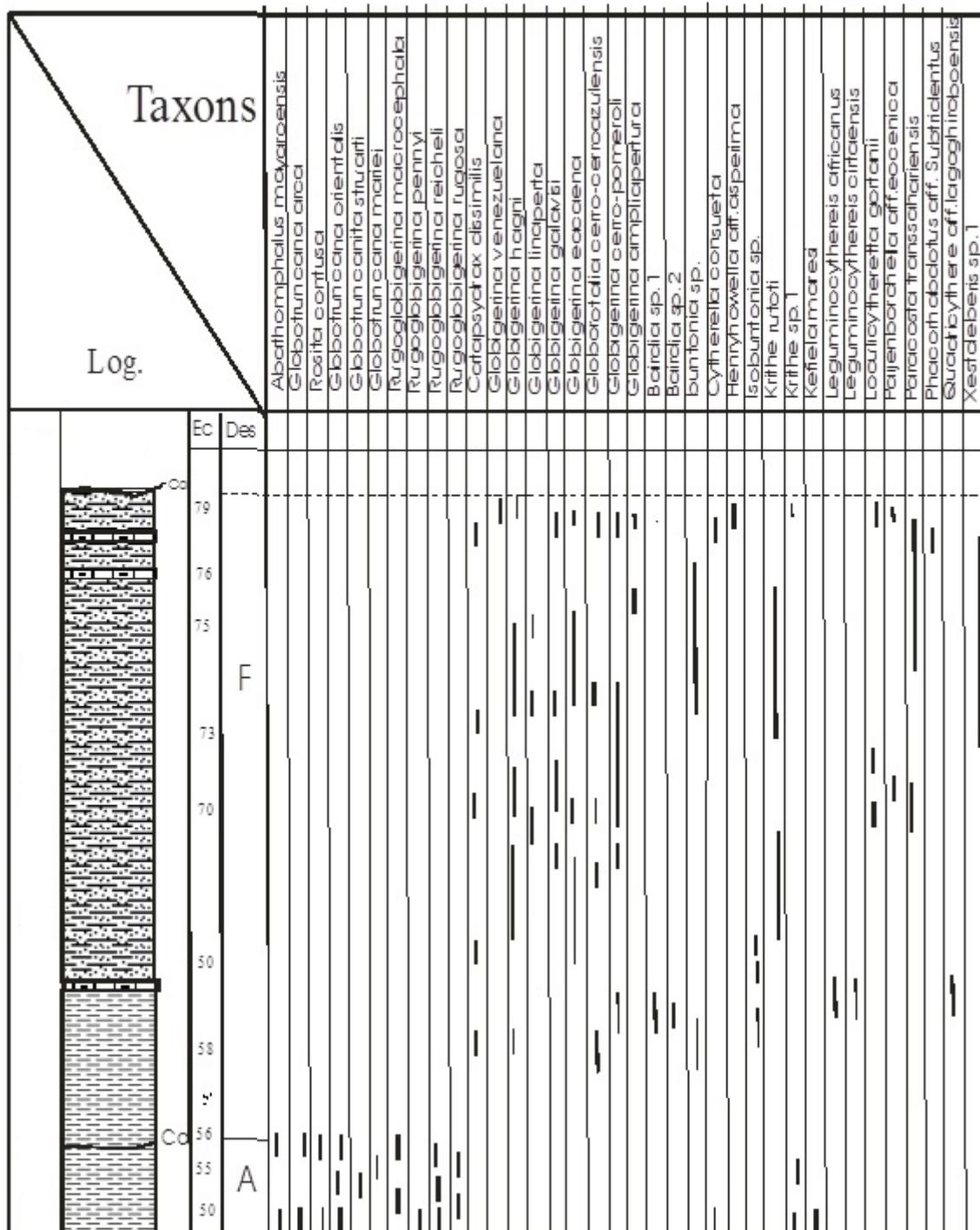


Fig. 20 : Répartition des foraminifères planctoniques et des ostracodes dans la coupe de Sidi El Bahri (Sidi Bel Abbès).

**c- Discussion et synthèse biostratigraphique.** Les marnes bleues inférieures sont caractérisées par la présence de l'espèce *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) permettant d'attribuer l'ensemble A au biozone à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2)(Ghlis, 1987). Sa

limite supérieure est marquée par la disparition des formes appartenant au genre *Globotruncana* (Fig. 20). Les marnes sableuses (Ensemble F ; n° 57-79 ; Fig. 13) ont livré la microfaune indiquant le biozone à *Globorotalia cerroazulensis* (fig. 15). Ce biozone est rapporté à l'Eocène supérieur (Tourmakine & Bolli, 1970).

En conclusion, sur la base de l'étude des associations des foraminifères planctoniques de la coupe de Sidi El Bahri deux biozones ont pu être défini (Fig. 21) l'une à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) d'âge Crétacé supérieur et l'autre à *Globorotalia cerroazulensis* attribuée à l'Eocène supérieur (Fig. 21).

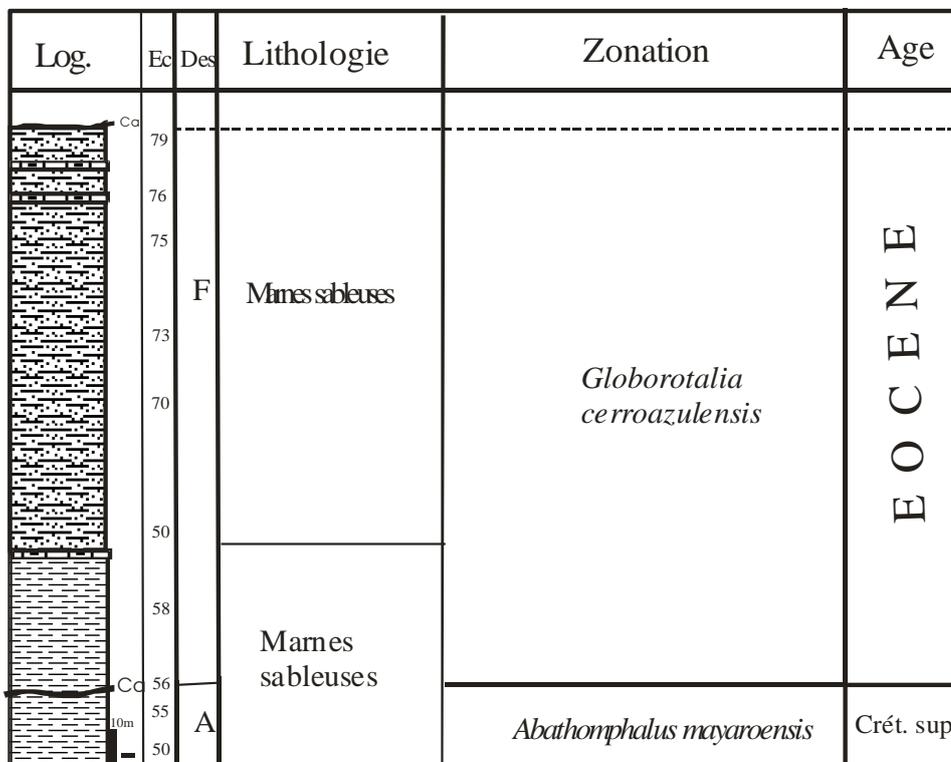
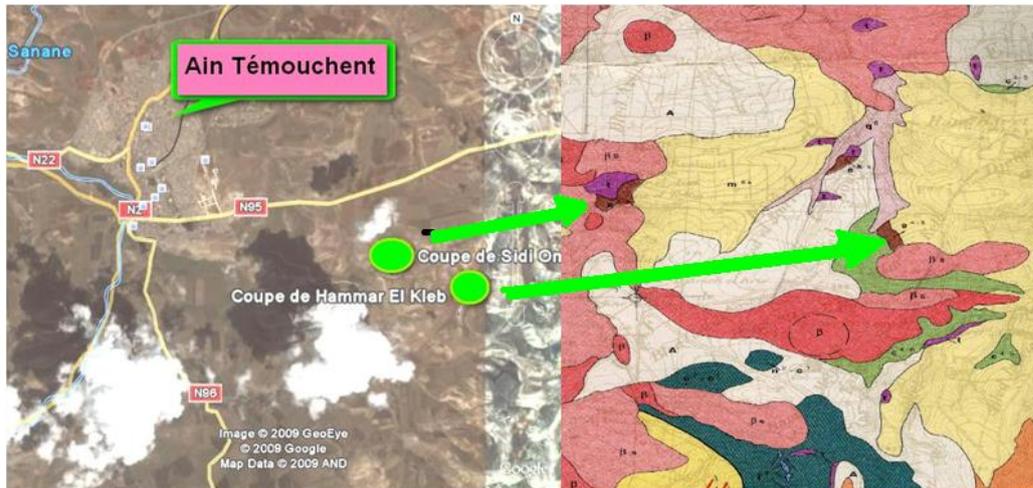


Fig.21 : Biozonation de la coupe de Sidi El Bahri.

## 2.2. Les affleurements dans la région d'Aïn Temouchent

Dans la région de l'Aïn Temouchent deux coupes ont été effectuées qui sont les suivantes :

### 2.3.1. Coupe de Sidi Omar el Ayat :



**Fig. 22** : Localisation des deux coupes prélevées de l'Aïn Temouchent

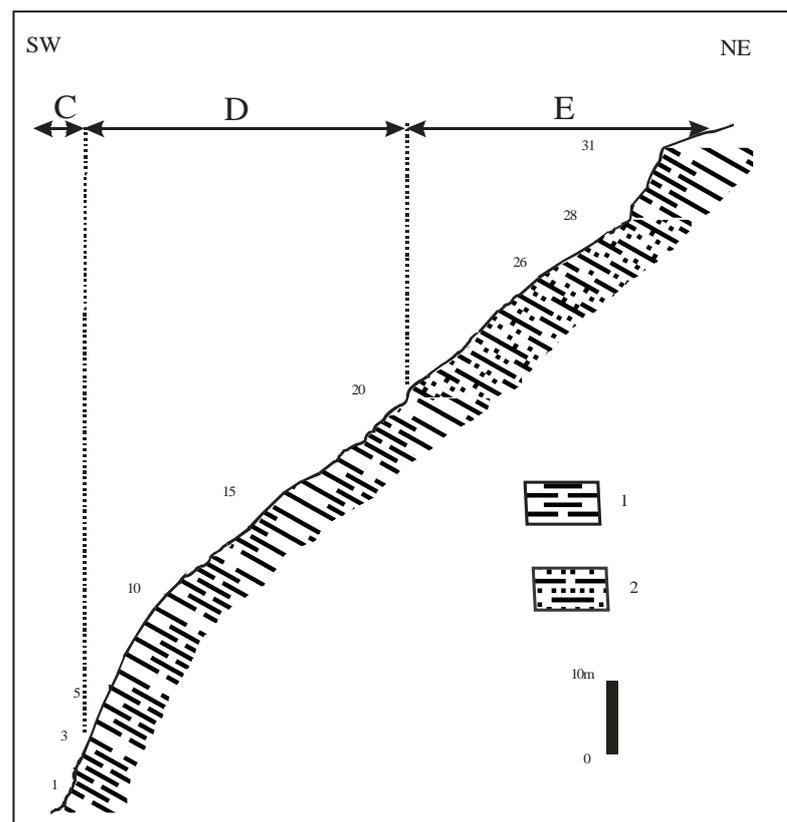
**a- Localisation.** La coupe de Sidi Omar El Ayat orientée SW-NE ; elle est localisée à 4 kms à l'Est de la ville d'Aïn Temouchent (fig. 16) et apparaît au côté d'un pointement gypsifère (diapyrique) près du Marabout Sidi Omar el Ayat. Elle est située au milieu d'un édifice structural complexe caractérisé par des dépôts volcanique d'âge plio-quaternaire dont la couverture sédimentaire est très réduite. Cette formation s'étend sur une épaisseur de 100m et comporte des dépôts marneux de couleur grisâtre sur les deux tiers et qui passent à des marnes jaunâtres légèrement sableuses à rognons de silex.



**Fig. 23** : Photographie illustrant la coupe de Sidi Omar Ayat montrant le Paléocène-Eocène

**b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.** Trois ensembles lithologiques y ont été individualisés. Les prélèvements indiquent une faible microfaune.

- **Ensemble C : Marnes bleues indurées supérieures (10m).** Cet ensemble est constitué de marnes bleues indurées. Les résidus de lavage permettent livrer une microfaune caractérisée par l'abondance des foraminifères planctoniques (Fig. 18 ; échantillons n°1 et 3) : *Globorotalia pseudobulloides* (PL. IX, fig. 4), *Subbotina* cf. *triloculinoides*, *Globorotalia* (T) *compressa*, *Globorotalia* (M) *angulata*, *Globorotalia* (T) *compressa*, *Globigerina*. *angulata*, *Globigerina* cf. *velascoensis*, (*Morozovella*) *subbotina*, *Globorotalia soldadensis* et d'*Acarinina soldadensis* (PL. VIII, fig. 5) et une faible représentation des ostracodes : *Cytherella consueta* (PL. I, fig. 5), *Bairdia* sp., *Paracypris* sp., *Krithe* aff. *rocana*, *Pontocyprilla* cf. *recurva* (PL. I, fig. 9) et *Krithe* cf. *echolsae*.



**Fig. 24** : Coupe schématisant les affleurements de Sidi Omar el Ayat.

- **Ensemble D ; Marnes bleuâtres (20m).** Ce sont des marnes bleues homogènes qui s'étendent sur une épaisseur de 20 m. Il a fait l'objet de 14 échantillons d'où le résidu de lavage offre une faible association de foraminifères planctoniques (*Globorotalia aequa* (PL. VIII, fig. 6), *Globorotalia rex*, *Acarinina soldadensis*, *Globorotalia occlusa*) et une riche association d'ostracodes : *Cytherella consueta*, *Pontocyprilla* cf. *recurva*, *Krithe* cf. *echolsae*, *Bairdopillata* sp., *Cytherella* sp., *Krithe rutoti*, *Krithe* cf. *ardoniensis*, *Cytherella* sp.2, *Protoargillocia* sp., *Brachycythere* sp., *Krithe* cf. *solomon*, *Bairdia ilaroensis* (PL. V, fig. 4), *Bairdia* sp.2, *Cytherella transversa*, *Parakrithe* cf. *croliifa*, *Dahomeya alata*, *Henryhowella* cf. *evax*, *Catdobairdia* cf. *graspirima*, *Cytheropteron praeboukharayi*, *Mauritsina jordanica nodoreticulata*, *Quadracythere logaghiroensis* (PL. III, fig. 12) et *Argillocia* sp (Fig. 23).

- **Ensemble E ; Calcaires marneux à silex.** Cet ensemble marque un changement de faciès qui devient marno-calcaire blanchâtre, gréseux avec des intercalations de rognons de silex. Les résidus de lavages ont permis de déterminer les associations suivantes : *Pseudohasterigina* sp., (*Morozovella*) *subbotina*, (*Morozovella*) *aequa*, *Globigerina linaperta*, *Globorotalia soldadensis soldadensis*, *Globorotalia* (A) *wilcoxensis*, *Globigerina galavisi*, *Acarinina dense*, *Globigerina ampliapertura* (PL. X, fig. 4, 5), *Globigerina venezuelana* (PL. VII, fig. 5), *Globigerina yaguensis*, *globorotalia frontosa*, *globorotalia formosa gracilis*, *globorotalia* (Ac) *bullbroocki*, *Globigerinoides primordus*. Ces foraminifères planctoniques sont associés à des ostracodes ; nous citons : *Cytherella consueta* (PL. I, fig. 5), *Bairdia* sp. *Bairdia* aff. *Crebra* (PL. II, fig. 1), *Abyssocypris* aff. *Aduca* (PL. II, fig. 4, 5), *Cytherella* sp.2, *Bairdia* sp.2 (PL. I, fig. 11), *Parakrithe* cf. *croliifa*, *Mauritsina jordanica nodoreticulata*, *Krithe* sp., *Krithe* cf. *caudata*, *Neosidea* sp.gr. *subdetoidea*, *Krithe angulata*, *Xestoleberis* sp., *Loculicythereta* sp., *Bairdolapilata* sp., *Pseudocytherura* sp., *Pontocythere* sp.

**c- Discussion et synthèse biostratigraphique.** L'association des foraminifères planctoniques permet de rapporter les dépôts marneux (ensemble C) au Paléocène moyen. Il faut noter l'impossibilité de définir la limite inférieure dans cette coupe (Fig. 24). Les formes *Globorotalia aequa*, *Globorotalia rex*, *Acarinina soldadensis*, *Globorotalia occlusa* permettent de rapporter les marnes bleues (ensemble D) au Paléocène supérieur.

L'association des foraminifères planctoniques met en évidence la base de l'Eocène (Eocène inférieur) qui débute de l'échantillon n°20 après une phase sans microfaunes due probablement à un déficit paléoécologique (n°13 et 19 ; Fig. 24).

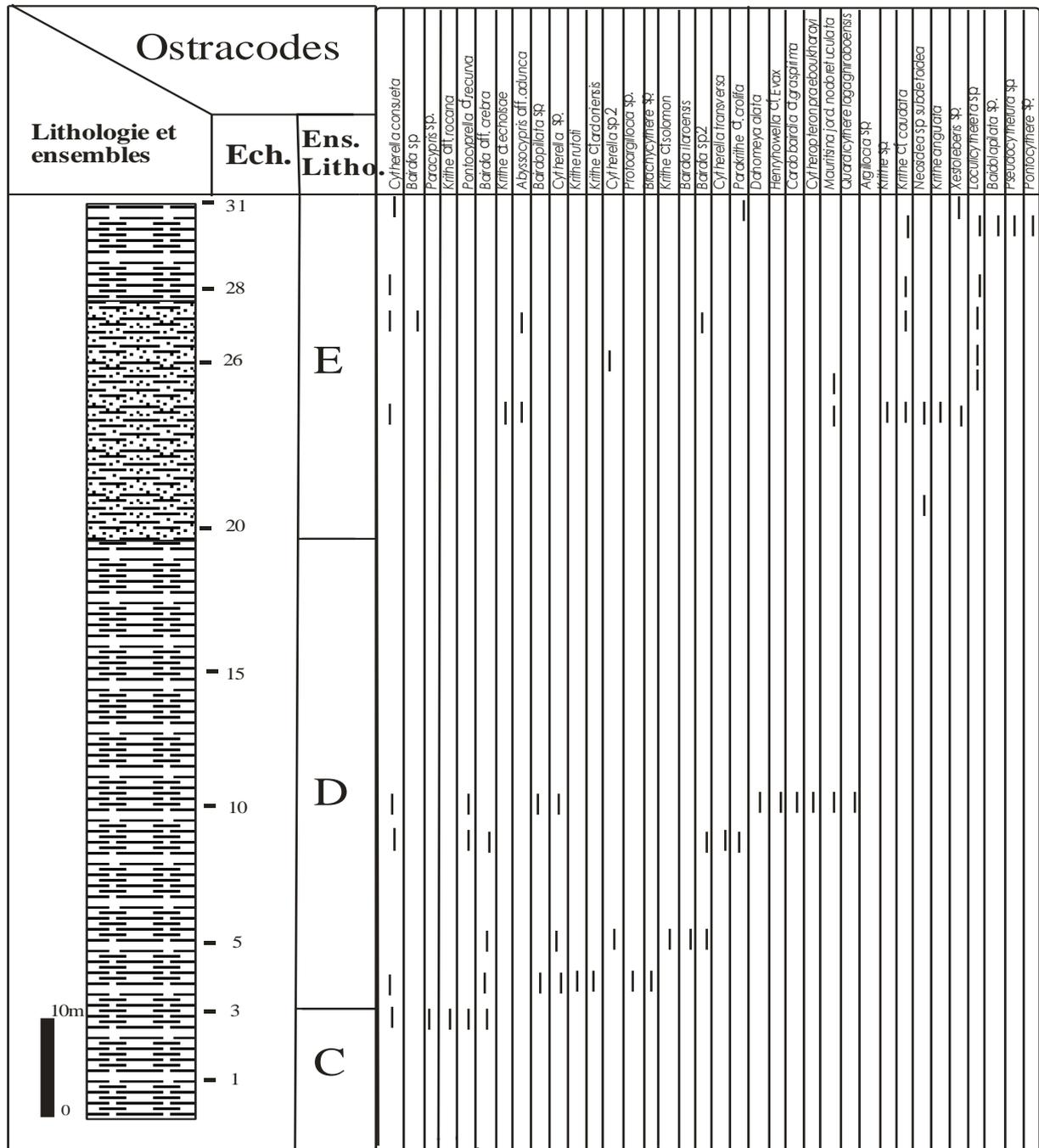


Fig. 25: Répartition verticale des ostracodes dans la coupe de Sidi Omar El Ayat

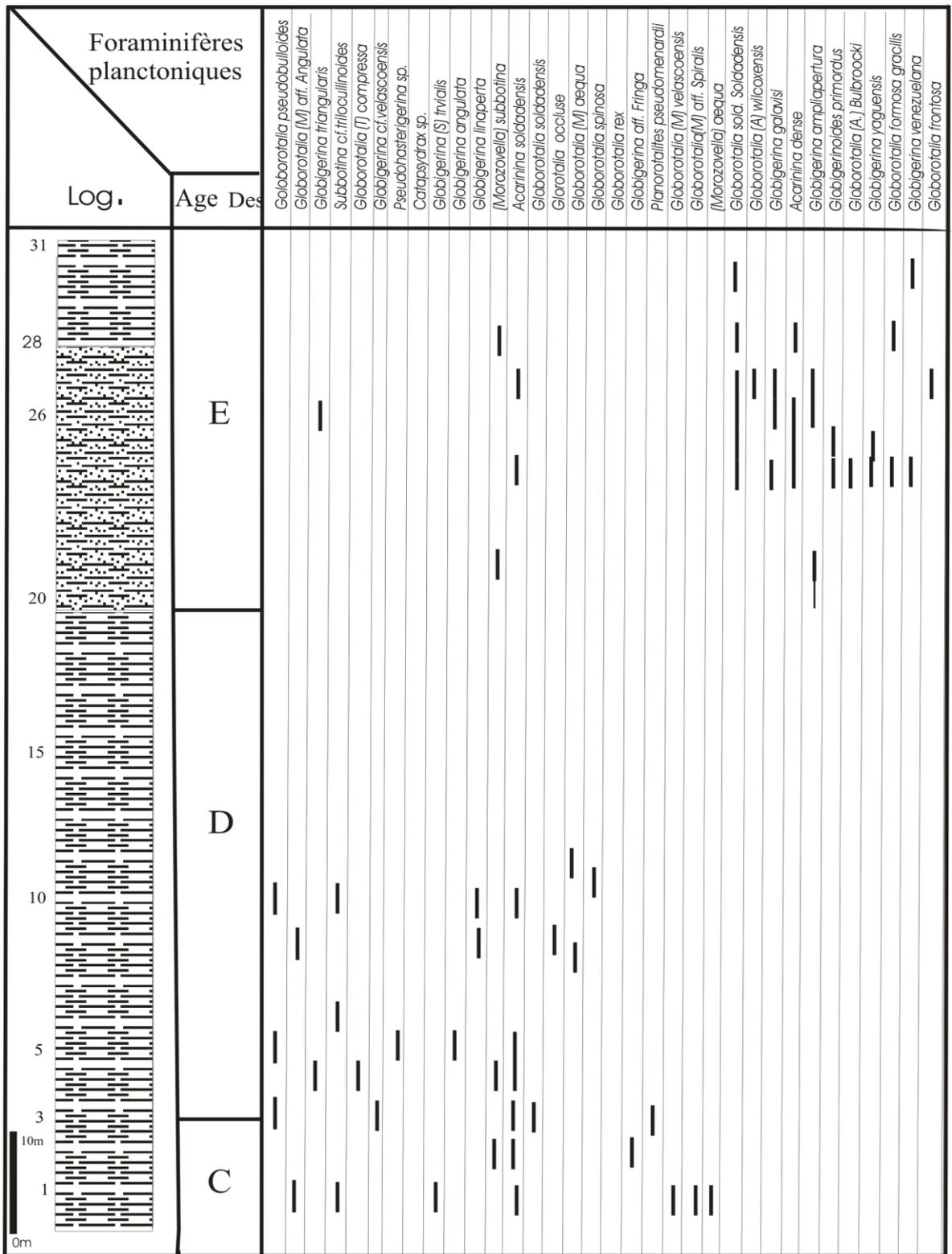


Fig. 26 : Répartition verticale des foraminifères planctoniques dans la coupe de Sidi Omar El Ayat.



**Fig. 27** : Photographie illustrant la présence des nodules de silex de l'Eocène inférieur (Yprésien).

Log.	Ec	Des	Lithologie	Age
	31	E	Marnes blanchâtres	Eocène inférieur
	28		Marnes sableuses	
	26	D	Marnes Bleues	Paléocène supérieur
	20			
15	C	Marnes bleues indurées	Paléocène moyen	
10				
5				
3				
1				

10m  
0

**Fig. 28** : Stratigraphie de la coupe de Sidi Omar el Ayat

En conclusion, l'étude biostratigraphique faite sur la base de l'analyse des foraminifères planctoniques permet de préciser l'existence des dépôts paléocènes et éocènes dans la coupe de Sidi Omar El Ayat (fig. 26). Toutefois l'impact des mouvements tectoniques est très prononcé et imprimé sur des formations à caractères plastiques par des hiatus de sédimentation. Une partie tronquée du Paléocène moyen, du Paléocène supérieur et de l'Yprésien ont pu être mis en évidence (fig. 26), toutefois il est à signaler la présence d'une zone de passage Paléocène-Eocène qui s'étend de l'échantillon n°13 au n° 19 est caractérisée par l'absence totale des foraminifères planctoniques et des ostracodes.

### 2.2.2. Coupe de Hammar Kleb :

**a- Localisation.** Cette coupe se situe à l'Est de la coupe de Sidi Omar el Ayat (Fig. 16) sur une distance de 10 kms. Cette formation est essentiellement marneuse avec des passées gréseuses; elle s'étend sur une épaisseur de 120 m. On distingue trois ensembles lithologiques. La faune livre une abondance de foraminifères planctoniques (Fig. 22) et pauvre en ostracodes (fig. 23) qui se limite à quelques niveaux.

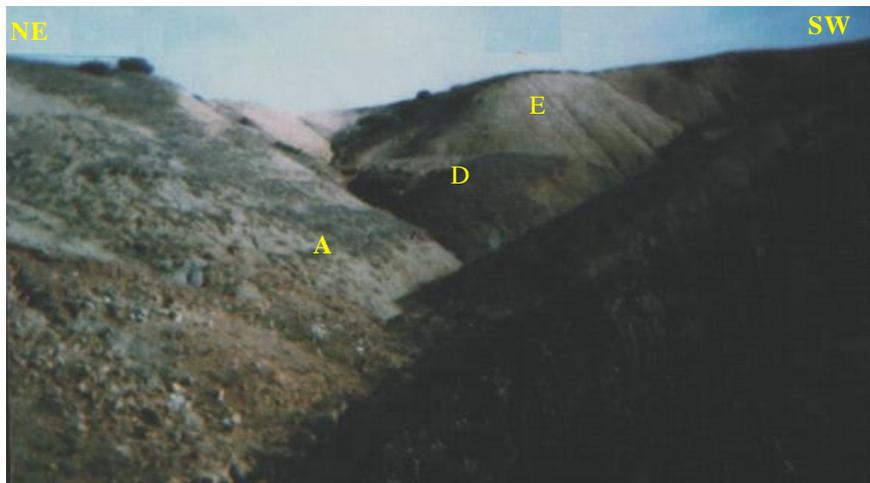
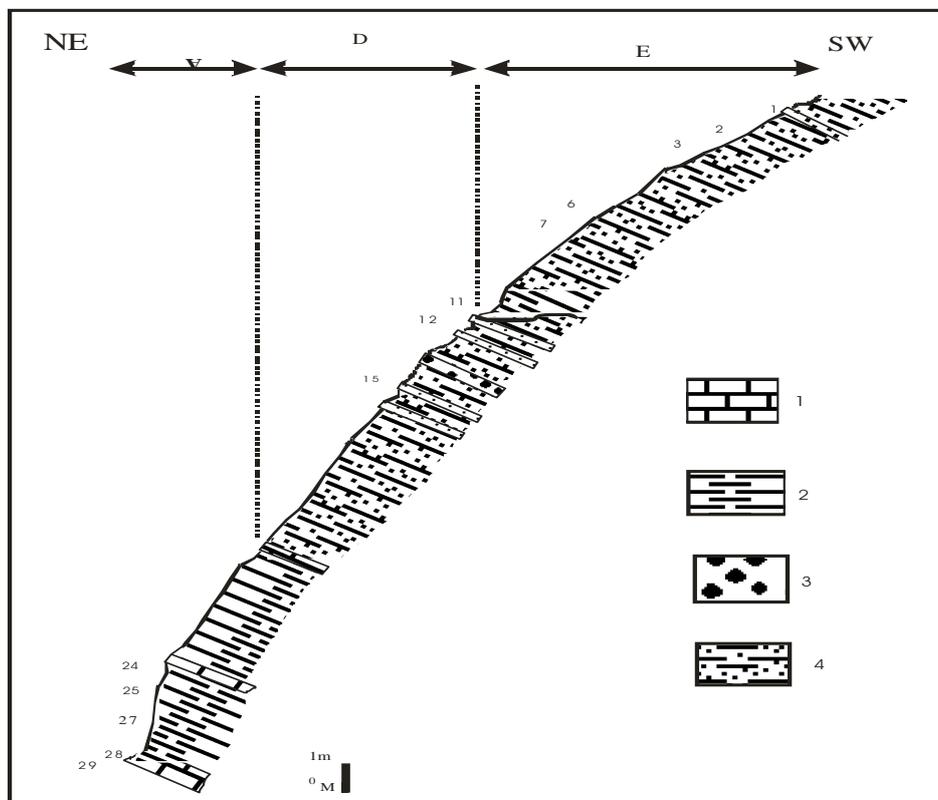


Fig. 29 : Photo de la coupe de Hammar El Kleb

**b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.** Elle comprend les ensembles suivants :

- **Ensemble A ; marnes grises.** Cet ensemble (Fig. 28) correspond à des dépôts marneux, parfois on voit apparaître quelques rares intercalations des bancs marno-calcaires jaunâtres, elle débute de l'échantillon n° 20 jusqu'au n° 29. Cette formation se termine par des dépôts marno-calcaires de couleur blanchâtre. Les foraminifères planctoniques recueillis sont : *Globotruncana arca*, (Pl. VI, fig. 1, 2), *Rugoglobigerina rugosa* (PL. VII, fig. 1, 2), *Hedbergella debrioensis*, *Globotruncana aegyptica*, *Globotruncana rosita*, *Globotruncana ventricosa*, *Globotruncana stuarti* (PL. VI, fig. 3, 4, 5), *Globotruncanella petaloides*, *Globotruncanita conica*, *Abathomphalus mayaroensis* (PL. VII, fig. 5), *Globotruncana contusa*.



**Fig. 30** : Coupe lithostratigraphique de Hammar el Kleb.

1 : Bancs de calcaire ; 2 : Marnes bleues indurées ; 3 : Bancs de calcaires à silex ; 4 : Marnes sableuses

- **Ensemble D ; marnes jaunâtres(40m).** Cet ensemble est constitué de marnes jaunes contenant quelques intercalations gréseuses. La présence des foraminifères planctoniques est marquée par l'association suivante (fig. 29) : *Acarinina soldadensis*, *Morozovella velascoensis*, *Subbotina triloculinoïdes*, *Globigerina (S) velascoensis*,

*Globorotalia* (M) *aequa*, *Globigerina* (eoglobigerina) *edita*, *Globigerina* (S) *trivialis*, *Globorotalia* (M) aff. *angulata*, *Subbotina* (M), *Globorotalia* (Ac) *wilcoxensis*, *Globorotalia* (T) *variata*, *Globorotalia* (T) *praecursoria*.

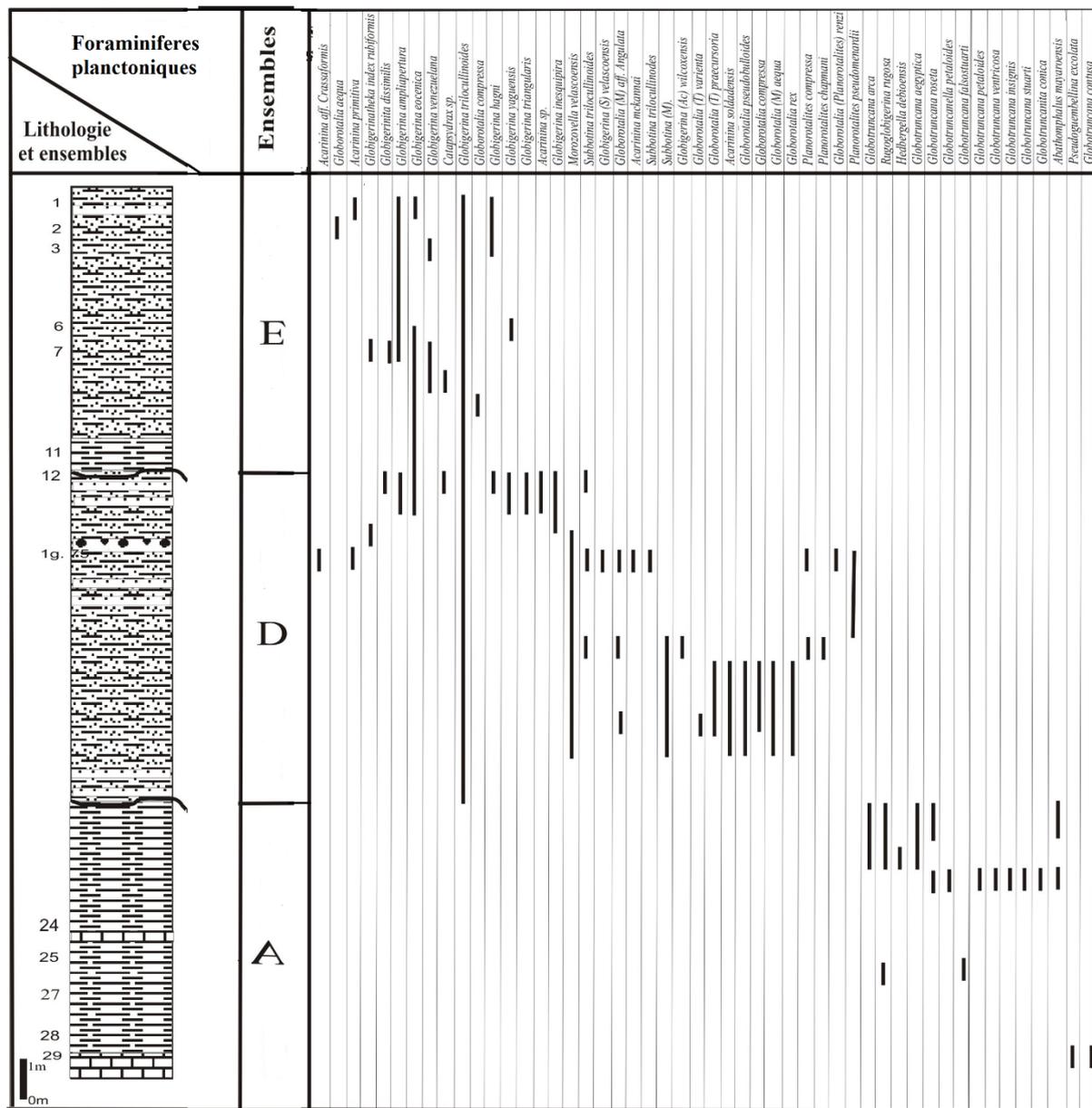


Fig. 31: Répartition verticale des foraminifères planctoniques dans la coupe lithologique de Hammar el Kleb

L'association des ostracodes (Fig. 23) comporte : *Krithe echolsae* (PL. V, fig. 5, 6), *Hermanites* aff. *alatus*, *Loculicytheretta* sp., *Paracypris jonesi* (PL. V, fig. 1, 2), *Cytherella* sp., *Cytherella* cf. *sergigensis*, *Bairdia crebra*, *Quadricythere* (H) *glyptica*, *Cytherella*

*transverse*, *Bairdia* sp. *Trachyleberidea* sp., *Krithe* cf. *luyensis*, *Cytherella consueta*, *Krithe* cf. *caudata*, *Hermanites* sp.1, *Krithe rocana*, *Muellerina* aff. *abyssicola*, *Xestoleberis* sp., *Cytherella lagenalis*, *Eucythere* sp., *Bairdia cymbula*, *Paracypris nigeriensis* (PL. V, fig. 7), *Cytheropteron* cf. *tricornis*, *Novocypris eocenacus*.

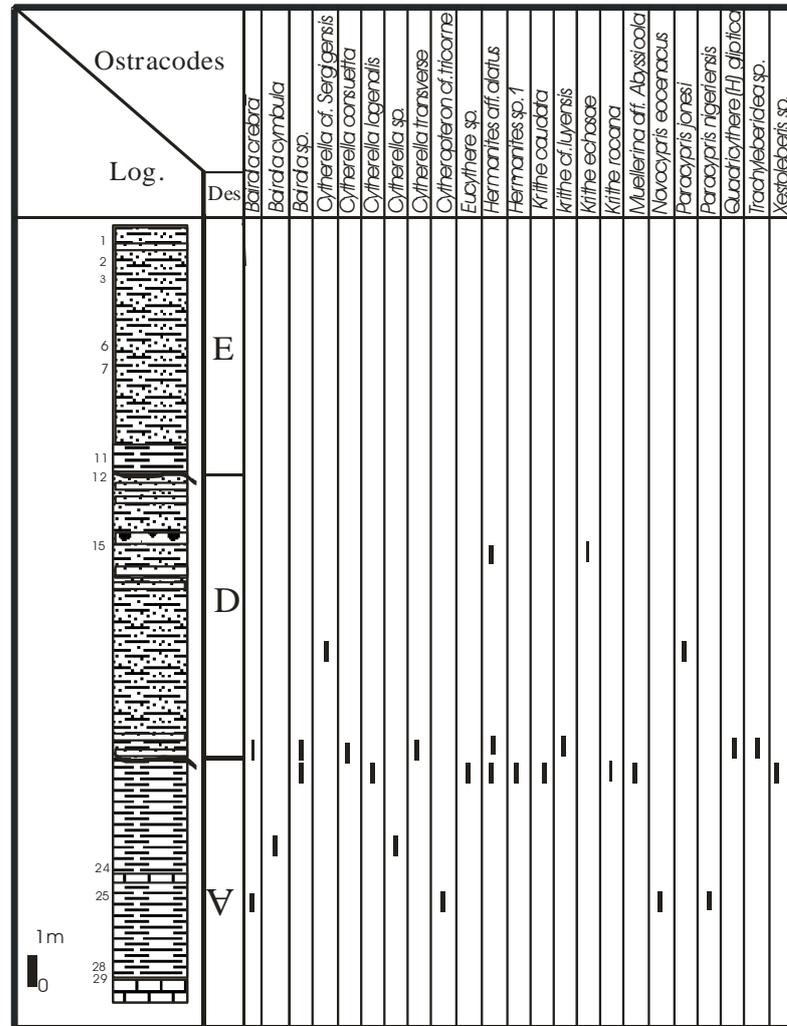


Fig. 32 : Répartition verticale des Ostracodes dans la coupe de Hammar el Kleb.

- **Ensemble E ; Marnes jaunes (50m)**. Séparée du Paléocène supérieur par un contact anormal, l'ensemble E correspond à des marnes sableuses de couleur jaunâtre marquées par la présence de rognons de silex (Fig. 33). Ces marnes jaunâtres deviennent plus blanchâtres et légèrement argileuses vers le sommet. L'association comporte : *Acarinina* sp., *Globigerina inesquipira*, *Globigerina eocenica*, *Globigerina venezualana* (PL. VII, fig. ), *Globigerina turgida*,

*Globigerina hagni*, *Globigerina yaguensis*, *Globigerina triangularis* (PL. IX, fig. 3), *Globigerinita dissimilis*, *Triangularis triloculinoides*.

**c- synthèse biostratigraphique et discussions.** La présence de l'association des foraminifères planctoniques (Fig. 29) ainsi que la présence d'*Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) (Ghliis, 1987) permet d'attribuer l'ensemble A au Crétacé supérieur (fig. 32). Cette association dans l'ensemble D ne permet pas d'individualiser les zones mais peut indiquer le Paléocène qui semblerait correspondre au biozone *Velascoensis*. En contre-partie, l'association des foraminifères planctoniques dans l'ensemble E a permis de mettre en évidence la partie basale de l'Eocène inférieur qui correspond à l'Yprésien allant de l'échantillon n°1 au n°12 (Fig. 32).



