

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE HADJ LAKHDAR BATNA



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA

TERRE ET DE L'UNIVERS

MEMOIRE PRESENTE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE  
MAGISTER EN GEOLOGIE .

**OPTION: GEOLOGIE ET VALORISATION DES BASSINS SEDIMENTAIRES**

**THEME:**

Biostratigraphie et Paléoenvironnement de la limite Cénomano-Turonienne de la région de Batna, à partir de l'étude de la faune et de la microfaune

Préparé par:

Rafika Slami

**Soutenu publiquement devant le jury compose de:**

Mr MED REDHA MENANI

Professeur (Univ. Batna)

Président

Mme F. KECHID-BENKHEROUF

Professeur (USTHB)

Rapporteur

Mr R. MARMI

Professeur (Univ. Constantine 1)

Examineur

Mr A .YAHIAOUI

Maître de conférences (Univ. Batna)

Examineur

Année 2014

## Table des matières

Avant-propos & Remerciements

Résumé

Abstract

ملخص

### CHAPITRE I: Introduction Générale

I-Introduction & Problématique .....	1
II-Méthodologie adoptée .....	3
II-1- Le travail de terrain .....	3
II-2- Le travail de laboratoire .....	3
III-Cadre géologique régional .....	5
III-1-Chaine des Maghrébides .....	5
III-1-1-Domaine interne .....	5
III-1-2-Domaine des flyschs.....	6
III-1-3-Domaine externe.....	6
III-1-3-1-L'avant pays des Maghrébides .....	6
❖ L'avant pays septentrional.....	7
❖ L'avant pays méridional (Atlasique) .....	8
☞ Les Monts de Bellezma-Batna.....	8
IV-Cadre géographique et géologique de la zone d'étude .....	9
V-Historique des travaux antérieurs .....	15
VI- Etat actuel des connaissances.....	24
VI-1- Le passage Cénomaniens-Turonien à l'échelle globale .....	24
VI-2-Le passage Cénomaniens-Turonien en Algérie .....	29
VII-Implication stratigraphique des Ammonites et des Foraminifères planctoniques .....	32

### CHAPITRE II: Description lithobiostratigraphique

#### des coupes et données géochimiques

**Partie 1:** Description lithobiostratigraphique des coupes.

II-1-1- Introduction .....	37
II-1-2- Présentation des coupes .....	38
II-1-2-1- Coupe de Theniet El Manchar .....	38

II-1-2-1-1- Localisation géographique .....	38
II-1-2-1-2- Découpage lithostratigraphique.....	40
II-1-2-1-3- Variation latérale .....	51
II-1-2-2- Coupe de Hamla "Dj Sabaoune" .....	55
II-1-2-2-1- Localisation géographique .....	55
II-1-2-2-2- Découpage lithostratigraphique .....	56
II-1-2-2-3- Variation latérale .....	65
II-1-3- Attributions biostratigraphiques et discussion.....	67
II-1-3-1- Introduction .....	67
II-1-3-2- Coupe de Theniet El Manchar .....	67
II-1-3-2-1-Attributions biostratigraphiques .....	67
II-1-3-2-2- Caractérisation de la limite Cénomaniensupérieur-Turonien inférieur .....	72
II-1-3-3- Coupe de Hamla .....	75
II-1-3-3-1- Attributions biostratigraphiques.....	75
II-1-3-3-2-Caractérisation de la limite Cénomaniensupérieur-Turonien inférieur.....	77
II-1-4- Corrélation entre les deux coupes .....	78
II-1-4-1- Corrélations lithologiques.....	78
II-1-4-2- Corrélations stratigraphiques .....	79
II-1-5- Essai de corrélation avec d'autres contrées .....	81
II-1-6- Conclusion .....	82
<b>Partie 2:</b> Etude géochimique.	
II-2-1- Analyse des données géochimiques dans les Monts de Bellezma-Batna .....	84
II-2-1-1- Sur le plan minéralogique.....	84
II-2-1-1-1-Dosage des carbonates .....	84
➤ Matériel et méthode .....	84
➤ Résultats.....	84
II-2-1-2- Sur le plan organique .....	85
II-2-1-2-1- Dosage du Carbone Organique Total (COT) .....	85
➤ Matériel et méthode (méthode ANNE).....	85
➤ Résultats.....	86
II-2-2- Interprétation des résultats et discussion.....	88
II-2-3- Conclusion .....	89

# CHAPITRE III: Analyse paléoenvironnementale des coupes étudiées et son implication dans la paléogéographie

Introduction .....	91
<b><u>Partie 1:</u></b> Etude sédimentologique.	
III-1-1- Faciès de dépôts et paléoenvironnements.....	93
III-1-1-1- Introduction .....	93
- Faciès sédimentaire et processus de dépôt .....	93
- Microfaciès.....	93
III-1-1-2- Les microfaciès standards de Wilson .....	95
III-1-2- L'analyse microfaciologique détaillée de la région d'étude .....	98
III-1-2-1- Caractérisation des microfaciès types et interprétation de paléoenvironnements ..	98
III-1-2-2- Reconstitution du paléopaysage: le modèle sédimentologique.....	117
III-1-3- Organisation séquentielle des dépôts étudiés .....	119
III-1-3-1- Introduction à l'interprétation séquentielle des coupes .....	119
III-1-3-2- Stratigraphie séquentielle .....	119
A- Rappel sur les concepts de la stratigraphie séquentielle .....	119
A-1- Notion d'espace disponible ou potentiel d'accommodation .....	119
A-2- Notion de séquence de dépôt .....	119
A-3- Les cortèges de dépôts .....	120
B- Interprétation séquentielle de la série Cénomanién-Turonien dans la région d'étude	122
B-1- La coupe de Theniet El Manchar .....	124
B-2- La coupe de Hamla.....	133
Conclusion.....	139
<b><u>Partie 2:</u></b> Implication paléoécologique et paléogéographique.	
III-2-1- Généralités .....	141
III-2-1-1- Introduction .....	141
III-2-1-2- Objectifs .....	141
III-2-2- Paléogéographie.....	141
III-2-2-1- Modèles paléogéographiques du domaine atlasique oriental au cours du Cénomano-Turonien.....	141
III-2-2-2- Discussion sur les principaux évènements de la crise anoxique (OAE2) enregistrés au cours du Cénomanién-Turonien dans les Monts de Bellezma-Batna.....	142

La limite Cénomanién-Turonien: -Scénario et modèle de distribution paléocéologique-.....	142
--	-----

## CHAPITRE IV: Une brève description

### micropaléontologique

IV-1- Classification et description des foraminifères benthiques rencontrés.....	146
IV-1-1- Classification .....	146
IV-1-2- Description .....	148
IV-2- Classification et description des ostracodes rencontrés.....	160
IV-2-1- Classification .....	160
IV-2-2- Description .....	162
Synthèse.....	171
Analyse des résultats .....	172
❖ Données acquises.....	172
↳ Commentaire biostratigraphique .....	172
↳ Commentaire paléoenvironnemental .....	172
↳ Validité des corrélations .....	172
❖ Valorisation des données acquises & Recommandations.....	173
Conclusions générales .....	175
Références bibliographiques.....	178
Annexe .....	206
<b><u>La première annexe:</u></b> Localisation, levés de l'ensemble des coupes et données géochimiques.....	207
<b><u>La deuxième annexe:</u></b> La faune et la microfaune outils biostratigraphiques et paléocéologiques .....	214
-Liste des figures .....	227
-Liste des tableaux .....	229

**Avant-propos & Remerciements**

*Louange à ALLAH qui nous a guidé à ceci, nous n'aurions pas été guidés, si ALLAH ne nous avait pas guidé.*

*Tous mes remerciements s'adressent tous d'abord à tout puissant ALLAH, d'avoir guidé mes pas vers le chemin du savoir.*

*Je voudrais saisir l'occasion de l'élaboration de ce mémoire pour exprimer ma profonde gratitude à **tous ceux et celles** qui, directement ou indirectement, m'ont encouragé à suivre et/ou facilité mon engagement dans la voie de la micropaléontologie.*

*L'accomplissement de ce mémoire a été le fruit d'une grande patience pour acquérir le matériel d'étude. De **nombreuses personnes** ont contribué au bon déroulement et à l'achèvement de ce travail.*

*Au terme de celui-ci, je tiens à adresser mes vifs remerciements tout d'abord à Madame **Fatiha KECHID-BENKHEROUF**, Professeur à la FSTGAT/USTHB, de m'avoir proposé ce sujet. J'ai eu la chance et le plaisir de travailler sous son orientation, qui en agissant à titre de directrice de thèse. Elle n'a jamais ménagé ses efforts pour assurer un suivi constant de l'évolution de cette recherche, sa méthode, ses critiques constructives, sa disponibilité malgré l'éloignement et un emploi de temps très chargé, m'a fait bénéficier, en toute bienveillance, de ses remarques, ses connaissances, et son expérience en micropaléontologie.*

*Mes remerciements vont également à Mr **YAHIAOUI Abd El Ouahab**, Maître de conférences à l'université d' El Hadj Lakhdar de Batna pour sa disponibilité de tous les instants, pour toutes les informations qui ont permis à mon travail d'évoluer, pour le temps qu'il m'a consacré surtout pour l'analyse des plaques minces, les discussions, les observations et les orientations. Je lui suis très reconnaissante de m'avoir transmis son expérience de géologue sédimentologue et sa conception originale de la géologie des Monts de Bellezma-Batna. Je lui dis merci mon enseignant.*

*Je tiens à remercier chaleureusement **Nabila MAANDI**, Maître assistante à la FSTGAT/USTHB, qui m'a fait découvrir et aimer le monde des microfossiles. Elle m'a aidé également pour la détermination des foraminifères, je la remercie vivement pour m'avoir fait bénéficier de ses connaissances et pour le temps qu'elle m'a accordé pour répondre à mes questions malgré ses nombreuses occupations. Ses conseils, ses critiques et ses encouragements m'ont été d'un grand secours .*

*Un grand merci à M<sup>lle</sup> **Karima OUIKENE**, Maître assistante à l'université du Tizi Ouzo pour la détermination des ostracodes.*

*Je tiens à exprimer ma profonde et respectueuse gratitude à Madame **Wassila-Souad BOUROUIBA**, chargée de cours à la FSTGAT/ USTHB, qui a déterminé les ammonites et les coraux.*

*Je tiens à exprimer mes plus sincères remerciements à Mr **YOUSSEF Brahim El Hadj**, Maître assistant à l'université d' El Hadj Lakhdar de Batna, je lui suis infiniment reconnaissante pour son aide, pour les moments de discussions et pour ces conseils qui ont toujours été d'une grande pertinence.*

*Je remercie également Mr **CHAABANE Khoudir** et M<sup>elle</sup> **BENMANSOUR Sana**, Maîtres assistants à l'université d' El Hadj Lakhdar de Batna qui m'ont gracieusement offerts des documents et m'ont dispensé leurs conseils.*

*Ma connaissance et ma gratitude vont également à **RIHANI Abba** Maître assistante à l'université d' El Hadj Lakhdar de Batna pour son aide, son soutien moral, et ses encouragements. Il m'est impossible d'exprimer tout ce que je lui dois, dans ces quelques lignes.*

*Je remercie vivement M<sup>elle</sup> **BENTAHAR Fahima** et Mme **CHEBAH Fatima Zohra**, enseignantes à l'université d' El Hadj Lakhdar de Batna, pour ses conseils et ses encouragements. Sans oublier l'enseignante **Dalila** à l'université de **CHEIKH LARBI TEBESSI** de **TEBESSA**.*

*Un grand merci à madame **Aida BOUHATA-BENSEKHERIA** pour son aide, sa disponibilité et son soutien moral.*

*A Mr **Hamimed** enseignant à l'Université du Tébessa, je le remercie sincèrement pour sa gentillesse.*

*Je ne saurais oublier **tous mes enseignants** grâce à qui j'ai acquis les bases de la géologie.*

*Je remercie très sincèrement **les membres du jury** d'avoir accepté de juger ce travail Mr **Med Ridha MENANI** en tant que président, j'espère que ce travail sera à la hauteur de ses espérances. Mr **R. MARMI** qui a bien voulu examiner mon travail, c'est un honneur pour moi qu'il fasse partie de jury. Et Mr **A .YAHIAOUI** je lui suis également reconnaissant d'avoir bien voulu participer à mon jury de mémoire comme examinateur. Leurs corrections et leurs commentaires ont permis d'améliorer la qualité de ce mémoire.*

*Je ne sais comment remercier **le directeur du Centre de recherches et de développements** de la wilaya de Tébessa, qui a très gentiment accepté de réaliser des analyses sur certains de mes échantillons (mesure du taux de COT).*

*Je tiens également à remercier tout **le personnel du laboratoire de géologie** (Wilaya de Tébessa, et wilaya d'Annaba) notamment Mr **Djaafer** pour leur collaboration technique.*

*Je ne n'oublie pas d'autres personnes comme **les étudiants du Master** (Université de Tébessa).*

*A **Nadia** ingénieur au laboratoire de l'institut de Vétérinaire et des sciences d'agricultures de la Wilaya de Batna, j'exprime ma profonde gratitude.*

*A **la responsable** du laboratoire de géologie (département de géologie, W. Batna) pour son aide.*

*Merci à tout **le personnel de la bibliothèque, et de l'administration** qui m'a fourni une aide précieuse.*

*Je veux assurer de mon amitié à **tous mes collègues** au sein et en dehors de l'université de Batna et les remercier du soutien et des encouragements qu'ils m'ont apportés .*

*Je n'oublie pas M<sup>elle</sup> **Fertas F.** et **Widad** pour m'avoir encouragé, qu'elles trouvent ici le témoignage de ma gratitude et de toute mon amitié.*

*Enfin s'ajoutent à la liste de tous ceux qui m'ont apporté leur aide, **les membres de ma famille**. Il est cher à mon cœur d'exprimer toute ma gratitude à mon mari **Ben Ali Azzedine** qui m'a encouragé pendant ces deux années surtout lors des moments difficiles. Il m'a assuré sans relâche son soutien moral et matériel, je le remercie très vivement pour sa grande patience..... et je m'excuse pour mes absences. Vraiment , je vous adresse le plus grand merci. Je remercie également mes **chers parents, mes frères et sœurs, et la famille de mon mari**, sans qui ce travail n'aurait jamais vu le jour.*

*Je tiens à remercier **tout ceux (ou celles)** que je ne mentionne pas ici, mais qui ont contribué de loin ou de près, à l'aboutissement de ce mémoire.*

***A tous merci.***

### **Résumé:**

Portant sur deux coupes effectuées dans les Monts de Bellezma-Batna, ce travail s'articule principalement autour deux axes, avec d'une part l'étude stratigraphique des dépôts, et d'autres part l'analyse de paléoenvironnements.

Sur la base de la répartition des ammonites, foraminifères planctoniques, grands foraminifères benthiques, et ostracodes; des données stratigraphiques nouvelles font apparaître et améliorent le degré de résolution du découpage stratigraphique. Deux formations lithologiques sont mises en évidence correspondant à trois intervalles de temps: Cénomaniens inférieur, Cénomaniens moyen à supérieur, et Turonien inférieur. L'événement anoxique majeur marquant la fin du Cénomaniens (l'OAE2) a également bien été caractérisé.

L'étude paléoenvironnementale révèle un milieu de dépôt marin calme, d'abord de type plate forme oscillant entre plate forme externe, moyenne, et interne au Cénomaniens inférieur, Cénomaniens moyen à supérieur. Et assez profond au Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur. Les conditions sur le fond (interface eau/sédiment) semblent avoir été fréquemment caractérisées par un manque plus ou moins prononcé d'oxygène. L'étude révèle cependant une certaine hétérogénéité de ces conditions, marquée par une grande variabilité des assemblages révélateurs des cortèges sédimentaires : se succèdent ainsi plusieurs cycles de dépôts.

---

**Mots clés:** Bellezma-Batna, Stratigraphie, Paléoenvironnements, , Anoxie, Cénomaniens-Turonien, cortèges sédimentaires.

**ABSTRACT:**

On the two sections of the Bellezma-Batna mountains, the present work aims at first to provide a stratigraphical analysis of these sedimentary deposits and, consequently, the palaeo-environmental reconstruction of depositional context.

At the base of ammonites distribution, planktonic foraminifera, benthic foraminifera, and ostracods; new stratigraphic data spelling apparaitre and improve the resolution degree of stratigraphic cutting. Two lithologic formats are identified corresponding to three time intervals: Lower Cenomanian, Middle to upper Cenomanian and Lower Turonian. Oceanic anoxic event (OAE2) of terminal Cenomanian has also been clearly identified.

The palaeo-environmental study reveals an environment of marine deposit calm, it was first the type of shelf oscillates between external, medium, and internal shelf in the Lower Cenomanian, Middle to upper Cenomanian. And quite deep in Upper Cenomanian-Lower Turonian. Anoxic conditions seem to have been quite frequent. However those conditions also seem highly heterogeneous, indeed microfossil assemblages are extremely variable revealing the sedimentary procession. We have differentiate many deposit sequences.

---

**Key-words:** Bellezma-Batna, stratigraphy, palaeo-environments, anoxic, Cenomanian-Turonian, sedimentary procession.

## ملخص:

من خلال مقطعين منجزين في جبال بلزمة-باتنة، هذا العمل يدور أساسا حول محورين ، أولا دراسة ستراتيغرافية للرواسب ، و ثانيا تحليل البيئات الرسوبية القديمة .

إن توزيع الأمونيت، المنخربات البلاكتونية، المنخربات البانتيية ، و الأستراكود ، أدى إلى ظهور معطيات ستراتيغرافية جديدة كما حسن من درجة التحليل للتقسيم الستراتيغرافي. تشكل وحدتين ليتولوجيتين معبرة عن ثلاث مجالات زمنية : سينومانيان سفلي ، سينومانيان وسطي-علوي ، و تورونيان سفلي. الحدث الأكبر لغياب الأوكسجين ترك أثرا في نهاية السينومانيان هو الآخر حدد و عرف جيدا .

إن دراسة البيئات الرسوبية القديمة يكشف وجود وسط رسوبي بحري هادئ ، كان من نوع السطحية القارية التي تأرجحت بين الخارجية ، المتوسطة ، و الداخلية في فترة السينومانيان السفلي، السينومانيان الوسطي و العلوي. عميق جدا في فترة السينومانيان العلوي-التورونيان السفلي . تتميز شروطه على القاع ( حد مشترك ماء/راسب ) بغياب ملحوظ للأوكسجين. مع ذلك هذه الدراسة تكشف تباين أكيد في هذه الشروط، مبينة بتغير كبير للتجمعات الكاشفة للمواكب الرسوبية ، أين تتبع كذلك عدة دورات رسوبية.

**الكلمات الدالة:** بلزمة-باتنة، ستراتيغرافي، بيئات قديمة، لا أوكسجيني ، سينومانيان- تورونيان ، مواكب رسوبية.

# Chapitre I :

## INTRODUCTION GÉNÉRALE

I- Introduction & Problématique.

II- Méthodologie adoptée.

III- Cadre géologique régional.

IV- Cadre géographique et géologique de la zone d'étude.

V- Historique des travaux antérieurs.

VI- Etat actuel des connaissances.

VII- Implication stratigraphique des Ammonites et des Foraminifères planctoniques.

## I- INTRODUCTION & Problématique:

A la fin du Cénomaniens, une montée du niveau des mers d'origine eustatique, a submergé la plupart des plates-formes peu profondes, ouvrant même des communications nouvelles entre les océans par d'étroits bras de mer. Cette inondation importante à l'échelle globale a créé de vastes et nouvelles niches écologiques qui ont favorisé une prolifération biologique intense, entraînant une production massive de matière organique dans les eaux océaniques superficielles. Rapidement l'oxygène nécessaire à la dégradation de cette matière organique va faire défaut, parfois même totalement, et ce sont de grandes quantités de résidus organiques non oxydés qui vont s'accumuler sur les fonds marins à différentes profondeurs. Les circulations océaniques, la paléomorphologie du fond et surtout le contexte climatique vont influencer l'ampleur et la répartition de l'enregistrement de cet événement.

Reconnu à la limite Cénomaniens-Turonien comme un événement anoxique océanique à l'échelle globale [Schlanger et Jenkynns, 1976; Jenkyns, 1980], l'évènement OAE2 [Arthur et Schlanger, 1979] a été proposé comme l'exemple-type d'anoxie globale [Wignall, 1994].

L'étude de la crise d'anoxie de la limite Cénomaniens-Turonien constitue par ailleurs un objectif de choix. La survenue de cet événement sera, dans la mesure du possible, détaillée et précisée.

Le présent travail correspond à une contribution aux connaissances sédimentologiques et micropaléontologiques et ce en vue d'en préciser la biostratigraphie et surtout de retracer l'histoire sédimentaire de la zone d'étude " le paléoenvironnement", plus le choix d'un modèle approprié à l'évènement anoxique global EAO2 et les scénarios qui les caractérisent.

Les distributions et les évolutions des principaux groupes d'organismes peuplant la plate-forme du Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur apparaissent régies par les variations, brusques ou progressives, d'épaisseur et d'extension de la tranche d'eau marine.

L'étude biostratigraphique, basée sur l'apport de tous ces groupes, a permis de préciser, l'attribution stratigraphique des systèmes sédimentaires.

Le travail entrepris dans ce mémoire consiste sur le relevé de deux coupes autour la ville de Batna dans la partie Est d'Algérie; dont l'objectif est de tenter de mettre en évidence:

- ☞ Un cadre biostratigraphique précis (échelle biostratigraphique à haute résolution);
- ☞ Les événements de la crise anoxique (OAE2) survenus au cours du Cénomaniens-Turonien;
- ☞ La reconstitution des paléoenvironnements, en utilisant l'analyse sédimentologique, et les données micropaléontologiques (par analyses qualitatives et quantitatives).

☞ D'avoir les variations de profondeurs (NE vers le NW) du Monts Bellezma-Batna.

Cette étude est structurée en quatre chapitres :

-Le premier chapitre est consacré aux généralités ; nous représenterons une brève introduction sur la chaîne des Maghrébides, afin de placer la zone d'étude dans son contexte géographique, et géologique où un historique des travaux sera présenté.

-Le deuxième chapitre description lithobiostratigraphique des coupes et données géochimiques, comprend deux parties:

**PARTIE I:** Précise le cadre stratigraphique.

**PARTIE II:** Consiste à enrichir notre mémoire par l'étude des variations des apports chimiques ( $\text{CaCO}_3$ , COT) pour repérer le passage Cénomano-Turonien.

-Le troisième chapitre Analyse paléoenvironnementale des coupes étudiées et son implication dans la paléogéographie s'organise en deux parties :

**PARTIE I:** Cette partie permet de s'interroger sur la continuité de l'enregistrement sédimentaire des coupes considérées et étudier la robustesse des analyses sédimentologiques sur la base des autres données acquises. Une approche qualitative complétée par des analyses quantitatives afin de confirmer et préciser les observations obtenues concernant l'organisation des associations d'organismes et leurs relations avec les séquences.

**PARTIE II :** Fait le point sur les principaux événements de la crise anoxique (OAE2) enregistrés au cours du Cénomano-Turonien dans les Monts de Bellezma-Batna, avec une caractérisation de l'intérêt paléobiogéographique des ostracodes.

- Le quatrième chapitre Une brève description micropaléontologique :

Consiste à donner une description de quelques genres et espèces récoltés au sein de cette recherche.

**LA SYNTHÈSE:** s'attache à l'analyse des résultats, synthétise et valorise les données acquises, des recommandations pour une recherche future y sont également proposées.

**LA CONCLUSION GÉNÉRALE:** reprend les points essentiels de ce travail.

**LES ANNEXES:** reprennent les points utiles à la compréhension du texte.

**RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES:** Une liste bibliographique la plus complète possible a été présentée.

## II- METHODOLOGIE ADOPTEE:

L'intervalle de temps choisi pour cette étude correspond au Cénomaniens-Turonien. Pour réaliser les objectifs visés dans ce présent travail et sortir avec des résultats concrets, conformes et compatibles avec les travaux précédents et dégager de nouvelles constatations et résultats, nous avons adopté les méthodes suivantes:

### II-1- Le travail de terrain:

Pour aboutir des bons résultats, l'emplacement des profils doit être sur les séries les plus complètes avec une bonne orientation. Le relevé de deux coupes dans la région de Batna a été effectué banc par banc, avec une mesure précise des épaisseurs. Nous avons prélevé 45 échantillons dans la coupe de Theniet El Manchar, et 27 dans la coupe de Hamla "Dj Sabaoune" (Pour chaque 5m, et parfois 10m).

Les échantillons ont été stockés dans des sacs plastiques portant des étiquettes avec le numéro de l'échantillon et sa provenance.

Une autre démarche avait pour but de dater les principaux ensembles a nécessité la récolte de la macrofaune, cette dernière est représentée par: Les bivalves, les oursins, les ammonites, les gastéropodes, les coraux, et les rudistes.

### II-2- Le travail de laboratoire:

- **Cas des échantillons meubles ou faiblement indurés:**

Après une étape de trempage de quelques heures (sédiment+eau, ou plus simplement du liquide vaisselle), les échantillons ont subi à des traitements différents selon leurs états d'indurations (voir thèse F. Benkherouf 1988).

Le sédiment dissocié, ainsi obtenu, est ensuite versé dans une série de trois tamis dont les mailles successives sont de 0,071 mm, 0,200 mm et 0,500 mm, puis lavé sous un jet d'eau, afin de recueillir les résidus. Nous avons ensuite procédé au tri de la fraction > 0,071 sous la loupe binoculaire. Dans la mesure du possible, 250 à 300 individus ont été systématiquement isolés, comptés, et déterminés.

Dans chaque résidu de lavage nous avons pu extraire des foraminifères et des ostracodes. Une fiche descriptive est établie pour chaque échantillon où sont mentionnés des renseignements d'ordre qualitatifs et quantitatifs (voir chapitre III).

- **Cas des échantillons indurés:**

Les échantillons calcaires indurés ont fait l'objet de la confection de 33 lames minces afin d'analyser le microfaciès et le contenu micropaléontologique en section, et également aboutissant à la caractérisation de:

-La texture des roches: Mudstone "M", Wackestone "W", et Packstone "P";

-La répartition de certains phénomènes sédimentaires: exemple: la microperforation, l'encroutement, la micritisation, .....

-La présence de certains éléments figurés soit:

- **Les minéraux** (glauconite, phosphate);
- **Les bioclastes** (Bivalves, Echinodermes, Ostracodes, Foraminifères [benthiques et planctoniques]...);
- **D'autres éléments:** exemple: les oolithes, les intraclastes, les pellets,.....

-Le paléoenvironnement.

L'étude des microfaciès à partir des lames minces constitue un outil fondamental pour l'établissement de la biostratigraphie, et l'identification des paléoenvironnements.

- **Analyses géochimiques:**

Dans ce manuscrit, en plus des données obtenues à partir des méthodes décrites ci-dessus, d'autres résultats obtenus par les données de la géochimie:

- **La calcimétrie:**

Le taux de carbonate de calcium contenu dans les échantillons a été évalué au moyen de la méthode classique du calcimètre de Bernard.

- **Les analyses de la matière organique:**

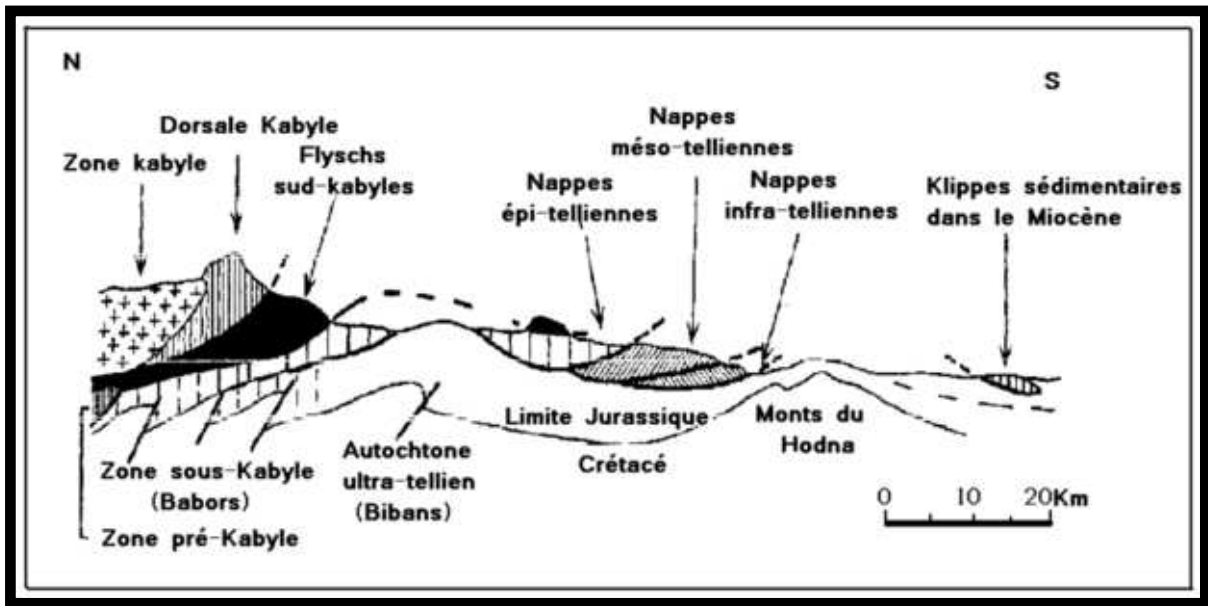
Le taux de carbone organique total a été déterminé par dosage du carbone organique "Méthode d'ANNE". Cette analyse est effectuée au niveau de Centre d'Etudes et de Recherches appliquées au Développement de la wilaya de Tébessa.

Au total, dix huit échantillons ont été traités et les résultats acquis, découlant de cette analyse montre un pourcentage faible de COT, en moyenne de 0,066%.

## III-Cadre géologique régional:

### III-1-Chaine des Maghrébides:

Le nom de Maghrébides a été proposé par Auboin et Durand-Delga (1971). Les Maghrébides (**Fig. I.1**) forment une chaîne s'étendant de Gibraltar jusqu'à la Sicile, et regroupant les segments orogéniques rifains, telliens, Nord-Sicilien et Calabrais (Durand-Delga et Fontboté, 1980). Elle résulte de la tectonisation alpine du « Bassin maghrébin » (Bouillin, 1992) ou «Téthys maghrébine» et de ses marges.



**Fig. I.1:** Coupe illustrant les différentes unités de la chaîne alpine d'Algérie orientale (d'après Durand-Delga, 1969).

#### III-1-1- Domaine interne:

Il se caractérise par les massifs de socle, localement revêtus d'une couverture de terrains paléozoïques, ces derniers sont souvent peu métamorphiques (Bouillin, 1986). De nombreux auteurs, dont Durand-Delga (1980), estiment que les massifs littoraux (nord-algérien) sont les restes d'une zone haute primitivement continue.

Ils sont considérés encore comme le résultat d'une dilacération de la « microplaque Méso-méditerranéenne » au cours du Miocène inférieur (Durand Delga, 1980). Alors que d'autres auteurs ont envisagé que ces massifs internes formaient jusqu'au Paléogène, des amygdales séparées.

Ces zones internes sont formées de massifs anciens d'origine continentale et sont bordées du côté externe, méridional, par la dorsale calcaire (Bouillin, 1992). En Algérie orientale, sur

la transversale du constantinois, le socle Kabyle constitue l'élément le plus interne des Maghrébides (Duran Delga, 1969). Plus au sud on a la Dorsale kabyle ou «la chaîne calcaire».

### **III-1-2- Domaine des flyschs:**

Ce domaine est coïncé entre les zones internes péloritano-kabylo-rifains et le domaine externe d'Afrique du Nord et de Sicile (Bouillin, 1982). De nombreuses conceptions controversées, se sont succédées et concerne la position originelle des flysch dans le cadre de la chaîne des Maghrébides.

Deux grandes séries fondamentales sont décrites, il s'agit des flyschs massyliens et des flyschs mauritaniens (Gélar 1969 ; Raoult 1969-1972 ; Bouillin 1986).

Le positionnement de ces flyschs a fait l'objet de plusieurs hypothèses controversées.

Ainsi, Durand Delga et son équipe considèrent que les flyschs sont situés paléogéographiquement en position externe (méridionale), par rapport au socle kabyle. Par contre, Bouillin (1983) considère que les flyschs créacés-paléogènes sont charriés sur les zones externes, suivies d'un rétrocharriage d'une partie sur le socle kabyle lors de la structuration des Maghrébides. Plus tard (1992), ce même auteur, indique que ces mêmes flyschs et leur substratum sont intercalés entre les zones internes qui les chevauchent et les zones externes qu'ils chevauchent (**Fig. I.1**).

Le flysch numidien d'âge oligo-miocène est traité séparément par rapport aux deux autres. Il est superposé tectoniquement à des terrains variés, parfois à des formations burdigaliennes, plus jeunes que les grès numidiens (Durand-Delga, 1980).

### **III-1-3-Domaine externe:**

Le domaine externe tello-riffain représente la marge téthysienne du continent africain (Wildi, 1983). La structure en grandes nappes à vergence sud, s'exprime dans les zones des divers segments : Rif au Maroc, Tell en Algérie et Kroumirie en Tunisie.

#### **III-1-3-1- L'avant pays des maghrebides:**

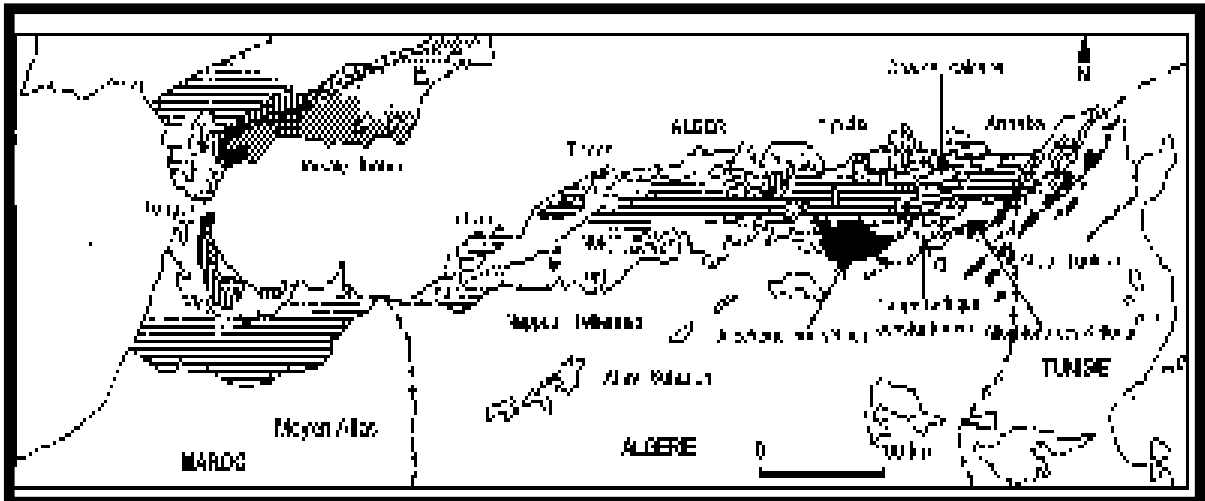
L'Algérie alpine, faisant partie de la chaîne alpine méditerranéenne qui est constituée de nombreuses unités correspondant à des ensembles morpho structuraux. Ces ensembles forment des reliefs montagneux –Telle ou Atlas tellien, des plaines plus ou moins vallonnés – Hauts plateaux, monts du Hodna, Môle Constantinois, des reliefs montagneux – Atlas saharien, Aurès, Monts de Bellezma, monts de Batna. Ces derniers dominent une vaste plaine saharienne dite plate forme saharienne séparés par la flexure saharienne ou accident Atlasique.

### ❖ L'avant-pays septentrional:

Les séries de l'avant-pays septentrional ont été abordées par de nombreux auteurs : Savornin (1920), Dubordieu (1956), Guiraud (1973), Vila (1977,1980), Bureau (1986), Lahondère (1987), Chadi (1991), Coiffait (1992), Marmi (1995) ....

Ces séries constituent, selon Vila (1980), un vaste ensemble d'unités allochtones (**Fig. I.2**) regroupant d'Ouest en Est : les Unités sétifiennes, le Môle néritique constantinois et les séries des Sellaoua.

Les travaux réalisés récemment par Chadi (1991) et Coiffait (1992), dans le Constantinois mettent en doute l'allochtonie du môle néritique et de ses confins méridionaux. Néanmoins ils n'écartent pas l'idée des chevauchements locaux d'ampleur réduite. Ces auteurs ont établi que la couverture marneuse se superpose normalement sur les calcaires néritiques sous-jacents du môle néritique Constantinois. Cependant Vila (1993) ne partage pas cette idée.



**Fig .I.2:** Localisation de l'avant pays allochtone dans le cadre Maghrébin (d'après J.M. Vila 1980).

### ❖ L'avant pays méridional (atlasique):

Plusieurs études ont été réalisées sur ce domaine. Nous citerons celles de Fournel (1849), Coquand (1862), Péron (1883), Ficheur (1896), Savornin (1920), Laffitte (1939), Dubordieu (1956), Guiraud (1973, 1990), Donze (1973-1974). Les travaux les plus récents ont été entrepris par Vila (1980), Aïssaoui (1984), Bureau (1986), Kazi-Tani (1986), Yahiaoui (1990), Ghandriche (1991) et Marmi (1995). Ce domaine est subdivisé en deux zones, séparées par une ligne Batna-Timgad-Garaet El Tarf. La partie Nord est caractérisée par une organisation des structures plissées bien apparente mais perd un peu de sa régularité dans les monts de Bellezma, Ain Yagout et Oum el Bouagui. Au Sud de cette ligne, les structures plissées du Nord aurèsien sont régulières et analogues à ceux des confins algéro-tunisiens.

La région d'étude s'intègre dans ce domaine paléogéographique et précisément dans les Monts de Bellezma-Batna.

### ☞ Les Monts de Bellezma-Batna:

Ces massifs constituent le prolongement oriental des monts du Hodna, limitant le bassin de Barika à l'Est. Ils sont structurés en plis anticlinaux à grands rayons de courbure, avec une orientation générale des axes NE-SW. Les terrains formant ces massifs sont essentiellement jurassico-crétacés. La coupe de référence de la série jurassique de la région est décrite au Ravin bleu par plusieurs auteurs.

La zone qui nous intéresse se trouve à la retombée méridionale des Monts de Bellezma-Batna, où affleurent des formations sédimentaires essentiellement calcaires et marneuses, dont l'âge est compris entre le Cénomaniens inférieur et le Turonien, recouverts par endroits par des dépôts superficiels quaternaires.

## IV-Cadre géographique et géologique de la zone d'étude:

### IV-1- Position géographique de la région étudiée:

La région de Batna est située à la jonction de l'Atlas tellien et de l'Atlas saharien, à 425km au Sud-est de la capitale et à 200 km de la côte, elle culmine à 980 m d'altitude. Elle est comprise entre les coordonnées suivantes : Latitude 35°30' - 35°50'N et Longitude 6W-6°50'E.

La plupart des travaux de stratigraphie du Crétacé supérieur ont porté soit sur la région immédiate de Batna, soit au Nord de celle-ci (Bellezma, Hodna, Constantinois) soit au Sud-ouest de celle-ci (Metlili, Bou Rhezel, Ahmar Khaddou).

Les coupes étudiées dans le cadre de ce mémoire se localisent au Nord-Est et au Nord-Ouest de la wilaya de Batna (**Fig. I.3**): Elles appartiennent au domaine de l'avant pays méridional, et précisément aux Monts de Bellezma-Batna. C'est une chaîne de montagnes qui correspond à un alignement NE-SW, de reliefs s'étendent de Batna à l'Est jusqu'au village de Séfiane à l'Ouest. Elle est limitée au Nord-Ouest par les Monts du Hodna et au Sud-Est par la dépression de Batna-Ain-Touta.

Les séries du Bellezma sont caractérisées par des faciès globalement peu profonds par rapport aux domaines qui l'encadrent et qui néanmoins sont relativement épaisses. La répartition de faciès de plate-forme interne dans cette zone pose un problème d'interprétation paléogéographique car elle suggère l'existence d'une zone surélevée tectoniquement, par rapport aux aires de dépôt latérales qui se situent dans les Monts de Batna et des Aurès [Kasitani, 1982].

Au total, ce sont deux coupes qui ont été levées dans ce présent travail, il s'agit de la coupe de Theniet El Manchar et la coupe de Hamla "Dj Sabaoune".



### **IV-2- Position structurale des Monts de Bellezma-Batna:**

#### **IV-2-1- Les failles:**

Au niveau des Monts de Batna et des Monts de Bellezma, les fractures relevées par D. BUREAU (1986) et Y. BELLION (1973) constituent un réseau composé de plusieurs directions (**Fig. I.4**) :

- Les failles longitudinales aux massifs ont une direction N 70° E ;
- Des failles N 85° à N 160° E en échelon sont observables également.

D'après BUREAU (1986) les accidents N 70° E ont joué en décrochement dextre dans les Monts de Batna. C'est ce que semble indiquer la terminaison en rameau des accidents à la terminaison occidentale du Bellezma.

- Les failles N 85° à N 160° E peuvent être interprétées en tant que failles synthétiques et failles de tension déterminées par les coulissements dextres de l'accident nord atlasique.

#### **IV-2-2- Les plis:**

Au niveau des Monts de Batna, les esquisses géologiques de D. BUREAU (1986) montrent un anticlinal déversé vers le Sud, localement replissé, à flanc nord fortement accidenté par des failles NE/SW. Un chevauchement vers le Sud de ce massif est probable. La liaison du pli des Monts de Batna avec le système d'accidents NE/SW, qui entraînent un jeu vertical et un coulissement (dextre) est envisageable (**Fig. I.4**).

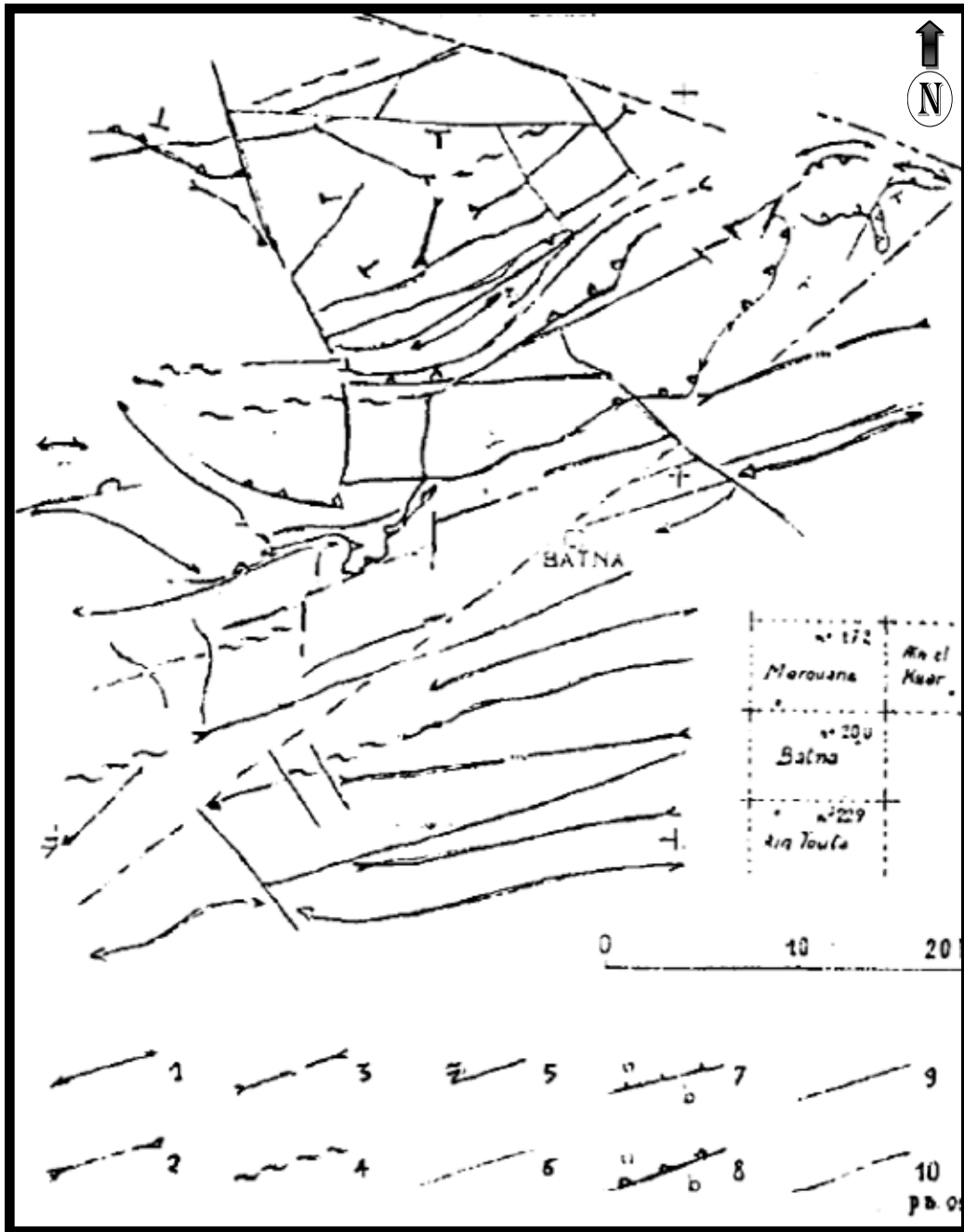
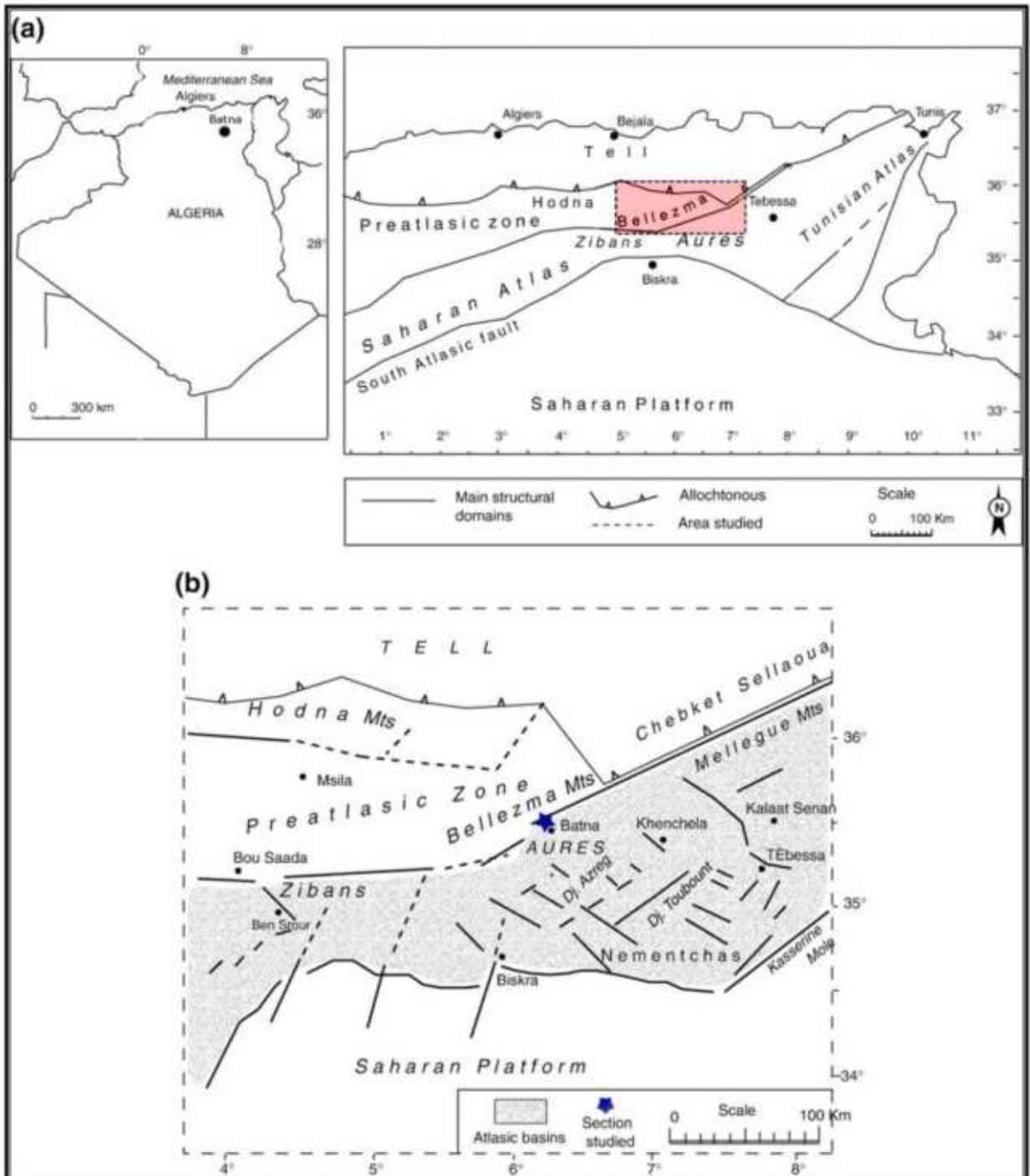


Fig. I.4 : Schéma structural de la région de Batna (Bureau, 1986).

1- axe anticlinal ; 2- axe synclinal ; 3- axe synclinal à cœur Miocène ; 4- ligne de flexure ; 5- décollement du Bled Tiskimal ; 6- faille ; 7- faille inverse avec indication du sens de son pendage : a tend à surmonter b ; 8- contact chevauchant ; a chevauche b ; 9- axe de la vallée de Batna ; 10- limite NE du bloc ancien des Monts du Bellezma.

### **IV-2-3- Etude de la subsidence:**

la répartition des dépôts dans les Monts de Batna paraît correspondre à l'individualisation dans cette région d'une aire paléogéographique originale, caractérisée par des faciès moins profonds et des séries moins subsidentes que dans les domaines voisins. La transition est brutale, au point de vue de la variation des épaisseurs notamment, entre les séries du Nord de l'Aurès et ces séries des Monts de Batna. Il est possible d'évoquer l'influence d'un système d'accidents longitudinal à ces monts, donc NE-SW, qui sépare cette aire paléogéographique des secteurs septentrionaux des Aurès, Dj. Bou Arif, Dj. Amrane, et Dj. Ich Ali principalement, où la subsidence est notablement plus importante (Herkat,1999).



**Fig. I.5:** (a) les principaux domaines structuraux de l'Algérie orientale, (b) Carte paléogéographique du domaine atlasique oriental et localisation de la région d'étude (Herkat. M, 2007).

## V- Historique des travaux antérieurs:

Les travaux concernant le passage Cénomano-Turonien, période qui fait l'objet de cette étude sont très fréquents..

Nous allons essayer de citer principalement les travaux des prédécesseurs qui ont été réalisés sur l'Algérie nord orientale et sur la plate-forme saharienne. Le choix de ces derniers faisant mention de macrofaune a été privilégié.

- **Ville en 1867**, en parcourant le vaste pays rocheux du M'zab, aucune proposition n'est donc faite pour la limite cénomano-turonienne. Il met en évidence, par contre, un certain nombre de repères lithologiques tout en précisant leur position stratigraphique par rapport à l'ensemble des terrains étudiés. L'auteur cite divers fossiles :

- *Cardium, Lutraria, Mitylus, Bulla, Pyramidella, Solarium, Trochus* et *Turritella* recueillis dans l'extrême Nord du M'zab, entre Berriane et l'Oued Settafa, mais sans préciser leur niveau stratigraphique.

- *Cardium, Lucina, Modiola, Pectunculus, Cerithium* et *Natica* trouvés dans un niveau calcaire jaunâtre coquillier, se situent vers le bas du deuxième gradin, dans les hautes collines en face d'El Atteuf.

- Des *Pecten* observés dans un calcaire dolomitique à texture saccharoïde à Beni-Isguen, dans les couches du premier gradin.

- Un *Pecten* et une Nérinée recueillis dans les concrétions de patine noire et de couleur gris cendré parsemant la surface du sol, en amont de l'Oued Metlili, provenant des couches du premier gradin.

La présence de cette Nérinée, selon Ville, montre que le terrain dolomitique des Beni-M'zab ne saurait être postérieur au terrain de la craie blanche.

- **Laffitte en 1939**, met en évidence des variations latérales de faciès entre : un Cénomaniens et Turonien de faciès marno-calcaire dans le Nord-est des Aurès (région de Khenchela par exemple), et un Cénomano-Turonien entièrement carbonaté de type récifal au Sud-Ouest (Djebel Bou Rhezel). Il fait remarquer que la limite entre les deux étages est imprécise « *Par suite de la pénurie de fossiles dans les assises de la base du Turonien* ». Il place cette limite au milieu d'un niveau à Radiolites : « *Très souvent, dans l'Algérie, à la limite des deux étages, se trouvent des couches à Rudistes (Radiolites) qui à la base se trouvent associées à des espèces cénomaniennes, tandis qu'au sommet elles accompagnent des formes turoniennes.* ».

L'auteur propose comme marqueur du début du Turonien dans le cas, des faciès récifaux fossilifères l'apparition du rudiste *Praeradiolites biskarensis*. Il rattache, par ailleurs, tous les niveaux renfermant des Hippurites au Turonien supérieur, y compris ceux montrant une association avec *Durania arnaudi*.

- **Deleau en 1944**, décrit dans le Djebel Kheneg une dizaine de mètres de sédiments, de nature marneuse, superposés aux calcaires albiens, renfermant des ammonites : *Protocantoceras* sp. et *Cuningtoniceras* sp. Il mentionne le rocher de Constantine comme étant le meilleur exemple du Cénomanién néritique calcaire à Caprinules et foraminifères. Le Turonien est néritique calcaire, il passe latéralement à des marnes sans fossiles et le régime des hauts fonds se continue sauf pour les régions émergées de Hammam-Meskhoutine et de Bordj Sabath.

Dans le Djebel Kheneg, le Turonien est représenté par une vingtaine de mètres de calcaire grumeleux à Globigérines montrant à la base un lit marneux à *Hippurites* sp. A Constantine, le sommet du rocher est d'âge Turonien avec un horizon à *Hippurites taburni*.

- **Emberger en 1960**, donne une série du Cénomanién de la région de Bou Saada, épaisse de 700 à 1000 mètres, qui montre à la base : des marnes à huîtres, dasycladales et praealvéolines, puis devient progressivement lagunaire vers le sommet avec le dépôt d'épais bancs de gypse, s'intercalant parfois de calcaires à *Praeradiolites biskarensis*. La faune dite de faciès africain permet de dater le Cénomanién sans, toutefois, pouvoir séparer nettement, en l'absence d'ammonites, la partie supérieure de l'étage de sa partie inférieure. Le changement de milieu de dépôt vers le sommet de la série se serait fait au Cénomanién supérieur.

La série turonienne, épaisse de 250 à 626 mètres, débute par une unité calcaire : calcaires sublithographiques ; calcaires en plaquettes bitumineux et calcaires argileux et crayeux. L'unité constitue une première corniche qui a livré : des lamellibranches (*Astartes eguenzae* et *Inoceramus* sp.), des foraminifères pélagiques (Globigérines et Fissurines) et des ammonites vers le sommet (*Bauchioceras nigeriensis*). Cette corniche est attribuée au Turonien inférieur mais peut admettre du Cénomanién à sa base. Viennent ensuite, en position médiane, des marnes avec de fréquentes passées de calcaires argileux à débris d'oursins et de lamellibranches. Au sommet de la série, on a une deuxième corniche avec : des calcaires récifaux à Rudistes, polypiers et calcaires sublithographiques à gros silex. La limite supérieure du Turonien est placée, arbitrairement, au toit de cette deuxième corniche, sur laquelle reposent des formations tendres à *Tissotia*, attribuées au Sénonien.

*En conclusion, dans les Ouled Nail, cette limite est placée dans l'intervalle de calcaires en plaquettes à Astartes et Inocerames, associés à des foraminifères planctoniques. Ces faciès sont laminés, riches en silex ou en gypse qui témoignent d'un milieu confiné.*

- **Voute en 1967**, note dans la Chebka des Sellaoua un Cénomaniens, de lithologie et d'épaisseur variable, il est essentiellement marneux présentant des intercalations calcaires litées. Au Nord-est, l'auteur décrit 200 mètres de marnes intercalées avec des calcaires à Rudistes solitaires. Au Sud-ouest, il y a une diminution de l'épaisseur des sédiments et des intercalations calcaires, ce phénomène reflète un milieu réducteur. Vers le Sud il est représenté par des marno-calcaires et marnes sableuses à lumachelles avec une épaisseur allant jusqu'à 300 mètres. Le massif de Oued Athménia montre un Cénomaniens avec 230 mètres de calcaires massifs, régulièrement lités et en partie très dolomitisé à Rudistes. Le Cénomaniens de l'Ouenza et du Mellègue est formé de 750 à 1100 mètres de marnes argileuses verdâtres, avec des intercalations calcaires assez constantes. Les 75 à 150 mètres supérieurs de cette série sont représentés par des calcaires marneux dépourvus de fossiles. Le Cénomaniens terminal montre de légères variations de faciès aux environs des vastes anticlinaux aptiens. Dans la Chebka des Sellaoua, le Turonien inférieur est représenté par des calcaires lités alternant avec des marnes dont l'épaisseur varie de 8 mètres au centre à 30 mètres au Nord et 60 mètres sur la bordure Sud orientale. Le Turonien supérieur est formé de marnes noduleuses grumeleuses et glauconieuses. Il est caractérisé par des petits niveaux discontinus de calcaires tendres glauconieux et de calcaires bréchiques organiques.

*Dans le rocher de Constantine, le Turonien est formé par des calcaires gris ou noirs à grains fins avec des Rudistes (*Hippurites taburni*) et des Inocerames (*Inoceramus labiatus*).*

- **Emberger en 1969**, note que dans l'Oued Athmenia que le Cénomaniens est représenté par une formation marneuse à ammonites pyriteuses, qui devient récifale à Rudistes, polypiers et gastéropodes au sommet. L'auteur note que le Turonien est absent dans la partie septentrionale de ce domaine, il affleure sporadiquement dans la région de Aïn Mlila où il est représenté par des marnes identiques à celles du Cénomaniens. Dans la Chebka des Sellaoua, il signale un Turonien à faciès marneux plus ou moins glauconieux à Inocerames.

- **Vila en 1980**, décrit dans l'organisation constantinoise:  
Les séries constantinoises au Nord et les séries des Sellaoua au Sud.

Dans les premières, le Cénomaniens et le Turonien sont carbonatés. Dans les secondes, une faune abondante d'ammonites et de microfaune pélagique est fort bien connue, au

Cénomaniens et au Turonien, les faciès sont uniformément constitués de marnes et de marno-calcaires micritiques, ils forment des barres reconnaissables dans la morphologie. En conclusion, on peut dire que dans le Constantinois, les sédiments du passage Cénomaniens-Turonien sont de deux types essentiellement marneux à ammonites tel que : *Protocantoceras* sp. et *Cuningtoniceras* sp. dans la région nord et dans la Chebka des Sellaoua, ils sont carbonatés à rudistes dans les massifs constantinois où le Turonien peut être absent. La présence de glauconie et la pyritisation des ammonites sont d'après Deleau (1944), en faveur d'un milieu réducteur.

- **Amard, Collignon et Roman en 1981**, dans leur étude stratigraphique et paléontologique sur la falaise de Aïn Guettara (grande falaise de Tademaït), donnent une première coupe comprenant une partie de la falaise inférieure et la falaise intermédiaire.

La falaise inférieure montre de bas en haut :

a) Argiles bariolées à gypse (40 m visible seulement) d'âge Cénomaniens.

b) Dalle calcaire à ammonites, lamellibranches, Gastéropodes et Echinides (50 m) d'âge Cénomaniens supérieur. On distingue au sein de cette dalle :

- Un premier intervalle calcaire comptant : des ammonites (*Neolobites vibrayeanus*, *N. bussoni*, *Forbesiceras*, *Calycoceras boulei*, *Pseudocolyoceras (Haugiceras) aff. Robustum*, *Eucalycoceras pentagaonum saharensis* nov. sp., *Vascoceras* sp.), des lamellibranches (*Arcticacordata*, *Costagyraolisi ponensis*, *Ceratostreon flabellatum*, *Trachycardium productum* var. *byzacenica*, *Amphidonte conicum*, *Glossus (Is cardia) aquilinus*, *Freneixo streadigitata*, *Pholodomya (procardia) fontannesi*, *Naithaea hispanica*), et des gastéropodes (*Strombus incertus*), cet intervalle représente la zone II.

- Une couche de calcaires marneux au sommet avec : des ammonites (*Vascoceras gamai*) ; des lamellibranches (*Arcticahermitei*, *Eriphyla Lenticularis*, *Maetra (Schizodesma) tripartita*), des gastéropodes (*Tylostomaperoni* et *Tylostomacossoni*) et des Echinides (*Hemiaster pseudo furneli*) qui représente la zone III d'âge Cénomaniens terminal.

La falaise intermédiaire montre de bas en haut :

a) Ensemble argilo-gypseux (45 m) d'âge Turonien inférieur.

b) Ensemble calcaréo-dolomitique (16m) formant «la dalle turonienne». Cette corniche renferme quelques fossiles à sa base: *Plicatula auressensis*, *Tylostomocossoni*, *T. globosum*.