**Fig. 33** : Photographie illustrant la présence des nodules de silex dans la coupe de Hammar El Kleb

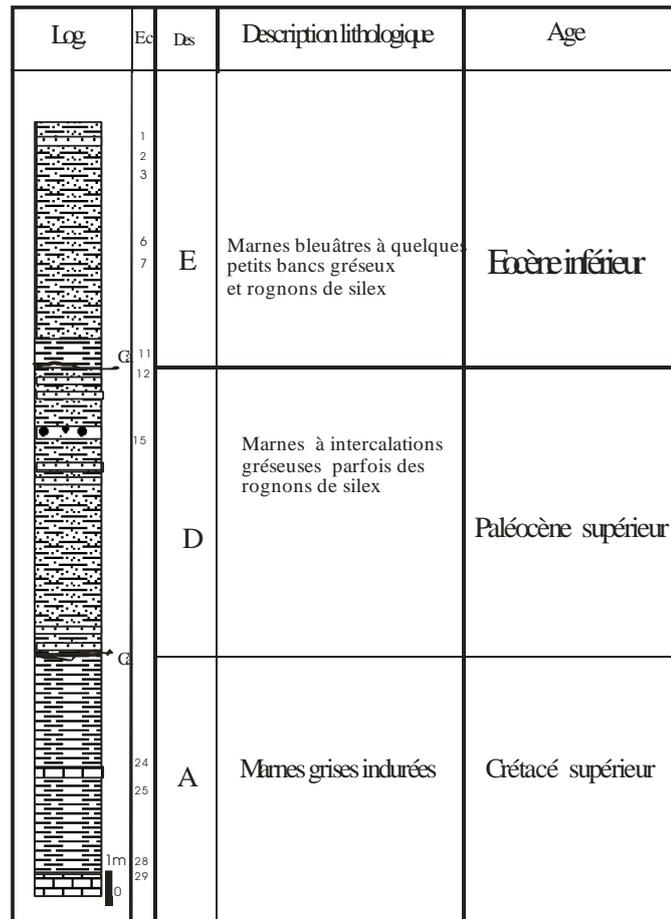


Fig. 34 : Stratigraphie de la coupe de Hammar el Kleb

### 2.3. Les affleurements dans la région de Béni Saf

Dans la région de Béni Saf à l'Ouest de la ville d'Ain Témouchent, une seule coupe significative a été levée.

**a- Localisation.** La coupe de Béni-Saf se situe au Nord de la Route Nationale qui relie Ain Temouchent et Béni-Saf (RN35), au niveau de châabat el Mekabra el Beida et au Sud de Koudiat es-Saad (Fig. 35). La coupe s'étend sur une épaisseur de 60 m ; elle débute par des dépôts marneux de couleur jaunâtre (éch. n°1 au n°4). A partir de l'échantillon n°4 s'intercale des bancs calcaires centimétriques (0,30m), parfois ferrugineux jaunâtres. Ces dépôts marno-calcaires passent à des calcaires blancs à silex à partir de l'échantillon n°10. La microfaune récoltée est très pauvre. Deux ensembles lithologiques ont été individualisés

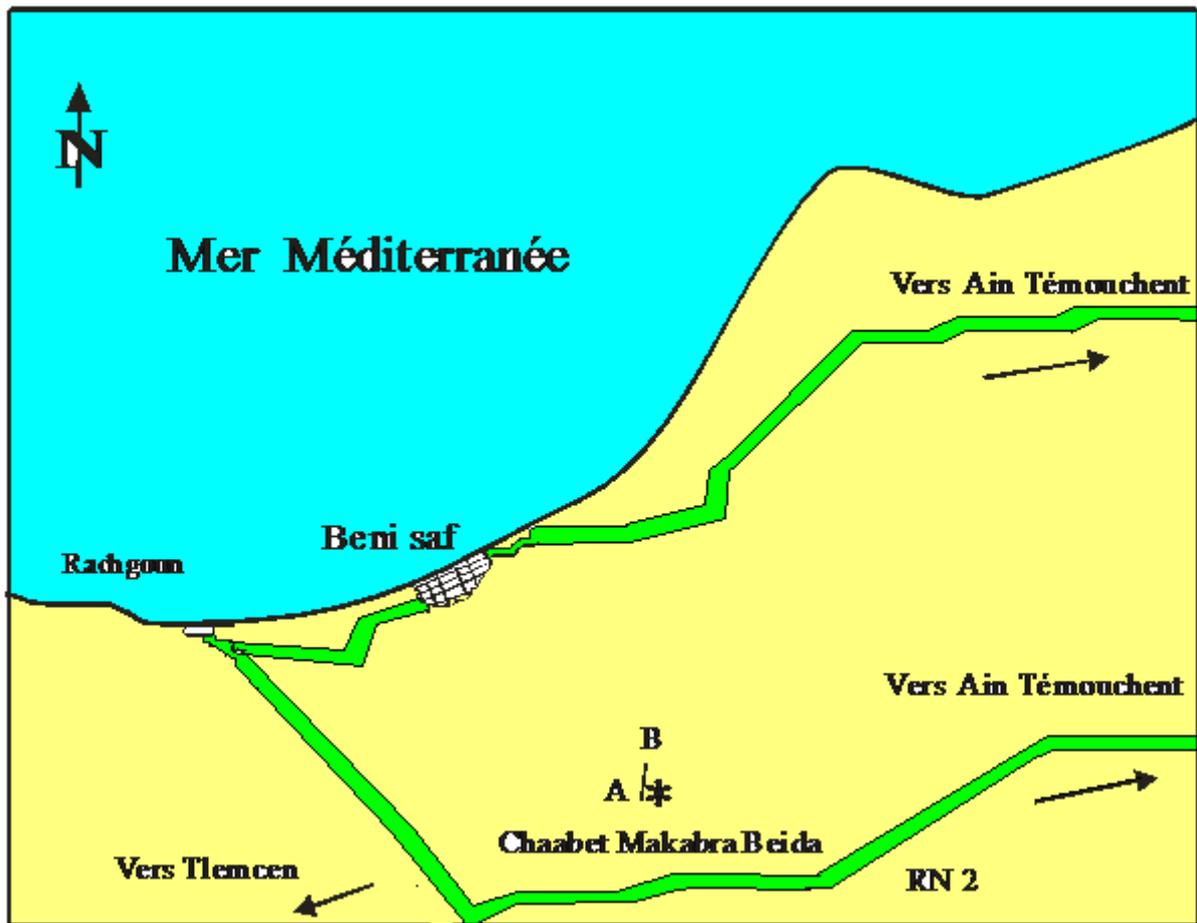
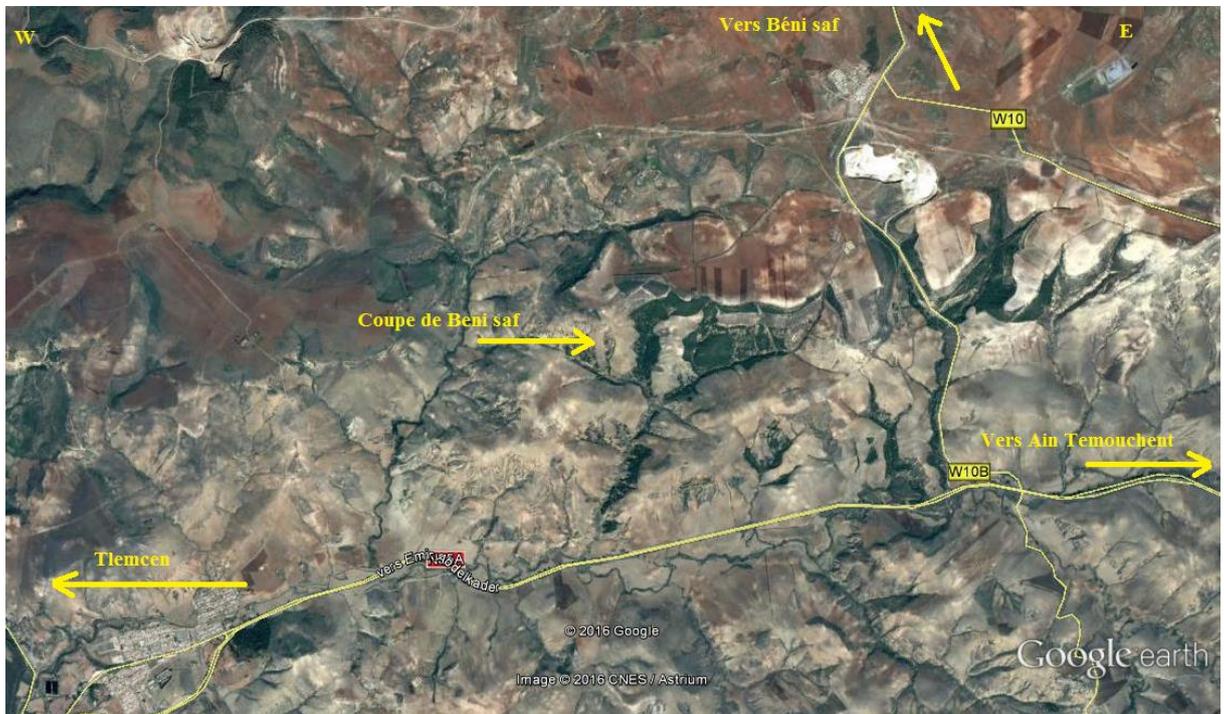


Fig. 35: Localisation géographique de la coupe de Béni-Saf. A-B (\*) : position de la coupe.

*b- Description lithologique et contenu micropaléontologique. Elle comprend les ensembles suivants :*

– *Ensemble A ; Marnes jaunâtres à intercalations marno-calcaires (13m).* L'ensemble débute par des marnes jaunâtres (éch. n°1 au n°4), marquées par l'absence totale de la microfaune (n°2-3). L'échantillon n°1 est caractérisé par l'abondance de la microfaune suivante (Fig.38) : *Rosita contusa*, *Globotruncanita conica*, *Globotruncana dupeblei*, *Abathomphalus mayaroensis* (PL. IX, fig. 1, 2), *Globotruncana marginata*, *Praeglobotruncana* sp., *Rugoglobigerina* sp. *Gcavela petaloide*, *Gcavela* cf. *pschadae*.

A partir de l'échantillon n°4 au n°9 viennent s'intercaler des bancs centimétriques marno-calcaires où on note l'absence des foraminifères et des ostracodes.



**Fig. 36** : Photographie satellitaire montrant le profil de la coupe de Béni Saf

– **Ensemble C ; Marnes jaunâtres à intercalations marno-calcaires (3m)**. Il s'agit d'une zone très réduite où réapparaissent les foraminifères planctoniques et les ostracodes (n°10-12). L'association comporte : *Subbotina pseudobulloides*, *Globorotalia* (T) *Pseudobulloides*, *Globorotalia* (T) *praecursoria*, *Acarinina soldadensis*, *Subbotina triloculinoïdes*, *Globorotalia angulata*, *Globorotalia compressa*, *Globorotalia aequa* (PL. VIII, fig. 6), *Globorotalia* (M) *lensiformes*.

-**Ensemble E ; Calcaires blanchâtres à silex**. Reposant en contact anormal sur les marnes jaunâtres ; cet ensemble débute par un faciès calcaire caractérisé par la présence de quelques rognons de silex. La microfaune est très pauvre ; il s'agit d'une zone marquée par une réduction notable voire l'absence presque totale de foraminifère planctonique. Seuls deux espèces ont été

décrites vers le sommet de cette formation (Fig. 38) : *Globigerina inesquipira*, *Globorotalia* (T) *varianta*.

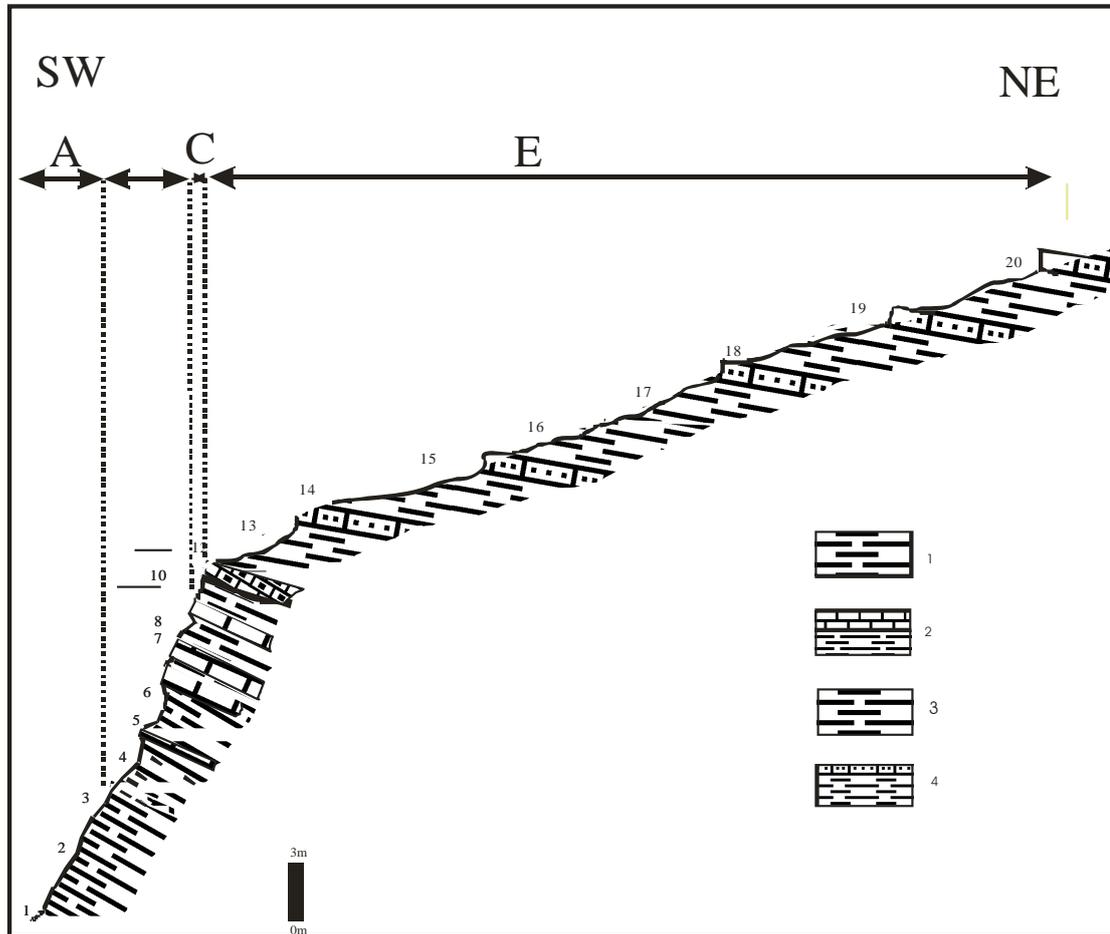


Fig. 37 : Coupe lithostratigraphique de Béni-Saf

A l'inverse, la présence des ostracodes semble être plus importante dans ce niveau (Fig.38) : *Abyssocypris* sp., *Bairdia* aff. *crebra* (PL.II, fig. 1), *Bairdia* sp., *Bythocypris* sp. (PL.II, fig. 4, 5), *Cardiobairdia* cf. *ouedrmerensis* (PL.IV, fig. 1), *Cytherella* cf. *gamardensis*, *Cytherella* sp., *cytheropteron* sp., *Krithe* cf. *solomoni*, *Krithe echolsae*, *Loculicytheretta* sp., *Neonesidea* sp., *Paracypris* sp., *Phacorhabdotus* aff. *Subtridentus* (PL.III, fig. 3), *Pontocyprrella recurva*, *Pontocypris negeriensis*, *protobuntonia numidica* (PL. V, fig. 3), *Trachyleberidea* (PL.I, fig. 1), *Xestoleberis* sp (PL.I, fig. 7).

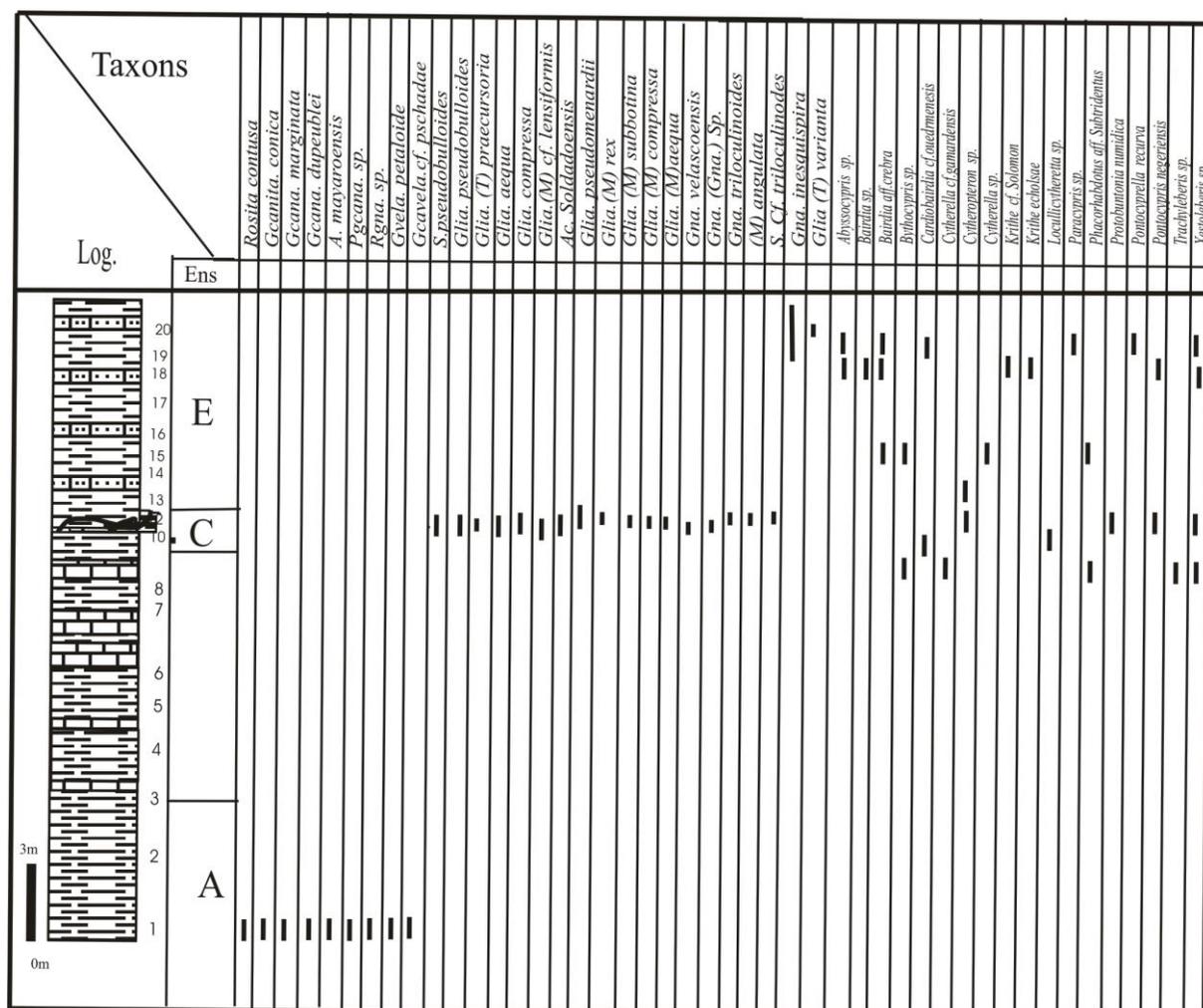


Fig.38 : Répartition verticale des foraminifères planctoniques et des ostracodes dans la coupe de Béni-Saf.

**c- Discussions et synthèse biostratigraphique.** L'association des foraminifères planctoniques récoltée au niveau de l'échantillon n°1 permet d'attribuer les marnes jaunâtres au sommet du Crétacé (Fig.27). L'absence de la microfaune (foraminifères planctoniques et ostracodes) depuis l'échantillon n°3 au n°9 ne permettant pas de définir la limite supérieure de la zone à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2)(Fig.28). Celle récoltée dans l'ensemble C, est très importante. Elle indique une partie tronquée de l'ensemble C correspondant au Paléocène supérieur. Ce niveau relie une zone sans ostracodes ni foraminifères planctoniques se trouvant

plus bas à l'Eocène inférieur. Egalement l'association des foraminifères ne permet pas de distinguer entre les biozones du Paléocène supérieur et le début de l'Yprésien (Fig. 39).

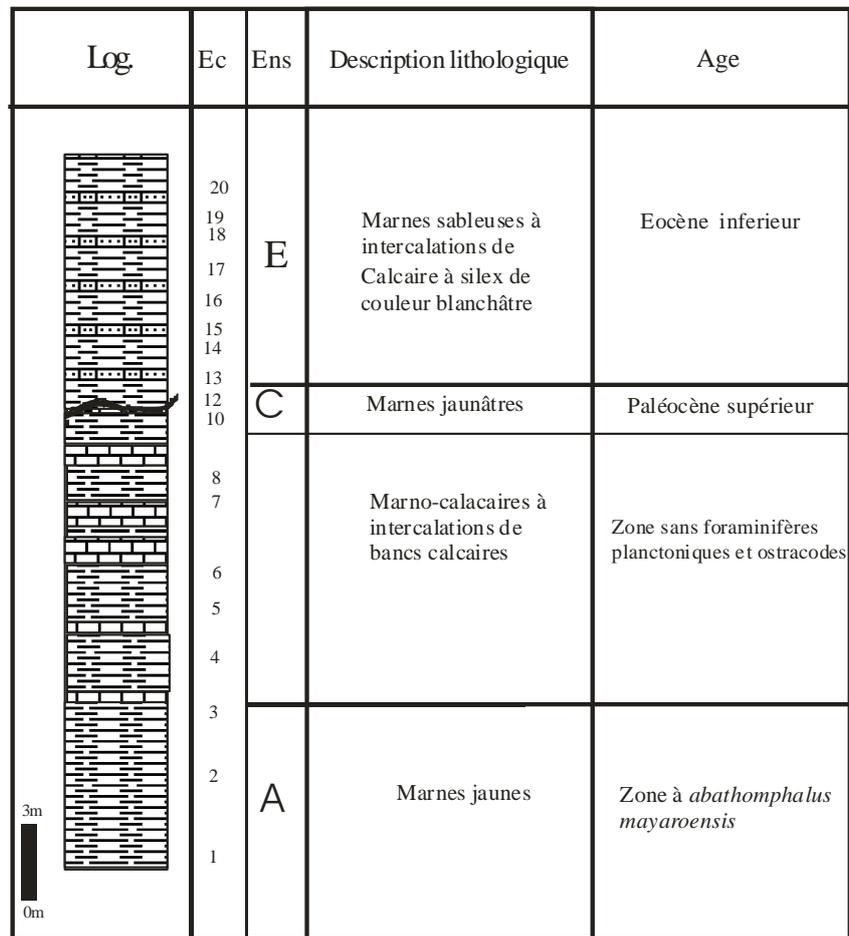


Fig. 39 : Biostratigraphie de la coupe de Béni Saf

## 2.4. Les affleurements dans la région d'Oran

**a- Localisation.** La coupe de Sidi Hammadi est située sur la route reliant Boutlélis à El-Ançor (RW20). Au niveau du kilomètre 26 (Fig. 29), il s'agit des affleurements géologiques confus où affleure un pointement de l'Unité sénonienne caractérisé par des marnes jaunâtres sableuses.

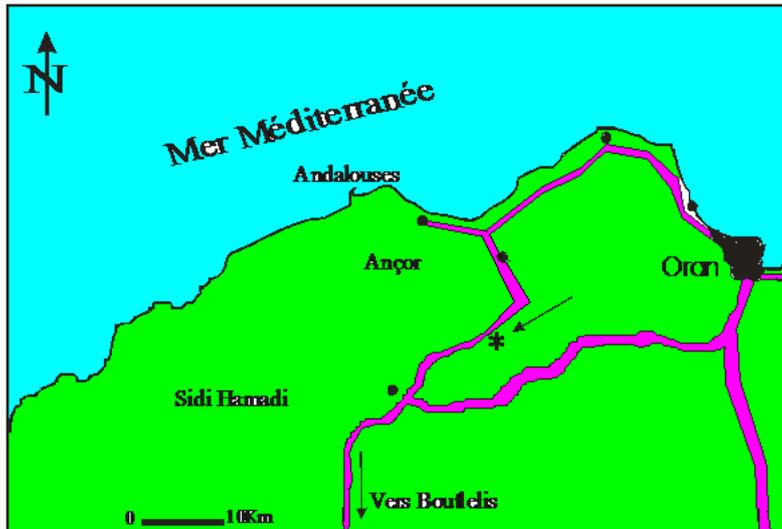


Fig. 40 : Localisation géographique de la coupe de Sidi Hammadi. (\* Position de la coupe)

Deux ensembles ont été individualisés (Fig. 30) à partir des associations de foraminifères planctoniques (Fig.31).



Fig. 41 : Photographie satellitaire montrant la coupe de Sidi Hammadi

***b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.*** Elle comprend les ensembles suivants :

- **Ensemble D ; Marnes gréseuses.** Cet ensemble est composé de marnes jaunâtres à intercalations de bancs massifs de grès évoluant à des marnes admettant de petits bancs gréseux. L'association de foraminifères planctoniques recueillie dans ces dépôts comprend : *Subbotina triloculinoïdes*, *Globorotalia pseudobulloïdes* (PL.IX, fig. 4), *Globorotalia* cf. *pseudobulloïdes*, *Globorotalia compressa*, *Globorotalia* cf. *triloculinoïdes*, *Globorotalia* (M) *aequa*, *Globorotalia* (A) *esnaensis*, *Globorotalia* (M) aff. *angulata*, *Gna inaequispira*. Les ostracodes sont rarissimes et très mal conservées et siliceuses (Fig. 41).

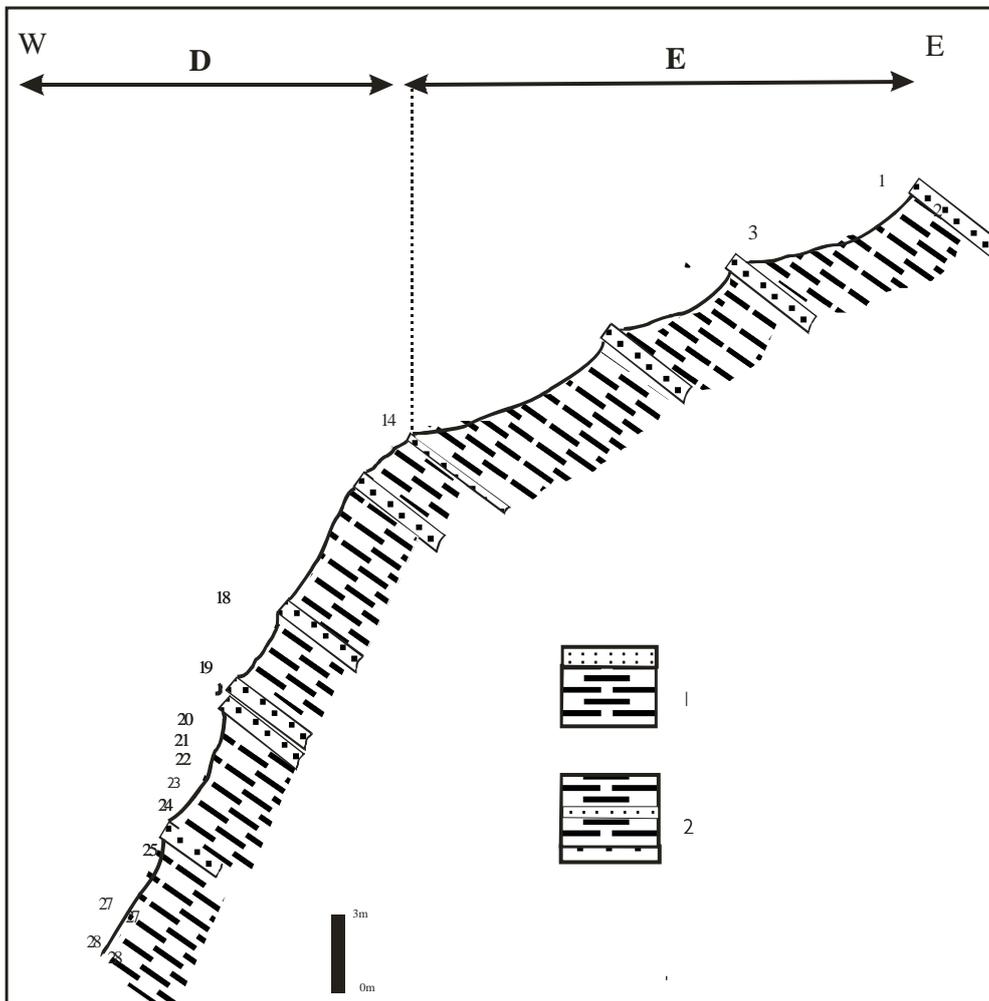


Fig. 42 : Coupe lithostratigraphique de Sidi Hamadi

- **Ensemble E ; Marnes jaunâtres.** Cet ensemble correspond à des dépôts de marnes sableuses avec des intercalations de bancs gréseux d'ordre centimétrique avec de rares rognons de silex. La microfaune récoltée est très faiblement représentée au niveau des échantillons n°2 et n°3.

L'association des foraminifères planctoniques comprend (Fig.41) : *Globigerina pseudoeoceana pseudoeoceana*, *Globigerina inequispira*, *Globigerina (S) sp.2*, *Globigerina velascoensis*, *Acarinina soldadoensis*, *Acarinina primitive*, *Globigerina yaguensis*, *Globorotalia rex*, *Globorotalia aequa*.

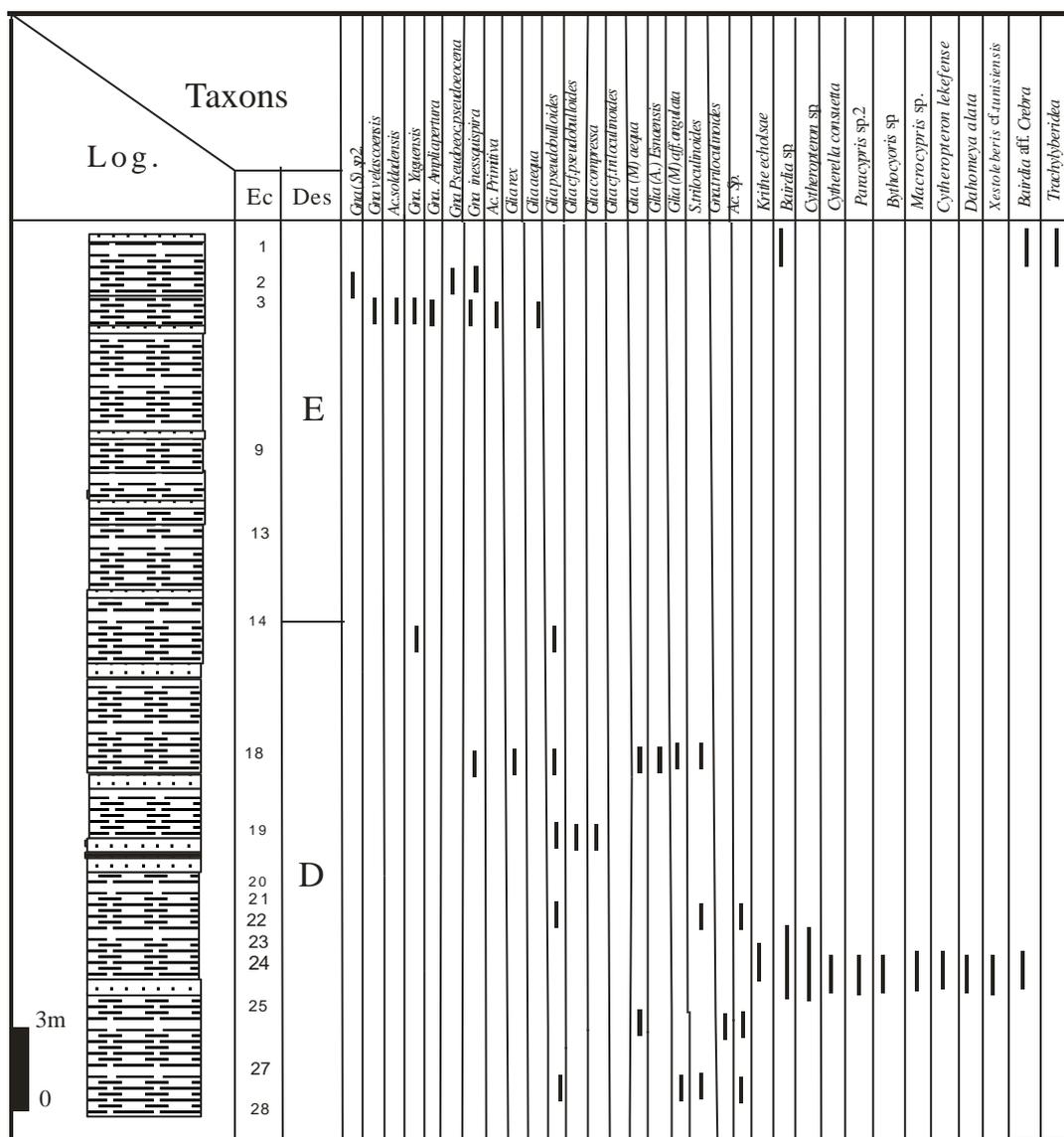


Fig. 43 : Répartition des foraminifères planctoniques et des ostracodes de la coupe de Sidi Hamadi (NB. Les échantillons sont inversés à cause de l'inversement de la coupe).

Le premier niveau montre des ostracodes très mal conservées et difficilement identifiables, caractérisées par l'association suivante : *Bairdia* sp.1, *Bairdia* aff. *crebra*, *Trachyleberidea* sp. (Fig. 41).

**c- synthèse biostratigraphique et discussions.** L'association des foraminifères planctoniques récoltés dans l'ensemble D indique une partie supérieure du Paléocène. Les dépôts de marnes sableuses à bancs gréseux renferment parfois des rognons de silex et ont fourni dans les premiers échantillons une association de foraminifères planctoniques permettant d'attribuer un âge Eocène inférieur (Yprésien) (Fig. 42).

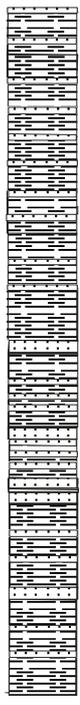
Log	Ec	Ens	Lithologie	Age
	1	E	Marnes jaumâtres avec intercalations de petits bancs gréseux	Eocène inférieur
	3			
	9			
	13			
	14			
	19			
	D		Marnes sableuses avec intercalations gréseuses importantes	Paléocène supérieur

Fig. 44 : Stratigraphie de la coupe de Sidi Hamadi

*Troisième chapitre*

**SYNTHESE BIOSTRATIGRAPHIQUE**

*Troisième chapitre*  
**SYNTHESE BIOSTRATIGRAPHIQUE**

## **1. Biozonation et stratigraphie**

### **1.1. Crétacé supérieur**

**1.1.1. Zone à *Abathomphalus mayaroensis*.** Elle correspond à l'étendue de cette espèce où sa limite supérieure correspond à la disparition des *Globotruncana* et l'apparition des premières *Globigerines* (Bellier, 1983). Cette zone est attribuée au Maestrichtien terminal ; elle a été définie dans les coupes suivantes : coupe de l'Aïn Tafekhsist (Fig. 12), village Tessala (Fig. 16), Sidi El Bahri (Fig. 20), Hamar El Kleb (fig. 31) et Béni Saf (Fig. 38).

Cette biozone est équivalente à celles définies par les prédecesseurs (Bolli, 1957 ; Pessagno, 1967 ; Postuma, 1971 ; Barr, 1972 ; Saïd, 1978 ; Wonders, 1980 ; Ghlis, 1987).

Cette zone à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) marque le passage entre le Crétacé supérieur et le Paléocène inférieur repéré dans l'ensemble A des coupes de l'Aïn Tefekhsist (Fig. 13), du village Tessala (fig. 17) et de Sidi El Bahri (fig. 21) de Hammar El Kleb (Fig. 34) et de Beni Saf (Fig. 39). La coupe de Béni Saf indique une zone d'extinction en foraminifères planctoniques et en ostracodes.

## 1.2. Paléocène inférieur

**1.2.1. Zone à *Globorotalia pseudobulloides*.** Elle correspond à la zone d'extension du marqueur, comprise entre l'apparition du taxon de zone et l'apparition de *Globorotalia angulata* (Bolli *et al.* 1962). Elle est définie dans les deux coupes (Bouزيد, 1993) qui se situent dans la région de Sidi Bel-Abbès, la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Fig. 13) et de Tessala village (Fig. 17). La limite inférieure est caractérisée par la disparition des *Globotruncana* et d'*Abathomphalus mayaroensis*. Vers le sommet de ce biozone, les espèces appartenant aux genres *Globigerina* et *Globorotalia* se développent. Ce biozone est attribué au Danien inférieur (Bolli *et al.* 1962). Elle est l'équivalent de la biozone à *Globigerina édita* (Feinberg, 1978), à *Globigerina trinidadensis* (Hillerbrandt, 1974), à *Globigerina pseudobulloides* et à *Globigerina trinidadensis* (Bolli *et al.* 1962). Elle correspond aussi à (i) P 1B de Blow (1969) ; (ii) la zone P1 de Berggreen (1970), (iii) la zone à *Globigerina pseudobulloides* p.p. (Berggreen, 1970) et enfin à (iv) la zone à *Globigerina daubjergensis* (Postuma, 1971)

**1.2.2. Zone à *Globorotalia trinidadensis*.** Cette zone est définie par l'étendue du marqueur; sa limite inférieure correspond à l'apparition de *Globorotalia trinidadensis*, la limite supérieure étant marquée par la disparition de *Globigerina daubjergensis* et l'apparition de *Globorotalia uncinata*. Ce biozone est connue au niveau de la coupe de Aïn Tefekhsist (Fig. 13). Elle correspond : à la zone de Bolli *et al.* 1962 ; à P 1C de Blow (1969) ; à la zone à *Globigerina trinidadensis* de Hillerbrandt (1974) et de Feinberg (1978).

## 1.3. Paléocène moyen

La coupe de Sidi Omar El Ayat présente des dépôts d'âge Paléocène moyen, l'association faunique ne permet pas de subdivision biozonale. Seule la coupe de l'Aïn Tefekhsist où l'association faunique permet le découpage suivant.

**1.3.1. Zone à *Globorotalia pusilla*.** C'est la zone marquée par l'étendue du marqueur ; sa limite supérieure est indiquée par la disparition de *Globorotalia pusilla* et l'apparition de *Globigerina*

*triangularis* (Hillerbrandt, 1974) (Fig. 12). Cette zone correspond à la partie inférieure de l'ensemble lithologique C appartenant à la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Fig. 13). Ce biozone correspond aux zones des auteurs suivants : Bolli & Cita *et al.* (1962), Blow (1969): P 3B; Berggreen (1970), Hillerbrandt (1974), Feinberg (1978) : *Globorotalia conicotruncana*.

**1.3.2. Zone à *Globorotalia* (M) *angulata*.** Cette zone est définie par l'apparition de *Morozovella* (M) *angulata* ; sa limite supérieure est indiquée par la disparition de *Globorotalia pseudobulloides* et l'apparition de *Globorotalia pusilla* (Bolli, 1966). Elle correspond au Paléocène moyen (partie supérieure de l'ensemble lithologique (C) défini dans la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Fig. 12) (Bouزيد, 1993). Elle est équivalente à la zone à *Globorotalia praecursoria* (Feinberg, 1978) décrite au Maroc et en Espagne par Steinforth *et al.* (1975). Elle correspond à la zone P3 A (Blow, 1969).

## 1.4. Paléocène supérieur

Les dépôts du Paléocène supérieur sont signalés dans les coupes de l'Aïn Tefekhsist, Sidi Omar El Ayat, Hammar El Kleb et Tessala Village. Ces dépôts présentent parfois des troncatures. En général, l'étude des associations de foraminifères planctoniques ne permet pas un découpage détaillé sauf dans la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Bouزيد, 1993) où la série semble être en continuité, ce qui permet ainsi de définir les deux biozones du Paléocène supérieur :

**1.4.1. Zone à *Globorotalia pseudomenardii*.** Cette zone est caractérisée par l'étendue stratigraphique de *Globorotalia pseudomenardii*, mais aussi par la disparition de *Globorotalia pusilla* (limite inférieure). Sa limite supérieure est marquée par la disparition de *Globigerina triloculinoïdes*, de *Globorotalia angulata* et de *Globorotalia Mc kannai*. Elle est représentée par les marnes sableuses de l'ensemble D appartenant à la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Fig. 12) (Bouزيد, 1993). Ce biozone est attribuée à la partie basale du Paléocène supérieur. Elle est l'équivalent des biozones décrits par Bolli *et al.* (1962) ; Blow (1969): P4 ; Hillerbrandt (1974) ; Feinberg (1978).

**1.4.2. Zone à *Globigerina cf. velascoensis*.** La limite inférieure est indiquée par la disparition de *Globorotalia pseudomenardii* et de *Globorotalia mc. kannai*. Par ailleurs, la disparition de

*Globorotalia triangularis* et l'apparition d'*Acarinina soldadoensis* indiquent la limite supérieure dans la coupe de l'Aïn Tefekhsist et du Village Tessala (Fig. 12, 17)(Bouزيد, 1993).