La base de la dalle turonienne (d) est parallélisée avec un niveau ayant livré à Tilmas El Mra: *Hopitoides* sp. aff. *ingens*, lequel est attribué à la dernière zone à ammonites de Turonien inférieur, notée : zone VI ou zone à Hoplitoïdes. Le Turonien supérieur est réservé pour la corniche calcaréo-dolomitique (d). En établissant des corrélations d'une part, avec la coupe riche en ammonites de Tilmas El Mra (confins du Tademaït-Tinrhert), et d'autre part avec les zones à ammonites du Portugal, les auteurs de cette note distinguent six zones d'ammonites (trois du Cénomaniens supérieur et trois autres du Turonien inférieur). Dans la plate-forme saharienne, le passage Cénomaniens-Turonien, proposé par les auteurs, se situe au sein de la barre massive avec l'apparition de *Pseudotis sotianigeriensis* à la base de l'intervalle 5.

- **Yahiaoui en 1990**, dans sa thèse de doctorat en géologie sédimentaire a effectué des travaux d'ordres stratigraphique, sédimentologique, et paléogéographique entre Batna et El Kantara. Il positionne la limite Cénomaniens-Turonien et donne des interprétations nouvelles sur les faciès, leurs enchaînement séquentiel, leurs paysage de dépôt, leurs évolution géodynamique et paléogéographique.

- **Amédéo, Busson et Cornée en 1999**, en étudiant les coupes de Gour ben Houilet, Temassinin (ex. Fort-Flatters), et celle d'Ohanet, proposent une biozonation de la série céno-mano-turonienne. Ils distinguent dans cette série riche en ammonites six intervalles allant des calcaires inférieurs jusqu'à la base des calcaires supérieurs (**Fig. I.6**) :

1. Intervalle à *Neolobites vibrayeanus* et *Cunningtoniceras tinrhertense*.
2. Intervalle à *Neolobites vibrayeanus*, *Forbesiceras* sp., *Calycoceras* (C.) *naviculare* et *Eucalycoceras pentagonum*.
3. Intervalle à *Nigericeras gadeni*.
4. Intervalle à *Vascoceras gamai* et *V. cauvinii* associés vers le bas à *Nigericeras gadeni*, et au sommet à *Pseudaspidoceras grecoi*, *Fikaites subtuberculatus* et *F. laffitei*.
5. Intervalle à *Pseudotis sotianigeriensis*.
6. Intervalle à *Pseudotis sotianigeriensis*, *Choffaticeras* gr. *quaasi-pavilieri* et *Choffaticeras* sp.

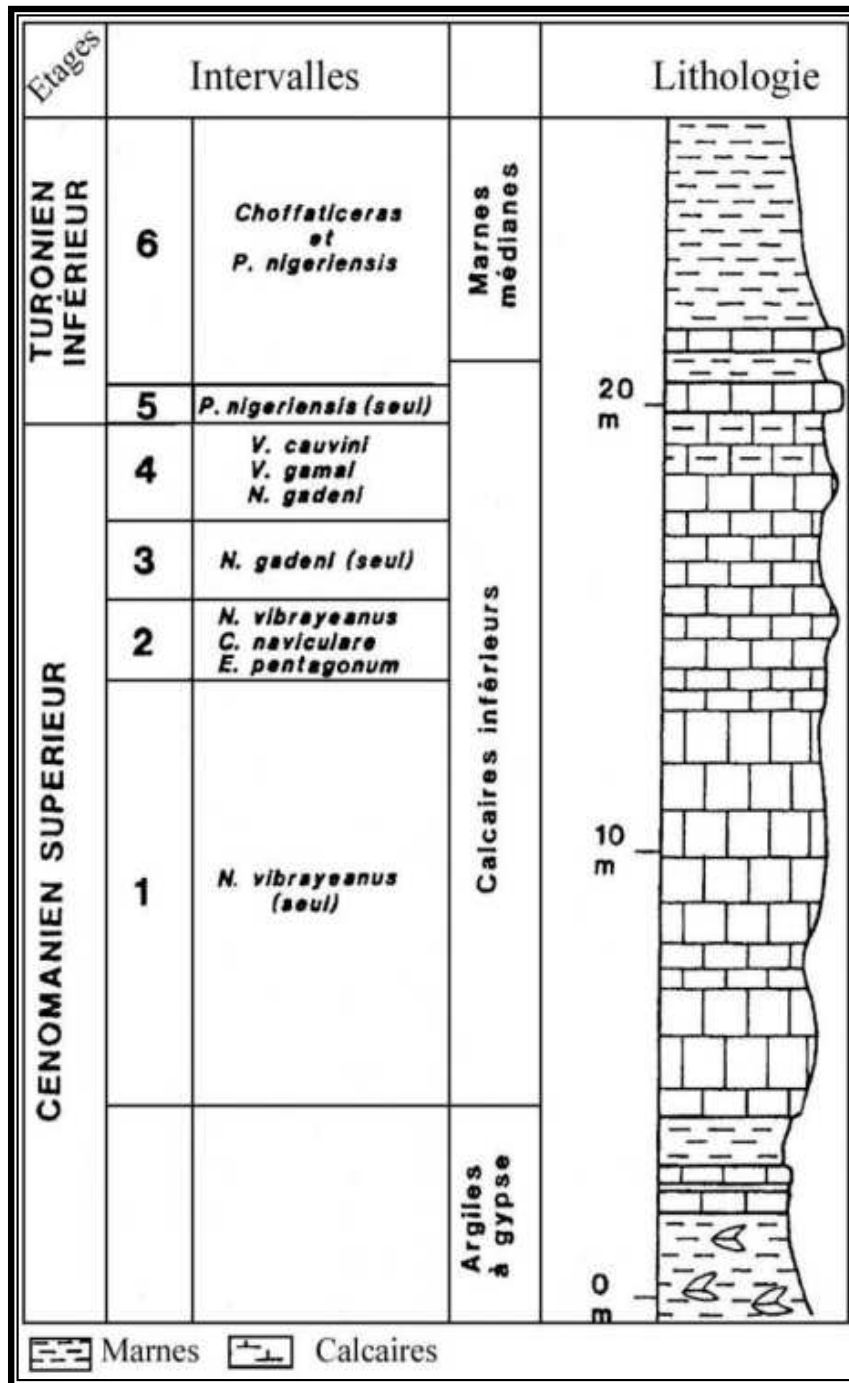
Dans cette étude, les auteurs font remarquer les faits suivants :

- La difficulté de tracer la limite Cénomaniens-Turonien dans le Tinrhert, et dans la plate-forme saharienne en général, du fait du provincialisme marqué des faunes d'ammonites : leur appartenance au domaine téthysien dominé par les Vascoceratidés ne permet pas de

corrélation directe avec les faunes d'Acanthocératidés du domaine boréal où se trouve le stratotype de la limite Cénomaniens-Turonien.

- Les intervalles 1 et 2 du Tinrhert sont connus à la base du Cénomaniens supérieur dans la zone à *Calycoceras (C.) naviculare* du domaine boréal.
- *Nigericeras gadeni* est, dans la partie inférieure de son extension (intervalle 3 du Tinrhert), associé à *Metoicoceras geslinianum* (index de zone du Cénomaniens supérieur du domaine boréal) dans les niveaux équivalents du Niger et du Nigeria.
- *Vascoceras gamai* et *V. cauvini* (intervalle 4) sont connus aux Etats Unis et en Israël dans la zone à *Neocardioceras juddii* attribué au Cénomaniens terminal, ou ses équivalents, et dans des niveaux immédiatement inférieurs. *Nigericeras gadeni* est également présente aux Etats Unis dans la zone à *N. juddii*.
- L'apparition de *Pseudotis sotianigeriensis* (base de l'intervalle 5) coïncide au Nigéria avec celle de *Pseudaspidoceras flexuosum* à la base du Turonien, ou se produit légèrement avant.
- *Choffaticeras gr. quaasi-pavillieri* (intervalle 6) apparaît en Israël immédiatement avant *Mammites nodosoïdes* dans le Turonien inférieur.

En tenant compte de ces données, les auteurs de cette note placent la limite Cénomaniens-Turonien au Tinrhert entre l'intervalle 4 et 5, cette limite coïnciderait avec la disparition de *Vascocerascauvini* au sommet de l'intervalle 4 et l'apparition de *Pseudotis sotianigeriensis* à la base de l'intervalle 5. Ceci revient à remonter sensiblement, précisent-ils, la position de cette limite par rapport aux travaux antérieurs de Collignon (1957,1965) et Busson (1965,1972) où toutes les faunes à *Nigericeras* et à *Vascoceras* et les faunes plus récentes étaient considérées comme turoniennes.



**Fig. I.6:** Le passage Cénomaniens-Turonien de la coupe de Témassinine, Tinrhert, Algérie (d'après Busson *et al.* 1999).

- **Herkat en 2002**, fait une analyse séquentielle des coupes du Crétacé supérieur de L'Aurès occidental (massifs du Djebel Azreg et du Djebel Toubount) et améliore la résolution du découpage stratigraphique existant. Il situe la limite Cénomaniens-Turonien au dessus d'une unité essentiellement carbonatée, marno-calcaire à la base et dolomitique au sommet, d'une centaine de mètres d'épaisseur (séquence ID), et au dessous d'une unité à alternance de calcaires noirs bitumineux et marnes noires de près de 200 m (séquence II A).

Voici, selon l'auteur, l'âge des principaux événements qu'enregistre cette succession céno-mano-turonienne, on a de bas en haut :

- Le niveau à rares *Acanthoceras*, situé tout à fait à la base de la séquence ID, est attribué au Cénomaniens moyen.
- L'apparition de l'ammonite *Thomelites* sp. juste au dessus de la base de ID, et l'association de foraminifères: *Pseudorhapydionina laurinensis*, *P. dubia*, *Pseudolituonella* sp., *Nezzazatinella* sp., *Dicyclina chlumbergeri*, *Trochospira* sp., *Biplanata peneropliformis*, *Praeglobotruncana stephani*, donnent l'âge Cénomaniens supérieur.
- La présence, en plus des foraminifères cités, de : *Nezzazata* sp., *Merlingina* sp., *Charmoutia* sp., *Cuneolina pavonia*, *Pseudolituonella reicheli* dans l'équivalent des assises dolomitiques, ainsi que de rares foraminifères pélagiques : *Helvetoglobotruncana prae-helvetica*, *Whiteinella paradubia*, *Hedbergella delrioensis* vers le sommet de la séquence ID donne un âge Cénomaniens supérieur au sommet de la séquence, avec probablement la présence, localement, de la zone à *Whiteinella archeocretacea*, laquelle caractérise le passage Cénomaniens-Turonien. La séquence ID est attribuée au cycle (UZ A 2.4) de la courbe eustatique globale (charte Haq & al. 1987), sauf pour sa partie sommitale qui constitue le prisme de bordure de plate-forme marquant la base du cycle (UZ A 2.5).
- La mésoséquence II A1 bitumineuse comprend une association de foraminifères planctoniques: *Whiteinella archeocretacea*, *Whiteinella aprica*, *Whiteinella baltica*, *Whiteinella brittonensis*, *Whiteinella prae-helvetica*, *Archeoglobigerina* sp., *Heterohelix* sp. qui se rattache à la zone à *Archeocretacea*. La découverte dans ces niveaux, selon le rapport BEICIP du permis Taktiout (1969), de spécimens bien conservés de l'ammonite *Choffaticeras gr. luciae* permet d'attribuer l'ensemble, au moins pour une part, au Turonien inférieur (intervalle à *Choffaticeras*). En passant latéralement du SW au NE, la mésoséquence devient entièrement carbonatée et réduite en épaisseur (20m), on y observe des failles synsédimentaires liées d'après l'auteur à une phase tectonique distensive intervenant à cette époque. La mésoséquence II A1 est rapportée à l'intervalle transgressif (TST) du cycle (UZA2.5).
- La mésoséquence IIA2 renferme : *Whiteinella paradubia*, *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella simplex*, et dans la moitié supérieure les ammonites : *Coilopoceras (requienianum ?)* et *Romaniceras kalleesi*, lequel date le Turonien moyen. L'auteur situe de ce fait la limite Turonien inférieur-Turonien moyen vers la base de la

mésoséquence. Cette mésoséquence correspond au prisme de haut niveau marin du même cycle (UZ A 2.5), suivi d'un prisme de bordure de plate-forme. En Aurès occidental, le Turonien inférieur (niveaux à *Choffaticeras*) est rarement caractérisé. Localement, une réduction, voir une condensation d'une grande partie de cet intervalle est indiquée par l'apparition des *Neoptychytes* quelques mètres au-dessus des bancs calcaires du Cénomaniens supérieur. D'autre part, une extension du Cénomaniens supérieur jusqu'aux termes pélagiques de la mésoséquence II A1 (faciès bitumineux) n'est pas exclue (Herkat, 2002). Dans les Aurès, le passage Cénomaniens-Turonien du faciès bassin se place dans l'intervalle marno-calcaire bitumineux, à l'apparition de l'ammonite *Choffaticeras luciae*. Ces sédiments marno-calcaires sont riches en matière organique et black-shales. Dans le Sud-ouest, il est carbonaté à rudistes selon les auteurs.

- **Mefnoue en 2006**, donne une coupe synthétique de la formation F2 épaisse

d'environ 75 mètres près de Ghardaïa. Il décrit dans la barre dolomitique uniforme, 5 membres qui sont de bas en haut :

**Membre A** : 15 à 20 mètres d'épaisseur relativement fossilifère et riche en matière organique.

**Membre B** : de même épaisseur que le membre précédent, finement cristallisé, vacuolaire et fortement bioturbée.

**Membre C** : 10 mètres de dolomie, subcrayeuse à crayeuse et qui est azoïque.

**Membre D** : 10 mètres à 20 mètres d'épaisseur de dolomite cristalline et micro vacuolaire, de patine grise relativement fossilifère (rudistes) admettant des faciès clairs, azoïques, finement laminée et à silex. Il propose de placer la limite dans le membre C au sein de l'unité stratigraphique D2 riche en Sauvagésiinés, après la disparition des Caprinules, Chondrodontes et Strombes, et avant la prolifération des Radiolites et l'apparition des Hippurites.

- **Djerrab-Ruault en 2008**, a fait une étude biostratigraphique et paléoenvironnementale du Crétacé moyen des Hammimat, traitant l'exemple de la coupe du Djebel Chemla à Tébessa.

## VI- Etat actuel des connaissances:

### VI-1- Le passage Cénomanién-Turonien à l'échelle globale:

#### VI-1-1-Introduction:

Le Crétacé (~140-65 Ma) est une période de haut niveau marin, caractérisée par de fortes teneurs en CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et, réputée sans calotte de glace, avec de faibles gradients latitudinaux de température (Barron & Washington, 1982 ; Berner *et al.*, 1983 ; Arthur *et al.*, 1985 ; Haq *et al.*, 1987 ; Arthur *et al.*, 1988 ; Weissert, 1989 ; Caldeira & Rampino, 1991 ; Wilson & Norris, 2001 ; Norris *et al.*, 2002).

Le passage Cénomanién-Turonien (centré autour d'une limite à 93,5 Ma) coïncide avec l'un des événements anoxiques océaniques crétacés définis par Schlanger & Jenkyns (1976). Les trois principaux OAE (« Oceanic Anoxic Event ») du Crétacé ont eu lieu à l'Aptien-Albien (OAE1), au passage Cénomanién-Turonien (OAE2) et pendant le Coniacien et le Santonien (OAE3). Il est généralement admis que les transgressions majeures du Crétacé (Vail, 1977), contemporaines de ces événements (**Fig. I.7**), ont favorisé le développement de l'anoxie et sans doute contribué à l'expansion de celle-ci jusqu'au domaine de plate-forme.

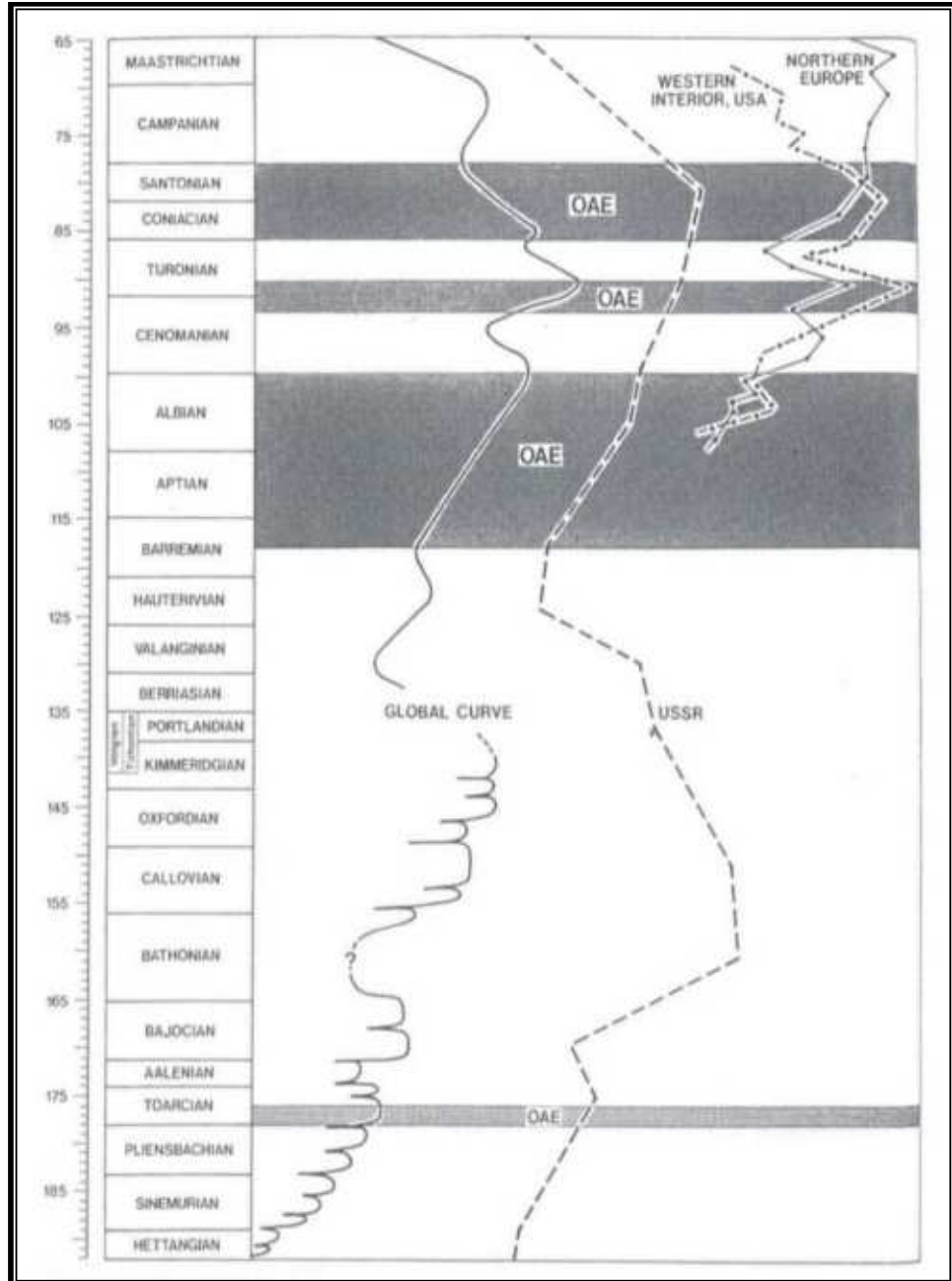
Ces périodes, particulièrement propices à l'accumulation de matière organique d'origine marine dans les sédiments, sont caractérisées par l'extension verticale d'une zone à oxygène minimum (Schlanger & Jenkyns, 1976 ; Jenkyns, 1980). Ce phénomène suppose un ralentissement des circulations océaniques ainsi que des conditions climatiques favorables à une haute productivité.

Ces événements ont des signatures sédimentologiques, biologiques et géochimiques bien spécifiques dont la plupart sont classiquement utilisées à des fins de corrélation à l'échelle régionale ou entre différents domaines paléogéographiques.

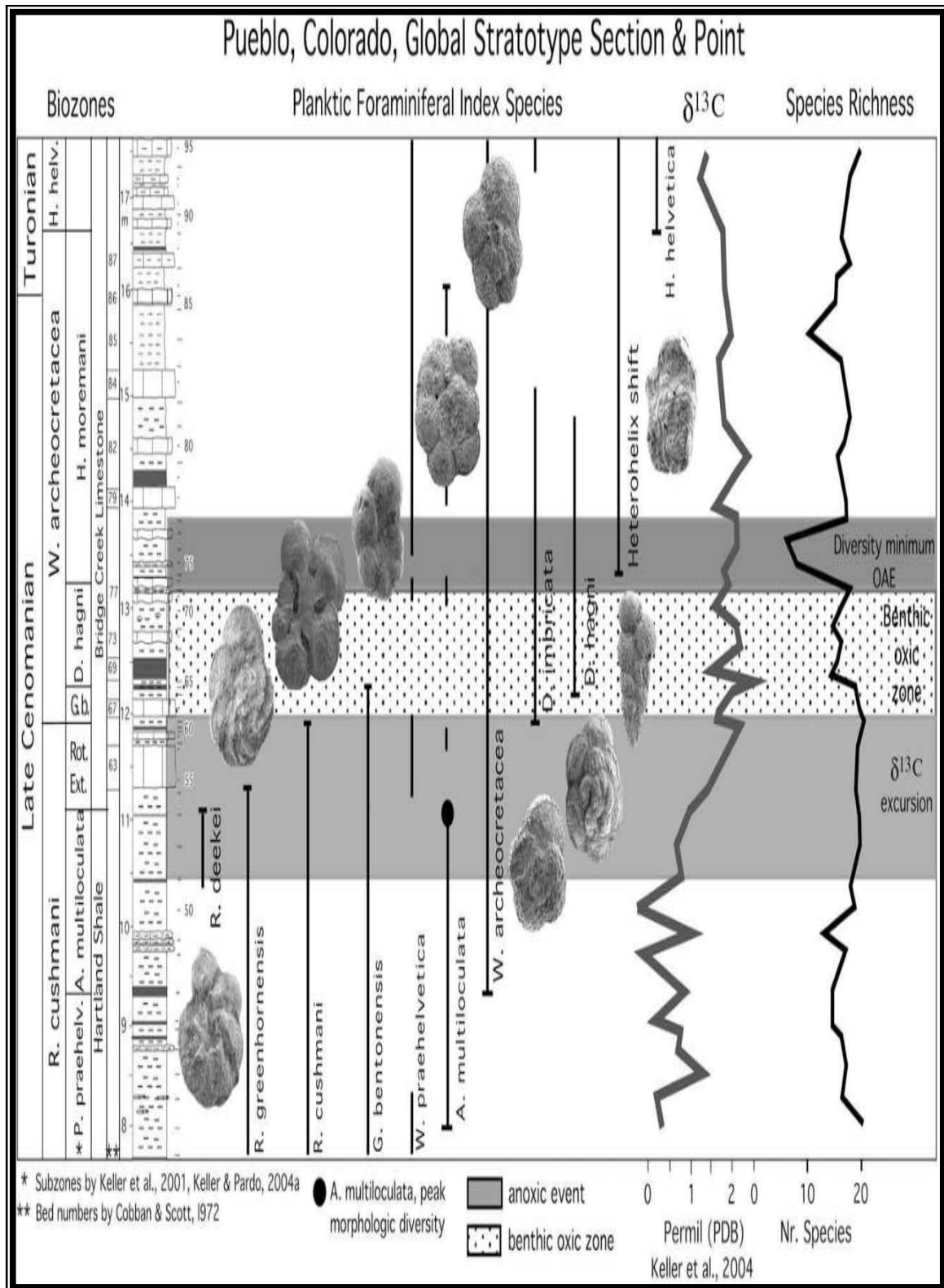
Ainsi, les séries sédimentaires présentent souvent des dépôts d'horizons noirs, plus ou moins sombres, riches en matière organique et facilement repérables sur le terrain (black-shales). Les anoxies, entraînant une asphyxie du benthos, sont par suite, associées à des crises biologiques (événement à Filaments, événement à Heterohelix, occurrence d'*Helvetoglobotruncana helvetica*, extinction de certains genres et espèces d'Ammonites, extinction des riches assemblages de Foraminifères benthiques, et disparition des Foraminifères planctoniques du genre *Rotalipora*) (e.g. Jarvis *et al.*, 1988 ; Batt, 1993 ; Huber *et al.*, 1999 ; Premoli Silva *et al.*, 1999).

Ces événements sont également accompagnés d'une excursion positive du rapport isotopique du carbone des carbonates et de la matière organique, même dans les zones où il n'y a pas de

manifestation sédimentaire de l'anoxie. Ceci atteste du caractère global de ces crises anoxiques puisque l'ensemble du cycle océanique du carbone est perturbé pendant ces périodes (**fig.I.8**) (e.g. Pratt & Threlkeld, 1984 ; Arthur *et al.*, 1988 ; Gale *et al.*, 1993 ; Paul *et al.*, 1999 ; Tsikos *et al.*, 2004).



**Fig. I.7:** Extension temporelle des trois événements anoxiques océaniques en relation avec les variations du niveau marin relatif (d'après Jenkyns, 1980).

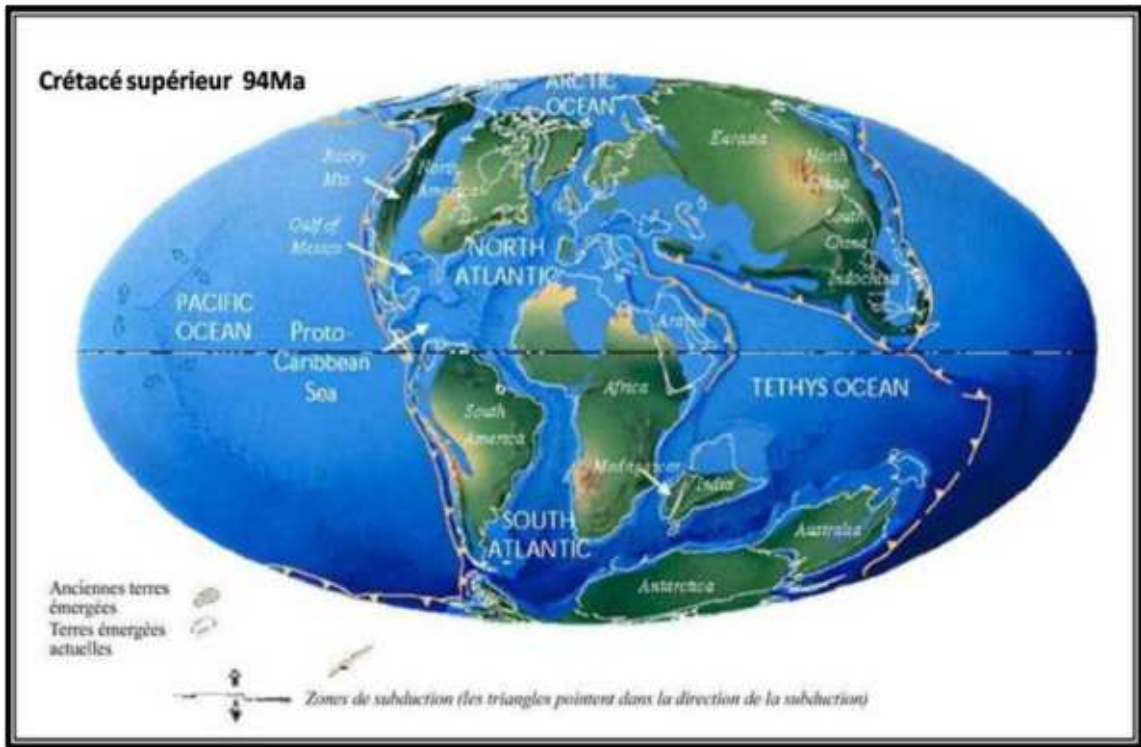


**Fig.I.8:** Biozonation de foraminifères planctoniques à haute résolution du Cénomaniensupérieur-Turonien inférieur. La courbe d<sup>13</sup>C et la richesse spécifique à Pueblo, Colorado, le stratotype global Section et point (GSSP). L'excursion d<sup>13</sup>C, zone oxique benthique, diversité minimum et évènement anoxique océanique (OAE) marquant les principaux horizons marqueurs (G.Keller et al.,2008).

### VI-1-2-Paléogéographie du Crétacé :

Durant le Crétacé, le supercontinent Pangée finit de se scinder pour former les continents actuels, bien que leurs positions soient encore substantiellement différentes. En même temps que l'océan Atlantique s'élargit et que l'Amérique du Sud se dirige vers l'ouest, le Gondwana qui s'était auparavant détaché de la Pangée, se fracture ainsi en Antarctique et Australie, et s'éloigne de l'Afrique. Cette activité crée des chaînes de montagnes sous-marines le long des lignes de fractures, provoquant l'élévation du niveau de la mer dans le monde entier : c'est la crise magmatique du Crétacé supérieur. Au nord de l'Afrique, la Téthys continue de rétrécir. En Amérique du Nord une mer intérieure peu profonde se forme puis commence à se refermer, en laissant des dépôts marins minces intercalaires entre des couches de charbon (**Fig. I.9**).

Au Crétacé supérieur, la paléogéographie est marquée par la fermeture de la partie occidentale de la Téthys. Les deux Amériques commencent à se rapprocher. L'Inde poursuit sa dérive vers la plaque asiatique tandis que Madagascar reste au large de l'Afrique. Vers la fin du Crétacé commence à s'ouvrir l'Atlantique Nord. Cette ouverture complète le mouvement de fermeture de la Téthys entraînant également le coulisement de la plaque ibérienne contre la plaque européenne (Hay et *al.*, 1993), ce qui débute l'édification des Pyrénées. Chaque continent est à peu près à sa place sur la planisphère. L'autre caractère important de la paléogéographie est représenté par la transgression importante du Crétacé supérieur qui débute à l'Albien et comprend plusieurs phases au Cénomanién, Turonien et Sénonien. Elle affecte l'ensemble des continents durant une période au cours de laquelle un maximum du niveau de la mer à l'échelle mondiale est atteint (plus de 250 mètres par rapport au niveau marin actuel). Cette répartition des masses continentales, leurs dérives progressives permettent de comprendre les échanges, les barrières au sein des provinces paléogéographiques.

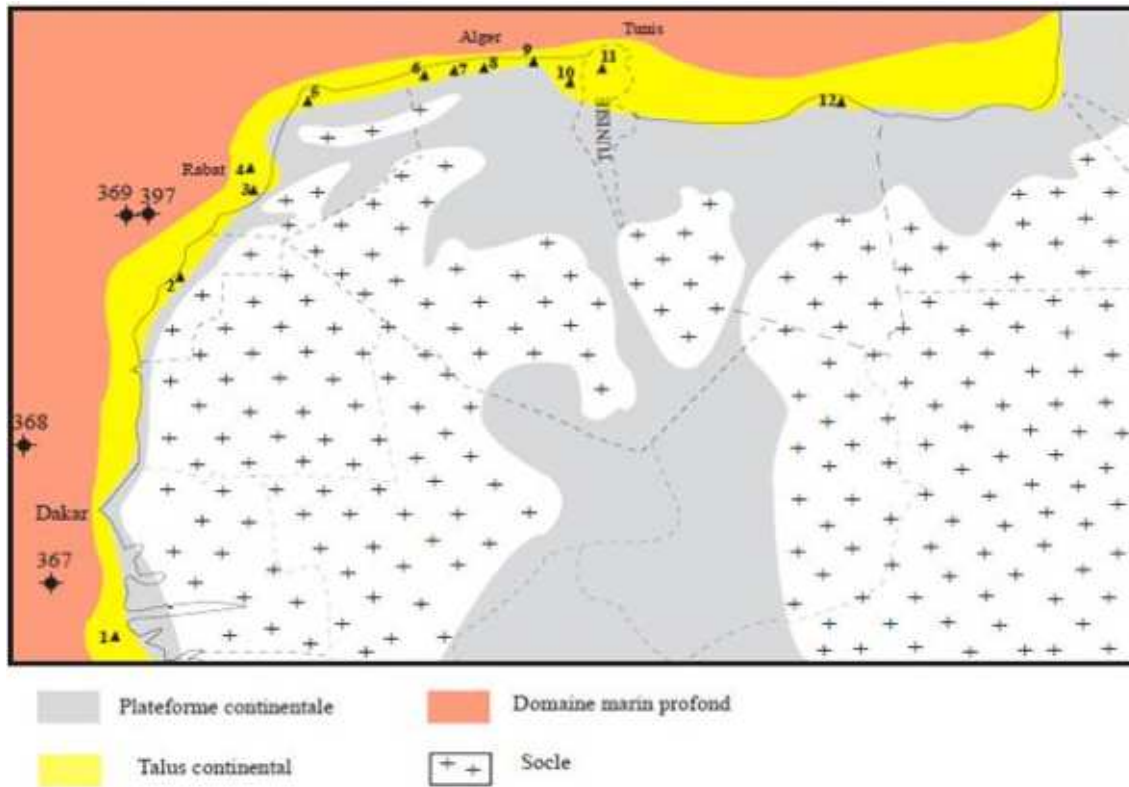


**Fig. I.9:** Paléogéographie globale au Crétacé supérieur (Scotese, 2002).

### VI-1-3-Répartition des dépôts cénomano-turonien au Nord-Ouest de l'Afrique :

En Tunisie centrale (**Fig. I.10**), les niveaux les plus connus sont les formations du Bahloul, constituées de calcaire feuilletés et de passées argileuses riches en organismes planctoniques (Robaszynski et *al.*, 1993; Maamouri et *al.*, 1994; Accarie et *al.*, 1996). Dans certains pays comme l'Egypte et la Libye, les études relatives à ces formations sont assez rares. Par contre, plus au sud, au Maroc, ces formations ont été intensément étudiées. On les rencontre notamment dans la région du haut Atlas (Essaouira au nord et Agadir au sud) où elles se présentent sous forme de marnes et de calcaires riches en nodules siliceux contenant de la matière organique immature avec de teneur de COT pouvant dépasser 11% (Stamm, 1981; Einsele et Wiedmann, 1982; Thein, 1988). Au sud de l'Anti-Atlas, particulièrement dans la région de Tarfaya, de nombreux affleurements du Cénomano-Turonien ont été décrits (Leine, 1986; El Albani et *al.*, 1999a; Kuhnt et *al.*, 2001; Kolonic et *al.*, 2002). Ce sont essentiellement des schistes bitumineux avec des teneurs en COT supérieures à 18 %. Ceux-ci sont considérés comme les principales roches mères dans ce bassin. Plus au sud, dans les bassins sénégalo-mauritaniens, le forage océanique profond DSDP 367, permet de mettre en évidence une série cénomano-turonienne particulièrement riche en carbone organique (Herbin et *al.*, 1986). Ces formations se présentent comme une alternance complexe d'argilites calcaires, de marnes noires laminées, d'argilites olive-gris et d'argilites noires. La matière organique d'origine marine et préférentiellement concentrée dans les niveaux argileux avec

des valeurs de COT en moyenne de 10% mais qui peuvent parfois atteindre 40% dans certains niveaux d'argilites (Herbin et *al.*, 1986). Cette valeur correspond à la plus forte teneur en carbone organique rencontrée sur la marge ouest-africaine. Des formations à teneur élevée en COT (environ 10%) ont été aussi rencontrées dans des forages offshore (CM1, CM2, CM10), en Casamance (Lancelot et Seibold, 1977).



**Fig. I.10:** Carte paléogéographique et de localisation des faciès du Cénomano-Turonien du Nord-Ouest de l'Afrique d'après Busson & Cornée (1972) et Stampfil et *al.*, (2001).

1. Casamance; 2. Tarfaya; 3. Agadir; 4. Essaouira; 5. Rift; 6. Tessala; 7. Ouarsenis; 8. Titteri; 9. Biban; 10. Nementcha; 11. Bahloul.

### VI-2- Le passage Cénomaniens-Turonien en Algérie :

**VI-2-1- lithologie :** Au nord et dans l'Atlas saharien oriental, le passage du Cénomaniens supérieur au Turonien inférieur est représenté par une alternance rappelant la formation Bahloul connue en Tunisie. Il s'agit de marnes noires et de calcaires en plaquettes (Laffite. 1939, Dubourdiou. 1956, Kuhnt et *al.* 1990, Naili et *al.* 1995, Herkat. 1999, Grosheny et *al.* 2007 et 2008). Dans les monts des Ouled Nail, aux djebels Mimouna et Cheggaig (Herkat. 1999, Grosheny et *al.* 2008) ont signalé l'absence des black-shales. A l'Ouest dans l'Atlas saharien occidental, la transition du Cénomaniens supérieur au Turonien inférieur est matérialisée par une corniche calcaire épaisse de 40 m notée B1. Elle est formée d'une succession de bancs calcaires sublithographiques à litage mal distinct, coiffant les argiles

d'âge Cénomaniens (Bassoullet. 1973). Au sud, dans le Sahara oriental, les dépôts marins du Cénomaniens et du Turonien riches en faunes ont recouvert tout le Sahara oriental depuis l'Atlas jusqu'au Hoggar, avec une extension moindre à l'Ouest (Laffite. 1939, Fabre. 1976). Dans le Tinher, au dessus des marnes à gypse cénomaniennes vient une grosse barre calcaire riche en ammonites, échinides, gastéropodes et bivalves (Busson et *al.* 1999). Ces auteurs ont placé la limite C / T à la partie terminale de cet ensemble carbonaté.

### **VI-2-2- Biostratigraphie et bio-événements :**

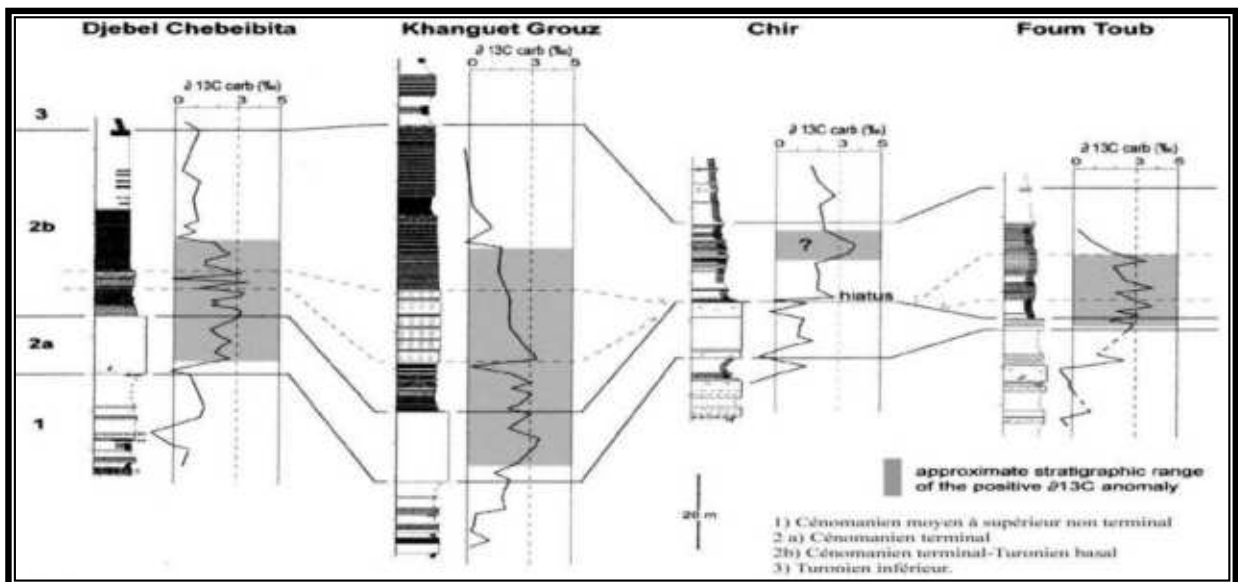
**VI-2-2-1- A l'Est de l'Atlas saharien :** Selon Dubourdiou. 1956, dans les monts du Mellegue (coupes de l'Ouenza, Houd Esrir et Boukhadra), l'approche du Turonien est reconnue par le changement de la sédimentation et de la faune (ammonites et inocérames) de l'étage précédent (Cénomaniens). Benkherouf. 1988, en étudiant la coupe du Dj. Dyr a rangé la partie sommitale du Cénomaniens et le Turonien *pars.* dans la zone de foraminifères planctoniques à *Whiteinella archaeocretacea* définie par l'apparition de *Dicarinella hagni* et la présence de *Whiteinella* spp. Naili et *al.* 1995, en étudiant une série de coupes dans les monts de Morsott, ont noté l'existence d'ammonites (*Calycoceras naviculare*, *Eucalycoceras pentagonum*, *Neolobites vibraeayanus* et de foraminifères planctoniques (*Rotalipora cushmani*, *Dicarinella hagni* et *Whiteinella* spp. du Cénomaniens supérieur, dans les calcaires laminés noirs feuilletés ils signalent des empreintes de *Vescoceras* sp.?, *Pseudaspedoceras* sp. ? *P. pseudonodoides*. Le Turonien inférieur a été caractérisé par la présence de *Fagesia* sp., *Watinoceras* sp. et *Hevetoglobotruncana helvetica*. Ruault- Djerrab et *al.* 2010, en étudiant la coupe de Chemla et d'autres des monts de Morsott, y ont reconnu l'événement à Heterohelix et à Filaments et les biozones de Foraminifères planctoniques de la limite cénomano-turonienne.

**VI-2-2-2- Aux Aurès et aux monts des Ouled Nail :** Laffite. 1939, avait signalé aux Aurès la difficulté de placer la limite stratigraphique entre les deux étages et avait noté que le Cénomaniens était plus fossilifère que le Turonien. Il s'est basé sur la disparition de *Praeradiolites biskarensis*, Orbitolines, *Aspidiscus cristatus* et *Heterofdiadema libycum* fossiles caractéristiques du Cénomaniens. Dans les travaux de Herkat. (1999, 2002, 2004, 2005) , Grosheny et *al.* 2008 sur les Aurès et les monts des Ouled Nail (Khanguet Grouz, Chebeibita), le Cénomaniens supérieur et le Turonien inférieur ont été caractérisés à l'aide d'ammonites, foraminifères , ostracodes et inocérames . Le travail de Maandi. 2011, fondé sur l'étude des foraminifères planctoniques a apporté de nouvelles données biostratigraphiques et a contribué à une meilleure connaissance du passage Céno-mano-Turonien (biozones à *Rotalipora cushmani*, *Whiteinella archaeocretacea*, *Hevetoglobotruncana helvetica*, limites stratigraphiques, événement à Heterohelix et à Filaments).

**VI-2-2-3- Dans l'Atlas saharien occidental :** Bassoulet. 1973 a caractérisé le Cénomaniens supérieur par la présence de *Neolobites* sp., *Hebergella* (*Asterohedbergella*) *asterospinosa*, *Thomasinella* sp., *Flabellamina* sp. et des ostracodes. Le Turonien inférieur a été défini par *Vascoceras cf. gamai*.

**VI-2-2-4- Au Sahara :** Busson et al. 1999 ont subdivisé le passage Cénomaniens-Turonien en intervalles à l'aide d'ammonites. Ils ont placé la limite entre l'intervalle 4 et 5 (Fig. I.6)

**VI-2-3- Données géochimiques :** Dans les travaux de Naili et al. 1995, Herkat. (1999, 2002) sur les régions de Tebessa et des Aurès, les premières analyses géochimiques ont donné des valeurs du COT variant de 2,7 % à moins de 1% . Jati. 2007, Grosheny et al. (2007, 2008) ont également mis en évidence l'anomalie en  $\delta^{13}C$  dans les Aurès et les monts des Ouled Nail (**Fig. I.11**). Cette anomalie d'une valeur atteignant les 3‰, débute dans le banc calcaire ou unité 2a, mis en corrélation avec le banc 63 de la coupe stratotypique de Pueblo et se poursuit dans l'unité 2b (les black shales).



**Fig I.11:** L'anomalie géochimique en  $\delta^{13}C$  enregistrée dans le massif des Ouled-Nail et de l'Aurès, Algérie (Grosheny et al., 2008).

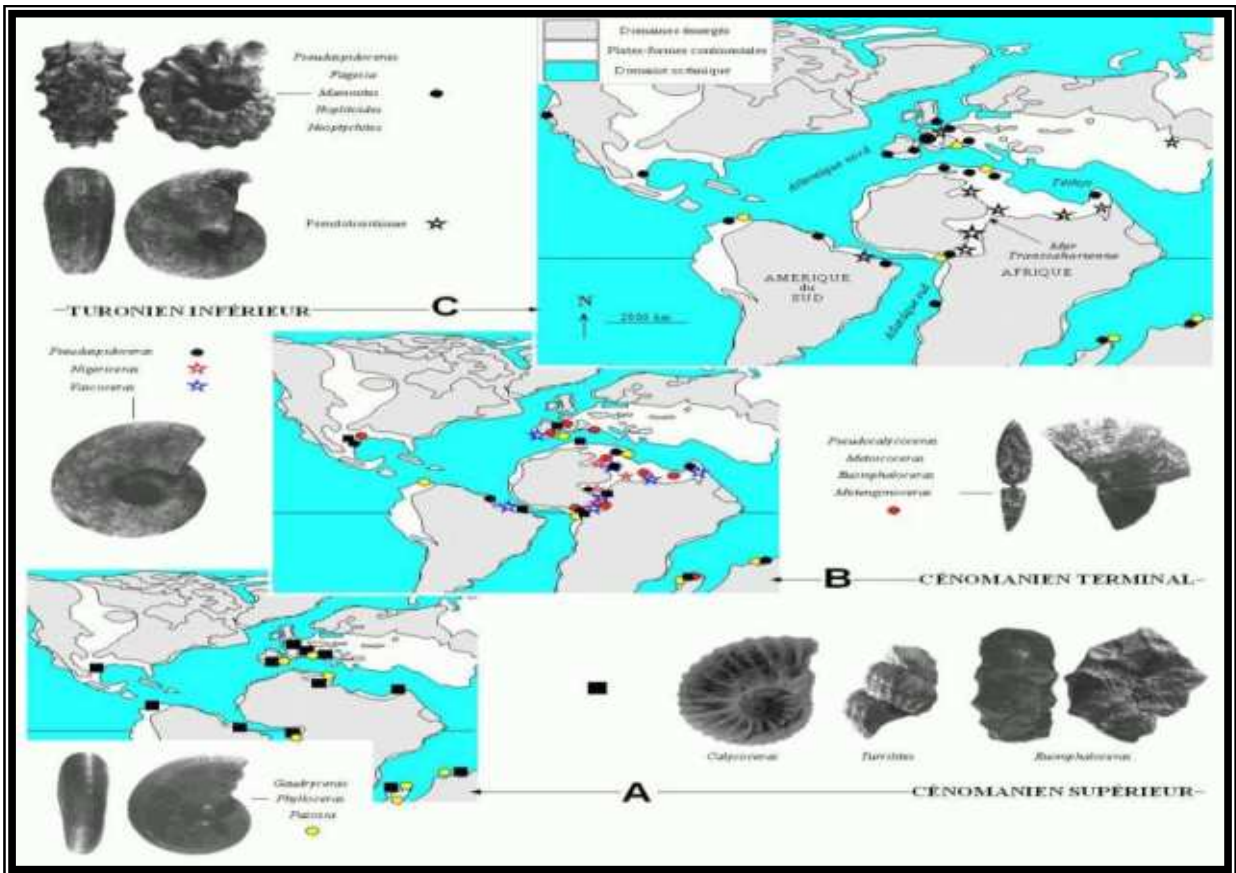
## VII- Implication stratigraphique des Ammonites et des Foraminifères planctoniques:

### VII-1- Les ammonites:

Une étude approfondie appuyée sur une stratigraphie à haute résolution établie à partir des Ammonites et des Foraminifères, sur les coupes étudiées et situées dans des régions distinctes sera nécessaire et permettra de définir des lignes-temps et d'établir des corrélations.

Parmi les ammonites récoltés; on peut citer:

*Mantelliceras (Mantelliceras) mantelli* (Sowerby), *Mantelliceras (Submantelliceras) saxbii* (Sharpe), *Acanthoceras* sp., et *Neolobites vibrayeanus* d'orbigny qui sont déterminés par Mme BOUROUBA Wassila-Souad.



**Fig.I.12:**Distribution et origine paléogéographique des principaux groupes d'ammonites. Intervalle Cénomanien supérieur - Turonien inférieur. Fond paléogéographique modifié d'après BARRON (1987) ,COURVILLE et ALII (1991).

### VII-2- Les foraminifères planctoniques:

Ces taxons sont considérés comme de « bons fossiles stratigraphiques », les espèces planctoniques<sup>1</sup> sont largement utilisées à des fins de datation de part leur vaste répartition géographique, leur développement prolifique et leur évolution rapide (**Fig. I.13**).

La majorité des études géologiques du XIX<sup>ème</sup> siècle et du début du XX<sup>ème</sup> utilisait essentiellement ces organismes en tant qu'outil biostratigraphique. Depuis maintenant près d'un siècle, ils sont aussi étudiés pour « leurs liens aux conditions climatiques en géologie » (e.g. Phillipi, 1910). Mais leur écologie ne fut abordée de façon quantitative qu'en 1935 par Schott. L'environnement contenant les foraminifères planctoniques est très complexe et sa description inclut de nombreux paramètres comme la température, la salinité, la profondeur de mélange de la colonne d'eau, la turbidité, la composition nutritive, le type et l'abondance de proie (Hemleben et *al.*, 1989; Kemle-von Mücke et Hemleben, 1999), marquant le fort lien entre les foraminifères planctoniques et les paramètres hydrologiques.

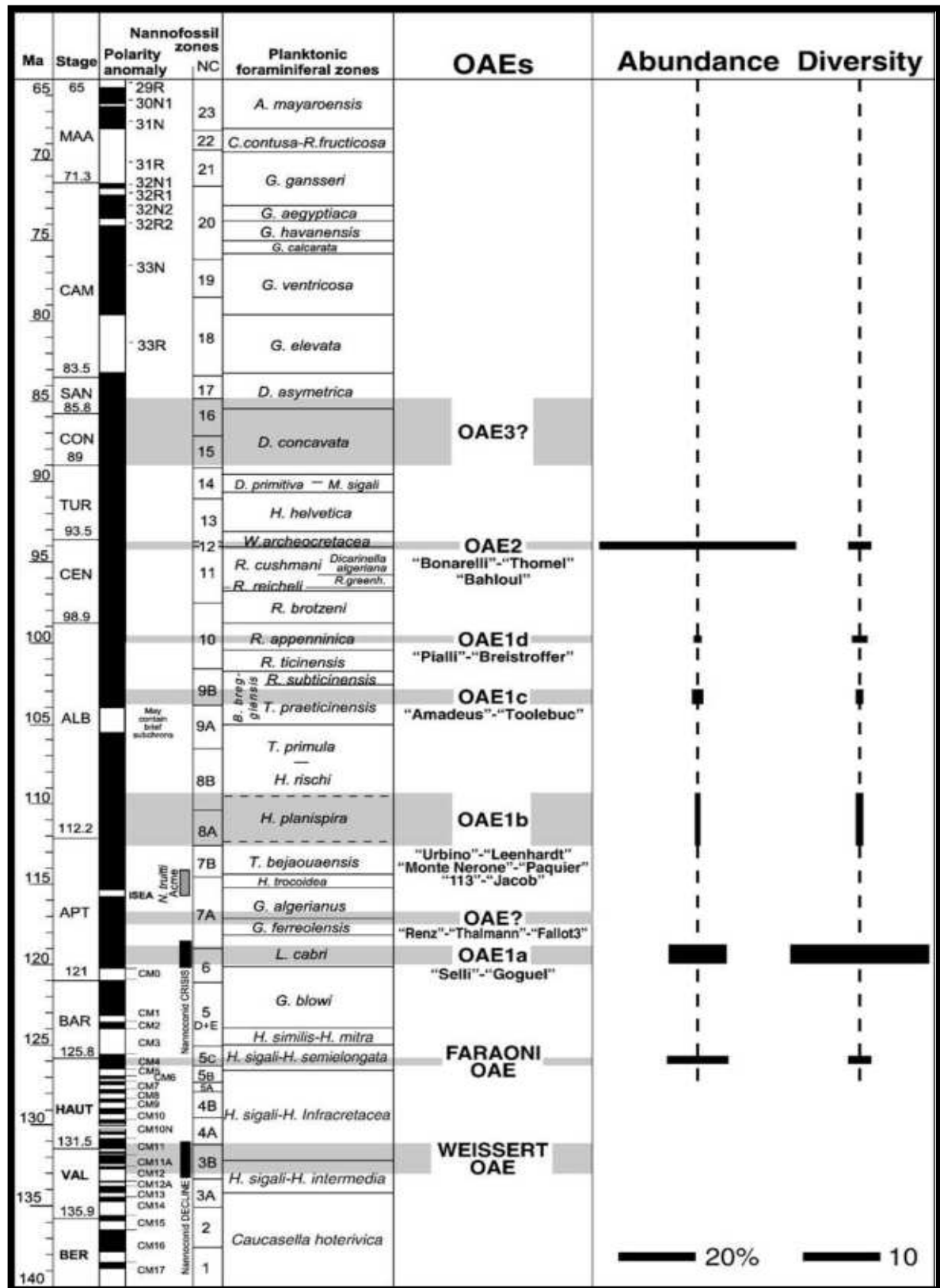
L'analyse micropaléontologique, réalisée pour les deux coupes levées dans la partie Nord-est, et Nord-ouest de la région de Batna a permis de détecter une association abondante de foraminifères planctoniques uniquement, dans les intervalles du passage Cénomanién-Turonien de la région de Theniet El Manchar. Elle est bien marquée soit dans les niveaux indurés (en plaque mince), soit dans les niveaux tendres (=les formes dégagées). Les travaux de F. ROBASZYNSKI et M. CARON (1979) constituent un outil fondamental pour l'identification des différentes formes rencontrées.

Parmi les foraminifères planctoniques, nous avons trouvé:

*Thalmaninella globotruncanoides* Sigal, *Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp., *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), *Heterohelix moremani* (Cushman), *Globigerinelloides* sp., *Whiteinella* sp., *Lunatriella* sp., *W. praehelvetica* (TRUJILLO), *Whiteinella baltica* Douglas & Rankin, *Hevetoglobotruncana cf. helvetica* (BOLLI), *W. archaeocretacea* PESSAGNO, *Hedbergella delrioensis* (Carsey), *Hedbergella simplex* (Morrow), *W. brittonensis* (Loeblich & Tappan), *W. paradubia* (Sigal), *W. aprica* (Loeblich & Tappan), *Dicarinella hagni* (Scheibnerova), *Dicarinella imbricata* (Mornod), *Praeglobotruncana gibba* (Klaus), *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), et *Ammomarginulina loricata*.

---

1-Les Foraminifères planctoniques font défaut où qu'ils sont, comme ici, peu exploitables.



**Fig. I.13:** Abondance et diversité des foraminifères planctoniques avec des chambres allongées radialement traversant l'OAE<sub>5</sub> du Crétacé. L'abondance et la diversité sont exprimés, respectivement, comme des pourcentages et nombre de spécimens élevés de ces formes pour chaque OAE (Hardenbol et al., (1998)).

# *Chapitre II :*

## *DESCRIPTION*

### *LITHOBIOSTRATIGRAPHIQUE DES*

### *COUPES ET DONNÉES*

## *GEOCHIMIQUES*

# Partie 1:

## DESCRIPTION LITHOBIOSTRATIGRAPHIQUE

### DES COUPES

II-1-1-Introduction.

II-1- 2-Présentation des coupes.

II-1-3-Attributions biostratigraphiques et discussion.

II-1-4-Corrélation entre les deux coupes.

II-1-5- Essai de corrélation avec d'autres contrées.

II-1-6- Conclusion.

## II-1-1- INTRODUCTION:

La région d'étude s'insère dans les monts de Bellezma-Batna. Les séries du versant sud de ce massif anticlinal sont constituées par les formations carbonatées de l'Albien formant les reliefs prédominants, dont les pendages sont très redressés et qui sont surmontées par les alternances marno-calcaires du Cénomaniens et du Turonien, dont les pendages s'infléchissent progressivement vers le sud. Le Sénonien n'affleure pas, en grand partie couvert par le remplissage Mio- Pliocène du synclinal de Batna (Herkat,1999).

Le matériel étudié provient de l'examen détaillé de deux coupes, il s'agit respectivement de la coupe de Theniet El Manchar et la coupe de Hamla, qui offrent des affleurements d'âge Cénomano-Turonien, dont l'objectif principal est d'établir un cadre biostratigraphique précis, et d'apporter des éléments pour une meilleure reconstitution paléoenvironnementale.

Les deux coupes ont été choisies sur la base des critères suivants:

- ☞ La bonne qualité d'affleurements et la facilité d'accès;
- ☞ La présence des repères lithologiques et paléontologiques qui ont permis d'établir des corrélations.

Les attributions stratigraphiques reposent sur la détermination spécifique des foraminifères (planctoniques et grands benthiques), des ostracodes et des ammonites. L'analyse micropaléontologique a révélé une abondance particulière des ostracodes par rapport aux foraminifères. Les associations de faunes d'ostracodes d'après (ANDREU, 1991) peuvent être utilisées dans la caractérisation des différents étages et sous étages du Crétacé moyen.

Ce chapitre reprend donc, l'ensemble des données apportées du terrain et du laboratoire afin de réaliser une datation plus ou moins précise dans les assises Cénomano-Turoniennes, Basé sur l'analyse litho-biostratigraphique, et complété par la mesure de taux du carbonates de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) et le taux de carbone organique total (COT).

L'ensemble de ces données sera synthétisé dont un but de s'interroger sur la validité des signaux [litho-biostratigraphiques et géochimiques] comme un outil de corrélation à haute résolution entre les deux coupes étudiées et avec les travaux antérieurs.

## II-1-2-Présentation des coupes:

### II-1-2-1-Coupe de Theniet El Manchar:

#### II-1-2-1-1-Localisation géographique:

La coupe de Theniet El Manchar est située à proximité de la route N° 03, à environ 2km au Nord- Est de la ville de Batna. Elle fait partie des Monts de Bellezma-Batna et s'agence en deux formations qui s'étirent sur environ 180m d'épaisseur. Elle comprend la partie inférieure, moyenne, et supérieure du Cénomaniens , le passage Cénomano-Turonien, et le Turonien inférieur.

La série type débute par une sédimentation marneuse riche en ostracodes, passe vers le haut de ce levé à des termes carbonatées et s'achève par l'installation d'un régime transgressif riche en foraminifères planctoniques (**Fig. II.3**).

**-Repères:** La première région d'étude est délimitée par:

- Dj BouArif à l'Est;
- Dj Kasserou au Nord-est;
- Dj Krarem à l'Ouest, et à l'arrière de Dj Krarem on à Dj Chelaâla, et lamsarat;
- Dj Bumerzouk au Sud-ouest.

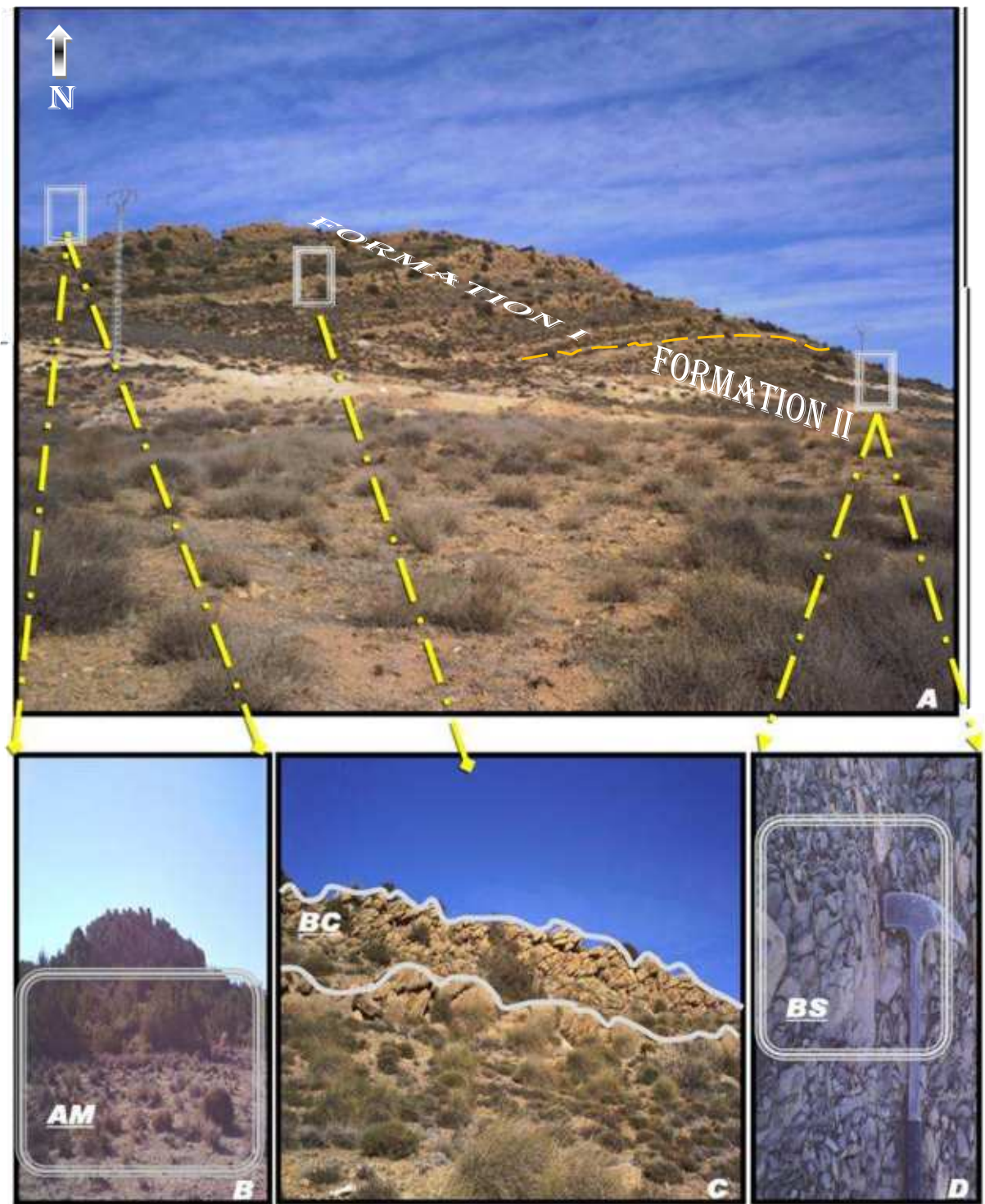


**Fig. II.1:** Photo satellitaire représentant la coupe de Theniet El Manchar dans son cadre géographique.



**Fig. II.2:** Situation et limites de la région de Theniet El Manchar et de la coupe étudiée (selon le M.N.T).

II-1-2-1-2-Découpage lithostratigraphique:



**Photo. II.1:** A: Les différents ensembles lithologiques de la coupe de Theniet El Manchar; B: les premiers niveaux prélevés (AM: niveau marneux) . C: niveaux marno-carbonaté (BC: les barres de calcaires). D: Le passage Cénomano-Turonien (BS: les blacks shales).

La coupe de Theniet El Manchar a permis de reconnaître deux formations lithologiques

**(Fig.II.3):**

**Formation I:** Formation des Marnes de Smail "plus où moins carbonatée".

Elle est subdivisée en quatre unités: IA, IB, IC, et ID.

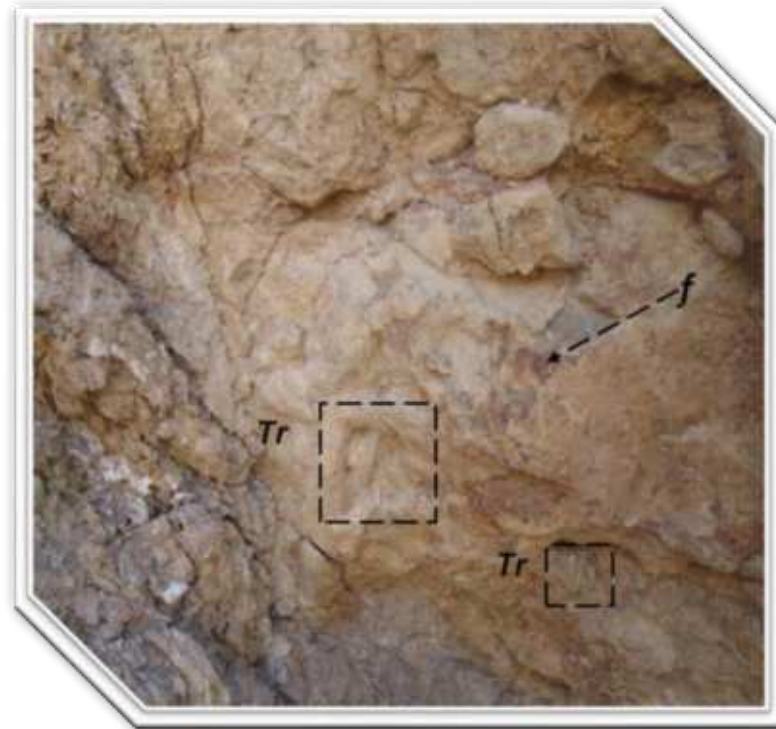
**Unités IA:**

Elle est à dominance marneuse, sa base est marquée par un banc calcaire considéré comme un repère lithologique, ce calcaire est grisâtre biomicritique à huîtres. Il est bioturbé en surface et surmonté par un intervalle marneux plus ou moins compact à coraux (anthozoaires, et hexacoralliaires du genre *Trochosmia*) (**EchMoo'**). Cet intervalle a livré une abondance des ostracodes à carapaces lisses, les ostracodes à carapaces ornées sont peu nombreux, parmi ces ostracodes on peut distinguer: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp., *Parakrithe*?, *Cytherella sulcata* (ROSENFELD), et *Eocytheropteron* gr. *glintzboeckeli* (DONZE & LE FÈVRE). Le contenu en micro-organismes benthiques est montré par la présence de : *Dorothia oxycona* (Reuss), *Trochamminoides* sp., et *Textularia chapmani* (Lalicker). Ces marnes sont suivies par un lit carbonaté d'ordre centimétrique qui passe vers le haut à des termes marneux friables (**Ech Moo+Moo'**) à oursins déformés, ostréidés, coraux dont *Aspidiscus cristatus*, huîtres, et gastéropodes. Cet intervalle marneux est caractérisé par la présence d'intercalations de calcaires en bancs lumachelliques à huîtres. Ils sont très riches en ostracodes: *Monoceratina ? trituberculata* (ROSENFELD) et *Cytherella* sp., les foraminifères y sont absents. Puis on a un banc carbonaté de couleur grisâtre à oursins, et huîtres; on note également la présence des dendrites de manganèse (**EchMo1: Photo. II. 2**). En plaque mince, l'analyse microscopique a révélé une abondance des échinides, en présence d'ostracodes et de foraminifères benthiques; ces derniers sont représentés par: *Praesorites* sp.



**Photo. II. 2:** Calcaire micritique de couleur gris foncé à la cassure fraîche à oursins et huîtres, (Ou: oursins).

Le terme suivant est représenté par des marnes friables de couleur verdâtre (**EchMo2**), admettant des intercalations de calcaires d'ordre centimétriques. L'examen microscopique montre la richesse de ce niveau en ostracodes: *Cytherella* sp., *Cytherella sulcata* (ROSENFELD), *Veniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Parakrithe* ?, et *Monoceratina ? trituberculata* (ROSENFELD). Les foraminifères benthiques sont représentés par des formes à test agglutinés: *Trochamminoides* sp., et *Haplophragmoides* sp. Son sommet est coiffé par des calcaires micritiques grisâtres, fissurés, ferrugineux, et quartzeux (**EchMo3**). On constate aussi la présence des dendrites de manganèses, à la base, on a des terriers (**Photo. II.3**) (=synonyme d'une intense bioturbation). L'examen microscopique montre la présence des éléments figurés suivants: échinodermes, débris d'annélides, et débris d'algues calcaires: *Heteroporella* sp.



**Photo. II.3:** une surface ferrugineuse indurée colmatant de nombreux terriers de différentes tailles sub-verticaux. Il s'agit d'une véritable surface durcie (Tr: terriers, f: ferruginisation) (EchMo3) .

#### Unité IB:

Cette unité est représentée dans sa partie basale par des marnes verdâtres et friables (**Ech Mo4**). Après lavage et tri, ce niveau livre un contenu microfaunistique dominé par les ostracodes: *Cytherella* sp., *Cytherella sulcata* (ROSENFELD), *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Parakrithe* ?, *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), et des radioles d'oursins passant à des calcaires noduleux teinté en vert à la cassure fraîche micritiques peu phosphatés et peu ferrugineux (**Ech Mo5**), surmontés par un faciès marneux d'aspect schisteux à petites intercalations de lits carbonatés d'ordre centimétriques. Leur archive en macrofossiles est composée de grands oursins réguliers et irréguliers, pectens, et ammonites (**Photo.II.4**) (**Ech M06**) à la base ; et (**EchM07**) au sommet.

Les lavages, effectués dans ces marnes montrent, à la base, une microfaune riche en ostracodes: *Cytherella* sp., *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Parakrithe* ?, *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Peloriops cf. zirengensis* (BASSOULLET & DAMOTTE). Les foraminifères benthiques sont représentés par des formes à test agglutiné: *Textularia chapmani* (Lalicker), *Dorothia oxycona* (Reuss), *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Ammobaculites* sp., *Trochamminoides* sp.,

*Haplophragmoides* sp., *Thomasinella punica* Schlumberger, et des foraminifères benthiques à test calcaires: *Lenticulina rotulata* (Lamarck). Les foraminifères planctoniques sont très rares, ils sont composés essentiellement de formes globuleuses: *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), et *Hedbergella delrioensis* (Carsey).

- Le tri de l'échantillon **Mo7** montre une chute dans le taux d'ostracodes par rapport à l'échantillon précédent. Ils sont marqués par la présence de: *Bairdia* sp., *Amphicytherura distincta* (GERRY & ROSENFELD), *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), et *Cythereis cf. algeriana* (BASSOULLET & DAMOTTE). Les micro-organismes benthiques y sont très abondants et sont représentés essentiellement par les formes agglutinées: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Dorothia oxycona* (Reuss), *Dorothia cf. trochus*, *Thomasinella punica* Schlumberger, et *Ammobaculites* sp., associées à des bryozoaires et des échinodermes.



**Photo. II.4:** Une ammonite dans un intervalle marneux (**EchMo7**).

Cette unité s'achève par une barre carbonatée de teinte grisâtre à huitres (*Exogyra*) et de grands oursins. La surface supérieure est irrégulière, bioturbée, ferrugineuse, et faillée. Comme elle est caractérisée par la présence des stylolithes parallèles à la stratification  $S_0$  (**Photo. II. 5**) (C-à-d. des stylolithes diagénétiques) et de pyrites qui donnent des oxydes de fer (**EchMo8**) à la base, et (**EchMo8'**) au sommet. L'analyse microscopique de la plaque

mince (**Ech Mo8'**) montre une association micro-faunistique composée essentiellement de foraminifères benthiques: *Merlingina cretacea* HAMAOUÏ & SAINT-MARC, lamellibranches, gastéropodes, bryozoaires, échinides, et algues.



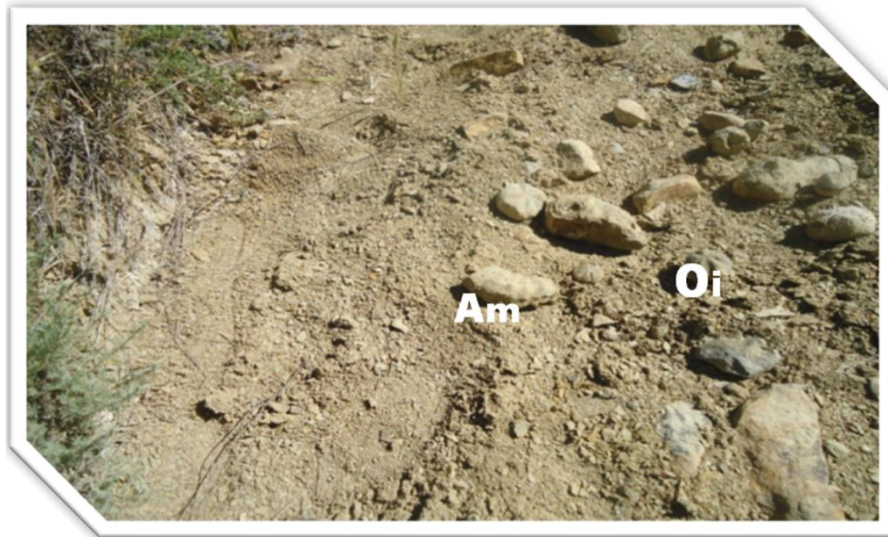
**Photo. II. 5:** Calcaires bioclastiques à stylolithes (**Ech Mo8'**) .

➤ **Unité IC:**

La partie inférieure de cette unité est représentée par des marnes beiges à jaunâtres friables à oursins réguliers et irréguliers, certains sont aplatis de grande taille et d'autres de petite taille, ainsi qu'une ammonites (**Photo. II.6**). Ce niveau (**EchMo9**) a livré une richesse dans les ostracodes: *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* (BASSOULLET & DAMOTTE), et des foraminifères benthiques à test agglutiné: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Dorothia oxycona* (Reuss), *Dorothia cf. trochus*, *Dorothia* sp., *Thomasinella punica* Schlumberger, *Ammobaculites* sp., et *Textularia chapmani* (Lalicker). Ces termes passent vers des calcaires grisâtres en «boules» le plus souvent allongés suivant le plan de stratification. Ces structures sont décrites comme des « miches » (Perrodon 1957) ou des figures de « thixotropie » (Neurdin-trescartes 1992), lumachelliques à huîtres micritiques avec des taches blanchâtres, plus des dendrites de manganèses. Ils sont phosphatés et peu quartzeux (**EchM10**), leur contenu en microfaune est montré par la présence des: annélides, huîtres, bryozoaires, échinides, algues calcaires: *Likanella hammudai* (RADOICIC, 1975), débris d'ostracodes, gastéropodes, et foraminifères benthiques (*Cyclolina* sp., et *Pseudolituonella reicheli*

(Marie)). Ils sont suivis par des marnes beiges friables (**EchM11**) à intercalations de calcaires lumachelliques. L'examen microscopique de ces marnes après lavage et tri montre l'abondance des ostracodes: *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* (BASSOULLET & DAMOTTE), et *Paracypris* sp. Les foraminifères benthiques sont représentés par: *Dorothia oxycona* (Reuss), *Dorothia* sp., *Haplophragmoides* sp., *Flabelamina alexanderi* Cushman, *Thomasinella punica* Schlumberger, et *Ammobaculites* sp. Cet intervalle marneux est surmonté par une barre massive de calcaires grisâtres, à la base (**EchM12**). Au sommet, elle est marquée par la présence des gastéropodes et huîtres, des taches de fer, et des fentes en échelon (**EchM13**). L'étude microscopique des lames minces montre l'existence de lamellibranches, échinides, et algues calcaires " *Heteroporella* sp.". Cet intervalle correspond à une discontinuité, type: surface durcie confirmé par l'abondance des éléments ferrugineux.

Suivi par un petit banc calcaireux (**EchM14**) à lamellibranches et gastéropodes associés à des foraminifères benthiques: *Textulariella* sp., ostracodes, et des débris de bryozoaires puis une épaisseur de 5,5m de marnes friables. Elles sont couronnées par des bancs d'ordre métrique de calcaires, dont leur partie basale est lumachellique phosphatée à huîtres. Ce niveau représente la zone de transition entre la plate forme et le bassin où on remarque le développement de phosphates (**Ech M16**). Leur contenu en micro-organismes a révélé la présence de: lamellibranches, échinides, foraminifères benthiques: *Lituolidés* ferruginisés, et probablement des débris d'annélides. Leur partie sommitale, est marquée par des calcaires grisâtres à grains moyens, à rudistes, dont la disposition des éléments est parallèle à la stratification  $S_0$ , se terminent par une surface durcie (**Ech M17**). En plaque mince, ces calcaires ont fourni une microfaune riche en lamellibranches, échinides, foraminifères benthiques: *Textulariella* sp., *Pseudolituonella reicheli* (Marie), ainsi qu'un débris de corail.



**Photo. II.6:** Am: Ammonites, Oi: Oursins irréguliers (*Hemiaster fourneli*) (**Ech M09**) dans le terme inférieur de ce membre.

Puis on a:

- 🚧 1,5m: de marnes beiges friables à grands oursins aplatis et huîtres (**EchM18**). Le lavage et le tri ont permis de détecter la dominance des foraminifères benthiques à paroi agglutinée : *Dorothia oxycona* (Reuss), *Dorothia cf. trochus*, *Dorothia* sp., les formes calcaires sont représentées essentiellement par: *Gavelinella* sp.. Les ostracodes sont peu nombreux: *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Metacytheropteron* sp., et *Cythereis* sp.
- 🚧 0,4m: de calcaires phosphatés lumachelliques en petits bancs discontinus et noduleux (**EchM19**). Leur étude en microscopie montre une microfaune dominée par les foraminifères benthiques : *Textulariella* sp., *Pseudorhipydionina* sp., *Praesorites* sp., *Valvulammina* sp., *Pseudolituonella reicheli* (Marie), et de petits foraminifères benthiques calcaires, les ostracodes, les huîtres, les échinides, les algues calcaires (*Heteroporella* sp.) et les débris de bryozoaires.
- 🚧 2m: de marnes friables à oursins réguliers et irréguliers, dans lesquelles on note la présence d'intercalations de lumachelles d'ostréidés. Ces derniers sont organisés en petits bancs de couleur gris (**EchM20**), leur analyse microscopique a révélé la présence d'éléments figurés suivants: lamellibranches, foraminifères benthiques à test agglutiné?, Miliolidés, algues rouges, pellets, éléments ferrugineux, et phosphates.
- 🚧 0,8m: de calcaires laminés grisâtres à grains moyens biogènes, phosphatés, fissurés et ferrugineux (**EchM21**). De point de vue de la microfaune, on constate la présence de

lamellibranches, échinides "Ophiuridae", gastéropodes, algues, et des foraminifères benthiques: *Gavelinella* sp., *Pseudorhipidionina casertana* (De CASTRO), *Lituolidés*, et *Textulariidés*.

2m: de marnes beiges friables avec une macrofaune rare (pauvres en fossiles) à quelques gastéropodes et oursins (**EchM22**). L'étude microscopique a permis de découvrir la dominance des foraminifères benthiques agglutinés, dont: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Trochamminoides topagorukensis*, *Haplomphragmoides* sp., *Ammobaculites* sp., *Thomasinella punica* Schlumberger associés à des ostracodes: *Peloriops* sp., *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Metacytheropteron* sp., et des bryozoaires.

4m: barre calcareuse à grains grossiers ferrugineux à huîtres (**EchM23**) à la base et (**EchM24 & M25**) au sommet, elle est caractérisée par la présence de fissures remplies par la calcite. Cette barre calcareuse présente un aspect d'une discontinuité, c'est une surface durcie.

L'examen microscopique de l'échantillon **M23** montre la présence des huîtres, des pellets, et des foraminifères benthiques qui sont dominés par: des *Textulariidés*, *Cuneolina Laurenti* SARTONI & CRESCENTI, et des foraminifères benthiques à paroi porcelanée (Miliolidés). Et pour **M24**, on note la dominance des rudistes: *Radiolites* sp., en présence de lamellibranches et d' ostracodes.

#### **Unité ID:**

Elle débute par des marnes friables de couleur beiges à huîtres et rudistes (**Ech M26**). Leur examen microscopique montre la présence de foraminifères benthiques agglutinés: *Trochamminoides topagorukensi*, *Haplomphragmoides* sp., *Flabellamina alexanderi* Cushman, et *Thomasinella punica* Schlumberger, des ostracodes: *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Cytherella sulcata* ROSENFELD, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* (BASSOULLET & DAMOTTE), et des bryozoaires. Le passage entre ce faciès marneux et les marnes supérieures est matérialisé par une barre carbonatée d'ordre métrique biogène à huîtres et rudistes, dont les grains sont moyens à grossiers, phosphatés, ferrugineux et bioturbés (**EchM27**). L'étude de leur microfaciès a révélé la présence des échinides, gastéropodes, foraminifères benthiques: *Lituolidés* ferruginisés, débris d'annélides, débris de rudistes, débris d'algues et des intraclastes. Puis on à 12m de marnes friables beiges à lumachelles d'huîtres et oursins, on constate aussi la présence d'ammonites : *Neolobites vibrayanus* d'Orbigny. Ces marnes

(EchM28) sont intercalées par des lits de calcaires d'ordre centimétrique à tempestites . Leur lavage a montré une abondance de l'ostracofaune : *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), et *Cytherella sulcata* ROSENFELD. La microfaune benthique est dominée par les formes agglutinées, dont: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Dorothia oxycona* (Reuss), *Ammobaculites advenus*, et *Thomasinella punica* Schlumberger.

Suivies par une épaisse barre carbonatée grisâtre à grains moyens marquée par la présence des plans de diaclases et des fentes en échelons à veinules de calcite. Le pendage ici est renversé, ces calcaires contiennent des rudistes, des coraux, probablement phosphatés à la base (EchM29), ils sont laminés et ferrugineux (EchM 30) au sommet.

L'étude microscopique de l'échantillon M29 montre la présence de: lamellibranches, débris d'algues, et de foraminifères benthiques : *Textulariella* sp., *Pseudolituonella reicheli* MARIE, *Nummoloculina regularis* PHILIPPSON, des Miliolidés. L'échantillon M30, a révélé une micrite lagunaire composée essentiellement de dolomites, débris de lamellibranches, et des foraminifères benthiques bisériés, surmontés ensuite par:

- 8m: de marnes tendres verdâtres à associations de lumachelles d'huîtres et oursins, intercalées par un petit lit calcaireux laminé caractérisé par la présence de structures en mamelons.
- 12m: de marnes grisâtres à ostréidés et oursins suivis par 0,3m de calcaires bioclastiques de couleur gris à grains grossiers plus ou moins ferrugineux (EchM31). La microfaune relevée dans cet échantillon est représentée par: des foraminifères benthiques (*Pseudorhopydionina casertana* (De CASTRO), *Nummoloculina regularis* PHILIPPSON, *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, Miliolidés), des huîtres, des échinides, débris d'un rudiste, et débris d'algues.
- 5,5m: de marnes beiges tendres à huîtres (EchM32). La microfaune examinée montre la rareté des ostracodes qui sont représentés essentiellement par: *Cythereis algeriana* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Paracypris* sp., et *Bairdia* sp.. Les formes benthiques sont les plus observables, elles sont constituées de: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Dorothia cf. trochus*, *Dorothia* sp., *Globorotalites* sp., *Cuneolina* sp., *Textularia* sp., *Textularia chapmani* (Lalicker), *Gavelinella* sp., *Ammobaculites* sp., et *Haplophragmoides* sp. Puis on a des calcaires grisâtres micritiques bioclastiques phosphatés de 0,8m d'épaisseur (Ech M33).

- 1,5m: de marnes verdâtres friables très pauvres en fossiles (**Ech M34**). L'analyse microscopique a permis de détecter la prédominance des ostracodes par rapport aux foraminifères benthiques. Ils sont représentés par: *Metacytheropteron berbericus* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Monoceratina* ?. Et pour les foraminifères benthiques, on peut citer: *Reophax* sp., *Trochamminoides* sp. et *Textularia* sp.
- 1m: de calcaires grisâtres micritiques peu bioclastiques phosphatés et ferrugineux (**EchM35**).
- Intervalle marneux de 2m d'épaisseur friable de couleur jaunâtre dépourvu de la macrofaune (**EchM35'**). Leur étude microscopique montre la présence des ostracodes: *Monoceratina ? trituberculata* ROSENFELD, *Parakrithe* ?, *Cytherella* sp., *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), et des foraminifères benthiques: *Trochamminoides* sp., intercalé par 0,5m de calcaires grisâtres micritiques bioclastiques phosphatés (**EchM36**). De point de vue de la microfaune, on distingue la présence des débris de lamellibranches, des annélides, des foraminifères benthiques, et des débris d'algues calcaires. Ils montrent également l'apparition de stylolithes .
- Intervalle marneux de 3,5m d'épaisseur dépourvu de la macrofaune, suivi par des calcaires grisâtres micritiques (**EchM37**) à corail, leur microfaciès montre la présence d'échinides phosphatés, débris d'un rudiste, débris d'algues calcaires (*Dasycladales*), et des foraminifères benthiques: *Pseudorhipydionina casertana* (De CASTRO), *Merlingina cretacea* HAMAOUI & SAINT-MARC, *Pseudolituonella reicheli* MARIE, *Textulariella* sp., *Cuneolina pavonia* d'ORBIGNY , *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, *Nezzazata simplex* OMARA, *Biplanata* sp. ?, et des Miliolidés.

Cette unité est clôturée par des bancs carbonatés d'ordre métrique de couleur beige à grains moyens phosphaté et ferrugineux (**Ech M38**).

En plaque mince, ce microfaciès est très riche en foraminifères planctoniques: *Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp., *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), *Globigerinelloides* sp., *Whiteinella* sp., *Whiteinella baltica* Douglas & Rankin, *Lunatriella* sp., *W. praehelvetica* (TRUJILLO), *Hevetoglobotruncana cf. helvetica* (BOLLI), des micro-bivalves "filaments", glauconie, en présence de foraminifères benthiques (Nodosariidés), de calcisphères, et d'ostracodes.

**Formation II:** Formation de la Dolomie de l'Oued Skhoun "marneuse"

-Elle est représentée par une seule unité d'âge Turonien inférieur.

➤ **Unité IIA:**

Elle débute par des calcaires marneux à éléments fins de couleur grisâtre très feuilletés étudiés surtout en plaques minces (**Ech M40a+M40b**), surmontés par un intervalle marneux (**Ech M40c**). Ce dernier a une épaisseur d'environ 20m très riche en foraminifères planctoniques: *Whiteinella baltica* Douglas & Rankin, *W.brittonensis* (Loeblich & Tappan), *W. paradubia* (Sigal), *W. arachaeocretacea* Pessagno, *W. aprica* (Loeblich & Tappan), *Dicarinella hagni* (Scheibnerova), *Dicarinella imbricata* (Mornod), *Praeglobotruncana gibba* (Klaus), *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi), *Hedbergella delrioensis* (Carsey), *Hedbergella simplex* (Morrow), *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), et *Heterohelix moremani* (Cushman).

Les foraminifères benthiques sont représentés par : *Lenticulina rotulata* (Lamarck), *Textularia* sp., *Fronicularia* sp., et *Dentalina* sp.. Pour les ostracodes, ils sont très peu nombreux et montrés seulement par des formes à carapace ornée: *Reticulocosta* sp.

**II-1-2-1-3-Variation latérale:**

La zone étudiée est localisée à 2km au Nord-Est de Batna, à affleurements bien développés aboutissant à un enregistrement sédimentaire le plus continu possible.

Les sédiments créacés du Theniet El Manchar offrent une faune et microfaune marine très bien conservée parmi lesquels on distingue: les ammonites, les rudistes, les coraux, les oursins, les huîtres, et les gastéropodes. Les successions lithologiques comportent des alternances monotones de marnes et de calcaires, avec une épaisseur très importante pour les termes marneux.

**En résumé on peut dire que :**

- La coupe de Theniet El Manchar est représentée par la série marne/calcaire qui offre pour cette étude l'information géologique la plus continue et la plus claire grâce à l'absence des accidents tectoniques majeurs.
- Cette série comporte deux formations datées par les ammonites, les foraminifères planctoniques, les ostracodes, et les grands foraminifères benthiques.
- Elle débute par des faciès marneux à ostracodes abondants dans les unités IA et IB de la première formation.
- Les deux unités IC et ID sont caractérisés surtout par des grosses barres calcaires du Cénomaniens alternés avec des niveaux marneux montrant des proportions élevées dans la microfaune benthique agglutinée et l'ostracofaune.
- Le faciès bahloul forme la partie inférieure de l'unité IIA. Il s'agit des calcaires marneux grisâtres, feuilletés et laminés à foraminifères planctoniques.

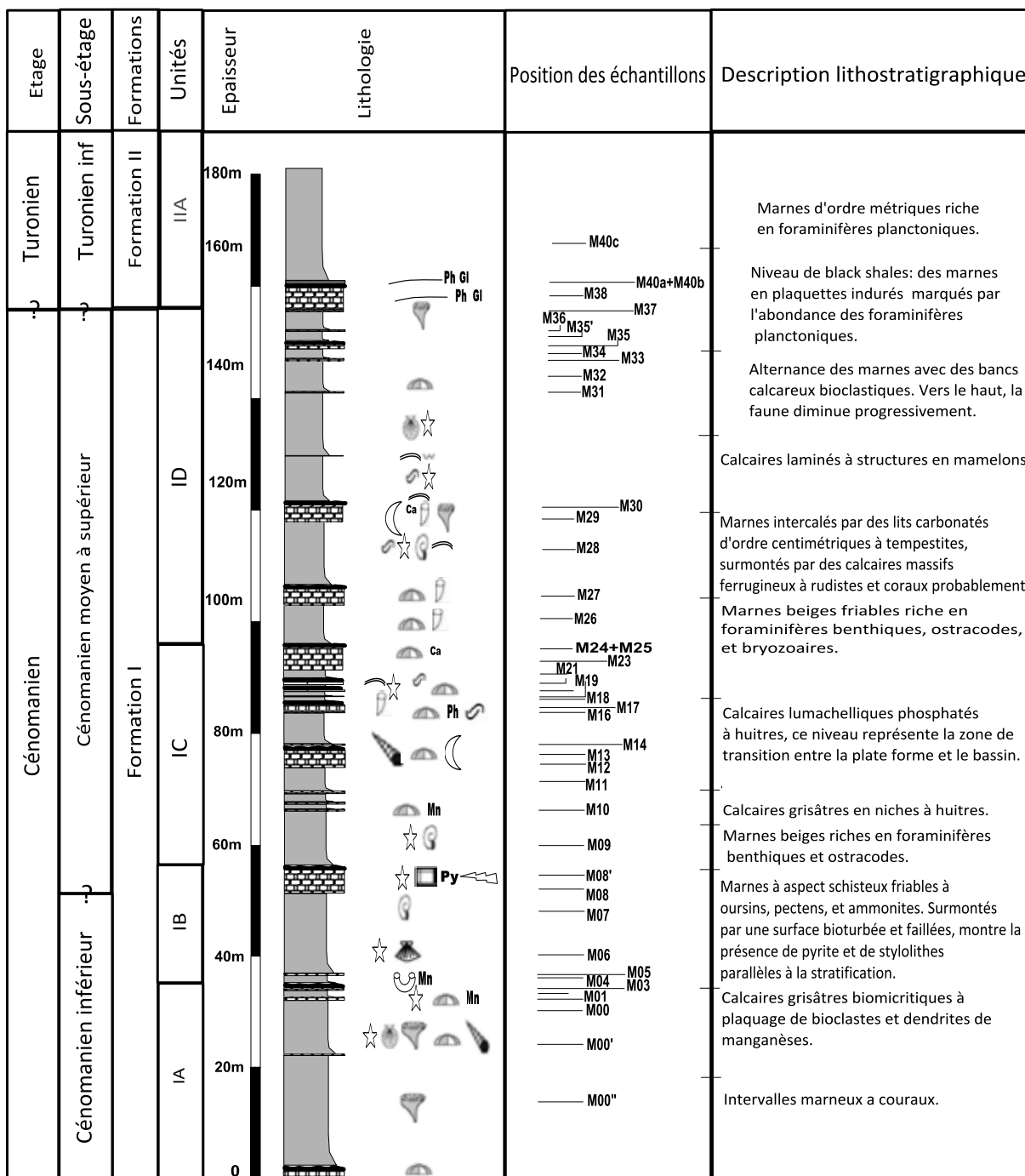


Fig.II.3: Colonne lithostratigraphique de la coupe de Theniet El Manchar.

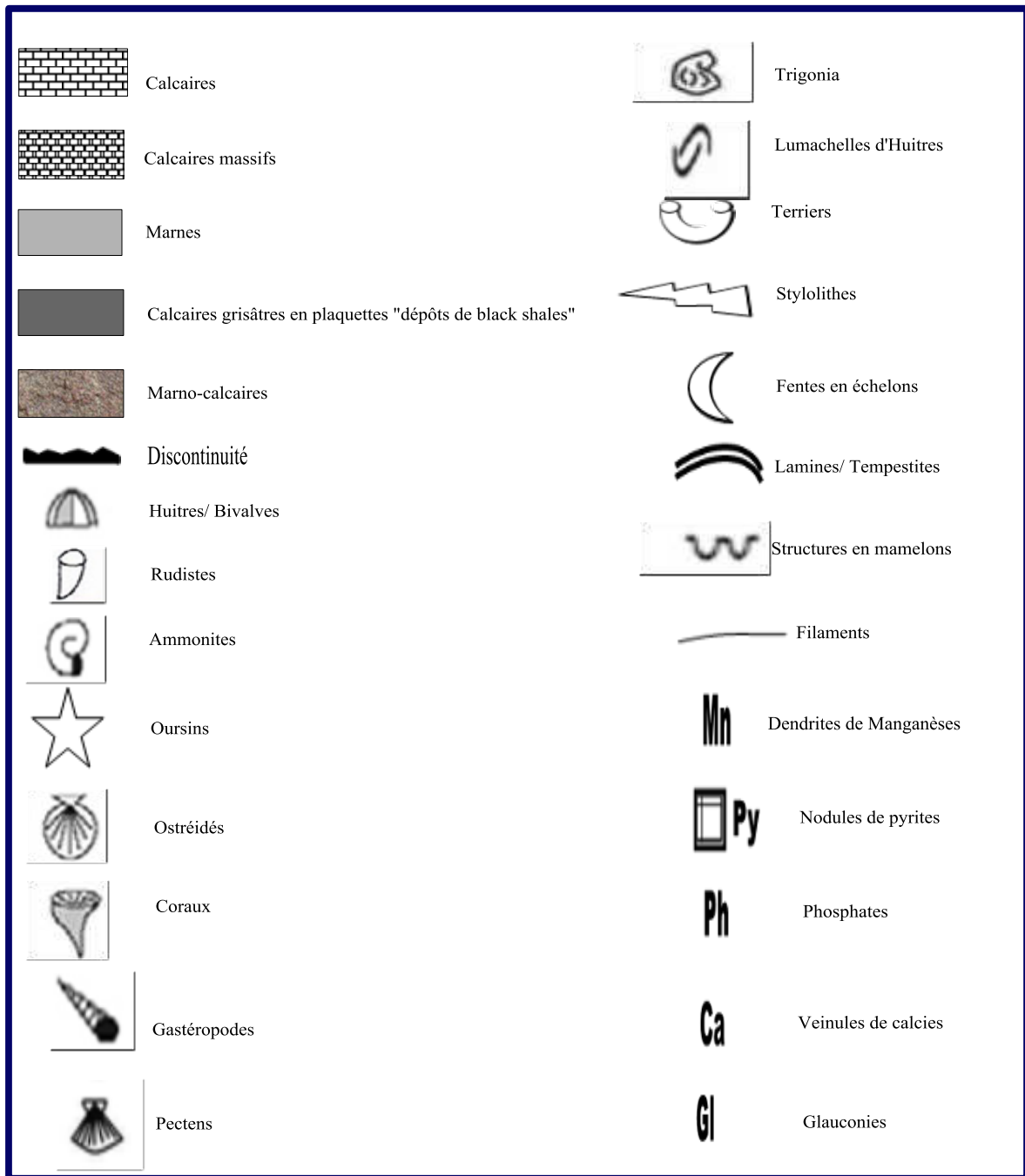


Fig. II.4: Légendes communes des deux coupes levées dans les Monts de Bellezma-Batna.

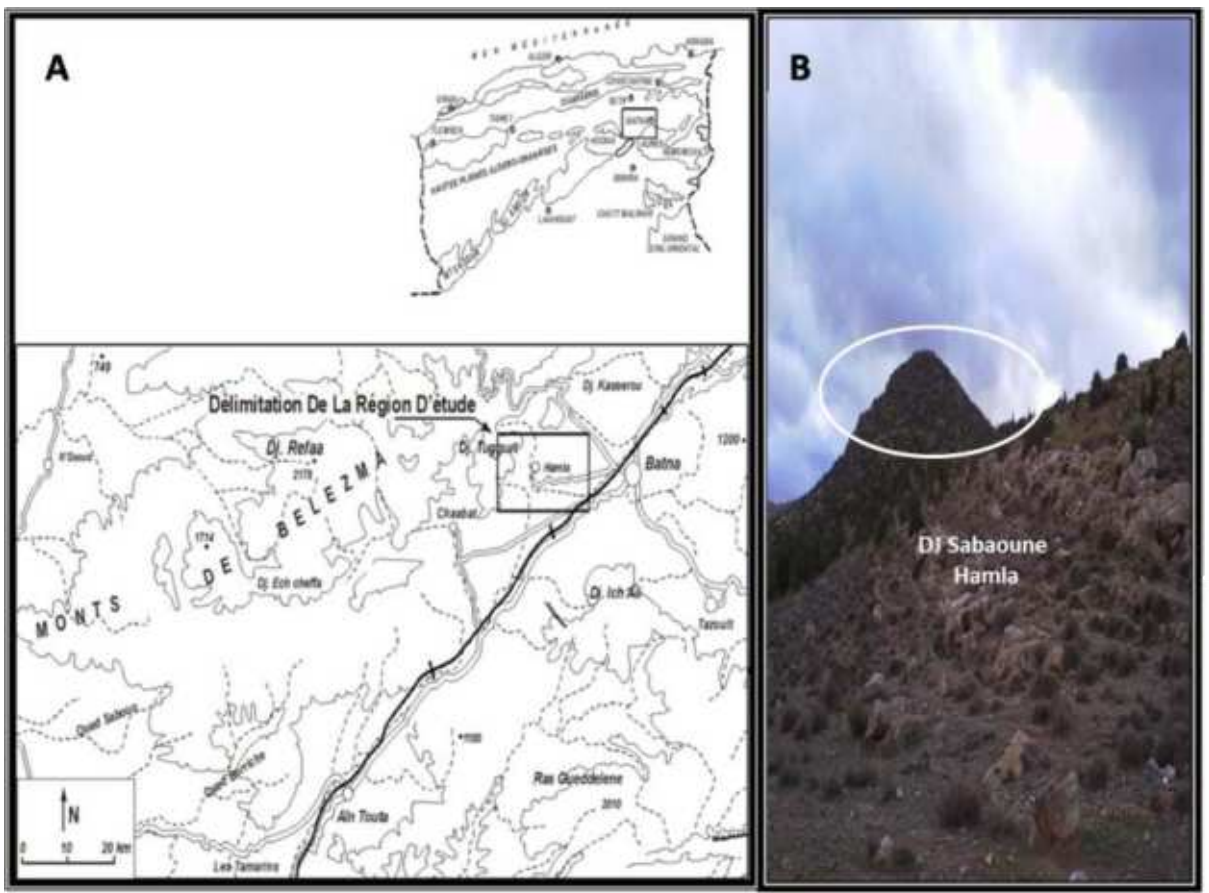
## II-1-2-2-Coupe de Hamla: "Dj Sabaoune"

### II-1-2-2-1-Localisation géographique:

**Hamla** où bien **Condorcet** (ancien nom) est située sur la route N°77 à l'Ouest de Batna à environ une dizaine de kilomètres. Cette coupe est levée au niveau du Djebel Sabaoune, les affleurements de cette coupe montrent une épaisseur réduite par rapport à la coupe de Theniet El Manchar, cela peut être expliqué par l'existence d'une tectonique synsédimentaire active (Herakat, 1999).

Elle a révélé également l'existence de deux formations du Crétacé moyen offrant une étude stratigraphique apportée par les différentes associations macro et micro-faunistiques

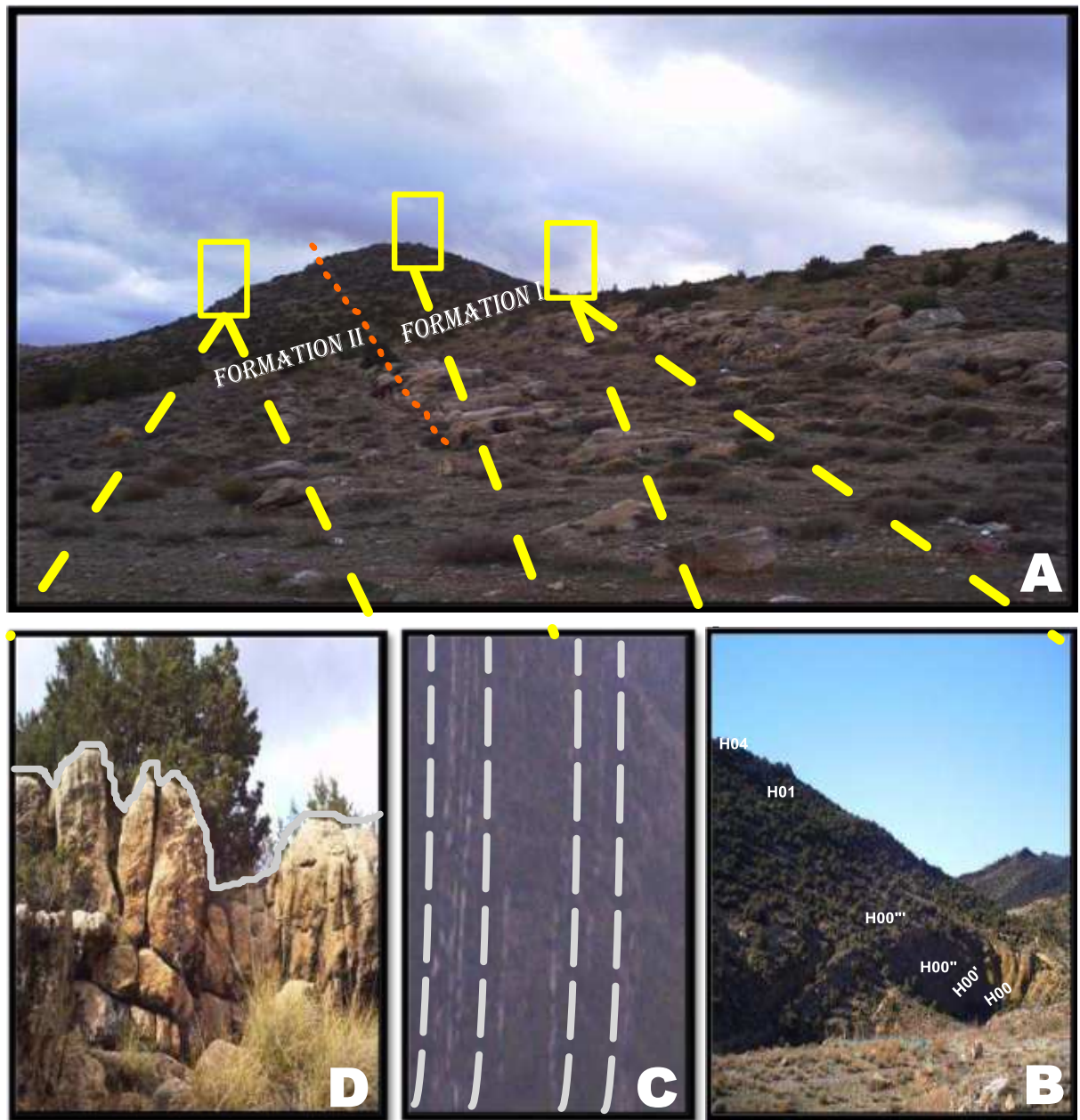
**-Repères:** Ce massif est délimité par : Dj Tuggurt au Nord, et par le massif de Chaabet Ouled Chlih au Sud..



**Fig. II.5:** A- Localisation géographique de la région et de la coupe de Hamla;

B - Dj Sabaoune .

II-1-2-2-2-Découpage lithostratigraphique:



**Photo. II. 7:** A. Les différents ensembles lithologiques de la coupe de Hamla; B: les premiers niveaux prélevés. C: les bancs carbonatés du Cénomaniens. D: les derniers niveaux prélevés.

- De bas en haut de cette coupe, deux formations lithologiques ont été bien individualisées (**fig. II.6**). :

**Formation I:** Formation des Marnes de Smail "Plus où moins carbonatée".

Elle est assez comparable à celle de Theniet El Manchar. Son analyse lithostratigraphique a permis de distinguer 4 unités IA ,IB, IC, et ID:

➤ **Unité IA:**

C'est une combe à dominance marneuse qui débute par une barre calcareuse à éléments grossiers renfermant des coquilles d'huîtres, faillée, recoupée par quelques veinules de calcite. La surface supérieure est bioturbée surmontée par des marnes sombres (**Ech H00+H00'**) où s'intercalent des calcaires bioclastiques en lits centimétriques et parfois noduleux, ou des marno-calcaires d'ordres millimétriques à centimétriques. L'analyse microscopique de l'échantillon H00 a permis de détecter la dominance des ostracodes: *Cytherella* sp., *Cytherella sulcata* ROSENFELD, *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Paracypris dubertreti* DAMOTTE & SAINT-MARC, et des foraminifères benthiques: *Dorothia oxycona* (Reuss).

Concernant les foraminifères planctoniques, ils sont rarissimes et sont représentés essentiellement par: *Hedbergella delrioensis* (Carsey), et *Ammomarginulina loricata* Loeblich et Tappan.

L'échantillon H00' est très riche en ostracodes: *Cytherella* sp., *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Veeniacythereis streblolophata* (AL-ABDUL-RAZZAQ & GROSDIDIER), *Parakrithe* ?, et *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE).

Les foraminifères benthiques sont présents, mais avec des taux moindres à ceux trouvés dans l'échantillon précédent. Ils comportent *Lenticulina gaultina* (Berthelin), *Dorothia oxycona* (Reuss), *Textularia chapmani* (Lalicker), et *Flabellamina alexanderi* (Cushman).

Le taux de foraminifères planctoniques remonte par rapport au premier échantillon. Ils sont représentés essentiellement par: *Hedbergella delrioensis* (Carsey).

Le sommet de cette première unité est marqué par des marnes plus ou moins indurées que les niveaux marneux précédents, notons que cet intervalle (**Ech H00''**) a livré la présence des coraux "*Aspidiscus cristatus*" et une Ammonite [*Mantelliceras* (*Submantelliceras*) *saxbii* (Sharpe)] contrairement aux termes basaux où la macrofaune est marquée seulement par la présence de lamelibranches "*Trigonia*" et de fragments d'ostréidés. Du point de vue de la microfaune, cet intervalle a livré encore une richesse particulière de l'ostracofaune: *Cytherella* sp., *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella sulcata* ROSENFELD, *Parakrithe* ?, et *Paracypris* sp., mais également des foraminifères benthiques. Les foraminifères planctoniques sont carrément absents.

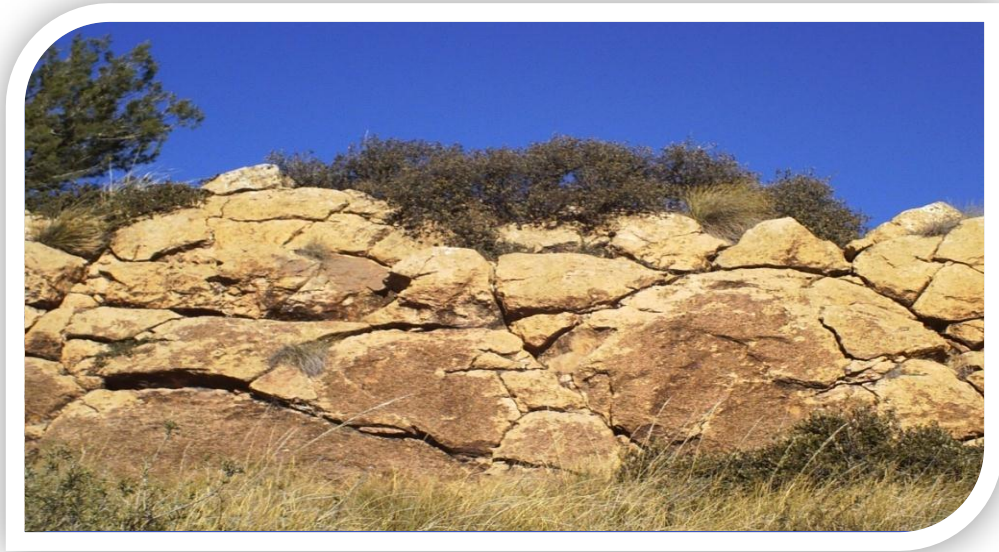
Ce terme marneux est intercalé par 0,8m de calcaires, leur surface supérieure annonce un certain ralentissement de la sédimentation montré par le phénomène de bioturbation.

➤ **Unité IB:**

Aux faciès précédents, se succède une importante unité marneuse, recouverte en surface par les dépôts d'érosions issue de la discordance du Miocène. Sa partie basale est marquée par des marnes jaunâtres plus ou moins argileuses (**Ech H00'''**) à gastéropodes, ostréidés, et oursins surtout de type aplatis suivie par de fines intercalations de marno-calcaires d'ordre centimétriques à décimétriques. L'examen de leur microfaunes a révélé la présence de:

- L'ostracofaune: *Monoceratina ? trituberculata* ROSENFELD, *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Paracypris dubertreti* DAMOTTE & SAINT-MARC, *Cytherella* sp., et *Spinoleberis kasserinensis* BISMUTH & SAINT-MARC.
- Les foraminifères benthiques: *Charentia cuvillieri* Neumann.
- Les foraminifères planctoniques: *Hedbergella delrioensis* (Carsey), et *Praeglobotruncana stephani* (Gandolfi).

Cette unité marneuse se développe sur une puissance de 20m environ, leur partie sommitale prend une couleur verdâtre (**Ech H01**) à intercalations de calcaires d'aspect noduleux (**Ech H03**), parfois stratifiés et de marno-calcaires. La microfaune est abondante, dominée par les ostracodes: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp., *Parakrithe ?*, et les foraminifères benthiques: *Dorothia oxycona* (Reuss), *Dorothia* sp., et *Flabellamina alexanderi* Cushman, un seul foraminifère planctonique à été trouvé c'est: *Thalmaninella globotruncanoides* Sigal, surmontée par une grosse barre carbonatée (**photo II.8**) grisâtre à grains grossiers, phosphatée, fracturée à remplissage de calcite, bioturbée d'ordre métrique formant une corniche facilement repérable sur le terrain (**Ech H04**), elle est semblable à celle observée dans la région de Theniet El Manchar. Le microfaciès est caractérisé par la présence de: lamellibranches, foraminifères benthiques: *Merlingina cretacea* HAMAQUI et SAINT-MARC, *Pseudolituonella reicheli* (Marie), échinides, et éléments ferrugineux.



**Photo. II. 8:** Le dernier terme du membre IB (Ech H04); corniche fracturée et très ferrugineuse.

➤ **Unité IC:**

L'épaisseur de cette unité est de 49,5 m environ, les faciès inférieurs sont constitués essentiellement de marnes jaunâtres et friables (**Ech H04'**). Leur étude en microscopie a montré une abondance des ostracodes: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Monoceratina ? trituberculata* ROSENFELD, *Cythereis algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE, en présence de foraminifères benthiques: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Flabellamina* sp., *Haplophragmoides* sp., et *Trochamminoides* sp., intercalées par un lit d'ordre centimétrique de calcaire, suivi par des marnes, passant progressivement par l'intermédiaire d'un banc de calcaire (1m d'épaisseur) à des termes marneux. Ces dépôts sont ensuite surmontés par 0,5m de marno-calcaire, puis d'une épaisse barre carbonatée de couleur gris à ostréidés (**Ech H05**). l'examen de la microfaune exprime la présence de: lamellibranches en grande taille, gastéropodes, échinides, et ostracodes.

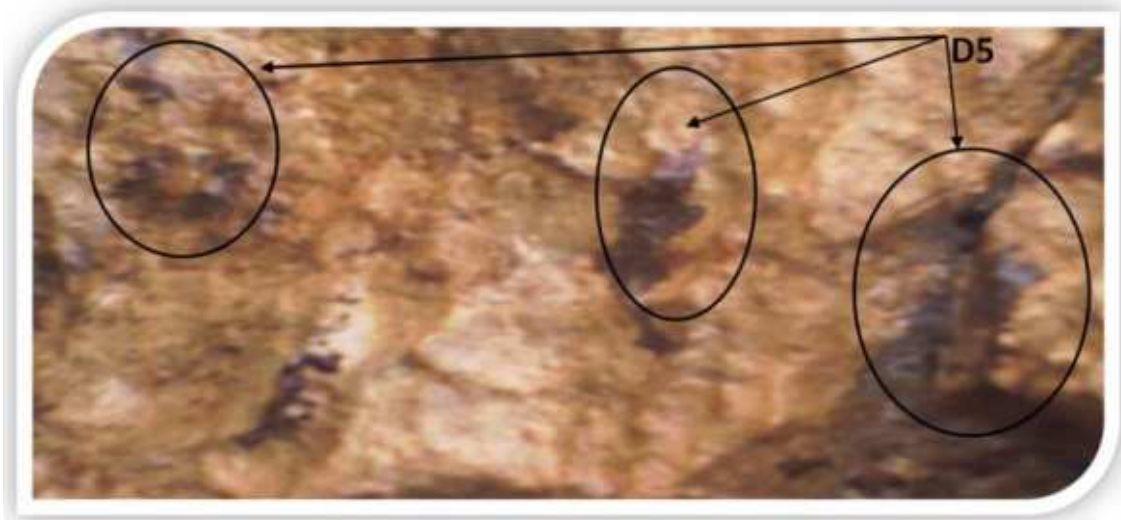
Les faciès supérieurs de cette unité comprennent des marnes friables jaunâtres à ostréidés et oursins type irréguliers surmontées par une barre calcaireuse d'épaisseur de 3m (**Ech H06, H07 & H07', H08, H09, et H10**) (**photo II.10**). L'étude des lames minces a révélé la présence des éléments figurés suivants:

- **Echantillon H06:** lamellibranches, foraminifères benthiques?, échinides, débris d'un rudiste, et de très rares filaments.

- **Echantillon H07'**: une micrite riche en échinides, foraminifères benthiques: Miliolidés, et Lituolidés, lamellibranches, algues calcaires: *Acicularia macropora* sp., débris d'algues vertes, et débris de rudistes.
- **Echantillon H08**: échinodermes, pellets, lithoclastes et probablement des débris d'algues ?
- **Echantillon H09**: échinides, annélides, débris de lamellibranches, et débris de rudistes.
- **Echantillon H10**: lamellibranches, foraminifères benthiques: *Merlingina cretacea* HAMAOUÏ & SAINT-MARC, gastéropodes "probablement", dolomites, et des éléments ferrugineux.



**Photo II. 9:**Fossile indéterminé au niveau de l'échantillon H07'.



**Photo II.10:** Aspect de la discontinuité D5 témoignant d'un ralentissement de la sédimentation; c'est une surface ferrugineuse et bioturbée.

➤ **Unité ID:**

De bas en haut, on peut distinguer:

- 🏗️ 12m: de marnes jaunâtres friables à ostréidés, oursins et gastéropodes (**EchH11**). Microscopiquement, ce niveau livre une abondante microfaune représentée essentiellement par les foraminifères benthiques: *Nodosaria* sp., *Dorothia oxycona* (Reuss), *Haplophragmoides* sp., *Dorothia* sp., *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Globorotalites* sp., *Trochamminoides* sp., et *Ammobaculites* sp., en présence d'ostracodes: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp., *Cythereis algeriana* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Paracypris* sp., *Bairdia* sp., *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), et *Spinoleberis* sp.
- 🏗️ 3m: de calcaires massifs à grains grossiers ferrugineux bioturbés fracturés, qui renferment des rudistes d'ordre millimétrique à centimétriques (**EchH12**). Ils sont noduleux à la base.

- 0,5m: de marno-calcaires de couleur beige à blanchâtre plus ou moins indurés (**EchH13**).
- 1,2m: de marnes tendres de couleur beige (**EchH14**). L'examen de leur microfaune à révélé une certaine richesse en ostracodes: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp. , *Paracypris* sp. , et des foraminifères benthiques; ces derniers sont représentés par: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Dorothia oxycona* (Reuss), *Trochamminoides* sp., *Trochamminoides topagorukensis*, *Haplophragmoides* sp., et *Ammobaculites* sp.
- 0,7m: de calcaires biogènes de couleur gris foncé à grains moyens avec des veinules de calcite (**EchH16**). L'analyse microscopique a montré la présence de lamellibranches, dolomites, et de pellets.
- 1,2m: de marnes beiges et friables (**EchH16'**), du point de vue de leur contenu en micro-organismes, cet intervalle est très pauvre. L'association microfaunistique trouvée est représentée essentiellement par des foraminifères benthiques agglutinés: *Haplophragmoides* sp., *Haplophragmoides globosa*, *Ammobaculites* sp., et d' ostracodes: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE).
- 4m: de calcaires massifs à surface bioturbée, ferrugineuse, rubéfiée, très indurée, phosphatée, et pyriteuse.

**Formation II:** Formation de la Dolomie de l'Oued Skhoun "marneuse"

Elle est constituée d'une seule unité:

➤ **Unité IIA:**

Elle débute par 0,4m de marno-calcaires phosphatés (**EchH16''**) très pauvre en microfaunes. Un seul ostracode a été trouvé (*Cytherella* sp.), et pour les foraminifères planctoniques, on peut distinguer la présence d'*Heterohelix moremani* (Cushman), surmontés par 1m de calcaires marneux en plaquettes de couleur gris foncé, suivis par un faciès marneux de couleur beige et friable à ostréidés d'une épaisseur de 1,5m (**EchH17 & H17'**) .

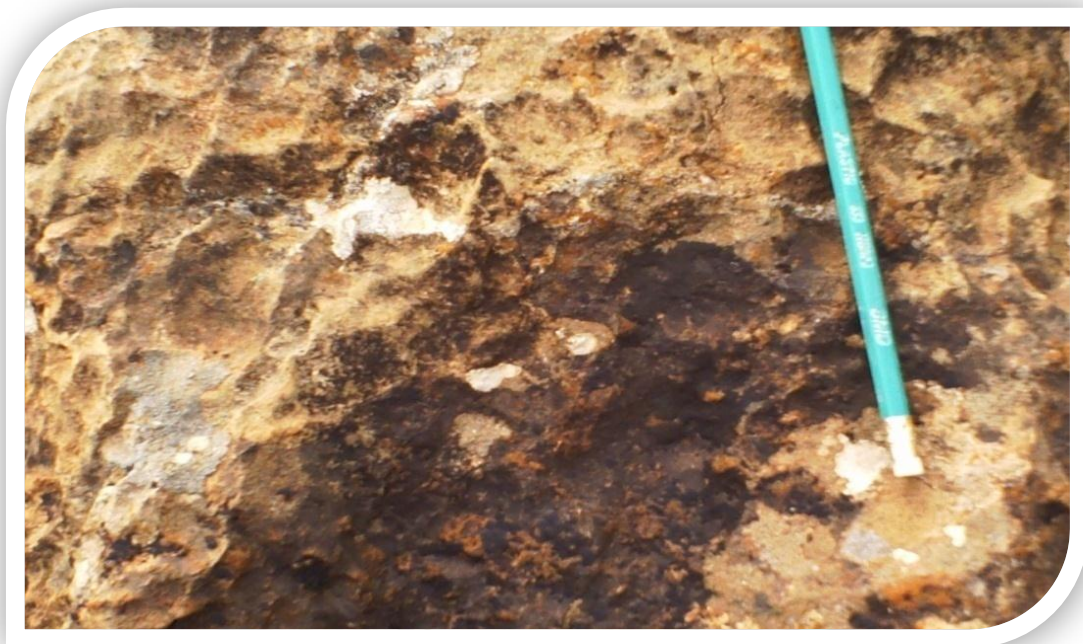
Après lavage et tri de l'échantillon **H17**, il est apparu qu'il est très riche en foraminifères benthiques arénacés: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Reophax* sp., et *Dorothia oxycona* (Reuss).

Pour les ostracodes, ils sont peu abondants: *Cytherella* sp., *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), et *Parakrithe* ?.

Les foraminifères planctoniques sont présents avec des formes globuleuses: *Hedbergella delrioensis* (Carsey).

L'échantillon H17' a montré une abondance en ostracodes: *Cytherella* sp., *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Parakrithe* ?, *Monoceratina* ? *trituberculata* ROSENFELD, *Metacytheropteron berbericus* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE, *Cythereis gr. parallela* (Reuss), en présence de foraminifères benthiques agglutinés: *Textularia chapmani* (Lalicker), *Dorothia oxycona* (Reuss), et *Flabellamina alexanderi* (Cushman).

Le faciès marneux passe aux termes calcareux en bancs métriques de couleur gris à grains moyens ferrugineux, phosphatés, et recoupés par une multitude de plans de diaclases à coraux (probablement) (**Photo. II.11**) (**EchH18**). Leur contenu en micro-organismes est dominé par les algues calcaires: [*Lythophyllum shebae*, *Cylindroporella barnesii*, *Bouena* sp.] , les algues vertes, les gastéropodes, les lamellibranches, les foraminifères benthiques [*Lituolidés*, *Textulariella* sp., et *Biplanata* sp.].



**Photo. II.11:** Calcaire ferrugineux à coraux (= surface durcie).

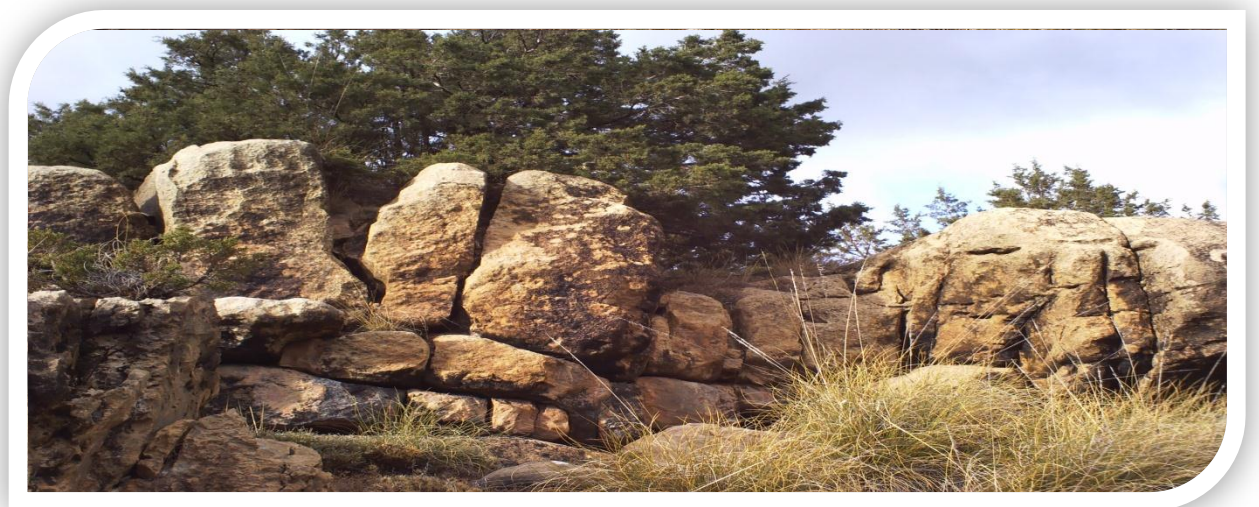
- Le faciès suivant est représenté par plus d'une trentaine de mètres de marnes à intercalations de calcaires, il montre la présence de lamines qui correspondent peut être à des tempestites (**Photo. II.12**), et parfois de marmo-calcaires (**Ech H19**). Leur étude microscopique a révélé la présence des ostracodes: *Cytherella* sp., et *Parakrithe* ?.