Cette zone correspond à la biozone à *Globorotalia velascoensis* (Fig. 12) décrites par Bolli *et al.* (1962) ; Blow (1969) P 5 et P 6A ; Hillerbrandt (1974) ; Feinberg (1978).

Le passage entre le Paléocène supérieur et l'Eocène est marqué par une extinction massive des foraminifères planctoniques et une diminution notable voire-même l'absence totale des ostracodes constatée dans les coupe de Sidi Hammadi, Sidi Omar El Ayat, Hammar El Kleb, ce qui corrobore avec d'autres coupes dans les cordillères bétiques (Espagne) (Guernet et Molina, 1997). Ce phénomène serait lié à une hausse brutale de température (Ortiz, 1994).

## 1. 5. Eocène inférieur :

Les dépôts de l'Eocène inférieur sont indiqués dans les coupes de Béni-Saf, Sidi Omar El Ayat, Hammar El Kleb, Sidi Hammadi et du Village de Tessala. Ces dépôts correspondent à des ensembles lithologiques discontinués.

**1.5.1. Zone à *Globorotalia* (M) *aragonensis*.** La définition de cet biozone correspond par l'apparition de *Globorotalia* (Morozovella) *aragonensis*. La limite inférieure correspond à la disparition de *Globigerina velascoensis*. Sa limite supérieure n'a pu être définie à cause des perturbations tectoniques. Elle est décrite dans l'ensemble E de la coupe du Village Tessala (Fig. 17) et attribuée à l'Eocène inférieur (Bouزيد, 1993).

## 1.6. Eocène supérieur :

**1.6.1. Zone à *Globorotalia cerroazulensis* (?).** Seule la coupe de Sidi El Bahri à Sidi Bel Abbes (fig. 21) montre les dépôts éocènes qui indique la présence du biozone à *Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis* et est définie à partir de l'association des espèces suivantes : *Globigerina venezualana*, *Gna. hagni*, *Gna. linaperta*, *Gna. galavisi*, *Gna. eocaena*, *Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis* et *Glia. cerroazulensis pomeroli*, récoltées dans

les marnes sableuses appartenant à l'ensemble F de la coupe de Sidi El Bahri. Ce biozone peut être corrélée à celle défini par les auteurs [Blow \(1969\)](#) : P 16-P 17 ; [Tourmakine & Bolli \(1970\)](#) ; [Bolli \(1972\)](#) ; [Hillerbrandt \(1974\)](#).

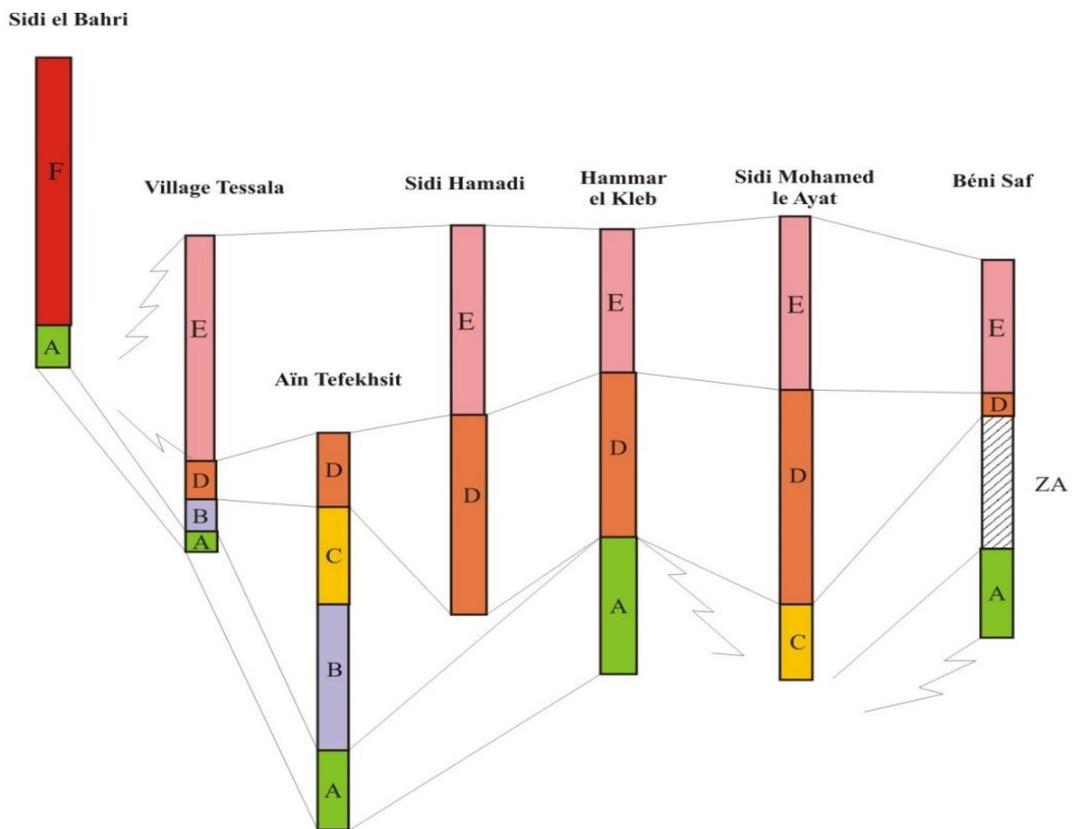
<b>Etage</b>	<b>Lithologie (Ensemble)</b>	<b>Zonation et synthèse biostratigraphique</b>
Eocène sup.	F	Zone à <i>Globorotalia cerroazulensis</i>
Eocène inf.	E	Zone à <i>Globorotalia (M) Aragonensis</i>
Paléocène sup.	D	Zone à <i>Globorotalia cf. velascoensis</i>
		Zone à <i>Globorotalia pseudomenadii</i>
Paléocène moy.	C	Zone à <i>Globorotalia pusilla</i>
		Zone à <i>Globorotalia (M) angulata</i>
Paléocène inf.	B	Zone à <i>Globorotalia trinidensis</i>
		Zone à <i>Globorotalia pseudobulloides</i>
Crétacé sup.	A	Zone à <i>Abathomphalus mayaroensis</i>

**Fig. 45 a:** Tableau récapitulatif montrant les zonations et synthèse biostratigraphique dans l'Oranie (sans échelle).

## 2- Conclusions et synthèse biostratigraphique

Les sept coupes prélevées montrent plusieurs lacunes de sédimentation ainsi que des renversements de séries ce qui semble être liés incontestablement à des phénomènes tectoniques et qui ne permet pas de mettre en évidence toutes les biozones de foraminifères planctoniques (fig. 45).

L'analyse biostratigraphique de la coupe de Sidi Omar El Ayat ne permet pas une délimitation des biozones, seule une partie du Paléocène moyen (sans limite inférieure), le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur ont pu être reconnus.



**A** : Marnes bleues inférieures ; **B** : Marnes bleues médians ; **C** : Marnes bleues supérieure ;  
**D** : Marnes sableuses ; **E** : Calcaires marneux à silex ; **F** : Marnes gréseuses ; **ZA** : Zone azoïque

**Fig. 45 B.** Corrélations des sept coupes étudiées dans l'Ouest algérien.

Le même cas de figure est observable dans la coupe de Hammar El Kleb avec une zone de passage sans ostracodes et sans foraminifères planctoniques entre le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur.

La coupe de Béni Saf indique une partie supérieure du Crétacé supérieur suivie d'une zone sans ostracodes et sans foraminifères planctoniques en contact anormal avec le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur.

La coupe de Sidi Hammadi montre une partie du Paléocène supérieur et de l'Eocène inférieur ainsi qu'une zone de passage caractérisée par l'absence des ostracodes et des foraminifères planctoniques.

Le Paléocène est très bien représenté dans la coupe de l'Aïn Tefekhsist qui montre une suite plus ou moins continue avec très peu de biozones manquants. L'analyse biostratigraphique des marnes bleues supérieures (Ensemble C) de l'Aïn Tefekhsist d'âge paléocène moyen révèle une lacune sédimentaire, correspondant à l'absence de la biozone à *Globorotalia inconstans* / *Globorotalia uncinata* (Hillerbrandt, 1974). Cette coupe est renversée, ce qui a été également proposé par Fenet (1975). La fin du Paléocène supérieur montre une réduction notable des ostracodes et des foraminifères planctoniques qui sera probablement le début de la zone de passage.

Dans la coupe du village Tessala, l'absence des biozones à *Globorotalia marginidendata* et à *Globorotalia lensiformis* (Ensemble D) marquée et influencée par la présence des gypses triasiques, mettant en contact anormal les biozones *Globigerina* cf. *velascoensis* et *Globorotalia* (M) *aragonensis*. D'autres contacts anormaux observés sur le terrain, encadrant l'ensemble E (marno-calcaire) d'âge éocène inférieur correspondent à l'absence de deux biozones à *Globorotalia palmerae* et à *Globorotalia caucasia* (Fig. 16). La succession des biozones mise en évidence dans la coupe du village Tessala est renversée, ce qui confirme la proposition de Fenet (1975) concernant le renversement de la série.

La mise en évidence uniquement des seuls ensembles A (biozone à *Abathomphalus mayaroensis*) et F (biozone à *Globorotalia cerroazulensis*) dans la coupe de Sidi El Bahri

(fig.18) et leur datation démontrent clairement l'existence d'un hiatus entre le Crétacé supérieur et l'Eocène supérieur qui est dû indubitablement à des phénomènes tectonique

L'ensemble de ces observations confirment les résultats de Fenet (1975) en Oranie (Algérie occidentale). Elles constituent un argument majeur en faveur de l'allochtonie (Mattauer, 1958 ; Polvèche, 1960 ; Fenet, 1975 ; Guardia, 1975). Les corrélations sont plus aisées avec les dépôts du domaine des pays Basco-cantabriques où des lacunes d'affleurements et des perturbations tectoniques ne permettent pas d'observer une bioséquence stratigraphique complète du Paléocène (Plaziat *et al.* 1975 ; Oruee-Etxebarria *et al.*, 1984 a-b ; Orue Etxebarria et Lamolda, 1985).





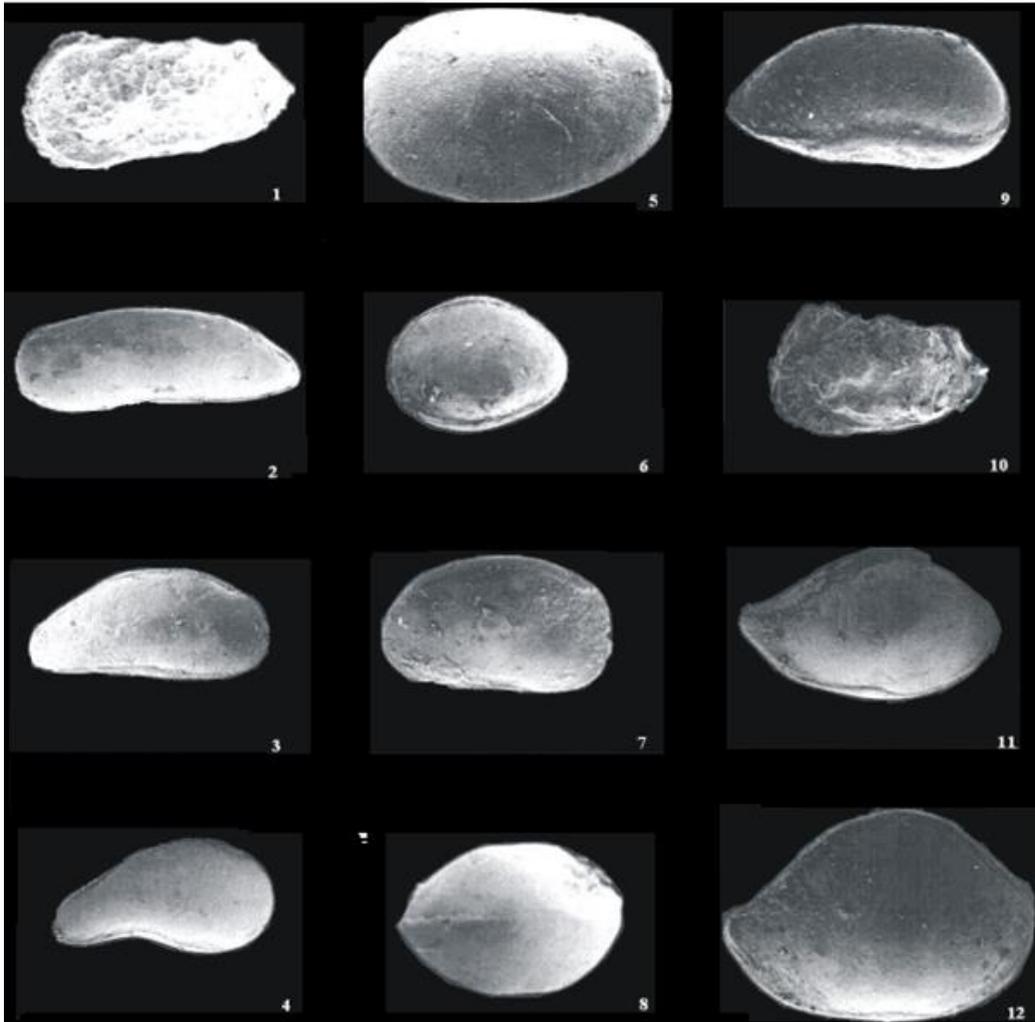


Fig. 1 - *Trachyleberidea* sp. BOWEN, 1955, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 54, Crétacé supérieur, zone à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2)(x80). Fig. 2 - *Macrocypris* sp. SALAHI, 1966, Coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 48, Paléocène inférieur, zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x60). Fig. 3 - *Paracypris* sp.1, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49, Paléocène inférieur, zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x80). Fig. 4 - *Paracypris* sp.2, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49, Paléocène inférieur, Zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x80). Fig. 5 - *Cytherella consueta* DELTEIL, 1964, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 60, Omar el Ayat et Hammar el Klab, Crétacé supérieur-Eocène (x80) forme adulte. Fig. 6 - *Cytherella consueta* DELTEIL, 1964, coupe de Aïn Tefekhsist, niveau 55, Crétacé supérieur-Eocène, zone à *Abathomphalus mayarensis* (x100) forme larvaire. Fig. 7 - *Xestoleberie* sp.1, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49, Paléocène inférieur, zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x70). Fig. 8 - *Xestoleberis* sp.2, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49, vue dorsale, Paléocène inférieur, zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x150). Fig. 9 - *Pontocyprilla* cf. *recurva* ESKER, 1968, coupe de Aïn Tefekhsist, niveau 49, Paléocène inférieur, zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x160). Fig.10 - *Abyssocythere* sp., coupe de Aïn Tefekhsist, niveau 19, Paléocène moyen, zone à *Globorotalia (m) angulata* (x80). Fig.11 - *Bairdia* sp.2, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49, Sidi Omar el Ayat, Paléocène, zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x80). Fig.12 - *Bairdia* sp.1, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49, Paléocène inférieur, zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x80).

## PLANCHE II

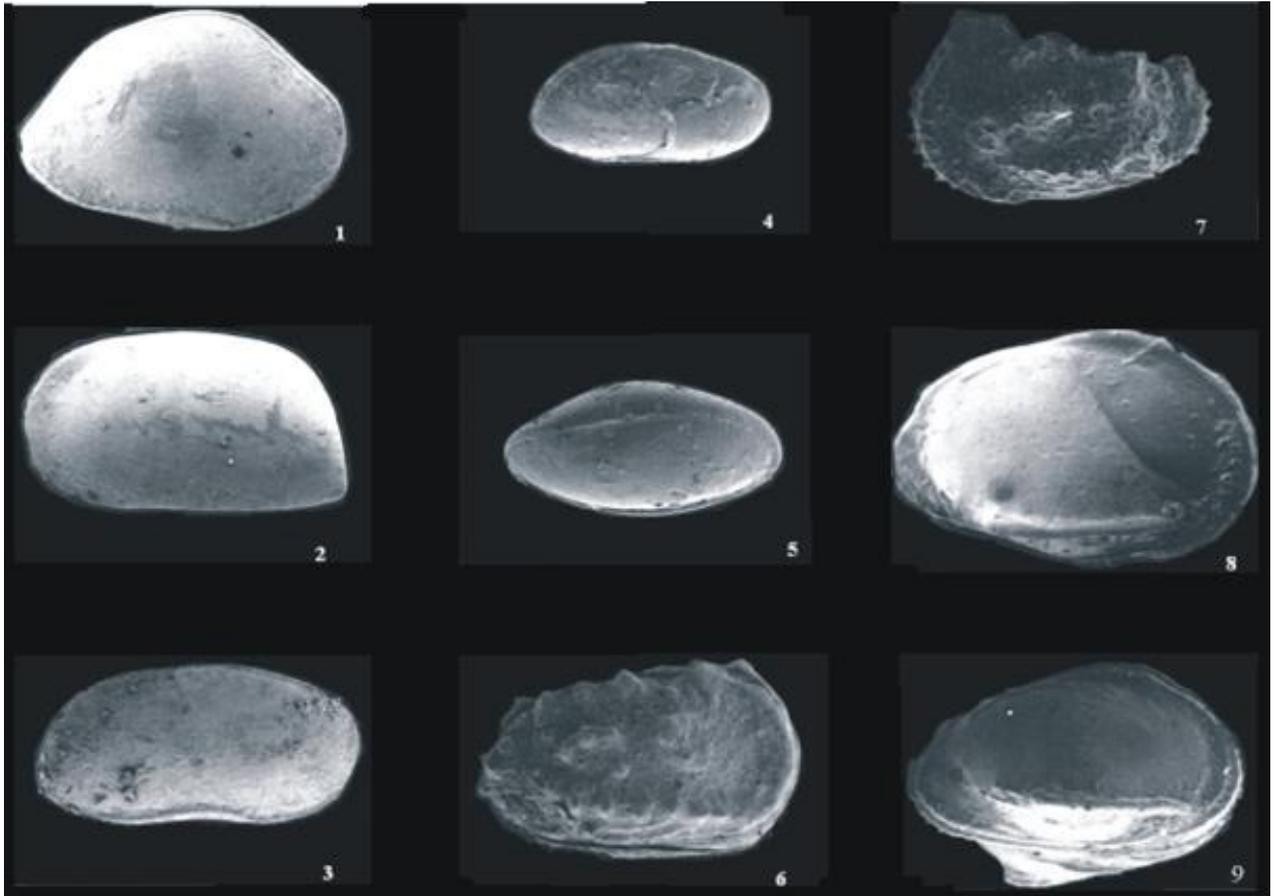


Fig. 1 - *Bairdia* aff. *Crebra* (PL. II, fig. 1) DELTEL, 1964, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49, et Sidi Omar el Ayat et Beni Saf, Paléocène- Eocène (x100). Fig.2 - *Krithe* cf. *echolsae* ESKER, 1968, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 55, Paléocène inférieur (x100). Fig. 3 - *Bythocypris* sp. (SAID, 1978), coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49, Paléocène inférieur, zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x100). Fig. 4 - 5 - *Abyssocypris* aff. *adunca* ESKER, 1968, coupe de l'Aïn Tefekhsist et de Sidi Omar el Ayat (4- face latérale, 5- face ventrale). Fig. 6- *Cythereis* aff. *ciliana* ESKER, 1968, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 31, Paléocène moyen (x100). Fig. 7 - *Actinocythereis* aff. *coronata* ESKER, 1968, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 15, Paléocène moyen, zone à *Globorotalia (m) angulata* (x110). Fig. 8- 9- *Dahomeya alata* APOSTOLESCU, 1961, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 9, Paleocène supérieur, zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x80) (11- face latérale, 12- face ventrale)

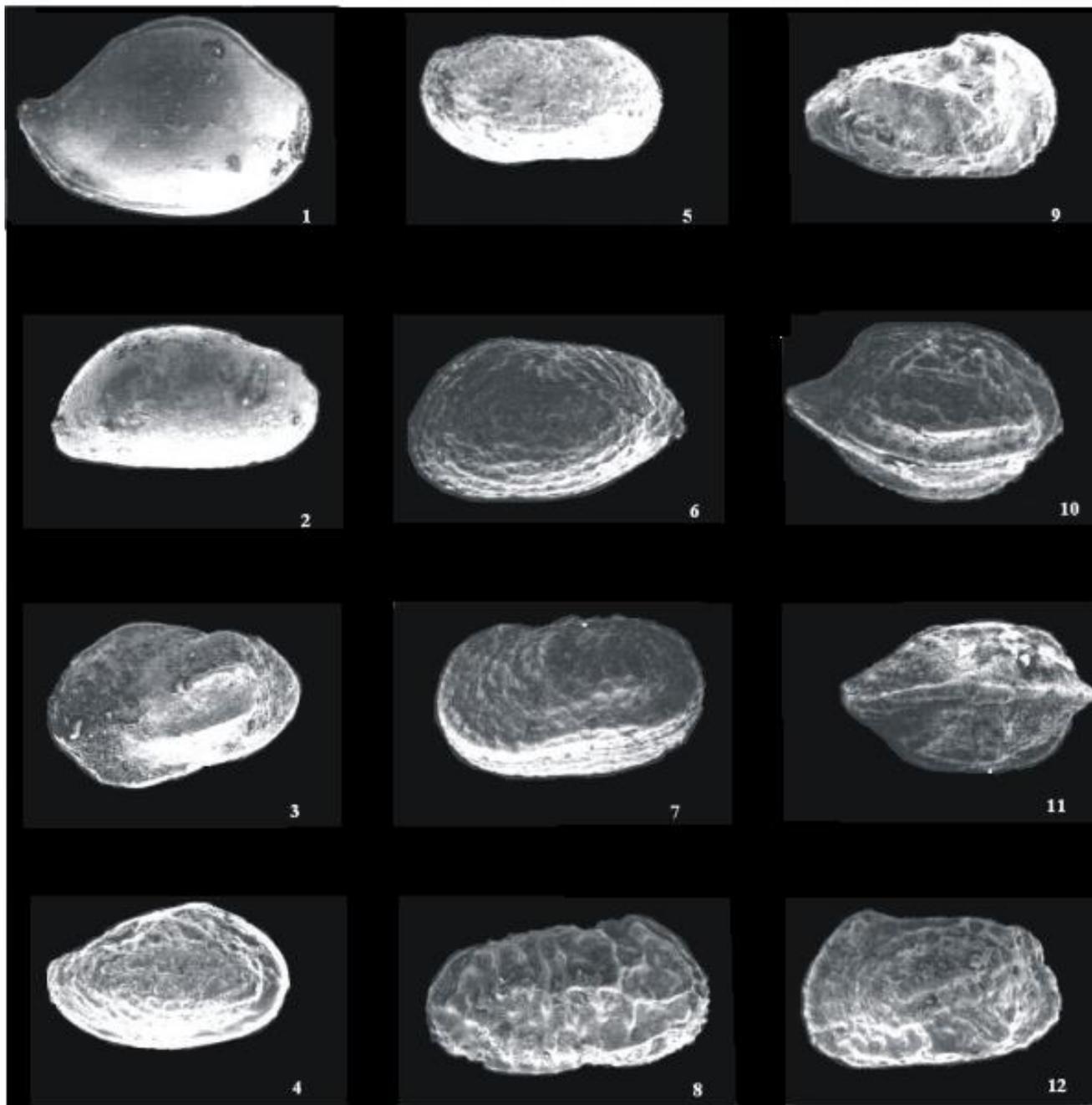


Fig. 1 - *Bairdia* aff. *cymbula* DELTEL, 1964, coupe de Sidi El Bahri, niveau 60, Eocène supérieur (x80). Fig. 2 - *Krithe rutoti* KEIJ, 1957, coupe de Sidi El Bahri, niveau 60, Eocène supérieur, zone à *Globorotalia cerroazulensis* (x100). Fig. 3 - *Phacorhabdotus* aff. *subtridentus* BENSON, 1977, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49 et de Beni Saf, Paléocène inférieur zone à *Globorotalia pseudobulloides* (x100). Fig. 4 - *Buntonia* sp., coupe de Sidi El Bahri, niveau 59, Eocène supérieur (x120). Fig. 5 - *Leguminocythereis cirtaensis* APOSTOLESCU et MAGNE, 1956, coupe de Sidi El Bahri, niveau 58, Eocène supérieur (x100). Fig. 6 - *Leguminocythereis africana* BASSIOUNI, 1970, coupe de Sidi El Bahri, niveau 58, Eocène supérieur (x100). Fig. 7 - *Henryhowella* aff. *asperrima* REUSS, 1850, coupe de Sidi El Bahri, niveau 78, Eocène supérieur (x100). Fig. 8 - *Paracosta transsaharaensis* CARBONNEL, 1990, coupe de Sidi El Bahri, niveau 68, Eocène supérieur (x100). Fig. 9 - *Isobuntonia* sp. MECHMECHE, 1981, coupe de Sidi El Bahri, niveau 57, Eocène supérieur (x100). Fig. 10-11 - *Paijenborchella* aff. *eocenica* TRIEBEL, 1949, coupe de Sidi El Bahri, niveau 68, Eocène supérieur (x150) (2- vue latérale, 3- vue dorsale). Fig. 12 - *Quadracythere* aff. *lagogiroboensis* CARBONNEL, 1961, coupe de Sidi El Bahri, niveau 57, Eocène supérieur (x100)

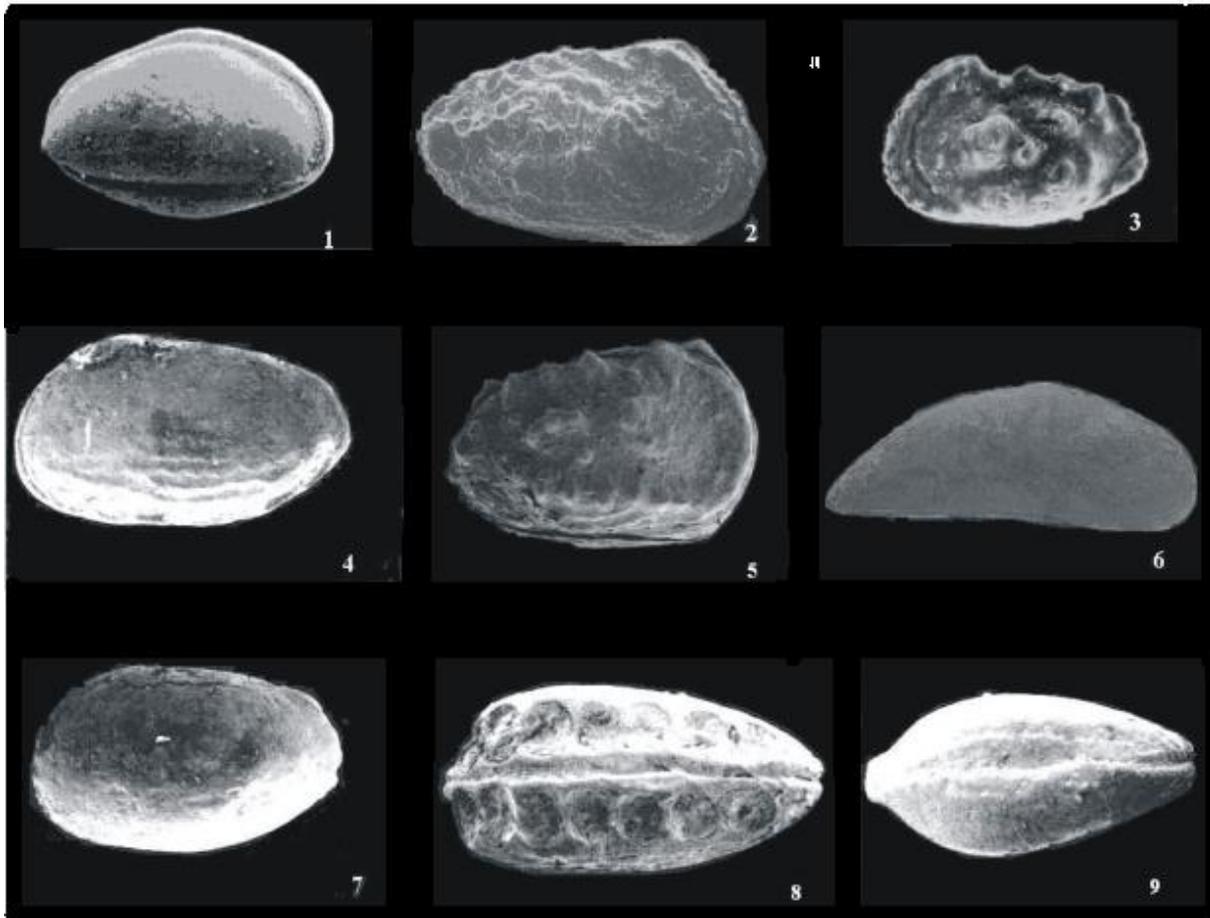


Fig. 1 : *Cardiobairdia ouedrmensis* coupe de Beni Saf, Paléocène-Eocène inférieur. Fig. 2 : *Trachyleberis* sp. Coupe de Beni Saf, Paléocène. Fig. 3 : *Actinocythereis* aff. *coronata* ESKER, 1968, coupe de Aïn Tefekhsist, niveau 15, Paléocène moyen, zone à *Globorotalia* (m) *angulata* (x110). Fig. 4 et 8 : *Loculicythereta gortanii* RUGGIERI, 1963, coupe de Sidi El Bahri, niveau 68, Eocène supérieur (x100) (1 - face latérale (mâle), 2 - face ventrale). Fig. 7 et 9 - *Loculicythereta gortanii* RUGGIERI, 1963, coupe de Sidi El Bahri, niveau 68, Eocène supérieur (x100) (3 - face latérale (femelle), 4 - face ventrale). Fig. 6 : *Paracypris* cf. *jonesi* Bonnema 1941, coupe de Aïn Tefekhsist, Paléocène.

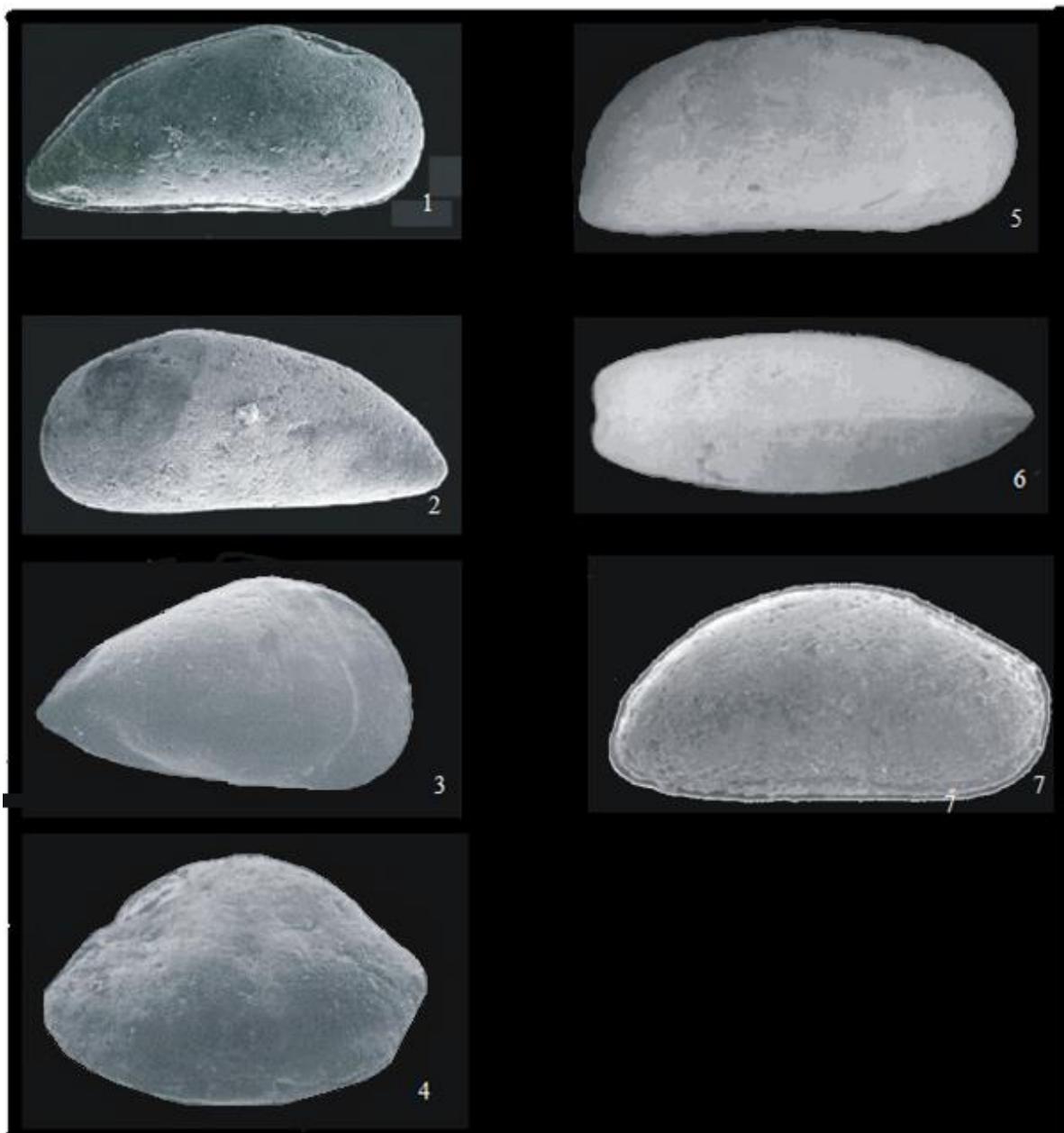


Fig. 1, 2 – *Paracypris jonesi* BONNEMA 1941, coupe de Hammar el Kleb, Paléocène supérieur. Fig. 3 – *Protobuntonia numidica* Grekoff, 1953, coupe de Béni-Saf, Eocène inférieur. Fig. 4 – *Bairdia ilaroensis* Reyment & reyment 1959, coupe de Sidi Omar el Ayat, Eocène inférieur. Fig. 5 et 6 – *Krithe echolsae* ESKER 1954, Paléocène-Yprésien. Fig. 7 – *Paracypris nigeriensis* REYMENT, 1960, coupe de Hammar el Klab, Maestrichtien.

PLANCHE VI

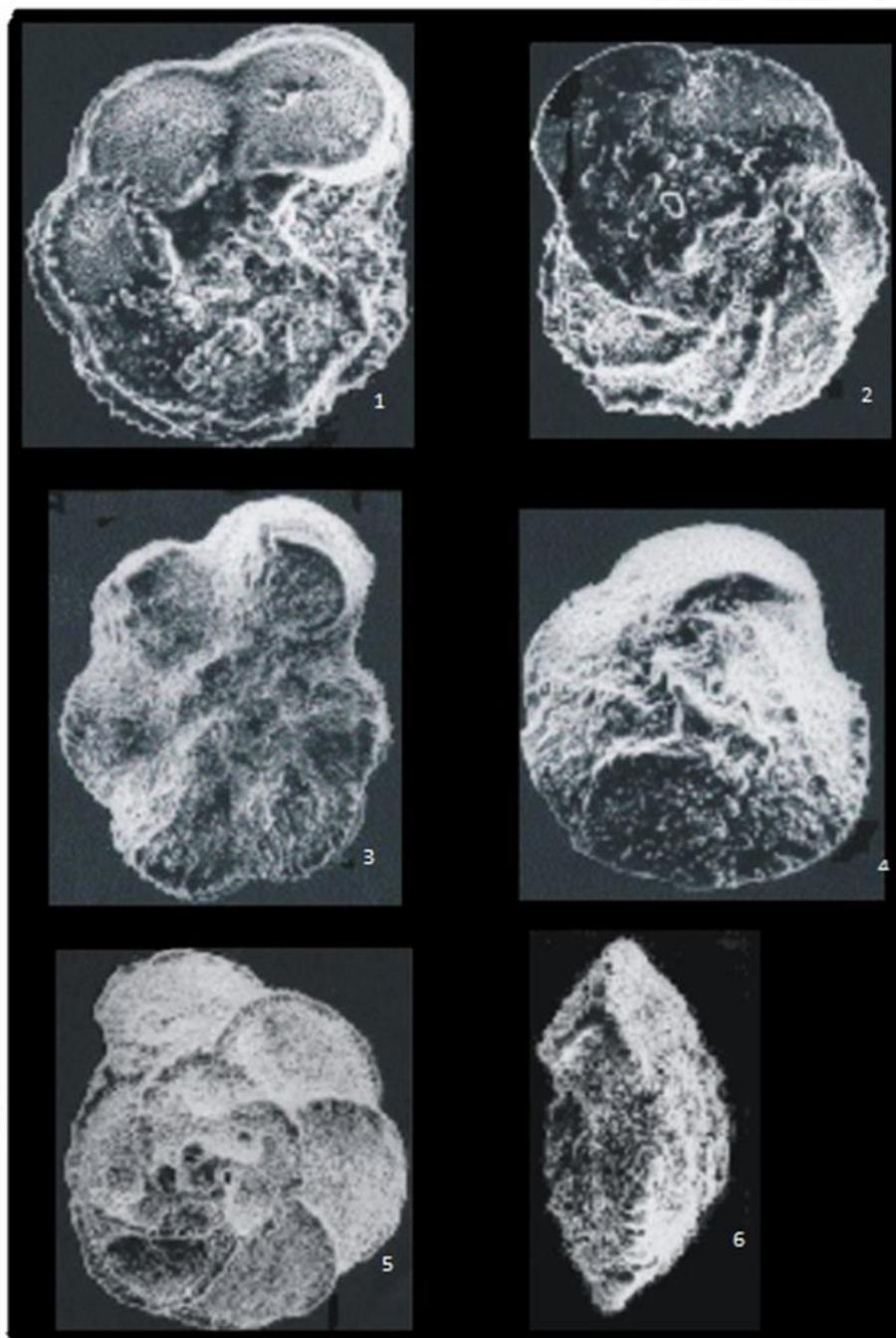


Fig. 1 et 2 – *Globotruncana arca*, (Pl. VI, fig. 1, 2) Cushman, 1926 ; coupes de l'Aïn Tefekhsist et Tessala village, Crétacé supérieur, Zone à *Abathomphalus mayaroensis*. Fig. 3 – *Abathomphalus mayaroensis* Bolli, 1951 ; coupes de Aïn Tefekhsist, Hammar el Kleb, Sidi Bahri et Béni-Saf, Crétacé supérieur, Zone à *Abathomphalus mayaroensis*. Fig. 4, 5 et 6 – *Globotruncanita stuarti* de Lapparent, 1918 ; coupes de l'Aïn Tefekhsist et Tessala village, Crétacé supérieur, Zone à *Abathomphalus mayaroensis*.

Planche VII

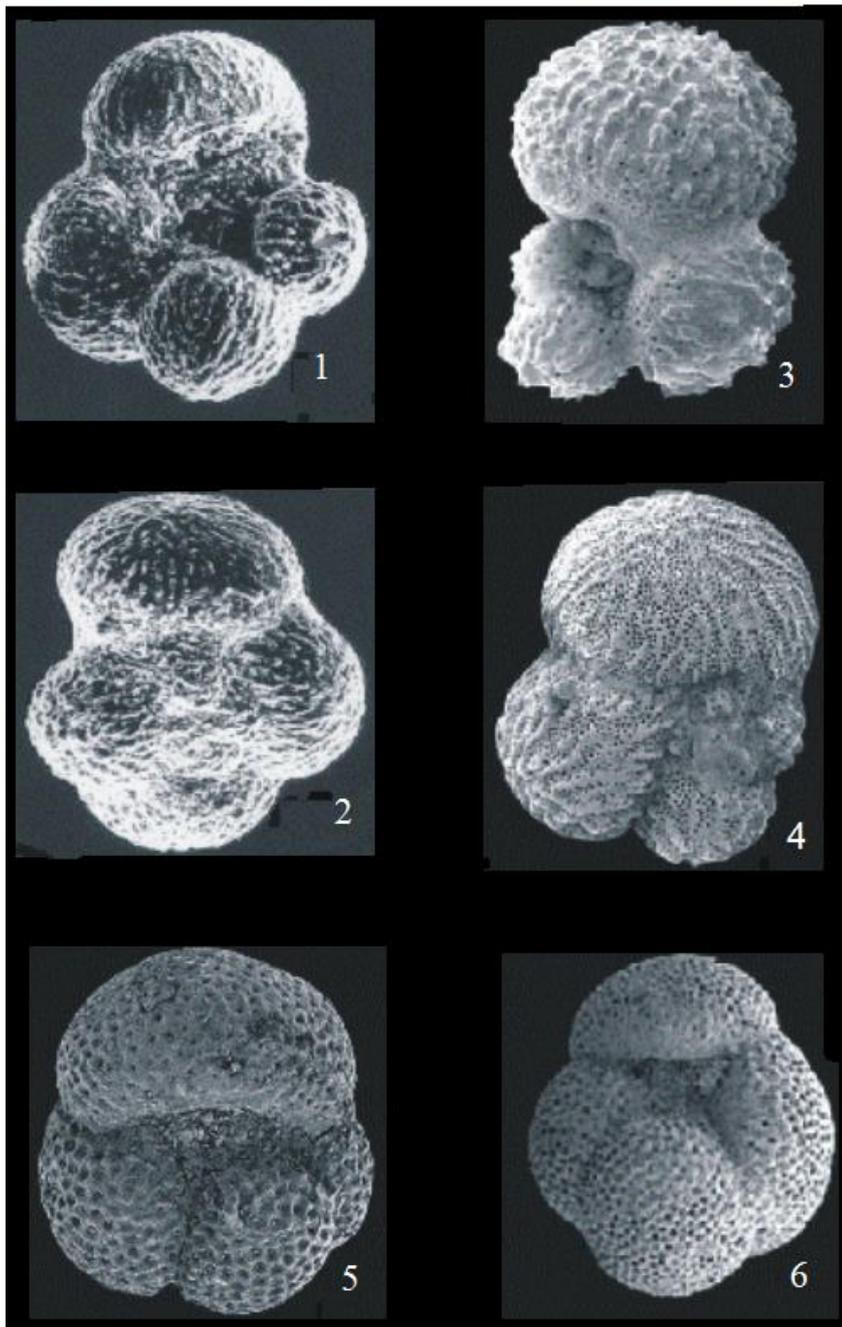


Fig. 1 et 2 – *Rugoglobigerina rugosa* PLUMMER, 1926, coupes de l’Aïn Tefekhsist, Hammar. Kleb, Sidi Bahri et Béni-Saf, Crétacé supérieur, Zone à *Abathomphalus mayaroensis*. Fig. 3 et 4 – *Rugoglobigerina macrocephala* BRONNIMANN, 1952, coupes de l’Aïn Tefekhsist et H. Kleb, Crétacé supérieur, Zone à *Abathomphalus mayaroensis*. Fig. 5 – *Globigerina ampliapertura* BOLLI, 1957, coupes de Sidi Bahri, Hammar el Kleb, Sidi Hammadi et Sidi O. Ayat, Eocène. Fig. 6 – *Globigerina venezuelana* HEDBERG 1957, coupes de Sidi Bahri, Hammar el Kleb et Sidi O. Ayat, Eocène.