L'ensemble est coiffé par une barre calcareuse de couleur gris foncé à noir (à la cassure fraîche), micritique (**Ech H20**) d'ordre métrique très fissurée. Sa surface supérieure est représentée par une discontinuité; qui est une surface durcie bioturbée et ferrugineuse de couleur rougeâtre tendant vers le marron (**Photo. II.13**). On distingue également la présence

d'une couverture jaunâtre qui est probablement issue de l'altération. L'examen microscopique a révélé la présence de: lamellibranches, annélides, foraminifères benthiques (*Valvulamminidés*), argiles, une intense ferrugínisation et la présence de débris de matière organique.



**Photo. II.12:** Des lamines d'ordre millimétrique (indiquant un milieu calme) dans un banc carbonaté intercallé avec des marnes.



**Photo. II.13:** Calcaires massifs très fissurés présentant une grande surface oxydée et bioturbée.

**Remarque:** notre visite sur le terrain montre un haut degré de fissuration des formations étudiées, ce qui signifie un profil tectonique très intense affectant cette coupe.

**II-1-2-2-3-Variation latérale:**

Les deux unités IA, et IB conservent généralement leurs homogénéités dans les deux coupes étudiées.

La tendance marneuse dans les unités IC, et ID diminue progressivement, où les alternances marnes-calcaires deviennent très importantes avec une épaisseur considérable pour les calcaires.

L'épaisseur de ces deux unités diminue, elle est liée le plus souvent au phénomène du basculement des blocs.

**En résumé on peut dire que :**

- L'analyse lithostratigraphique des affleurements de la partie Nord-Ouest de la région de Batna permet de mettre en évidence deux formations marquées par des proportions variables dans leur contenu en micro-organismes benthiques et ostracodes que l'on peut résumer ainsi:
  - ☞ Les ostracodes sont abondants surtout dans la partie basale de la 1<sup>ère</sup> formation, la partie sommitale montre un certain accroissement des foraminifères benthiques;
  - ☞ Les foraminifères planctoniques sont présents, mais ils sont rarissimes.
- Les faciès du Cénomaniens sont marneux à la base et riches en Lamellibranches surtout par le groupe d'Ostréidés et Trigonina, évoluant vers des termes carbonatés massifs à rudistes au sommet. La même tendance est observée dans les faciès du Turonien.

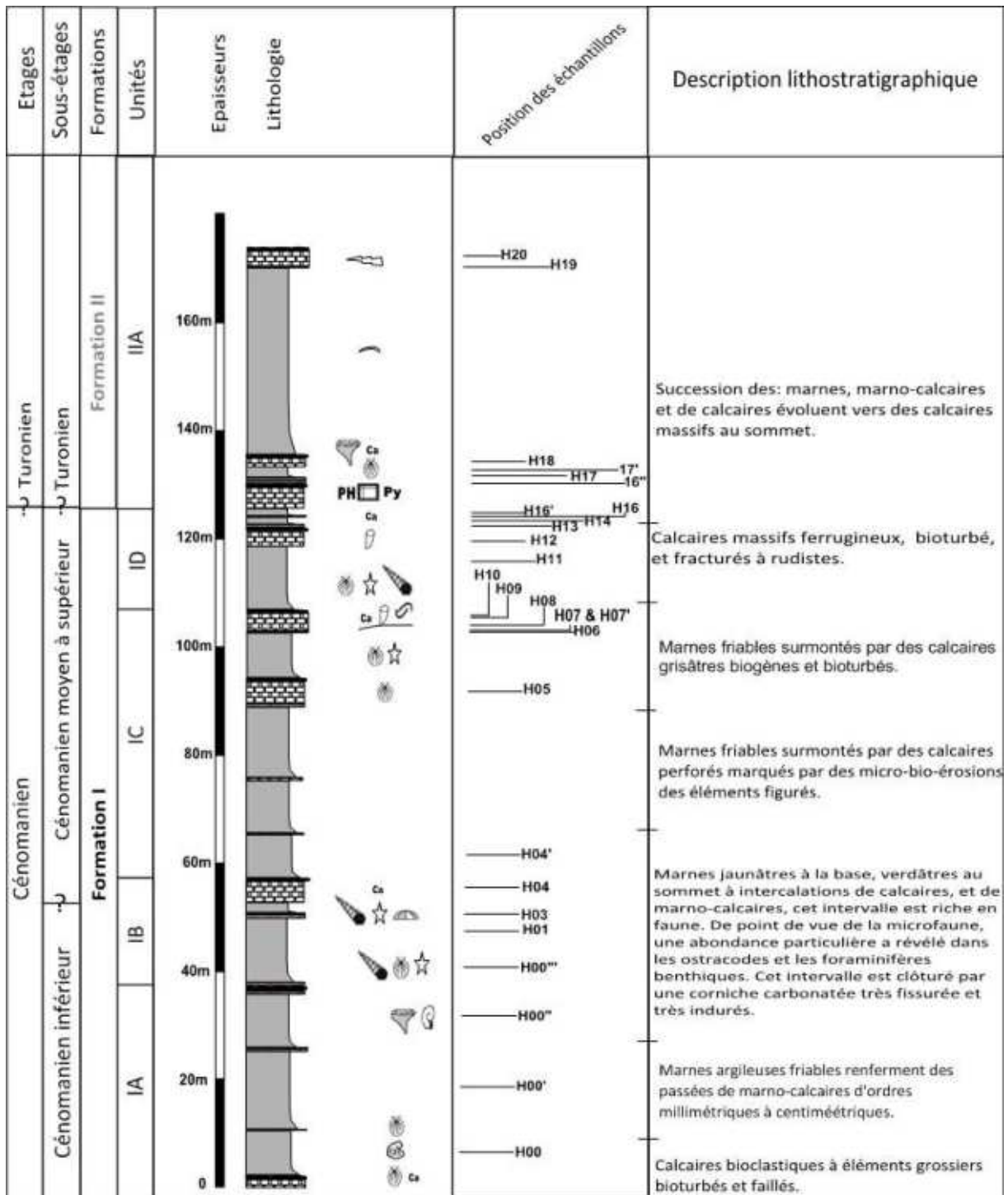


Fig.II.6: Colonne lithostratigraphique de la coupe de Hamla.

## II-1-3- Attributions biostratigraphiques et discussion:

### II-1-3-1-Introduction:

Ce chapitre est réservé à l'inventaire et au répertoire au sein de chacune des coupes, (formation par formation), de la faune et de la microfaune qui ont un intérêt biostratigraphique. Ces marqueurs permettent d'édifier une succession d'horizons repères conduisant à un positionnement stratigraphique immédiat sur le terrain. Ils définissent des lignes-temps plus ou moins fines entre des coupes voisines. Dans ce travail ce sont essentiellement, les ammonites, les ostracodes, et les grands foraminifères benthiques qui le permettent.

### II-1-3-2- Coupe de Theniet El Manchar:

#### II-1-3-2-1-Attributions biostratigraphiques :

- Sur les 45 échantillons prélevés, 17 ont pu être lavés et exploités. Les microfossiles examinés sont dans un état assez médiocre, ce qui s'explique très simplement par le degré d'induration des niveaux rencontrés. Pour la totalité des échantillons triés, rares sont ceux qui contiennent des microfossiles dans un état acceptable.
- Les attributions biostratigraphiques obtenues dans cette étude expriment un intérêt de faible résolution suite à la rareté des foraminifères planctoniques (**Fig.II.7**). Elles sont apportées par les organismes suivants :

- *les ostracodes:*

- La première formation "plus ou moins carbonatée" a livré une très abondante microfaune diversifiée de l'ostracofaune. 17 espèces ont été récoltées, mais elles ne présentent pas un intérêt stratigraphique majeur. Les espèces les plus significatives sont: *Peloriops cf. ziregensis*, *Parakrithe?*, *Cytherella sulcata* ROSENFELD, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Metacytheropteron berbericus* BASSOULLET & DAMOTTE, *Cythereis algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE, *Amphicytherura distincta* GERRY & ROSENFELD et *Monoceratina ? trituberculata* ROSENFELD.
- L'espèce *Parakrithe?* est classée dans la liste d'association d'ostracodes connu dans le Cénomaniens moyen à supérieur du Maroc (Andreu, 1991) et de la marge sud téthysienne (principales références: Bischoff, 1963; Bassoulet & Damotte, 1969; Rosenfeld & Raab, 1974; Colin & El Dakkak, 1975; Bismuth et al. 1981; Grosdider & Le fèvre, 1981; Al-Furaih, 1983; Babinot & Basha, 1985; Vivière, 1984; Babonor & Bourdillonde- Grissac, 1989; Andreu, 1991).

- L'espèce *Cythereis algeriana* est généralement observée sur un intervalle stratigraphique pouvant représenter l'ensemble du Cénomaniens (Al-Abdul Razzaq & Grosdidier, 1981).
- Selon Vivière (1985) *Amphicytherura distincta* GERRY & ROSENFELD constitue l'espèce la plus typique caractérisant par sa morphologie le Cénomaniens dans son ensemble.
- Au Djebel Dyr le passage avec le Cénomaniens supérieur est marqué par de nombreuses disparitions: extinctions par exemple d'*Eocytheropteron glintzboeckeli* DONZE & LE FÈVRE, et *Peloriops ziregensis* (BASSOULLET & DAMOTTE). Ces deux espèces restent très rares dans les coupes étudiées où elles apparaissent sporadiquement.
- *Metacytheropteron berbericus* (BASSOULLET & DAMOTTE) espèce observée dans le Cénomaniens supérieur du Djebel Anoual.
- *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE) paraît avoir une valeur stratigraphique certaine dans le domaine algéro-Tunisien, il est observé dans la seconde moitié du Cénomaniens supérieur du Dj Dyr.
- L'espèce *Monoceratina ? trituberculata* est observée dans le Cénomaniens moyen à supérieur de la région d'Agadir (Andreu, 2002).

- **les grands foraminifères benthiques:**

Seize (16) espèces de foraminifères benthiques ont été recensées. Toutes résultent de la première coupe (**Fig.II.3**), elles se répartissent en trois associations identifiées sur des critères d'apparition:

- ⊕ L'association 1 comporte cinq (5) espèces: *Praesorites* sp., *Pseudolituonella reicheli* (Marie), *Cyclolina* sp., *Textulariella* sp., et *Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC. Elles caractérisent les unités IA, IB, et IC observées dans des points différents. Seulement un seul taxon: *Cyclolina* sp. s'y stabilise. Les quatre autres espèces se retrouvent dans l'association 2 et 3.

- ⊕ L'association 2 est formée d'onze (11) espèces: (huit espèces sont nouvelles par rapport la première association): *Pseudorhipydionina* sp., *Praesorites* sp., *Valvulammina* sp., *Gavelinella* sp., *Trocho* sp. *Lenticulina*, *Cuneolina* Laurenti SARTONI & CRESCENTI, *Nummoloculina regularis* PHILIPPSON, *Pseudorhipydionina casertana* (De CASTRO), *Pseudolituonella reicheli* (Marie), *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, et *Textulariella* sp. Les éléments de cette association apparaissent dans les unités IC, et ID de la première formation.

Les sept premières espèces s'y cantonnent, les quatre dernières espèces se retrouvent dans la troisième association.

- ⊕ L'association 3 est composée de huit (8) espèces: *Pseudorhipydionina casertana* (De

CASTRO), *Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC, *Pseudolituonella reicheli* (Marie), *Textulariella* sp., *Cuneolina pavonia* d'Orbigny, *Nezzazata simplex* OMARA, *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, et *Biplanata* sp., avec un renouvellement de 18,75% par rapport aux deux associations précédentes. Cette association se retrouve dans la partie sommitale de l'unité ID.

**Discussion:**

La formation I est d'âge Cénomani en raison de la présence de *Thomasinella punica* Schlumberger; espèce caractéristique de cet étage (SIGAL, 1956; SAINT-MARC, 1977a; ARNAUD-VANNEAU & PRESTAT 1984) *in* (B. ANDREU, M. BILOTTE, E.M. ETTACHFINI et N. GRAMBAST-FESSARD 1996).

- Il semble cohérent d'attribuer la deuxième partie de la formation I au Cénomani moyen à supérieur grâce à la présence de: *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, *Nummoloculina regularis* PHILIPPSON, *Pseudolituonella reicheli* MARIE, et *Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC grands foraminifères benthiques typiques du cet étage.
- *Pseudorhipydionina casertana* (De CASTRO) microfossile index du Cénomani supérieur.
- *Cuneolina pavonia* d'ORBIGNY, *Nezzazata simplex* OMARA: microfaunes benthiques observées au Cénomani supérieur, mais ils n'ont pas de grande valeur stratigraphique. Ils sont déjà connu au moins dans l'Albien supérieur et persistent dans le Turonien voire le Sénonien.

**Remarque:**

- La valeur stratigraphique du *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, 1839 comme fossile index de l'étage Cénomani moyen à supérieur est confirmée dans plusieurs publications: (e.g. GUŠIĆ et al., 1988; FUČEK et al., 1990; GUŠIĆ & JELASKA, 1990; VELIĆ & VLAHOVIĆ, 1994; HUSINEC et al., 2000; KORBAR et al., 2001).

- ***les ammonites:***

La connaissance des ammonites de cette coupe importe le plus pour la solution des questions qui sont encore controversées. Il est donc utile de rechercher quels appuis peuvent donner les céphalopodes à la datation des Monts de Bellezma-Batna:

Seulement deux ammonites ont été récoltées au niveau de l'échantillon (M07): *Mantelliceras* (*Mantelliceras*) *mantelli* (Sowerby) , et *Mantelliceras* (*Submantelliceras*) *saxbii* (Sharpe) qui permettent d'attribuer un âge Cénomani inférieur pour cette partie.

La présence d'*Acanthoceras* sp. (probablement)<sup>2</sup> à la base de l'unité IC permet de lui donner un âge Cénomaniens moyen.

*Neolobites vibrayanus* d'orbigny a été récolté au niveau de l'échantillon M28 correspondant à un intervalle de temps: Cénomaniens supérieur.

---

<sup>2</sup>Cette ammonite est écrasée, les deux flancs ne sont pas identiques, pas de ligne suture visible.

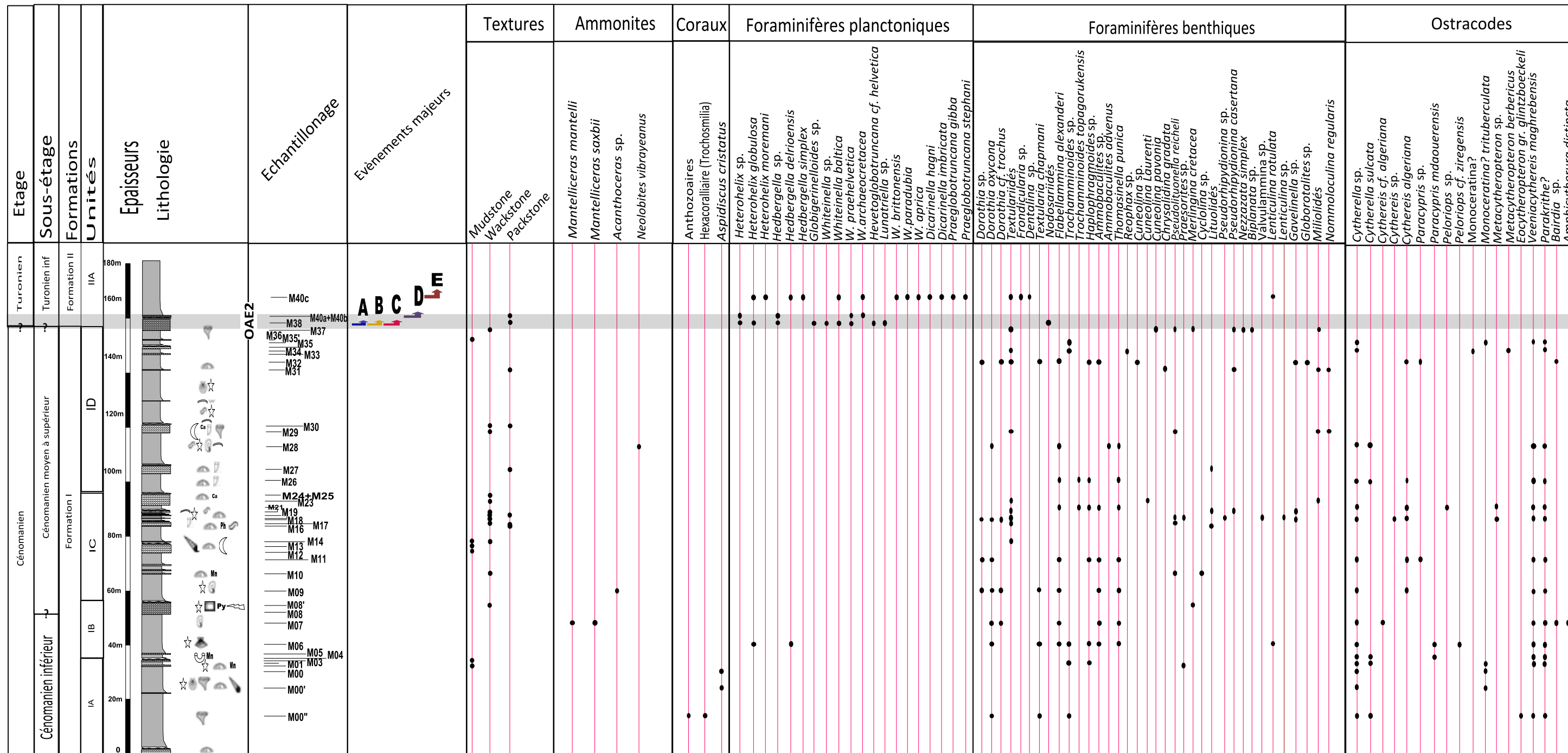


Fig. II.7: Distribution de la faune, de la microfaune, des minéraux, et autres éléments à Theniet El Manchar, du C

Les flèches vers le haut désignent les premières occurrences des taxons.

A: Evènement à filaments;

B: Occurrence d'Helvetoglobotruncana helvetica;

C: Heterohelix schifti;

### II-1-3-2-2-Caractérisation de la limite Cénomanién supérieur-Turonien inférieur:

- Les faciès du passage Cénomanién supérieur- Turonien inférieur sont repérés selon deux critères:

#### 1/ Critères lithologiques:

L'apparition des faciès de couleur gris sombres très compacts, finement feuilletés, qui se débitent en plaquettes d'ordres (millimétriques à centimétriques).

#### 2/ Critères micropaléontologiques:

Dans le cadre d'une étude pluridisciplinaire, une étude micropaléontologique détaillée a été entreprise sur ce niveau. 7 marqueurs représentés dans l'ordre chronologique de leur manifestation permettent de localiser la limite Cénomanién-Turonien:

a) Une microfaune dominée par les foraminifères planctoniques<sup>3</sup> (Caron *et al.*, 1996), et comportant peu, de foraminifères benthiques (Schlanger *et al.*, 1987; Friedrich, 2010). Pour ce qui nous concerne, la première abondance des formes planctonique est observée au niveau de l'échantillon **M38**.

#### **b) Evènement à filaments:**

A Bou-Ghanem, en Tunisie, Robaszynski *et al.* 2010 ont noté que cette accumulation de micro-lamellibranches repérée dans la zone à *Whiteinella archaeocretacea* Pessagno vient juste, au-dessus de la dernière occurrence de *Pseudaspedoceras pseudonodosoides* (Choffat), et avant l'apparition des premières ammonites du Turonien *Watinoceras* sp. Amédéo *et al.* 2005, Caron *et al.* 2006 et Robaszynski *et al.* 2010, l'ont qualifié de bon indicateur pour tracer la limite Cénomanién-Turonien (*in* Maandi 2011).

Dans cette région, la première apparition de ces micro-bivalves est marquée au niveau de l'échantillon **M38**. Le mort prématurée de ces organismes qui n'achèvent pas leur cycle de croissance est la conséquence de variation du taux d'oxygène dissous lors de l'évènement anoxique océanique (OAE2) .

#### **c) Evènement à Heterohelix:**

Les *Heterohelix* sont des foraminifères planctoniques globuleux, bisériés, peu exigeants, colonisant la tranche d'eau superficielle plus oxygénée. Ce sont des formes opportunistes développant une stratégie r (CARON, 1983) au cours de stress écologique de l'évènement

<sup>3</sup>Les Foraminifères planctoniques sont considérés comme étant un outil précieux, ont permis d'établir une biostratigraphie précise (Benkherouf, 1988) et le changement dans leurs assemblages (ex: l'abondance relative, et la diversité spécifique) a permis de mettre en évidence une réflexion sur les perturbations paléoenvironnementales (Caron, 2004).

anoxique OAE2, en se proliférant, ce qui explique leur présence en quantité importante dans les sédiments du passage Cénomaniens-Turonien. Il s'agit également de "L'*Heterohelix shift*" de Leckie (1985), reconnu en Tunisie centrale (Robaszynski et al., 1990, 2010; Nederbragt & Fiorentino 1999; Caron et al., 1999, 2006).

**d) La première occurrence d'*Helvetoglobotruncana helvetica* (BOLLI):**

*Helvetoglobotruncana Helvetica* (BOLLI), foraminifère planctonique caréné, de milieu profond, à stratégie adaptative de type K, marqueur du Turonien inférieur. Leur première apparition est observée en plaque mince au niveau de l'échantillon **M38** associé à *Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp., *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), *Globigerinelloides* sp., *Whiteinella* sp., *Whiteinella baltica* Douglas & Rankin, *Lunatriella* sp., et *W. praehelvetica* (TRUJILLO).

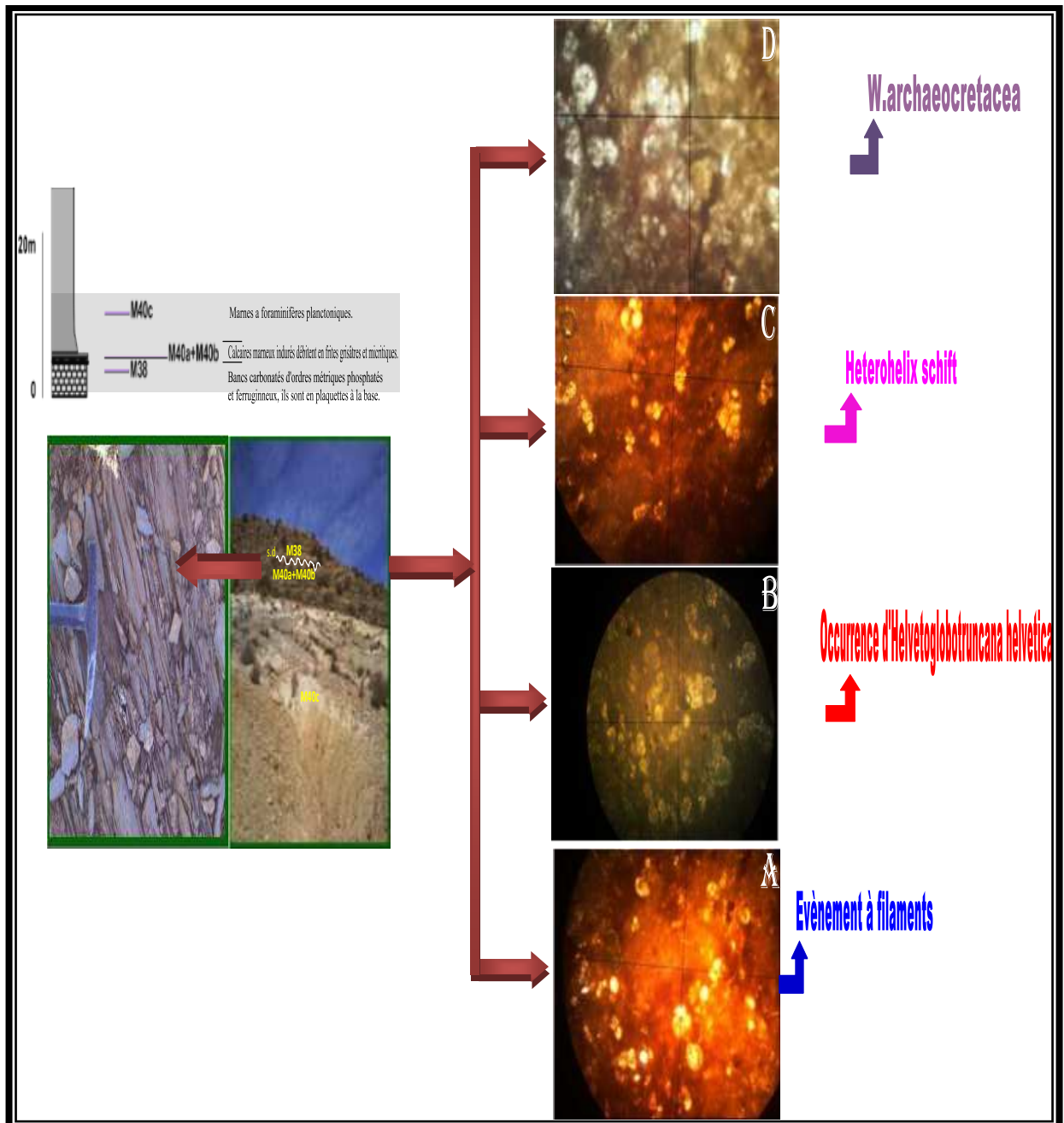
e) La présence de l'espèce *W. archaeocretacea* PESSAGNO place l'échantillon M40a et M40b à l'extrême base du Turonien.

f) L'apparition d'une association constituée de: *Whiteinella baltica*, *W. brittonensis*, *W. paradubia*, *W. archaeocretacea*, *W. aprica*, *Dicarinella hagni*, *Dicarinella imbricata*, *Praeglobotruncana gibba*, *Praeglobotruncana stephani*, *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella simplex*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix moremani* au niveau de l'échantillon M40c (unité IIA) caractérise selon (Robaszynski et al., 1979; Caron, 1985; Caron et al. 2006) la partie supérieure de la zone à *W. archaeocretacea*, et permet de lui assigner un âge du Turonien inférieur.

g) Il est difficile d'interpréter la disparition de la plupart des espèces d'ostracodes au niveau de l'échantillon M40c, en avançant une ouverture du milieu de dépôt. Selon Andreu (1992), le développement d'une zone à oxygène minimum pourrait expliquer ainsi leur absence sur le fond. Seule l'espèce *Reticulocosta* sp. s'adapte à une teneur moindre en oxygène dissous.

**IL APPARAÎT DONC :**

La limite Cénomano-Turonien se situerait entre les calcaires sommitaux de l'unité ID et les black-shales de l'unité IIA entre l'échantillon **M38** et **M40a+M40b**.



**Fig.II.8:** Le passage Cénomano-Turonien d'après les données lithologiques et micropaléontologiques (région de Theniet El Manchar).

### II-1-3-3-Coupe de Hamla:

#### II-1-3-3-1-Attributions biostratigraphiques:

-Les bivalves, les gastéropodes, et les oursins, bien que fréquents, n'ont pas encore fait l'objet de cette étude. Sur la **figure II. 9** sont représentés les résultats biostratigraphiques basés sur les organismes suivants :

- **les ostracodes:**

Selon Vivière (1985), l'ostracode guide du Cénomaniens supérieur est certainement *Veeniacythereis gr. jezzineensis* (BISCHOFF) sous la forme "*maghrebensis*" BASSOULLET & DAMOTTE. Son apparition a lieu un peu au-dessus de la limite Cénomaniens inférieur-Cénomaniens supérieur au Djebel Dyr et son extinction marque la limite Cénomaniens-Turonien.

Cette datation n'infirmes pas la datation proposée par les ammonites.

- **les grands foraminifères benthiques:**

Quatre (4) espèces de foraminifères benthiques ont été recensées (en plaques minces). Elles proviennent de la deuxième coupe (**fig. II.6**), elles se distribuent en deux associations selon des critères d'apparition:

- ⊕ L'association 1; est constituée de deux (2) espèces: *Pseudolituonella reicheli* (Marie), et *Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC retrouvées uniquement dans deux niveaux (la partie sommitale de la séquence IB, et la partie sommitale de la séquence IC).

- ⊕ L'association 2; comporte deux taxons nouveaux par rapport à l'association 1: *Textulariella* sp., et *Biplanata* sp., ils apparaissent dans la partie médiane de la séquence IIA.

- Le Cénomaniens moyen à supérieur dans la région de Hamla est identifié également sur la base des grands foraminifères benthiques (*Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC et *Pseudolituonella reicheli* (Marie)).

- **les ammonites:**

En ce qui concerne la région de Hamla, les documents paléontologiques, sont, en général très pauvres en ammonites. Nous avons recueilli un seul céphalopode au niveau de l'échantillon **H00'** (*Mantelliceras* (Submantelliceras) *saxbii* (Sharpe)) qui indique bien un âge Cénomaniens inférieur.

Cette datation est confirmée par la présence de l'espèce *Thalmaninella globotruncanoides* Sigal au niveau de l'échantillon **H01**: espèce marqueur de la base du Cénomaniens (Robaszynski et al.2007, 2008).

Cénomannien		Turonien		Étage	
Cénomannien inférieur		Cénomannien moyen à supérieur		Sous-étage	
Formation I		Formation II		Formations	
Membre IA	Membre IB	Membre IC	Membre ID	Unités	
				Epaisseurs Lithologie	
				Position des échantillons	
				Événements majeurs	
				Mudstone Wackstone Packstone	
				Mantelliceras saxbii	
				Thalmaninella globotruncanoides	
				Hedbergella delrioensis	
				Ammomarginulina loricata	
				Praeglobotruncana stephani	
				Heterohelix moremani	
				Dorothia sp.	
				Dorothia oxycona	
				Flabellamina sp.	
				Flabellamina alexanderi	
				Trochamminooides sp.	
				Trochamminooides topagorukensis	
				Haplophragmoides sp.	
				Haplophragmoides globosa	
				Ammobaculites sp.	
				Merlingina Cretacea	
				Lituolidés	
				Nodosaria sp.	
				Globorotalites sp.	
				Miliolidés	
				Textulariella sp.	
				Textularia chapmani	
				Charentia cuvillieri	
				Reophax sp.	
				Valulamminidés	
				Biplanata sp.	
				Pseudolituonella reicheli	
				Lenticulina gaultina	
				Cytherella sp.	
				Veeniacythereis maghrebensis	
				Parakrithe?	
				Monoceratina? trituberculata	
				Cythereis algeriana	
				Paracypris sp.	
				Paracypris mdaouerensis	
				Bairdia sp.	
				Spinoleberis sp.	
				Paracypris dubertreti	
				Spinoleberis kasserinensis	
				Cytherella sulcata	
				Veeniacythereis streblolophata	
				Metacytheropteron berbericus	

### **II-1-3-3-2-Caractérisation de la limite Cénomaniensupérieur-Turonien inférieur:**

- Le tracé de la limite Cénomaniensupérieur-Turonien inférieur dans la région de Hamla demeure très difficile, en raison de la rareté des indicateurs macro et micropaléontologiques.
- Le seul critère qui nous amène à la précision de cette limite c'est la quasi-disparition de l'ostracofaune et l'absence des foraminifères benthiques. Selon Andreu (1992), cette disparition évoquerait des conditions de stress écologiques très sévères .L'installation d'une zone à oxygène minimum pourrait expliquer la disparition de cette microfaune sur le fond.
- Autres supports qui ont permis de confirmer la position de cette limite sont les rudistes. Herkat (1999) montre qu'au dessus des bancs carbonatés à rudistes du Cénomaniensupérieur-Turonien inférieur qui se trouve en principe au sein de l'intervalle qui va la barre carbonatée ; où il y aurait peut-être l'événement à filament jusqu'à l'échantillon H16 ", reste pour l'instant à l'état de supposition.

#### **En résumé on peut dire que :**

- L'étude stratigraphique des deux coupes a révélé une richesse en ostracodes et une rareté de marqueurs de foraminifères planctoniques ce qui ne permet pas de mettre en évidence un découpage en terme de biozones.
- Les attributions stratigraphiques ont été fondées essentiellement sur les ammonites, les grands foraminifères benthiques, et les ostracodes qui ont permis de subdiviser l'intervalle de temps choisi en Cénomaniensupérieur, Cénomaniensupérieur-moyen à supérieur, et Turonien inférieur .
- La limite Cénomaniensupérieur-Turonien inférieur a été définie dans la région de Theniet El Manchar grâce à la première apparition d'*Helvetoglobotruncana helvetica* (BOLLI) qui est repérée au niveau de l'échantillon **M38**, l'arrivée massive des Hétérohelicidés, la présence en masse de petits bivalves (DESMARES,2005) ou l'événement à filaments. Cette limite est placée entre les termes supérieurs de la première formation (l'unité ID: **Ech M38**) et à la base de la deuxième formation (l'unité IIA: **Ech M40a+ M40b**).
- Dans la coupe de Hamla, en raison de l'absence de ces événements, nous avons essayé de tracer la limite Cénomaniensupérieur-Turonien inférieur d'une façon assez approximative.

## II-1-4-Corrélation entre les deux coupes:

Un profil de corrélation NE-NW au Monts de Bellezma-Batna peut être installé. Deux coupes clés sont étudiées sur la base des données lithologiques et stratigraphiques; il s'agit respectivement de la coupe de Theniet El Manchar et la coupe de Hamla. L'essai de corrélations auxquelles nous avons abouti pour ces deux coupes est résumé dans la **Fig. II.10.**

### II-1-4-1- Corrélations lithologiques:

L'étude détaillée des deux coupes a révélé la présence de nombreux repères lithologiques:

- La première unité IA est observée dans les deux coupes, elle est marquée par des marnes verdâtres riches en ostracodes.
- L'unité IB est représentée à sa base par des termes marneux riches en fossiles (grands oursins, pectens, gastéropodes, et ostréidés) et a révélé la présence de foraminifères benthiques et de quelques rares foraminifères planctoniques, elle est par contre riche en ostracodes. Cette unité est surmontée par une grosse corniche carbonatée, et ça dans les deux coupes.
- Dans l'unité IC, la tendance carbonatée est plus ou moins importante. Le contenu microfaunistique est marqué par une augmentation dans les pourcentages de foraminifères benthiques arénacés et donc une réduction progressive de l'ostracofaune. Cette remarque manque totalement dans la coupe de Hamla. Lorsque les termes marneux sont masqués par les dépôts d'érosions<sup>4</sup>, la partie sommitale de cette unité montre une certaine prolifération de rudistes, notés dans les deux coupes.
- L'unité ID exprime des variations d'épaisseurs (ablation de certains termes ou bien réduction dans leurs épaisseurs). Herkat (1999) l'a expliqué par l'existence de phénomènes de basculement du substratum de dépôt lors de certaines phases tectoniques. Une légère augmentation dans les foraminifères calcitiques a été relevée dans les deux régions, où nous avons constaté une uniformité dans leurs proportions:
  - ☞ **Echantillon M32:** 16% dans la première coupe.
  - ☞ **Echantillon H11:** 15,66666% dans la deuxième coupe.
- l'unité IIA: montre le passage Cénomano-Turonien qui est situé exactement entre le sommet de l'unité ID et la base de l'unité IIA au niveau des deux coupes.

<sup>4</sup>Le Miocène dans cette région est discordant sur les dépôts du Crétacé.

#### II-1-4-2- Corrélations stratigraphiques:

Le contrôle chronologique des coupes étudiées à l'aide des ammonites, foraminifères planctoniques, foraminifères benthiques, et ostracodes révèle que:

- Les sédiments les plus anciens ont été mis en place durant le Cénomaniens inférieur et les plus jeunes durant le Turonien inférieur.
- Le Cénomaniens inférieur est défini dans la région de Theniet El Manchar grâce à la présence de: *Mantelliceras (Mantelliceras) mantelli* (Sowerby), *Mantelliceras (Submantelliceras) saxbii* (Sharpe), et dans la région de Hamla sur la base de *Mantelliceras (Submantelliceras) saxbii* et *Thalmaninella globotruncanoides* Sigal.
- Le Cénomaniens moyen à supérieur est identifié sur la base des ostracodes et des grands foraminifères benthiques dans les deux coupes.
- L'espèce *Neolobites vibrayeanus* d'orbigny découvert dans les niveaux marneux de la première formation (exactement l'unité ID): région de Theniet El Manchar, confère à cette dernière un âge Cénomaniens supérieur.
- La limite Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur dans cette région est mise en évidence grâce à l'apparition des filaments; marqueur fiable de cette limite, au niveau des calcaires, (échantillon M38 dans la région de Theniet El Manchar). Dans la région de Hamla cette limite est localisée probablement au niveau de l'échantillon H16" par le seul critère de la quasi-absence de l'ostracofaune, indiquant selon (Andreu, 1992) une nette rupture paléoécologique .

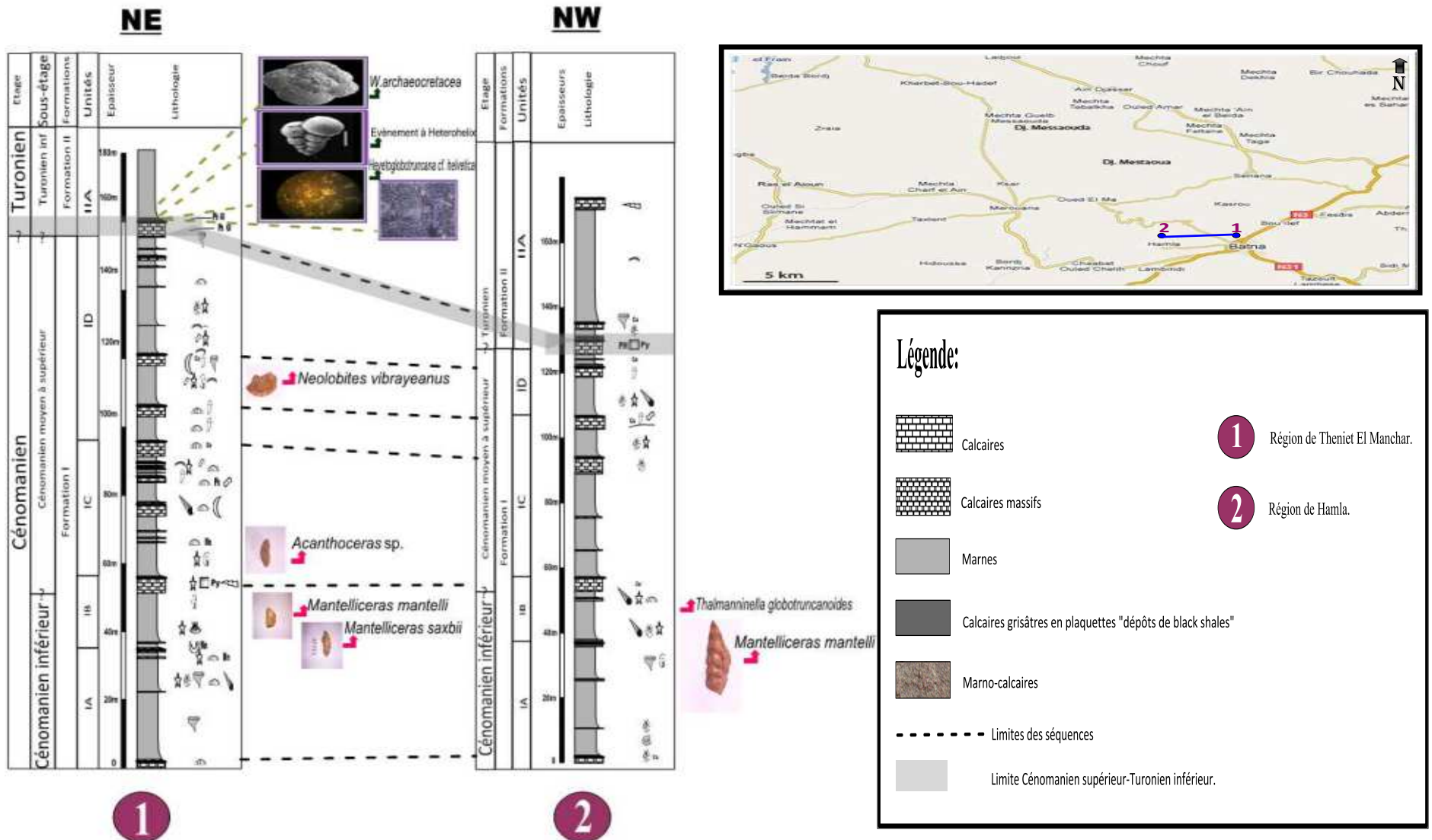
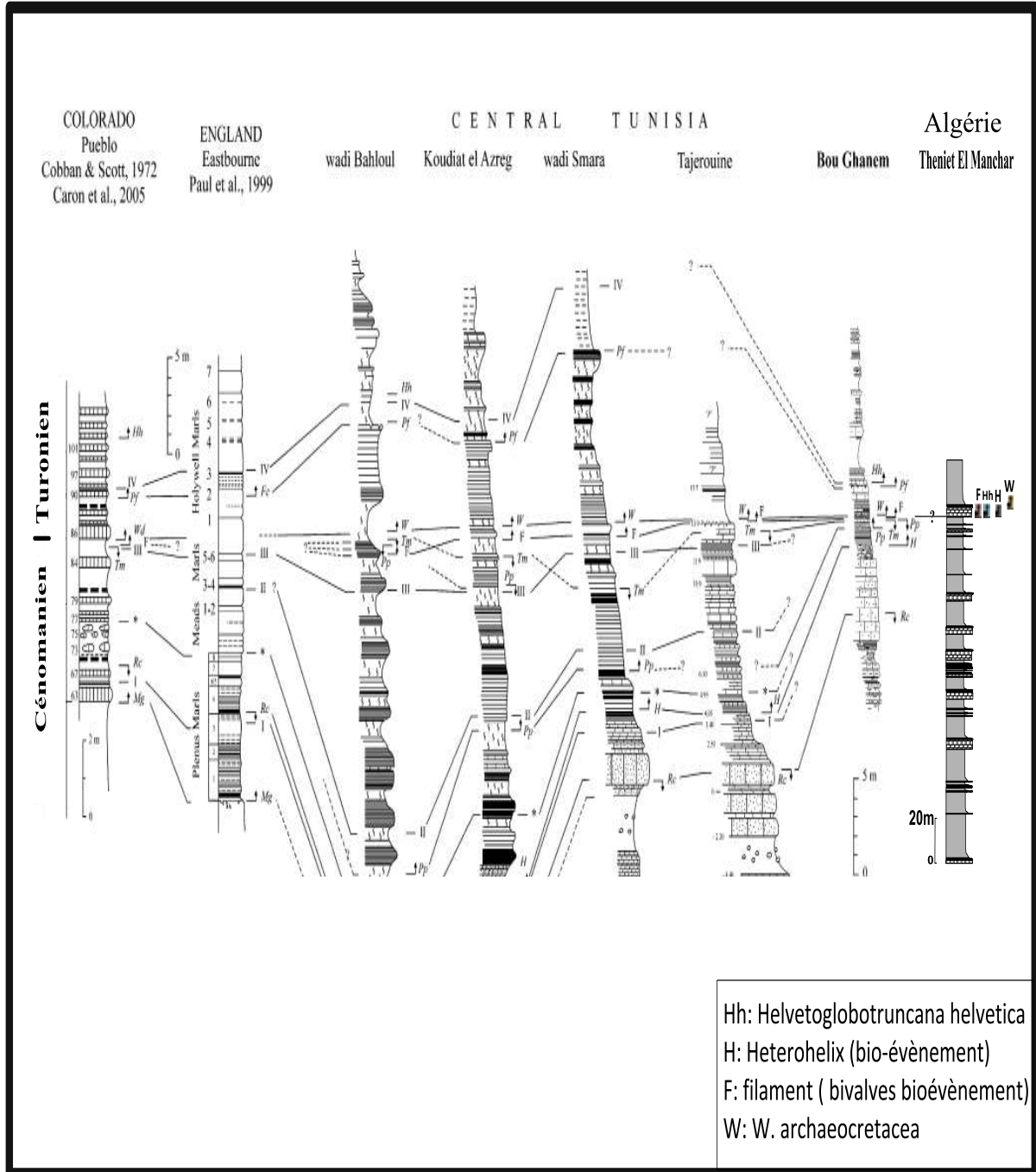


Fig.II.10: Corrélations lithologiques et stratigraphiques entre la coupe de Theniet El Manchar et Hamla.

## II-1- 5- Essai de corrélation avec d'autres contrées:

Les principaux bio-événements identifiés et recensés au passage Cénomano-Turonien de la région de Theniet El Manchar, montrent des affinités avec ceux cités dans les sites de Bou Ghanem, Tunisie centrale, d'Eastbourne, Angleterre, et de Pueblo, Colorado (voir fig. II.11).



**Fig. II.11** : Corrélation des bio-événements de la limite Cénomano-Turonien de la coupe de Theniet El Manchar avec le site de Bou Ghanem, et autres sites de Tunisie centrale d'Angleterre et du Colorado.

## II-1-6- Conclusion:

L'étude litho-biostratigraphique des deux coupes du Monts Bellezma-Batna a permis de définir, deux formations:

La première formation recouvre le Cénomaniens inférieur, le Cénomaniens moyen à supérieur, et le passage Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur. La deuxième formation est marquée par une sédimentation essentiellement marneuse mentionne une association significative du Turonien inférieur.

Les différents outils paléontologiques et micropaléontologiques utilisés pour l'étude stratigraphique ont permis de caractériser approximativement la limite Cénomano-Turonienne.

- Le Cénomaniens inférieur est défini sur la base des ammonites: *Mantelliceras (Mantelliceras) mantelli* (Sowerby), et *Mantelliceras (Submantelliceras) saxbii* (Sharpe)
- La limite Cénomaniens inférieur-Cénomaniens moyen est identifiée grâce à la présence d'*Acanthoceras* sp., et l'apparition des grands foraminifères benthiques marqueurs du Cénomaniens moyen .
- La limite Cénomaniens moyen-Cénomaniens supérieur reste encore énigmatique, en raison d'un échantillonnage pas trop serré.
- La corrélation effectuée entre les deux coupes montre une certaine analogie dans les caractéristiques lithologiques et paléontologiques avec une variation d'épaisseur du NE au NW, s'explique par des ablations de termes des séquences de Hamla et à la réduction d'épaisseur de la série; l'expression d'une tectonique dominée par des biseaux et discordances progressives en liaison avec l'eustatisme, suggère qu'elle correspond à des phénomènes de basculement du substratum de dépôt lors de certaines phases tectoniques (Herkat, 1999).

## Partie 2:

# *ETUDE GÉOCHIMIQUE*

*II-2-1-Analyse des données géochimique dans les Monts de Bellezma-Batna.*

*II-2-1-1-Sur le plan minéralogique.*

*II-2-1-2-Sur le plan organique.*

*II-2-2-Interprétation des résultats et discussion.*

*II-2-3-Conclusion.*

## II-2-1-Analyse des données géochimiques dans les Monts de Bellezma-Batna:

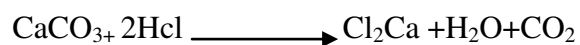
### II-2-1-1- Sur le plan minéralogique:

#### II-2-1-1-1-Dosage des carbonates:

L'étude de l'enregistrement sédimentaire par les méthodes liées à la géochimie inorganique étant réalisée à l'université de Tébessa (laboratoire de géologie) ont permis une détermination plus ou moins fine du taux de carbonates qui caractérise les termes géologiques d'âge Cénomano-Turonien.

#### ➤ *Matériel et méthode:*

Nous avons utilisé la méthode de la calcimétrie dont le principe est de déterminer le pourcentage en carbonates de calcium sur 0,5 g d'échantillon sec, réduit en poudre, puis à l'attaquer à l'acide chlorhydrique (10%) à froid jusqu'à l'élimination totale de carbonate de calcium. L'agitation du mélange de temps en temps facilite la réaction que l'on peut exprimer de la manière suivante:



Le temps nécessaire pour une décarbonatation complète dépend du type de la roche.

#### ➤ *Résultats:*

La base des séries étudiées est caractérisée par des niveaux marneux à rares intercalations de calcaires. Vers le sommet, ces derniers sont bien développés. Les bancs de calcaires et de calcaires marneux deviennent plus fréquents et plus épais. Le taux de  $\text{CaCO}_3$  sera quantifié et permettra d'obtenir une courbe d'évolution pour l'intervalle Cénomaniens-Turonien (**Fig. II.12 et II.13**).

La calcimétrie d'une soixantaine d'échantillons a donné ces résultats:

La région de Theniet El Manchar est caractérisée par une moyenne en  $\text{CaCO}_3$  égale à 42,62% pour environ 34% des échantillons meubles témoignant sur le plan pétrographique leur appartenance à la catégorie des marnes, environ 2% à la catégorie des argiles (présentant un taux de  $\text{CaCO}_3$  égale à 11,6%), environ 5% à la catégorie des calcaires marneux (présentant un taux en  $\text{CaCO}_3$  supérieur à 65%) et 59% à la catégorie de calcaires (avec une moyenne de 80, 64% en  $\text{CaCO}_3$ ).

- La région de Hamla est caractérisée par une moyenne en  $\text{CaCO}_3$  égale à 39,22% pour environ 23% des échantillons meubles (les marnes), environ 18% à la catégorie des marno-calcaires (présentant une moyenne de 60% en  $\text{CaCO}_3$ ), et environ 59% à la catégorie des calcaires (avec une moyenne de 80,07% de  $\text{CaCO}_3$ ).
- L'ensemble des résultats est consigné sur la figure: 1 et 2, planche: 3 [Première annexe].

### II-2-1-2-Sur le plan organique:

#### II-2-1-2-1-Dosage du carbone organique total: (COT)

Le dosage du carbone organique total a été réalisé au niveau du Centre d'Etudes et de Recherches appliquées au Développement de la wilaya de Tébessa par Mr Boulahbel (chimiste). La méthode utilisée est expliquée ci-dessous:

##### ➤ *Matériel et méthode:*

- ✓ Opérer sur la terre broyée jusqu'à passage au tamis 60 (ouverture 0.250 mm);
- ✓ Prise d'essai: 1g (moins de 30 mg de carbone organique);
- ✓ Introduire dans un ballon de 150 ml muni d'un réfrigérant ascendant;
- ✓ Ajouter: 10 ml de  $\text{Cr}_2\text{O}_7\text{K}_2$  à 8%.  
15 ml de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  pur ( $d=1,83$ ).
- ✓ Porter à l'ébullition sur plaque chauffante;
- ✓ Maintenir l'ébullition 5minutes à partir de la première goutte de condensation, refroidir à l'air libre;
- ✓ Transvaser dans un ballon jaugé de 200ml, et laver avec 150 ml d'eau distillée;
- ✓ Refroidir dans un courant d'eau ou à l'air et ajuster à 200 ml laisser reposer;
- ✓ Prélever 20 ml, ajouter 5 ml d'une solution à 3% de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  pur et ajouter 20 ml d'eau distillée)
- ✓ Titrer en agitant constamment avec une solution de sel de Mohr 0,2N (78.44g de sel de Mohr pur et 20 ml de  $\text{SO}_4\text{H}_2$  par litre de solution, la mettre dans un flacon brun et vérifier fréquemment le titre)
- ✓ Procéder à un essai témoin en remplaçant la terre par un peu de sable calciné.
- ✓ *Calcul:*

Soit N exprimé en ml de solution de sel de Mohr, la différence entre le dosage témoin et le dosage sur le sol:

la teneur en C organique du sol est: 0.615. Nmg dans la prise d'essai (100mg).

**Remarque:**

- S'il n'y a pas un excès suffisant de Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>K<sub>2</sub>, recommencer l'opération en réduisant la prise d'essai.

**Résultats:**

Le taux de COT est élevé dans les niveaux Bahloul typiques, mais dans notre région d'étude aucune croissance particulière n'est constatée:

**Dans la coupe de Theniet El Manchar:** le taux de COT montre une moyenne égale à 0,064%, les teneurs en COT varient entre 0,037% et 0,100% .

**Dans la coupe de Hamla "Dj Sabaoune":** le taux de COT montre une moyenne égale à 0,070%, les teneurs en COT varient entre 0,060% et 0,085% .

- L'ensemble des résultats est consigné sur la figure: 3et 4, planche: 4 [Première annexe].

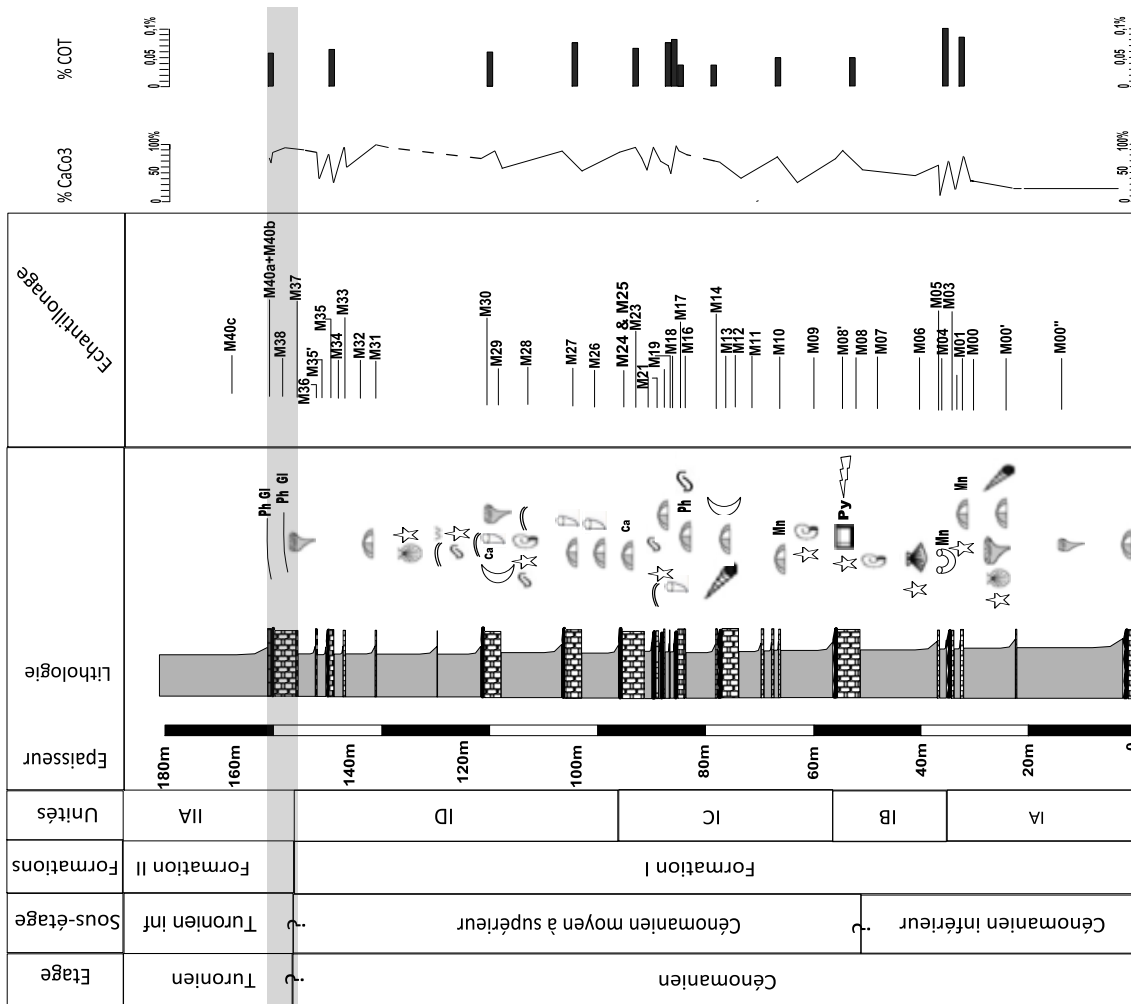


Fig.II.12: Coupe de Theniet El Manchar. Variation des paramètres géochimiques.

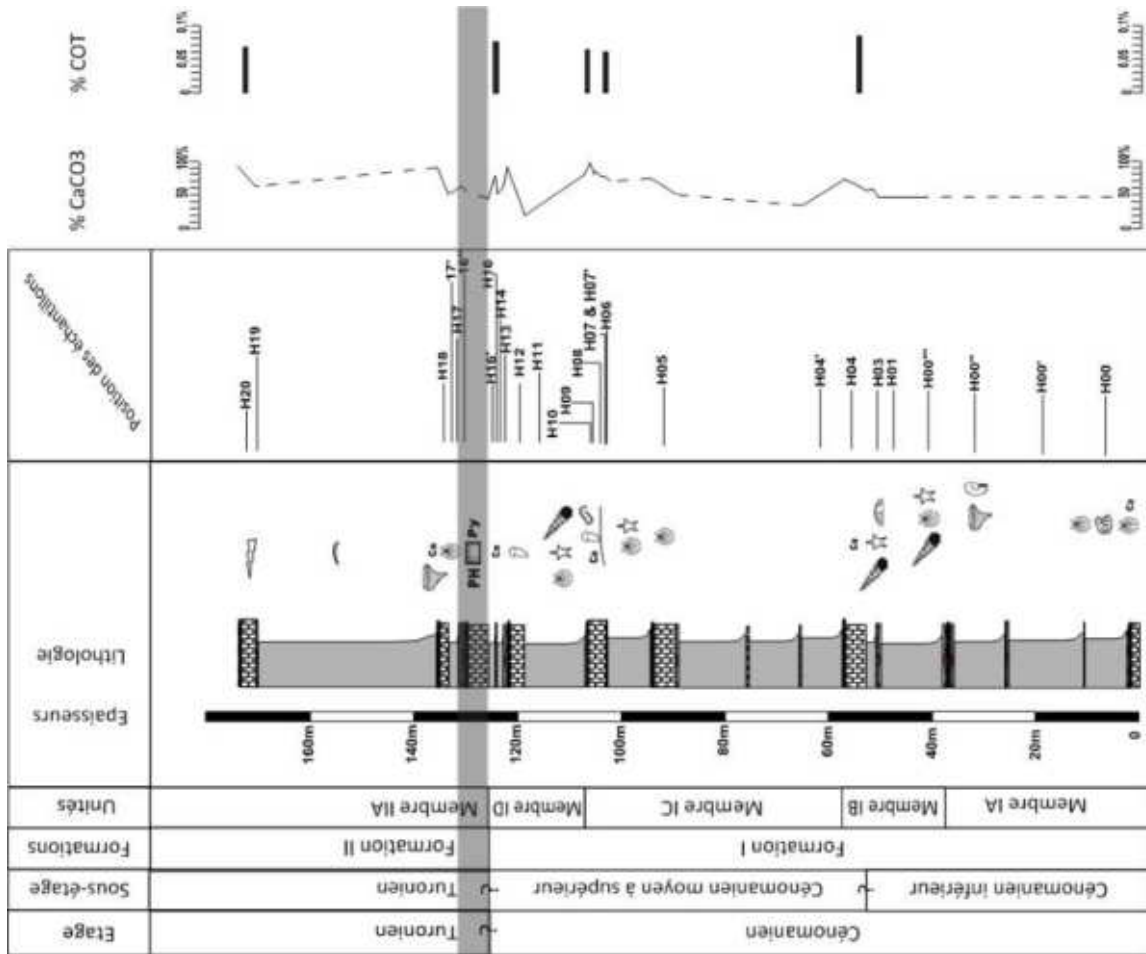


Fig.II.13: Coupe de Hamla. Variation des paramètres géochimiques.

## II-2-2-Interprétation des résultats et discussion:

L'étude de  $\text{CaCO}_3$  dans les roches a permis d'identifier et d'affirmer la nature du faciès, en vue de faciliter l'interprétation des environnements de dépôt, de suivre leurs variations et leurs évolution spatio-temporelle.

L'importance de l'outil stratigraphique et les renseignements déduits de l'étude calcimétrique, nous a permis d'apporter une précision sur la limite Cénomaniens-Turonien, qui est repérée au niveau de l'échantillon **M38** sur la coupe de Theniet El Manchar, marquée par l'apparition des filaments, avec un pourcentage élevé de  $\text{CaCO}_3$ .

Le contenu en COT dans les deux coupes est très faible, il est montré par un pourcentage égal à 0,056% dans la formation bahloul.

En Tunisie, et à la limite supérieure de la formation correspondant au passage des faciès calcaires du Bahloul, le taux de  $\text{CaCO}_3$  présente 80% en moyenne, et 60% de  $\text{CaCO}_3$  en moyenne à des faciès marneux (Abdallah et al.2000).

En Tunisie centrale (Région de Kalaat Senan): le COT (carbone organique total) montre un taux élevé, de 1% à plus de 2% dans la formation bahloul et plus de 1,5% dans la partie basse du Cénomaniens inférieur (selon FRANCIS ROBASZYNSKI et al. 1994).

Et sur la bordure interne de la plate forme sud téthysienne: les teneurs en carbone organique total varient de 0,6 à 6,2% avec une moyenne de 2,8%. Elles sont tout à fait comparable aux données antérieurement publiées sur la même zone géographique [ Herbin et al., 1986; Layeb et Belayouni, 1989; Ben Ferjani et al., 1990]. Ces teneurs sont supérieures à celles trouvées dans notre région d'étude.

### **II-2-3-Conclusion:**

Les environnements faiblement oxygénés, voire anoxique, sont favorables à la préservation (même provisoire) de la matière organique. Les résultats que nous avons obtenus dans notre région d'étude témoignent probablement d'un milieu de dépôt moins profond par rapport à celui de Tunisie et de la bordure interne de la plate forme sud téthysienne. De ce fait des analyses isotopiques du Carbone sont vivement recommandées pour lever toute ambiguïté.

# Chapitre III :

## ANALYSE

### PALÉOENVIRONNEMENTALE DES

### COUPES ÉTUDIÉES ET SON

### IMPLICATION DANS LA

### PALÉOGÉOGRAPHIE

## Introduction:

Tout au long de cette étude, il est apparu indispensable de tester la continuité de l'enregistrement sédimentaire car les corrélations à hautes résolutions pouvant être potentiellement biaisées par la présence de hiatus à grande ou petite échelle.