PLANCHE VIII

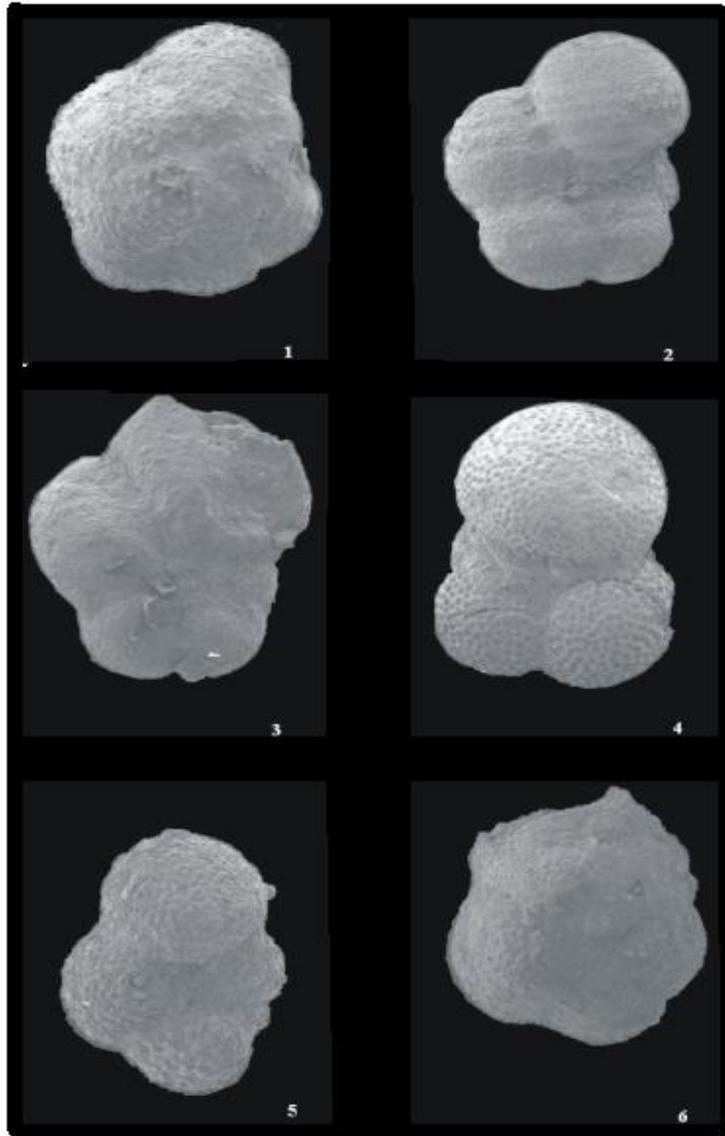
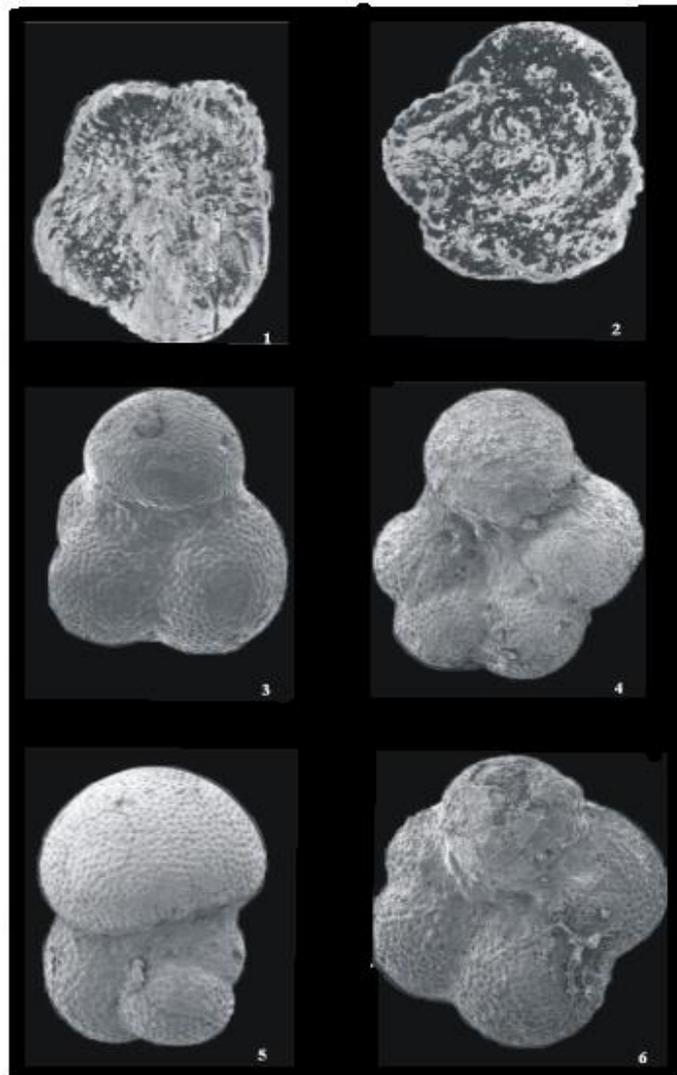


Fig. 1 - *Globorotalia pusilla* BOLLI, 1957 ; Coupe de l'Aïn Tefekhsist ; niveau 14, Paléocène moyen (x100). Fig. 2 - *Globorotalia trinidadensis* BOLLI, 1957, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 49, Paléocène inférieur (x120). Fig. 3 - *Globorotalia pseudomenardii* BOLLI, 1957, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 10, Paléocène supérieur (x120). Fig. 4 - *Globigérina* cf. *velascoensis* CUSHMAN, 1925, coupe de l'Aïn Tefekhsist, niveau 10, Paléocène supérieur (x130). Fig. 5 - *Globorotalia* (Ac) *soldadensis* BRONNIMAN, 1952, coupe d'Aïn Tefekhsist, niveau 9, Paléocène supérieur (x100). Fig. 6 - *Globorotalia aequa* CUSHMAN & RENZ, 1942, coupe du village Tessala, niveau 15, Paléocène supérieur-Eocène inférieur (x120)

PLANCHE IX



**Fig. 1 et 2** - *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2)(Pl. IX, fig. 1, 2)BOLLI, 1951 ; coupe de l'Aïn Tefekhsist ; niveau 51, Crétacé supérieur, zone à *Abathomphalus* (x100) (1 - face ombilicale, 2 - face spirale). **Fig.3**- *Globigerina triangularis* WHITE, 1928 ; coupe de Aïn Tefekhsist ; niveau 12, Paléocène supérieur (x100). **Fig.4**- *Globorotalia pseudobulloides* PLUMMER, 1926 ; coupe de l'Aïn Tefekhsist ; niveau 49, Paléocène inférieur (x120). **Fig.5** - *Globorotalia triloculinoides* PLUMMER, 1926 ; coupe de l'Aïn Tefekhsist ; niveau 49, Paléocène inférieur (x120). **Fig. 6** - *Globorotalia edida* SUBBOTINA, 1953 ; coupe de l'Aïn Tefekhsist ; niveau 49, Paléocène inférieur (x120) zone à *Globorotalia pseudobulloides*

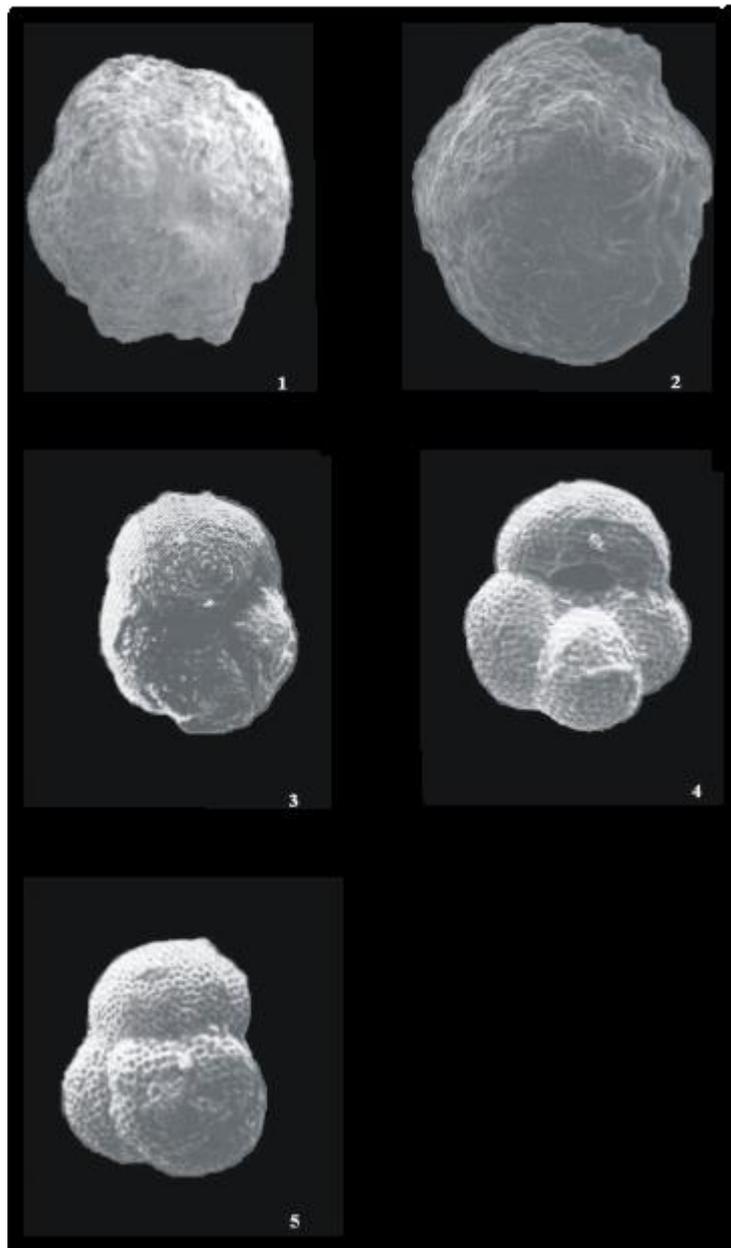


Fig. 1 - *Globorotalia* (M) *aragonensis* NUTTAL, 1930. Coupe du village Tessala, niveau 24, Eocène inférieur (x200). Fig.2 - *Globorotalia* Mc *kannai* WHITE, 1928. Coupe du village Tessala, niveau 15, Paléocène inférieur (x120). Fig. 3 - *Globorotalia* *cerroazulensis* *cerroazulensis* COLE, 1968. Coupe de Sidi El Bahri, niveau 58, Eocène supérieur.(x100). Fig. 4 et 5 - *Globigerina* *ampliapertura* BOLLI, 1957. Coupe de Sidi El Bahri, niveau 75, Eocène supérieur.(x120). Fig. 6 - *Catapsydrax* *dissimilis* Cushman and Bermudez, 1937. Coupe de Sidi Bahri, Eocène supérieur.

*Quatrième chapitre*

**PALEOECOLOGIE**

*Quatrième chapitre:*  
**PALEOECOLOGIE**

## **1. Introduction**

L'étude paléoécologique est basée sur l'analyse des associations d'ostracodes des sept coupes levées dans l'Oranie (Tessala village, Ain Tefekhsist, Sidi El Bahri, Sidi Hammadi, Hammar El Kleb, Sidi Omar el Ayat et de Béni Saf). A partir des ostracodes, cette approche a mis en évidence certains traits paléoécologiques (paléobathymétrie et paléobiogéographique).

Outre la diversité des ostracodes, d'autres paramètres quantitatifs entre en valeur entr'autres les rapports et les fréquences relatives des *Cytherella* et des *Krithe*, le pélagisme et le détritisme. Une approche statistique est également envisagée.

A l'exception de la coupe de l'Ain Tefekhsist et celle de Sidi Omar El Ayat et de Hammar El Kleb, la faible présence de la faune d'ostracodes dans l'ensemble des coupes levées présentent une succession normale avec des hiatus stratigraphiques ou des lacunes sédimentaires. Celles-ci sont matérialisées généralement par l'absence de certains biozones en raison probablement de tares écologiques (*com. orale Benhamou*) ou forçage environnemental et/ou paléo-océaniques.

## **2. Les associations**

### **2.1. Biozone à *Abathomphalus mayaroensis*.**

L'étude des dépôts crétacés dans la région oranaise est caractérisée par une faible microfaune. L'ostracofaune déterminée dans ce biozone est composée essentiellement de *Cytherella consueta*, *Bairdia* sp. 1, *Trachyleberidea* sp., *Krithe* D12 et *Kefiella maresi*. Cette association récoltée dans la coupe de l'Aïn Tefekhsist, du village Tessala, de Sidi El Bahri et de Hammar El Kleb, semble indiquer un milieu profond de type épibathyal oscillant entre 800-1200m (Dingle, 1981 ; Ducasse, 1981). Généralement, il est connu partout avec la présence de l'espèce *Krithe*, augmente rapidement en abondance avec la profondeur (e.g. Cronin *et al.*, 1999;

Didie&Bauch, 2000; Didie *et al.*, 2002; Machain-Castillo *et al.*, 1990; Rodriguez-Lazaro & Cronin, 1999 ;Fang *et al.*, 2013).

La coupe de Hammar El Kleb (Fig. 32) offre une association un peu plus diversifiée (*Cytherella lagenalis*, *Eucythere* sp, *Hermanites* aff. *Alatus*, *Hermanites* sp., *Kriathe caudata*) vers la fin du Crétacé supérieur et semble être liée à une réduction sensible de la paléobathymétrie par rapport aux autres coupes plus à l'Est.

Plus à l'Ouest, le Crétacé supérieur de la coupe de Béni-Saf, enregistre une zone d'absence des ostracodes (n°1- n° 9 ; Fig. 38) et des foraminifères planctoniques (n°3 - n°9 ; Fig. 38) ; elle est caractérisée par des dépôts carbonatés qui deviennent de plus en plus importants et qui semblent être couplés avec l'installation de conditions défavorables, ce qui corrobore l'hypothèse d'un épisode catastrophique fini-crétacé suivi d'un léger recul de la mer. Cette régression au sommet du Crétacé ne peut être tenue pour responsable de la réduction ou des disparitions survenues précisément à la limite Crétacé-Paléogène (Robin et Rocchia, 1998, Hurtrez et Pascal Lecroart, 2002 ; Henneberg et Dupuis (2003).

En conclusion, on peut suggérer que la limite Crétacé / Paléocène se situe dans le temps, au sein d'un faisceau d'événement dont, certains sont (i) biologiques : extinction en masse et reconquête progressive des biotopes (Bown, 2005), d'autres (ii) sédimento-eustatiques : régression importante suivie d'une transgression (*e.g.* Mac Leod *et al.*, 1997 ; Renne *et al.*, 2013) ou climatique (Liangquan et Keller, 1998).

## 2.2. Biozones à *Globorotalia pseudobulloides* et *Glia. Trinidadensis*

Les premières associations du Danien succèdent assez rapidement à une crise soudaine ayant conduit au déclin de la majorité des espèces du Maastrichtien terminal (Fig. 12). L'association d'ostracodes contenue dans les biozones à *Globorotalia pseudobulloides* et *Globorotalia trinidadensis* du Paléocène inférieur (AïnTefekhsist) est relativement plus riche et diversifiée par rapport à l'association précédente. Elle est composée des espèces suivantes : *Krithes* sp. C31, *Bairdia* sp. 1, *Paracypris* sp.1, *Bythocypris* sp. 1, *Xestoleberis* sp. 1, *Bairdia* sp. 2, *Krithe echolsae*, *Krithe* sp. D12, *Paracypris* sp. 2, *Paracypris* cf. *jonesi*, *Bairdia* aff. *cymbula*, *Bairdia* aff. *crebra*, *Xestoleberis* sp. 2, *Phacorhabdotus* aff. *subtridentus*, *Macrocypris* sp., *Pontocyprilla* cf. *recurva*, *Trachyleberidea* sp., *Cythereis* aff. *ciliana*, *Kefiella maresi*.

Extrêmement représentées dans la coupe de Ain Tefekhsist (Fig. 12), ces espèces présentent des fréquences très faibles dans la coupe du Village Tessala (Fig. 16) ;Bouziid, 1993). Cette différence dans la richesse des ostracodes peut être due à des différences dans les apports de la matière nutritive ainsi qu'au retour de l'équilibre des conditions océanographiques (Toufiq et al., 2002).

## 2.3. Biozones à *Globorotalia pusilla* et *Glia. (M.) angulata*

Ce biozone correspond au Paléocène moyen, bien représenté dans la coupe de Sidi Omar El Ayat dans la région d'Ain Témouchent (Ensemble C) et dans la coupe d'Ain Tefekhsist (Bouziid, 1993). Les dépôts marneux de ce biozone montrent une baisse de la richesse en individus ce qui indique un approfondissement du milieu depuis la zone épibathyale jusqu'à la zone mésobathyale (Fig. 55). Cet événement est documenté par l'apparition des espèces *Actinocythereis* aff. *coronata*, *Abyssocypris* aff. *coronata*, *Cythereis* aff. *Ciliana*, *Cytherella*, *consueta*, *Bairdia*, sp., *Paracypris* sp., *Krithe* aff. *Rocana*, *Pontocyprilla* cf. *recurva* et *Krithe* cf. *echolsae*, et notamment l'apparition de l'espèce *Krithe* sp. A23 qui semble tolérer des conditions environnementales assez difficiles (Peypouquet, 1975, 1977, 1979 ; McKenzie et al. 1989). Il faut signaler que l'optimum bathymétrique de ces espèces se situerait au-delà de 1200 m (Benson, 1972).

La coupe de Sidi Omar El Ayat montre une partie tronquée du Paléocène moyen caractérisée par un mélange de foraminifères planctoniques (Fig. 26) qui ne permettent de distinction biozonale. Ce mélange peut s'expliquer par une forte agitation hydrodynamique.

#### **2.4. Biozones à *Globorotalia pseudomenardii* et *Globigerina cf. velascoensis***

Le Paléocène supérieur est caractérisé par des dépôts marnes sableuses ; il est présent dans les coupes de l'Ain Temouchent, de Sidi Hamadi et très représentative dans la coupe de l'Ain Tafekhsist (ensemble D). Il présente une baisse en ostracofaunes par rapport à l'ensemble antérieur (Fig. 47) : *Krithes* sp. H, *Cytherella consueta*, *Bairdia* aff. *cymbula*, *Phacorhabdotus* aff. *subtridentus*, *Trachyleberidea* sp., *Cytherella consueta* sp. 2, *Actinocythereis* aff. *coronata*, *Paracypris* sp.1, *Pontocyprilla* cf. *recurva*, *Bairdia* sp.1, *Abyssocypris* aff. *coronata*, *Bairdia* sp.2, *Bythocypris* sp., *Dahomaya alata*.

Dans la coupe de l'AinTefekhsist (Fig. 12), la présence de *Phacorhabdotus* aff. *subtridentus*, de *Krithes* sp. H (Peypouquet, 1977) et le taux élevé de la matière détritique (Fig. 49), témoignent une baisse de la tranche d'eau (Bouزيد, 1993) par rapport à celle enregistrée dans les biozones précédentes (ensemble C). La faible fréquence de la microfaune et la disparition des *Krithes* sp. A, peuvent traduire un changement des conditions du milieu, ce qui ressort également de l'analyse de l'ostracofaune récoltée dans la coupe du village Tessala (Fig. 16), de Béni-Saf, de Sidi Omar El Ayat, de Hammar El Kleb. Ce changement dans l'association de l'ostracofaune est également marqué par un changement de faciès (Fig. 49 et 50) avec des apports sableux de plus en plus importants.

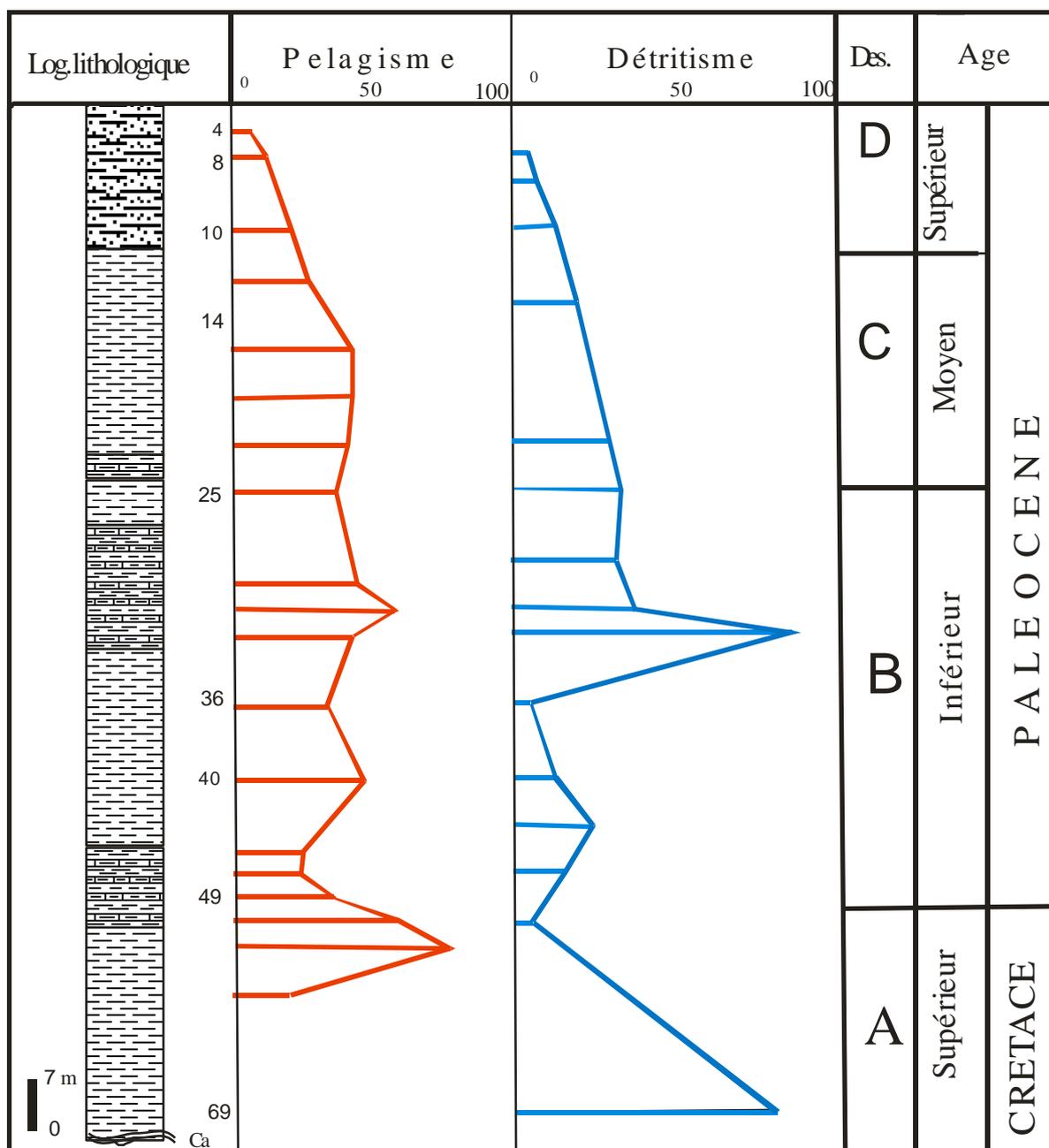


Fig. 49: Pélagisme et détritisme dans la coupe de l'Aïn Tefekhsist

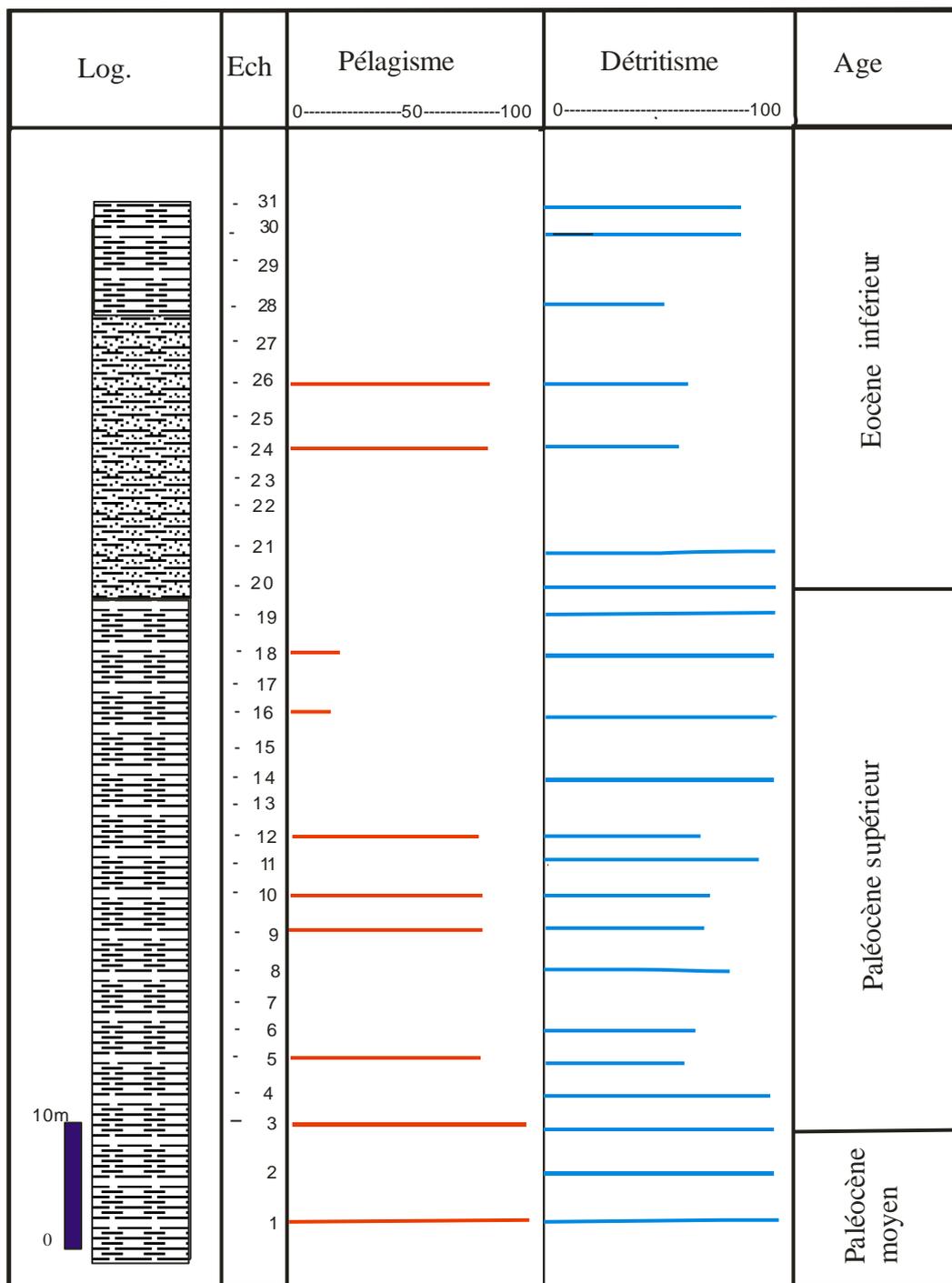
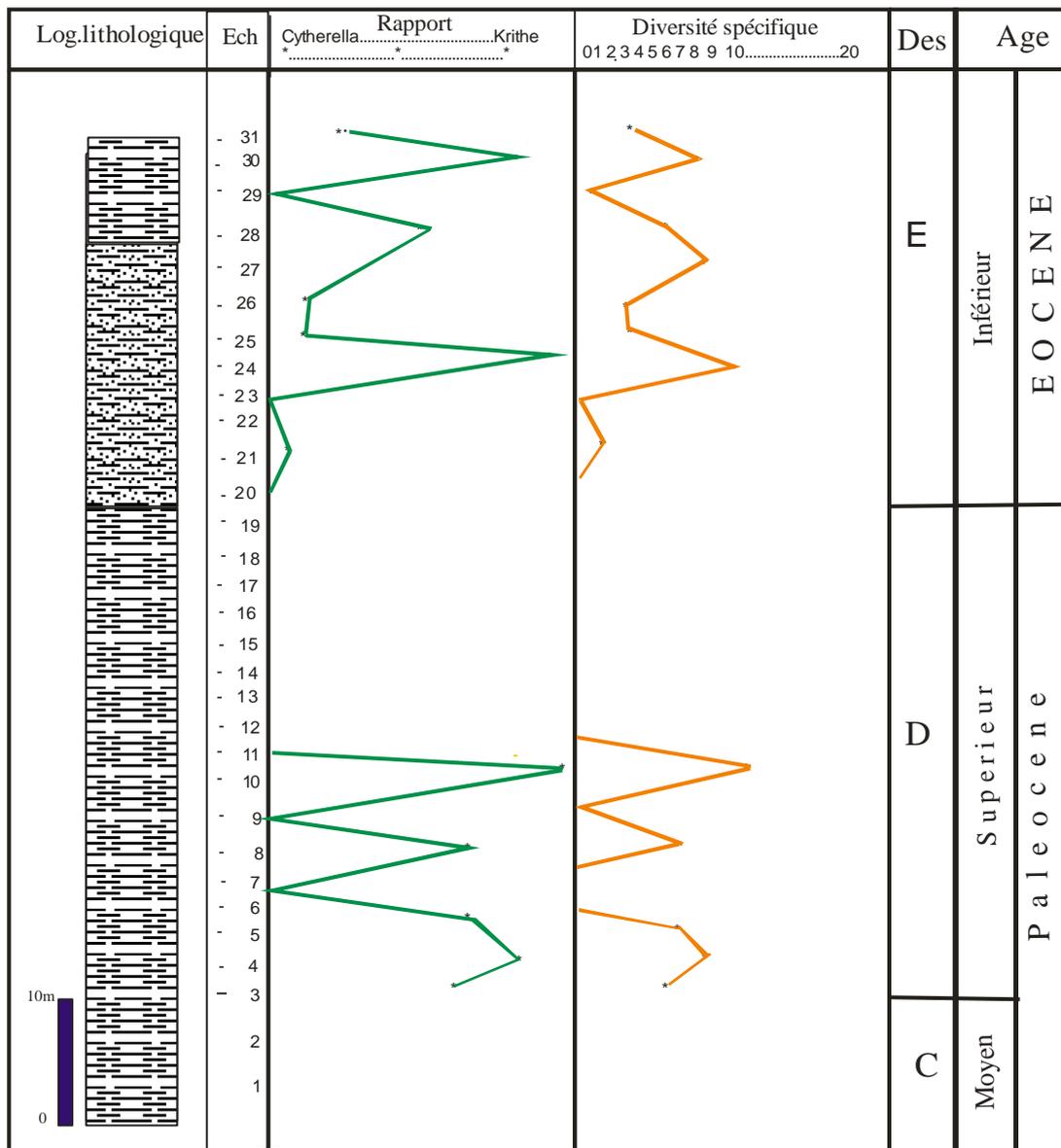


Fig. 50 : Pélagisme et détritisme dans la coupe de Sidi Omar el Ayat

Le Paléocène supérieur de la coupe de Béni Saf (Fig. 38) est caractérisé par des dépôts très réduits et l'association d'ostracodes suivante : *Bythocypris* sp., *Cardiobairdia* cf.

*ouedrmensis*, *Cytherella* cf. *gamardensis*, *Phacorhabdotus* aff. *Subtridentus*, *Trachyleberis* sp., *Xestoleberis* sp.

La coupe de Sidi Omar el Ayat (Fig. 51), de Hammar el Kleb (Fig. 52) et de Sidi Hamadi (Fig. 54) présentent une phase de réduction importante du taux des ostracodes et des foraminifères planctoniques allant parfois jusqu'à l'extinction, ce qui est en accord avec les travaux de Guernet et Molina (1997) sur le passage Paléocène-Éocène dans la coupe de Caravaca (Espagne) et qui semblerait être due à une hausse brutale et transitoire en température (Ortiz, 1994). Au niveau, de l'Afrique de l'Ouest, le sommet du Paléocène marque une chute importante du pélagisme, conséquence à une diminution de la tranche d'eau qui serait compatible avec l'épisode regressif reconnu à l'échelle du continent (Ly et Anglada, 1991).



**Fig. 51** : Rapport Cytherella /Krithe et diversité spécifique des Ostracodes dans la coupe Sidi Omar el Ayat.

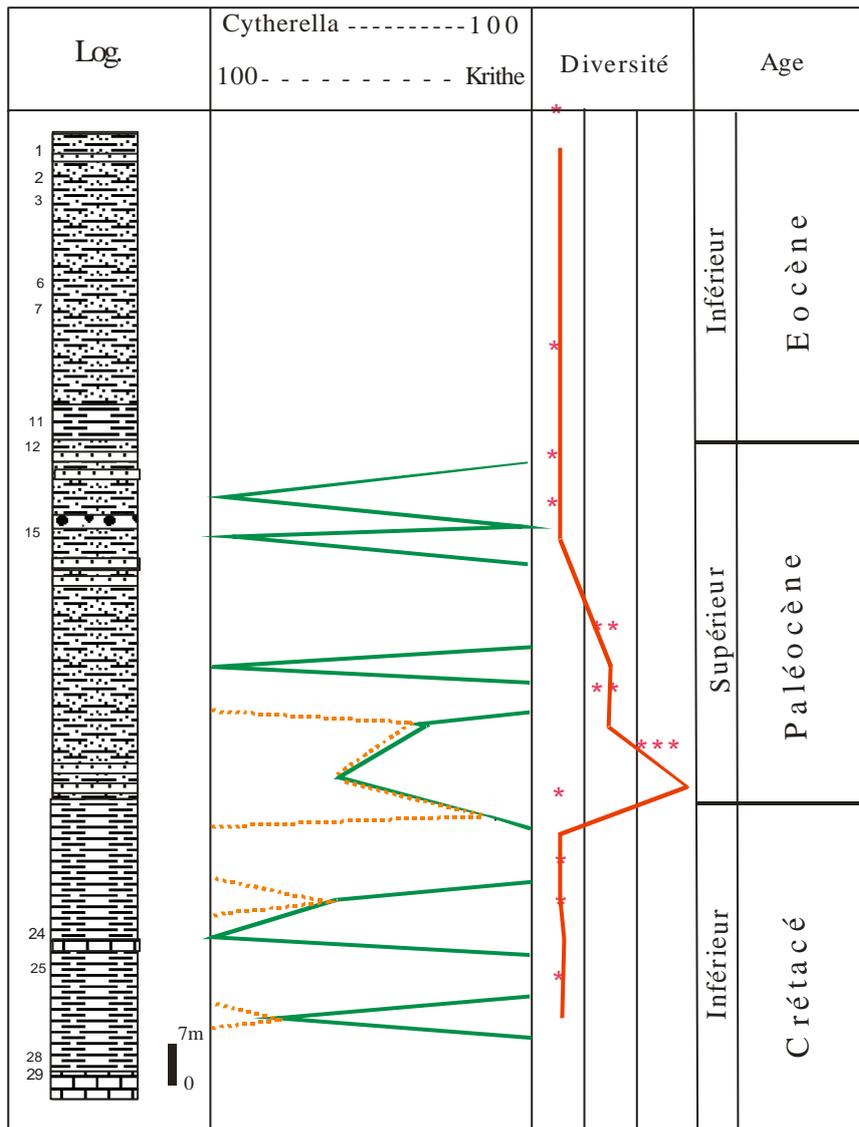


Fig. 52 : Rapport *Cytherella / Krithe* et diversité spécifique des Ostracodes dans la coupe de Hammar le Kle (densité des ostracodes : faible\*, moyenne \*\*, forte \*\*\*)

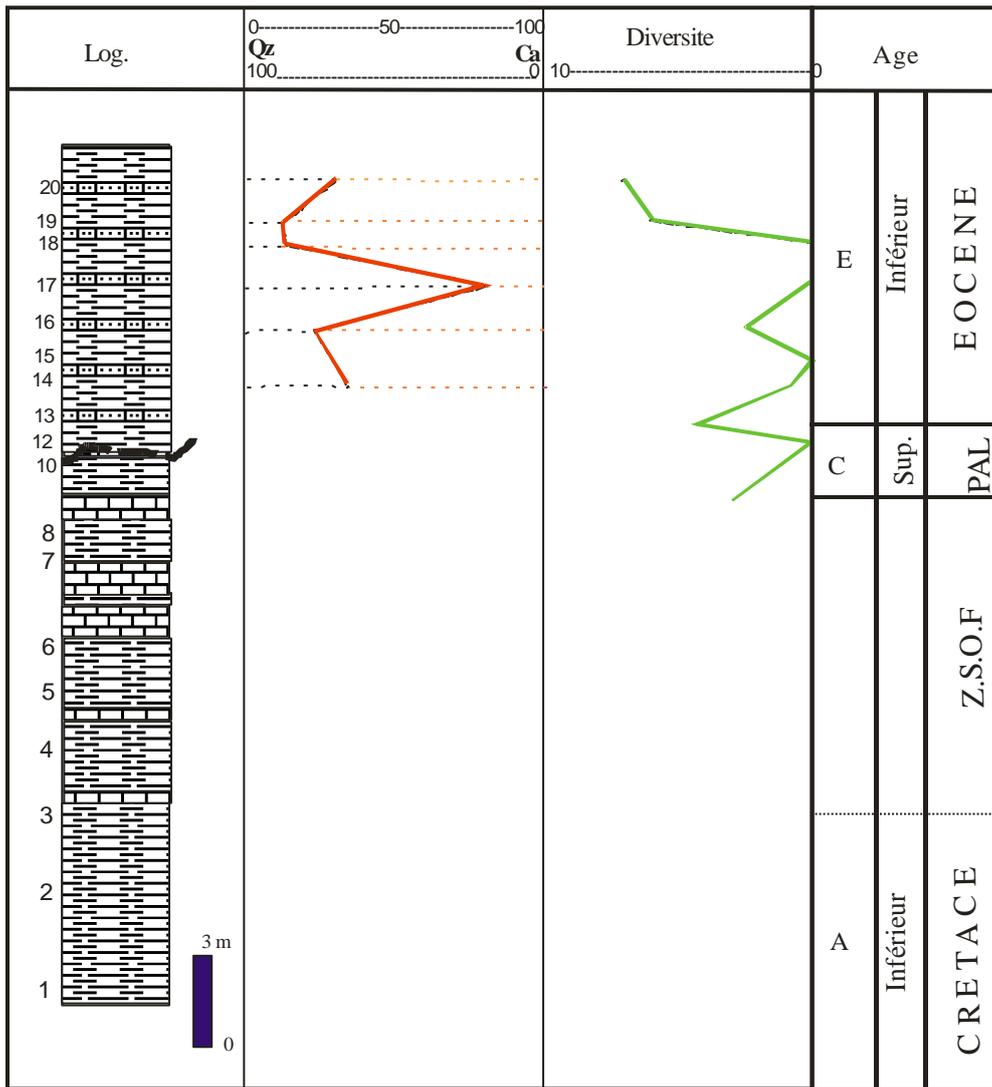


Fig. 53: Répartition du taux de la fraction détritque et la densité des ostracodes de la coupe de Beni Saf (Z.S.O.F: Zone sans Ostracodes et sans Foraminifères).

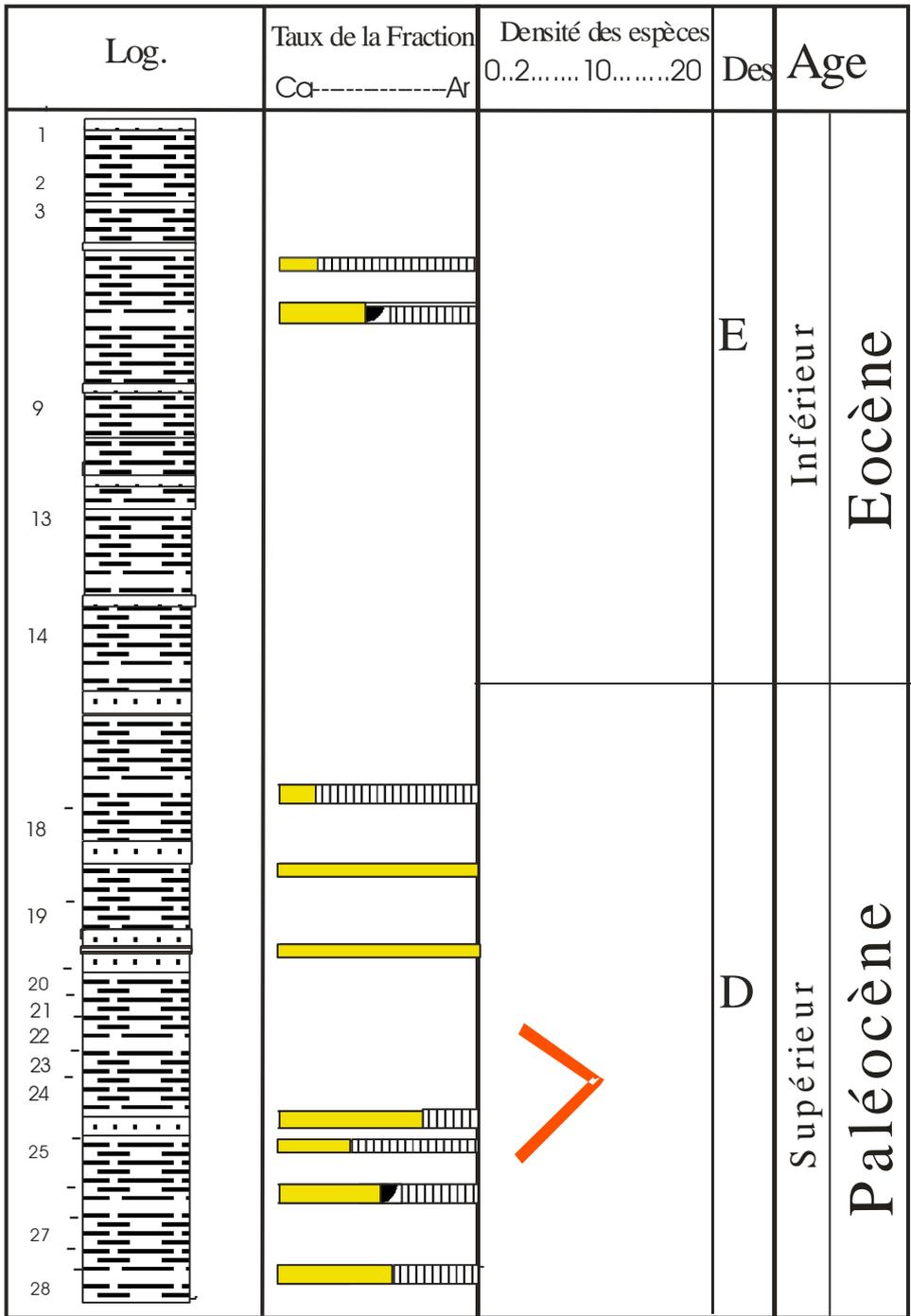
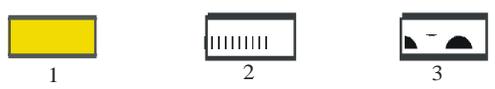


Fig. 54 : Répartition du taux de la fraction détritique et la densité des Ostracodes dans la coupe de Sidi Hammadi



1 : Taux du calcium ; 2 : Taux d'argile ; 3 : Taux de quartz

## 2.5. Biozone à *Globorotalia* (M.) *aragonensis*

L'Eocène inférieur est bien représentée dans la coupe de Tessala Village par des dépôts carbonatés à rognons de silex qui comporte une association d'ostracodes constituée essentiellement de quelques rares formes appartenant au genre *Krithe* mais malheureusement très mal conservées. La présence de l'espèce *Krithe* sp. H pourrait traduire des conditions défavorables au développement des Ostracodes.

Un changement de faciès devenant marnes sableuses admet parfois des bancs de grès avec quelques petits rognons de silex au niveau des coupes de Sidi Hamadi (Fig. 31 et 42), de Sidi Omar el Ayat (Fig.26) et de Hammar El Kleb (Fig.31) et de Béni-Saf (Fig. 38) montrent une faible présence en ostracodes, caractérisée et documentée par *Krithe echolsae*, *Bairdia crebra*, *Bairdia* sp., *Cytherella consueta*, *Cytheropteron* sp., *Paracypris* sp. 2., *Bythocypris* sp., *macrocypris*, *Mauritsina jordanica nodoretuculata*, *Cytheropteron lekefense*, *Dahomeya alata*, *trachyleberidea*, *Xestoleberis* cf. *tunisiensis*. En contrepartie, une faible fréquence des foraminifères planctoniques y associent. Ces facteurs semblent indiquer une augmentation de la température dans un bassin en phase de comblement.

L'apport en sable ainsi que l'apparition des formes ornementées semble indiquer l'augmentation de la température dans un bassin en phase de comblement et éventuellement pour pallier aux conditions hydrodynamiques du milieu. En conséquence, il semble s'agir de la zone externe du plateau continental (0-200m).

## 2.6. Zone à *Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis*

La répartition des ostracodes dans la coupe de Sidi El Bahri (Fig. 20) permet de distinguer deux associations : la première association dans les marnes bleues est composée de *Bairdia* sp.1, *Bairdiasp*.2, *Buntonia* sp., *Isobuntonia* sp., *Krithe rutoti*, *Krithe* sp.1, *Leguminocythereis africana*, *Leguminocythereis circaensis*, *Quadracythere* aff. *Lagagi-roboensis*. La seconde association d'ostracodes récoltée dans les marnes sableuses de la coupe de Sidi El Bahri offre une association d'ostracodes qui détermine la zone à *Globorotalia*

*cerroazulensis cerroazulensis*. Cette ostracofaune paraît assez riche et elle comporte de nombreuses formes à tests ornementés : *Paracosta transsaharaensis*, *Loculicytheretta gortanii*, *Leguminicythereis cirtaensis*, *Buntonia* sp., *Henryhowella* aff. *asperrima*.

La première association indique un milieu moins profond (infralittoral) avec des espèces annonçant une mer ouverte et qui passe à la deuxième association soulignant le plateau externe, nettement moins profond que la zone précédente. Ce milieu semble favoriser le développement de la sculpture ornementée des ostracodes (Corbari, 2004 ; Corbariet al., 2005).

### 3. Le rapport *Cytherella* / *Krithe*

#### 3.1. Répartition et corrélation des ostracodes et foraminifères planctoniques

Il convient à signaler que cette application a été utilisée seulement pour les coupes ayant une représentativité en *Cytherella* et *Krithe* en particulier l'AïnTefekhsist (Fig. 55) qui est la plus complète ainsi que Sidi Omar El Ayat (Fig. 51) et celle de Hammar El Klab (Fig. 52) qui ont permis une approche comparative significative. L'observation de la courbe d'évolution de la diversité spécifique et/ou générique des ostracodes montre que la zone à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) est très pauvre en espèces seulement 3 espèces dans la coupe de Ain Tefekhsist. Cette zone de passage du Crétacé au Paléocène semble indiquer des conditions défavorables au développement de la microfaune à cause de la bathymétrie propondérante. A cet effet, on remarque parfois une zone dépourvue d'ostracodes et de foraminifères planctoniques dans la coupe de Béni-Saf. La coupe de Hammar el Klab (fig. 52) montre la dominance des *Krithe* avec une association d'ostracodes amenuisée et très réduite.

Dans la coupe de l'Ain Tafekhsist (Bouزيد, 1993), la courbe atteint son maximum de diversité, environ 25 espèces dans la zone à *Globorotalia pseudobulloides* (Paléocène inférieur), diversité qui semble chuter progressivement pour atteindre un minimum d'espèces (1 espèce) dans la zone à *Globorotalia* (M.) *aragonensis* (Eocène inférieur).

Au Paléocène inférieur, l'importance des pourcentages des *Cytherella* et des *Krithe* indiquent des conditions du milieu favorable à l'épanouissement (zones à *Globorotalia pseudobulloides* et *Globorotalia trinidadensis*). La chute de la fréquence au Paléocène moyen et supérieur indique un inversement des conditions. A partir de la zone à *Globorotalia pusilla*, une chute notable de la fréquence des espèces vers la fin du Paléocène (zone à *Globigerina* cf. *velascoensis*) et au début de l'Eocène (zone à *Globorotalia* (M.) *aragonensis*). Cette réduction du nombre d'espèces peut être probablement liée à des conditions nettement défavorables au développement de la microfaune si l'on tient compte du taux important de détritisme enregistré dans ce biozone ainsi que la réduction du taux du pélagisme dans les coupes de l'AïnTefekhsist (Fig. 49), de Sidi Omar el Ayat (Fig. 51) et de Béni-Saf (Fig.53).

La Zone à *Globorotalia cerroazulensis* marque retour de la diversification des espèces qui indiquerait l'instauration d'un environnement favorable aux multiplications des Ostracodes.

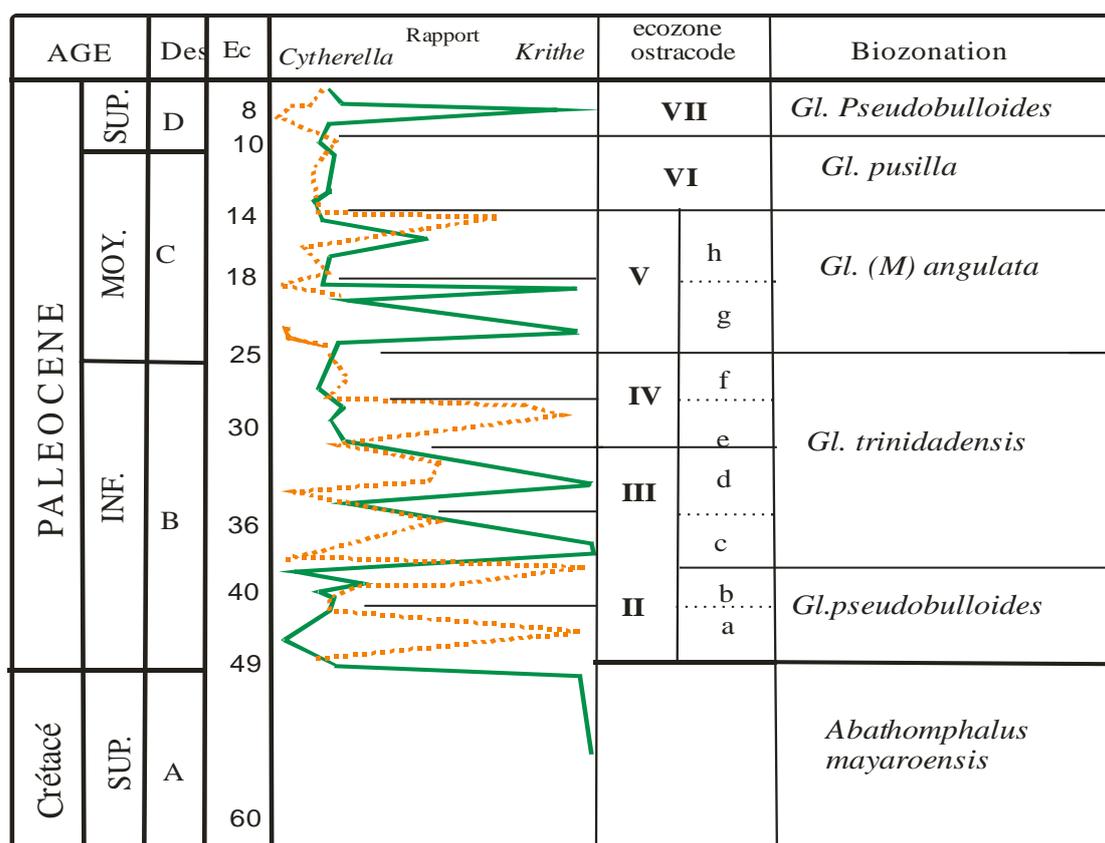


Fig. 55 : Rapports des fréquences des genres *Cytherella* et *Krithe* dans la coupe de l'AïnTafekhsist (d'après Bouzid *et al*; 1994) (.....*Cytherella* ----- *Krithe* ; Des : désignation des ensembles (A,B,C,D) ; Ec : échantillons ; a-h : sous-écozones).

### **3.2. Influence et contrôle de la répartition des formes planctoniques et le rapport *Cytherella* / *Krithe***

Les variations paléobathymétriques observées sont-elles une réponse : (i) aux processus allocycliques (climatique ou eustatique), ou autocycliques (taux de sédimentation) ? (ii) à la tectonique régionale ou locale ?

Les tendances cycliques de variations paléobathymétriques déduites de l'analyse des foraminifères planctoniques, si bien préservés sur la plate-forme, sont difficiles à assigner à un seul des mécanismes ci-dessus évoqués. Toutefois les corrélations, à partir du Paléocène, entre la courbe de variations paléobathymétriques mise en évidence (*cf.* Fig. 55, 56 et 62) et la courbe d'évolution des paléotempératures (Frakes, 1979 ; Francis, 1991) d'une part, et celle du cycle eustatique de premier ordre de Vail et al. (1991) d'autre part, étayent l'hypothèse que les influences externes (eustasie et modulations climatiques/océanographiques), contribuent significativement à la réponse observée des foraminifères planctoniques.

Aussi, les influences tectoniques locales ou régionales ne semblent pas écartées. En effet, l'activation épirogénique du Crétacé inférieur (Vernet *et al.* 1996) coïncide avec la diminution de la paléo-profondeur du Paléocène. De même l'évènement tectonique compressif fini-Crétacé (65 Ma) sur la plaque Africaine (Guiraud et Bosworth, 1997, 1999) coïncide avec la réduction paléobathymétrique au sommet du Maastrichtien.

### **3.3. Relation entre les fréquences des espèces appartenant aux genres *Cytherella* et *Krithe***

Les observations des répartitions des ostracodes porteront seulement sur les coupes qui sont caractérisées par une richesse en ostracodes (Hammar El Kleb ; Fig. 52, Sidi Omar el Ayat, Fig. 51, AïnTefekhsist, Fig. 55). Elle vise l'établissement des premiers éléments de reconstitution des paléoenvironnements.

Selon R.H. Benson (1971, 1977) ; J.P. Peypouquet (1975, 1979), les genres *Cytherella* et *Krithe* vivent généralement dans des milieux profonds et dans des conditions comparables. Le rapport des fréquences des deux genres au cours des temps géologiques devrait donc être parallèle dans des conditions écologiques favorables. Par conséquent, tout changement contraire dans les courbes d'évolution des *Cytherella* et des *Krithe* serait le résultat d'un ou de plusieurs facteurs perturbateurs.

La présente formule indiquant les rapports des *Cytherella* et des *Krithe* (Bouzid et al.,1994) :

$$K \% = \frac{K_{nb}}{\sum (K_{nb} + C_{nb})} \times 100$$

$$C \% = \frac{C_{nb}}{\sum (K_{nb} + C_{nb})} \times 100$$

$K_{nb}$  = nombre total des individus de *Krithe*.

$C_{nb}$  = nombre total des individus de *Cytherella*.

Deux cas de figure peuvent se présenter : courbes parallèles ou contraires (Fig. 55). Un découpage en écozones de la coupe de l'AïnTefekhsist qui présente le mieux, en particulier, le Paléocène (Bouzid, 1993) ; tandis que la coupe de Sidi Omar el Ayat et celle de Hammar el Kleb sont établies à partir des enregistrements des fluctuations.

**3.3.1. Ecozone I.** Cette écozone est située entre l'échantillon n° 20 et n° 29 de la coupe Hammar El Kleb ; elle est caractérisée par la domination des *krithe* sur les *Cytherella* (Fig. 52). Située entre les échantillons n°49 et n°64 dans la coupe de l'Ain Tefekhsist (Fig. 55) ; elle est

caractérisée par l'absence de *Krithe* et la prédominance des *Cytherella* qui atteignent une fréquence de 100%. Cette écozone comporte une association pauvre en espèces et en individus (Fig. 12). La récolte s'est effectuée dans les marnes bleues inférieures (Ensemble A) attribuées à la biozone à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) du Crétacé supérieur.

**3.3.2. Ecozone II.** Cette écozone est décrite dans la coupe de l'Ain Tefekhsist de l'échantillon n°38 à 49 dans l'ensemble B de la coupe de l'Ain Tefekhsist (Fig. 55). Cette écozone est caractérisée par la dominance nette des *Krithe* par rapport aux *Cytherella*. Deux sous-écozones y peuvent être distinguées (Bouزيد, 1993) :

- **sous-écozone II a** : Cette sous-écozone est comprise entre l'échantillon n°49 à la base et l'échantillon n°43 au sommet. Les deux courbes présentent une évolution contraire des rapports *Cytherella* et *Krithe*. Les *Krithe* peuvent atteindre 100% en l'absence des *Cytherella*. Ces derniers enregistrent une augmentation pouvant atteindre 20% vers la fin de cette sous-écozone.

- **sous-écozone II b** : elle est située entre l'échantillon n°43 et l'échantillon n°38. Fréquemment caractérisée par la dominance des *Krithe*, cette sous-écozone enregistre une baisse dans la fréquence des *Cytherella* (2%). Vers la fin de cette écozone la fréquence de ces formes montre une nette augmentation (30%). Dans l'écozone II, biozone à *Globorotalia pseudobulloides* d'âge Paléocène inférieur, l'association des Foraminifères et des ostracodes atteint son maximum de richesse.

**3.3.3. Ecozone III.** Cette écozone est comprise entre l'échantillon n°25 et n°31 dans les marnes inférieures et les marnes à intercalations marno-calcaires de la coupe d'Ain Tefekhsist (Ensemble B : partie supérieure) correspondant à la biozone à *Globorotalia trinidadensis*. Cette écozone est caractérisée par la dominance des *Cytherella* dans les marnes bleues inférieures. A l'inverse, les marnes bleues à intercalations marno-calcaires renferment une fréquence élevée de *Krithe* par rapport aux *Cytherella*. (Fig. 55). Deux sous-écozones y peuvent être mises en évidence (Bouزيد, 1993) :

- **sous-écozone IIIa**: allant de l'échantillon n°35 à l'échantillon n°38, la courbe des *Cytherella* évolue parallèlement à celle des *Krithe* avec un léger décalage. Les *Cytherella* peuvent atteindre 100% dans le cas d'absence de *Krithe* ; quand elles sont présentes, les formes appartenant à ce dernier genre ne dépassent pas les 50%.

- **sous-écozone IIIb** : comprise entre l'échantillon n°31 et l'échantillon n°35, cette sous-écozone est caractérisée par la dominance des *Cytherella*. Les *Krithe* peuvent atteindre 50%.

**3.3.4. Ecozone IV.** Correspondant à la partie supérieure de la biozone à *Globorotalia trinidadensis*, cette écozone se subdivise en deux sous-écozones (Bouزيد, 1993).

- **sous-écozone IV a** : cette sous-écozone (échantillons n°28 à n°31) marque le retour des *Krithe* qui dominent nettement les *Cytherella*. Ils atteignent un maximum de 20%.

- **sous-écozone IVb**: comprise entre l'échantillon n°28 et l'échantillon n°25, la sous-écozone IVb est marquée par une faible prédominance des *Krithe* (20%) par rapport aux *Cytherella* (16%).

En conclusion, les deux sous-écozones IVa et IVb sont caractérisées par la dominance des *Krithe*, jusqu'à 80%; les *Cytherella* présentent une évolution constante, ne dépassent pas 20%. Notons que les deux sous-écozones correspondent à un faciès marneux à intercalations marno-calcaires. L'association des foraminifères et des ostracodes est comparable à celle décrite dans l'écozone II. Les quatre sous-écozones sont situées dans la biozone à *Globorotalia trinidadensis* (Fig. 55).

**3.3.5. Ecozone V.** Correspondant au biozone à *Globorotalia* (M.) *angulata* attribuée au Paléocène moyen, cette écozone (échantillon n°14 et n°23) est caractérisée par une évolution parallèle des rapports *Krithe* et *Cytherella*. Elle correspond à des marnes bleues. Elle est subdivisée en deux sous-écozones dans la coupe de l'Ain Tefekhsist (Fig. 55).

- **sous-écozone Va**: elle est située entre les échantillons n°18 et n°25. L'évolution des deux courbes est parallèle. Les *Cytherella* atteignent un fort pourcentage (échantillon n°24), alors que les *Krithe* ne dépassent pas les 18% (échantillon n°20). Il faut noter dans cette sous-écozone, la chute considérable sur le plan qualitatif et quantitatif dans l'association des Foraminifères et des ostracodes (Fig. 55).

- *sous-écozone Vb*: elle est définie à partir de l'échantillon n°14 et jusqu'à l'échantillon n°18 (Fig. 55). Il faut noter l'évolution parallèle des deux courbes avec la prédominance des *Krithe* (70%) par rapport aux *Cytherella* (50%). L'association de la microfaune se résume à quelques espèces seulement.

**3.3.6. Ecozone VI.** Elle correspond au biozone à *Globorotalia pusilla* attribuée au Paléocène moyen, cette écozone est marquée par la dominance conjointe des *Krithe* et des *Cytherella*. L'évolution des deux courbes est parallèle (n°10 et n°14) qui ne dépasse guère les 20% dans les deux genres. L'association de la microfaune est très pauvre (Fig. 55).

**3.3.7. Ecozone VII.** Le Paléocène supérieur des coupes de l'Ain Tefekhsist (Fig.55) et de Sidi Omar El Ayat (Fig. 51) présentent une nette évolution dominée par des *Cytherella*. Cette écozone VII de la coupe de l'Ain Tefekhsist d'âge Paléocène supérieur (biozone à *Globorotalia pseudomenardii*) est située entre le n°5 et le n°10. L'évolution des deux courbes est divergente. Les *Cytherella* oscillent entre 20% et 100 % tandis que les *Krithe* ne dépassent pas les 20%.

Le tracé de la courbe d'évolution de la diversité spécifique et/ou générique des *Cytherella* et *Krithe* le long de la coupe de Sidi Omar El Ayat est scindé en deux : (i) la première partie de cette courbe correspond au biozone (VII) du Paléocène supérieure. Elle indique une évolution progressive de la courbe des *Cytherella* avec un maximum à l'échantillon n°10, ce qui se calque bien avec la coupe de l'Ain Tefekhsist.

Vivant dans un milieu nettement détritique (marnes sableuses), l'association des foraminifères planctoniques et des ostracodes est pauvre par rapport à celles enregistrées dans les écozones précédentes.

La coupe de Hammar el Kleb offre une absence des *Cytherella* au détriment des *Krithe*, ce qui semblerait être en rapport avec la réduction de la tranche d'eaux et l'installation de mauvaises conditions de vie qui s'expliquent par des apports prépondérants de la matière siliceuse qui est à l'origine de la formation des nodules de silex (Fig. 27).

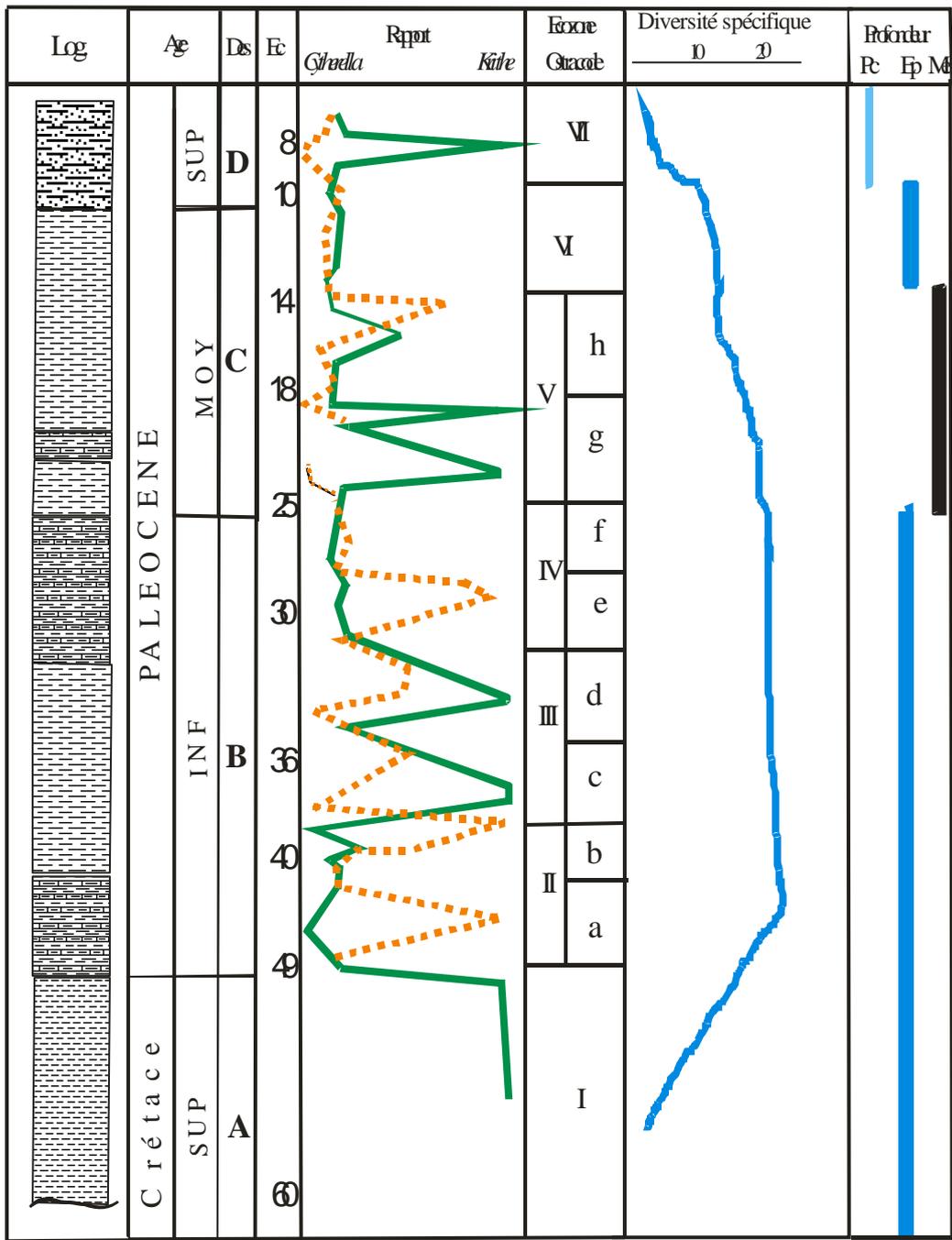
**3.3.8. Ecozone VIII.** Cette écozone correspond à l'Éocène inférieur ; elle est présentée dans la seule coupe de Sidi Omar El Ayat (Fig.51). La courbe montre des fluctuations avec deux pics au niveau de l'échantillon n°25 et n°30 pour les *Cytherella* et deux pics n°23 et n°29 pour les *Krithe*. Cette écozone est marquée par une nette chute de la diversité des *krithe* de 5 genres à 3 genres et celle des *Cytherella* de 4 genres à 2 genres. Cette carence en biodiversité est due aux changements des conditions de vie qui deviennent de plus en plus hostiles aux pullulements des ostracodes avec la contamination du milieu par l'élévation du taux de dépôt de la silice.

### **3.4. Conclusions : évolution contraire des rapports *Cytherella* et *Krithe* :**

**3.4.1. La dominance des *Krithe* (écozone II, sous écozone IVa) :** Elle est marquée par la richesse de la microfaune due probablement à un apport important de la matière nutritive où les indices de détritisme et de pélagisme s'équilibrent (faciès marno-calcaires) au niveau de la coupe de l'Ain Tafekhsist. La coupe de Hammar el Kleb montre la dominance des *krithe* au niveau du Paléocène supérieur (écozone VIII). Les coupes de l'Ain Tefekhsist et Sidi Omar el Ayat montrent la dominance des *Cytherella* (écozones I, Va, VII, VIII) se constate dans des marnes ou des marnes sableuses, soit dans une situation d'approfondissement du milieu (indice de pélagisme élevé) soit dans une situation de comblement (indice de détritisme élevé) avec des associations micropaléontologiques très pauvres (Bouزيد, 1993).

**3.4.2. Evolution parallèle des rapports *Cytherella* et *Krithe*:** trois situations se présentent :

- la dominance des *Krithe* (sous-écozone Vb) : Elle est constatée dans des marnes bleues supérieures où l'association micropaléontologique est très pauvre. Le détritisme et le pélagisme tentent à s'équilibrer se traduisant par la baisse de la profondeur de la tranche d'eau (Fig. 49 et 56) ;



**Fig.56** : Rapport des fréquences des genres *Cytherella* et *Krithe* dans la coupe de l'Ain Tefekhsist. 1 : Marnes bleues inférieures ; 2 : Marnes bleues à intercalations marno-calcaires intermédiaires ; 3 : Marnes sableuses ; a,b,c,d,e,f,g,h : sous écozones ; Pc : plateau continental ; Ep : épibathyal ; Me : Mésobathyal ; *Cytherella* — ; *Krithe* - - -



- la dominance des *Cytherella* (écozone III, VII): Elle est caractérisée par la richesse de la microfaune qui peut être liée à l'apport de la matière nutritive dans un milieu marin marneux profond reflétant l'indice élevé de pélagisme (indice de pélagisme élevé) (Fig. 49 et 56) ;

- l'équilibre des rapports *Cytherella* et *Krithe* (écozones IVb, VI) : Elle est marquée par une richesse moyenne de la microfaune se développant dans des milieux marneux ou marno-calcaires. Les indices de pélagisme et de détritisme s'équilibrent indiquant une certaine réduction de la profondeur (Fig. 49 et 56).

## 4 - Approche statistique

### 4.1. Introduction :

Les différentes coupes étudiées ne permettent pas une étude statistique exhaustive en raison du nombre réduit des ostracodes. Seules quelques coupes présentent des fréquences un peu significatives. Notre seul objectif est d'essayer de montrer la répartition du nombre des ostracodes temporellement pour contraindre d'établir une lecture environnementale.

**4.1.1- Coupe de l'Ain Tefekhsist (Fig. 57).** La répartition statistique des ostracodes montre deux grands pics bien définis, le premier correspond à une concentration au Paléocène inférieur avec une diversification importante de l'ostracofaune qui traduit des conditions très favorables, le deuxième marque une baisse des conditions.

Cette évolution qui débute très timide au Crétacé supérieur qui serait lié à la profondeur du milieu et ou aux conditions de vie défavorables, suivie d'un développement spectaculaire très varié (allant de l'échantillon n°49 –n°24), marquant ainsi l'installation des conditions de pullulement. Cet intervalle est caractérisé par deux phases d'évolution maximale, le premier (échantillon n°49-35) et le deuxième (échantillon 35-24).Le deuxième pic (allant de l'échantillon n° 25-10) moins important, il indique l'instauration de conditions défavorables qui atteignent le maximum dans l'échantillon n°8.

Cette évolution des Ostracodes dans la coupe d'AïnTefekhsist se calque très bien au rapport des *Cytherella*/*Krithe* et confirme l'interprétation faite à partir des associations.

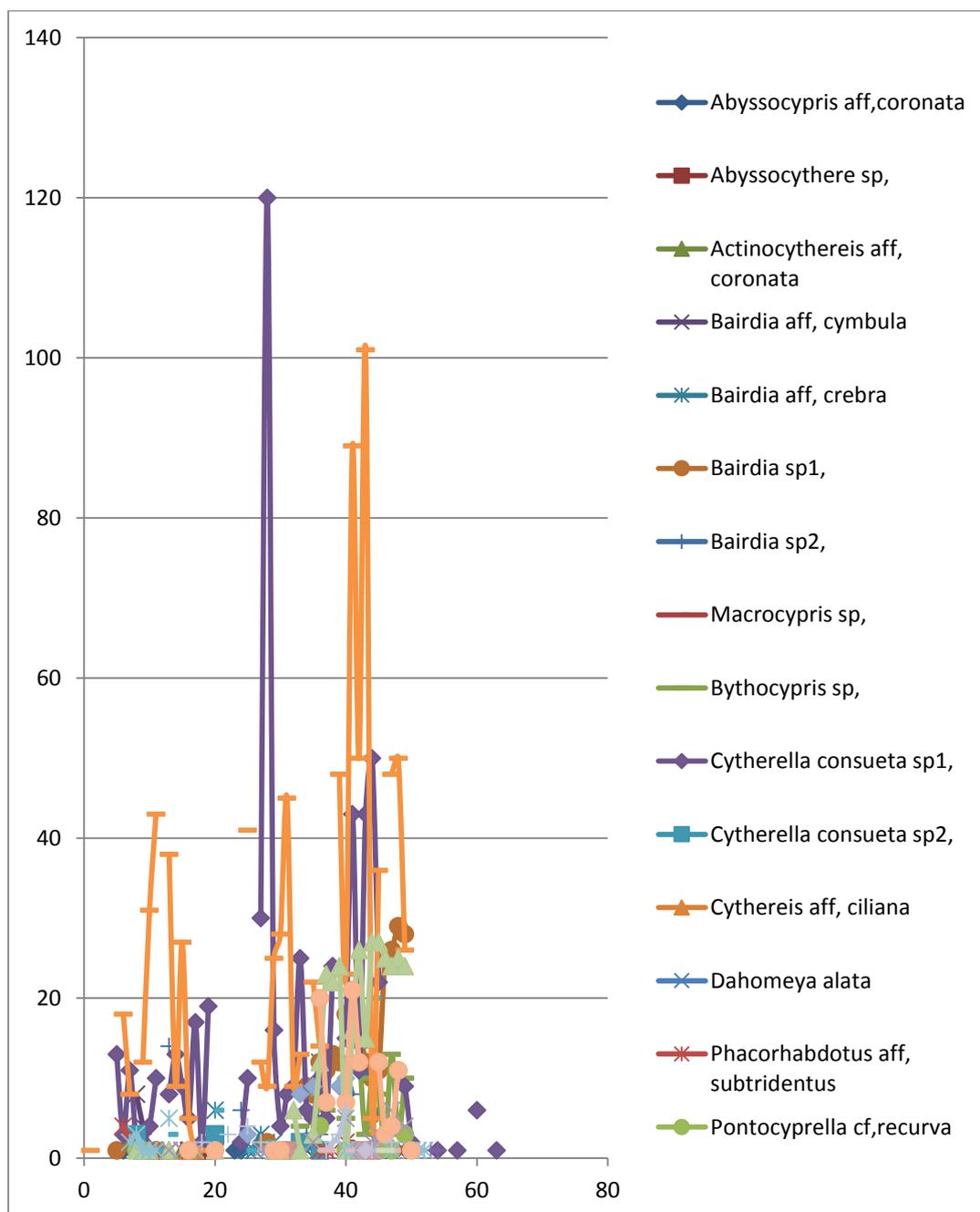


Fig. 57 : Dispersion des ostracodes le long de la coupe de l'AïnTefekhsist

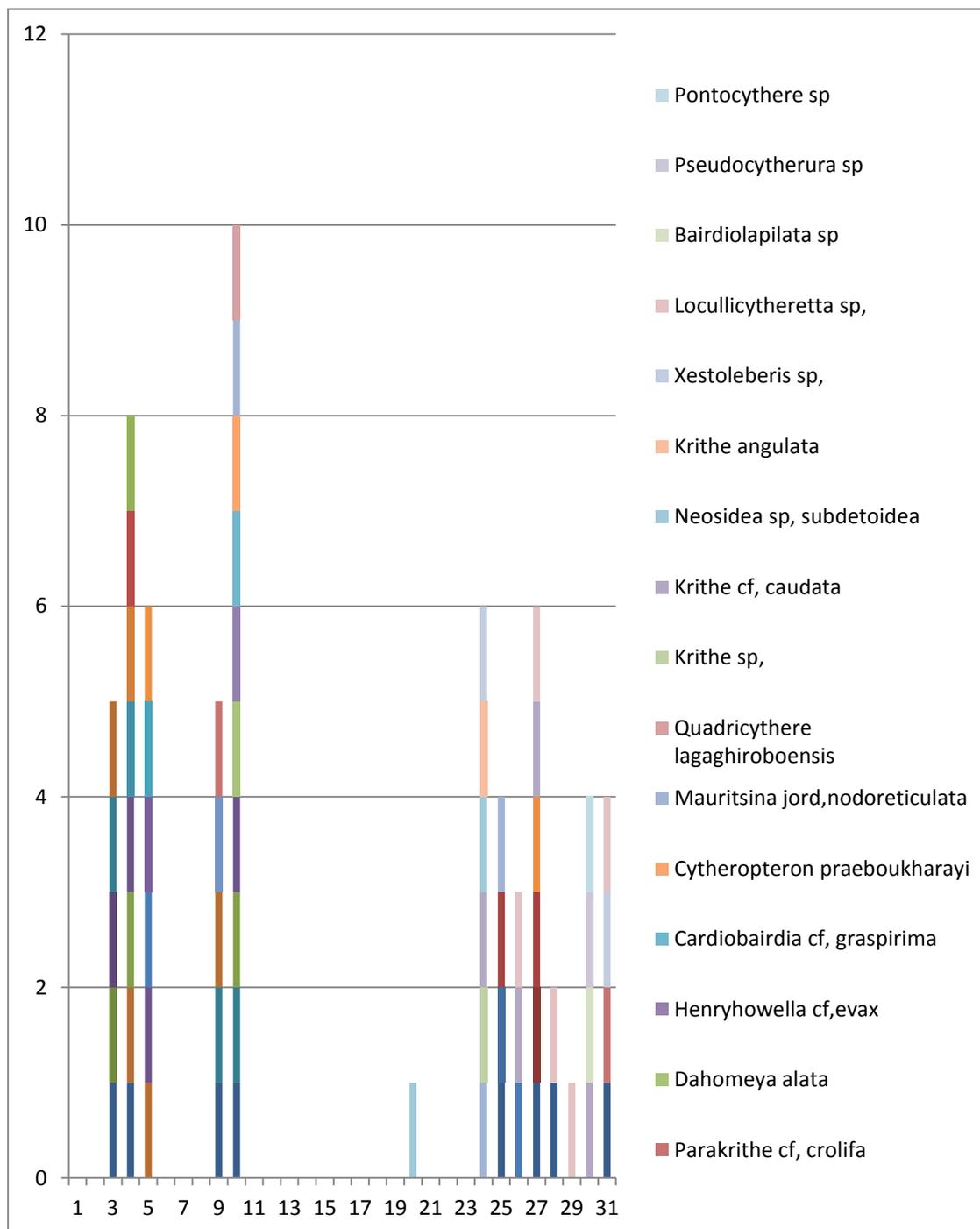


Fig. 58: Dispersion des ostracodes le long de la coupe de Sidi Omar El Ayat

**4.1.2. Coupe de Sidi Omar El Ayat** : La coupe de Sidi Omar El Ayat (fig.58) montre deux concentration des ostracodes avec une absence bien individualisé entre l'échantillon n°11 et n°24 ce qui laisse confirmer l'interprétation de ce manque à l'absence des conditions de vie, lié à l'élévation de la température et l'apport important de la matière détritique. Cet espace où

disparaissent les Ostracodes et les foraminifères correspond à la phase PETM connu à l'échelle mondiale.

**4.1.3. Coupe de Sidi El Bahri (Fig. 59).** La reprise statistique de cette coupe montre l'évolution des espèces Ostracodes suivante :

Trois grandes répartitions peuvent apparaître, (i) la première correspond à l'ensemble (A) marneux d'âge crétacé supérieur. La baisse des fréquences des espèces Ostracodes serait liée aux conditions défavorables caractérisées par l'approfondissement de la tranche d'eau ; (ii) la deuxième fréquence correspond à la partie inférieure de l'ensemble (F) d'âge Eocène, la fréquence des ostracodes semble indiquée le retour progressif des conditions de vie dans milieu marneux légèrement profond ; (iii) la troisième fréquence correspond aux marnes sableuses (partie supérieure de l'ensemble F) qui offre une grande variété en ostracofaune dans un milieu légèrement sableux qui semble indiqué la réduction de la tranche d'eau.