En l'absence de certains indices sur le terrain, il est essentiel de coupler plusieurs signaux afin d'obtenir un schéma de corrélation avec une résolution plus ou moins fine.

Cette étude a permis de mener une réflexion sur l'influence qu'avait certains facteurs sur la distribution des différentes associations et donc l'interprétation des motifs d'agencement et de succession des faciès sédimentaires en terme d'environnement de dépôt et de paléogéographie. Cette approche, qui constitue l'un des piliers de la stratigraphie séquentielle.

La limite Cénomaniens/Turonien correspond à une discontinuité sédimentologique et paléocéologique d'ampleur régionale pour l'aborder, nous développerons dans ce chapitre les points suivants:

- ☞ Le cadre sédimentologique;
- ☞ Les séquences de dépôts;
- ☞ Une approche qualitative et quantitative des bio-associations qui permet d'apporter des renseignements sur les variations du niveau marin.
- ☞ L'appréciation de l'évolution de l'environnement au cours de cette période et la détection des événements qui ont conduit à la production de cette crise anoxique.

# Partie 1:

## ETUDE SÉDIMENTOLOGIQUE

III-1- 1-Faciès de dépôt et paléoenvironnements.

III-1-1-1-Introduction.

III-1-1-2-Les microfaciès standards de Wilson.

III-1- 2-L'analyse microfaciologique détaillée de la région d'étude.

III-1-2-1- Caractérisation des microfaciès types et interprétation de paléoenvironnements.

III-1-2-2- Reconstitution du paléopaysage: le modèle sédimentologique.

III-1-3-Organisation séquentielle des dépôts étudiés.

III-1-3-1- Introduction à l'interprétation séquentielle des coupes.

III-1-3-2- Stratigraphie séquentielle.

Conclusion.

## III-1- 1-Faciès de dépôt et paléoenvironnements:

### ***III-1-1-1-Introduction:***

L'étude sédimentologique et microfaciologique de détail a conduit à l'élaboration d'un modèle d'agencement de microfaciès et permis également de mieux comprendre l'évolution verticale des milieux de dépôts. L'analyse de deux coupes dans cet intervalle "Cénomano-Turonien" permet enfin de connaître précisément l'importance des variations latérales de faciès.

### **-Faciès sédimentaire et processus de dépôt:**

#### ***Notion de faciès sédimentaire:***

Un faciès sédimentaire correspond à la description de l'ensemble des caractères lithologiques et paléontologiques caractérisant une roche sédimentaire [Gressly, 1838]. Cette notion fait donc appel à l'observation :

- De critères lithologiques tels que la composition pétrographique, la minéralogie, la granulométrie et la texture (lithofaciès) ;
- D'indicateurs biologiques comme les assemblages de fossiles ou la présence de bioturbations (biofaciès) ;
- De marqueurs hydrodynamiques enregistrés par des structures sédimentaires comme les litages ou les laminations.

#### **-Microfaciès:**

Le microfaciès englobe l'ensemble des caractères sédimentologiques et paléontologiques visibles en lames minces, en peels ou en tranches à l'aide du microscope optique ou de la loupe binoculaire (FLÜGEL, 1982). L'analyse des sédiments au microscope permet une meilleure définition du contenu fossilifère, des structures sédimentaires et notamment des caractères diagénétiques.

Palaeogeographic domains	Deposit zones	Facies	Environments
Zibans High	Restricted deposits	(I-IV) Laminated limestones (I-IV) Microcrystal. dolomites (I-III) Evaporites (gypsum) (I) Dissolution breccias	Tidal flats Salt lagoons
	Shallow-water deposits	(II) Pelletoidal / oolitic limestones (I-II) Porcelaneous benthic foraminifer limestones (I-II) Rudist limestones (I-III) Bivalve and echinid marls	Tidal channels Lagoons Subtidal zone
Oulad Nail Basin & Preatlasic zone	Restricted deposits	(I-IV) Laminated limestones (I-II) Evaporites (gypsum) (I-II) Dissolution breccias	Tidal zone Salt Lagoons
	Shallow-water deposits	(I-III) Porcelaneous benthic foraminifer limestones (I-III) Bivalve and echinid marls	Lagoons Subtidal zone
	Deeper-water deposits	(II) Planktonic calcisphere and ophiurid limestones	Deep ramp
Hodna Basin	Shallow-water deposits	(III & IV) Sandstones and conglomerates (I) Rudist bioherms (I) Benthic foraminifers (I-IV) Bivalve marls	Littoral Lagoons Subtidal zone
	Deeper-water deposits	(I-II) Planktonic foraminifer marls and limestones	Deep ramp
Aurès Basin	Proximal ramp	(I) Stromatolite limestones (I-II) Pelletoidal / oolitic limestones (I-II) Rudist limestones	Tidal zone Shoals / Banks in subtidal zone
	Median ramp	(I-IV) Bioclastic limestones bearing oyster, inoceram, large benthic foraminifer and bryozoan fragments (I) Agglutinated foraminifer limestones and marls (I-IV) Echinid , bivalve and ammonites marls (I-II) Planktonic calcisphere and ophiurid limestones (IA-IIA) Globulous planktonic foraminifer and benthic foraminifer marls	Subtidal zone Deep ramp
	Distal ramp	(I-IV) Echinid and ammonite marls (I-IV) Globulous planktonic foraminifer marls	Subtidal zone Deep ramp
	Ramp / basin transition and basin	(III-IV) Chalk beds (I-II) Planktonic foraminifer marls (I-IV) Ammonites marls and limestones	Deep ramp to bathyal zone
Bellezma Preatlasic zone	Shallow-water deposits	(I-II) Rudist limestones (I-II) Benthic foraminifer limestones	Subtidal zone
	Deeper-water deposits	(I-IV) Planktonic and benthic foraminifer marls	Deep ramp
Chebket Es Sellaoua	Shallow-water deposits	(I-IV) Echinids and bivalve marls III & IV) Conglomerates	Subtidal zone
	Deeper-water deposits	(I-IV) Ammonite marls and limestones	Deep ramp to bathyal zone
Constantinois Mole (Isolated Platform)	Shallow-water deposits	(I-II) Rudist limestones (I-IV) Benthic foraminifer limestones	Subtidal zone

Megasequences : I: Latest Albian to Cenomanian, II: Turonian, III: Coniacian to Santonian, IV: Campanian to Maastrichtian

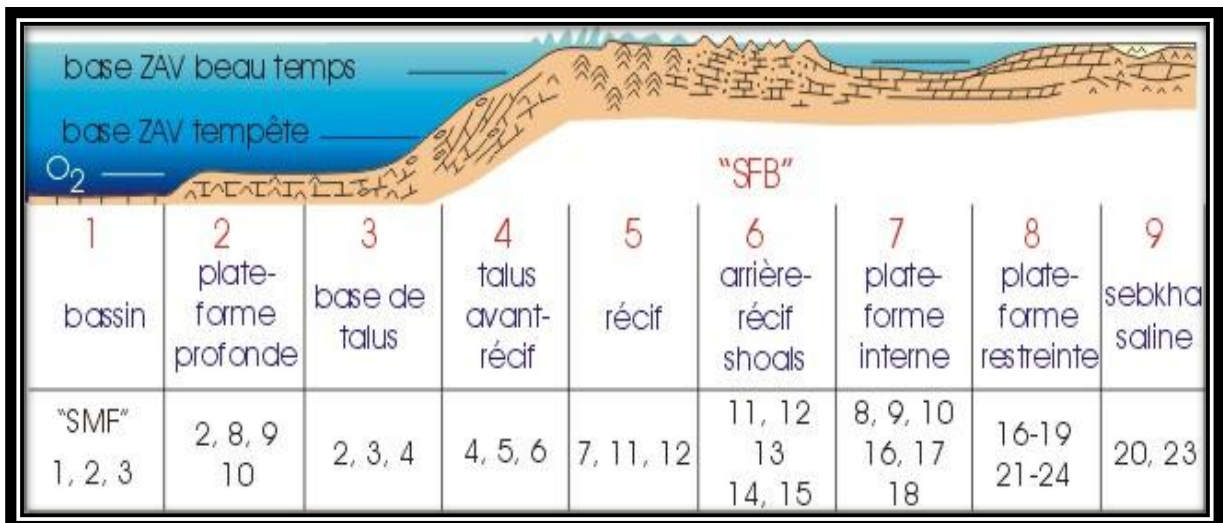
**Fig. Tab.1.** Successions de faciès et environnements des principales zones paléogéographiques dans les bassins d'Algérie orientale (Herkat. M & Guiraud. R, 2006).

### III-1-1-2-Les microfaciès standards de Wilson:

#### -Le modèle de plate forme carbonatée :

Afin d'une part d'arriver à une plus grande objectivité et homogénéité dans la description sédimentologique et d'autre part de faciliter l'interprétation des paléoenvironnements, un certain nombre d'auteurs ont proposé une série de "microfaciès standards", localisés dans un modèle général de plate-forme carbonatée.

Le plus connu et le plus utilisé de ces modèles est celui de Wilson (1975), basé sur 24 "standard microfaciès types" ("SMF"), intégrés dans un système de neuf ceintures de faciès ("standard faciès blets", "SFB") correspondant à des grands environnements de dépôt: "bassin (SFB1)-open sea shelf (SFB2)-deep shelf margin (SFB3)-foreslope (SFB4)-organic buildup (SFB5)-winnowed edge platform sands (SFB6)-shelf lagon, open circulation (SFB7)-shelf and tidal flats, restricted circulation (SFB8)-sabkhas with évaporites salinas (SFB9)". Voici ces microfaciès, avec successivement leur abréviation, leur nom et éventuellement une brève description et enfin, la ceinture de faciès où ils peuvent être observés (**Fig. III.1**).



**Fig. III. 1:** Microfaciès standards "SMF" et ceintures de faciès "SFB" de Wilson (1975) (hauteurs fortement exagérées).

- SMF1: spiculite : mudstones ou wackestones argileux sombres, riches en matière organique et/ou spicules d'éponges. SFB1, bassin.
- SMF2: packstones microbioclastiques: grainstones et packstones à très petits bioclastes et péloïdes. SFB1, SFB2, SFB3.
- SMF3: mudstones et wackestones à organismes pélagiques (exemple: globigérines, certains lamellibranches, etc.). SFB1, SFB3.

- SMF4: microbrèche ou packstones à lithoclastes et bioclastes: mono- ou polymictique; peut inclure également du quartz ou chert. SFB3, SFB4, avant- talus.
- SMF5: grainstones/packstones ou floatstones à éléments récifaux; géopètes et structures d'ombrelle dus à l'infiltration de sédiments fins. SFB4, flanc récifal.
- SMF6: rudstones à éléments récifaux; gros fragments de constructeurs, peu de matrice. SFB4, talus d'avant- récif.
- SMF7: boundstone: organismes constructeurs en position de vie. SFB5, environnement de haute énergie, récif.
- SMF8: wackestones et floatstones avec fossiles bien conservés, quelques bioclastes. SFB2, SFB7, plate-forme ou lagon ouvert, sous la zone d'action des vagues.
- SMF9: wackestones bioclastiques bioturbés; les bioclastes peuvent être micritisés. SFB2, SFB7, plate-forme ouverte peu profonde, près de la zone d'action des vagues.
- SMF10: packstones/wackestones avec bioclastes dégradés et encroûtés. SFB2, SFB7, grains provenant d'environnements à forte agitation, déposés en milieu calme.
- SMF11: grainstones à bioclastes encroûtés. SFB5, SFB6, corps sableux dans la zone d'action des vagues, éventuellement en bordure de plate-forme.
- SMF12: grainstones/packstones/rudstones bioclastiques, avec prédominance de certains types d'organismes (crinoïdes, bivalves, dasycladales,...). SFB5, SFB6, bordure de plate-forme.
- SMF13: grainstones à oncoïdes et bioclastes. SFB6, agitation assez importante, profondeur très faible.
- SMF14: "lags": grains dégradés et encroûtés, localement mélangés à des oolithes et des péloïdes, voire des lithoclastes; phosphates, oxydes de fer. SFB6, accumulation lente de matériaux grossiers dans des zones agitées.
- SMF15: grainstones à oolithes, à stratification entrecroisée. SFB 6, bancs, dunes, cordons oolithiques en milieu agité.
- SMF16: grainstones à péloïdes, souvent mélangés à quelques bioclastes (ostracodes, foraminifères,...). SFB7, SFB8, environnement très peu profond à circulation modérée.

- SMF17: "grapestone": grainstones à grains agrégés (lumps, bahamite), quelques péloïdes, et grains encroûtés. SFB7, SFB8, plate-forme à circulation restreinte, "tidal flats".
- SMF18: grainstones à foraminifères ou dasycladales. SFB7, SFB8, cordons littoraux, chenaux lagunaires.
- SMF19: lofélite: mudstones/wackestones laminaires à péloïdes et fenestrae, passant à des grainstones à péloïdes; ostracodes, quelques foraminifères, gastéropodes et algues. SFB8, mares et lagons à circulation restreinte.
- SMF20 & 21: mudstones à stromatolithes. SFB8, SFB9, mares intertidales.
- SMF22: wackestones à oncoïdes. SFB8, environnement calme, souvent en arrière-récif.
- SMF23: mudstones homogènes, non fossilifères; évaporites possibles. SFB8, SFB9, mares hypersalines.
- SMF24: packstones/wackestones à lithoclastes de micrite non fossilifère. SFB8, "lag deposit" de fond de chenaux tidaux.

## III-1-2-L'analyse microfaciologique détaillée de la région d'étude:

### *III-1-2-1- Caractérisation des microfaciès types et interprétation des paléoenvironnements:*

Chaque sédiment enregistre lors de sa formation, des caractères susceptibles d'orienter et d'aider à la reconstitution du milieu de dépôt. En s'appuyant sur des critères de nature lithologique, pétrographique et biologique.

L'étude des microfaciès, complétant ces critères, donne des informations sur la nature des éléments et l'énergie du milieu. C'est l'une des briques élémentaires de toute étude du système carbonaté. Elle est basée sur l'examen de 33 plaques minces.

Les travaux microscopiques des dépôts couvrant l'intervalle Cénomaniens-Turonien des Monts de Bellezma-Batna, et précisément dans la région de Theniet El Manchar, et Hamla ont conduit à définir les microfaciès suivants:

#### **Microfaciès de bassins:**

Dans la zone d'étude, ils se manifestent au niveau du termes supérieurs de la séquence ID, et à la base de la séquence IIA dans la région de Theniet El Manchar.

➤ **MICROFACIÈS B1:** *biomicrosparite à foraminifères planctoniques* [Ech M38 et M40b].

#### **Description:**

Au moment de la crise du passage Cénomaniens supérieur -Turonien inférieur les faciès de calcaires, et de calcaires marneux de black shales livrent les foraminifères planctoniques suivants:

*Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp., *Heterohelix globulosa*, *Globigerinelloides* sp., *Whiteinella* sp., *Whiteinella baltica*, *Lunatriella* sp., *W. praehelvetica* (TRUJILLO), *Hedetoglobo truncana cf. helvetica* (BOLLI), et *W. archaeocretacea* PESSAGNO. Ils renferment également des foraminifères benthiques calcitiques "Nodosariidés", des calcisphères, et des ostracodes. On observe également une certaine dispersion des filaments avec l'apparition de la glauconie. La texture est packstone, les éléments figurés constituent a peu près 50-55% du volume. Le phénomène de la ferruginisation est intense [Photo III.1].

**Signification paléoenvironnementale:**

-Le taux élevé et l'épanouissement de foraminifères planctoniques indiquent un milieu marin assez ouvert.

Et d'après Robaszynski et *al.* (1994), l'abondance des filaments dans les microfaciès, accompagné de l'augmentation des foraminifères planctoniques témoigne d'un indice d'océanité croissante, qui permet de préciser la position de certains intervalles transgressifs.

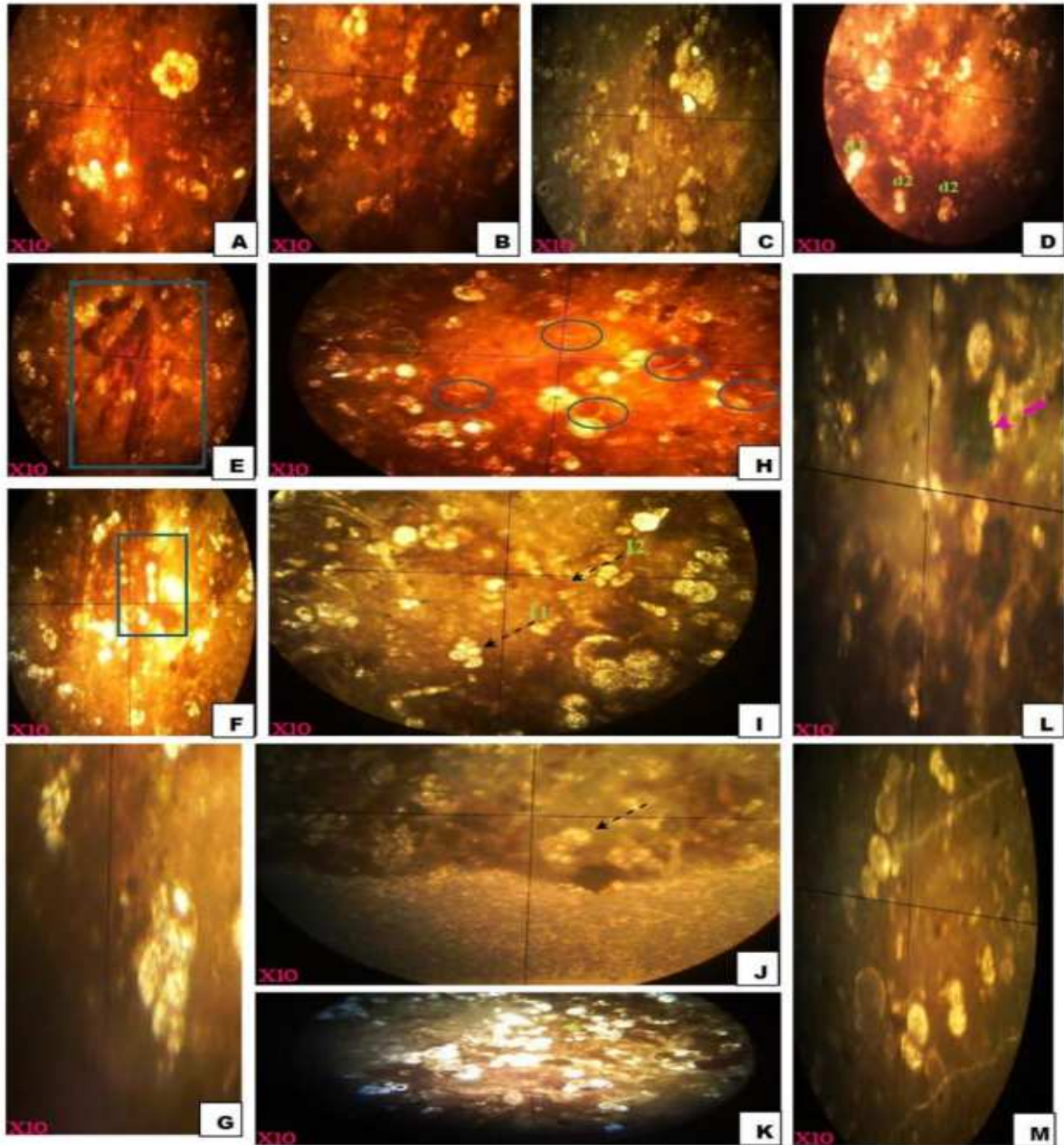
-Le foisonnement des filaments dans les calcaires à faciès pélagiques correspond à des épisodes de prolifération larvaire de ces bivalves en périodes de disaérobie prononcée, pendant lesquelles ils envahissent les milieux riches en nutriments (SAVRDA et al., 1991- SAGEMAN et al., 1991- ROBASZYNSKI et al., 1993).

-La présence de la glauconie est un synonyme d'un milieu marin, de profondeur de 50 à 500m [peut être jusqu'à 1000m].

-Ce faciès évoque celui décrit sous le nom de Bahloul en Tunisie (BUROLLET, 1970) et qui est décrit en détail dans les travaux récents de ROBASZYNSKI et al. (1990- 1993).

-La présence de périodes dysaérobiques permettant l'installation de brèves périodes de vie benthique au cours d'anoxie et donc l'existence des phases de bioturbations.

-L'intensité de la ferruginisation indique un ralentissement ou un arrêt de la sédimentation.



**Photo.III.1:** Microfaciès de bassin:

**A.** *Whiteinella* sp., **B.** *Hétérohélix* sp. et *Hedbergella* sp., **C.** *Hedbergella* sp., **D.** **d1.** Nodosariidés, **d2.** *Globigerinelloides?* sp. avec d'autres sections de foraminifères planctoniques, **E.** Une intense ferruginisation ( Ech M38), **F.** Nodosariidés, **G.** Section axiale d'*Hétérohélix globolusa* (Ehrenberg), **H.** Filaments, **I.** **II.** *Hétérohélix* sp., **I2.** Phosphates, **J.** Globigérinidés?, **K:** Glauconie associée à des filaments, **L:** Glauconie **M.** *Globigerinelloides?* sp. et *Globigerinelloides?* sp.

**Microfaciès externes distaux: [Photo III.2].**

➤ ***MICROFACIÈS EXD1: biomicrite à Echinides*** [Ech M01, et M03].

**Description:**

C'est un calcaire grisâtre à oursins et huîtres formant un banc de 0,8m. Le microfaciès représente une abondance particulière des échinides. Les ostracodes et les foraminifères benthiques sont présents mais avec des proportions très faibles. La texture est mudstone, le taux des éléments figurés est inférieur à 10%.

**Signification paléoenvironnementale:**

- Ce microfaciès correspond à un milieu plus ou moins ouvert et profond comme en témoigne la proportion élevée des échinides et le caractère micritique de la phase de liaison. Il se place donc dans la zone distale de la plate forme externe.

➤ ***MICROFACIÈS EXD2: biomicrite à Annélides et Huîtres*** [Ech M08' et M10].

**Description:**

Ce faciès se dépose au dessus des marnes à ammonites et oursins, il est caractérisé par la présence des annélides, des huîtres, des bryozoaires, des échinides (radioles d'oursins et plaques d'échinodermes), des débris d'ostracodes, des débris d'algues calcaires: *Likanella hammudai* RADOICIC, 1975, des gastéropodes, et de quelques rares foraminifères benthiques: *Cyclolina* sp., et *Pseudolituonella reichli* (Marie). La texture est wackstone, le pourcentage des éléments figurés est de 20 à 25%. Les annélides ici constituent le groupe de microfossiles le plus abondant, suivi par les huîtres.

**Signification paléoenvironnementale:**

- Le taux des éléments figurés, la texture, l'importance de la matrice micritique, reflètent un milieu plus ou moins profond de basse énergie. Il est probablement déposé dans un environnement moins externe que EXD1, suite à la présence des ostracodes et des foraminifères benthiques.

- La présence des annélides suggère une tendance à la lithification des fonds sédimentaires.

- La présence des ammonites dans le faciès précédent affirme l'influence des niches écologiques de faible courant (et donc des milieux de vie relativement calmes).

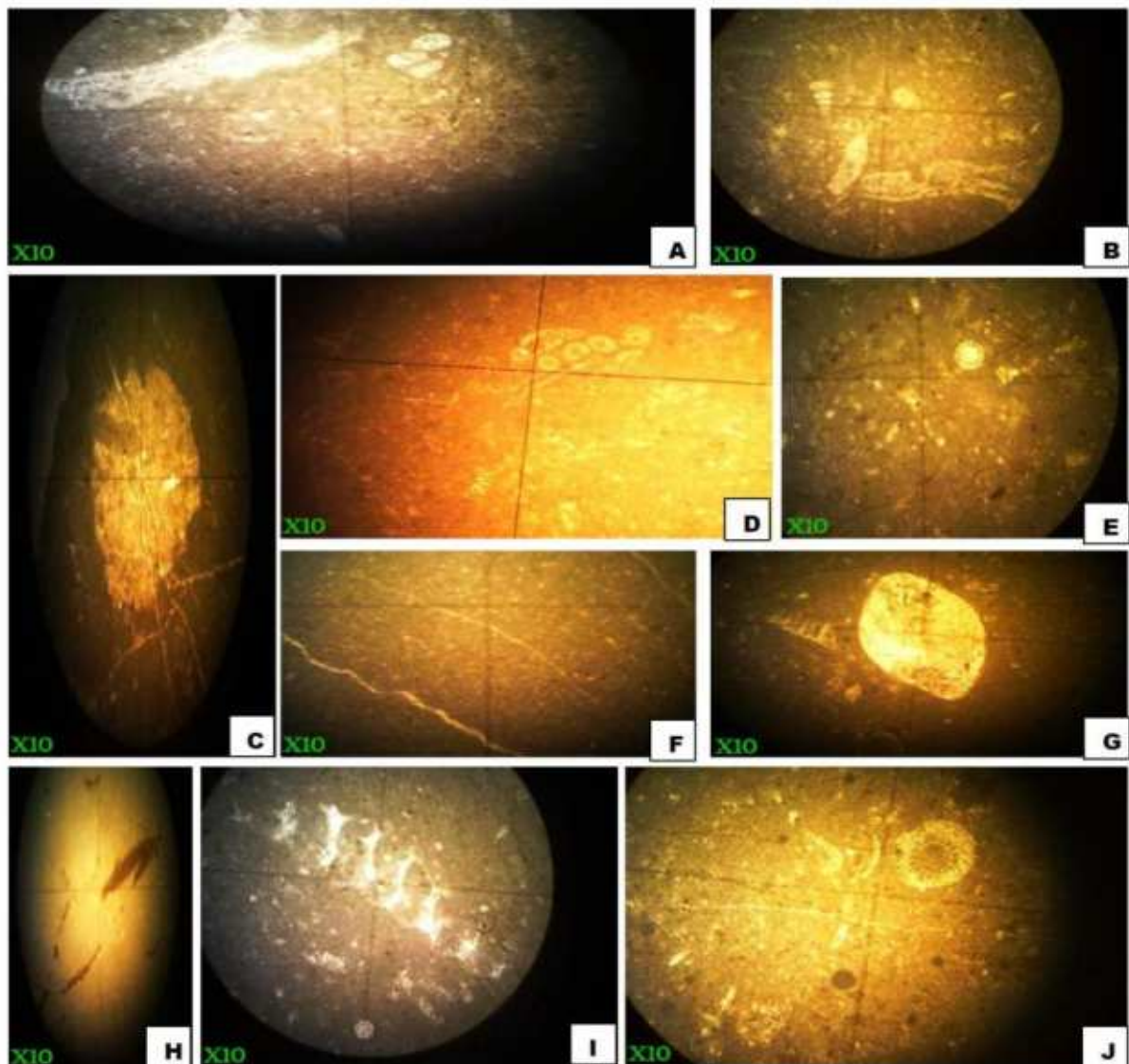
➤ **MICROFACIÈS EXDS: biomicrite à éléments ferrugineux** [Ech M12 et M13].

**Description:**

Il s'agit d'un sédiment dominé par les éléments ferrugineux, en présence des huîtres, des échinides, et des débris d'algues calcaires (*Heteroporella* sp.). La texture est mudstone, le taux des éléments figurés est inférieur à 5% du volume.

**Signification paléoenvironnementale:**

- Ce microfaciès montre très vraisemblablement la présence d'une discontinuité "Hard ground", et donc il s'agit d'un ralentissement où bien d'un arrêt de la sédimentation.
- L'importance de la phase micritique suggère un environnement plus où moins calme.



**Photo.III.2:** Microfaciès externes distaux:

A. Section sub-axiale d'un foraminifère benthique à test agglutiné: stade initial unisériel puis bisériel ,B. *Pseudolituonella reicheli* Marie, C. Débris d'Algues (*Heteroporella* sp.?), D. Annélides, E. Echinide, F. micrite, G. Ostracode, H. Eléments ferrugineux, I. Débris de Bryozoaires. J. *Likanella hammudai* (RADOICIC): section transversale.

**Microfaciès externes proximaux: [Photo III.3 et III.4].**

***MICROFACIÈS EXP1: biomicrite à Echinides " Ophiuridae" [Ech H03 et H04].***

**Description:**

Ce microfaciès correspond à l'affleurement, à des calcaires massifs, il est constitué : d'échinides (Ophiuridae), de lamellibranches, de foraminifères benthiques (*Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC, et Miliolidés), d'éléments ferrugineux et probablement de calcisphères. La texture est mudstone à wackstone qui montre un pourcentage d'éléments figurés de 10 à 15%. Les phénomènes sédimentaires tel que la ferruginisation, la microperforation, et la micritisation sont présents, avec une intensité remarquable de cette dernière.

**Signification paléoenvironnementale:**

-La présence probable des calcisphères, la dominance des échinides " Ophiuridae", l'importance de la boue micritique et l'absence des algues et des rudistes suggèrent un environnement marin de plate forme externe calme, assez ouvert mais peu profond.

-Selon Yahiaoui 1990, la présence des enveloppes micritiques plus ou moins grosses, indique un enfouissement très lent et une évolution assez longue de ce matériel bioclastique sous l'action (probablement) des êtres vivants.

➤ ***MICROFACIÈS EXP2: biomicrite à grands débris d'Huîtres [Ech H05 et H06].***

**Description:**

C'est un microfaciès qui apparaît dans la première formation, il est à tendance plus ou moins carbonatée, et précisément dans la séquence IC. La texture est wackstone, le pourcentage des éléments figurés représente à peu près 15 à 20% du volume. Il se distingue par la présence des débris d'huîtres de grande taille dont les valves sont préservées entières, des gastéropodes, des ostracodes et des échinides. La micro-perforation dans ce microfaciès est plus intense que la ferruginisation.

**Signification paléoenvironnementale:**

- La présence de micro-perforations indique un ralentissement où bien un arrêt de la sédimentation.

- Les perforations sont représentatives de surfaces indurées d'après Claude COLOMBIÉ (2002), elles sont issues des lamellibranches ou des gastéropodes fouisseurs qui entraînent à un enlèvement important d'une partie des valves d'huîtres. Il apparaît donc que les dépôts de

ce microfaciès appartient au milieu marin franc abrité, sans aucune influence de houle. Il correspond probablement à la zone 4 de Wilson (1975).

➤ **MICROFACIÈS EXP3:** biomicrite à Foraminifères benthiques [Ech M19].

**Description:**

La texture est wackstone, les éléments figurés représentent de 30 à 35% du volume. Parmi lesquels on distingue: des foraminifères benthiques : *Textulariella* sp., *Pseudorhopydionina* sp., *Praesorites* sp., *Valvulammina* sp., *Pseudolituonella reicheli* (Marie), des petits foraminifères calcaires: *Lenticulina* sp. et *Gavelinella* sp., des débris de bryozoaires, des débris d'huîtres, des ostracodes, des échinides, et des débris d'algues calcaires (*Heteroporella* sp.). Il y a également des phénomènes sédimentaires de forte intensité: la micro-perforation et la ferruginisation.

**Signification paléoenvironnementale:**

La présence de foraminifères benthiques à test calcaires et d'ostracodes nous permet de placer ce microfaciès en milieu de dépôts de mer peu profonde.

➤ **MICROFACIÈS EXP4:** biomicrite /biomicrosparite à débris de Lamellibranches [Ech M16, M17, et M20].

**Description:**

Ce sont des calcaires lumachelliques, ils sont constitués surtout de débris de lamellibranches, en présence d'échinides, d'annélides, d'un débris de corail, de foraminifères benthiques agglutinés et porcelanés, d'algues rouges, d'éléments ferrugineux, de pellets, phosphates, et d'intraclastes.

La texture est wackstone à packstone, le pourcentage des éléments figurés est de l'ordre de 35 à 50% du volume, ils sont en position de vie. L'effet des phénomènes d'encroûtements, de la micritisation qui engendrent un faciès à péloïdes de forme elliptique et parfois sub-sphérique, de la ferruginisation, et de la micro-perforation (bio-érosion) est très remarquable au niveau de ce microfaciès.

**Signification paléoenvironnementale:**

- Ce microfaciès a subi à une intense micritisation qui témoigne d'un milieu relativement calme, mais grâce à la présence d'algues rouges et d'un débris de corail, il correspond très vraisemblablement à la zone infratidale moyenne.

- Le passage progressif de wackstone à packstone est interprété comme un indicateur d'une diminution de la profondeur et d'une augmentation de l'agitation de l'eau (Yahiaoui,1990).
- Les foraminifères du sous-ordre Miliolina sont ubiquistes. Ils apparaissent seuls ou associés à des organismes euryhalins dans des milieux restreints et/ou occasionnellement émergés.
- Suite à l'apparition et la prolifération du phosphate soit à l'échelle macroscopique ou bien microscopique, ce microfaciès représente la zone de transition entre la plate forme et le bassin. Et selon Herkat (1999) les débris de lamellibranches sont fréquents au passage de la zone infralittorale à la zone circalittorale.

➤ **MICROFACIÈS EXP5:** biomicrite à *Echinides* et *Lamellibranches* [Ech M21 et M23].

**Description:**

Ce sont des calcaires laminés grisâtres à grains moyens biogènes phosphatés fissurés et ferrugineux. Ce microfaciès apparaît dans la séquence IC, et se distingue par la présence des éléments figurés suivants: lamellibranches, échinides (*Ophiuridae*), foraminifères benthiques (bisériés, et *Gavelinella* sp.), gastéropodes et algues.

La texture est wackstone. Un encroûtement significatif affecte la périphérie des bioclastes, le support de cet encroûtement est le plus souvent une coquille de bivalve.

**Signification paléoenvironnementale:**

La prédominance des échinides, et l'apparition des phénomènes d'encroûtements témoignent d'un milieu plus ou moins profond, mais à cause de la présence des algues, et des formes benthiques à test calcaires, ce microfaciès correspond à un milieu de plate forme externe proximale moyennement agité.

➤ **MICROFACIÈS EXP6:** biomicrite à *Rudistes "Radiolites"* [Ech M24].

**Description:**

Il s'agit des calcaires à rudistes "*Radiolites* sp.", les huîtres sont présentes mais elles sont très rares. La taille des rudistes est très importante au niveau de la région de Theniet El Manchar.

Dans la région de Hamla, les rudistes sont de petites tailles. La texture est wackstone, l'effet de la ferruginisation est bien montré dans ce microfaciès.

**Signification paléoenvironnementale:**

D'après Yahiaoui 1990, les faciès à rudistes appartiennent au milieu infratidal de salinité normale, peu profond et d'énergie modérée à faible . L'aire de dépôt est très proche de la zone productrice (biostrome). Quand à l'origine de Radiolites, il proviendrait du démantèlement de bioconstructions (biostromes) à rudistes, sous l'action d'organismes perforants (algues, bivalves, gastropodes) et de courants ou de vagues de faible intensité. La bioérosion ou la biodégradation des biostromes joue un rôle très important dans la formation des sédiments bioclastiques (Philip 1972 et 1979 ; Bein 1976). Selon Herkat (1999), les récifs<sup>5</sup> à rudistes se développent nettement vers la marge externe de la plate-forme proximale.

- L'absence d'accumulations biodétritiques sur les flancs tels qu'on les connaît dans les bioconstructions du Crétacé (WILSON, 1975), suggère que ces édifices n'ont pas atteint la zone d'action des vagues lors de leur croissance verticale, et donc qu'ils se sont formés dans des milieux sous une relative forte tranche d'eau (Herkat, 1999).

➤ **MICROFACIÈS EXP7:** biomicrosparite à *Lythophyllum shebae*, et Annélides [Ech H18].

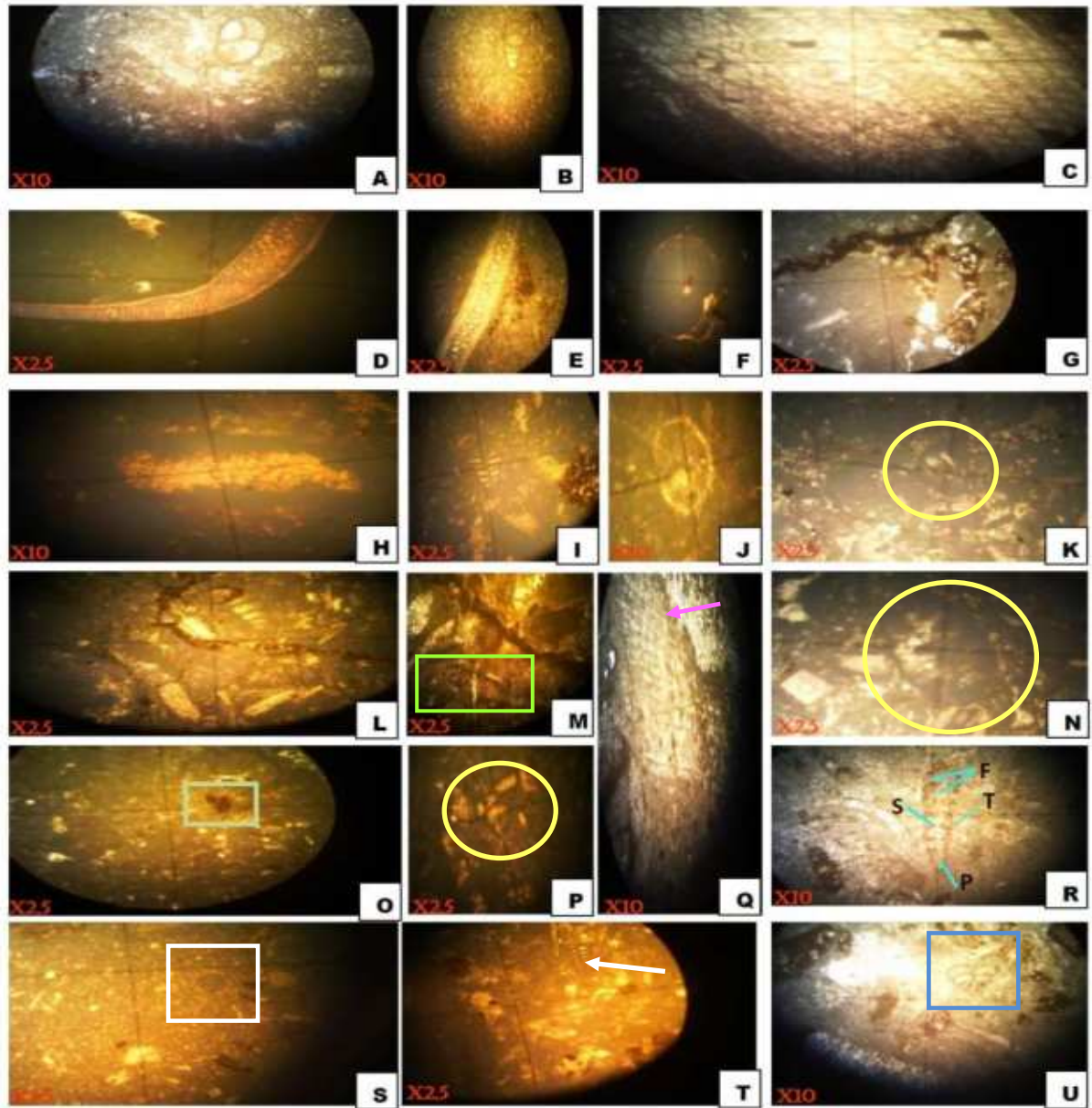
**Description:**

C'est un microfaciès qui apparaît dans les termes basaux de la séquence IIA " région de Hamla" dans un calcaire à texture wackstone qui renferme les éléments figurés suivants: algues calcaires (*Lythophyllum shebae* de taille considérable, *Cylindroporella barnesii*, *Boueina sp.*), annélides, algues verts, gastéropodes, lamellibranches, et foraminifères benthiques (Lituolidés, *Textulariella sp.*, et *Biplanata sp.*) . Certains éléments montrent un véritable encroûtement dans leurs périphéries, le phénomène de ferruginisation est également visible.

**Signification paléoenvironnementale:**

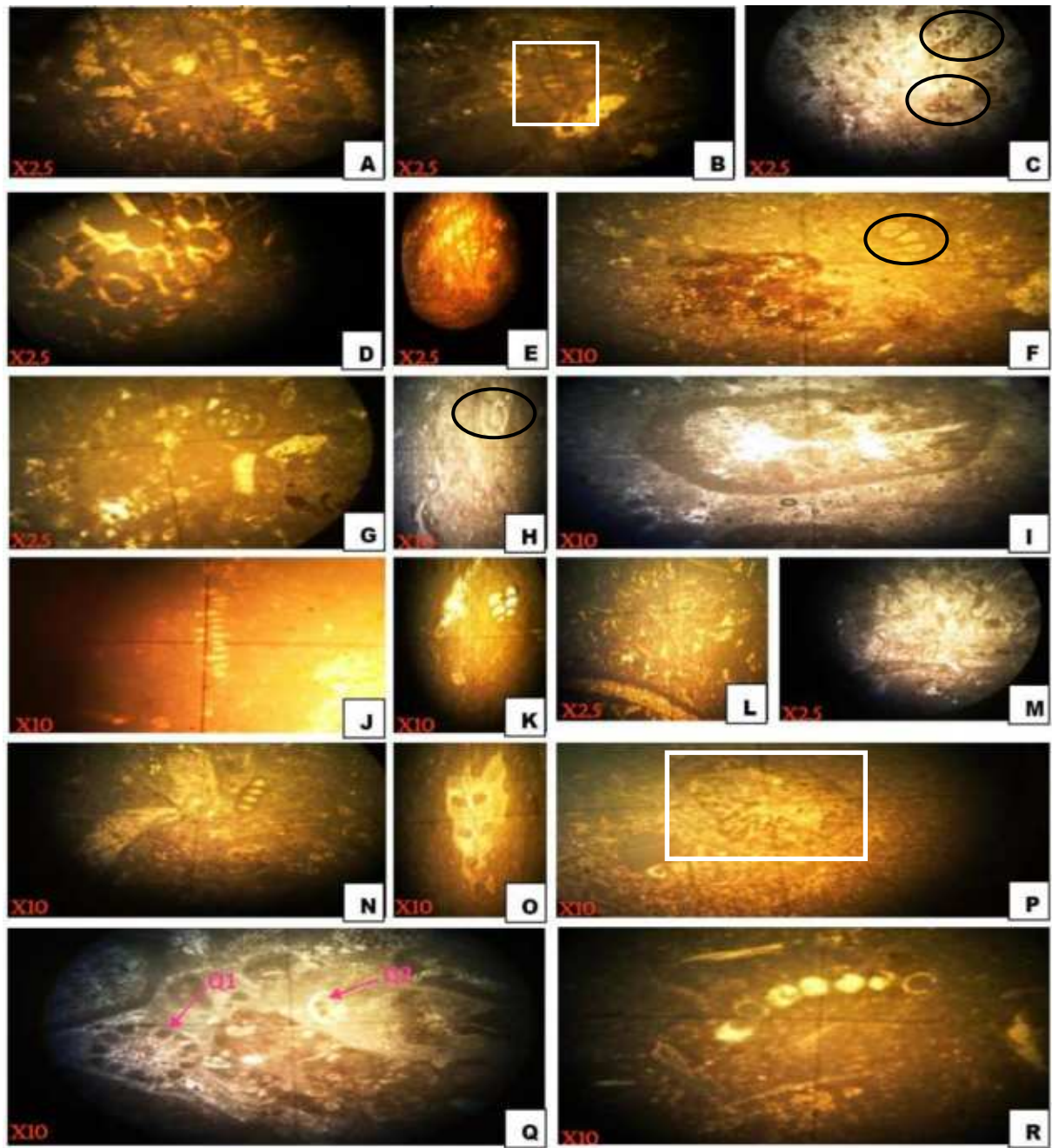
Ce microfaciès correspond donc à un milieu infratidal marin ouvert peu profond. l'importance de la phase de liaison boueuse reflète un environnement moyennement agité.

<sup>5</sup> Les récifs qui se développent dans les Monts de Bellezma-Batna sont de petites dimension.



**Photo.III.3:** Microfaciès externe proximaux.

**A.** *Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC, **B & L** .Sections axiales et sub-axiales de *Pseudolituonella reicheli* Marie, **C.** Un grand débris de rudiste: *Radiolites* sp., **D&E.** Grands débris d'Huitres. **F.** Section transversale d'un Gastéropode, **G.** Une intense ferruginisation, **H&M.** Débris d'Algues, **I, T & U.** Section axiale et sub-axiale d'un foraminifère benthique bisérié à paroi agglutinée: *Textulariella* sp., **J.** *Gavelinella* sp., **K.** Intraclaste, **N.** Péloïde, **O.** Phosphate, **P.** Foraminifère benthique agglutiné, **Q.** Débris de Rudiste, **R.** Foraminifère benthique à paroi aragonitique ( T: test, F: foramen, P: proloculus "première loges", S: septum), **S.** *Heteroporella* sp.



**Photo III.4:** Microfaciès externes proximaux (Suite).

**A, F & N:** Foraminifères benthiques unisériés, **B.** Section équatoriale d'un foraminifère benthique à test agglutiné, l'agencement des loges est composite avec un stade initial enroulé, et un second stade déroulé unisérié droit, **C.** éléments ferrugineux, **D.** *Lythophyllum shebae*, **E & K.** *Textularia* sp., **G.** *Miliolipora cuvillieri?* BRONNIMANN & ZANIBETT, **H.** *Lenticulina* sp., **I.** Intraclastes de grande taille, **J.** Section axiale d'un foraminifère benthique à test calcaire, stade initial unisérié puis devient bisérié, **L & M.** Microsparite à Lamellibranches, **O.** Débris de Bryozoaires, **P.** Débris d'Algue, **Q.** Q1- *Acicularia macropora* sp. (Section transversale d'une branche fertile), Q2- Foraminifère benthique calcaire, **R.** Annélides.

**Microfaciès abrités: [Photo III.5].**

➤ **MICROFACIÈS EXA 1: biomicrite à Gastéropodes et Lamellibranches [Ech M14].**

**Description:**

Il s'agit d'un microfaciès riche en gastéropodes et lamellibranches. Les échinides et les foraminifères benthiques sont présents mais avec des taux très faibles. La texture est mudstone à wackstone, le pourcentage des éléments figurés constitue presque 10-15% du volume. Leur dispersion au sein de la micrite est montrée par des formes anguleuses.

**Signification paléoenvironnementale:**

Ce microfaciès se dépose dans un milieu abrité, habituellement calme favorable au développement des gastéropodes. La forme anguleuse des éléments figurés témoigne d'un faible transport.

➤ **MICROFACIÈS EXA 2: biomicrite à Lamellibranches [Ech M36 et H20].**

**Description:**

Les lamellibranches constituent le groupe de microfossiles le plus abondant dans ce microfaciès, il est associé à d'autres bioclastes : annélides, foraminifères benthiques (Valvulamminidés), et algues. L'argile, la matière organique, les stylolithes, et la ferruginisation sont également présents. Ce sont des mudstones à wackstones repérés essentiellement dans les termes du Cénomaniens supérieur dans la région de Theniet El Manchar, et dans les termes turoniens de Hamla.

**Signification paléoenvironnementale:**

- Les algues et les foraminifères benthiques suggèrent un milieu de plate forme abrité peu profond.
- Le faible état de fragmentation des bioclastes, le caractère mudstone à wackstone de la texture témoignent d'un milieu relativement calme.
- La présence des débris de la matière organique indique des conditions de dépôts légèrement réductrices.
- Les stylolithes sont considérés comme un signe de compaction.

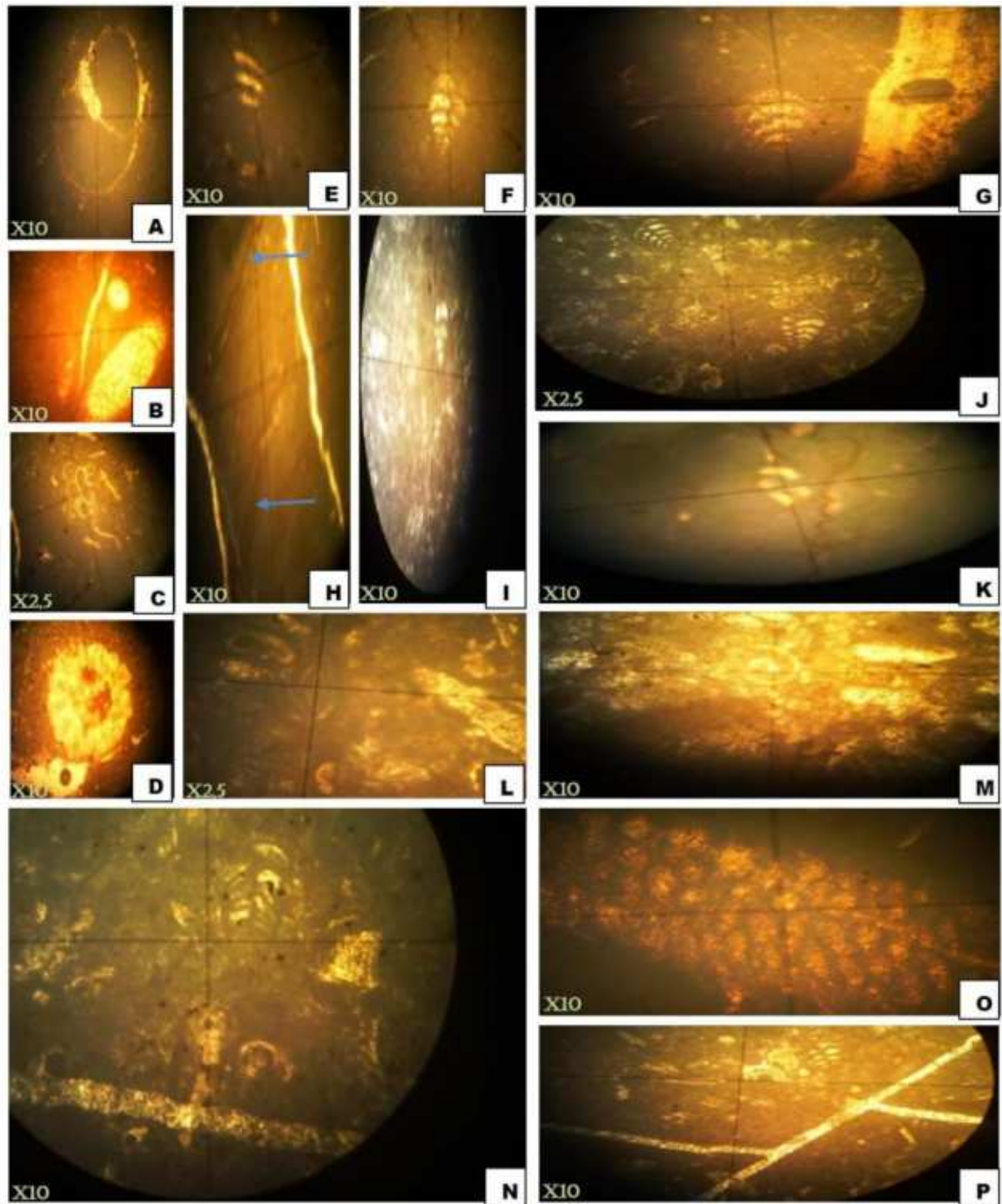
➤ **MICROFACIÈS EXA 3: biomicrite à Foraminifères benthiques [Ech M37].**

**Description:**

Ce sont des bancs calcaires de faible épaisseur (de l'ordre de 1m) à Foraminifères benthiques " *Pseudorhynchonellina casertana* (De CASTRO), *Merlingina cretacea* HAMAOUI et SAINT- MARC, *Pseudolituonella reicheli* MARIE, *Textulariella* ?, *Cuneolina pavonia* d'ORBIGNY , *Nezzazata simplex* OMARA, *Biplanata* sp. ?, et des Miliolidés. Sont présents également des débris d'algues Dasycladales, des échinides phosphatés et des débris de rudistes.

**Signification paléoenvironnementale:**

- La texture wackstone souligne le caractère d'un milieu faiblement agité, confirmé par la présence des échinides phosphatés .
- La présence d'algues Dasycladales selon (Flügel, 1982 in F. Fournier ; 2003) suggère un environnement habituellement marin normal, tropical à subtropical, sous la zone tidale, jusqu'à environ 30m de profondeur (max 90m), principalement entre 3 et 5m dans un milieu d'énergie faible : Lagon protégé.
- Ce microfaciès correspond à un milieu infratidal à hydrodynamisme faible à modéré et protégé du Lagon.



**Photo III.5:** Microfaciès abrités.

A. Gastéropode, B. Echinide, C. Annélides, D. Section transversale d'une Algue calcaire, F & J. Textularidés?, G. *Cuneolina* sp., H. Argiles, E&I. *Pseudolituonella reicheli* Marie, K. Foraminifère benthique, L. Miliolidés, M. Foraminifère benthique calcaire?, N. *Chrysalidina gradata*?, O. Débris de Lamellibranche?, P. *Pseudotextulariella* sp.?

**Microfaciès de plate forme carbonatée moyenne: [Photo III.6].****➤ MICROFACIÈS MO1: biomicrite à Echinides [Ech H07' et H08].****Description:**

Ce sont des wackstones à échinides, algues vertes, lamellibranches, foraminifères benthiques, Miliolés, Lituolidés, débris de rudistes, algues calcaires (*Acicularia macropora* sp.). Les sables bioclastiques arrondis sont également présents. Les phénomènes d'encroûtements et de micritisations sont également visibles. Ce faciès est développé dans la séquence IC de Hamla.

**Signification paléoenvironnementale:**

- Les encroûtements témoignent généralement d'un milieu calme où la sédimentation est ralentie voire nulle. La présence de foraminifères benthiques imperforés (Lituolidés) indiquent une salinité normale du milieu marin (HAMAOUÏ et FOURCADE, 1973) (SAINT-MARC, 1988).
- La forme arrondie des sables bioclastiques montre un véritable déplacement.
- La présence de foraminifères benthiques à test porcelané, des algues vertes, des débris de rudistes soulignent un milieu de dépôt peu profond et assez agité.

De ce fait, ce microfaciès correspond à un milieu de plate forme carbonatée moyenne agitée et peu profonde.

**➤ MICROFACIÈS MO2: biomicrosparite à Huîtres [Ech H09 et H10].****Description:**

Ce sont des packstones à huîtres qui montrent un contenu microfaunistique varié: débris de rudistes, échinides, annélides, gastéropodes, et foraminifères benthiques "*Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC". On note aussi la présence de sables bioclastiques recristallisés, de dolomites, et d'éléments ferrugineux, ils sont mal classés. Ce microfaciès est bien développé dans les termes sommitaux de la séquence IC.

**Signification paléoenvironnementale:**

- La présence de "*Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC" témoigne d'une salinité normale du milieu marin et occupe des milieux variés correspondant à des bancs de sables carbonatés et à des zones inter-récifales en eaux relativement claires de la zone tropicale (CUSHMANN, 1930 b - GALLOWEY, 1933 - BANDY, 1960a).
- La texture est essentiellement packstone, elle montre un caractère fortement agité.

- La bioturbation est très fréquente, elle est marquée par une intense ferruginisation, et dolomitisation suggérant un ralentissement ou un arrêt de la sédimentation.
- Les huîtres sont représentatives d'environnements semi-restreints, elles sont associées à d'autres organismes. En grand concentration, elles indiquent également un ralentissement ou un arrêt de la sédimentation.

➤ ***MICROFACIÈS MO3:*** *biomicrite à Foraminifères benthiques, Lamellibranches et débris de Rudistes "faciès de pente récifale"* [Ech M27 et M29].

#### **Description:**

Il s'agit d'un microfaciès de texture wackstone. La microfaune est représentée essentiellement par : des lamellibranches, des ostracodes, des foraminifères benthiques (*Textulariella* sp., *Pseudolituonella reicheli* MARIE, *Nummuloculina regularis* PHILIPPSON, et Miliolidés), des débris de rudistes, des débris d'algues et des débris de bryozoaires encroûtés.

#### **Signification paléoenvironnementale:**

- Ce microfaciès correspond à un milieu de mer peu profonde suite à la présence de foraminifères benthiques porcélanés, rudistes, algues, et ostracodes.
- L'association d'encroûtements d'algues et de bryozoaires caractérisent les pentes récifales à des profondeurs d'eau supérieures à 20 mètres (Bosence, 1985 ; Iryu *et al.* 1995 *in* F. Fournier; 2003).

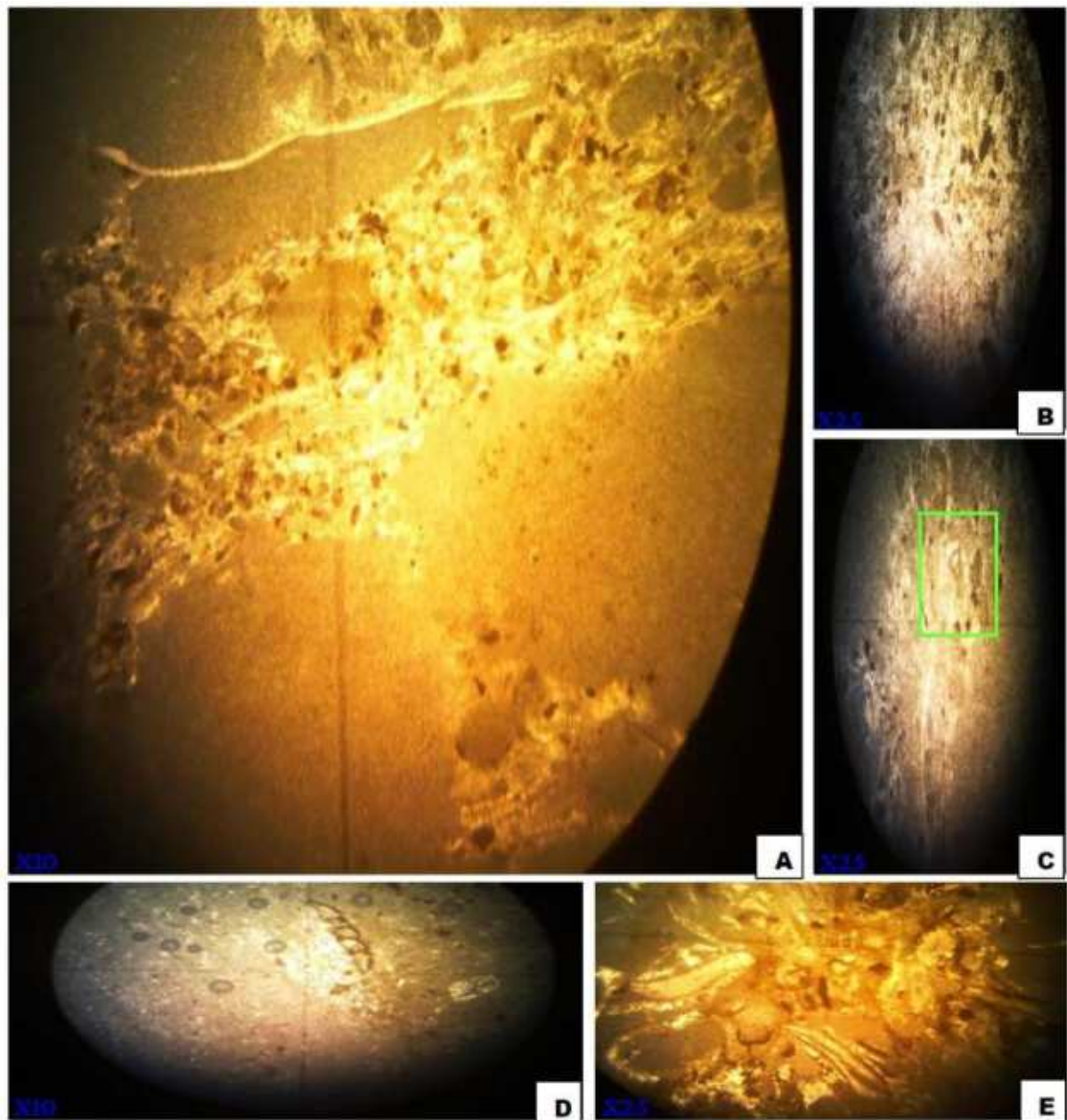
➤ ***MICROFACIÈS MO4:*** *biomicrosparite à pellet* [Ech H16].

#### **Description:**

Ce microfaciès est repéré dans les niveaux du Cénomaniens moyen à supérieur de la région de Hamla. La texture est packstone, et montre un pourcentage en éléments figurés supérieurs à 50%. Il est caractérisé par la présence de: lamellibranches, dolomites, et pellets de forme sphérique et parfois ovoïde. Ces derniers sont mal classés et constituent l'élément le plus abondant dans ce microfaciès.

#### **Signification paléoenvironnementale:**

- Les pellets sont des boulettes de diamètre inférieur à 0,2mm qui se forment au cours de brèves périodes assez agitées.
- La présence de dolomites et l'absence d'échinodermes: organismes sténohalins, indiquent des faciès de replat de marée ou de lagons restreints.



**Photo III.6:** Microfaciès de plate forme carbonatée moyenne.

**A & B.** Pellets, **C.** *Pseudolituonella reicheli* Marie, **D.** Foraminifère benthique monosérié à paroi agglutinée, **E.** Lamellibranches.

**Microfaciès de plate forme interne: [Photo III.7]**

➤ **MICROFACIÈS IN1: *Micrite lagunaire*** [Ech M30].

**Description:**

C'est un calcaire laminé à texture wackstone, à éléments figurés suivants: dolomites, radioles d'échinides, lamellibranches, et rares foraminifères benthiques bisériés.

**Signification paléoenvironnementale:**

- Le taux immense de dépôts évaporitiques qui comportent souvent des laminations évoquent des dolomies de type "sabkha". Mais grâce à la présence d'un signe de vie dans ce milieu (= la présence des bioclastes), ce cortège de microfaciès se place dans un environnement très peu profond: Intertidal élevé.