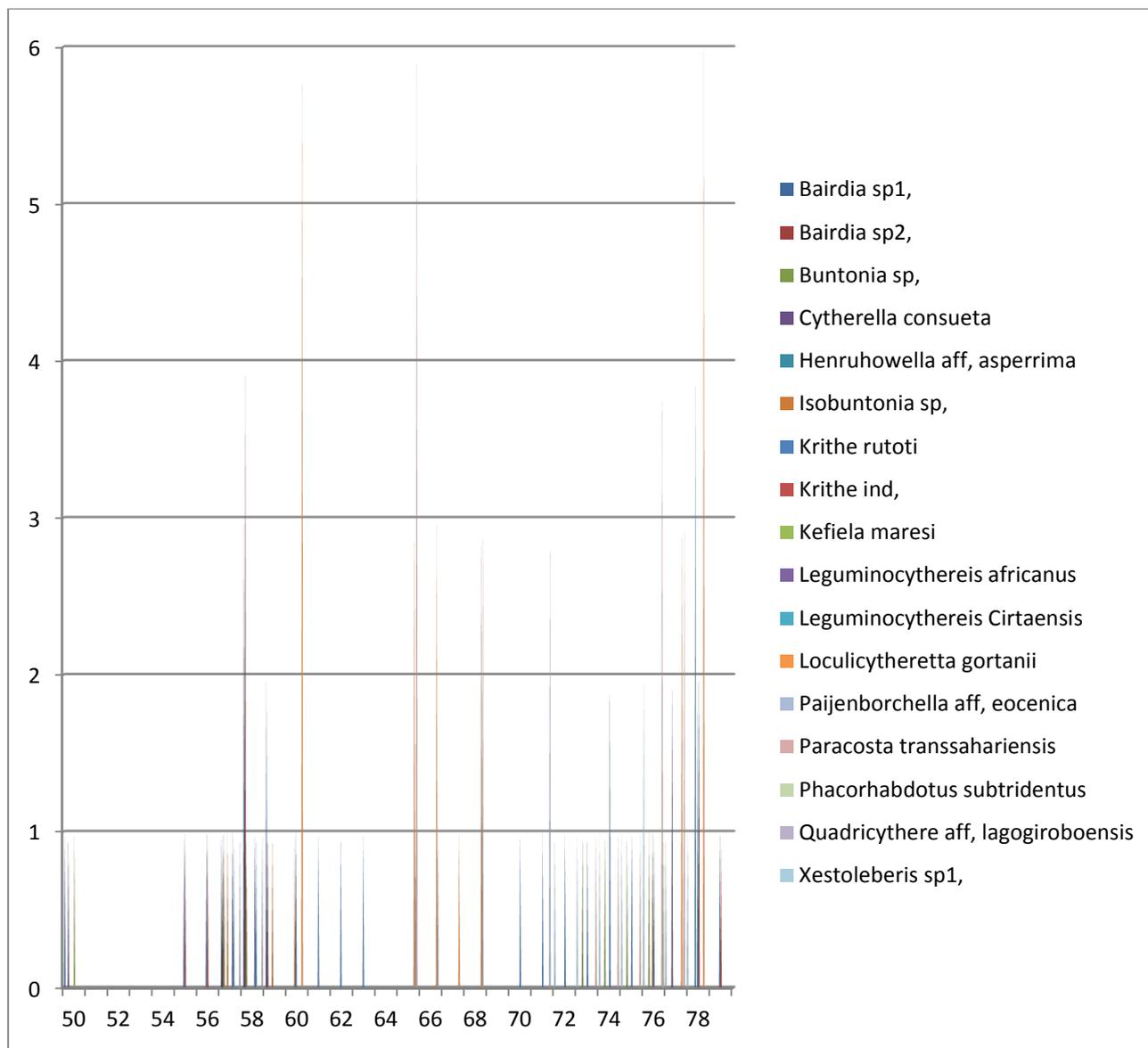


Fig. 59: Dispersion des Ostracodes de la coupe de Sidi El Bahri.

**3.1.4. Coupe de Hammar El Kleb (Fig. 60).** Très faiblement représenté en Ostracode, la coupe Hammar El Kleb montre un nuage qui s'étend entre l'échantillon n°15 et n°26. Le premier amas de points correspond à l'ensemble D (Paléocène supérieur) entre l'échantillon n° 15-n°19, il semble indiquer de mauvaises conditions réduisant ainsi le développement des Ostracodes liées probablement l'apport de la matière détritique et à l'élévation sensible de la température.

Depuis l'échantillon n°20 –n°26, un nuage de point très réduit correspondant à l'ensemble (A) d'âge Crétacé supérieur. La faible fréquence des Ostracodes semble être en relation avec l'approfondissement du milieu et le retour aux conditions défavorables.

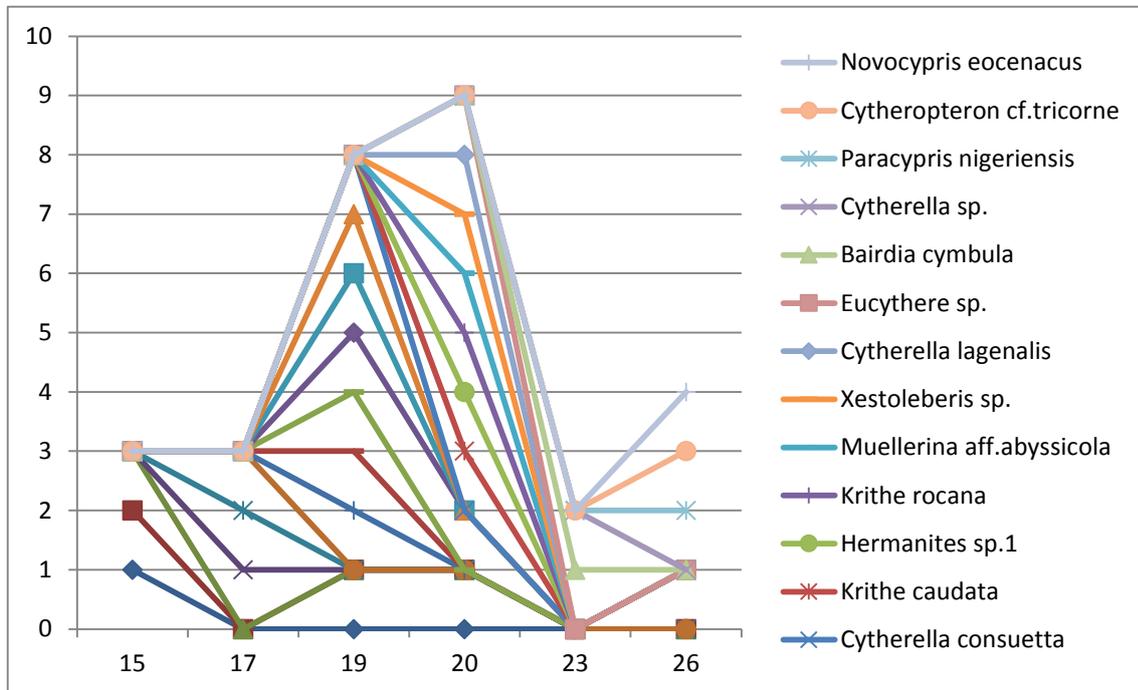


Fig.60: Dispersion des ostracodes de la coupe Hammar El Kleb

## 5. Discussion et conclusions paleoenvironnementales

L'analyse environnementale des terrains Crétacés supérieur-Eocène de l'"Unité sénoniènne" est basée sur l'analyse des associations d'ostracodes contenues dans les différentes coupes prélevées au Nord-Ouest d'Algérie. Il varie généralement entre deux domaines, épibathyal au Crétacé supérieur et de plate-forme externe à l'Eocène (fig. 61).

On peut dire que la limite Crétacé-Paléocène se situe, dans le temps, au sein d'un faisceau d'évènement dont, certains sont biologiques : extinction en masse et reconquête progressive des biotopes), d'autres sédimentaires : régression importante suivie d'une transgression).

La période du Crétacé-Paléocène-Eocène confirme la présence de deux événements majeurs. Le premier vers la fin de la zone à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) où l'on note une chute très prononcée des ostracodes et le second marque le passage vers Paléocène-Eocène marqué par une hausse de température (Zachos *et al.*, 1993) et par conséquent une réduction de la profondeur.

Le Maastrichtien terminal est représenté par des dépôts sédimentaires à caractères marneux (biozone à *Abathomphalus mayaroensis*). Il est représenté par l'écozone I qui indique une fréquence et une diversité des ostracodes faibles. A l'Ouest, la coupe de Béni-Saf est caractérisée par une zone d'absence des ostracodes et des Foraminifères planctoniques au passage avec le Paléocène probablement liée à l'installation de mauvaises conditions. La coupe de Kammar El Kleb à Ain Témouchent présente un taux très faible des foraminifères planctoniques et l'absence fatale des ostracodes au début de la coupe serait ainsi liée à des conditions défavorables au développement des ostracodes.

Plus à l'Est, le biozone à *Abathomphalus mayaroensis* (Pl. IX, fig. 1, 2) est marquée par une bonne oxygénation. L'omniprésence de genres ubiquistes tels *Cytherella*, *Bairdia* et *Krithe*, ainsi qu'à la présence de genres habituels en milieux marins profonds tels *Trachyleberidea* plaident en faveur d'un milieu épibathyal, profondeur qui corrobore la tendance générale de l'indice de pélagisme et le taux de détritisme. Ces différents paramètres (pélagisme, détritisme, oxygénation et l'approche statistique) n'expliquent pas, à eux seuls, la pauvreté de l'ostracofaune qui peut être liée à plusieurs événements : un apport très réduit de la matière nutritive (fig. 35) et des changements de températures (Stinnesbeck *et al.*, 2001 ; Stübenet *al.*, 2002; Keller *et al.*, 2001).

Le Crétacé supérieur (Zone à *Abathomphalus mayaroensis*) de la région oranaise semble indiquer à son sommet un recul de la tranche d'eau (une phase régressive) ce qui corrobore avec les récents travaux de Stinnesbeck et Keller (1996) suivie d'un retour progressif de la mer au début du Paléogène.

Cette régression au sommet du Maestrichtien ne peut être tenue pour responsable de la réduction ou des disparitions des ostracodes et des foraminifères planctoniques (*Globotruncanidés*) survenues précisément à la limite Crétacé-Paléogène (Henneberg et Dupuis, 2003) mais plutôt à un ensemble de facteurs réunis et éventuellement à la baisse d'oxygène (Braccini et Peypouquet, 1995).

Le Paléocène inférieur est présent dans les deux coupes de Ain Téfekhsist et de Tessala Village et il est absent dans les autres coupes ce qui corrobore avec la tendance générale qui touche d'autres régions périméditerranéennes et sahariennes (Marzoqi et Pascal, 2000). Ces lacunes de sédimentations enregistrées dans le Paléocène peuvent s'expliquer par des déplacements de la ligne de rivage et aux jeux de la tectoniques en horst et graben qui s'intègre sur le système d'arrangement tectonique globale qui affecte la région Nord africaine et l'Arabie (Robertson, 2000). Le renouvellement des ostracodes observés à partir du début du Tertiaire coïncide avec un retour de l'équilibre des conditions océanographiques.

Le biozone à *Globorotalia pseudobulloides* correspond à l'écozone II ; le rapport des *Cytherella* et des *Krithe* montre la dominance des *Krithe* dans un milieu marneux à intercalations marno-calcaires. L'étage épibathyal est attesté par la bonne oxygénation, par un indice de pélagisme élevé, l'apport relativement important de la matière nutritive et une température élevée des eaux profondes, ce qui confirme les travaux de Zachos *et al.*, (1994) ainsi que les informations paléobiogéographiques fournies par le plancton et celles fournies par des isotopes d'oxygène (Saint-Marc, 1991).

Le biozone à *Globorotalia trinidadensis* correspond aux écozones III et IV ; la dominance des *Cytherella* (écozone III) ou des *Krithe* (écozone IV) peut être liée au milieu de sédimentation, respectivement marneux ou marneux à intercalations marno-calcaires. Les autres facteurs (oxygénation, pélagisme, matière nutritive) affichent des conditions optimales pour le développement des ostracodes ainsi que l'augmentation progressive de la température qui atteint son maximum à l'Eocène inférieur (Zachos *et al.*, 1994).

Le Paléocène moyen (biozones à *Globorotalia angulata* et *Globorotalia pusilla*) correspond à une phase moins riche et moins diversifiée en ostracofaune par rapport à celle enregistrée au Paléocène inférieur.

La partie inférieure (*Globorotalia angulata*) correspond à l'écozone V. Les rapports *Cytherella* et *Krithe* montrent une très nette dominance des *Cytherella* au niveau de la sous-écozone Va et des *Krithe* au niveau de la sous-écozone Vb. L'approfondissement du milieu vers le mésobathyal est marqué par un indice de pélagisme élevé et l'apparition des taxons *Abyssocythere* et *Abyssocypris* (fig. 12).

La partie supérieure (biozone à *Globorotalia pusilla*) correspond à l'écozone VI, caractérisée par une bonne oxygénation et un apport détritique important, ce qui impliquerait une baisse de la tranche d'eau vers l'épibathyal, par rapport à la partie inférieure (mésobathyal) et une température importante où l'on note la présence des foraminifères planctoniques (*Morozovellidées* et *Acarinidées*) (Kelly *et al.*, 1996 ; Noris, 1996).

Au Paléocène supérieur (biozone à *Globigerina cf. velascoensis*) correspond à l'écozone VII; l'ostracofaune est pauvre par rapport à celles des écozones précédentes (Coupe de Ain Tefekhsist). Cette chute est notée dans la courbe de la diversité spécifique au niveau des coupes de Sidi Omar El Ayat (fig. 51), et Hammar El Kleb (fig. 52). La dominance des *Cytherella* (fig. 55) est à mettre en parallèle avec la baisse de l'indice du pélagisme (fig. 49) ainsi que l'apport détritique (fig. 50, 51) devenant de plus en plus siliceux.

Les ostracodes sont absents dans la coupe de Sidi Hammadi sauf dans les échantillons (n° 22- n° 24). L'intensification de l'apport de la matière siliceuse devient de plus en plus importante matérialisée par de gros bancs et la température toujours en hausse ce qui annonce la zone PETM (*sensu Zachos et al.*, 1993) et qui semblerait être responsable de l'absence de toute prolifération des ostracodes et des foraminifères planctoniques (fig. 42).

La zone de passage entre le Paléocène supérieur et l'Eocène inférieur signalée dans les coupes de Beni Saf, Hammar El Kleb (fig. 34, 39), Sidi Omar El Ayat (fig. 28) et de Sidi

Hammadi (fig. 44) est marquée par la réduction ou par l'extinction des foraminifères planctoniques et des ostracodes ce qui corrobore avec les travaux de [Thomas, 1990](#) ; [Kennett et Stott, 1991](#) ; [Thomas et Shackleton, 1996](#)). Cette situation semble être liée indubitablement à des changements dans l'environnement océanique avec une hausse importante de la température.

Cette chute considérable dans le pélagisme (fig. 49, 50) qui révèle la diminution de la tranche d'eau ce qui confirme avec l'épisode régressif reconnu à l'échelle du continent africain ([Ly et Anglada, 1991](#)) suivi d'une phase d'élévation de la température.

Cette zone de passage sans ostracodes est marquée par des activités volcaniques basaltiques ([Schmithet al., 2004](#)) intenses ce qui corrobore avec l'hypothèse de [Birger et Pujalto \(2007\)](#) sur l'augmentation du taux du CO<sub>2</sub> provoquant ainsi une élévation de la chaleur qui correspond au PETM ([Farley et Eltgroth, 2003](#)).

L'Eocène inférieur (Zone à *Globorotalia* (M.) *aragonensis*) est caractérisé par une chute en nombre d'individus et en espèces et parfois par la disparition de la faune d'ostracodes et des foraminifères planctoniques (Coupe de Sidi Hammadi, Hammar el Kleb). Ce phénomène est à mettre en relation avec l'apport important des particules siliceuses qui traduirait une réduction de la profondeur correspondant à la plate-forme continentale et qui semblerait être couplée avec une intensité accrue au niveau de la zone à oxygène minimum et son développement sur toute la tranche d'eau dans la zone IETM.

		Localités							Biostratigraphique			Bathymétrie	
Age	Ens	T E S S A L A			AIN TEMOUCHENT		Beni-Saf	SHammadi	Biozone	Ecozone Ostracodes			
		Antididissis	Village Tessa	Sid El Bahri	Sidi O.Ayat	H.Kleb							
EOCENE	Supérieur	F							<i>Globorotalia cerroazulensis</i>			Plate-forme externe	
	Moyen												
	Inférieur	F								<i>Globorotalia (M) aragonensis</i>	VIII		
PALEOCENE	Supérieur	D								<i>Globorotalia cf. velascoensis</i> <i>Globorotalia pseudomenardii</i>	VII		Plate-forme externe
	Moyen	C								<i>Globorotalia pusilla</i> <i>Globorotalia (M) angulata</i>	VI V	B A	Epibathyal Mesobathyal
	Inférieur	B								<i>Globorotalia trinidadensis</i> <i>Globorotalia pseudobulloides</i>	IV III II	B A B A A	Epibathyal
	Océane Supérieur	A								<i>Abathomphalus mayaroensis</i>	I		

Fig. 61 : Tableau récapitulatif représentant la répartition des ensembles et de la biozotation en relation avec l'environnement dans l'Oranie.

L'Eocène supérieur dans la coupe de Sid El Bahri (*Globorotalia cerroazulensis*) est marqué par une régulation de l'apport siliceux et le retour à des conditions favorables à l'apparition, pour la première fois, d'une ostracofaune à test ornementé caractéristique d'un milieu de plate-forme continentale.

Cette évolution des formes dans les Tessala, Sidi Hammadi, Ain Temouchent et Béni Saf semble être en accord avec l'évolution globale du taux de l'isotope C13 des tests des carbonates (Renard, 1984) mais aussi avec l'évolution du niveau marin mondial (fig.62) : Transgression Régression (Vail et al. 1977).

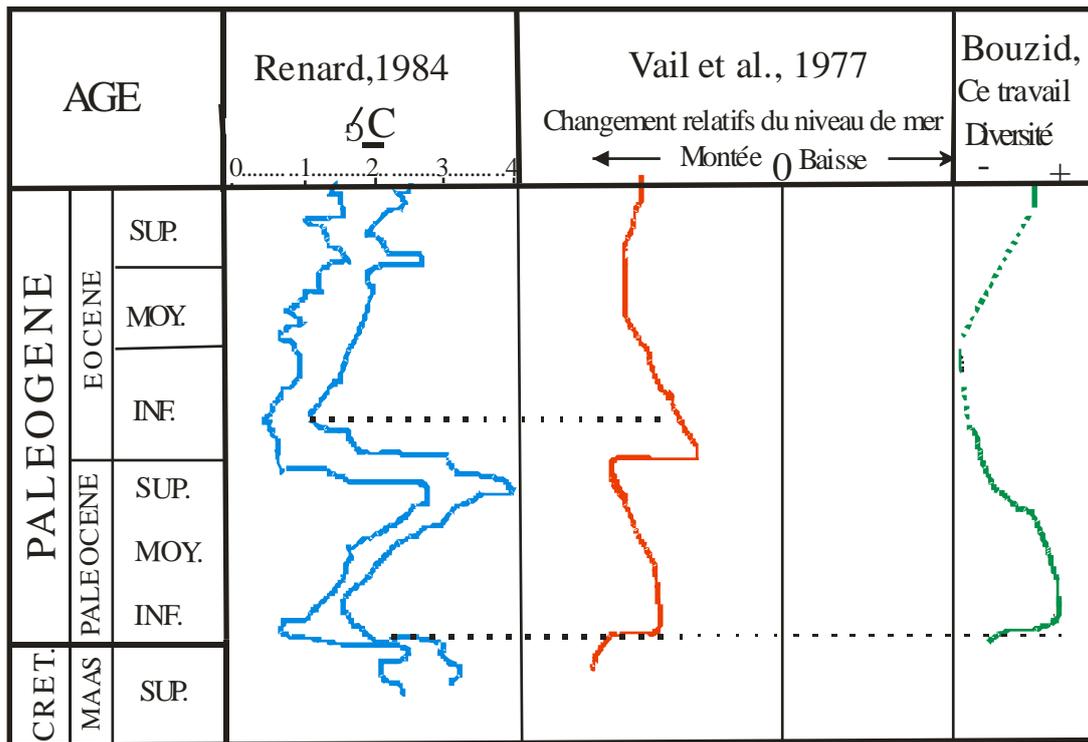


Fig. 62 : rapport entre l'évolution en C13 des carbonates pélagiques (d'après Renard, 1984), L'évolution du niveau marin (Vail, 1977) et la diversité de l'ostracofaune (Bouzid, ce travail).

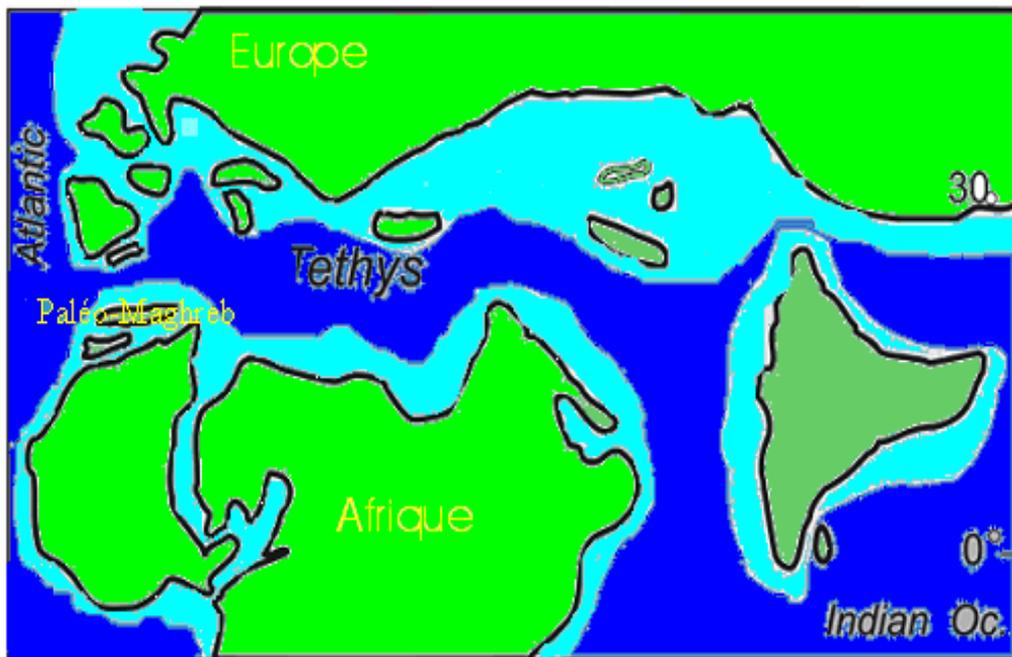
## **Cinquième chapitre**

# **PALEOBIOGEOGRAPHIE**

## *Cinquième chapitre* **PALEOBIOGEOGRAPHIE**

### **1-Introduction.**

La faune du Crétacé Supérieur-Paléocène-Eocène de la région Oranaise (partie Nord-Ouest de l'Algérie) révèle des similitudes avec quelques espèces de la province sud-téthysienne. Malgré les caractères spécifiques de la faune, des communications fauniques avaient été établies avec quelques pays ouest africains : Niger, Nigeria, Côte d'Ivoire, Guinée, Sénégal qui semble confirmer l'existence de la mer transsaharienne (Fig. 63 et 64) ainsi que les mouvements fauniques migratoires entre les différentes provinces (Carbonnel *et al.*, 1990 ; Damotte, 1994).



**Fig. 63** : Paléogéographie de la Téthys au début du Paléocène (d'après Widmark et Speijer, 1997).

### **2. Crétacé terminal**

Au Crétacé terminal (zone à *Abathomphalus mayaroensis*), les ostracodes marins sont caractérisés par des genres cosmopolites dont l'extension stratigraphique est très étendue : c'es

le cas des genres *Bairdia*, *Cytherella*, *Krithe*. Ces genres ont été signalés en Tunisie (Donze *et al.*, 1982) et en Afrique du Sud et du Sud-Est associés au genre *Kefiella* (Dingle, 1981).

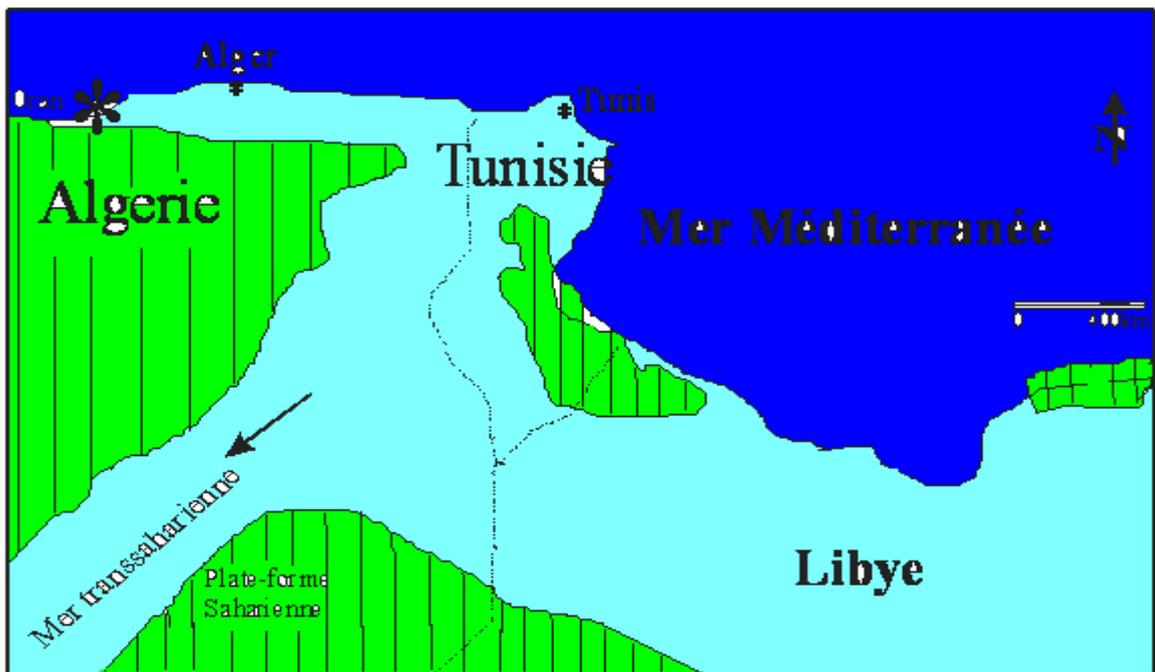


Fig. 64 : Situation régionale de la zone oranaise au Paléocène supérieur (d'après Villa, 1980 ; Bezan, 1996 et Tawadros, 2001). \* Région étudiée

### 3. Paléocène et l'Eocène

Le Paléocène et l'Eocène de la région Nord-Ouest d'Algérie sont caractérisés par une faune peu riche et peu diversifiée dont une bonne proportion d'espèces est connue en dehors de l'Algérie (fig. 72) : France, Tunisie, Libye, Sénégal, Guinée, Mali et Niger. Notons que l'ostracofaune décrite au Nord-Ouest d'Algérie présente d'étroites affinités avec celles décrites en Tunisie : *Pontocyprilla recurva*, *Krithe echolsae*, *Abyssocypris* aff. *adunca*, *Actinocythereis* aff. *coronata*, *Dahomeya alata*, *Paracypris* cf. *jonesi* et certaines espèces du genre *Buntonia*: *Buntonia* sp.

La répartition spatio-temporelle de l'espèce *Pontocyprilla recurva* semble avoir effectuée un déplacement depuis l'Est vers l'Ouest (fig. 65). Elle est décrite dans la coupe du Kef (Tunisie) au Maastrichtien (Peypouquet *et al.*, 1986). Ce sens de déplacement se confirme dans la coupe de l'AïnTefekhsist (Danien) dans les Tessala, puis au Paléocène moyen et supérieur dans la coupe de Sidi Omar el Ayat (AïnTemouchent), ainsi à l'Eocène

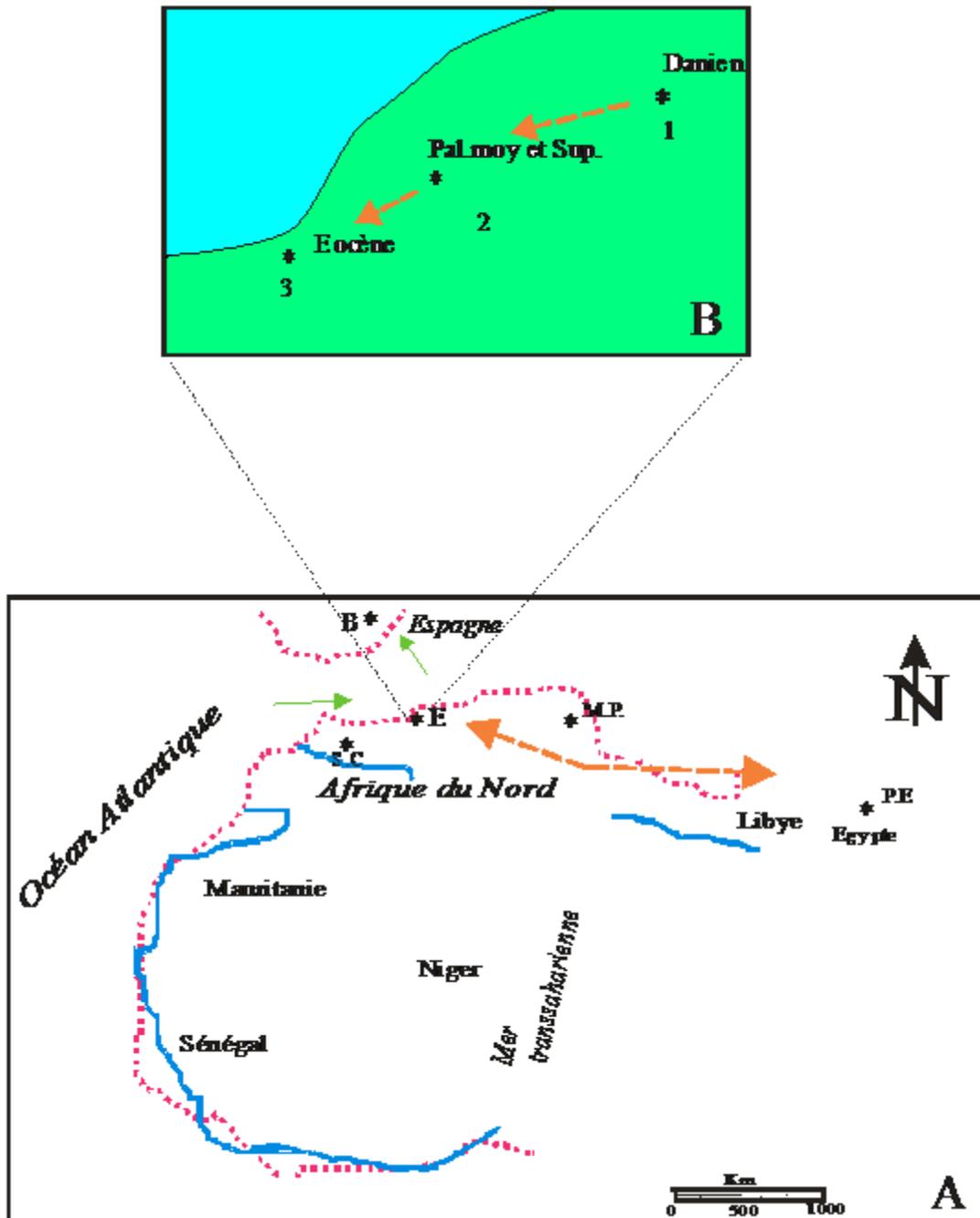
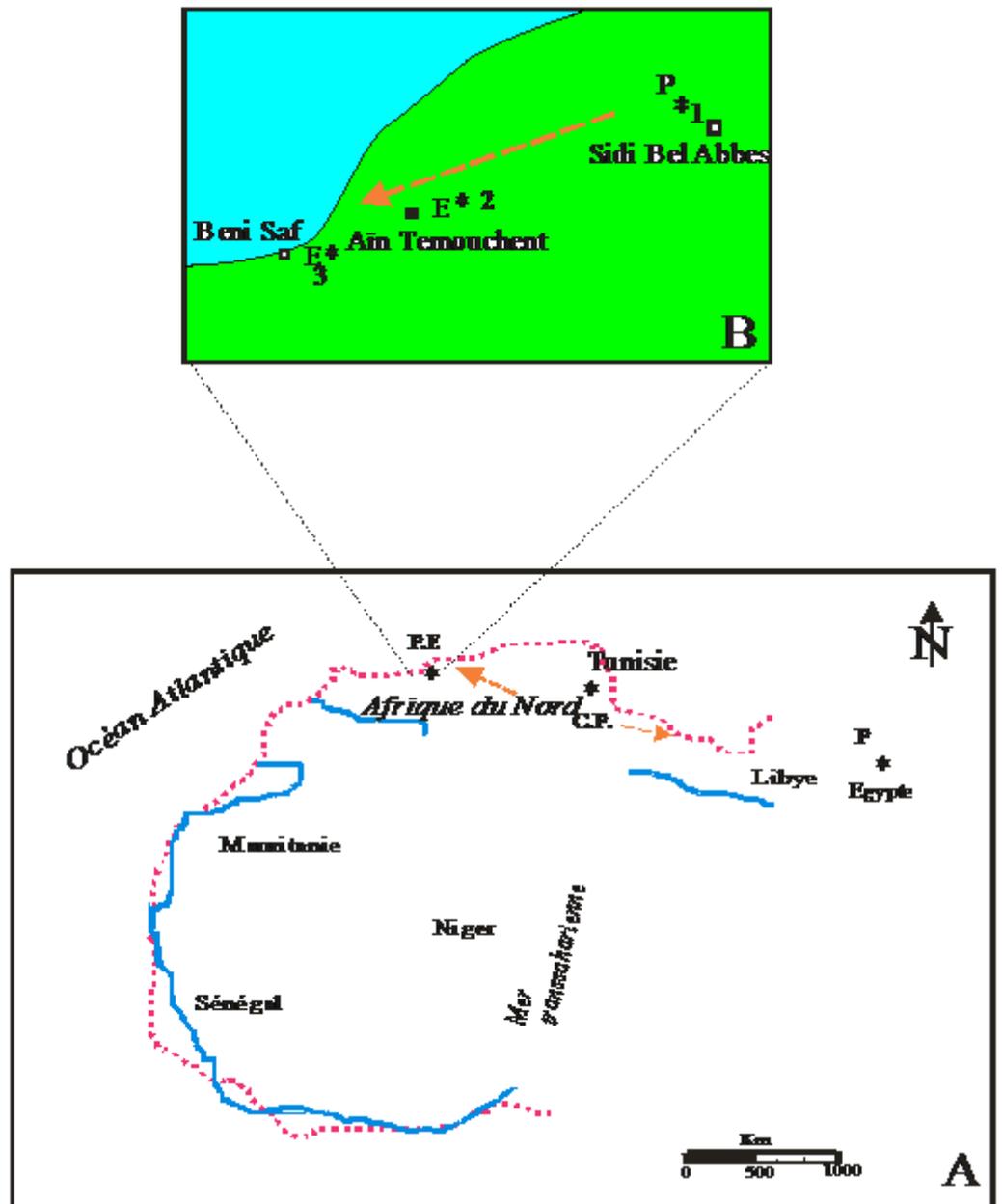


Fig. 65 : Déplacement possible de l'espèce *Pontocyprilla recurva* (A) et partition stratigraphique dans les localités-types (B) ;M.P : Maastrichtien-Paléocène ; E : Eocène ; Sc : Santonien-Campien ; B : Bartonien ; 1 : Tafekhsist (Danien) ; 2 : Sidi Omar el Ayat (Paléocène moyen et Paléocène) ; 3 : Béni-Saf (Eocène).

plus à l'Ouest dans la coupe de Béni-Saf (fig. 65). Ceci n'exclut pas la possibilité d'une migration à partir de l'Afrique occidentale. Cette espèce semble être probablement à l'origine

d'une migration à partir de cette province sud-téthysienne (Oranie) vers la province européenne (Espagne) décrite au Bartonien (Swain, 1984).

Avec l'augmentation de la température au Paléocène, quelques genres (*Cytherella*, *Krithe*, *Abyssocythere* et *Abyssocypris*) de la région Nord-Occidentale algérienne de la province sud-téthysienne sembleraient avoir effectué des déplacements vers la province européenne jusqu'au Bassin Basque en suivant le sens des courants profonds (Berggreen et Hollister, 1974), ce qui coïncide confortablement avec les travaux de Rodriguez-Lazaro et Garcia-Zaraga, 1996).



**Fig. 66** : Déplacement possible de l'espèce *Krithe echolsae* (A) et partition stratigraphique dans les localités-types (B) ;M-P : Maastrichtien-Paléocène ; C-P : Campanien-Paléocène ; P : Paléocène ; E : Eocène.

L'espèce *Krithe echolsae* a été décrite au Campanien-Paléocène de Tunisie (Donze *et al.*, 1982), en Egypte, elle indique le Paléocène (Boukhary *et al.*, 1982) et en Algérie, elle date le Paléocène-Eocène. Ceci permet de proposer deux directions de déplacement (Fig. 66 A) depuis la Tunisie. L'observation de la répartition de l'espèce *Krithe echolsae* dans la région oranaise permet de confirmer ce sens de migration d'Est en Ouest (Fig. 66 B).

L'espèce *Mauristsina jordanica nodoreticulata* est décrite au Paléocène en Egypte (Ismail, 1992), en Tunisie (Esker, 1968 ; Donze *et al.*, 1982) et au Maâstrichtien-Paléocène inférieur à l'Est de l'Algérie (Damotte et Fleury, 1987) ce qui permet de supposer probablement un sens de déplacement vers la Tunisie. Dans ce travail, l'espèce *Mauristsina jordanica nodoreticulata* est située au Paléocène supérieur-Eocène (coupe de Sidi Omar el Ayat) ; elle semble décrire en même temps un sens de migration depuis l'Est algérien vers l'Ouest algérien (Fig. 67).

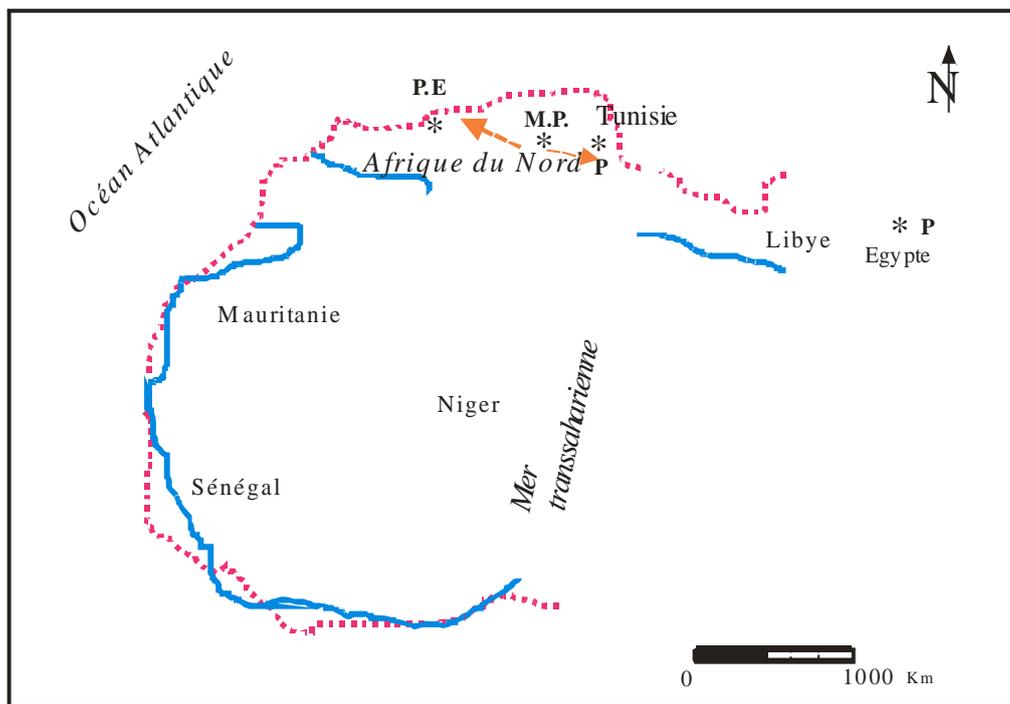
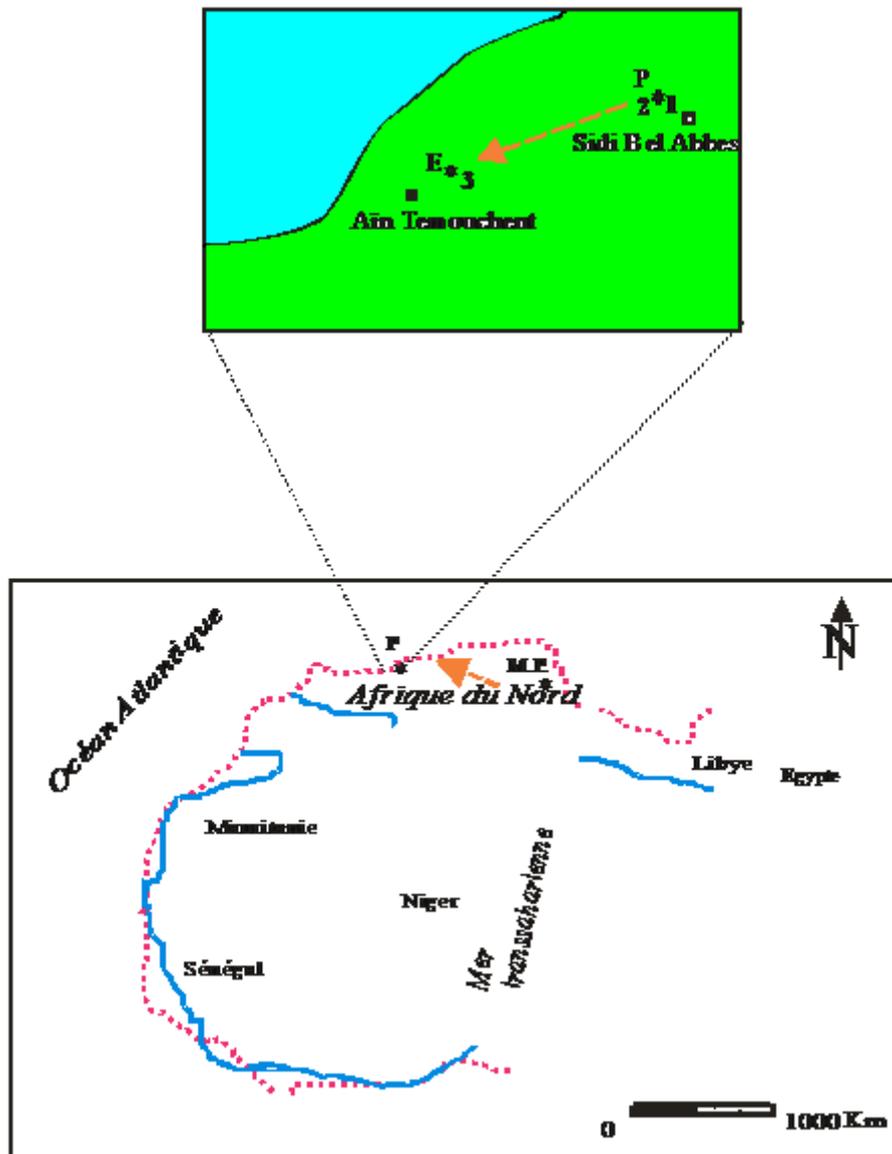


Fig. 67 : Déplacement possible de l'espèce *Mauristsina jordanica nodoreticulata*.