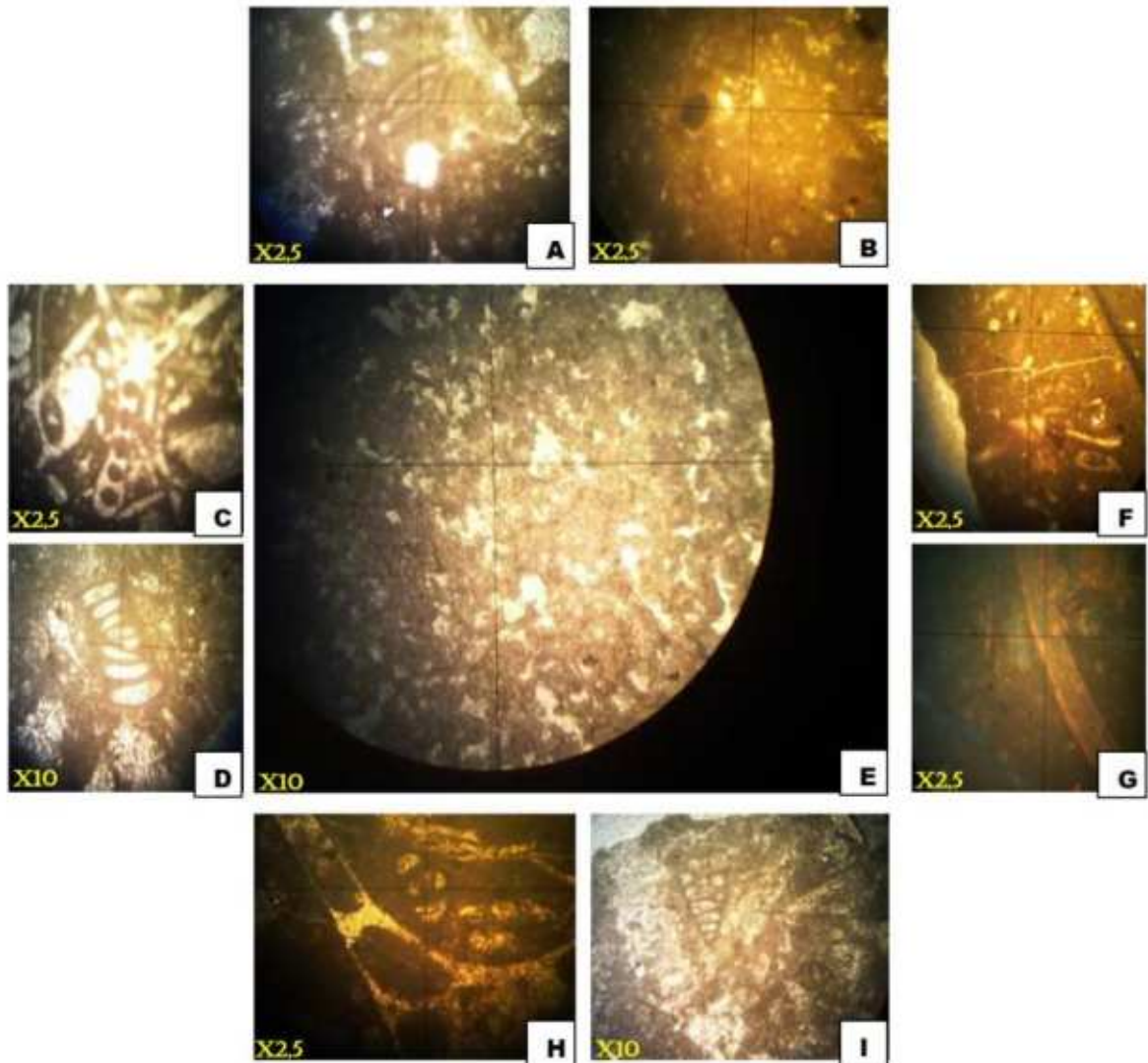
➤ **MICROFACIÈS IN2: *biomicrosparite à Foraminifères benthiques et Huîtres*** [Ech M31].

**Description:**

Il s'agit d'un sédiment calcaireux bioclastique de couleur gris à éléments grossiers, phosphaté et peu ferrugineux. Le microfaciès est caractérisé par l'abondance des foraminifères benthiques: *Pseudorhipydionina casertana* (De CASTRO), *Nummoloculina regularis* PHILIPPSON, *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, Miliolidés, de lamellibranches, et présence de débris d'algues et d'échinides. La texture est de type packstone, elle est marquée par un pourcentage de 60 à 70% de bioclastes.

**Signification paléoenvironnementale:**

- La phase de liaison de type packstone, souligne le caractère agité du milieu, confirmé par l'abondance des foraminifères benthiques à paroi porcélanée. Ils indiquent en général un environnement très peu profond.



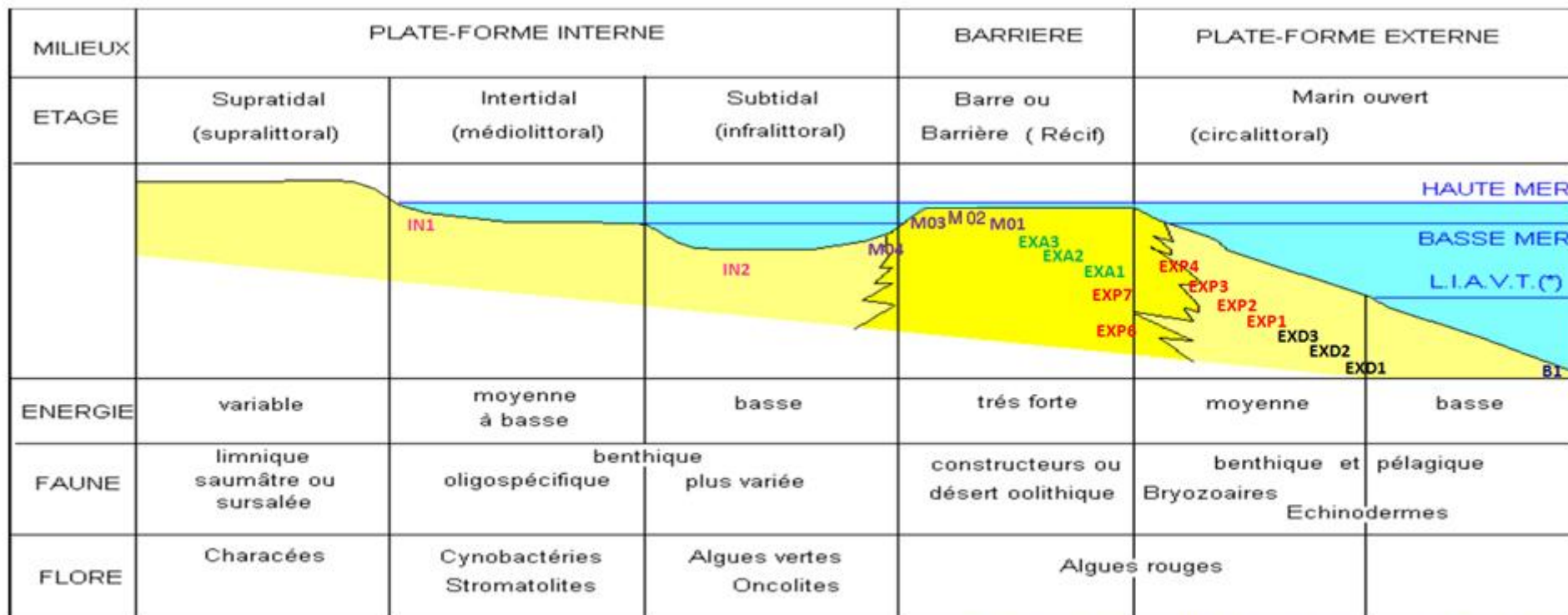
**Photo.III.7:** Microfaciès de plate forme interne.

**A.** Miliolidés, **B.** Textulariidés, **C.** Débris d'un microfossile (probablement débris d'Algue?), **D.** *Cuneolina pavonia* d'Orbigny, **E.** Dolomites, **F & G.** Lamellibranches, **H.** *Nummuloculina regularis*? PHILIPPSON, **I.** *Chrysalidina gradata* d'Orbigny.

### ***III-1-2-2- Reconstruction du paléopaysage : le modèle sédimentologique***

À ce stade de l'étude sédimentologique, les milieux de dépôt de chaque faciès sont définis. La dernière étape consiste à déterminer la répartition spatiale de ces milieux de sédimentation. Celle-ci n'est pas aléatoire car les environnements de dépôt se succèdent latéralement de manière à constituer un paysage particulier au moment du dépôt. La détermination de cette succession latérale peut être déduite de l'agencement vertical des faciès sédimentaires, grâce à la loi de Walther. Cette dernière établit qu'en l'absence de hiatus de sédimentation ou d'érosion, les faciès se succédant verticalement se déposent dans des environnements de dépôt latéralement adjacents [Middleton, 1973]. Cette loi permet de transformer un ensemble de données réparties verticalement en un agencement horizontal d'environnements de dépôt.

L'agencement latéral des milieux de sédimentation permet de préciser les traits d'un paléopaysage dont les faciès sédimentaires sont l'expression. Un modèle sédimentologique, ou modèle de faciès, correspond à la définition du paysage sédimentaire associé à l'ensemble des faciès observés. La représentation graphique d'un tel modèle se fait souvent sous forme de dessins bidimensionnels, ou en perspective, du profil sédimentaire. Sur la **Fig.III.2** ci-dessous, sont projetés tous les microfaciès décrits dans le chapitre précédent, afin de donner une idée sur les environnements qui caractérisent notre région d'étude.



(\*) Limite Inférieure d'Action des Vagues de Tempête

Fig.III.2: Modèle sédimentaire de la région d'étude au Cénomano-Turonien (modèle modifié de D. Neraudeau).

## **III-1-3-Organisation séquentielle des dépôts étudiés:**

### ***III-1-3-1-Introduction à l'interprétation séquentielle des coupes:***

La reconnaissance, l'interprétation des faciès et la compréhension de leurs relations spatio-temporelles constituent les bases de l'étude des séries sédimentaires en vue des reconstitutions des paléo-environnements et de la paléogéographie.

La détermination des discontinuités est une phase indispensable pour identifier les séquences sédimentaires. Ces discontinuités sont des indicateurs de variations brusques des milieux de dépôts.

L'objectif de cette partie est de déterminer et de mieux comprendre les variations du niveau marin par la combinaison des différents données lithologiques, sédimentologiques, et micropaléontologiques.

### ***III-1-3-2-Stratigraphie séquentielle:***

La stratigraphie séquentielle est une branche de la stratigraphie qui subdivise les formations géologiques en une succession des séquences de dépôt, dont les limites sont utilisées pour les corrélations à l'échelle régionale, voir globale. Chaque séquence, déposée durant un cycle complet de changements du niveau marin, est composée de strates génétiquement reliées (Vail *et al.*, 1977; Hardenbol *et al.*, 1981 ; Haq *et al.*, 1987 ; Van Wagoner *et al.*, 1988).

#### ***A- Rappel sur les concepts de la stratigraphie séquentielle:***

##### ***A-1- Notion d'espace disponible ou potentiel d'accommodation:***

La géométrie des corps sédimentaires, et leur localisation dans un bassin marin, sont une réponse à la diminution ou à l'augmentation de l'espace disponible, entre le fond du bassin et le niveau de la mer, pour le dépôt des sédiments. Les variations de l'espace disponible résultent des effets de deux facteurs principaux : les variations eustatiques et la tectonique (Vail *et al.*, 1991).

##### ***A-2- Notion de séquence de dépôt:***

Une séquence de dépôt (**fig.III.3**) est définie comme une succession des cortèges de dépôt. Ces cortèges sont constitués par des strates génétiquement reliées, et limités par des surfaces de discontinuité stratigraphique qui passent latéralement à des surfaces de concordance. Une séquence de dépôt est mise en place durant un cycle complet de variations

du niveau marin relatif. Elle constitue l'unité de base en stratigraphie séquentielle (Mitchum et *al.*, 1977 ; Vail et *al.*, 1977, 1987, 1991 ; Van Wagoner et *al.*, 1987,1990).

### **A-3- Les Cortèges de dépôts:**

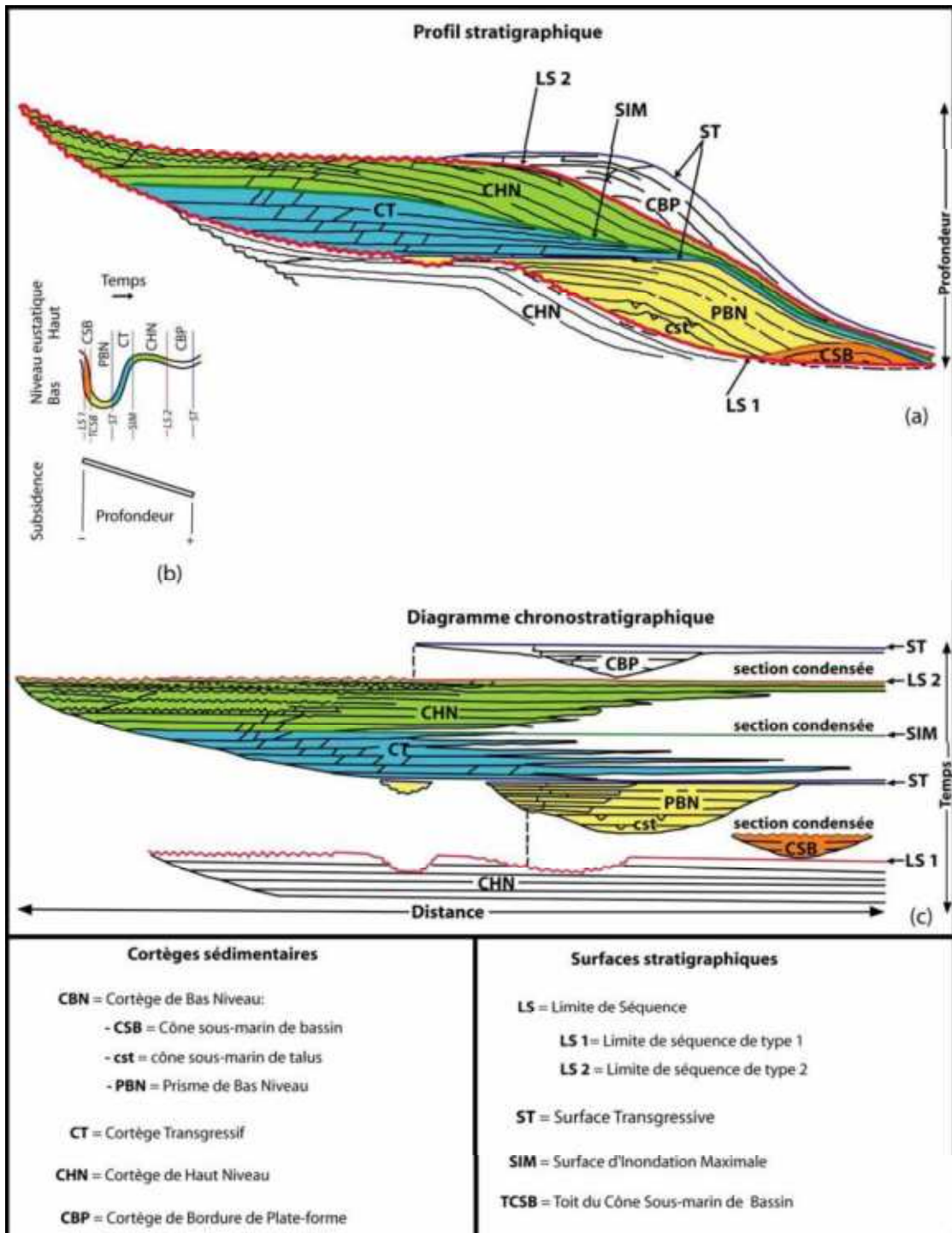
Suivant la position du niveau de la mer par rapport à la morphologie plate-forme/talus, quatre types de cortèges de dépôt sont définis:

⊕ **Le Cortège de Bas Niveau marin (CBN) :** Il est édifié lors d'une chute du niveau marin en bordure de plate-forme .

⊕ **Le Cortège Transgressif (CT) :** Il se forme lors de l'élévation du niveau marin. Ce cortège se distingue aisément par son allure rétrogradante.

⊕ **Le Cortège de Haut Niveau marin (CHN) :** Il est édifié lorsque la remontée du niveau marin continue puis culmine avant de baisser par la suite. Ce cortège est caractérisé par son allure générale progradante.

⊕ **Le Cortège de Bordure de Plate- forme (CBP) :** Quand le niveau marin ne chute pas au delà de la bordure de plate-forme, il se forme le cortège de bordure de plate forme, en remplacement du cortège de bas niveau.



**Fig. III.3:** Modèle schématique d'une séquence de dépôt avec ses cortèges sédimentaires d'après Vail *et al.*, 1987, 1991, (modifié).

## ***B- Interprétation séquentielle de la série Cénomanién-Turonien dans la région d'étude:***

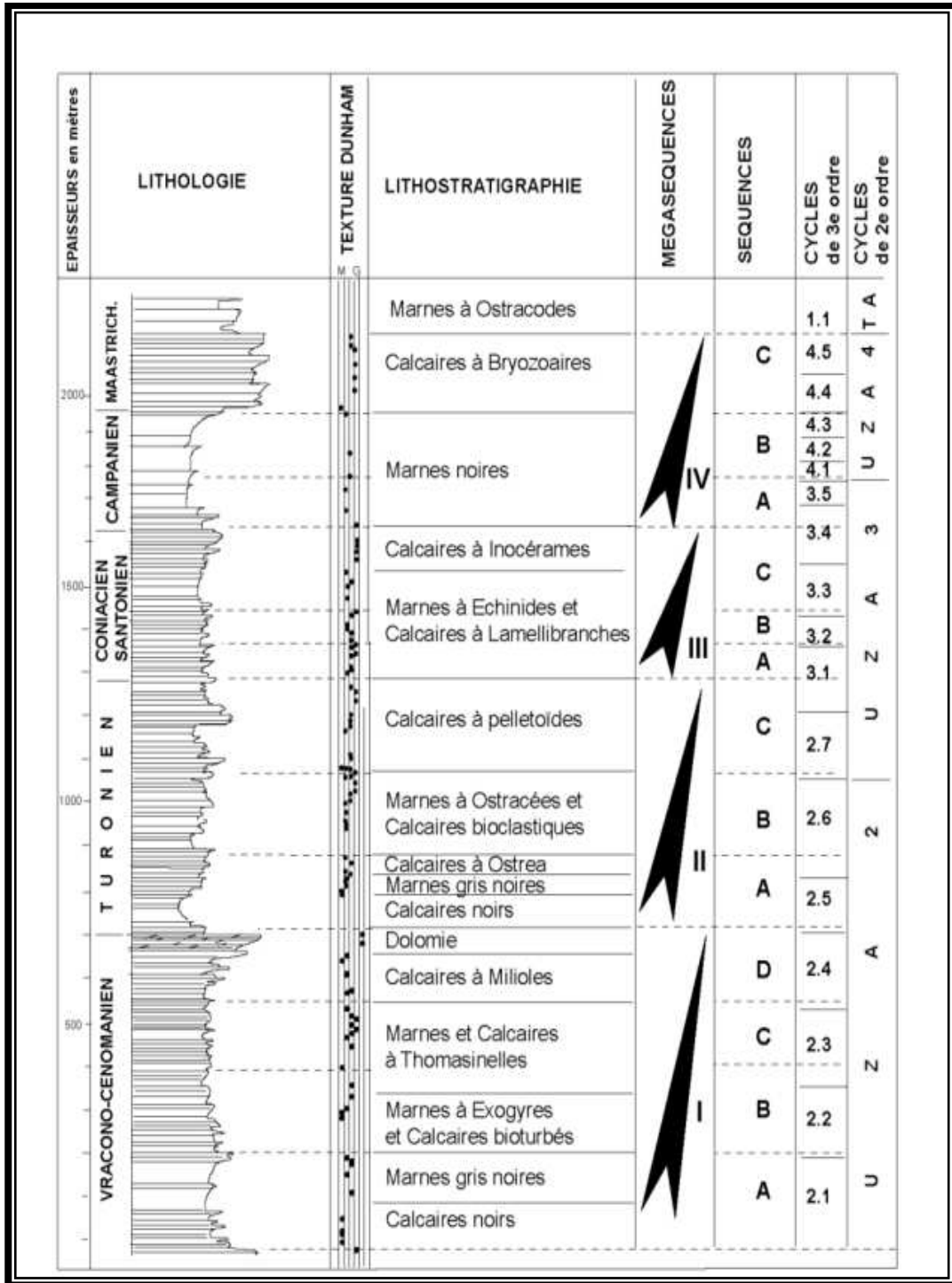
D'un point de vue strictement sédimentologique, la stratigraphie séquentielle est un essai d'étude et d'interprétation très importante dans la caractérisation des paléoenvironnements et leurs évolutions au Cénomano-Turonien.

Elle permet, en outre de préciser l'influence qu'exercent les variations du niveau marin sur la répartition et l'organisation des dépôts à travers les deux coupes effectuées.

L'intervalle d'étude est découpé en cortèges de dépôts. Les travaux de HERKAT (1999, 2004, 2005) ainsi que HERKAT & DELFAUD (1999), effectués sur le Crétacé supérieur de l'atlas saharien oriental, constituent une référence de base pour cette partie, où ils distinguent 4 mégaséquences allant du Vraconien au Maestrichtien (**Fig.III.4**).

Une corrélation du découpage en cycles liés à l'eustatisme et des âges accordés aux différentes limites stratigraphiques dans la charte de Haq et *al.*, (1987) avec l'enchaînement séquentiel et le canevas biostratigraphique mis en évidence dans la série du Crétacé atlasique a abouti à la mise en évidence de **mégaséquences qui** correspondent à des cycles ou des parties de cycles de 2ème ordre. Les mégaséquences I et II du Vracono-Cénomanién et du Turonien sont ainsi équivalentes au cycle UZA2. Leur délimitation correspond à un événement transgressif majeur au passage Cénomanién-Turonien. Le cycle UZA2 est délimité par des discontinuités liées à la chute du niveau marin accompagnées par le développement de cortèges de bas niveau marin vers le sommet de l'Albien (sens strict) et du Turonien.

Dans le but de mettre en adéquation le découpage séquentiel fondé sur les discontinuités transgressives avec celui fondé sur les discontinuités régressives (VAIL et *al.*). Herkat (1999) a établi un tableau de correspondances pour effectuer les comparaisons des divers ordres séquentiels tels que proposés par les auteurs qui les ont définis (SLOSS, 19... ; DELFAUD, 1986 ; HAQ et *al.*, 1988 ; VAIL et *al.*, 1991). Une classification par rangs des différents ordres de séquences ou cycles a pour but d'éviter la confusion qu'introduisent les sens qui leur sont affectés dans les 2 types de conception séquentielle, à base régressive ou transgressive. Ainsi parfois, entre auteurs partageant la même conception mais donnant un sens différent à un même ordre séquentiel peut arriver.



**Fig.III.4** :Faciès, découpage séquentiel et cycles eustatiques d'une série synthétique du Crétacé supérieur des Aurès ( Herkat, 2004).

## **B-1- La coupe de Theniet El Manchar:**

### ***- Données qualitatives et quantitatives et identification des cortèges sédimentaires:***

L'analyse qualitative et quantitative du contenu microfaunistique se rattachant aux coupes prélevées, est basée sur de nombreux microfossiles:

- ↗ Les foraminifères planctoniques;
- ↗ Les foraminifères benthiques;
- ↗ Les ostracodes;

Cette analyse est fondée pour chaque échantillon sur des comptages réalisés au sein de la fraction  $> 71\mu\text{m}$ . Dans la mesure du possible, 250 à 300 individus ont été prélevés. Cette analyse nous a permis de mettre en évidence des associations d'organismes et d'établir les courbes de variations des principaux paramètres quantitatifs: les pourcentages de foraminifères planctoniques, de foraminifères benthiques, et d'ostracodes, la diversité spécifique, l'indice de pélagisme (P/P+B) : le rapport de foraminifères planctonique sur le total de foraminifères, le rapport (F/F+O): le total de foraminifères sur la somme de foraminifères et ostracodes, le rapport (Ost liss/Ost ornés): le total d'ostracodes lisses/le total d'ostracodes ornés.

Les résultats de l'étude quantitative réalisée sur la microfaune sont représentés sous forme de tableaux (**Fig. 1 & 2; deuxième annexe**) (**Fig. III.5**).

-Pour la période considérée, l'interprétation séquentielle de la coupe de Theniet El Manchar a permis de mettre en évidence le découpage suivant :

### **B-1-1- La mégaséquence I:**

#### **B-1-1-1- Séquence IA:**

Cette séquence est à dominance marneuse riche en macrofaune admet des intercalations de lits calcareux lumachelliques à huîtres. Son contenu microfaunistique a révélé une abondance particulière des ostracodes à paroi lisse.

L'analyse des paramètres quantitatifs inscrits dans la séquence et montrée dans la **Fig.III.5**.

Ces paramètres sont représentés ci-dessous:

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
M00''	00	0,04666	14,05263	08
M00'	00	00	124	02
M00	00	00	249	02
M02	00	0,016666	16,35294	07

▪ Les foraminifères benthiques identifiés dans cette séquence ont un test agglutiné, leurs pourcentages varient entre 4,66667% et 1,66667%. Ils sont représentés par: *Dorothia oxycona* (Reuss), *Trochamminoides* sp., *Haplophragmoides* sp., et *Textularia chapmani* (Lalicker). Nous avons trouvé également *Praesorites* sp. (en plaque mince).

Pour les ostracodes, ils sont composés de: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Cytherella sulcata* ROSENFELD, *Eocytheropteron* gr. *glintzboeckeli* DONZE & LE FÈVRE, et *Monoceratina* ? *trituberculata* ROSENFELD .

#### Identification des cortèges sédimentaires:

Une centaine d'espèces d'ostracodes ont été observés, bien qu'ils soient relativement fréquents, ils sont généralement bien conservés. Le milieu de dépôt analysé a été défini en fonction de différents paramètres micropaléontologiques signalés ci-dessus.

En principe, Il correspond à un milieu circalittoral suite à l'abondance des ostracodes à carapaces lisses. Mais avec la présence de l'espèce *Eocytheropteron* gr. *glintzboeckel* DONZE & LE FÈVRE, 1981: marqueur fiable de l'étage infralittoral, partie: Plate forme moyenne à externe. Ce milieu appartiendrait donc à l'étage infralittoral.

- La séquence IA est composée de deux cortèges sédimentaires:

➡ La présence notable d'échinodermes irréguliers, de valves de lamellibranches, de gastéropodes, de coraux, l'absence de foraminifères planctoniques, la présence aussi des éléments bioclastiques assez abondants suggèrent une sédimentation progradante de haut niveau marin inférieur (Robaszynski et al., 1994).

➡ Le sommet de cette séquence est coiffé par un banc d'ordre métrique de calcaires à texture mudstone montrant des terriers, ces derniers représentent des arrêts de dépôts progradants au cours de la remontée du niveau marin dans les prismes de bas niveau (ROBASZYNSKI, 1994).

### B-1-1-2- Séquence IB:

Cette séquence est marquée par une puissante série marneuse coiffée par une grosse barre de calcaires. Elle se distingue par ces paramètres:

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
<b>M04</b>	00	00	19,83333	05
<b>M06</b>	0,26470	0,11333	4,42857	15
<b>M07</b>	00	0,72333	2,45833	11

- La partie basale de cette séquence est caractérisée par la présence des foraminifères benthiques agglutinants: *Textularia chapmani* (Lalicker), *Dorothia oxycona* (Reuss), *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Ammobaculites* sp., *Trochaminoides* sp., *Haplophragmoides* sp., et *Thomasinella punica* Schlumberger, avec un pourcentage variant entre 0 et 5,66666%. Les foraminifères benthiques calcitiques sont rares (2,66666%), la seule forme rencontrée est: *Lenticulina rotulata* (Lamarck). Les foraminifères planctoniques ne dépassent pas 3% , nous observons quelques spécimens d' *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), et *Hedbergella delrioensis* (Carsey).

Le taux de l'ostracofaune de cette partie est très élevé (atteint 100% puis chute vers 88,66667%), parmi laquelle on peut distinguer: *Cytherella sulcata* ROSENFELD, *Cytherella* sp., *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Parakrithe* ?, *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Peloriops cf. ziregensis* (BASSOULLET & DAMOTTE).

- La partie sommitale de cette séquence est marquée par une augmentation rapide des formes benthiques agglutinées (atteint 72,33333%) dont: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Dorothia oxycona* (Reuss), *Dorothia cf. trochus*, *Thomasinella punica* Schlumberger, et *Ammobaculites* sp., associées à des bryozoaires et des échinodermes. Nous avons relevé également: *Merlingina cretacea* HAMAOUI ET SAINT-MARC (en plaque mince).

l'ostracofaune chute dans cette partie (le taux arrive à 27,66667%), elle est représentée essentiellement par: *Bairdia* sp., *Amphicytherura distincta* GERRY & ROSENFELD, *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), et *Cythereis cf. algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE.

**Identification des cortèges sédimentaires:**

Cette séquence est composée de deux prismes:

- ➡ A la base: un cortège de haut niveau inférieur marqué par l'abondance d'ostracodes lisses;

Dans la partie moyenne; des marnes à aspect schisteux à petites intercalations de lits carbonatés, renferment des foraminifères planctoniques du groupe des Hedbergelles, ainsi que des Heterohelix, mais ils sont très peu fréquents. Le développement des lits carbonatés, indice d'une progradation caractérise un prisme de haut niveau.

- ➡ Dans la partie supérieure: nous avons un cortège de haut niveau supérieur riche en foraminifères benthiques et ostracodes lisses. La présence de pyrite dans cette partie signifie qu'il s'agit d'épisodes à conditions réductrices sur le fond "changement de taux d'oxygènes" (Maandi, 2011).

- La dominance des ostracodes lisses témoigne d'un substrat vaseux.

**B-1-1-3-Séquence IC:**

Cette séquence se caractérise par le développement de marnes qui passent vers des termes carbonatés bioturbés , elle montre l'enregistrement de paramètres quantitatifs suivants :

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
M09	00	0,36333	2,47273	11
M11	00	0,02667	10,23077	11
M18	00	0,92	0,81818	10
M22	00	0,712	08	11

- Les foraminifères benthiques observés dans ces marnes ont un paroi agglutinée, dont: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Dorothia oxycona* (Reuss), *Dorothia cf. trochus*, *Dorothia* sp., *Thomasinella punica* Schlumberger, *Ammobaculites* sp., *Trochamminoides topagorukensis*, *Textularia chapmani* (Lalicker), et *Haplophragmoides* sp. Les ostracodes sont représentés par: *Cytherella* sp., *Parakrithe?*, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE, *Paracypris* sp., *Metacytheropteron* sp., *Cythereis* sp., et *Peloriops* sp.,
- On distingue également la présence de: *Cyclolina* sp., Lituolidés (ferruginisés)?, *Pseudolituonella reicheli* MARIE, *Textulariella* sp., *Pseudorhipydionina* sp., *Praesorites* sp., *Valvulammina* sp., *Pseudorhipidionina casertana* (De CASTRO), *Gavelinella* sp., *Troch* sp. *Lenticulina*, *Cuneolina Laurenti*, des foraminifères

benthiques à paroi porcelanée (Miliolidés), et une dominance des rudistes (les Radiolites) dans la partie sommitale de cette séquence (en plaque mince).

**Remarque:** La séquence IC est marquée par l'épanouissement de phosphates.

**Identification des cortèges sédimentaires:**

Cette séquence montre l'effet de trois prismes de bas en haut:

➡ La partie inférieure est riche en foraminifères benthiques agglutinés et ostracodes lisses;

-Selon Guérin ,1981; Tronchetti, 1981; Benkherouf, 1988, ces formes benthiques correspondent aux dépôts circalittoraux. C'est dans l'intervalle dysoxique où dominant les foraminifères benthiques et les ostracodes. Du point de vue de la stratigraphie séquentielle, cet intervalle traduit un prisme de haut niveau supérieur (*in* Maandi, 2011);

➡ La partie moyenne montre une chute assez remarquable dans le taux de foraminifères benthiques agglutinés et donc une augmentation dans les ostracodes lisses. Cet intervalle témoigne d'un cortège de haut niveau inférieur, mais la présence d' intenses bioturbations au sein des textures mudstones, wackstones, packstones, et le développement des grains de phosphates incitent à interpréter cette partie comme un intervalle transgressif.

➡ La présence d'un grand fragment de rudistes au sommet de cette séquence indique une certaine proximité de la plate forme. Ces dépôts traduisent donc un prisme de haut niveau supérieur.

**B-1-1-4-Séquence ID:**

Cette séquence débute par des termes marneux alternants avec les calcaires, la macrofaune de la première partie de cette séquence est composée d'huîtres et de rudistes. Pour la deuxième partie, on peut distinguer la présence de lumachelle d'huîtres, oursins, et ammonites. Elle est caractérisée aussi par l'existence de petites lamines (tempestites).

La partie sommitale se caractérise par un appauvrissement très remarquable en macrofaune. Ces dépôt montrent l'enregistrement des paramètres quantitatifs suivants:

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
M26	00	0,43667	3,82857	09
M28	00	0,24667	7,69231	08
M32	00	0,98333	0,66667	13
M34	00	0,31765	6,25	07

M35'	00	0,14286	3,8	05
------	----	---------	-----	----

- L'association de foraminifères benthiques est constituée de formes agglutinées: *Trochamminoides* sp., *Trochamminoides topagorukensi*, *Haplomphragmoides* sp., *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Thomasinella punica* Schlumberger, *Dorothia oxycona* (Reuss), *Dorothia cf. trochus*, *Dorothia* sp., *Ammobaculites advenus*, *Ammobaculites* sp., *Cuneolina* sp., *Textularia* sp., *Textularia chapmani* (Lalicker), et *Reophax* sp.,
- Les formes calcaires sont composées de *Globorotalites* sp., et *Gavelinella* sp.;
- D'autres formes benthiques observées en plaques minces, dont: Lituolidés ferruginisés, *Textulariella* sp., *Pseudolituonella reicheli* MARIE, *Nummoloculina regularis* PHILIPPSON, Miliolidés, *Pseudorhipydionina casertana* (De CASTRO), *Merlingina cretacea* HAMAOUI et SAINT-MARC, *Chrysalidina gradata* d'Orbigny, *Cuneolina pavonia* d'ORBIGNY, *Nezzazata simplex* OMARA, et *Biplanata* sp.
- L'association d'ostracodes est constituée de: *Cytherella* sp., *Parakrithe* ?, *Cytherella sulcata* ROSENFELD, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE, *Paracypris* sp., *Bairdia* sp. *Metacytheropteron berbericus* BASSOULLET & DAMOTTE, et *Monoceratina ? trituberculata* ROSENFELD,

Le sommet de cette séquence est coiffé par un banc carbonaté d'ordre métrique qui montre l'apparition des formes de milieu marin profond, ce sont des foraminifères planctoniques dont, *Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp., *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), *Globigerinelloides* sp., *Whiteinella* sp., *Whiteinella baltica*, *Lunatriella* sp., *W. praehelvetica* (TRUJILLO), et *Hevetoglobotruncana cf. helvetica* (BOLLI). Ils sont associés à des microbivalves "Filaments", calcisphères, glauconie, et phosphate. Les ostracodes et les foraminifères benthiques sont rarissimes.

**Identification des cortèges sédimentaires:**

Cette séquence comprend deux cortèges sédimentaires:

- ➡ La présence des huîtres, des rudistes, des tempestites, la sub-extinction des ammonites indiquent un prisme de haut niveau marin supérieur;
- La présence des Cunéolines témoigne d'un milieu agité et bien éclairé, à substrat carbonaté;

- Selon Andreu (1992), les espèces de genre *Bairdia* sont des marqueurs fiables de l'étage infralittoral;
- *Metacytheropteron berbericus* est généralement typique des milieux peu profonds de la plate forme interne ou littorale (Gargouri, 1983; Vivière, 1985). Sa carapace massive, à face ventrale plane, sa forme fuselée et sa costulation longitudinale, doivent lui permettre de se poser (?) et/ou de nager près du fond (*in* Andreu, 1992).
- La modification dans l'association faunique traduit une variation d'épaisseur de la tranche d'eau (diminution ou augmentation). Nous pouvons conclure que les dépôts de cette partie de cette séquence sont infralittoraux;
- La diminution de la diversité spécifique indique des modifications du taux d'oxygène;
  - ➡ L'espèce *Hevetoglobotruncana cf. helvetica* (BOLLI) vivait dans les milieux profonds (Caron et al., 1982), ce qui traduit un caractère transgressif au sommet de cette séquence.
- Le développement de bioturbations avec des grains de phosphate et de glauconie au sein du microfaciès de cette partie. Ces éléments à caractères pélagiques interprétant le niveau M38 comme l'une des premières surfaces de transgression, ce qui souligne le début d'un vaste intervalle transgressif.

**B-1-2- La mégaséquence II:****B-1-2-1-Séquence IIA:**

Cette séquence débute par des calcaires finement lités et généralement feuilletés ou cartonnés, marneux de couleur gris foncé à *Hedbergella* sp., *Heterohelix* sp., *W. praehelvetica* (TRUJILLO), *W. archaeocretacea* PESSAGNO, surmonté par un vaste intervalle de marnes à *Whiteinella baltica*, *W. brittonensis*, *W. paradubia*, *W. archaeocretacea*, *W. aprica*, *Dicarinella hagni*, *Dicarinella imbricata*, *Praeglobotruncana gibba*, *Praeglobotruncana stephani*, *Hedbergella delrioensis*, *Hedbergella simplex*, *Heterohelix globulosa*, *Heterohelix moremani*, de grandes *Lenticulina rotulata* (Lamarck), *Textularia* sp., *Frondicularia* sp., *Dentalina* sp., et de quelques *Reticulocosta* sp. (ostracodes ornés). Elle enregistre les paramètres quantitatifs suivants:

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
<b>M40c</b>	0,91135	0,94	00	18

**Identification des cortèges sédimentaires:**

Au niveau de cette séquence, plusieurs paramètres ont conduit à confirmer l'interprétation du prisme en intervalle transgressif, dont:

- La rareté de foraminifères benthiques, seuls les opportunistes peuvent résister;
- Une disparition massive des rudistes;
- La fréquence des morphotypes globuleux, l'évènement à Filament, l'évènement à *Heterohelix* indiquent des conditions anoxiques liées à l'évènement anoxique océanique global (OAE2).
- Dans les microfaciès, on remarque la présence de phosphate et de glauconie en grains, ce qui incite à interpréter le prisme comme un intervalle transgressif.
- La diminution drastique de la faune d'ostracodes en liaison avec la mise en place d'une sédimentation carbonatée et de conditions de vie circalittorales et anoxiques.
- L'installation d'une zone à oxygène minimum dans la colonne d'eau à amené un cas de monospécifisme (une seule espèce d'ostracode). Cet événement semble généralisé au Maroc. Selon Andreu 1990, il sert de repère dans la reconnaissance des conditions anoxiques qui s'installent dans cet intervalle de temps.

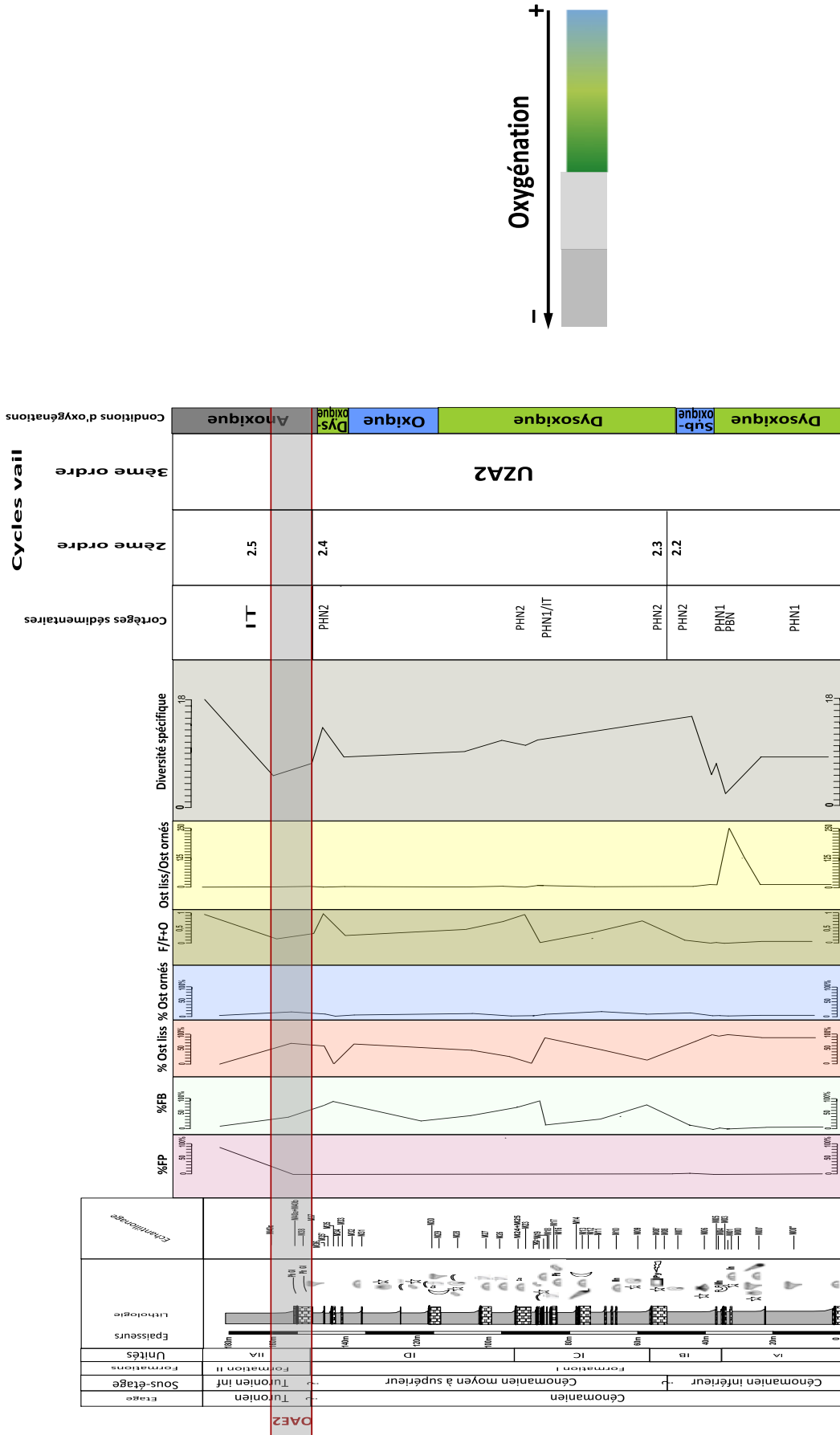


Fig.III.5: Coupe de Theniet El Manchar du Cénomanien inférieur-Turonien inférieur. Variation des paramètres quantitatifs, cortèges sédimentaires, et évaluation des conditions d'oxygénation.

## **B-2- La coupe de Hamla:**

Les grands traits de l'évolution sédimentaire des paramètres quantitatifs de la région de Hamla sont consignés sur la figure: **III.6**

### ***- Données qualitatives et quantitatives et identification des cortèges sédimentaires:***

L'interprétation séquentielle effectuée pour cette région, a permis de distinguer:

#### **B -2-1- La mégaséquence I:**

##### **B -2-1-1-Séquence IA:**

Elle est caractérisée par la dominance des termes marneux à intercalations de lits calcaireux bioclastiques à débris d'ostréidés et de fines passées de marno-calcaires. La macrofaune observée est la suivante: oursins, *Trigonia*, coraux , gastéropodes, et ammonites.

Elle enregistre les paramètres suivants:

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
<b>H00</b>	0,03226	0,248	187	07
<b>H00'</b>	0,20513	0,156	1,97183	10
<b>H00''</b>	00	0,34666	3,66667	05

- Les associations d'ostracodes sont les plus abondantes (atteint 84,4%), elles sont caractérisées par la présence de: *Cytherella* sp., *Cytherella sulcata* ROSENFELD, *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Paracypris dubertreti* DAMOTTE & SAINT-MARC, *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Veeniacythereis streblolophata* (AL-ABDUL-RAZZAQ & GROSDIDIER), *Parakrithe* ?, et *Paracypris* sp.
- Les associations de foraminifères sont caractérisées pour les benthiques par la dominance des formes agglutinantes: *Dorothia oxycona*, *Textularia chapmani*, *Flabellamina alexanderi*, avec quelques rares formes calcaires (*Lenticulina gaultina*).

Pour les planctoniques, ils sont représentés par des faibles proportions (0,8-3,2%). Parmi lesquels, on peut citer: *Hedbergella delrioensis*.

### **Identification des cortèges sédimentaires:**

- Suite au rapport élevé d'ostracodes lisses sur ostracodes ornés, les niveaux de la partie basale de cette séquence sont considérés comme des dépôts circalittoraux;

- L'abondance des ostracodes à carapace lisse, la présence des périodes profondes enregistrées par une sédimentation marneuse plus dominante témoignent d'un cortège de haut niveau inférieur;

**B -2-1-2-Séquence IB:**

Cette séquence est marneuse, sa partie basale est constituée de fines passées de marno-calcaires, qui fournissent une archive de faune très riche, certains sont déformés, : gastéropodes, oursins réguliers et irréguliers, et ostréidés.

La partie supérieure est caractérisée par des intercalations de marnes carbonatées, et des bancs de calcaires noduleux, ils sont clôturés par une grosse corniche fissurée et bioturbée.

L'examen de la microfaune a permis l'enregistrement de paramètres quantitatifs suivants:

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
<b>H00'''</b>	0,08108	0,37	13,53846	08
<b>H01</b>	0,06667	0,05	14	07

- Les associations d'ostracodes sont encore les plus dominantes, elles représentent un pourcentage qui varie entre (63-95%), elles renferment: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp., *Parakrithe*, *Monoceratina* ? *trituberculata* ROSENFELD, *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Paracypris dubertreti* DAMOTTE & SAINT-MARC, et *Spinoleberis kasserinensis* BISMUTH & SAINT-MARC.
- Les assemblages de foraminifères benthiques sont représentés par des formes agglutinées dont, *Dorothia oxycona* (Reuss), *Dorothia* sp., *Flabellamina alexanderi* Cushman, et *Charentia cuvillieri*.
- Les foraminifères benthiques repérés dans les niveaux carbonatés sont représentés par *Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC , et *Pseudolituonella reicheli* Marie.
- Les foraminifères planctoniques sont peu nombreux au niveau de cette séquence. Ils sont représentés par: *Hedbergella delrioensis*, *Praeglobotruncana stephani*, et *Thalmaninella globotruncanoides*.

**Identification des cortèges sédimentaires:**

Vers le sommet, cette séquence témoigne d'un prisme de haut niveau supérieur suite à l'intensité des bioturbations.

### B -2-1-3- Séquence IC:

L'observation des paramètres qualitatifs et quantitatifs ne s'est effectuée que sur un seul échantillon dans cette séquence, car la plus part des termes marneux sont recouverts par les dépôts d'érosions, suite à la disposition anormale du Miocène sur le Crétacé :

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
<b>H04'</b>	00	0,12666	31,75	09

- Le contenu microfaunistique est dominé par les ostracodes, ces derniers sont représentés essentiellement par: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp., *Parakrithe?*, *Monoceratina? trituberculata* ROSENFELD, *Cythereis algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE, avec un pourcentage de 87,33333% du volume.
- Les foraminifères benthiques sont composés de: *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Flabellamina* sp., *Haplophragmoides* sp., et *Trochamminoides* sp., ils sont peu nombreux (12,66667%).
- Nous avons détecté aussi des Miliolidés, des Lituolidés, et *Merlingina cretacea* HAMAOUÏ et SAINT-MARC, observés essentiellement dans les termes carbonatés supérieurs de cette séquence.

#### Identification des cortèges sédimentaires:

Dans la partie basale, la présence de l'espèce *Cythereis algeriana* témoigne de l'étage infralittoral (marqueur fiable: Andreu, 1992), mais cette espèce trouve des conditions de vie satisfaisantes et idéales même dans un environnement de plate forme moyenne à externe. L'abondance des espèces lisses suggère un milieu à substrat vaseux;

➡ En terme de stratigraphie séquentielle, cette partie traduit un prisme de haut niveau marin inférieur suite à l'épaisseur importante des termes marneux.

➡ La partie sommitale est marquée par des calcaires à texture mudstone à packstone, où la présence de débris de rudistes, d'algues, de pellets, de dolomites, une teneur en carbonates assez importante, témoignent d'un prisme de haut niveau marin supérieur.

### B -2-1-4- Séquence ID:

Dans cette séquence sont constatés les paramètres quantitatifs suivants :

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
H11	00	0,89	3,71428	15
H14	00	0,38333	4,96774	09
H16'	00	0,40476	24	04

- Les ostracodes de cette séquence ont subi à une certaine perturbation dans leurs proportions: 11% dans le premier prélèvement, augmentant vers 61,66667% dans le deuxième, puis chute vers 59,52381% dans le troisième prélèvement. Ils sont représentés par: *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cytherella* sp., *Cythereis algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE, *Paracypris* sp., *Bairdia* sp., *Paracypris mdaouerensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), et *Spinoleberis* sp.
- L' assemblage de foraminifères benthiques est caractérisé par la présence de: *Nodosaria* sp., *Globorotalites* sp., *Dorothia oxycona* (Reuss), *Haplophragmoides* sp., *Haplophragmoides globosa*, *Dorothia* sp., *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Trochamminoides* sp., *Trochamminoides topagorukensis*, et *Ammobaculites* sp.

**Identification des cortèges sédimentaires:**

- ➡ L'apparition de nouvelles espèces de foraminifères benthiques (*Nodosaria* sp., et *Globorotalites* sp.) à la base de cette séquence, la présence d'un peu d'organismes appartenant principalement aux groupes d'ostréidés, gastéropodes, oursins et rudistes traduisent une sédimentation de haut niveau supérieur.

-L'augmentation de la diversité spécifique dans le premier prélèvement indique des conditions d'oxygénation normales, et leur diminution dans les termes sommitaux traduit la présence d'épisodes de sous-oxygénation.

- ➡ Cette séquence est couronnée par une grosse barre carbonatée pyriteuse affirmant la présence de périodes de sous-oxygénation, et semblent répartis essentiellement dans un intervalle transgressif.

**B-2-2-La mégaséquence II:**

**B-2-2-1-Séquence IIA:**

Sur une grande épaisseur, se développent des termes marneux à intercalations de calaires en bancs centimétriques. Ces derniers enregistrent à leurs surface supérieurs de fines lamines d'ordre millimétriques, et parfois infra-millimétriques (ce sont probablement des tempestites).

Cette séquence se caractérise par les paramètres quantitatifs suivants:

Ech	P/P+B	F/F+O	Ost liss/Ost ornés	Diversité spécifique
-----	-------	-------	--------------------	----------------------

H16''	01	0,75	/	02
H17	0,02713	0,86	7,4	07
H17'	00	0,25	6,75862	10
H19	00	00	/	02

- Les ostracodes sont représentés par: *Cytherella* sp., *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Parakrithe?*, *Monoceratina? trituberculata* ROSENFELD, *Metacytheropteron berbericus* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE, et *Cythereis* gr. *parallela* (REUSS). Ils montrent une certaine sub-extinction dans le premier prélèvement (1 seul ostracode lisse a été récolté) , un pourcentage de 14% dans le deuxième, 75% dans le troisième, et 100% dans le quatrième.
- Concernant les foraminifères benthiques, les formes calcaires sont totalement absentes. Les formes arénacées sont absentes dans le premier prélèvement, ils montrent un pourcentage de 83,66667% dans le deuxième, 25% dans le troisième, et 0% dans le quatrième. En plaques minces sont observés: les Lituolidés, *Textulariella* sp., *Biplanata* sp., et les Valvulamminidés.
- Les foraminifères planctoniques sont représentés essentiellement par: *Heterohelix moremani*, et *Hedbergella delrioensis*.

**Identification des cortèges sédimentaires:**

- ➡ La partie basale de cette séquence est caractérisée par la quasi-absence des ostracodes, et l'extinction totale des foraminifères benthiques. Elle évoquerait probablement l'installation et le développement d'une zone à oxygène minimum.

Sur le plan de la stratigraphie séquentielle, cette partie correspond à un intervalle transgressif.

- ➡ La partie moyenne montre la présence de coraux et de lamines (tempestites), ceci suggère d'interpréter cette partie comme un prisme de haut niveau marin supérieur;
- ➡ La présence d'argiles, de la matière organique, d'intenses bioturbations au sein des microfaciès de la partie supérieure de cette séquence, témoignent d'un changement dans le taux d'oxygénation du milieu. Il apparaît donc que cette partie définisse en terme de stratigraphie séquentielle, un intervalle transgressif.

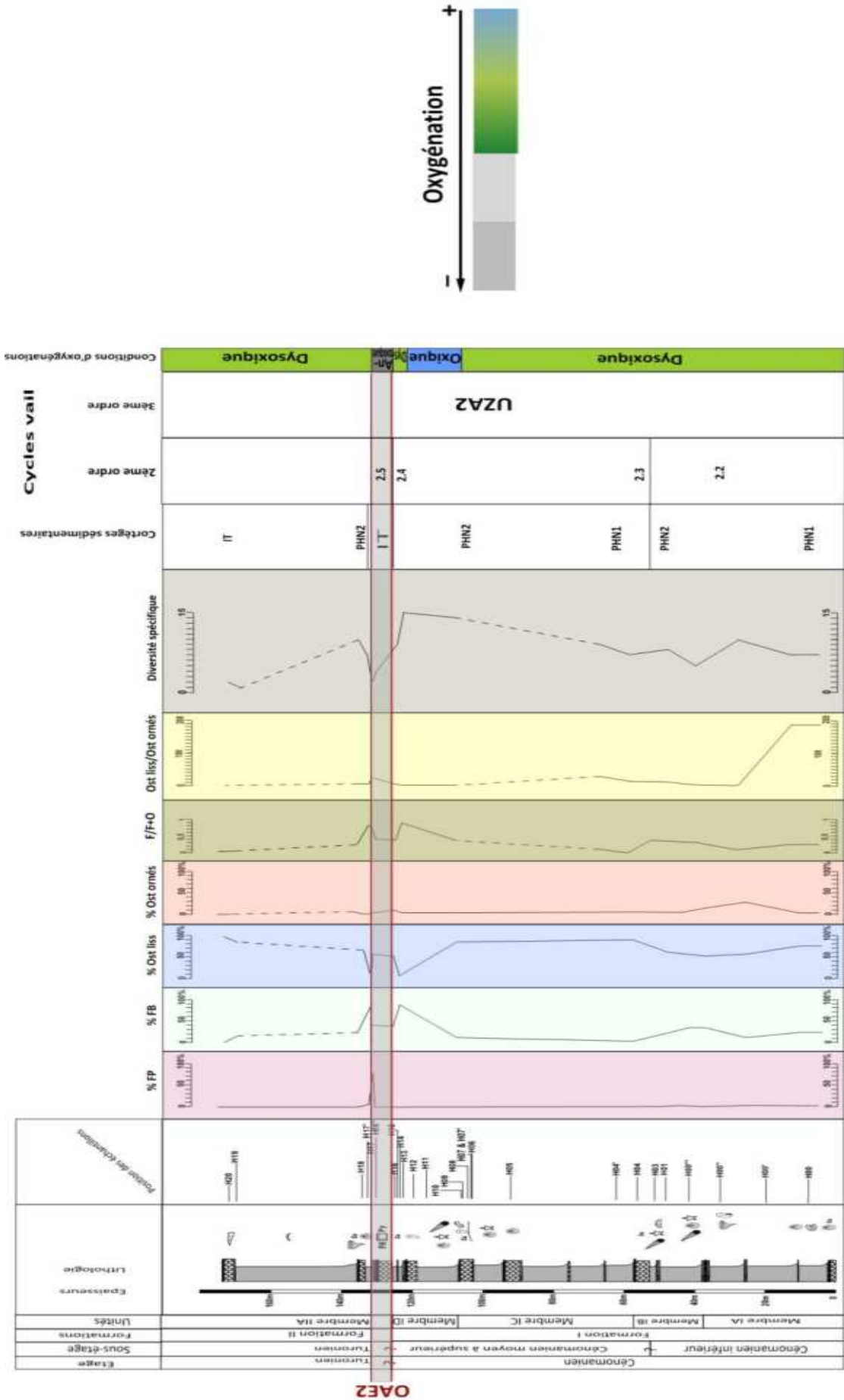


Fig.III.6: Coupe de Hamla "Dj Sabaaoune" du Cénomaniens inférieur-Turonien. Variation des paramètres quantitatifs, cortèges sédimentaires, et évaluation des conditions d'oxygénation.

### **Conclusion:**

La distribution des foraminifères planctoniques, foraminifères benthiques, et d'ostracodes dans les sédiments des Monts de Bellezma-Batna permet d'obtenir des informations sur les processus sédimentaires dans les diverses parties de cette région durant l'intervalle de temps Cénomano-Turonien. Les variations qualitatives et quantitatives des microfaunes, issues de domaines paléogéographiques différents révèlent l'importance des facteurs environnementaux.

L'analyse détaillée des microfaciès sédimentaires des deux coupes a permis de reconstruire les environnements de dépôts (bassin, plate forme oscillant entre plate forme externe, moyenne, et interne). La stratigraphie séquentielle a permis d'identifier les cortèges sédimentaires (prisme de bas niveau marin, prisme de haut niveau inférieur, prisme de haut niveau supérieur, et intervalle transgressif) dans les différentes séquences afin de préciser le cadre paléoenvironnemental au moment de la crise fini-cénomaniennne et de mieux comprendre les éventuels marqueurs de la baisse d'oxygénation (OAE2).

La crise Cénomaniennne/Turonien, qui formait le pilier principal de cette étude, a bien été caractérisée (surtout dans la région de Theniet El Manchar). Les calcaires feuilletés grisâtres, caractéristiques de la formation Bahloul, ont démontré, un contenu micropaléontologique dominé presque par les foraminifères planctoniques, ce qui affirme bien la survenue de la crise C/T. Les foraminifères benthiques, extrêmement peu diversifiés, ne comportent que quelques espèces de type calcaire surtout, les ostracodes sont également très peu nombreux, représentés uniquement par des formes à paroi ornée.

## Partie 2:

# IMPLICATION PALEOECOLOGIQUE ET

# PALÉOGÉOGRAPHIQUE

III-2- 1-Généralités.

III-2- 1-1-Introduction.

III-2- 1-2-Objectifs.

III-2- 2-Paléogéographie.

III-2- 2-1-Modèles paléogéographiques du domaine atlasique oriental au cours du Cénomano-Turonien.

III-2- 2-2- Discussion sur les principaux événements de la crise anoxique (OAE2) enregistrés au cours du Cénomano-Turonien dans les Monts de Belzma-

Batna:

*La limite Cénomanién-Turonien: Scénario et modèle de distribution paléoécologique-*

## **III-2-1-GENERALITES:**

### **III-2-1-1-Introduction:**

D'une manière générale, tous les organismes ont une répartition limitée dans l'espace et sont en relation étroite avec un milieu de vie bien déterminé. Leur répartition dépend donc de facteurs écologiques comme la salinité de l'eau, la profondeur ou la température, et bien d'autres encore.

### **III-2-1-2-Objectifs:**

L'objet de la paléogéographie est la reconstitution (théorique) de la paléogéographie passée de territoires et de son évolution, à partir des roches et des fossiles qui peuvent conserver la trace.

L'objectif ultime de cette partie est d'expliquer les variations de la faune et de la microfaune au cours de la période considérée Cénomano-turonienne, et d'illustrer leurs réponses au développement de l'anoxie.

## **III-2-2-PALEOGEOGRAPHIE:**

### **III-2-2-1- Modèles paléogéographiques du domaine atlasique oriental au cours du Cénomano-Turonien :**

Dans le domaine atlasique oriental, deux principaux modèles paléogéographiques sont proposés dans la littérature :

- Le premier reconstitué pour la période du Crétacé supérieur, montre une paléogéographie structurée en blocs basculés à partir de l'Albien terminal (Herkat 1999, 2003, Herkat et Benkherouf 2006). Ces auteurs proposent l'existence d'une rampe faiblement pentue, dont les profondeurs croissent d'Ouest vers l'Est. Ils distinguent successivement : une rampe proximale, médiane, distale, de transition et enfin le bassin.