L'espèce *Abyssocypris* aff. *Adunca* a été décrite au Maastrichtien moyen et supérieur (Donze *et al.*, 1982 ; Peypouquet *et al.*, 1986) et au Danien (Esker, 1968) en Tunisie. Cette espèce est indiquée dans les Tessala au Paléocène et plus à l'Ouest dans la coupe de Sidi Omar el Ayat à l'Eocène inférieur ce qui confirme incontestablement le sens de déplacement d'Est en Ouest (Fig. 68).



**Fig. 68** : Déplacement possible de l'espèce *Abyssocypris* aff. *Adunca* (A) et partition stratigraphique dans les localités-types (B) ; M-P : Maastrichtien-Paléocène ; P : Paléocène ; E : Eocène inférieur ; 1 : Tafekhsist (Danien) ; 2 : Tessala village (Paléocène supérieur) ; 3 : Sidi Omar el Ayat (Eocène inférieur).

Certaines espèces (*Actinocythereis coronata*, *Buntonia* sp. *Dahomeya alata* et *Paracosta transsaharaensis*) décrites dans le Paléocène et l'Eocène des Monts Tessala sont signalées également dans le Paléocène de Libye (Barsotti, 1963 ; Salahi, 1966 ; Reyment & Reyment, 1978), du Sénégal et Guinée (Carbonnel *et al.*, 1990). Ceci permet d'envisager la migration de certaines espèces soit dans le sens Libye-Algérie occidentale (Tessala) à travers la Tunisie (*Paracosta transsaharaensis*, entre autres), en transitant la "mer transsaharienne", les régions sahéliennes (Mali, Niger) où les espèces *Paracosta transsaharaensis* et *Dahomeya alata* apparaissent dès l'Eocène (Reyment & Reyment, 1978) soit dans le sens Sénégal-Algérie

occidentale le long des côtes atlantiques (Fig. 69 au 71). La présence en Algérie (Eocène) et au Sénégal (Paléocène) des espèces *Loculicytheretta gortanii*, *Quadracythere lagagheroensis* (Carbonnel et al., 1990) peut constituer un argument supplémentaire en faveur de cette hypothèse. En Egypte, le Paléocène supérieur est caractérisé par une faune riche et diversifiée avec des espèces transsaharienne (Bassiouni et Luger, 1990), ceci correspond à un moment de grande similarité entre les ostracodes infralittoral du nord et l'Afrique de l'Ouest. En Egypte comme en Libye, ces ostracodes disparaissent vers la fin du Paléocène.

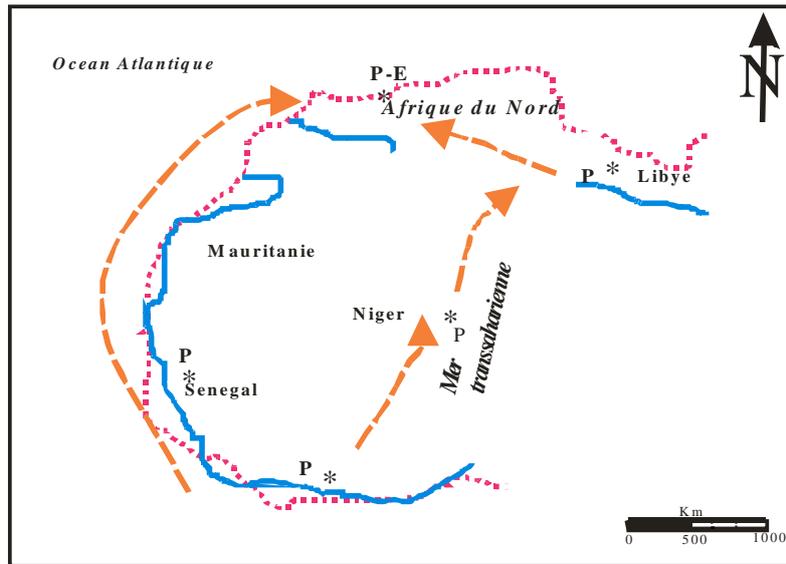


Fig. 69 : Déplacement de l'espèce *Quadracythere lagagheroensis* ; P : Paléocène ; E : Eocène

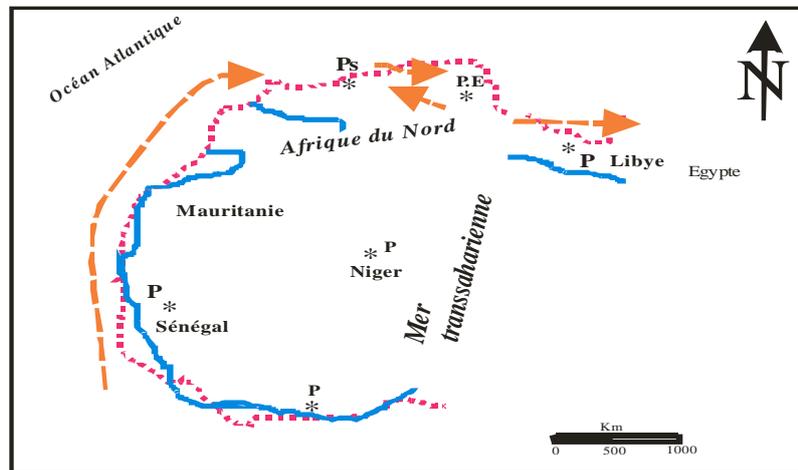


Fig. 70 : Répartition de l'espèce *Dahomeya alata* ; Ps : Paléocène supérieur ; P-E : Paléocène-Eocène

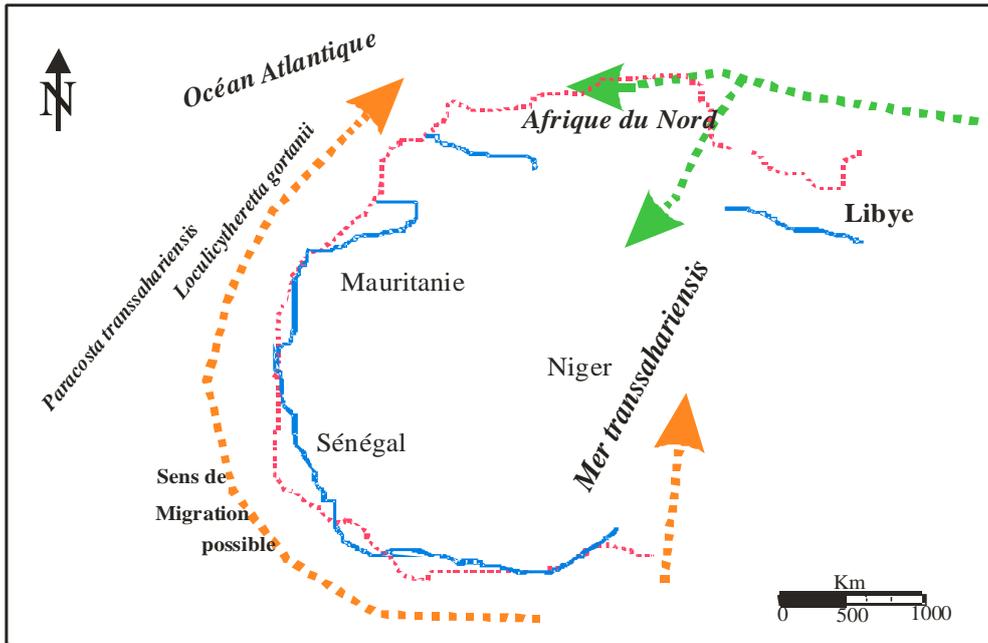


Fig. 71 : Les déplacements possible de quelques espèces d'Ostracodes au Paléocène en Afrique

Taxons	Algérie	Tunisie	Maroc	Libye	Egypte	Niger	Nigeria	Benin	Sénégal	Mali	Guinée	Mauritanie	Bresil	Argentine	Basque	France	Jordanie	Océan indien
<i>Pontocyprilla recurva</i>	E	MP	SC		PE													
<i>Paracypris jonesi</i>	P																	
<i>Krithe echolsae</i>	P	Camp-P		P	P													
<i>Bythocypris</i> sp.	P	P																
<i>Abyssocypris</i> aff. <i>adunca</i>	P	MP																
<i>Protobuntonia numidica</i>	E	CSC	Tur-con		Sant-Camp													
<i>Dahomeya alata</i>	P sup.	P-E		P		P			P	CP								
<i>Quadricythere lagahiroboensis</i>	PS	E				P	p		P						P-E	E moy		
<i>Bairdia ilaroensis</i>				P														
<i>Abyssocythere</i> sp.	P																	P
<i>Cytheres</i> aff. <i>Ciliana</i>	P	P																
<i>Actinocythereis</i> aff. <i>coronata</i>	P	P															P	
<i>Paracosta transsahariensis</i>	E			P			P											
<i>Kefiella maresi</i>	M	M																
<i>Tracyleberidea</i> sp.	P	E													P-E			
<i>Phacorhabdus</i> aff. <i>subridentus</i>	P	E										P s						
<i>Buntonia</i> sp.	E											P						
<i>sobuntonia</i> sp.	E	E																
<i>Paracypris nigeriensis</i>	M				E	M												
<i>Paracypris</i> sp.	P	P		P														
<i>Pracypris</i> sp.2	P																	
<i>Macrocypris</i> sp.	P	P																
<i>Krithe rutoti</i>	E																E	
<i>Krithe</i> cf. <i>caudata</i>	E																E	
<i>Krithe rocana</i>	M													P				
<i>Bairdia cymbula</i>	M	E													P-E	E		
<i>Bairdia ilaroensis</i>	P				M-E	P	P	P	P									
<i>Bairdia</i> sp.	P	M-P																
<i>Bairdia</i> aff. <i>crebra</i>	E																E	
<i>Bairdia</i> sp.2	P	M																
<i>Leguminocythereis africana</i>	E	Emoy		E sup.	E sup													
<i>Leguminocythereis cirtaensis</i>	E	E							P		P							
<i>Loculicytheretta gortanii</i>	E	Lut-Priab																
<i>Pajenborchella</i> aff. <i>eocanica</i>	E															E sup.		
<i>Henryhowella</i> aff. <i>asperima</i>	E															E		
<i>Xestoleberis</i> sp. 1	P-E															E		
<i>Xestoleberis</i> sp. 2	P	M-P			P-E													
<i>Carthobairdia ouedriensis</i>	P-E	M-P																
<i>Krithe luyensis</i>	P																	
<i>Maurisina jordanica nodoretic</i>	P-E	P			M-P													

Fig. 72 : Répartition de quelques espèces dans les provinces téthiennes, océaniques et atlantiques en comparaison avec celles de l'Algérie. 1 : Algérie ; 2 : Tunisie. (M : Maastrichtien ; P : Paléocène ; E : Eocène)

## CONCLUSIONS GENERALES

L'étude des ostracodes et des foraminifères planctoniques des terrains crétacés et paléogènes de l'"Unité sénonienne" de la région oranais (NW d'Algérie) fait appel plusieurs approches d'ordre biostratigraphique, paléocéologique, paléobiogéographique et a permis de dresser pour la première fois un inventaire systématique. Cette étude a conduit à la subdivision de l'unité en question en six ensembles stratigraphiques nettement distincts : un ensemble (A) Crétacé supérieur, trois ensembles (B,C,D) d'âge Paléocène et deux autres ensembles (E,F) d'âge Eocène (fig. 61). Cette étude fait appel à plusieurs approches :

- **Approche biostratigraphique.** Malgré la faible récupération des échantillons, cette étude micropaléontologique permet de préciser la biostratigraphie des dépôts Crétacé supérieur-Paléocène-Eocène de la région Nord-Ouest algérienne. Seules certaines coupes ont permis un découpage biostratigraphique dont neuf biozones ont été individualisés à partir des foraminifères planctoniques: *Abathomphalus mayaroensis*, *Globorotalia pseudobulloides*, *Globorotalia trinidadensis*, *Globorotalia* (M) *angulata*, *Globorotalia pusilla*, *Globorotalia pseudomenardii*, *Globigerina* cf. *velascoensis*, *Globorotalia* (M.) *aragonensis*, *Globorotalia cerroazulensis*.

- **Lacunes sédimentaires.** La figure 61 montre que certaines zones de foraminifères planctoniques ne sont pas représentées. L'échantillonnage étant relativement serré, on peut supposer que les dépôts correspondant font défaut. Mais, on ne peut pas non plus exclure totalement l'idée que l'espèce indice soit absente à la suite des conditions purement écologiques défavorables et/ou à cause des perturbations tectoniques (*comm. orale, Benhamou*).

L'élaboration d'une échelle biostratigraphique basée sur les foraminifères planctoniques a permis de dater et de mettre en évidence plusieurs lacunes sédimentaires : au Paléocène moyen (biozone à *Globorotalia uncinata*), au Paléocène supérieur (biozones à *Globorotalia marginodendata*, *G. lensiformis*), à l'Eocène inférieur (biozones à *Globorotalia palmarae* et *G.*

*caucasia*), à l'Eocène moyen (biozones à *Hantkenina aragonensis*, *Globigerinithe kasub-subconglobata*, *Globorotalia lehneri*, *Orbulinoides beckmanni*) et enfin à l'Eocène supérieur (biozones à *Truncallinoides rohri*, *Glogigerinata theka semiinvoluta*, *Globorotalia cocoaensis*).

Ces lacunes sédimentaires sont confirmées par les observations suivantes :

- dans la coupe de Sidi Omar el Ayat, on signale l'absence du Paléocène inférieur ;
- dans la coupe Hammar el Kleb, on note l'absence du Paléocène inférieur et moyen ;
- dans la coupe de Béni-Saf, l'absence presque de tout le Paléocène (affleure sur une épaisseur de 3m) mettant l'Eocène inférieur en contact anormal sur le Maestrichtien ;
- dans la coupe de Sidi Hammadi, seul le Paléocène supérieur et l'Eocène sont signalés ;
- dans la coupe du village Tessala, l'absence du Paléogène moyen et une partie de celui-ci dans la coupe de l'AïnTefekhsist est soulignée par un contact anormal ;
- dans la coupe de Sidi El Bahri, l'absence du Paléocène et de l'Eocène inférieur et moyen est marquée également par un contact anormal. Ces observations (lacunes sédimentaires, contacts anormaux, renversement de série) plaident incontestablement en faveur de l'allochtonie (nappes) de ces terrains.

Les coupes de Ain Tafekhsist et de Tessala village (celles qui se trouvent à l'Est de la région étudiée) matérialisent le passage Crétacé supérieur-Paléocène inférieur (biozone à *Abathomphalus mayaroensis*, biozone à *Globorotalia pseudobulloides*) est individualisé sur le terrain par des intercalations marno-calcaires. Plus à l'Ouest, les coupes de Béni-Saf, Hammar el Kleb, Sidi Omar el Ayat, Sidi Hammadi et de Tessala village marquent le passage Paléocène supérieur / Eocène inférieur sont caractérisées par une prépondérance d'apport siliceux. Ces deux passages sont parfois matérialisés par l'existence d'une zone de réduction ou d'absence des ostracodes et des foraminifères planctoniques.

L'absence du Danien est marquée dans toutes les coupes à l'exception de celle de l'Aïn Tefekhsist : absence locale mais qui laisse présager une absence généralisée dans le domaine

considéré. Les absences signalées dans la région Nord-occidentale algérienne sont similaires avec ceux du domaine des pays basco-cantabriques où des lacunes d'affleurements et des perturbations tectoniques ne permettent pas d'observer une bioséquence Paléocène complète.

- **Approche paléoécologique.** Parmi les sept coupes levées dans la région oranaise seul la coupe d'Ain Tefekhsit montre le mieux une succession complète sur la base des ostracodes récoltés et a permis de mettre en évidence onze ensembles paléoécologiques basés essentiellement sur les rapports des *Krithe* et des *Cytherella*.

Paléobathymétriquement, l'association des ostracodes met en évidence une phase transgressive correspondant à la zone épibathyale suivie par un léger recul du niveau marin au sommet du biozone à *Abathomphalus mayaroensis*, attestée par la réduction ou l'absence des ostracodes et des foraminifères planctoniques. Le passage avec le Paléocène inférieur, la tranche d'eau évolue vers une zone épibathyale pouvant atteindre la mésobathyale au Paléocène moyen (partie inférieure).

Une tendance vers la réduction de la tranche d'eau du mésobathyal à l'épibathyal vers le plateau continental à partir de la fin du paléocène et jusqu'à l'Eocène supérieur

L'Eocène supérieur est marqué par les ostracodes à carapaces ornementées qui indiquent un milieu de plateforme externe. La région nord-occidentale algérienne (Oranie) est caractérisée au cours du Crétacé supérieur-Eocène supérieur par deux grands événements : (i) au cours du passage Crétacé-Paléocène dénote un appauvrissement considérable de la faune d'ostracodes; (ii) au cours du Passage Paléocène supérieur-Eocène qui indique la présence d'une zone IETM est marquée par une chute en ostracodes voire-même, l'absence totale. Au cours du Paléocène et avec le retour des conditions de vie ainsi qu'à l'augmentation de la température, s'observe dans un environnement global des déplacements de certaines ostracodes dans un cadre localisé (région étudiée) et au sein de la même province *Pontocyprilla recurva*, *Mauritsina jordanica nodoreticulata* et *Krithe echolsae*. Certains genres (*Abyssocythere*, *Abyssocypris*, *Krithe* et *Cytherella*) ont pu atteindre le bassin Basque dans la province Ouest européenne à travers les courants d'eaux profondes (*Comm. oral, Rodriguez-Lazaro*).

- **Approche paléobiogéographique.** Une phase d'uniformisation des conditions des conditions écologiques et paléobiogéographiques régionale marqué par la présence le genre *Loculicytheretta* qui semble être liées à l'ouverture de l'Atlantique.

Les relations paléo-biogéographiques internes (entre les différentes coupes) et les régions de la province sud-téthysienne sont attestées par certaines espèces et des déplacements directs par des aires d'échanges. En Egypte comme en Libye, les ostracodes disparaissent vers la fin du Paléocène pour réapparaître au début de l'Eocène. L'évolution paléo-bathymétrique évoque des similitudes avec le schéma eustatique mondiale (Fig.37) : transgression-régression mais aussi avec l'évolution du taux de l'isotope  $C^{13}$  des tests des carbonates..

- **Corrélation eustatique globale.** Par conséquent, les résultats biostratigraphique acquis dans le NW de l'Oranie apportent un argument nouveau pour essayer de replacer ce cycle transgressif d'importance régionale dans le cadre des fluctuations globales du niveau marin.

Ainsi, l'identification de la zone au maximum de transgression, permet d'envisager une corrélation avec le cycle eustatique de 1<sup>er</sup> ordre TAA3 proposé sur la charte. Dans cette hypothèse, les marnes à foraminifères planctoniques de la partie supérieure de la formation représenteraient l'intervalle transgressif (IT) et les dépôts détritiques de la partie terminale le prisme de haut niveau marin (HNM) de ce cycle.

## **LISTE DES FIGURES**

	<b>Page</b>
Fig. 1 : L'orogène alpin péri-méditerranéen .....	5
Fig. 2. Coupe structurale dans un transect Nord Sud de l'Algérie du Nord.....	6
Fig. 3 : Principales unités géologiques d'Afrique du Nord (Algérie).....	7
Fig. 4 : Situation géographique de la région étudiée.....	8
Fig. 5 : Localisation géographique des différentes coupes prélevées dans l'Oranie.....	9
Fig. 6 : Emplacement relatif des patries d'origine des différentes unités de type "rifain" .....	10
Fig. 7 a : Les différentes unités de la région oranaise .....	14
Fig. 7 b : Tableau récapitulatif montrant la distribution des formations néo-crétacées dans les nappes .....	16
Fig. 8 : Le pointement triasique de la coupe Sidi Omar El Ayat.....	17
Fig. 9: Localisation des différentes coupes de la région de Sidi Bel Abbes (Oranie).....	21
Fig. 10a : Photographie de la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Sidi Bel Abbès) montrant les affleurements du Paléocène.....	22
Fig. 10b : Photo-satellite de la coupe de l'Aïn Tefekhsist (Sidi Bel Abbès).....	22
Fig. 11 : Coupe schématisant les affleurements de l'Aïn Tefekhsist. ....	25
Fig. 12 : Répartition des foraminifères planctoniques et des ostracodes de l'Aïn Tefekhsist.....	27
Fig. 13 : Les différents biozones de la coupe de l'Aïn Tafekhsist.....	28
Fig.14 a : Image satellitaire de la coupe de Tessala village.....	29
Fig. 14b : Photographie de la coupe de Tessala village (Sidi Bel Abbès).....	30
Fig. 15 : Coupe schématisant les affleurements du villae Tessala. ....	31
Fig. 16 : Répartition verticale des foraminifères planctoniques et des ostracodes dans la coupe de Tessala village.....	33
Fig. 17 : Biozonation de la coupe du village Tessala.....	34
Fig. 18 : Coupe schématisant les affleurements de Sidi El Bahri.....	35
Fig. 19 : position de la Coupe de Chaâbat El Bahri (3a ; Fig. 9).....	36
Fig. 20 : Répartition des foraminifères planctoniques et des ostracodes dans la coupe de Sidi El Bahri (Sidi Bel Abbès).....	38
Fig.21 : Biozonation de la coupe de Sidi El Bahri.....	39
Fig. 22 : Localisation des deux coupes prélevées de l'Aïn Temouchent.....	40
Fig. 23: Photographie illustrant la coupe de Sidi Omar Ayat montrant le Paléocène-Eocène.....	40
Fig. 24 : Coupe schématisant les affleurements de Sidi Omar el Ayat.....	41
Fig. 25 : Répartition verticale des ostracodes dans la coupe de Sidi Omar El Ayat.....	43
Fig. 26 : Répartition verticale des foraminifères planctoniques dans la coupe de Sidi Omar El Ayat.....	44
Fig. 27 : Photographie illustrant la présence des nodules de silex de l'Eocène inférieur (Yprésien).....	45
Fig. 28 : Stratigraphie de la coupe de Sidi Omar el Ayat.....	45
Fig. 29 : Photo de la coupe de Hammar El Kleb.....	46
Fig. 30 : Coupe lithostratigraphique de Hammar el Kleb.....	47

Fig. 31 : Répartition verticale des foraminifères planctoniques dans la coupe lithologique de Hammar el Kleb.....	48
Fig. 32 : Répartition verticale des Ostracodes dans la coupe de Hammar el Kleb.....	49
Fig. 33 : Photographie illustrant la présence des nodules de silex dans la coupe de Hammar El Kleb.....	50
Fig. 34 : Stratigraphie de la coupe de Hammar el Kleb.....	51
Fig. 35 : Localisation géographique de la coupe de Béni-Saf.....	52
Fig. 36 : Photographie montrant le profil de la coupe de Béni Saf.....	53
Fig. 37 : Coupe lithostratigraphique de Béni-Saf.....	54
Fig. 38 : Répartition verticale des foraminifères planctoniques et des ostracodes dans la coupe de Béni-Saf.....	55
Fig. 39 : Biostratigraphie de la coupe de Béni Saf.....	56
Fig. 40 : Localisation géographique de la coupe de Sidi Hammadi. .....	57
Fig. 41 : Photographie satellitaire montrant la coupe de Sidi Hammadi.....	57
Fig. 42 : Coupe lithostratigraphique de Sidi Hamadi.....	58
Fig. 43 : Répartition des foraminifères planctoniques et des ostracodes de la coupe de Sidi Hamadi .....	59
Fig. 44 : Stratigraphie de la coupe de Sidi Hamadi.....	60
Fig. 45 a : Tableau récapitulatif montrant les zonations et synthèse biostratigraphique dans l'Oranie .....	67
Fig. 45 B. Corrélations des sept coupes étudiées dans l'Ouest algérien.....	68
Fig. 46 : Répartition globale des foraminifères planctoniques dans l'Oranie.....	71
Fig. 47 : Répartition globale des foraminifères planctoniques dans l'Oranie.....	72
Fig. 49 : Pélagisme et détritisme dans la coupe de l'Aïn Tefekhsist.....	88
Fig. 50 : Pélagisme et détritisme dans la coupe de Sidi Omar el Ayat.....	89
Fig. 51 : Rapport <i>Cytherella</i> / <i>Krithe</i> et diversité spécifique des Ostracodes dans la coupe Sidi Omar el Ayat.....	91
Fig. 52 : Rapport <i>Cytherella</i> / <i>Krithe</i> et diversité spécifique des Ostracodes dans la coupe de Hammar le Kleb.....	92
Fig. 53 : Répartition du taux de la fraction détritique et la densité des ostracodesde la coupe de Beni Saf .....	93
Fig. 54 : Répartition du taux de la fraction détritique et la densité des Ostracodes dans la coupe de Sidi Hammadi.....	94
Fig. 55 : Rapports des fréquences des genres <i>Cytherella</i> et <i>Krithe</i> dans la coupe del'AïnTafekhsist .....	97
Fig. 56 : Rapport des fréquences des genres <i>Cytherella</i> et <i>Krithe</i> dans la coupe de l'Ain Tefekhsist.....	104
Fig. 57 : Dispersion des ostracodes le long de la coupe de l'AïnTefekhsist.....	106
Fig. 58 : Dispersion des ostracodes le long de la coupe de Sidi Omar El Ayat.....	107
Fig. 59 : Dispersion des Ostracodes de la coupe de Sidi El Bahri.....	109
Fig.60 : Dispersion des ostracodes de la coupe Hammar El Kleb.....	110
Fig. 61 : Tableau récapitulatif représentant la répartition des ensembles et de la biozonation en relation avec l'environnement dans l'Oranie.....	115
Fig. 62 : rapport entre l'évolution en C13 des carbonates pélagiques.....	116
Fig. 63 : Paléogéographie de la Téthys au début du Paléocène.....	118
Fig. 64 : Situation régionale de la zone oranaise au Paléocène .....	119

Fig. 65 : Déplacement possible de l'espèce <i>Pontocyprilla recurva</i> (A) et partition stratigraphique dans les localités-types.....	120
Fig. 66 : Déplacement possible de l'espèce <i>Krithe echolsae</i> (A) et partition stratigraphique dans les localités-types (B) .....	122
Fig. 67 : Déplacement possible de l'espèce <i>Mauritsina jordanica nodoreticulata</i> .....	123
Fig. 68 : Déplacement possible de l'espèce <i>Abyssoocypris</i> aff. <i>Adunca</i> (A) et partition stratigraphique dans les localités-types (B) .....	124
Fig. 69 : Déplacement de l'espèce <i>Quadricythere laaghiroboensis</i> ; P : Paléocène ; E : Eocène .....	124
Fig. 70 : Répartition de l'espèce <i>Dahomeya alata</i> ; Ps : Paléocène supérieur ; P-E : Paléocène-Eocène .....	125
Fig. 71 : Les déplacements possible de quelques espèces d'Ostracodes au Paléocène en Afrique .....	126
Fig. 72 : Répartition de quelques espèces dans les provinces téthysiennes, océaniques et atlantiques en comparaison avec celles de l'Algérie.....	126

# TABLE DES MATIERES

## *Premier chapitre: GENERALITES*

	Page
<b>1. Esquisse géologique .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Situation géographique .....</b>	<b>8</b>
<b>3. Localisation géographique des coupes .....</b>	<b>8</b>
<b>4. Cadre géologique et structural .....</b>	<b>9</b>
<b>4.1. L'Autochtone.....</b>	<b>10</b>
4.1.1. Autochtone secondaire.....	10
4.1.2. Autochtone tertiaire.....	11
- Formations miocènes.....	11
- Miocène synchro-nappe.....	11
- Formations quaternaires.....	11
<b>4.2. L'Allochtone métamorphique.....</b>	<b>11</b>
<b>5.3. L'Allochtone non métamorphique de type tellien.....</b>	<b>11</b>
5.3.1. Unité albo-cénomaniennne.....	12
5.3.2. Unité chouala.....	12
5.3.3. Unité sénonienne.....	12
5.3.4. Unité Oligo-Miocène.....	12
5.3.5. Formations du Miocène.....	13
5.3.6. Le Plio-Quaternaire.....	14
<b>5.4. Le Volcanisme .....</b>	<b>15</b>
<b>5. Problématique, but de l'étude et méthode préconisée .....</b>	<b>17</b>
<b>5.1. Problématique .....</b>	<b>17</b>
<b>5.2. Motivations et objectifs .....</b>	<b>17</b>

## **Deuxième chapitre: LITHOSTRATIGRAPHIE ET BIOSTRATIGRAPHIE**

<b>1. Introduction.....</b>	<b>19</b>
<b>2. Description des affleurements de l'Oranie.....</b>	<b>19</b>
<b>2.1. Les affleurements dans la région de Sidi Bel Abbès.....</b>	<b>19</b>
2.1.1. Coupe d'Aïn Tefekhsist .....	19
a- Localisation.....	20
b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.....	22
- Ensemble A ; Marnes bleues inférieures .....	22
- Ensemble B ; Marnes bleues à intercalations marno-calcaires intermédiaires .....	22
- Ensemble C ; Marnes bleues supérieures (30m).....	23
- Ensemble D : Marnes sableuses (14 m).....	23
c. Discussion et synthèse biostratigraphique.....	24

2.1.2. Coupe du Village Tessala.....	28
a. Localisation.....	28
b. Description lithologique et contenu micropaléontologique.....	28
- Ensemble A ; Marnes bleues inférieures (10m).....	28
- Ensemble B ; Marnes bleues à intercalations marno-calcaires.....	29
- Ensemble D ; Marnes avec intercalations marno-calcaires.....	29
- Ensemble E ; Calcaires à silex.....	30
c. Discussion et synthèse biostratigraphique.....	30
2.1.3. Coupe de Sidi El Bahri.....	33
a- Localisation.....	34
b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.....	34
- Ensemble A ; Marnes bleues inférieures.....	35
- Ensemble F.....	35
c- Discussion et synthèse biostratigraphique. ....	37
<b>2.2. Les affleurements dans la région d'Aïn Temouchent.....</b>	<b>38</b>
2.3.1. Coupe de Sidi Omar el Ayat.....	38
a- Localisation. ....	39
b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.....	40
- Ensemble C : Marnes bleues indurées supérieures.....	40
- Ensemble D ; Marnes bleuâtres.....	41
- Ensemble E ; Calcaires marneux à silex.....	41
c- Discussion et synthèse biostratigraphique.....	41
2.2.2. Coupe de Hammar Kleb .....	45
a- Localisation.....	45
b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.....	45
- Ensemble A ; marnes grises.....	46
- Ensemble D ; marnes jaunâtres.....	46
- Ensemble E ; Marnes jaunes.....	48
c- synthèse biostratigraphique et discussions.....	49
<b>2.3. Les affleurements dans la région de Béni Saf .....</b>	<b>50</b>
a- Localisation.....	50
b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.....	51
– Ensemble A ; Marnes jaunâtres à intercalations marno-calcaires.....	51
– Ensemble C ; Marnes jaunâtres à intercalations marno-calcaires.....	52
- Ensemble E ; Calcaires blanchâtres à silex .....	52
c- Discussions et synthèse biostratigraphique.....	54
<b>2.4. Les affleurements dans la région d'Oran.....</b>	<b>55</b>
a- Localisation.....	55
b- Description lithologique et contenu micropaléontologique.....	56
- Ensemble D ; Marnes gréseuses.....	57
- Ensemble E ; Marnes jaunâtres.....	58
c- synthèse biostratigraphique et discussions.....	59

### **Troisième chapitre: SYNTHESE BIOSTRATIGRAPHIQUE**

<b>1. Biozonation et stratigraphie.....</b>	<b>61</b>
<b>1.1. Crétacé supérieur.....</b>	<b>61</b>
1.1.1. Zone à <i>Abathomphalus mayaroensis</i> .....	61
<b>1.2. Paléocène inférieur.....</b>	<b>62</b>
1.2.1. Zone à <i>Globorotalia pseudobulloides</i> .....	62
1.2.2. Zone à <i>Globorotalia trinidadensis</i> .....	62
<b>1.3. Paléocène moyen.....</b>	<b>62</b>
1.3.1. Zone à <i>Globorotalia pusilla</i> .....	62
1.3.2. Zone à <i>Globorotalia</i> (M) <i>angulate</i> .....	63
<b>1.4. Paléocène supérieur.....</b>	<b>63</b>
1.4.2. Zone à <i>Globigerina</i> cf. <i>velascoensis</i> .....	63
<b>1. 5. Eocène inférieur .....</b>	<b>64</b>
1.5.1. Zone à <i>Globorotalia</i> (M) <i>aragonensis</i> .....	64
<b>1.6. Eocène supérieur .....</b>	<b>64</b>
1.6.1. Zone à <i>Globorotalia cerroazulensis</i> .....	64
<b>2- Conclusions et synthèse biostratigraphique .....</b>	<b>67</b>

## Quatrième chapitre: PALEOECOLOGIE

<b>1. Introduction.....</b>	<b>83</b>
<b>2. Les associations.....</b>	<b>83</b>
2.1. Biozone à <i>Abathomphalus mayaroensis</i> .....	83
2.2. Biozones à <i>Globorotalia pseudobulloides</i> et <i>Glia. Trinidadensis</i> .....	85
2.3. Biozones à <i>Globorotalia pusilla</i> et <i>Glia. (M.) angulata</i> .....	85
2.4. Biozones à <i>Globorotalia pseudomenardii</i> et <i>Globigerina</i> cf. <i>Velascoensis</i> .....	86
2.5. Biozone à <i>Globorotalia</i> (M.) <i>aragonensis</i> .....	94
2.6. Zone à <i>Globorotalia cerroazulensis cerroazulensis</i> .....	94
<b>3. Le rapport <i>Cytherella</i> / <i>Krithe</i>.....</b>	<b>95</b>
3.1. Répartition et corrélation des ostracodes et foraminifères planctoniques.....	95
3.2. Influence et contrôle de la répartition des formes planctoniques et le rapport <i>Cytherella</i> / <i>Krithe</i> .....	97
3.3. Relation entre les fréquences des espèces appartenant aux genres <i>Cytherella</i> et <i>Krithe</i> .....	97
3.3.1. Ecozone I.....	98
3.3.2. Ecozone II.....	99
- sous-écozone II a.....	99
- sous-écozone II b.....	99

3.3.3. Ecozone III .....	99
- sous-écozone IIIa .....	99
- sous-écozone IIIb .....	100
3.3.4. Ecozone IV .....	100
- sous-écozone IV a .....	100
- sous-écozone IVb .....	100
3.3.5. Ecozone V .....	100
- sous-écozone Va .....	100
- sous-écozone Vb .....	101
3.3.6. Ecozone VI .....	101
3.3.7. Ecozone VII .....	101
3.3.8. Ecozone VIII .....	102
3.4. Conclusions : évolution contraire des rapports Cytherella et Krithe .....	102
3.4.1. La dominance des Krithe (écozone II, sous écozone IVa) .....	102
3.4.2. Evolution parallèle des rapports Cytherella et Krithe .....	102
<b>4. Approche statistique .....</b>	<b>104</b>
4.1. Introduction .....	104
4.1.1- Coupe de l'Ain Téfekhsist .....	104
4.1.2. Coupe de Sidi Omar El Ayat .....	106
4.1.3. Coupe de Sidi El Bahri .....	107
4.1.4. Coupe de Hammar El Kleb .....	108
<b>5. Discussion et conclusions paléoenvironnementales .....</b>	<b>109</b>

## Cinquième chapitre: PALEOBIOGEOGRAPHIE

<b>1-Introduction.....</b>	<b>117</b>
<b>2. Crétacé terminal.....</b>	<b>117</b>
<b>3. Paléocène et l'Eocène .....</b>	<b>118</b>

### CONCLUSIONS GENERALES

- Approche biostratigraphiques .....	126
- Lacunes sédimentaires .....	126
- Approche paléoécologique .....	128
- Approche paléobiogéographique .....	129
- Corrélation eustatique globale .....	129

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

- Andreu B. (1996) - Ostracodes du Crétacé-Paléocène des rides sud-rifaines, Maroc septentrional. *Rev. Micropal.*, vol. 39, n°2, juin 1996, pp. 93-123.
- Apostolescu V.C. et MAGNE J. (1956) - Quelques espèces nouvelles d'ostracodes du Lutétien supérieur d'Algérie. *Cahier géol.*, 34, S., pp. 337-342
- Apostolescu V.C. (1961) - Contribution à l'édification paléontologique et stratigraphique des bassins crétacés et tertiaires de l'Afrique occidentale. *Rev. Inst. Franç. Pétr.*, XVI, 7-8, pp. 779-867.
- Arab M., Rabinau M., Dèvérechère J., Marok A., Sage F., Bracène R., (2016)- Tectonostratigraphic evolution of the Eastern Algerian margin and basin from seismic data and onshore-offshore correlation. *Marine and Petroleum Geology* 77:1355-1375, DOI: 10.1016/j.marpetgeo.2016.08.02
- Aref M. (1996) - Early Eocene Ostracoda from the Thebes Formation along the Red Sea Coast, Egypt. *Egyptian Journal Geology* 39 (1), 113-131.
- Banne R F.T.et Blow W.H. (1960) - Some primary types species belonging to the super Family *Globigerinaceae*. *Cont. Cush. Found. Foram. Res.*, 2, (1), pp. 1-27.
- Barr F.T. (1972) - Cretaceous biostratigraphy and planctonic foraminifera of Libya. *Micropaleontology*, 18, (1), pp. 1-46.
- Barsotti G. (1963) - Paleocene Ostracods of Libya (Sirte basin) and their wide african distribution. *Rev. Inst. Franç. Pétr.*, 18, 11, pp. 1520-1535.
- Bassiouni M. (1971) - Ostracoda (*Mauritsininae* und *Trachyleberidinae*) und ihre Bedeutung für die Biostratigraphie des Maastricht und Altertertiär von Jordanien. 4. Systematique. *Beih. Geol. Jb.*, 106 : 17-35.
- Bassiouni M.A. (1970) - Ostracoda (*Mauritsininae* und *Trachyleberidinae*) und ihre Bedeutung für die Biostratigraphie des Maastricht und des Althertiär von jordanien.*Beich. Geol. Jb.*, 106, pp. 5-52.
- Bassiouni M.A.B. & Luger, P. (1990) - Maastrichtian to Early Eocene Ostracoda from Southern Egypt: paleontology, paleoecology, paleogeography and biostratigraphy. *Berliner Geowissenschaftlichen Abhandlungen (A)*, 120 (2), 755-928.
- Bellier J.P. (1983) - Foraminifères planctoniques du Crétacé de Tunisie septentrionale : systématique, biozonation, utilisation stratigraphique de l'Albien au Maastrichtien. *Thèse Doct ès Sciences*, 250 p., Paris.
- Bellier J.P. & Vilain J.M. (1975) - Globotruncanidae de la série type du Maastrichtien (Limbourg méridional).*Cah. Micropal.*, 2, 14 p.
- Bendoukha, R. (2008) - Etude dynamique, pétrographique et géochimique du volcanisme plio-quadernaire d'Oranie (Algérie) occidentale). *Thèse de Doctorat d'Etat*, USTHB, Alger, 226 p.
- Bendoukha, R., J-Y. Megartsi, & M. Tabliouna M. (2009) - Nouvelles données sur les caractères dynamiques et géochimiques du volcanisme alcalin mio-plio-quadernaire de l'Oranie (Algérie nord-occidentale). *Bulletin du Service Géologique National*, vol. 20, n°3, pp. 1-34.