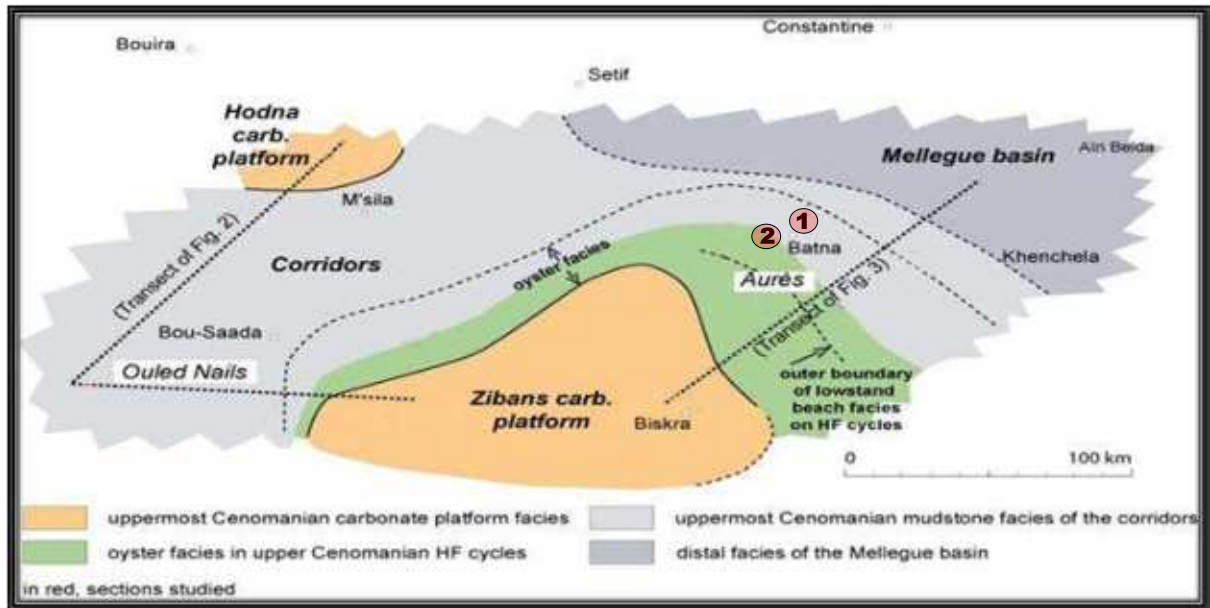
L'intégration des coupes étudiées dans ce schéma paléogéographique modifié selon les nouvelles données, fait apparaître que la coupe de Theniet El Manchar se trouve sur l'aire à caractère de rampe distale alors que celle de Hamla se place sur l'aire de la rampe médiane.

- Le second schéma de Grosheny et *al.* 2007, du Cénomanién terminal- Turonien basal, qui distingue quatre aires paléogéographiques à savoir : la plate forme carbonatée à rudistes, le

domaine de transition à huîtres, les corridors et le bassin. La coupe de Theniet El Manchar se situe donc dans le corridor et celle de Hamla appartient au domaine de transition à huîtres (Fig. III. 7).

**Conclusion :**

En définitive, on ne note aucune contradiction entre ces modèles, au contraire une complémentarité dans laquelle notre secteur d'étude s'intègre parfaitement.



**Fig. III.7:** Paléogéographie de la partie orientale de l'Atlas saharien au cours du Cénomanién terminal à Turonien basal (d'après GROSHENY D. et al., (2007)), 1. Coupe de Theniet El Manchar, 2. Coupe de Hamla.

**III-2-2-2-Discussion sur les principaux évènements de la crise anoxique (OAE2) enregistrés au cours du Cénomano-Turonien dans les Monts de Bellezma-Batna:**

*La limite Cénomanién-Turonien: - Scenario et modèle de distribution paléocéologique-*

L'exploitation des données antérieures, les nouvelles observations de terrain, complétés par les résultats analytiques de laboratoire, permettent d'établir une résolution temporelle des différents événements et de mieux comprendre leur évolution globale entre le Cénomanién et le Turonien.

-La combinaison des données lithologiques et micropaléontologiques de l'intervalle d'étude conduit à l'identification de trois phases majeures qui ont opéré au cours de cet intervalle, au niveau de nos deux coupes et qui s'établissent comme suit:

**Phase I:** Cénomaniens inférieur et Cénomaniens moyen à supérieur.

Le début de cette phase est marqué par une prolifération particulière de l'ostracofaune surtout à carapace lisse. Les foraminifères planctoniques sont rarissimes, représentés seulement par des formes globuleuses, dont: *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), et *Hedbergella delrioensis* (Carsey).

Les foraminifères benthiques sont présents, surtout les formes agglutinées. Les formes calcaires sont très peu rencontrées, elles sont montrées par la présence de *Lenticulina rotulata* (Lamarck).

Les échinodermes, les huîtres, les céphalopodes, les gastéropodes, les coraux, et les ostréidés sont assez fréquents.

Dans la partie moyenne de cette phase, les foraminifères benthiques agglutinés pullulent, ils sont représentés par une diversité spécifique faible, et sont associés à des ostracodes lisses. Mais le taux de ces derniers chute par rapport au début de cette phase, cette partie est caractérisée également par le développement des rudistes et des huîtres.

La fin de cette phase est marquée par une diminution sur le plan qualitatif et quantitatif des assemblages macrofaunistiques, par l'apparition de structures sédimentaires (des lamines, des tempestites, et des structures en mamelons) avec une augmentation remarquable des foraminifères benthiques à paroi calcitique dans les deux coupes par contre au niveau de Theniet El Manchar on assiste au développement des Cunéolines..

**Phase II:** Cénomaniens supérieur à Turonien inférieur.

Installation d'un régime anoxique entraînant à un bouleversement notable dans les assemblages de foraminifères planctoniques, benthiques, et ostracodes.

☞ Dans la région de Theniet El Manchar, cet événement mondial conduit à une quasi-disparition des foraminifères benthiques, seuls quelques formes opportunistes peuvent résister, dont: *Lenticulina rotulata* (Lamarck), *Textularia* sp., *Frondicularia* sp., *Dentalina* sp., et Nodosaridés. Ces morphotypes prolifèrent (Caron & Homewood, 1982) et sont capables de profiter de ces perturbations environnementales.

- Une microfaune riche en foraminifères pélagiques qui supportent le déficit en O<sub>2</sub> se développe . 13 espèces sont présentées dans l'échantillon M40c.

- Les associations d'ostracodes déclinent avec une disparition des formes lisses. Les formes ornées sont caractérisées par un monospécifisme de l'espèce *Reticulocosta* sp.

☞ Dans la région de Hamla, l'explosion de l'événement anoxique océanique est marqué dans l'échantillon H16" par l'absence des foraminifères benthiques et la quasi-extinction de l'ostracofaune.

La quasi-absence d'ostracodes dans cet échantillon indique selon Andreu, 1992 des conditions de stress écologique très sévère.

**Phase III:** Turonien.

-Les conditions de stress écologique commencent à disparaître progressivement, un retour au conditions normales est bien marqué dans la région de Hamla par la réapparition des ostracodes dont; *Cytherella* sp., *Veeniacythereis maghrebensis* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Parakrithe* ?, *Monoceratina ? trituberculata* ROSENFELD, *Metacytheropteron berbericus* (BASSOULLET & DAMOTTE), *Cythereis algeriana* BASSOULLET & DAMOTTE, *Cythereis* gr. *parallela* (REUSS). Ainsi que les foraminifères benthiques agglutinés suivants dont; *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Reophax* sp., *Dorothia oxycona* (Reuss), et *Textularia chapmani* (Lalicker).

- La macrofaune est marquée essentiellement par l'arrivé des coraux, et d'ostréidés.

Dans la région de Theniet El Manchar, cette phase est soulignée par la réapparition et l'épanouissement des ammonites (d'après le travail de doctorat en cours, Maandi 2014) et des foraminifères planctoniques.

**Chapitre IV :**  
**UNE BRÈVE DESCRIPTION**  
**MICROPALÉONTOLOGIQUE**

IV-1-Classification et description des foraminifères benthiques rencontrés.

IV-1-1- Classification.

IV-1-2- Description.

IV-2-Classification et description des ostracodes rencontrés.

IV-2-1- Classification.

IV-2-2- Description.

L'échantillonnage des termes marneux du Cénomano-Turonien de la région de Theniet El Manchar et Hamla, dans les Monts de Bellezma-Batna a permis la récolte d'un grand nombre d'ostracodes et de foraminifères benthiques, surtout à parois agglutinés. Il faut reconnaître que l'insuffisance de documentations sur les foraminifères benthiques, la rareté des travaux sur l'ostracofaune algérienne et l'installation d'une zone à oxygène minimum, qui a entraîné de profondes modifications touchant le monde de ces microfossiles soit par adaptation, soit par disparition, soit par apparition de nouvelles formes n'ont pas été un obstacle majeur. Les études et les descriptions micropaléontologiques ont permis en définitive de reconnaître 23 espèces d'ostracodes et 24 espèces de foraminifères benthiques. Les travaux de LOEBLICH et TAPPAN (1964) constituent un outil fondamental pour l'identification des différentes formes benthiques rencontrées. La détermination des ostracodes est fondée essentiellement sur les travaux de Vivière J.L (1985) et Andreu B., (1991).

### **IV-1-Classification et description des foraminifères benthiques rencontrés:**

- Les premiers niveaux des coupes étudiées ont livré seulement quelques exemplaires de Textularidés (*Textularia*, *Dorothia*), Trochamminoides, Haplophragmoides, et *Flabellamina*;
- La partie moyenne est caractérisée par l'augmentation et l'épanouissement surtout de foraminifères benthiques agglutinés.
- Les derniers niveaux d'âge Cénomaniens supérieurs sont marqués par l'apparition des formes benthiques calcaires, ces derniers ne sont représentés que par une faible diversité d'espèces.
- Les foraminifères porcelanés sont absents carrément dans les formes dégagées.

Les diverses espèces de foraminifères benthiques, tributaires du substrat, sont différemment adaptées dans les différents étages (infralittoral, circalittoral et bathyal) à la vie épibenthique ou endobenthique. La prolifération des unes au détriment des autres devrait témoigner des conditions particulières au niveau de l'interface eau/sédiment des océans.

### **IV-1-1- Classification:**

#### **A/ Les benthiques à tests agglutinés**

Classe FORAMINIFERA d'Orbigny, 1826

Ordre TEXTULARIDA Delage & Herouard, 1896

Sous-ordre TEXTULARINA Delage & Herouard, 1896

Super-famille TEXTULARIACEA Ehrenberg, 1838

Famille TEXTULARIIDAE Ehrenberg, 1838

Sous-famille TEXTULARIINAE Ehrenberg, 1838

Genre *Textularia* DeFrance, 1824

*Textularia chapmani* Laliker, 1935

Super-famille EGGERELLACEA Cushman, 1937

Famille EGGERELLIDAE Cushman, 1937

Sous-famille DOROTHIINAE Balakhmatova, 1972

Genre *Dorothia* Plummer, 1931

*Dorothia oxycona* (Reuss, 1860)

Ordre LITUOLIDA Lankester, 1885

Sous-ordre LITUOLINA Lankester, 1885

Super-famille LITUOLACEA de Blainville, 1827

Famille HAPLOPHRAGMOIDIDAE Maync, 1952

Genre *Haplophragmoides* Cushman, 1910

*Haplophragmoides* sp.

Famille LITUOLIDAE de Blainville, 1827

Sous-famille AMMOMARGINNULININAE Podobina, 1978

Genre *Ammobaculites* Cushman, 1910

*Ammobaculites?* sp.

Sous-famille LITUOLINAE de Blainville, 1825

Genre *Thomasinella* Schlumberger, 1893

*Thomasinella punica* Schlumberger, 1893

Sous-famille FLABELLAMMININAE Podobina, 1978

Genre *Flabellamina* Cushman, 1928

*Flabellamina alexanderi* Cushman, 1928

Super-famille LITUOTUBACEA Loeblich & Tappan, 1984

Famille TROCHAMMINOIDAE Haynes & Nwabufu-Ene, 1998

Genre *Trochamminoides* Cushman, 1910

*Trochamminoides?* sp.

Super-famille ATAXOPHRAGMIACEA Schwager, 1877

Famille CUNEOLINIDAE Saidoua, 1981

Sous-famille CUNEOLININAE Saidoua, 1981

Genre *Cuneolina* d'Orbigny, 1839

*Cuneolina* sp.

### B/Les benthiques à test calcaires:

Sous-ordre **LAGENINA** Delage & Hérouard, 1896

Super-famille **NODOSARIACEA** Ehrenberg, 1838

Sous-famille NODOSARIINAE Ehrenberg, 1838

Genre *Nodosaria* Lamarck, 1812

*Nodosaria* sp.

Sous-famille LENTICULININAE Chapman, Parr & Collins, 1934

Genre *Lenticulina* Lamarck, 1804

*Lenticulina rotulata* (Lamarck, 1804)

Super-famille **CHILOSTOMELLACEA** Brady, 1881

Famille GLOBOROTALITIDAE Loeblich & Tappan, 1984

Genre *Globorotalites* Brotzen, 1942

*Globorotalites* sp.

### IV-1-2- Description:

La nature et l'architecture du test sont les caractères de base de leur classification, notamment de celle proposée par LOEBLICH & TAPPAN (1987). Il en existe trois grands types: les tests **perforés** ou hyalins (test calcaire et troué de nombreux pores) ; les tests **porcelanés** (test calcaire imperforé, lisse) et les tests **agglutinés** (test formé par accumulation puis cohésion de particules en suspension ou dans le sédiment).

Les formes agglutinées représentent un pourcentage majeur des foraminifères benthiques triés. Ce n'est que ponctuellement (dans quelques rares niveaux) qu'ils sont absents:

#### **Les benthiques à tests agglutinés:**

 L'espèce *Textularia chapmani* Laliker, 1935:

#### Matériel:

Peu abondante.

#### Gisement:

- La coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M00", M06, M09, M32), et la coupe de Hamla (échantillons: H00', et H17').

#### Milieu de vie:

Selon Benkherouf (1988) *in* Muriel (2012), cette espèce semble préférer des milieux relativement profonds type talus supérieur.

#### Répartition stratigraphique:

Albien-Santonien.

### Description:

Forme bisériée, avec des loges rarement visibles. Elle est peu exploitable dans le matériel étudié entourés par une fine couche agglutinée, de taille petite à moyenne. Nos résultats ont montré que cette forme était associée aux espèces : *Dorothia oxycona* (Reuss), *Flabellamina alexanderi* Cushman, *Ammobaculites* sp., *Trochaminoides* sp., *Haplophragmoides* sp., *Thomasinella punica* Schlumberger, *Lenticulina rotulata* (Lamarck), *Lenticulina gaultina* (Berthelin), *Heterohelix globulosa* (Ehrenberg), et *Hedbergella delrioensis* (Carsey).

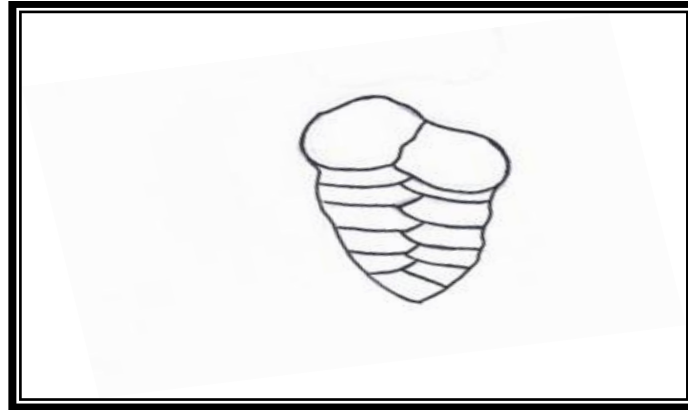


Fig. IV.1: *Textularia chapmani*.

### ☞ L'espèce *Dorothia oxycona* Reuss, 1860:

#### Matériel:

Très abondante.

#### Gisement:

- La coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M00", M06, M07, M09, M11, M18, et M28).

- La coupe de Hamla (échantillons: H00, H00', H01, H11, H14, H17, et H17').

#### Milieu de vie:

Elle se trouve dans la partie supérieure de talus (Haig, 1981; Nyong et Olsson, 1984 *in* Benkherouf, 1988).

#### Répartition stratigraphique:

Crétacé inférieur à supérieur.

#### Description:

Les individus attribués à cette espèce se caractérisent par un test agglutiné a aspect irrégulier, la plus part ont une petite taille, les autres propriétés ne peuvent être distingués car la plupart des individus récoltés sont mal conservés. Dans la région d'étude, elle se trouve en association avec:

*Dorothia* sp., *Flabellamina alexanderi*, *Thalmaninella globotruncanoides*, *Nodosaria* sp., *Haplophragmoides* sp., *Globorotalites* sp., *Trochamminoides topagorukensis*, *Trochamminoides* sp., *Textularia chapmani*, *Hedbergella delrioensis*, *Ammomarginulina loricata*, *Dorothia* cf. *trochus*, *Lenticulina gaultina*, *Reophax* sp., *Gavelinella* sp., *Ammobaculites advenus*, *Ammobaculites* sp., et *Thomasinella punica*.

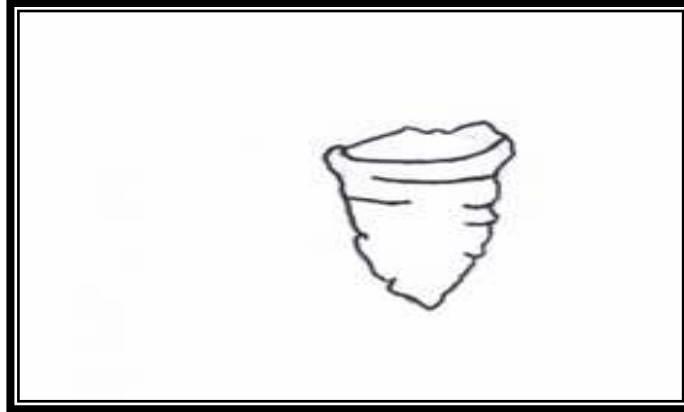


Fig.IV.2: *Dorothia oxycona*.

### ☞ Le Genre *Haplophragmoides* :

#### Matériel:

Assez abondants.

#### Gisement:

- La coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M02, M06, M11, M22, M26, et M32).
- La coupe de Hamla (échantillons: H11, H14, et H16').

#### Milieu de vie:

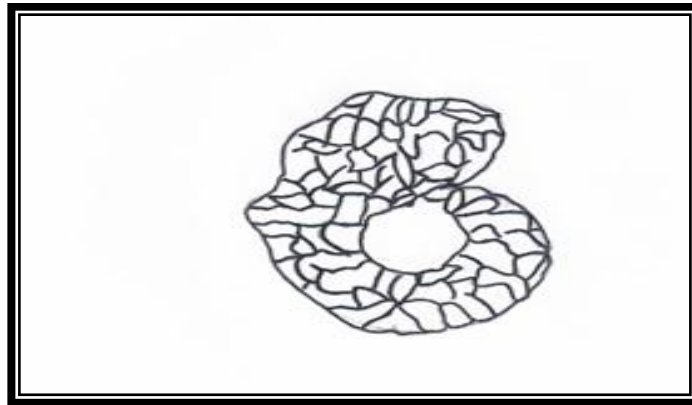
Ce probable détritivore, genre infaunique et communément trouvé dans les substrats boueux à sableux dans des larges séries du marais à environnement bathyal. Il est principalement un genre marin. Mais plusieurs autres sont présentés dans les lagunes hypo-salines et les estuaires (Murray, 1991).

### **Répartition stratigraphique:**

Crétacé à l'Actuel.

### **Description:**

Les individus attribués à ce genre se caractérisent par une grande fréquence dans mes échantillons, il est cosmopolite, de taille moyenne à grande, très planispiralé agglutiné à éléments grossiers et irréguliers, il se distingue par la présence de loges, ces dernières sont dans certains cas assez globuleuses et bombées.



**Fig. IV.3:** *Haplophragmoides*.

### **☞ Le genre *Ammobaculites* ? :**

#### ***Matériel:***

Plusieurs dizaines d'individus.

#### ***Gisement:***

- La coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M06, M07, M09, M11, M22, et M32)
- La coupe de Hamla (échantillons: H11, H14, et H16').

#### ***Milieu de vie:***

Ce genre couvre presque toutes les niches écologiques dans les mers actuelles (Culver & Buzas, 1981). Il vit dans les sédiments boueux à salinité normale dans «les marais à environnement bathyal » (Murray, 1991).

Son occurrence est bien montrée dans certains sédiments du Crétacé. il est caractérisé également par sa tolérance avec des baisses des niveaux d'oxygène (Koutsoukos et al., 1990).

Selon Gargouri-Razgallah (1983), son milieu de développement serait la plate forme externe.

#### ***Répartition stratigraphique:***

- Cénomaniens moyen.
- Mississippian-Holocène.

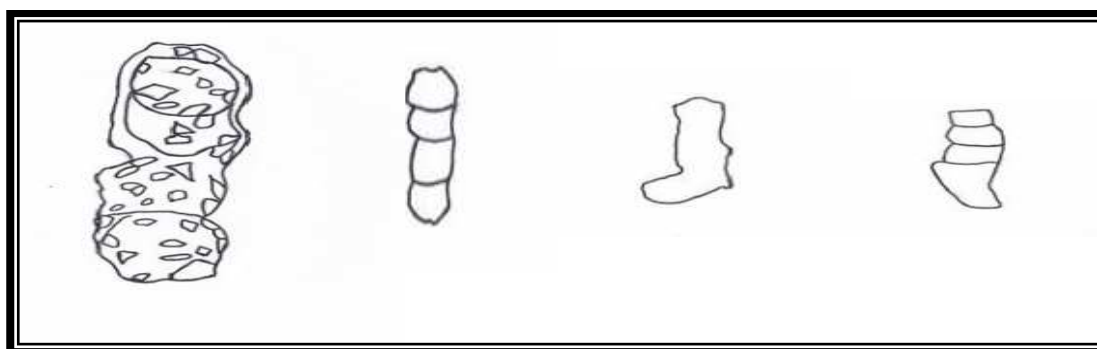
### **Description:**

Il est caractérisé par:

- Test libre, allongé, grossièrement agglutiné;
- Loges primaires en forme spirale, les dernières loges sont rectilignes et non spirales;
- La partie antérieure est simple, l'aperture terminale est sub-circulaire;
- Ils sont trouvés en associations surtout avec *Thomasinella punica*, et *Flabellamina alexanderi*.

### **Remarque:**

Certaines formes de ce genre sont cassées, il est fréquent surtout dans les résidus de 500µm.



**Fig.IV.4:** *Ammobaculites?*

### **☞ L'espèce *Thomasinella punica* Schlumberger, 1893:**

#### **Matériel:**

Nombreux spécimens uniquement dans la fraction 500µm.

#### **Gisement:**

- La coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M06, M07, M09, M11, M22, M26, et M28).

#### **Milieu de vie:**

*Thomasinella punica* Schlumberger, est un foraminifère benthique caractéristique des milieux de plate forme "interne à externe" (Saint-marc;1982 *in* Benkherouf; 1988).

Selon Gargouri-Razgallah (1983), en Tunisie, cette espèce se rencontre exclusivement dans les vases fines de la plate forme externe, dans un milieu circalittoral euryhalin (*in* Muriel, 2012). Elle estime que son milieu de développement est un milieu calme.

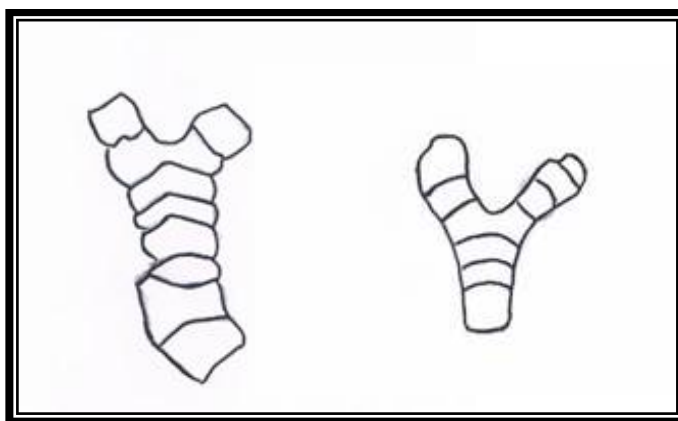
Les résultats de notre étude ont montré, que le milieu de vie de cette espèce, devait être vraisemblablement "dysoxique".

#### **Répartition stratigraphique:**

Cénomaniens moyen.

### **Description:**

Thomasinella est une forme branchue de grande taille, d'abord unisériée pour les premières loges (3 à 6), qui se dédoublent dans la partie supérieure (dichotomie). Les loges sont séparées par des sutures déprimées. Des différences morphologiques ont conduit certains auteurs à distinguer plusieurs espèces (*T. aegyptica*, *T. fragmentaria*, *T. rugosa*), mais, selon d'autres auteurs (Gargouri-Razgallah, 1983), ces variations ne seraient en réalité liées qu'à des facteurs écologiques (type de sédiment, profondeur...). Au terme de ce travail, toutes les formes récoltées seront considérées comme appartenant à l'espèce *Thomasinella punica*.



**Fig. IV.5:** *Thomasinella punica*.

### **☞ L'espèce *Flabellamina alexanderi* Cushman, 1928:**

#### **Matériel:**

Assez fréquente (Plusieurs centaines d'individus).

#### **Gisement:**

- La coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M06, M07, M09, M11, M22, M26, M28, et M32).
- La coupe de Hamla (échantillons: H00', H01, H04', H11, H14, H17, et H17').

#### **Milieu de vie:**

Infra-à circalittoral.

Les résultats de cette étude montrent que cette espèce supporte beaucoup plus les milieux dysoxygènes, elle est absente carrément dans les milieux anoxiques.

#### **Répartition stratigraphique:**

Crétacé inférieur à supérieur (Nord Amérique, Europe)

#### **Description:**

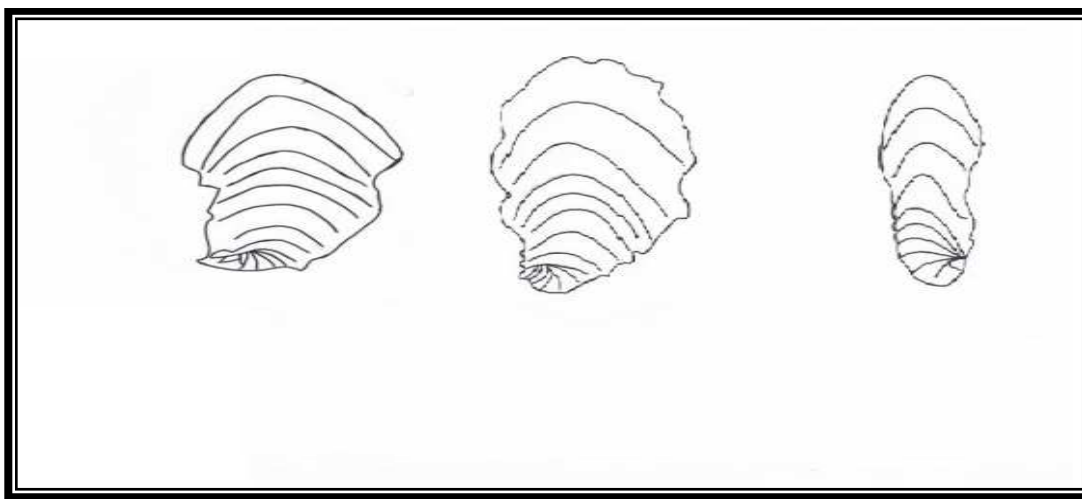
Elle est caractérisée par ces particularités:

- Cette espèce de grande taille a une paroi fortement agglutinée;
- Des loges en forme de chevrons;

- Une structure simple, l'aperture terminale est le plus souvent ovale;
- Elle est associée avec surtout le genre *Dorothia*., et les espèces: *Haplophragmoides* sp., *Trochaminoides* sp., *Thomasinell apunica*, *Ammobaculites* sp., *Reophax* sp., et *Textularia chapmani*.

**Remarque:**

Elle est proche de genre *Frondicularia*, mais s'en distingue par la nature de leurs paroi.



**Fig. IV.6:** *Flabellamina alexanderi*.

☞ **Le genre *Trochamminoides* :**

**Matériel:**

Nombreux spécimens sont observables.

**Gisement:**

- La coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M00", M02, M06, M34, et M35').
- La coupe de Hamla (échantillons: H04', H11, et H14).

**Milieu de vie:**

Infra-à circalittoral?.

**Répartition stratigraphique:**

Crétacé à Holocène, sa présence est montrée dans:

- ⊕ Le Golf Atlantique et pacifique;
- ⊕ Le golf de Mexique;
- ⊕ Caraïbe.

**Description:**

- Test agglutiné a éléments grossiers, présentant un profil très épais; Il est de grande taille.

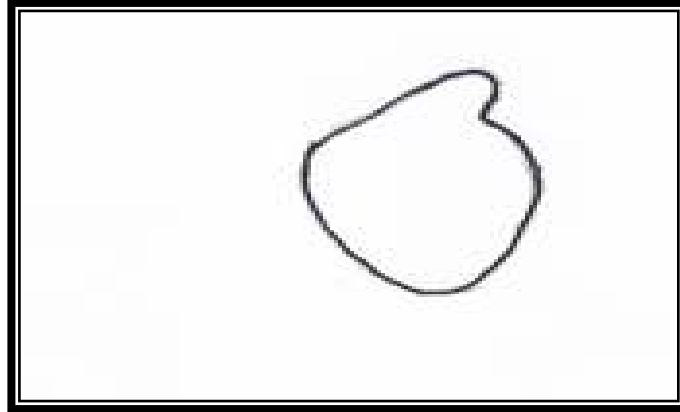


Fig. IV.7: *Trochamminoides* .

☞ Le genre *Cuneolina* :

**Matériel:**

Peu abondant.

**Gisement:**

- La coupe de Theniet El Manchar (uniquement dans l'échantillon M32).

**Milieu de vie:**

Selon Andreu (1992), l'épanouissement des Cunéolines est marqué dans les milieux agités et bien éclairés à substrats carbonatés.

**Répartition stratigraphique:**

- Crétacé inférieur (Valanginien) à Crétacé supérieur Coniacien;
- Ils sont trouvés en China, USA, et l'Europe.

**Description:**

Test libre de forme flabellée, antérieurement est subdivisé en loges de forme d'arcs parallèles, de test agglutiné à éléments hétérogènes.

**Remarque:**

Ce genre est proche de celui décrit par Loeblich & Tappan, planche 155, Fig 2.

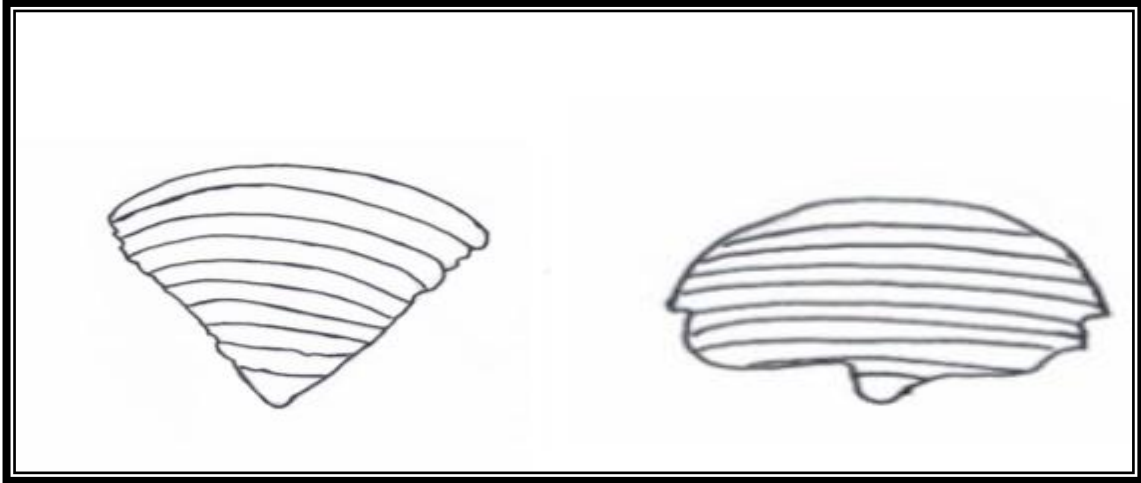


Fig. IV.8: *Cuneolina* .

🕒 **Les benthiques à tests calcaires:**

👉 **Le genre *Nodosaria* :**

**Matériel:**

Très rare.

**Gisement:**

La coupe de Theniet El Manchar (Ech: H11)

**Milieu de vie:**

Infralittoral (?).

**Répartition stratigraphique:**

Jurassique inférieur à Holocene.

**Description:**

Ce genre est très faiblement répandu. Il se caractérise par une paroi calcareuse lisse. Il est unisérié, formé par deux loges globuleuses, inornementés, de teinte très sombre.

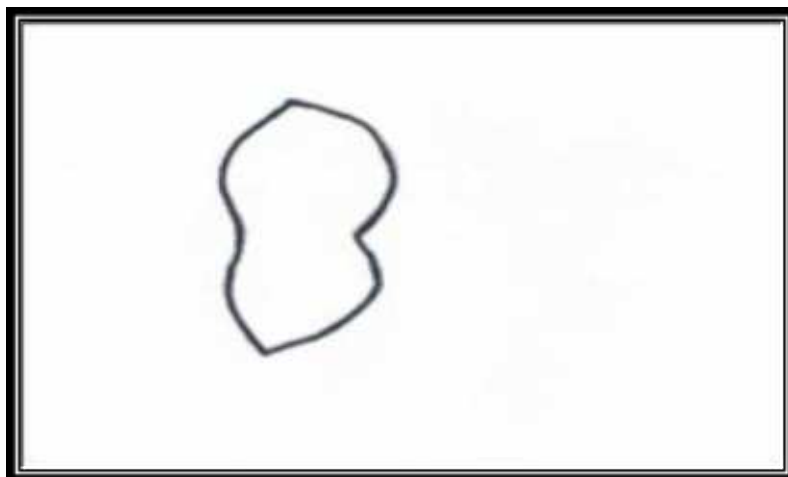


Fig. IV.9: *Nodosaria* .

☞ L'espèce *Lenticulina rotulata* Lamarck, 1804:

**Matériel:**

Peu abondante.

**Gisement:**

La coupe de Theniet El Manchar (Ech: M06, M40c).

**Milieu de vie:**

Infra-à circalittoral.

**Répartition stratigraphique:**

Albien supérieur- Turonien.

Selon Zghal (1994), cette espèce est connue essentiellement au Crétacé inférieur (Valanginien-Albien).

**Description:**

La plupart des spécimens prélevés de cette espèce ont une grande taille. Elle se caractérise par une paroi lisse bombée homogène, lenticulaire, calcareuse hyaline et perforée. Les loges du test sont bien visibles et ont des sutures courbées.

**Remarque:**

La plupart des espèces sont rencontrées dans les extraits de 500µm.

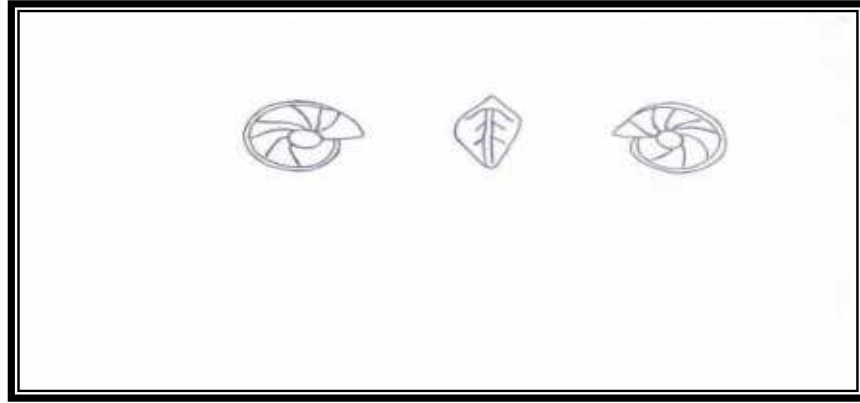


Fig. IV.10: *Lenticulina rotulata*.

☞ *Le genre Globorotalites :*

**Matériel:**

peu abondant.

**Gisement:**

- La coupe de Theniet El Manchar (échantillon M32).
- La coupe de Hamla (échantillon H11).

**Milieu de vie:**

Infralittoral.

**Répartition stratigraphique:**

Crétacé inférieur (Albien)-Crétacé supérieur (Maestrichtien);

**Description:**

Ce genre est cosmopolite de petite taille, parfois moyenne à paroi calcitique, perforée. Le test est trochospiralé. Les loges ne sont pas bien visibles, les sutures sont subobliques. Il se trouve en association avec les espèces: *Nodosaria* sp., *Dorothia oxycona*, *Haplophragmoides* sp., *Dorothia* sp., *Flabellamina alexanderi*, *Dorothia* cf. *trochus*, et *Cuneolina* sp.

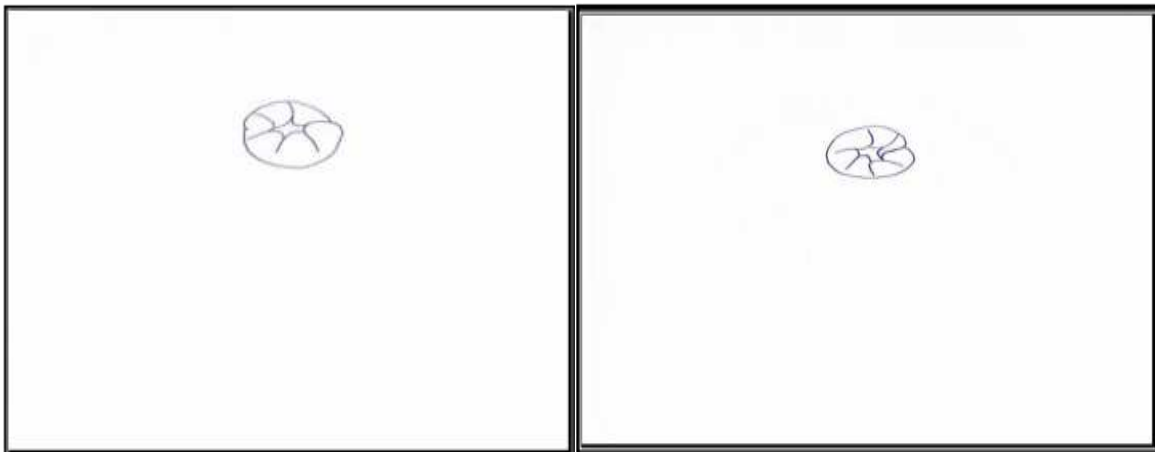


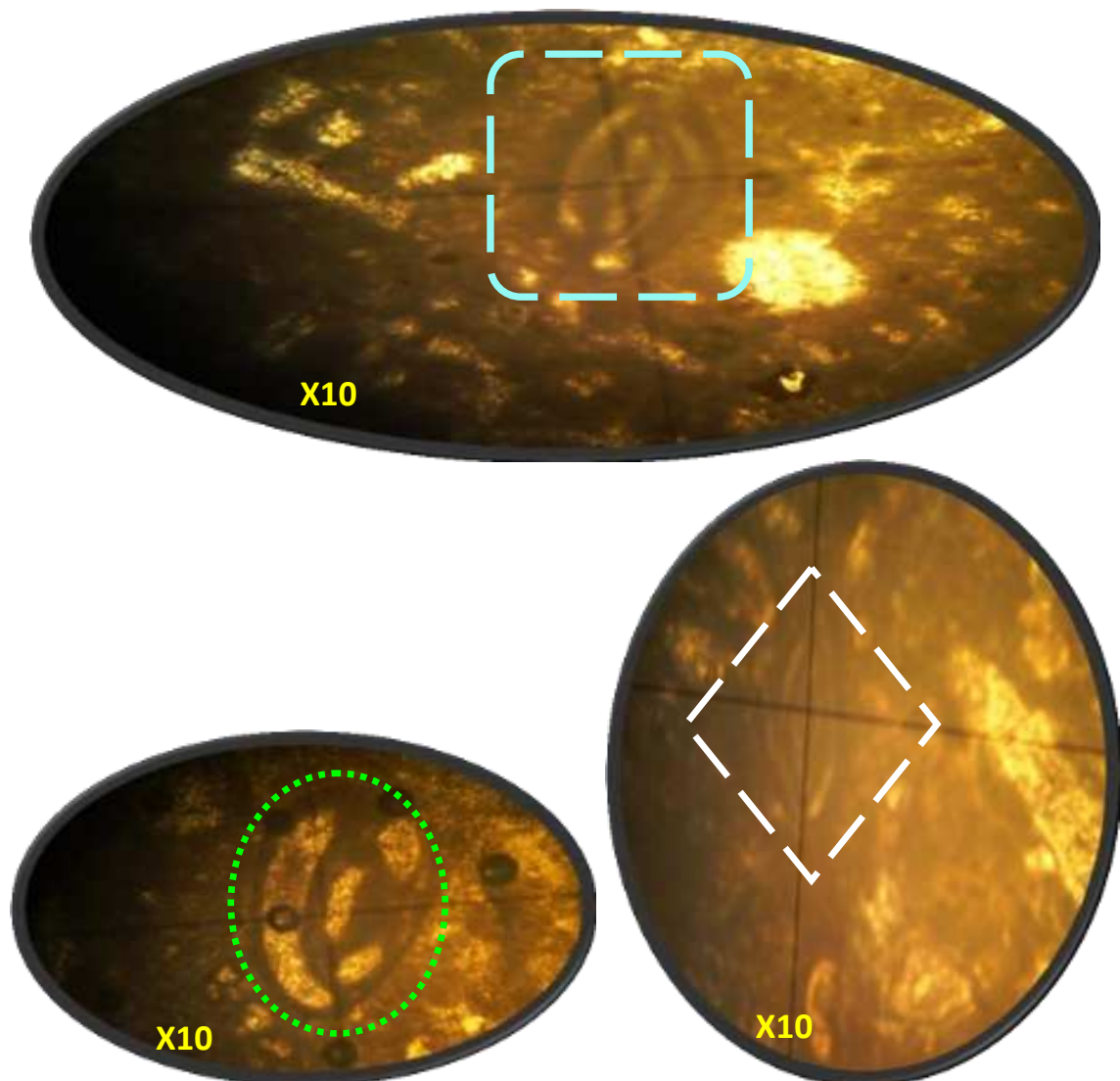
Fig. IV.11: *Globorotalites* .

### 🕒 *Les benthiques à tests porcelanés:*

#### 👉 *Miliolidés:*

Les Miliolidés ne constituent qu'une faible partie de la faune rhizopodique des échantillons étudiés. Ils sont observés seulement en plaque minces, et ne méritent pas le qualificatif «d'abondant», bien au contraire, ils sont considérés comme très mal répartis.

Moullade, 1966 considère ces microorganismes benthiques comme typiques de faciès littoraux ou peu profonds.



**Fig. IV.12:** Différents genres de Miliolidés.

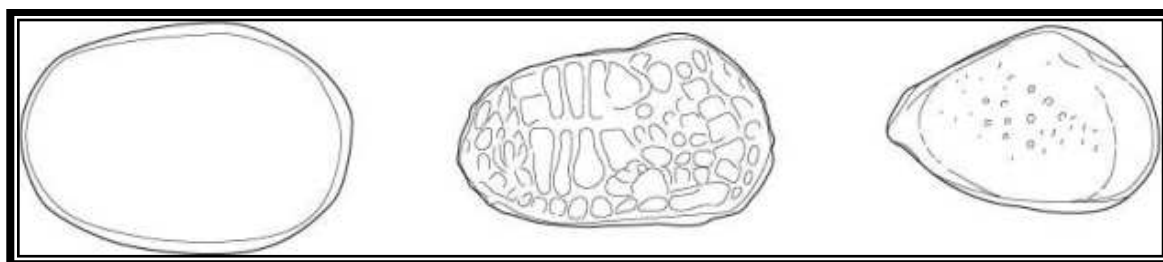
### IV-2-Classification et description des ostracodes rencontrés:

Les ostracodes sont parfois définis comme des mini-Crustacés à coquille (Arthropodes). Leurs taille, généralement voisine du mm, peut atteindre exceptionnellement 8 cm.

Le corps de ces animaux aquatiques est protégé par une carapace formée de deux valves le plus souvent calcifiées, articulées par une charnière située sur le bord dorsal .On distingue 3 types fondamentaux de charnières :

- ◆ type adonte : une valve est creusée d'un sillon simple où s'encastre la barre simple de l'autre valve ;
- ◆ type mérodonte : le sillon d'une valve et la barre de l'autre sont respectivement encadrés par deux dents et alvéoles ;
- ◆ type amphidonte ou hétérodonte : possèdent une dent et une alvéole supplémentaire terminant respectivement la partie antérieure de la barre et du sillon.

Les carapaces sont lisses ou diversement ornementées extérieurement : filet, granules, tubercules, épines, striés, côtes (**Fig. IV.13**).



**Fig. IV.13** : De gauche à droite, carapaces lisse, réticulée-costulée, et tuberculée.

la majorité des ostracodes sont benthiques. Ils se trouvent dans tous les milieux aquatiques aussi bien d'eaux douces que d'eaux salées : dans les étangs, marais, fleuves, lagunes, estuaires, sur le plateau continental et le talus, ainsi que dans les zones bathyale et abyssale.

#### IV-2-1- Classification:

Embranchement ARTHROPODA Siebold & Stannius, 1845

Sous-embranchement MANDIBULATA Clairville, 1798

Classe CRUSTACEA Pennant,1777

Ordre OSTRACODA Latreille, 1806

Sous-ordre **PLATYCOPA** Sars, 1866

Super-famille CYTHERELLOIDEA Sars, 1866

Famille CYTHERELLIDAE Sars, 1866

Genre *Cytherella* Jones, 1849

*Cytherella* sp.

Sous-ordre **PODOCOPA** Sars, 1866

Super-famille **BAIRDIACEA** Sylvester-Bradley, 1948

Famille BAIRDIIDAE Sars, 1888

Sous-famille BAIRDIINAE Sars, 1888

Genre *Bairdia* Mac Coy, 1844

*Bairdia?* sp.

Super-famille **CYTHERACEA** Baird, 1850

Famille TRACHYLEBERIDIDAE Sylvester-Bradley, 1948

Sous famille TRACHYLEBERIDINAE Sylvester-Bradley, 1948

Genre *Cythereis* Jones, 1849

*Cythereis algeriana* Bassoullet & Damotte, 1969

Genre *Peloriops* Al Abdul Razzaq, 1979

*Peloriops cf. Ziregensis* Bassoullet & Damotte, 1969

Famille SCHIZOCYTHERIDAE Howe, 1961

Genre *Amphicytherura* Bulter & Jones, 1957

Sous -genre *Amphicytherura (Sondagella)* Dingle, 1959

*Amphicytherura (Sondagella)distincta* Gerry & Rosenfeld, 1973.

Famille BYTHOCYTHERIDAE Sars, 1926

Sous famille BYTHOCYTHERINAE Sars, 1926

Genre *Monoceratina* Roth, 1928

*Monoceratina? Trituberculata* Rosenfeld, 1974

Sous-ordre **CYTHEROCOPINA** Baird, 1850

Superfamille **CYTHEROIDEA** Baird, 1850

Famille CYTHERURIDAE Muller, 1894

Sous famille CYTHEROPTERINAE Hanai, 1957

Genre *Eocytheropteron* Alexander, 1933

*Eocytheropteron gr. glintzboeckeli* DONZE & LE FÈVRE, 1981

Sous-ordre **CYPRIDOCOPINA** Jones, 1901

Superfamille **CYPRIDOIDEA** Baird, 1845

Famille CANDONIDAE Kaufmann, 1900

Sous-famille PARACYPRINAE Sars, 1966

Genre *Paracypris* Sars, 1966

*Paracypris mdaouerensis* Bassoullet & Damotte, 1969

*Paracypris* sp.

### **IV-2-2- Description:**

☞ *Le genre Cytherella :*

#### **Matériel:**

Une centaines de carapaces.

#### **Gisements:**

Dans presque tous les échantillons.

#### **Milieu de vie:**

- Plate forme carbonatée;

- Etage circalittoral.

#### **Répartition stratigraphique:**

Cénomaniens supérieur d'Algérie du Nord-est (Vivière, 1985), et Cénomaniens de la région des Rides Sud rifaines (Andreu, 1991).

#### **Description:**

Le genre *Cytherella* montre les caractéristiques suivantes:

- La surface de la carapace est lisse de forme ovale;
- Une grande dimension;
- les bords dorsal et ventral ont un grand rayon du courbure;
- Leurs contours sont réguliers avec un profil symétrique.

#### **Remarque:**

Certaines formes de *Cytherella* ont une taille moyenne, leur contour est sub-oval. Les bords dorsal et ventral convergent vers l'avant, et sont proches de *Cytherella* sp.7 ( *in* Andreu, 1991).

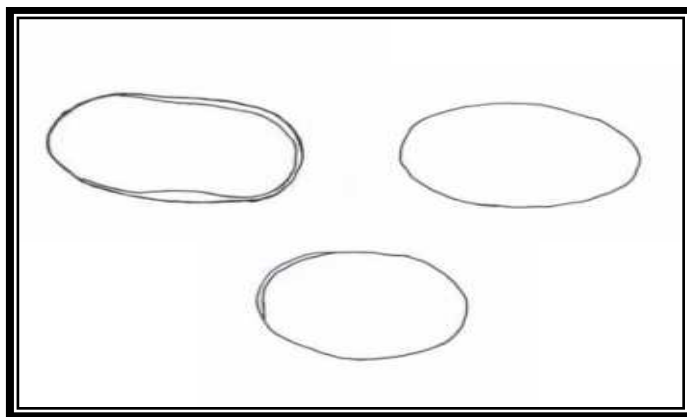


Fig. IV.14: *Cytherella*.

### ☞ Le genre *Bairdia* :

#### **Matériel:**

Peu abondant.

#### **Gisement:**

-Echantillon: M07, et M32 (coupe de Theniet El Manchar).

-Echantillon H11 (coupe de Hamla).

#### **Milieu de vie:**

- Plate forme carbonatée;
- Etage infralittoral restreint à circalittoral.

#### **Répartition stratigraphique:**

Cette espèce cosmopolite se rencontre de l'Albien moyen au Cénomaniens d'Allemagne (Reuss, 1846; Mertens, 1956; Grundel, 1966 et 1970), de l'Albien moyen au Santonien supérieur de France (Oertli, 1963; Damotte, 1971; Colin, 1973; Babinot 1979 et 1980; Damotte & al. 1981; Oertli (éd), 1985, de l'albien au Santonien inférieur d'Espagne (Andreu, 1978; Garcia Revuelta, 1984; Rodriguez-Lazaro, 1985), dans l'Albien d'Angleterre (Kaye, 1965), dans le Sénonien inférieur de Hollande et dans le Coniacien de Bohème (Pokorny, 1975; Babinot, 1980).

#### **Description:**

Il montre ces particularités:

- La forme de la carapace est triangulaire;
- Le bord dorsal est régulièrement arrondi, la bordure des deux valves est anguleuse.

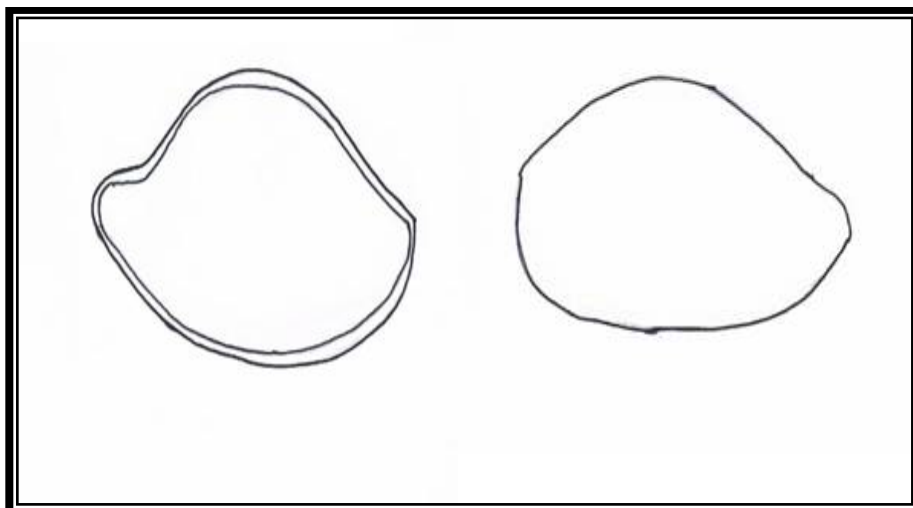


Fig. IV.15: *Bairdia*.

☞ *L'espèce Cythereis algeriana* Bassoullet & Damotte, 1969:

**Matériel:**

Très abondante.

**Gisement:**

- Coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M07, M09, M11, M18, M22, M26, et M32)
- Coupe de Hamla (échantillons: H04', H11, et H17') .

**Milieu de vie:**

- Plate forme carbonatée interne;
- Etage infralittoral restreint.

**Répartition stratigraphique:**

Sa présence est montrée dans:

- Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur du Maroc (Andreu, 1991);
- Cénomaniens supérieur d'Algérie et de Tunisie (Ben Youssef, 1980; Gargouri, 1983; Vivière, 1985);
- Cénomaniens du Koweït (Al Abdul Razzaq & Grosdidier, 1981);
- Albien supérieur-Cénomaniens inférieur d'Iran (Grosdidier, 1973);
- Albien supérieur-Cénomaniens inférieur d'Oman (Babinot & Bourdillon de Grissac, 1989).

**Remarque:**

*Cythereis algeriana* est une espèce cosmopolite du Cénomaniens supérieur sud téthysien, du Maroc à l'Iran.

Elle est absente dans la région d'Agadir, au sud, et dans la région des Rides Sud-Rifaines, au nord, où une sédimentation de milieu ouvert ne lui convient probablement pas, et d'autres part

dans le synclinal de Tighboula, où son absence reste obscure, mais ne semble pas s'expliquer par un environnement défavorable.

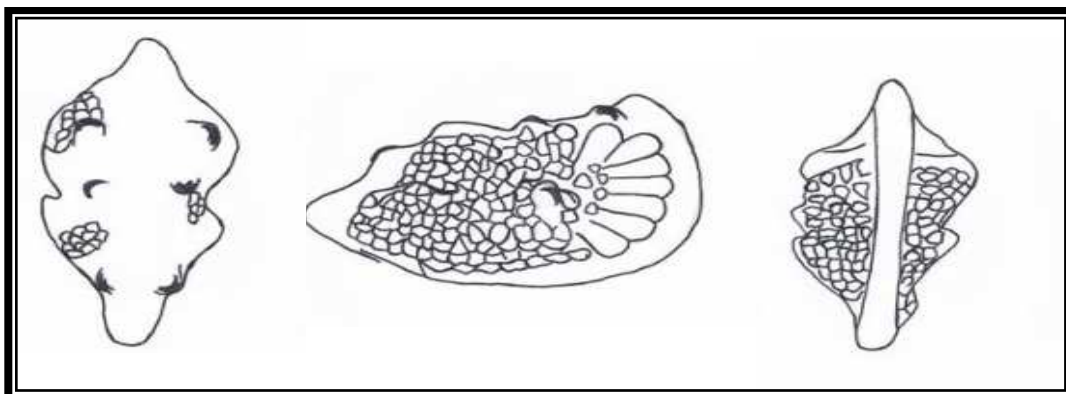


Fig. IV.16: *Cythereis algeriana*.

☞ *L'espèce Peloriops cf. ziregensis* Bassoullet & Damotte, 1969:

**Matériel:**

Très peu nombreuse.

**Gisement:**

Trouvée uniquement dans l'échantillon M06: coupe de Theniet El Manchar.

**Milieu de vie:**

- Plate forme carbonatée littorale;
- Etage infralittoral restreint.

**Répartition stratigraphique:**

*Peloriops ziregensis* est une espèce fréquente dans le Cénomaniens de nombreux pays:

- Maroc (Andreu, 1991);
- Algérie (Bassoullet & Damotte, 1969; Vivière, 1985);
- Tunisie ( Ben Youssef, 1980; Bismuth & *al.*, 1981; Gargouri, 1983);
- Koweït (Al-Abdul-Razzaq, 1979);
- Irak (Le fèvre & Grosdidier, 1981);
- Jordanie (le Cénomaniens inférieur, Babinot & Basha, 1985).

**Remarque:**

Selon Andreu (1991) l'espèce *Peloriops cf. ziregensis* correspond à des petits spécimens de petite taille montrant de grandes affinités de structure avec l'espèce algérienne.

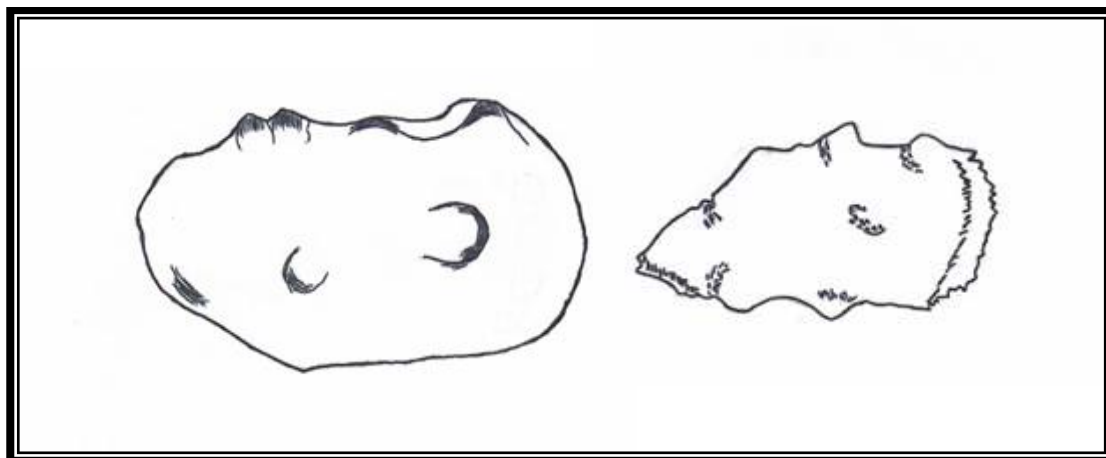


Fig. IV.17: *Peloriops cf. ziregensis*.

☞ L'espèce *Amphicytherura* (*Sondagella*) *distincta* Gerry & Rosenfeld, 1973:

**Matériel:**

très peu abondant.

**Gisement:**

Récoltés uniquement dans l'échantillon M07: coupe de Theniet El Manchar.

**Milieu de vie:**

- Plate forme carbonatée moyenne à distale;
- Etage infralittoral à circalittoral.

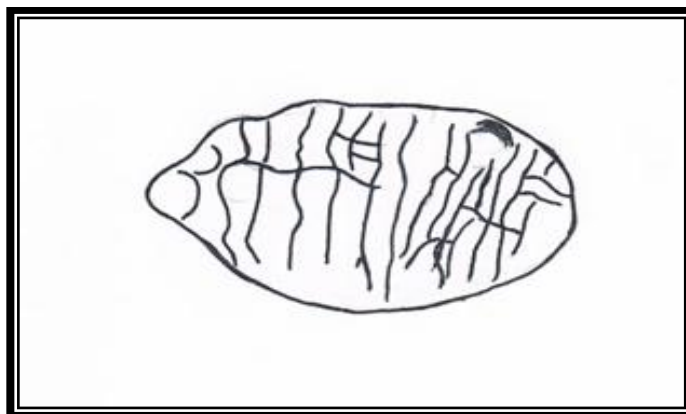
**Répartition stratigraphique:**

*Amphicytherura distincta* est une espèce cosmopolite retrouvée en bordure sud de la Téthys, dans le Cénomaniens des pays suivants:

Maroc-Algérie (Vivière, 1985), Tunisie (Ben Youssef, 1980; Bismuth & *al.*, 1981; Gargouri, 1983), Mozambique (Colin, obs, pers, *in* Babinot & Colin, 1988).

**Description:**

Une taille importante, ornementation grossière, paroi à éléments hétérogènes, récoltée au sein d'une association riche et variée.



**Fig. IV.18:** *Amphicytherura (Sondagella) distincta*.

☞ **L'espèce *Monoceratina? Trituberculata* Rosenfeld, 1974:**

***Matériel:***

Plus ou moins nombreuse.

***Gisement:***

- Coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M00, M00', M02, et M35').
- Coupe de Hamla (échantillon: H00'', H04', et H17').

***Milieu de vie:***

- Plate forme carbonatée littorale.
- Etage infralittoral restreint.

***Répartition stratigraphique:***

*Monoceratina? Trituberculata* est une espèce cosmopolite mais rare, retrouvée dans le Cénomaniens des pays suivants:

- Maroc;
- Algérie (Vivière, 1985);
- Tunisie (Ostracodes D8 Glintzboeckel & Magné, 1959; Ben Youssef, 1980; Bismuth & al., 1981; Gargouri, 1983);
- Koweït (*Exophthalmocythere? bituberculata* Al Abdul Razzaq, 1977);
- Gabon (*Exophthalmocythere? bituberculata* Al Abdul Razzaq, 1977, *in* Grosdidier, 1979).

***Description:***

Espèce du genre *Monoceratina* qui montre une petite taille à moyenne, à ornementation très peu grossière, un profil bombé, le plus souvent dans un seul côté, elle est saillante (présente deux ou trois renflements dans la face dorsale) .

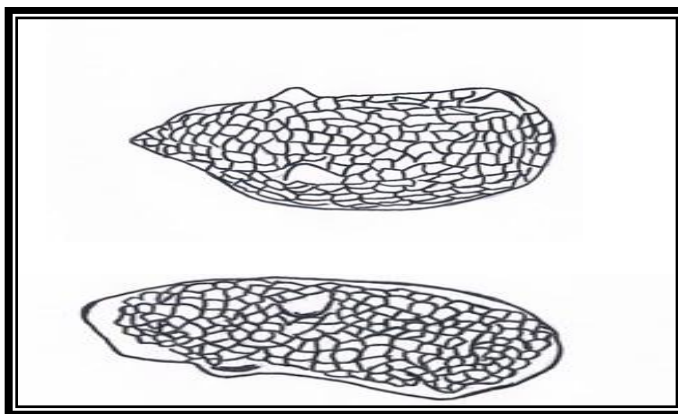


Fig. IV.19: *Monoceratina? Trituberculata*.

☞ L'espèce *Eocytheropteron* gr. *glintzboeckeli* DONZE & LE FÈVRE, 1981:

**Matériel:**

Très peu abondante.

**Gisement:**

- Coupe de Theniet El Manchar (uniquement dans l'échantillon M00").

**Milieu de vie:**

-Préférentiellement sur la plate forme carbonatée externe où l'espèce pullule;

- Etage circalittoral;

- Elle se rencontre cependant sur toute l'étendue de la plate forme de l'étage infralittoral restreint à l'étage circalittoral.