- Benson R.H. (1971) - A new Cenozoic deep sea genus *Abyssocythere* (Crustacea: Ostracoda, *trachyleberidae*) with descriptions of five new species. *Palaeobiol.*, 7, pp. 1-25, Washington.
- Benson R.H. (1972) - The Bradleya problem, with descriptions of two new psychrospheric ostracoda species, *Agrenocythere* and *Poseidomamicus* (ostracoda : crustacea).. *Smithson. Contr. Paleobiol.*, 12, 138 p
- Benson R.H.(1977) - The Cenozoic ostracodes fauna of the Sao- Paulo. *Intial rep. D.S.D.P.*, 39, pp. 885-889, Washington.
- Bermudez P.J. (1960) - Contribution al estudio de las *Globogerinidae* de la region Caribe-Antillana (Palaeoco-Reciente). *Boll. Geol. Minist. Minas. Spec. Pub.3*, pp. 1119-1393., Venezuela
- Berggren W.A (1964) - Biostratigraphy of the Paleocene-lower Eocene of Luxor and nearly western desert. *Petr. Expl. Soc. Libya. 6<sup>th</sup> Ann. field. conf. Egypt*, pp. 149-176.
- Berggren W.A. (1970) - Paleogene planctonic foraminiferal fauna on legs I-IV (Atlantic ocean), joides deep sea. Drilling program. *Woods.Hole.Oceanogr. inst.*, pp. 57-67.
- Berggreen et Hollister (1974) - Paleogeography, Paleobiogeography and the history of circulation of the Atlantic Ocean. In ; W. Hay, *Studies in Oceanography. Soc. Econ. Paleont.Mineral.*, Spec. Publi., 20, 126-186.
- Bertels A. (1973) - Ostracodes of the type locality of the Lower Tertiary (Lower Danian),. Rocanian Stage and Roca Formation of Argentina. *Micropaleontology*, vol. 19, n°. 3, pp. 308-340
- Bezan A. M. (1996) - The Palaeocene sequence in Sirt Basin. In : Salem. M.J., Mouzugbi, A.J., Hammuds, D. S. (Eds.), *The Geology of Sirt Basin* 1, 97-117.
- Blow W.H. (1969) - Late Middle Eocene to recent planctonic biostratigraphy. *Internat. Conf. Plank. Microf.*, 1, 1967. *Proc: Leiden, Edit.J. Brill*, 1, pp. 199-421, Genève.
- Bolli H. (1951) - The Genus *Globotruncana* in Trinidad, B.W.I. *J. Palaeont.*, 25 (2), pp. 187-189.
- Bolli H. (1957) - The genera *Praeglobotruncana*, *Rotalipora*, *Globotruncana* and *Abathomphalus* in the Upper Cretaceous of Trinidad, B. W. I., *U.S. Nat. Mus. Bull.*, pp. 31-60.
- Bolli H. (1966) - Zonation of Cretaceous to Pliocene marine sediments based on planctonic foraminifera. *Bol. Int. Aso. Venezolana geol. Min. Petr.*, 9, 1, pp. 3-33.
- Bolli H., Cita. H.B. & Schaub H. (1962) - Il limite Cretaceo-Terziario nella catena del Monte Baldo. *Mem. Soc. Geol. Ital.*, 3, pp. 149-168.
- Bossiere G. (1971) - Distinction d'un socle et d'une couverture au sein du massif ancien de Grande Kabylie (Algérie). *C.R. Acad. Sc.*, pp. 1547-1548, Paris.
- Boukhary M.-A, Guernet Cl. & Mansour H. (1982) - Ostracodes du Tertiaire inférieur de l'Égypte. *Cahiers de Micropaléontologie*, n°1, p.13-20, 2pl.
- Bouزيد, R. (1993) – Ostracodes et Foraminifères planctoniques de l' "Unité sénonienne" (Crétacé supérieur-Eocène) du djebel Tessala (Oranie). *Systématique et biostratigraphie. Thèse de Magister*, Univ.d'Oran, 160 p.
- Bouزيد R., Carbonnel G., Bellier J-P., Bessedik M. & Toumarkine II, p.. M. (1994) - Un épisode épibathyal au Paléocène en Oranie (Djebel Tessala, Algérie) : Les fluctuations de l'ostracofaune et du paléoenvironnement. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t.318, série 1133- 1138
- Braccini E & Peypouquet J.P. (1995) - A paleoceanological reconstruction of Djebel-Dyr outcrop (Algeria) based on ostracodes from Paleocene to early Eocene. *Ostracoda and Biostratigraphy, Riha (ed)*, 1995, Rotterdam.

- Bronniman P. (1952) - *Globigerinidae* from the Upper Cretaceous (Cenomanien-Maestrichtien) of Trinidad, B. W. I. *Bull. Amer. Paleont.*, 34, 140, pp. 1-70.
- Billal H., Hardenbol J. & Vail P. R. (1988) - Mesozoic and Cenozoic chronostratigraphy and cycles of sea-level change. In *Sea-level changes :an integrated approach* (eds C. Wilgus C. K., Hastings B. S., Ross C. A., Posamentier, H. W., Van Wagoner J. C. et Kendall G. St. C.), pp. 71-108 ( *SEPM Special Publication 42* )
- Bismuth H., Keij A.J., Oertli H.J. & Szechura J. (1978) - The genus *Loculicytheretta* (Ostracoda). *Bull. Centres Rech. Explor. -Prod. Elf-Aquitaine*, Pau, vol. 2, 2, p. 227-263.
- Bown P. (2005)-Selective calcareous nannoplankton survivorship at the Cretaceous–Tertiary boundary », *Geology*, vol. 33, n° 8, 2005, p. 653–656 ([DOI 10.1130/G21566.1](https://doi.org/10.1130/G21566.1))
- Caire A. (1973) - Les liaisons alpines précoces entre l'Afrique du Nord et la Sicile et la place de la Tunisie dans l'arc Tyrrhénien. Livre jubilaire M. Solignac. *Ann. mines. Géol.*, 26 p.; Tunis.
- Caire A., Glangeaud L., Mattauer M. et Polveche J. (1958) - Essai de *Géol.* coordination de l'autochtone et de l'allochtone dans l'Atlas de l'Algérie centrale. *Bull. Soc. Fr.*, (6), III, pp. 941-972.
- Carbonnel G. (1986) - Ostracodes tertiaires (Paléogène à Néogène) du bassin sénégalo-guinéen. *Doc. B.R.G.M.*, 101, pp. 34-243; Orléans
- Carbonnel G. (1988a) - Les écozones d'Ostracodes Paléogènes dans le bassin côtier d'Afrique (Togo, Guinée-Bissau, Sénégal, Mauritanie): Un révélateur biogéographique. *Newsl. Stratigr.* 20 (2), pp. 59-72, 9, Stuttgart.
- Carbonnel G. (1988b) - Ostracodes paléogènes et néogènes du sondage offshore de la coupe Timiris: Mauritanie. *Rev. Micropal.*, 31, 3, pp. 147-155, Paris.
- Carbonnel G., Alzouma K. & Dikouma M. (1990) - Les ostracodes paléogènes du Niger : Taxonomie, un témoignage de l'existence éventuelle de la mer transsaharienne. *Géobios.*, 23, 6, pp.671-692, Lyon.
- Caron M. (1985) - Cretaceous plactonic foraminifera. In: Bolli H., Saunders J., Perch-niersen K. *Edit. Planc. Strat.*, Cambridge Univ., pp. 17-86.
- Collin J.P., Tambareau Y. & Krasheninnkov V.A., (1998) - Maastrichian and Paleocene Ostracode assemblages of Mali (Western Africa), *Dela-Opera Sazu, Ljubliana* 34-2, 273-345
- Compredon R. & Toumarkine M. (1972) - Les formations Paléogènes de Puget-Théniers-entrevaux (Basses Alpes-France): *Rev. Micropal.*, 15, pp. 134-148.
- Cole W.S. (1928) - A foraminiferal fauna from the Chapapote formation in Mexico. *Bull. Amer. Paleont.*, 14, pp.1-32.
- Corbari L. (2004)- physiologie respiratoire, comportementale et morphofonctionnelle des ostracodes podocopes et myodocopes et d'un amphipode caprellidé profond.

Stratégies adaptatives et implications évolutives. Thèse, Université Bordeaux 1, 130

- Corbari L., Mesmer-Dudons N., Carbonel P., Massabuau J-Ch.(2005)- *Cytherella* as a tool to reconstruct deep-sea paleo-axygen levels: the respiratory physiology of the platycopid ostracod *Cytherella* cf. *abyssum*. *Marine Biology*, Volume 147, Numéro 6, pp.1377-1386, Édit. Springer-Verlag
- Crampon N. et Sigal J. (1967) - Stratigraphie du Crétacé Terminal et de l'Eocène en bordure des Mogads (Tunisie Septentrionale). *Bull. Soc. Géol.France.*, 7, XI, pp. 129-140.
- Cronin, T.M., De Martino, D.M., Dwyer G.S. & J. Rodriguez-Lazaro J. (1999) - Deep-sea

- ostracode species diversity: response to late Quaternary climate change. *Marine Micropaleontology*, 37: 231-249.
- Cronin T. & Khalifa H. (1979) - Middle and late Eocene Ostracoda of Gabal El Mereir, east of the Nile Valley, Upper Egypt. *Rev. Micropal.*, 25, 4, pp. 394-411.
- Cuvillier J., Dalbiez F., Glintzboeckel C., Lys M., Magne J., Perebaskine V. & Rey M. (1955) - Etudes micropaléontologiques de la limite Crétacé-Tertiaire dans les mers mésogéennes. *Proc. Four. World. Petr. Cong.*, I., 6, pp. 517-544, Rome.
- Dalloni M. (1952) - Atlas tellien occidental. *XIX<sup>e</sup>. Congr. Geol. Inst.*, Alger., Mon. Rég., 1, 24, 100 p
- Damotte R. (1982) - Ostracodes Maestrichtiens et Paléogènes du Togo. *Cah. Micropal.*, 2, pp. 47-63.
- Damotte R. (1994) : The biostratigraphy and palaeobiogeography of Upper Cretaceous-basal Tertiary ostracods from North Africa, Mali and Congo. *Cretaceous Research*, 16, 357-366.
- Damotte R. & Fleury J.J. (1987) - Ostracodes Mâastrichtiens et paléocènes du Djebel Dyr, près de Tebessa (Algérie - Orientale). *Géol. Médit.*, 14, 2, pp. 87-207.
- De lapparent J. (1918) - Etude lithologique des terrains crétacés de la région d'Hendaye. *Mém. Cart. géol. France.*, 155 p.
- Delteil J. (1964) - Nouveaux Ostracodes de l'Eocène et de l'Oligocène de l'Aquitaine méridionale. *Actes. Soc. Linn. Bordeaux*, 100, 127 p.
- Didie, C. & H.A. Bauch (2000) - Species composition and glacial-interglacial variations in the ostracode fauna of the northeast Atlantic during the past 200,000 years. *Marine Micropaleontology*, 40: 105-129.
- Didie, C., H.A. Bauch & J. P. Helmke (2002) - Late Quaternary deep-sea ostracodes in the polar and subpolar North Atlantic: paleoecological and paleoenvironmental implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 184: 195-212.
- Delteil J. (1974) - Tectonique de la chaîne alpine en Algérie d'après l'étude du Tell oranais oriental (Monts de la Mina, Béni-Chougrane, Dahra). *Thèse Doct ès-Sciences*, Nice, 294 p.
- Dingle R.V. (1981) - The Campanian and Maestrichtian Ostracoda of South-East Africa. *Ann. S. Afr. Mus.*, 85, 1, pp. 1-181.
- Diop A., Guernet C. & Poignant A. (1982) - Microfaune du Paléogène de quelques sondages du dôme du Sénégal occidental : observations sur les ostracodes. *Géobios*, 15, 1, pp. 19-31, Lyon.
- Donze P., Collin J.P., Damotte R., Oertli H.J., Peypouquet J.P. & Said R. (1982) - Les ostracodes du Campanien terminal à l'Eocène inférieur de la coupe du Kef (Tunisie nord-occidentale). *Bull. Cent. Rech. Expl-Prod. Elf- Aquitaine*, 6, 2, pp. 273-335, Pau.
- Doumergue F. (1900) - Notice de la carte géologique d'Oran. *Bull. Soc. Géog. Arch.*, Oran, XXVIII, pp. 1-32
- Ducasse O. (1975) - Les associations fauniques d'Ostracodes de l'Eocène moyen et supérieur dans le sud du bassin d'Aquitaine. Distribution schématique et valeur paléoécologique. *Bull. Inst. Géol.*, 17, pp. 72-83, Bordeaux.
- Ducasse O. (1981) - Etude populationniste du genre *Cytherella* (ostracodes) dans les faciès bathyaux du Paléogène aquitain : intérêt dans la reconstitution des paléoenvironnements. *Bull. Inst. Géol. Bassin Aquitain*, 30, pp. 161-186, Bordeaux.
- Ducasse O. (1985) - Essai de colonisation du plateau continental nord aquitain par une espèce profonde *Cytherella consueta* DELTEIL (ostracode) à l'Eocène inférieur. *Bull. Soc. Géol. France*, 4, pp. 597-600.

- Ducasse O. & Rousselle L. (1989) - *Krithe rutoti* Keij (ostracode). Structure des populations et évolutions à l'Eocène et lors de la crise Eocène-Oligocène sur le plateau continental nord-aquitain. *Ann. Paleont., Masson*, 75, 1, pp. 1-22, Paris.
- Dupeuble P.A (1969) - Formation plactoniques (*Globotruncanidae* et *Heterohelicidae*) du Maastrichtien supérieur en Aquitaine occidentale. *Proc. Ist. Intern. Conf. Planc. Microf.*, E. J. Brill, 2, pp. 153-161, Genève.
- Douglas R.G. (1969) - Upper plactonic foraminifera in northern California. Part. I- Systematics. *Micropal.*, 15, 2, pp. 151-209, California.
- Durand-Delga M. (1969) – Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Berberie. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, nouv. Série, n°39, p. 89-131, 9 fig.
- Edgell H.S. (1957) : The genus *Globotruncana* Northwest. Australia. *Micropal.*, 3, 2, pp. 101-126.
- El khoudary R.H. et Helmadach F.F. (1980) : Biostratigraphie studies on the Middle Eocène of the Northern escarpment of Al Jabal Al Akhdar, N-E Libya. *F.D.M.E., Jour.*, II, 1, pp. 35-46.
- El naggar Z.R. (1966) - Stratigraphy and planctonic foraminifera of the Upper Cretaceous-Lower Tertiary of the Esna-Idfu region, Nile valley, Egypt. *Bull. British. Mus. Nat. Hist.*, 2, 291 p.
- El-sogher A. (1996) - Late Cretaceous and Paleocene Ostracoda from the Waha Limestone and Hagfa Shale Formation of the Sirte Basin, Libya. *In: Salim, M. J., Hammuda, O.S. (Eds.), The Geology of Sirte Basin, Libya, vol. 1, Elsevier, Amsterdam*, pp. 287-382.
- Esker G.C. (1968) - Danian ostracods from Tunisia. *Micropal.*, 14, 3, pp. 319-333.
- Faid N. (1989) - Contribution à l'étude des Ostracodes de l'Eocène du sud des Aurès (Algérie), *D.E.A. , Univ P. & M. Curie*, 57 p., Paris.
- Faid N. (1999) - Ostracodes de l'Eocène Inférieur-Moyen de l'Atlas Saharien (Algérie) : Interpretation environnementale et Paléoécologique. *Geobios*, 32, 3 : 459-481. Villeurbanne, Lyon.
- Fanget A.S., Bassetti, M.A., Berne S. & Arnaud M. (2013)- Epi-bathyal ostracod assemblage in Holocene Rhone deltaic sediments (Gulf of Lions, NW Mediterranean) and their palaeoecological implications *Revue de Paléobiologie, Genève* (décembre 2013) 32 (2) : 589-606
- Farley K. A. & Eltgroth S. F. (2003) - An alternative age model for Paleocene-Eocene thermal maximum using extraterrestrial <sup>3</sup>He. *Earth and Planetary Sciences*, 208, (2003), 135-148.
- Feinberg H. (1978) - Les séries tertiaires du pré-rif et des dépendances post-tectoniques du Rif (Maroc) : biostratigraphie, paléobiogéographie et aperçu tectonique. *Thèse Doct ès sciences*, 211 p., Toulouse.
- Fenet B. (1975) - Recherche sur l'alpinisation de la bordure septentrionale du bouclier africain à partir de l'étude d'un élément de l'orogénèse Nord-maghrébin : les monts du Djebel Tessala et les massifs du littoral oranais. *Thèse Doct. ès Sciences*, 301 p., Nice
- Findlay H.J. (1939) - New Zealand foraminifera; key species in stratigraphy, *2. Trans. R. Soc. Nouvelle Zelande.*, 69, pp. 89-128.
- Flandrin J. (1948) - Contribution à l'étude stratigraphique du Nummulitique algérien. *Bull. Serv. Géol. Algérie*, 2, 19 p.
- Foster C.A., Swain F.M. & Petters S.W. (1983) - Late Paleocene ostracoda from Nigeria. *Rev. Esp. Micropal.*, 15, 1, pp. 103-166.
- Frakes L. A. (1979): *Climates throughout geologic time*. Elsevier Scientific Pub.Co.; New York, 322 p.

- Francis J.E (1991). Palaeoclimatic significance of Cretaceous-early Tertiary fossil forests of the Antarctic Peninsula. In Geological Evolution of Antarctica, edited by Thomson M.R.A, Cram J.A. and Thom J.W. Cambridge University Press, New York. pp. 623-627.
- Gandolfi R. (1955) - The genus *Globotruncana* in Northeastern Colombia. *Bull. Amer. Paleont.*, 36 (155), pp. 1-118.
- Gandolfi R. (1957) - Notes on some species of *Globotruncana*. *Contr. Cush. Bull. Amer. Paleont.*, 36, 155, 118 p.
- Ghlis M. (1987) - Biostratigraphie et paléoenvironnement du Campanien et du Maastrichtien du sud constantinois, Algérie. *Thèse. Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. P. & M. Curie*, 158 p., Paris.
- Guardia P. (1975) - Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie nord occidentale: relations structurales et paléogéographiques entre le Rif externe, le Tell et l'avant pays atlasique, *Thèse Doct. ès Sciences*, 289 p., Nice.
- Guardia, P., J. Magne & J. Moyes (1974) - Aperçu sur le Néogène autochtone de l'Ouest oranais (Algérie occidentale). *Mém. B.R.G.M., V<sup>e</sup> Congrès du Néogène Méditerranéen*, t. 2, n°78, 3 fig., pp. 691-703.
- Guernet C. (1985) - Ostracodes paléogènes de quelques sites D.S.D.P. de l'Océan indien. *Rev. Paléob.*, 4, 2, pp. 279-295, Genève.
- Guernet et Molina (1997) - Les Ostracodes et le passage Paléogène-Eocène dans les cordillères bétiques (Coupe de Caravaca, Espagne). *Géobios*, 30, 1 : 31-43.
- Guiraud R., et Bosworth W. (1997). Senonian basin inversion and rejuvenation of rifting in Africa and Arabia: synthesis and application to plate scale tectonics. *Tectonophysics*, 282, pp. 39-82.
- Guiraud R., and Bosworth W. (1999). Phanerozoic geodynamic evolution of NE Africa and the NW Arabian platform. *Tectonophysics*, 315, pp. 73-108.
- Gohrbandt K.H.A. (1967) - Some new planctonic foraminiferal species from the Austrian Eocene. *Micropal.*, 3, pp. 319-326.
- Gourinart (1958) - Recherche sur la géologie du littoral oranais. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, n° ser., 6 : 1-111.
- Grekoff, N. (1954) - Ostracodes. In : Ceylan G.G., Magne J., SIGAL J. and Grekoff N. : Résultats géologiques et micropaléontologiques du sondage d'E1 Krachem (hauts Plateaux algérois). *Bull. Soc. géol. France*, Sér. 6, 3 (4-6), p. 489-491, Paris.
- Gumbel CW. (1968) - Beitrag zur Foraminiferenfauna der nordalpinen. Älteren Eocängebilde oder der Kressenberger Nummulitenschichten. *Abh. K. Bayer. Akad. Akad.*, 10, 579-730
- Hedberg H.D. (1937) - Foraminifera of Middle Tertiary Carapita formation of northeastern Venezuela. *J. Paleontol.*, 11, 661-697.
- Hillerbrandt A.V. (1974) - Paleogene biostratigraphy on South Eastern Spain (Murcia and Alicante province): In Actes de VI Coll. *Afri. Micropal.*, Tunis, 28, III, pp. 231-248.
- Honigstein A. & Rosenfeld A. (1995) - Palaeocene ostracods from southern Israel. *Rev. Micropal.*, 38/1: 49-62.
- Hurtrez J-E & Lecroart, P. (2002)- Quelques données sur la limite Crétacé-Tertiaire (limite K-T).  
*Laboratoire EPOC, Univ. Bordeaux 1, Benoît Urgelli*
- Jones A.J. (1957) - Eocene and Oligocene Ostracoda of Belgium. *Inst. R. Sci. Nat. Belg. Mém.*, pp. 1-210.
- Keij A.J. (1957) - Eocene and Oligocene ostracoda of Belgium. *Inst. R. Sci. Nat. Belg. Mém.*

- 136, pp. 1-218.
- Keller G., Adatte T., Stinnesbeck W., Stueben D. & Berner Z. (2001) -Age, chemo-and biostratigraphy of Haiti spherule-rich deposits: a multi-event K/T scenario. *Canad. Journ. of Earth Sciences*, 38, 197-227.
- Kelly D.C, Bralower T.J., Zachos J.C., Premoli Silva I. & thomas E. (1996) - Rapid diversification of planktonic foraminifera in the tropical Pacific ODP Site 865 during the Late Paleocene Thermal Maximum. *Geology*, 24 (5). 423-426.
- Khalifa H. & Cronin T. (1979) : Middle and Late Eocene Ostracoda of Gabal El Mereir, east of the Nile Valley, Upper Egypt. *Rev. Micropal.*, 25, 4, pp. 394-411.
- Khelifa & Cronin (1979) - Ostracodes de l'Eocène moyen de El-Sheikh Fadl, Est de Beni Mazar, Haute-Egypte. *Review Micropalaeontology* 22 (3), 172-185.
- Kieken M. (1962) - Esquisse tectonique de l'Algérie du Nord : Présentation de la carte tectonique au 1/1000000, *Publ. Ser. Géol. Algérie.*, 32.
- Kieken M. (1971) - Etude géologique du Hodna, du Titteri et de la partie occidentale des Biban. *Publ. Ser. Géol. Algérie.*, II, 46 p.
- Kennett J.P. & Stott L.D. (1991) - Abrupt deep warming, palaeoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Palaeocene: *Nature*, v. 353, p. 225-229.
- Kornprobst J. (1971) - Le socle ancien polymétamorphique dans les zones internes de la partie occidentale des chaînes bético-rifaines : similitudes pétrographiques et des directions tectoniques anté-alpines de part et d'autres du détroit de Gibraltar. *C. R. Acad. Sci.*, 272. D., pp. 1204-1207.
- Liangquan L, Keller G, "Abrupt deep-sea warming at the end of the cretaceous" (1997)- *Geology*, vol.3 26, 1998, p. 995-998
- Luterbacher H. (1964) - Studies in some *Globorotalia* from the Paleocene and Lower Eocene of the Central Apennines. *Ecl. Geol. Helv.*, 57 (2), pp. 631-730.
- Ly A. et Anglada R. (1991) - Le bassin sénégal-mauritanien dans l'évolution des marges périatlantiques au Tertiaire. *Cah. Micropal.*, Paris, vol. 6, n° 2, p. 23-47.
- Machain-Castillo, ML., Perez-Guzman AM. & R.F. Maddocks RF. 1990 - Ostracoda of the terrigenous continental platform of the southern Gulf of Mexico. *In: Whatley, R. & C. Maybury (Eds), Ostracoda and global events.*
- Magne J. et Sigal J. (1955) - Etudes micropaléontologiques de la limite Crétacé-Tertiaire dans les mers mésogéennes, Algérie. *IV<sup>e</sup> Congr. Mond. Pétr.*, 6, pp. 529-532, Rome.
- Marzoqi M. et Pascal A. (2000) - Séquences de dépôts et tectono-eustatisme à la limite Crétacé/Tertiaire sur la marge sud-téthysienne (Atlas de Marrakech et bassin de Ouerzazate, Maroc). *Newsletters on Stratigraphy*, Berlin 38, 57-80.
- Mattauer M. (1958) - Etude géologique de l'Ouarsenis Oriental (Algérie). *Serv. Géol. Algerie*. 17, 533 p.
- Maury R.C., Guille G., Guillou H., Blais S., Chauvel C., Brousse R. (2000) - Notice explicative de la feuille Rurutu et Tubuai à 1/25 000 (Polynésie française, archipel des Australes). Editions du BRGM, Orléans, France, 81 p
- Mechmeche R. (1981) - La formation Souar (Eocène moyen et supérieur) dans le secteur Maktar-Siliana-Bouarada (Tunisie du Centre-Nord), étude lithologique, biostratigraphique et paléontologique. *Thèse Doct. 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Claude Bernard.*, 165 p Lyon.
- Megartsi, M. (1985) - Le volcanisme alcalin mio-quaternaire de l'Oranie nord-occidentale :

- géologie, pétrologie, géodynamique. *Thèse de Doctorat d'Etat*, USTHB, Alger, 296 p.
- Midoun M. (1989) –Etude du Trias d’Oranie (Algérie) et des relations avec le socle polymétamorphiques. Implication géodynamique régionale. *Thèse de Doctorat*, Université d’Orléans, 242 (inédit)
- Mohamed M., Perch-Nielsen K. et Tourmakine M. (1982) : Etude des nannofossiles calcaires et des foraminifères planctoniques du Paléogène et de l’Eocène inférieur de la coupe de Taramsa, Ouest de Qera, Vallée du Nil, Egypt. *Cah Micropal.* **1**, pp. 21-22.
- Norris R.D. (1996) - Symbiosis as evolutionary innovation in the radiation of Paleocene planktonic foraminifera, *Paleobiology*, **22**, 461 – 448.
- Neufville E.M.H. (1979) - Upper Cretaceous Paleogene marine ostracods from the Sergipe-Alagôas basin, Northeastern Brasil. *Geol. Surv., Liberia.Bull. Geol. Inst., Univ. Uppsala, N.S.*, **8**, pp. 135-172.
- Nuttall, W.L.F. (1930) : Eocene foraminifera from Mexico. *Journal of Paleontology*, Tulsa **4**, 271–293.
- Orue-Etxebarria X., Lamolda M.A. & Apellaniz E. (1984a) - Los foraminiferos planctonicos del Paleoceno vizcaino y su biostratigrafia. – *Rev. Espan. Micropaleont.*, **16** (1-3), 59-74.
- Orue-Etxebarria X., Lamolda M.A. & Apellaniz E. (1984b) : Biocetratigrafia del Eoceno vizcaino por medio de los foraminiferos planctonicos. – *Rev. Espan. Micropalent.*, **16** (1-3), 241-263.
- Orue-Etxebarria X & Lamolda M.A. (1985) - Caracteristiques paléobiogéographiques du bassin basco-cantabrique pendant le Paléogène. – *Rev. Micropaléont.*, **27** (4), 257-265.
- Ortiz N. (1994) - La extincion masiva de Foraminiferos bentonicos batiales y abisales en el limite Paleoceno/Eoceno. In MOLINA E. (6d.), Extincion y registro fosil. *Cuadernos Interdisciplinarios, Univ.Zaragoza*, **5**: 201-218.
- Oertli H.J. éd. (1985) - Atlas des Ostracodes de France. *Bull. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf Aquitaine*, **8**: 1-395.
- Pessagno E.A. (1967) - Upper Cretaceous planktonic Foraminifera from the Western Gulf coastal plain. *Pal. Amer.*, **5**, **37**, pp. 243-445.
- Peypouquet J.P. (1975) - Les variations des caractères morphologiques internes chez les Ostracodes des genres *Krithe* et *Parakrithe*: relation possible avec la teneur en O<sub>2</sub> dissous dans l'eau. *Bull. Inst. Géol.*, Bassin Aquitain., **17**, pp. 81-88.
- Peypouquet J.P. (1977) - Les ostracodes et la connaissance des paléomilieus profonds. Application au Cénozoïque de l’Atlantique nord-oriental: *Thèse Doct. Etat*, Univ. Bordeaux I, 443 p.
- Peypouquet J.P. (1979) - Ostracodes et paléoenvironnements méthodologie et application aux domaines profonds du Cénozoïque. *Bull. B.R.G.M.* (2), **IV**, pp. 3-79.
- Peypouquet J.P., Grousset F. & Mourguiart P. (1986) - Paleooceanography of the Mesogean sea based on ostracodes of the Northern Tunisian continental shelf between the Late Cretaceous and Early Paleogene. *Geol. Rund.* **75/1**, pp. 159-174, Stuttgart.
- Plaziat J.C., Toumarkine M. et Villate J. (1975) - L’âge des calcaires pélagiques et néritiques de la base du Tertiaire (Danien, Paléocène). Bassin basco-cantabrique et béarnais (Espagne, France). Mise au point sur leurs faunes d’échinides. – *Eclogae Geol. Helv.*, **68** (3), 613-647
- Polveche J. (1960) - Contribution à l’étude géologique de l’Ouarsenis occidental (Algérie). *Publ. Serv. Géol. Algérie, N. S.*, **24**, 578 p.

- Renard M. (1984) - Géochimie des carbonates pélagiques : mise en évidence des fluctuations de la composition chimique de l'eau de mer 140 M.A. Essai de chimostratigraphie. *Doc. B.R.G.M.*, 650 p., Orléans.
- Renne P.R., Deino A.L. , Hilgen F.J. , Kuiper K.F. , Mark D.F. , William S. Mitchell W.S. , Leah E. Morgan L.E., Mundil R. & Smith, J.(2013)- Time Scales of Critical Events Around the Cretaceous-Paleogene Boundary. *Science* 08 Feb 2013:Vol. 339, Issue 6120, pp. 684-687DOI: 10.1126/science.1230492.
- Renou (1848) - Description géologique de l'Algérie. *Exp. Sc. Algérie* ,pp. 74-126, Paris.
- Reyment (1960) - Studies on the Nigerian Upper Cretaceous and Lower tertiary Ostracoda: 1, Senonian and Maastrichtian Ostracoda. *Stocholm contributions Geology* 10., 286p.
- Reyment R.A. (1963) - Studies on Nigerian Upper Cretaceous and Lower Tertiary ostracoda. *Ibid.*, X, pp. 1-226.
- Reyment R.A. (1980) - Biogeography of the Sahara Cretaceous and Paleocene epicontinental transgression. *Paleontol. Inst, Uppsala univ.* 1, pp. 299-327.
- Reyment R.A. (1981) - The Ostracoda of the Kalanaina Formation (Paleocene), Northwestern Nigeria. *Bull. Geol. Inst.*, Uppsala Univ., N.S. 9, 51-65.
- Reyment R. A. (1982) - Note on Upper Cretaceous Ostracod from South Western Marocco. *Cretaceous Res.*, London, vol.3, p. 405-414.
- Reyment R.A. & Reyment R.E. (1959) - Bairdia ilaroensis sp. Nov. aus dem Paleozän Nigeriens und die gültigkeit der Gattung Bairdoppilata (Ostracoda, Crustacea). *StockholmContributions Geology*, 3, 59-70.
- Reyment R.A. et REYMENT. E. R. (1978) - The Paleocene tran-saharan transgression and its Ostracod fauna. *Pub. Pal. Inst. Univ. Uppsala.*, 234, pp. 245-254.
- Ruggieri A. (1963) - in : CARBONNEL G. (1986) : Ostracodes tertiaires (Paléogène à Néogène) du bassin sénégal-guinéen. *Doc. B.R.G.M.*, 101, pp. 34-243, Orléans
- Robertson A. (2000) - Tectonic setting of North African/Arabian continental margin in relation to bordering Tethys ocean. *CIESM., Workshop Series n°13.*
- Robin, E. & Rocchia, R. (1998). Ni-rich spinel at the Cretaceous-Tertiary boundary of El Kef, Tunisia, *Bull. Soc. Géol. France* , 169, p. 365-372.
- Rodriguez-Lazaro J. & Garcia-Zaraga E. (1996) - Paleogene deep-marine Ostracods from the basque bassin. *Proceeding 2<sup>nd</sup> European Ostracodologists Meeting, Glasgow 1993, British Micropalaeontological Society, London, 16 th December 1996, 79 -86.*
- Rodriguez-Lazaro, J. & T.M. Cronin (1999) - Quaternary glacial and deglacial Ostracoda in the thermocline of the Little Bahama Bank (NW Atlantic): palaeoceanographic implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 152: 339-364.
- Said R. (1978) - Etude stratigraphique et micropaléontologique du passage Crétacé-Tertiaire du synclinal d'Ellès (Région Siliana-Sers), Tunisie centrale, *Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Univ. P. et M. Curie*, 275 p., Paris.
- Saint-Marc (1991) - Le Paléocène et le Passage Paléocène-Eocène sur la bordure septentrionale du golfe de Biscaye (Atlantique nord, site DSDP 401, Leg 48).. Biostratigraphie et Paléocéanographie. *Bull. Soc. Géol. France*, 1991, t. 162, n° 6, pp. 1125-1132
- Salahi D. (1966) - Ostracodes du Crétacé supérieur en provenance d'un sondage de la région de Zellen (Libye). *Rev. Inst. Fr. Pétr.*, 31, 1, pp. 3-43.
- Shahin A., (2000) - Tertiary ostracods of Gebel Withr, southwestern Sinai, Egypt: palaeontology, biostratigraphy and palaeobiogeography. *Journal of African Earth Sciences*. Vol. 31, N°.2, pp 285-315.

- Swain F.M., (1984) - Some Ostracoda from Middle Eocène (Bartonian) Beds of Northern and Eastern Spain. *Revista Española Micropaléontología*, 16, 331-144.
- Seyve C. (1984) - Etude micropaléontologique du passage Crétacé-Tertiaire du Paléocène et de l'Yprésien au Sud de Pau. *Thèse de 3<sup>ème</sup> Cycle.*, 27, 187 p., Paris.
- Schmitz B. & Pujalte V. (2007) - Abrupt increase in seasonal externe precipitation at the Paleocene – Eocene boundary. *Geological Society of America*.v 35; n° 3 : p215- 218.
- Schmith B., Peucker-Ehrenbrink B., Heilmann-Clausen C., Aberg. G. Asaro F. & Lee C.A. (2004) - Basaltic explosive volcanism, but no comet impact, at the Paleocene-Eocene boundary: high-resolution chemical and isotopic record from Egypt, Spain and Denmark. *Earth and Planetary Science letters* 225, 1-17.
- Smith C.C. & Pessagno E.A. (1973) - Planctonic foraminifera and stratigraphy of the Corsicana formation (Maastrichtien), North-Central Texas. *Cont. Cush.found. Foram. Res. Pub.*, 12, 68 p.
- Steinforth R.M., Lamb J.L, Lutherbacher H., Beard J.H.& Jeffords R.M. (1975) - Cenozoic planctonic foraminiferal zonation and characteristics of index forms. *Univ. Kansas. Paleont.Inst.* Lawrence (1 vol. 1append.), art.62, 425 p., 213 fig., 8 tabl.
- Stinnesbeck W. & Keller G. (1996) - K/T boundary coarse-grained siliciclastic deposits in northeastern Mexico and northeastern Brasil : Evidence formega-tsunami or sea-level change? *In* : Ryder, G., Fastovsky, D., Gartner, S. (Eds.), *The Cretaceous-Tertiary event and other catastrophes in Earth history. Geol. Soc. of America Special Paper*, 307, 197-209.
- Stinnesbeck W., Schulte P. E & Lindenmaier F. (2001) - Late Maastrichtian age of spherule deposits in northeastern Mexico: implication for Chicxulub scenario. *Canad.Journ.of Earth Sciences*, 38, 229-238.
- Stüben D., Kramar U., Berner Z., Stinnesbeck W., Keller G. & Adatte T. (2002) - Trace elements, stable isotopes, and clay mineralogy of Elles II K-T boundary section in Tunisia: Indications for sealevel fluctuations and primary productivity. *Palaeogeogr.* 178, 321-345.
- Subbotina N.M. (1953) - Fossil foraminifera of the USSR. *Tr. Vses. Neft Nauchn-Issled. Geol. rasv. Inst.*, 76, pp. 1-294.
- Tawadros E. (2001) - Geology of Egypt and Libya. Balkema, Rotherdam 468p.
- Thomas E. (1990) - Late Cretaceous-early Eocene mass extinctions in deep sea, in Sharpton, V.L., and Ward, P. D., eds., *Global catastrophes: Geol. Soc. of America Special Paper* 247, p. 481-196.
- Thomas E. & Shackleton N.J. (1996) - The Paleocene-Eocene benthic foraminiferal extinction and stable isotope anomalies, *in* Knox, R. O., et al., eds., *Correlations of the early Paleocene in northwestern Europe: Geological Society of London Special Publication*, 101, p. 401-441.
- Toumarkine M. & Lutherbacher H. (1985) - Paleocene and Eocene planktonic Foraminifera. *In* Bolli H.M., SAUNDERS J.B. & PERCHNIELSEN K., 1995, *Plancton stratigraphy*. Cambridge University press: 87-154.
- Toumarkine M. & Bolli H.M. (1970) - Evolution de *Globorotaliacerroazulensis* (Cole) de l'Eocène moyen et supérieur de la coupe de Possagno (Italie). *Rev.Micropal.*, 13 (3), pp.131-145.
- Toumarkine M. & Bolli H.M. (1975) - Foraminifères planctoniques de l'Eocène moyen et supérieur de la coupe de Possagno. *Schweiz. Palaontol. Abb.*, 97, pp. 69-83.
- Triebel E. (1949) - Das Narbenfeld der candoninae und seine paläontologische bedeutung. (*Senckenbergiana, Frunkfurt a/m.* 30, 4/5, 205-212.

- Vail P., Mitchum R. & Thompson S. (1977) - Seismic stratigraphy and global changes of sea level. *Mem. A.A.P.G.*, 26, pp. 49-212.
- Vail P.R., Audemard F., Bowman S.A., Eisner P.N., Perez-Cruz C. (1991). The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology. In: Einsele, G., Ricken, W., Seilacher, A., eds. *Cycles and events in stratigraphy*, 617-659.
- Vernet R., Assoua-Wande C., Massamba L., et Sorriaux P. (1996). Paléogéographie du Crétacé (Albien-Maastrichtien du bassin côtier congolais). *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique sud: Actes colloques Angers 1994*, 39-55.
- Vila J.M. (1980) - La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse Doctorat, Université Paris, Travaux du département de géotectonique, Laboratoire de géologie structurale, Paris*, 665 p.
- Whatley R. C. (1988) - Patterns and Rates of evolution among Mesozoic Ostracoda, In Hannai, T. Ikeya, N & Ishiraki; K., (eds), *Evolutionary biology of Ostracoda, its fundamentals and applications, proceedings of the Ninth International Symposium of Ostracoda, held in Shizoka, Japan, 29 July- 2 August 1985, Developments in Palaeontology and Stratigraphy*, 11, 1024-1040, Kodansha Ltd., Tokyo and Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, Tokyo.
- White M.P. (1928) - Some index foraminifera of the Tampico embayment area of Mexico. *Jour. Paleont.*, 2 (3), pp. 177-215.
- Wonders A.S. (1980) - Middle and Late Cretaceous planctonic foraminifera of the Western Mediterranean area. *Utrecht Micropal. Bull.*, 24, 136 p.
- Zachos J.C, Lohmann K.C., Walker C.G. et Wise S.W. (1993) - Abrupt climate and transient climates during the Paleogene: a marine perspective. *Journ. Geol.* 101, 191-213.
- Zachos J., Stott D. & Lohmann K.C. (1994) - Evolution of Early Cenozoic marine temperature, *Paleoceanography*, 9, 353- 387.
- Zachos J.C., Wara M.W., Bohaty S., Delaney M.L., Petrizzo M.R., BRILL A., Bralower T. J. & Premoli-Silva I. (2003) - A transient rise in tropical sea surface temperature during the Paleocene-Eocene thermal maximum: *Science*, v; 302, p.1551-1554.