**Répartition stratigraphique:**

- Gargasien-Cénomaniens moyen du Maroc (Andreu, 1991);
- Vraconien-Cénomaniens inférieur d'Algérie du Nord-est (Vivière, 1985);
- Vraconien-Cénomaniens inférieur de Tunisie (Ben Youssef, 1980; Bismuth & al., 1981; Gargouri, 1983).

**Remarque:**

L'espèce *Eocytheropteron* gr. *glintzboeckeli* connaît une certaine variabilité morphologique, elle est très importante et sa description est basée sur:

- La taille des carapaces;
- La forme et le développement du processus caudal;
- La forme et l'étendue des expansions alaires;
- L'ornementation qui recouvre ces expansions;
- La forme, rectiligne, convexe ou concave, de la côte longitudinale médiane, sa présence ou son absence;

- La présence d'épines ou d'éperons.
- Les mâles étant en général plus allongés et proportionnellement moins haut que les femelles.

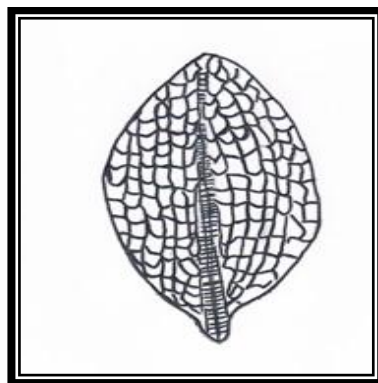


Fig.IV.20: *Eocytheropteron* gr. *glintzboeckeli*.

☞ **L'espèce *Paracypris mdaouerensis* Bassoullet & Damotte, 1969:**

**Matériel:**

Une dizaine d'individus.

**Gisement:**

- Coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M04, et M06);
- Coupe de Hamla (échantillons: H00, H00', H00'', et H11);

**Milieu de vie:**

- Plate forme carbonatée indifférenciée;
- Etage infralittoral restreint à circalittoral;
- Cette espèce pullule sur l'étage infralittoral restreint de la plate forme carbonatée littorale;
- Les stades juvéniles ont été récolté en très grand nombre sur l'étage infralittoral ouvert à circalittoral de la plate forme moyen à externe (Andreu, 1991).

**Répartition stratigraphique:**

Sa présence est montrée au :

- Clansayésien?-Turonien du Maroc (Andreu, 1991);
- Cénomaniens à coniaciens d'Algérie (Bassoullet & Damotte, 1969; Vivière, 1985);
- Cénomaniens inférieurs de Jordanie (Babinot & Basha, 1985);
- Cénomaniens du Gabon (*Paracypris cf mdaouerensis* *in* Neufville, 1973).

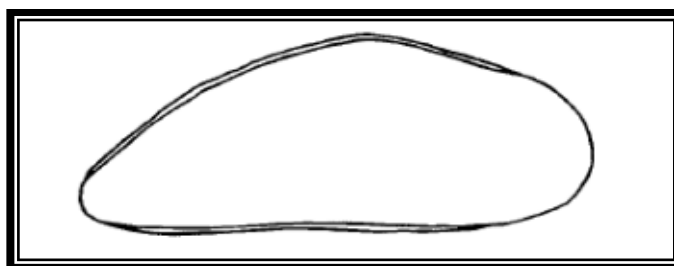
**Description:**

Elle est semblable à celle décrite par (Andreu, 1991) et montre les particularités suivantes:

- Les dimensions de cette espèce montrent une certaine variabilité, la surface de carapace est lisse;
- Un bord dorsal anguleux dont la partie antérieure, la plus courte, est légèrement concave; la partie postérieure, la plus longue, est convexe et arrondie ;
- Un bord ventral sub-rectiligne.

**Remarque:**

Les mâles sont plus courts, moins hauts et moins enflés latéralement que les femelles (Andreu,1991).



**Fig. IV.21:***Paracypris mdaouerensis*.

☞ **Le genre *Paracypris* :**

**Matériel:**

Plusieurs dizaines d'individus.

**Gisement:**

- Coupe de Theniet El Manchar (échantillons: M11, et M32);
- Coupe de Hamla (échantillon: H00", H11, et H14).

**Milieu de vie:**

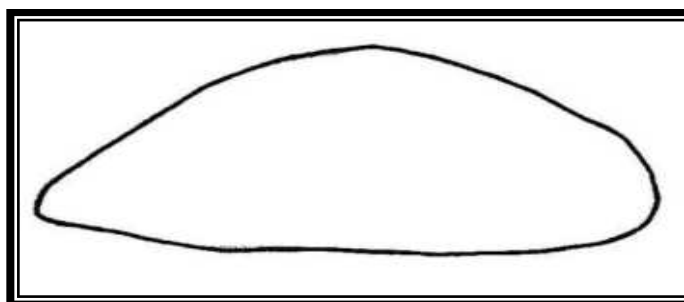
- Infralittoral à circalittoral.

**Répartition stratigraphique:**

Cénomanien inférieur à supérieur, Coniacien.

**Description:**

Carapace lisse de taille moyenne. Les caractéristiques de cet individu est proche de *Paracypris mdouerensis*.



**Fig. IV.22:***Paracypris*.

**SYNTHESE**

## **Analyse des résultats:**

### **❖ Données acquises:**

#### **↗ Commentaire biostratigraphique:**

De riches associations d'ostracodes et de foraminifères benthiques ont été identifiées au sein des deux coupes étudiées, dans les Monts de Bellezma-Batna. Bien que ces microfossiles soient très abondants, leur diversité reste faible à moyenne. La rareté des foraminifères planctoniques constitue un handicap pour l'établissement d'un découpage biostratigraphique précis et donc, il est impossible de définir les biozones comprises entre le Cénomaniens inférieur et le Turonien de cette région.

La détermination approximative de la limite Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur est fondée essentiellement dans la région de Theniet El Manchar sur des événements reconnus à l'échelle globale (l'événement à Heterohélix, et l'événement à filaments).

Alors que dans la région de Hamla, les pistes qui ont été explorées pour arriver à l'identification de cette limite sont passées par le biais d'autres types de microfossiles (les ostracodes en particulier).

#### **↗ Commentaire paléoenvironnemental:**

Sur le plan environnemental, l'analyse des microfaciès, et des différents paramètres micropaléontologiques permet d'apprécier l'évolution de l'environnement au cours de la période considérée. Elles ont fourni des précisions sur la paléobathymétrie, le taux d'oxygène, et parfois la salinité et la nature de substrat.

Pendant le Cénomaniens inférieur, moyen à supérieur, l'environnement marin était d'abord de type plate forme oscillant entre plate forme externe, moyenne, et interne.

Au Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur, l'arrivée d'un événement géologique mondial (OAE2) qui a été à l'origine de dépôts riches en filaments annoncent l'installation d'un cycle transgressif et l'ouverture de milieu vers l'étage bathyal (crise anoxique).

#### **↗ Validité des corrélations:**

La présente contribution à la connaissance du Cénomaniens-Turonien à deux objectifs, avaient clairement été définis, d'une part préciser la stratigraphie des dépôts et d'autre part en faire une étude paléoenvironnementale.

Afin d'obtenir un schéma de corrélations à résolution plus ou moins fine. Il est apparu très nécessaire d'avoir un jeu de données cohérents, dont l'outil fondamental c'est l'examen détaillé des affleurements.

Dans les deux coupes étudiées, différents problèmes ont néanmoins été soulevés (la quasi-absence des foraminifères planctoniques, la rareté des ammonites, dépôts masqués, une tectonique intense: failles et discordances).

Le principal élément qui nous amène à une fine comparaison c'est l'agencement géométrique de bancs carbonatés repères. Les deux régions montrent des caractéristiques typiques, seulement marquées par des variations d'épaisseurs d'Est-Ouest. Ces dernières pourraient être l'expression d'un certain effort tectonique, correspondant selon Herkat, 1999 à des phénomènes de basculement du substratum de dépôt lors de certaines phases.

#### ❖ **Valorisation des données acquises & Recommandations:**

Ce travail m'a apporté beaucoup de compréhensions sur le monde des microfossiles. Auparavant, je ne n'y connaissais presque rien pour tout ce qui traite des foraminifères et d'ostracodes. Je me posais toujours un tas de questions, comme dans quel milieu ils vivaient?, comment peut-on différencier les différents types de foraminifères benthiques?, y'a-t'il une relation entre les micro-organismes et les variations du niveau marin?, et la réaction de ce petit monde avec le changement de taux d'oxygénation.

Maintenant, je suis fière de savoir toutes ces choses émises dans mon travail qui a vraiment été un enrichissement intellectuel.

Ce travail, je voulais le faire pour connaître mieux les microfossiles qui ont vécu dans le passé.

La micropaléontologie c'est une science qui nécessite beaucoup de patience, beaucoup de labeur, et beaucoup d'applications. Elle s'appuie essentiellement sur l'observation de nombreux spécimens de microfossiles. Pour apprendre, on à besoin de trois éléments principaux:

- Le temps;
- Documentations guides;
- Et beaucoup de discussions avec les micropaléontologues spécialistes.

Ce présent travail sur le Crétacé supérieur des Monts de Bellezma-Batna, n'est qu'une modeste contribution dans ce vaste domaine.

Nous recommandons de compléter ce travail par la réalisation d'une étude à plus grande échelle (étude d'autres coupes) et l'application d'autres types d'analyse (par exemple les analyses isotopiques).

Ce mémoire de Magister a donc montré une richesse particulière de cette zone en ostracodes, nous recommandons d'effectuer des corrélations entre l'ostracofaune du Monts Bellezma-Batna avec d'autres contrées voisines et lointaines.

# CONCLUSIONS GENERALES

Arrivée au terme de ce travail, je me dois maintenant de présenter un bilan des résultats obtenus qui sont à la fois d'ordre lithologique, stratigraphique, paléoenvironnemental, et micropaléontologique:

### ***Sur le plan lithologique:***

Le relevé de terrain effectué sur cette région, nous a conduit à décrire deux coupes types et d'identifier les différentes unités lithologiques qui les caractérisent.

Deux formations ont été reconnues et décrites sur l'intervalle Cénomaniens-Turonien:

- Formation I d'âge Cénomaniens inférieur, Cénomaniens moyen à supérieur;
- Formation II d'âge Turonien inférieur;

### ***Sur le plan stratigraphique:***

Les datations des séries étudiées ont pu être effectuées à l'aide des ostracodes, des grands foraminifères benthiques et des ammonites qui sont un bon outil de datation pour le Crétacé supérieur des Monts de Bellezma-Batna. La caractérisation des biozones est très difficile à cause de la quasi-absence des foraminifères planctoniques.

Une certaine approximation est montrée au niveau de la limite Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur. La limite Cénomaniens inférieur-Cénomaniens moyen est caractérisée grâce à la première apparition de l'espèce *Acanthoceras* sp., et de grands foraminifères benthiques marqueurs de Cénomaniens moyen. La limite Cénomaniens moyen-Cénomaniens supérieur reste encore énigmatique.

### ***Sur le plan paléoenvironnemental:***

La reconstitution du milieu de dépôt s'appuie d'une part sur l'analyse des microfaciès observés, et d'autre part sur les résultats du comptage des microfossiles, qui permet des analyses qualitatives et d'ostracodes. Ces éléments ont permis de discerner l'influence qu'avaient certains paramètres quantitatives raisonnablement fiables. Ainsi que l'examen de la composition des assemblages de foraminifères benthiques facteurs tels que la bathymétrie, sur la distribution des différentes associations.

L'analyse des résultats obtenus montre que la sédimentation à faciès pélagique s'est effectuée au niveau du bassin au cours du passage Cénomano-Turonien. Et que sur tout l'intervalle stratigraphique étudié, c'est le domaine de plate forme externe qui s'est avéré le plus propice à l'installation dans des conditions de milieux stables, d'une ostracofaune riche et plus ou moins diversifiée.

En réponse aux diminutions du taux d'oxygène dissous, des changements dans les associations de foraminifères planctoniques, benthiques, et ostracodes ont été marqués dans nos coupes soit par extinction, apparition ou bien adaptation de certains taxons. La crise

enregistrée à la limite Cénomaniens-Turonien est bien caractérisée surtout dans la région de Theniet El Manchar. Elle apparaît comme une période de renouvellement faunique au sein d'un contexte globalement transgressif. Une chute importante de la diversité spécifique des assemblages de foraminifères benthiques et d'ostracodes dans ces milieux ouverts, avec une disparition totale des formes caractéristiques des plates formes carbonatées du Cénomaniens.

Pour interpréter les évolutions et les changements fauniques observés, nous avons été vite amenés à envisager l'étude et l'analyse séquentielle qui nécessite l'examen des microfaciès et l'intégration de tous les paramètres micropaléontologiques (P/P+B, F/F+O, Ost liss/Ost ornés, et la diversité spécifique). De même que la définition des discontinuités (soit à l'échelle macroscopique où bien microscopique) constitue la première démarche qui a facilité la réalisation de ce type d'analyse.

### ***Sur le plan micropaléontologique:***

Les quelques soixantaines échantillons prélevés le long des deux coupes se sont révélés riches en ostracodes : 23 espèces ont été recensées;

Nous avons reconnu également au cours de ce travail 24 espèces de foraminifères benthiques, et de nombreuses espèces sont laissées en nomenclature ouverte.

Cette étude présente de nombreuses lacunes, et certains points peuvent demeurer obscurs en raison de l'insuffisance de documentations de référence, et d'un échantillonnage pas trop serré dans les termes marneux.

# REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- Abdallah. H., Memmi. L., Damotte.R., Rat. P et Maniez-Jannin. F., (1995):** Le Crétacé de la chaîne nord de chotts (Tunisie du centre-sud) : Biostratigraphie et comparaison avec les régions voisines. *Cretaceous Research*, 16, pp.487-538.
- Abdallah. H, Sassi. S, Meister. C, et Souissi. R., (2000):** Stratigraphie séquentielle et paléogéographie à la limite Cénomanién-Turonien dans la région de Gafsa-Chotts (Tunisie centrale), *Cretaceous Research (2000)* 21, 35–106, doi:10.1006/cres.2000.0200, Academic Press.
- Accarie, H., Emmanuel, L., Robaszynski, F., Baudin, F., Amédéo, F., Caron, M., Deconinck, J.-F. ,(1996):** La géochimie isotopique du carbone ( $\delta^{13}C$ ) comme outil stratigraphique. Application à la limite Cénomanién/Turonien en Tunisie centrale. *C. R. Acad. Sci, Paris* 322, 579-586.
- Aissaoui. D., (1984):** Les structures liées à l'accident sud-atlasique entre Biskra et le DJ. Mandra (Algérie): Evolution géométrique et cinématique. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, Strasbourg 150 p.
- Al-abdul-razzaq s. kh., (1977):** Study of some Cretaceous Ostracode of Kuwait. Thèse, Univ, Michigan, 436p.
- Al-abdul-razzaq s. kh., (1979):** Hinge structure of *Cytherella sulcata* Rosenfeld, 1974.
- Al-abdul-razzaq s. kh., (1980):** New Eocytheropteron species with reversed valve structure. *Micropaleontology*, 26, 4, 444-448.
- Al-abdul-razzaq s. kh., Grosdidier E., (1981):** Ostracodes index species from the Cenomanian of the South Shelf of the Tethys sea. *Bull. Centres. Rech. Explor. Prod. Elf-Aquitaine*, 5, 2, 173-191.
- Alexanderi C. I., (1929):** Ostracoda of the Cretaceous of north Texas. *Univ. Texas Bull.*, 2907, 133p.
- Al-furaih, A. A. FD., (1983):** Middle Cretaceous (Cenomanian) Ostracoda from the wasia Formation of Sandi Arabia-Paléont. *Contr. Univ kansas*, 108, 1-6.
- Amard.B., Collignon.M. et Roman.J., (1981):** Etude stratigraphique et paléontologique du Crétacé supérieur et paléocène du Tinrhert-W et Tadmait-E (Sahara algérien).*Doc. Lab. Géol. Lyon, H.S.* 6, p.15-173, 19 fig., 8 tabl., 17pl.

- Amédro. F., Accarie. H. et Robaszynski. F., (2005):** Position de la limite Cénomanién-Turonien dans la formation Bahloul de Tunisie centrale : apport intégrés des ammonites et des isotopes du Carbone ( $\delta^{13}\text{C}$ ). *Eclogae. Geol. Helv.* 98. 151-167.
- Amédro.F, Robaszynski. F., (2008):** Zone d'ammonites et de foraminifères planctoniques du Vraconien au Turonien: Une comparaison entre les domaines boréals et téthysiens (NW Europe/ Tunisie centrale). *Carnets de Géologie/ Notebooks on Geology–Note brève 2008/02-fr*, pp.06-10.
- Andreu B., (1978):** Ostracodes albiens et cénomaniens dans la zone Sud. Pyrénéenne, les chaînes Iberiques Aragonaises, le Portugal. *Trav. Lab. Géol. Univ. P. Sabatier, Toulouse III*, 290 p.
- Andreu B., (1990):** Associations d'ostracodes et paléoenvironnement au passage Cénomanién-Turonien dans les régions d'Agadir (Haut Atlas) et de Boulmane (Moyen Atlas), Maroc. In: *Colloq. Int. Evènement limite Cénomanién-Turonien, Grenoble, mai 1991*, 15pp.
- Andreu B., (1991):** Les ostracodes du Crétacé moyen (Barrémien à Turonien), le long d'une transversale Agadir-Nador (Maroc). *Strata*, 2, 14, 1-765.
- Andreu B., (1992):** Distribution stratigraphique des ostracodes du Barrémien au Turonien, le long d'une transversale Agadir-Nador (Maroc), p 172. *Géologie Méditerranéenne, Tome XIX, n°3, 1992*, pp. 165-187,304.
- Andreu B., (1992):** Associations d'ostracodes et paléoécologie du Crétacé (Barrémien à Turonien) le long d'une transversale Agadir-Nador (Maroc). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 99 (1992): 291-319. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, p. 311.
- Andreu B., (1992):** Associations d'ostracodes et paléoenvironnement au passage Cénomanién-Turonien dans les régions d'Agadir (Haut Atlas) et de Boulmane (Moyen Atlas), Maroc. *Cretaceous Research (1993) 14*, 409-429.
- Andreu B., Aadjour M., Omar Witam (1993):** Ostracodes Cytherettidae et Trachyleberididae du Barrémien-Albien basal dans le bassin d'Agadir (Haut Atlas occidental, MAROC). *REVISTA ESPANOLA DE MICROPALAEONTOLOGEA VOL.XXV, n°2, 1993* pp.95-124.
- Andreu B., Bilotte Michel, El Mostafa Ettachifini ET Nicole Gramb Ast-Fessard., (1996):** Microfaunes (Foraminifères, Ostracodes) et Microflors (Algues, Charophytes) de l'Albien supérieur?- Cénomanién-Turonien du bassin d'ESSAOUIRA (Haut Atlas Occidental, MAROC): biostratigraphie et paléoécologie. *Géologie de l'Afrique et de l'Atlantique Sud; Actes Colloques Angers (1994) 521-539*.

- Andreu B., (2002):** Cretaceous Ostracode biochronology of Morocco,. *Eclogae geol. Helv.* 95 133-152 p.141.
- Antoine P.-O (2012):** Paléogéographie-Biogéographie, *Master 2 Paléontologie*.
- Arnaud-Vanne AU, A. & Prestat, B., (1984):** Thomasinella and Co.-Benthos 83, 2nd Int. Symp. Benthic Foraminifera (Pan, April 1983) -*Bull. Centres. Rech. Explor-Prod. Elf. Aquitaine*, 6, 19-26.
- Arthur M.A. & Schlanger S.O., (1979):** Cretaceous «oceanic anoxic events» as causal factors in development of reef-reservoired giant oil fields-AAPG *Bull.*, 63, p 870-885.
- Arthur M.A., Dean W.E. & Pollastro R.M., (1985):** Comparative geochemical and mineralogical studies of two cyclic transgressive pelagic limestone units, Cretaceous Western Interior Basin, U.S. *In: PRATT L. M., KAUFFMAN E.G. & ZELT F.B., eds, Fine-grained deposits of cyclic sedimentary processes. - SEPM Field Trip Guidebook*, 4, 16-27.
- Arthur M.A., Dean W.E. & Pratt L.M., (1988):** Geochemical and climatic effects of increased marine organic carbon burial at the Cenomanian/Turonian boundary. - *Nature*, 335, 714-717.
- Auboin J. et Durand Delga M., (1971):** La chaîne des Maghrébides.

## B

- Babinot J.F., Colin J.P., (1979):** Taxonomic and paleoecologic comments on the genus *Trachyleberidea* Bowen 1953. *Proc. 5th. Int. Symp. Ostracodes, Serb. Geol. Soc.*, 55-58.
- Babinot J.F., (1980):** Les Ostracodes du Crétacé supérieur de Provence. Systématique, biostratigraphie, paléoécologie, paléogéographie. *Trav. Lab. Géol. Hist. et Pal.*, 10, 534p.
- Babinot J.F., Basha S.H., (1985):** Ostracodes from the early Cenomanian of Jordan. A preliminary report. *Geobios*, 18, 2, 257-262.
- Babinot J.F., Colin J.P., (1988):** Paleobiogeography of Tethyan Cretaceous Marine Ostracods. *Evolutionary biology of ostracoda*, Hanai T., Ikeda N., Ishizaki k. editors; Elsevier, 11, p823-839.
- Babinot J.F., Bourdillion. DE- Grissac CH., (1989):** Associations d'ostracodes de l'Albien-Maastrichtien du Dhofor (Oman). Affinités paléogéographiques et implication géodynamiques. *Bull. Soc. Géol. France*, 8, 2, 287, 294.
- Babinot J.F., Colin J.P. & Randrianasolo A., (2009):** Les ostracodes de l'Albien-Turonien moyen de la région d'Antsiranana (Nord Madagascar) : systématique, paléoécologie et

paléobiogéographie. - *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Brest, Article 2009/01 (CG2009\_A01)*.

**Barron E.J. & Washington W.M., (1982):** The atmospheric circulation during warm, geologic periods: Is the equator to pole surface temperature gradient the controlling factor? – *Geology*, 10, 633–636.

**Barron E.J., (1987):** Cretaceous plate tectonic reconstructions.- *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, Amsterdam, vol. 59, p. 3-29.

**Bassoulet. J.P., Damotte R., (1969):** Quelques ostracodes nouveaux du Cénomaniens-Turonien de l'Atlas Saharien occidental (Algérie). *Rev. Micropal*, 12, 3, p 130-144.

**Bassoulet. J.P., (1973):** Contribution à l'étude stratigraphique du mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). *Thèse Doc. Scien Uni. Paris IV. Tome I et II, 485p, 32pl*.

**Batt R.J., (1993):** Ammonite morphotypes as indicators of oxygenation in a cretaceous epicontinental sea. - *Lethaia*, 26, 49-63.

**Bein A., (1976):** Rudistid fringing of Cretaceous shallow carbonate platform of Israel. *AA.P.G. Bull*, 60,2 : 258-272.

**Belkebir L., Labdi A., Mansour B., Bessedik M. & Saint Martin J.-P., (2008):** Biostratigraphie et lithologie des séries serravallo-tortonniennes du massif du Dahra et du bassin du Chéelif (Algérie). Implications sur la position de la limite serravallo-tortonienne. *Geodiversitas* 30 (1) : 9-19, p. 12.

**Bellion Y. J., (1973):** Etude géologique et hydrogéologique de la partie occidentale des Monts de Bellezma. *Thèse 3<sup>ème</sup> cycle*, Paris VI.

**Benhamza. M & Youcef. A (2010):** La limite Cénomano-Turonien du Djebel Kasserou " Batna". Etude lithostratigraphique et sédimentologique. *Mém ing*.

**Benkherouf F., (1988):** Les foraminifères cénomaniens des Alpes-Maritimes (Sud-est de la France) et du djebel Dyr (NE Algérie): biostratigraphie et paléo-environnement. *Thèse Doct. Univ. Nice n°9*, p 8, 121, 173.

**Ben Youssef M., (1980):** Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé des Djebels Koumine et Kharroub. *Thèse Doctorat 3<sup>e</sup> cycle*, Univ. Nice, 104 p.

**Berner R.A., Lasaga A.C. & Garrels R.M., (1983):** The carbonate-silicate geochemical cycle and its effect on atmospheric carbon dioxide over the past 100 million years. - *American Journal of Science*, 283, 641–683.

**Bernhard, J. M., B. K. Sen Gupta, and P. F. Bonne., (1997):** Benthic foraminiferal proxy to estimate dysoxic bottom-water oxygen concentrations: Santa Barbara Basin, U.S. Pacific continental margin. *Journal of Foraminiferal Research* 27(4): 301-310.

- Bernhard, J. M., K. R. Buck, and J. P. Barry., (2001):** Monterey Bay cold-seep biota: Assemblages, abundance, and ultrastructure of living foraminifera. *Deep-Sea Research I* 48:2233-2249.
- Bischoff G., (1963):** Die Gattung Cythereis in der Unter-Kreide. Ostracoden-Studien im Libanon 1.- Senckenb. *Lethaea*, 44, 1, 1-77.
- Bismuth H., BO-Ltenhagen C., Donze p., LE FEVRE J., Saint-Marc P., (1981):** Le Crétacé moyen et supérieur du Djebel Semmama (Tunisie du Centre-Nord); évolution sédimentologique et microstratigraphie. *Bull. Centres Rech. Explor.- Prod. Elf-Aquitaine*, 5,2, 193-267.
- Bismuth H., Donz E. P., Lefevre. J. & Saint. Marc, P., (1981):** Nouvelles espèces d'ostracodes dans le Crétacé moyen et supérieur du Djebel Semmama (Tunisie du Centre-Nord), 8<sup>e</sup> Coll. Afr. Micropal., Paris 1980 -*Cah. Micropaléont.*, 3, 51-69.
- Bolli H.M., Saunders J.B. & Perch-Nielsen K., (1985):** Plankton stratigraphy.- Cambridge University Press, 1032 p.
- Bordenave M.L., (1993):** Applied Petroleum Geochemistry. *Paris: Technip*, p. 524.
- Bouillin J.P., (1982):** Mise en évidence d'importantes structures tangentielles au sein du socle de petite Kabylie (Algérie). *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 294, Série II, p. 1271-1274.
- Bouillin J.P., (1983):** Nouvelles hypothèses sur la structure des Maghrébides. *C.R. Acad. S.C. Paris*, t, 296, Série II, P. 1329-1332.
- Bouillin J. P., (1986):** Le «bassin maghrébin»: une ancienne limite entre L'Europe et l'Afrique à l'ouest des Alpes. *Bull. Soc. Géol. France*, (8), t. II. n°4, p. 547-558.
- Bouillin J.P., (1992):** La répartition des affleurements de la dorsale kabyle: héritage d'une segmentation mésozoïque de la marge nord-téthysienne? *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 315, Série II, p. 1127-1132.
- Braccini E., (1992):** Paléocéanologie de la marge Sud-Mésogéenne au Crétacé supérieur/Tertiaire basée sur l'analyse de l'ostracofaune-semi-quantification de l'intensité des Z. O. M.- Synthèse paléocéanographique régionale-Analyse d'images appliquée à l'évolution (Coupe du Djebel dyr/ Algérie Orientale).- *Thèse en Océanologie*, Univ. Bordeaux 1, 313 pp.
- Brotzen F., (1936):** Foraminiferen aus dem schwedischen unter. Senon von Eriksdal in *schonen. Sver. Ged. Unders.*, ser. C., 396p.
- Bulter E.A., JONES D.E., (1957):** Cretaceous Ostracoda of prothro and Rayburns Salt Domes, Bienville, Parish, Louisiana. *Geol. Surv., Geol. Bull.*, 32, 62 p.
- Bureau D., (1986):** Approche sédimentaire de la dynamique structurale: Evolution mésozoïque et devenir orogénique de la partie septentrionale du fossé saharien (Sud-Ouest

Constantinois et Aurès, Algérie). *Thèse Doct. ès sci.*, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 2 vol., 1<sup>er</sup> partie 441p., 1pl. h. t., Annexe 338 p.

**Busson. G., (1970):** Le mésozoïque saharien 2<sup>ème</sup> partie : essai de synthèse des données des sondages algéro-tunisiens. *Publication CRZA, Géologie, 11 : 1-811.*

**Busson G., (1972):** Principes, méthodes et résultats d'une étude stratigraphique du Mésozoïque saharien. *Mém. Mus. Hist. Nat.*, Paris, 26, ser. C.

**Busson G., Dhondt. A., Amédro. F., Néraudeau. D et Cornée. A., (1999):** La grande transgression du Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur sur le Hamada de Tinhert (Sahara algérien): datations biostratigraphiques, environnements de dépôt et comparaison d'un témoin épïcratonique avec les séries contemporaines à matière organique du Maghreb. *Cretaceous Research. 20.*

## C

**Caldeira K. & Rampino M.R., (1991):** Carbon dioxide, global warming, and the mid-Cretaceous super plume. - *Eos Transactions, American Geophysical Union*, 72, p.301.

**Caron. M., and Homewood. P., (1982):** Evolution of early planktonic foraminifers. *Marine Micropaleontology*, 7, 453-462.

**Caron. M., (1983):** La spéciation chez les foraminifères planctoniques: une réponse adaptée aux contraintes de l'environnement. *In* 2nd kreide Symposium, Muchen 1982, zitteliana Munchen 10, p. 671-676.

**Caron. M., (1985):** Cretaceous planktic Foraminifera. *In: Bolli H. M. SAUNDERS, J. B., PERCHNIELSEN, K. (Eds), Plankton stratigraphy. Cambridge Univ. Press. PP.17-86.*

**Caron.M, Dall'Agnolo.S, Accarie. H, Barrera.E, Kauffman. E. G., Amédro.F, Robaszynski.F (2006):** Stratigraphie à haute résolution de la limite Cénomaniens–Turonien sur les coupes de Pueblo (États-Unis) et de l'Oued Bahloul (Tunisie) : isotopes stables et corrélation des événements biologiques, p.3, 23. *Géobios 39 (2006) 171–200.*

**Chabane.K., (2008):** Le Cénomaniens-Turonien d'Essouabaa; Sédimentologie et Biostratigraphie (Tébessa, NE Algérien), p. 46. *mém de magister.*

**Chadi M., (1991):** Cadre géologique et structural des séries créacées néritiques du Constantinois (Est-algérien). *Thèse de Doctorat d'état*, Université de Constantine, 229p.

**Chida-Ben Haj Ali.N., (2005):** Les foraminifères planctoniques du Crétacé (Hautérvien à Turonien inférieur) de Tunisie: systématique, biozonation et précisions stratigraphiques. *Thès. Doc. Etat. Univ. Scien. El manar.Tunisie.*

- Chikhi-Aouimeur. F., (1998):** Les Rudistes du Crétacé supérieur de l'Algérie. Etude paléontologique. Données paléoécologiques, biostratigraphiques et paléogéographiques. *Thèse Es Sci. USTHB Alger.* 198 p.
- Chikhi-Aouimeur.F, Grosheny .D, Ferry.S, Herkat.M, Jati.M, Atrops.F, Redjimi.W, Jati .M, Atrops. F, Redjimi-Bourouiba.W et Benkherouf-Kechid.F (2011):** Lithofacies, paléogéographie et corrélations au passage cénomanien-turonien dans l'atlas saharien (Ouled Naïl, Ziban, Aurès et Honda, Algérie). *Mém. Serv. Géol. Nat. n°17* pp. 67-83, 9 fig., 2011.
- Choubert. G et Marçais. J., (1952):** Géologie du Maroc. *XIX Congrès géologique international. Monographies régionales Ser.3, n°6.*
- Ciszak. R., Andreu. B., Charrière. A., Ettachfini. E et Rossi. E:** Le Crétacé anté-turonien du moyen atlas méridional et de la haute Moulaya, Maroc : stratigraphie séquentielle et paléoenvironnements. *Bull. Soc. géol. France, t. 170, n°4, pp. 451-464.*
- Colombié. C (2002):** Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et cyclostratigraphie du Kimméridgien du Jura suisse et du Bassin vocontien (France):relations plate-forme-bassin et facteurs déterminants. *GeoFocus* volume 4, p. 24-27. *Thèse de Doctorat, 197.*
- Cobban, W.A., (1985):** Ammonite record from Bridge Creek Member of the Greenhorn Limestone at Pueblo Reservoir State Recreation Area, Colorado. *In:* Pratt, L.A., Kauffman, E.G., Zelt, F.B. (Eds.), *Fine Grained Deposits and Biofacies of the Cretaceous Western Interior Seaway: evidence of cyclic sedimentary processes.* Field Trip Guidebook, vol. 4. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Tulsa,* pp. 135–138.
- Coccioni. R, Luciani.V, Marsili. A (2005) :** Cretaceous oceanic anoxic events an radially elongated chambered planktonic foraminifera: paleoecological and paleoceanographic implications, p83.
- Coiffait Ph. E., (1992):** Un bassin post- nappes dans son cadre structural: l'exemple du bassin de Constantine (Algérie nord-orientale). *Thèse de Doctorat d'état, Université de Nancy I,* 501 p.
- Colin (1973):** Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé supérieur de la région de Saint. Cyprien (Dordogne). *Thèse Doctorat 3ème cycle, Univ. Paris VI,* 285p.
- Colin, J.P. & El-dakkak, M. W., (1975):** Quelques Ostracodes du Cénomaniens du Djebel Nezzazat, Sinai (Egypt)- *Rev espan. Micropaléont Especial,* 49, 60.
- Coquand H., (1862):** Géologie et paléontologie de la région Sud de la province de Constantine. *Mém. Soc. Emul. Province, II,* 341p.
- Courville P., Meister C., Lang J., Mathey B. & Thierry J., (1991):** Les corrélations en Téthys occidentale et l'hypothèse de la liaison Téthys-Atlantique sud : intérêts des faunes

d'ammonites du Cénomanién supérieur-Turonien moyen basal du Niger et du Nigéria (Afrique de l'Ouest).- *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, vol. 313, p. 1039-1042.

**Cross, T. A. et Homewood, P. W. Amanz Gressly's., (1997):** role in founding modern stratigraphy. *Geological Society of America Bulletin*, 1997, vol. 109, pp. 1617–1630.

**Culver, S. J. & Buzas, M. A., (1981):** Distribution of selected recent benthic foraminiferal genera in the western North Atlantic. In *Microfossils from recent and fossil shelf seas* (eds Neale, J. W. & Brasier, M. D.), pp. 336 – 349 (*British Micropaleontological Society Series*, Ellis Horwood, Chichester).

**Culver, S.J and Buzas, M.A., (1999):** Biogeography of neritic Benthic Foraminifera. *in* Sen Gupta, B.K., 1999 (Ed). Modern foraminifera. *Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, pp.93-102.*

**Cushman J.A & JARVISP. W., (1932):** Upper Cretaceous Foraminifera from Trinidad, *Proc. U.S. Nat. Mus.*, 80, art. 14.

### D

**Damotte R., (1971):** Quelques ostracodes du Cénomanién de Dordogne et de Touraine. *Rev. Micropal.* 14, 1, 3-19.

**Damotte R., Babinot J.F., Colin J. P., (1981):** Les Ostracodes du Crétacé moyen européen. *Cretaceous Research*, 2, 287-306.

**Dayja.D & Bignot.G (2011):** L'évolution paléoenvironnementale du bassin de Guercif (corridor sud-rifain, Maroc septentrional) et son implication dans la crise de salinité messinienne, *Bull. Soc. géol. Fr.*, 2003, t. 174, n°2, pp. 177-185. p. 179-180.

**Debenay, J.-P., J. Pawlowski, and D. Decrouez., (1996):** Les Foraminifères Actuels. Masson, Paris. 329 pp.

**Delfaud J., (1986):** Organisation scalaire des événements sédimentaires majeurs autour de la Mésogée durant le Jurassique et le Crétacé. Conséquences pour les associations biologiques. *B.C.R.D.Pau.* 10, 2,509- 535.

**Desmares D., (2005):** Enregistrement à haute résolution des modifications environnementales inscrites dans un cadre tephrochronologique. Le bassin du Western Interior Au passage Cénomanién-Turonien. *Thèse Doc, Université Louis Pasteur, Strasbourg I, 440P, p19-32.*

**Dingle R.V., (1969):** Upper Senonian Ostracods from the Coast of Pondoland, South-Africa, *Trans. Roy. Soc. South- Africa*, 38, 4, 347-385.

- Dingle R.V., (1971):** Some Cretaceous Ostracodal assemblages from the Agulhas Bank (South-African continental Margin). *Trans. Roy. Soc. South-Africa*, 38, 4, 393.-418.
- Dingle R.V., (1984):** Mid-Cretaceous ostracoda from Southern Africa and Falkland Plateau. *Ann.S. Afr. Mus.*, 93 (3), 97-211.
- Djaiz F., ( 2011):** Le Bassin néogène de Timgad : Etudes Sédimentaire et Tectonique (Algérie nord-orientale), *Thèse de Doctorat*,260.
- Donze P., (1973-1974):** L'introduction des Ostracodes dans la stratigraphie du Sud-ouest Constantinois.
- Donze P., Colin 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. Centres Rech. Explor.-Prod. Elf-Aquitaine*, 6,2, 273, 335.
- Dubourdiou G., (1956):** Etude géologique de la région de l'Ouenza (confins algéro tunisien). *Publ. Serv. Carte géol. Algérie*, N.S., *Bull. n°10*, 659 p., 27 tabl., 89 fig., 27pl., 8 pl. Photo., carte au 1/200 000<sup>e</sup>, Alger.
- Dunham R.J., (1954):** Classification of carbonate rocks according to depositional structure. Classification of carbonate rocks. *AAPG; Mem.* 1, p. 108-121.
- 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.
- Durand delga M. et Fontbote J.M., (1980):** Le cadre structural de la méditerranée occidentale. *Publ. 26è Congr. Géol. Intern., Paris, Coll. C5: Géologie des chaînes alpines issues de la Téthys- Mém. Bul. Rech. Géol. Min.*, 115, p. 65-85.

## E

- El Albani A., Vachard D., Kuhnt W., Chellai H., (1999b):** Signature of hydrodynamic activity caused by rapid sea level changes in pelagic organic-rich sediments, Tarfaya Basin (southern Morocco). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 329, 397-404.
- Elf-Aquitaine (1977):** Essai de caractérisation sédimentologique des dépôts carbonatés.2. Eléments d'interprétation.\_ *ELF-AQUITAINE*, Centres de Recherches de Boussens et de Pau, p.19-30.
- Emberger J., (1960):** Esquisse géologique de la partie orientale des Monts des Oulad Nail, Atlas Saharien. *Publ. Serv. Carte. Géol. Alger*. Nouv. série, n°27.
- Ettachfini. E. M et Andreu. B., (2004):** Le Cénomaniien et le Turonien de la plate forme Préafricaine du Maroc. *Creta. Resea.* 25, 277-302.

*F*

**Fabre. J., (1976):** Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions voisines. *S.N. E. d'Alger, ed.*, 422p.

**Ferrandini M., Philip J., Babinot J.F., Ferrandini J. et Tronchetti G., (1985):** La plate forme carbonatée du Cénomaniens-Turonien de la région d'Erfoud-Errachidia (Sud-est marocain) : stratigraphie et paléoenvironnements. *Bull. Soc. Géol. France.*(8),t. I, n°4,p.559-564.

**Ficheur E., (1897):** Sur les formations oligocènes de l'Aurès et en particulier dans la région d'El Kantara. *C. R. 25<sup>e</sup> Congrès Ass. Fr. Avan. Sc.* Tunis 1896, Paris, 1897, p. 161.

**Ficheur E., (1898):** Sur les plissements de l'Aurès et les formations oligocènes dans le Sud du Constantinois. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 20 juin 1898, t. 126, p. 1826-1828.

**Ficheur E., (1901) :** notice sommaire sur la carte géologique de l'Algérie (3<sup>ème</sup> édition). *Congr. Intern. Paris*, 14p.

**Ficheur E., (1902) :**La carte géologique de l'Algérie. Aperçu historique et esquisse sommaire. *Extr. Bull. Soc. Géogr. D'Alger et de l'A.F.N.*

**Flügel E., (1982):** Microfacies analysis of limestones. *Springer Verl.* : 633.

**Fournel (1849):** Etude stratigraphique des Aurès.

**Friedrich.O (2010):** Le rôle des foraminifères benthiques dans le décryptage du message paléoenvironnemental des évènements anoxiques océaniques de la partie moyenne du Crétacé-Le Paradoxe des «foraminifères benthiques anoxiques». *Revue de micropaléontologie* 53, 175-192, p. 185.

**Fuček L., Gušić I., Jelaska V., Korolija B. & Oštrić N., (1990):** Stratigrafija gornjokrednih naslaga jugoistočnog dijela Dugog otoka i njihova korelacija s istovremenim naslagama otoka Brača (Upper Cretaceous stratigraphy of the SE part of the Dugi otok Island and its correlation with the corresponding deposits of the Brač Island, Adriatic Carbonate Platform).– *Geol. vjesnik*, 43, 23–33.

*G*

**Gale A.S., Jenkyns H.C., Kennedy W.J. & Corfield R.M., (1993):** Chemostratigraphy versus biostratigraphy : data from around the Cenomanian-Turonian boundary. - *Journal of the Geological Society, London*, 150, 29-32.

- Gandriche H., (1991):** Modalités de la superposition de structures de plissement-chevauchement d'âge alpin dans les Aurès (Algérie). *Thèse de l'Univ. de Paris- Sud, centre d'Orsay*, 189p., 68 fig., 6 pl. h.- t.
- Garcia Revuelta J. R., (1984):** Los Ostracodos des Albiense de las zonas externas de las Cordilleras Beticas. *Thesis, Univ. Madrid*, 148p.
- Gargouri-Razgallae S., (1983):** Le Cénomanién de Tunisie centrale: étude paléoécologique, stratigraphique, micropaléontologique et paléogéographique *Doc., Trav. IGAL, Paris, 6*, 215 pp. *In* Andreu. B: Associations d'ostracodes et paléoenvironnement au passage Cénomanién-Turonien dans les régions d'Agadir (Haut Atlas) et de Boulmane (Moyen Atlas), Maroc. *Cretaceous Research (1993) 14*, 409-429.
- Gebhardt. H (1996):** Cenomanian to Turonian foraminifera from ASHAKA (NE Nigeria): quantitative analysis and palaeoenvironmental interpretation. *Cretaceous Research (1997) 18*, 17 – 36 p 25-27.
- Gélard J.P., (1969):** Les flyschs kabyles dans le Djurdjura et le col de Chellata.
- Gerry E., Rosenfeld A., (1973):** Amphicytherura distincta and Neo cyprideis Vandenboldi (Ostracoda), new species from the Cenomanian-Turonian of Israel. *Rev. Esp. Micropal., 5, 1*, 99-105.
- Glantzboeckel C. H., Magne J., (1959):** Répartition des microfaunes à plancton et à Ostracodes dans le Crétacé supérieur de la Tunisie et de l'Est algérien. *Rev. Micropal., 2, 2*, 57-67.
- Gressly, A., (1838):** Observations géologiques sur le Jura soleurois. *Nouveaux mémoires de la Société Helvétique des Sciences Naturelles*, vol. 2, pp. 349. Neuchâtel.
- Griveaud. C (2012):** influence des conditions écologiques sur la composition isotopique ( $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ) du test de foraminifères benthiques actuels, *Thèse de Doctorat*, : 797., p 14.
- Grosdidier E., (1973):** Association d'ostracodes du Crétacé d'Iran. *Rev. IFP, 78, 2*, 131-170.
- Grosdidier E., (1979):** Principaux Ostracodes marins de l'intervalle Aptien-Turonien du Gabon (Afrique occidentale). *Bull. Centres Rech Explor. - Prod. Elf-Aquitaine, 3, 1*, 1-35.
- Grosdidier E., Lefevre J., (1981):** Microfaunes et provinces paléoécologiques. Paléogéographie des Ostracodes de la Mésogée Méridionale. Stratigraphie et paléogéographie des ostracodes dans l'intervalle Cénomanién-Santonien du Sud de la Mésogée. *Elf-Aquitaine, Div. Explor. Prod.*, rapport d'étude confidentiel.
- Grosheny. D, Chikhi-Aouimeur. F, Ferry. S, Jati. M, Herkat. M, Atrops. F, Redjimi. W & Benkerouf. F, (2007):** The Cenomanian-Turonian of the Saharan Atlas (Algeria). *In: BULOT L.G., FERRY S. & GROSHENY D. (eds.)*, Relations entre les marges septentrionale

- et méridionale de la Téthys au Crétacé.- *Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Brest, Memoir 2007/02, p.46.*
- Grosheny. D., Chikhi-Aouimeur. F., Ferry. S., Jati. M., Herkat. M., Atrops. F., Redjimi-Bourouiba. W et Benkherouf-Kechid. F., (2007):** Le Cénomanién de l'Atlas saharién (Algérie). *Carnets de géologie-Memoire 2007/02, Abstract 09 (CG 2007\_M02/09).*
- Grosheny. D., Chikhi-Aouimeur. F., Ferry.F., Benkherouf-Kechid. F., Jati. M., Atrops. F. et Redjimi-Bourouiba. W., (2008):** The Upper Cenomanian-Turonian (Upper Cretaceous) of the Saharan Atlas (Algeria). *Bull. Soc. géol. Fr. t. 179, no 6, pp. 593-603.*
- Grundel J., (1966):** Taxinomishe, biostratigraphische und variations tatische unter schinger and dem Ostracoden in der Unterkreide in Dentschland. *Freib. Forcsh., C 200, pal., 105p.*
- Grundel J., (1970):** Die Ostracoden cus der unteren Mittel turom (Racknitzer Schichten, Oberkreide) Sachsens. *Abh. Staalt. Mus. Miner., Geol., 16, 41, 54.*
- Guellal S., Kazi-Tani N., Lahondaire J. C., Sigal J., Vila J. M., (1977):** Les formations de type péni-tellien dans l'Est de l'Algérie : stratigraphie, faciès position structurale et paléogéographique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord, t. 68, fasc. 1-2, p.101-112.*
- Guérin. S., (1981):** Utilisation des foraminifères planctoniques et benthiques dans l'étude des Paléoenvironnements océaniques au Crétacé moyen : Application au matériel des forages D.S.D.P. de l'Atlantique Nord et Sud. Comparaison avec la Téthys. *Thèse. 3 e cycle, Micropaléontologie, Univers. Nice, Trav. Centre Rech. Micropal. 'Jean Cuvillier', Nice, 2, 198 p, 82 tabl., 9pl.*
- Guiraud R., (1973):** Evolution post-triasique de l'avant pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Doctorat ès Sciences, Nice, 270p.*
- Guiraud R., (1990):** Evolution post-triasique de l'avant-pays de la chaîne alpine en Algérie, d'après l'étude du bassin du Hodna et des régions voisines. *Mémoire 3, Service Géologique de l'Algérie .*
- Gušić, I., Jelaska, V. & Velić, I., (1988):** Foraminiferal assemblages, facies and environments in the Upper Cretaceous of the island of Brač.- *Revue de Paleobiologie, Vol. spec. 2, Benthos '86, 447-456.*
- Gušić, I. & Jelaska, V., (1990):** Stratigrafija gornjokrednih naslaga otoka Brača u okviru geodinamske evolucije Jadranske karbonatne platforme (Upper Cretaceous Stratigraphy of the Island of Brač within the Geodynamic Evolution of the Adriatic Carbonate Platform).- *Djela JAZU, Zagreb, 69, 1-160.*

*H*

- Haig D.W., (1981):** Mid Cretaceous Foraminiferids from the wahgi Valley, Central Highlands of Papua New Guinea *Micropaleontology*, New-York, vol 27, n°4, PP. 337-351, 3pl.
- Hallock, P., T. L. Cottey, L. B. Forward, and Halas. J, (1986):** Population biology and sediment production of *Archaias angulatus* (Foraminiferida) in Largo sound, Florida. *Journal of Foraminiferal Research* **16**: 1-8.
- Hamaoui H. et Fourcade E., (1973):** Révision des Rhapydioninae (Alvéolinidae, foraminifères). *B.C.R.D.P* au 7, (2), 361-435.
- Haq B.V., Hardenbol J. & Vail P.R., (1987):** Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. - *Science*, 235, 1159-1167.
- Hardenbol, J., Thierry, J., Farley, M.B., de Graciansky, P.C., Vail, P.P., (1998):** Mesozoic and Cenozoic sequence chronostratigraphic framework of European basins. *In*: de Graciansky, P.C., Hardenbol, J., Jacquin, T., Vail, P.P. (Eds.), Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins Society for Sedimentary Geology *Special Publication*, vol. 60, pp. 3 – 13.
- Hecker R.F., (1960):** Bases de la paléocéologie. BRGM. Ed. Technip. *Annales du service d'information géologique*. 98 p. *In* Herkat 1999.
- Hemleben C., Spindler, M. and Anderson, O.R., (1989):** Modern Planktonic Foraminifera. Springer-Verlag New York Inc, New York, 363 pp.
- Herbin, J.P., Montadert L., Müller C., Gomez R., Thurow J., and Wiedmann J., (1986):** Organic-rich sedimentation at the Cenomanian–Turonian boundary in oceanic and coastal basins in the North Atlantic and Tethys. *Geol. Soc. of Lon. Spec. Publ.* 21, 389-422.
- Herkat. M., (1999):** La sédimentation de haut niveau marin du Crétacé supérieur de l'Atlas saharien oriental et les Aurès: Stratigraphie séquentielle, analyse quantitative des biocénoses, évolution paléogéographique et contexte géodynamique. *Thèse Es Sciences*, Université des sciences et de la technologie d'Alger, 55- 802p.
- Herkat. M., et Delfaud, J., (1999):** Evolution des séquences et géométrie des dépôts du Crétacé supérieur du domaine atlasique oriental. *Bull. Serv. Géol. Algérie*, vol.10, n°1, pp.83-94, 5fig.
- Herkat. M., (2002):** Analyse séquentielle et révision stratigraphique de coupes du Crétacé supérieur de l'Aurès occidentale. *Mém. Serv. Géol. Alg. N°10*, p 4.

**Herkat. M., (2004):** Contrôle eustatique et paléogéographique de la sédimentation du Crétacé supérieur du bassin des Aurès (Algérie). *Bull. Soc. Géol. France*, t.175, n°3, pp. 273-288.

**Herkat. M., (2005):** Analyse quantitative des bioassociations et caractérisation des cortèges sédimentaires et des ensembles paléogéographiques des séries du Cénomanién-Turonien des Aurès et du Tell oriental (Algérie). *Bull. Soc. Géol. France*, t.176, n°2, pp. 183-190.

**Herkat. M and Guiraud. R., (2006):** The relationships between tectonics and sedimentation in the Late Cretaceous series of the eastern Atlasic domaine (Algeria). *Journal of African earth Sciences* 46, 350-360.

**Herkat. M., (2007):** Application of correspondance analysis to paleobathymetric reconstitution of Cenomanian and Turonian (Cretaceous) rocks of Eastern Algeria Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, vol.254/ 314, pp 584.

**Hottinger L. C., (2000):** Functional morphology of benthic foraminiferal shell, envelopes beyond measure. *Micropaleontology* 46 (Supplement 1): 57-86.

**Howe H.V., Laurencich L., (1958):** Introduction to the study of Cretaceous Ostracoda. Louisiana state univ. Press., 1-536.

**Huber B.T., Leckie R.M., Norris R.D., Bralower T.J. & Cobabe E., (1999):** Foraminiferal assemblage and stable isotopic change across the Cenomanian-Turonian boundary in the subtropical North Atlantic. - *Journal of Foraminiferal Research*, 29, 392-417.

**Husinec A., Velić I., Fuček L., Vlahović I., Matičec D., Oštrić N. & Korbar T., (2000):** Mid Cretaceous orbitolinid (Foraminiferida) record from the islands of Cres and Lošinj (Croatia).– *Cretaceous Research*, 21, 155–171.

### I

**Isabelle. C, Maurice. R., (2006):** Sédimentologie, p. 272.

### J

**Jarvi S I., Carson G.A., Cooper M. K.E., Hart M.B., Leary P.N., Tocher B.A., Horne D. & Rosenfeld A., (1988):** Microfossil Assemblages and the Cenomanian-Turonian (late Cretaceous) Oceanic Anoxic Event. - *Cretaceous Research*, 9, 3-103.

**Jati. M., (2007):** Le passage Cénomaniens-Turonien du continent nord africain (Maroc, Algérie, Tunisie). Comparaison avec le bassin subalpin: apport de la sédimentologie et de la géochimie isotopique. *Thèse Doc, Université Louis Pasteur, Strasbourg1.*

**Jati. M., Grosheny. D., Ferry. S., Masrour. M., Aoutem. M., Içame. N., Gauthier-Lafaye. F and Desmares. D., (2011):** The Cenomanian–Turonian boundary event on the Moroccan Atlantic margin (Agadir basin): Stable isotope and sequence stratigraphy. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 296., 151-164.

**Jenkyns H.C., (1980):** Cretaceous anoxic events : from continents to oceans. - *Journal of the Geological Society, London*, 137, 171-188.

**Jorissen F. J., H. C. De Stigter, and J. G. V. Widmark., (1995):** A conceptual model explaining benthic foraminiferal microhabitats. *Marine Micropaleontology* 26: 3-15.

## K

**Kaye P., (1965):** Some new british Albian Ostracoda. *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist., Ged., 11, 5,* 217-254.

**Kazi-Tani N., (1982):** Les zibans (Algérie). Un modèle de la zone de transformation continentale 9<sup>e</sup> *R. A. S. T.*, p.332.

**Kazi-Tani N., (1986):** Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine: Le domaine intra plaque Nord-Algérie. Approche méga séquentielle. *Thèse Es Sciences*, Univ. Paris, 871p. 2t.

**Kazi-Tani N., (1992):** *Troisième Séminaire Alger-Bousaada*, p.8.

**Kedzierski. P (2007):** Intégration de connaissances sédimentologiques et stratigraphiques dans la modélisation 3D des faciès sédimentaires marins. *Thèse de Doctorat* de l'Institut National polytechnique de Lorraine, Centre de Recherches pétrographiques et géochimiques Laboratoire d'Infographie et d'Analyse de données p.43-44 .

**Keller G., Han Q., Adatte T., Burns S., (2001):** Paleoenvironment of the Cenomanian-Turonian transition at Eastbourne, England. *Cretaceous Research* 22, 391–422.

**Keller G., Pardo A., (2004):** Paleoecology of the Cenomanian-Turonian Stratotype Section (GSSP) at Pueblo, Colorado. *Marine Micropaleontology* 51, 95-128.

**Keller.G, Berner.Z, Adatte.T, Stueben.D (2004):** Cenomanian-Turonian and d13C, and d18O, sea level and salinity variations at Pueblo, Colorado, *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 211 (2004) 19– 43 [www.elsevier.com/locate/palaeo](http://www.elsevier.com/locate/palaeo).

- Keller G., Adatte, T., Berner, Z., Chellai E. H., Stueben D., (2008):** Oceanic events and biotic effects of the Cenomanian-Turonian, anoxic event, Tarfaya Basin, Morocco, *Journal Cretaceous Research*, homepage: [www.elsevier.com/locate/CretRes](http://www.elsevier.com/locate/CretRes), p 980.
- Kolonic S., Sinninghe Damsté J.S., Böttcher M.E., Kuypers M.M.M., Kuhnt W., Beckmann B., Scheeder G., Wagner T., (2002):** Geochemical Characterization of Cenomano/Turonian Black shales from the Tarfaya basin (SW Morocco). Relationships between palaeoenvironmental conditions and early sulphurization of sedimentary organic matter. *J. Petr. Geol.* 25, 325-350.
- Korbar, t., Fuček, l., Husinec, a., Vlahović, i., Oštrić, n., Matičec, d. & Jelaska, v., (2001):** Cenomanian carbonate facies and rudists along shallow intraplatform basin margin – the island of Cres (Adriatic sea, Croatia).– *Facies*, 45, 39–58.
- Koutsoukos , E. A . M ., Leary , P . N . & Hart , M . B ., (1990):** Latest Cenomanian – earliest Turonian low-oxygen tolerant benthonic foraminifera: a case-study from Sergipe basin (NE . Brazil) and western Anglo-Paris basin (southern England) . *Palaeogeography , Palaeoclimatology , Palaeoecology* 77, 145 – 177 .
- Kuhnt .W., Herbin.J.P., Thurow.J and Wiedmann., (1990):** Distribution of Cenomanian-Turonian Organic faciès in the Western Mediterranean and Along the Adjacent Atlantic Margin. *Geology*.Vol.30.133- 160.
- Kuss. J., (1994):** Cretaceous (Albian-Turonian) calcareous Algae from Egypt and Jordan-Systematics, Stratigraphy and paleogeography. *Festschrift zum 60. Geburtstag von Erik Flügel, With 1 Text-Figure, 1 Table and 5 Plates.*

## L

- Laaziz. O., (2009):** Etude géologique, sédimentologique et analyse structurale du Rocher de Constantine-Djebel Kellal, p47. *Mém. Magister (122p)*.
- Laffitte. R., (1939):** Etude géologique de L'Aurès. *Bull. Serv. Carte géologique de l'Algérie, 2ème série, n°15.484p.*
- Laffite R., (1939):** Les plissements post-nummulitiques de l'Atlas saharien. *Bull. Soc. géol. Fr., 5<sup>e</sup> série, t. 9, p. 47,135-159, 1pl.*
- Lahonder J.C., (1987):** Les séries ultra-telliennes de Oued Znati.
- Lancelot Y., Seibold E., (1977):** Initial reports of Deep Sea Drilling Project, 41 Washington. U.S. Govt printing office, 1259p.

- Layeb M., et Belayouni H., (1989):** La formation Bahloul au Centre et au Nord de la Tunisie un exemple de bonne Roche mère de pétrole à fort intérêt pétrolier, mémoires de l'ETAP, n°3, *Actes des 2ème journées de géologie Tunisienne appliquée à la recherche des hydrocarbures* (Tunis, Nov, 1989), pp, 489-503.
- Lebedel. V, Lezin. C, Andreu. B., Wallez. M. J., El Ettachifini. M., L. Riquier:** Geochemical and palaeoecological record of the Cenomanian-Turonian Anoxic Event in the carbonate plat form of the preaffrican Trough, MOROCCO, P. *Journal: Palaeogeography, palaeoclimatology, Palaeoecology*, p. 88, 91.
- Lee, J. J., and O. R. Anderson., (1991):**Biology of Foraminifera. Academic, London.
- Lee, J. J., J. Morales, A. Symons, and P. Hallock., (1995):** Diatom symbionts in larger foraminifera from Carribean hosts. *Marine Micropaleontology* 26:99-105.
- Leine, L., (1986):** Geology of the Tarfaya oil shale deposit, Morocco. *Geology* 65, 57-74.
- Lekie R.M., (1985):** Foraminifera of the Cenomanian-Turonian boundary interval, Greenhorn Formation, Rock Canyon Anticline, Pueblo Colorado. *In:* Pratt, L.M., Kauffman, E.G., Zelts, F.B. (Eds), *Fine-grained Deposits and Biofacies of the Cretaceous Western Interior Seaway: Evidence of Cyclic Sedimentary Processes. SEPM, 2nd Annual Meeting, Golden, CO, Field Trip Guide-book 4, P. 139-149.*
- Letourneur, J. & Porthault B., (1996):** Le Cénomanién et le Turonien du synclinal d'Eygalières (Baronnies, Drôme) , p.134. *Trav. Lab. Géol. Grenoble, t. 42, 1966.*
- Loeblich. A.R and Tappan. H., (1964):** The Camoebians and foraminiferida. *In* 'Traetise on invertebrate paleontology' R.C Moore, part C-protista 2, Sarcodina, chiefly, the univ. Kesas press and the geol. Soc. Amer, New York, 2vol., 900p.Edit. Moore, R.C.
- Loeblich, A. R., and H. Tappan., (1964):** Sarcodina, chiefly Thecamoebians and Foraminiferida. R. C. Moore. *Treatise on Invertebrate Paleontology. Geological Society of America/ University of Kansas, New-York.*
- Loeblich, A. R., and H. Tappan., (1988):** Foramineferal genera and their classification.- Van Nostrand Rein hold, New york. 2vol, p.74-629.
- Longman M.W., (1980):** Carbonate diagenetic texture from near surface diagenetic environments. *AAPG Bul.* n° 64 p. 461-487.
- Loubere (1994):** Quantitative estimation of surface ocean productivity and bottom water oxygen concentration using benthic foraminifera. *Paleoceanography* 9 (5): 723-737.
- Lucas. G, Gros. P, Lang. J., (1976) :** Les roches sédimentaires -2- étude microscopique des roches meubles et consolidées, édition DOIN éditeurs, Paris, p:156.

M

- Maâmouri A. L., Zaghbib-Turki D., Matmati M. F., Chikhaoui M. et Salaj J.,(1994):** La formation Bahloul en Tunisie centro-septentrionale : variation latérale, nouvelle datation, et nouvelle interprétation en terme de stratigraphie séquentielle. *Journal of African Earth Sciences Vol. 18, N°1 , pp. 37-50, 1994.*
- Maandi.N (2011):** Biostratigraphie et paléoenvironnements du Crétacé moyen des Aurès et de Morsott (chaîne atlasique orientale d'Algérie), p.66, 111-114. *Mém de Magister.*
- Malcolm barrie. H(1999):** The evolution and biodiversity of Cretaceous planktonic foraminiferida p, 248.
- Mansouri M. E. H., Bessedik M., Aubry M.-P., Belkebir L., Mansour B. & Beaufort L., (2008):** Contributions biostratigraphiques et paléoenvironnementales de l'étude des nanfossiles calcaires des dépôts tortono-messiniens du bassin du Chélif (Algérie). *Geodiversitas*, p. 68.
- Marmi R., (1995):** Les bassins continentaux de l'avant pays de la chaîne alpine nord-orientale. Etude stratigraphique, sédimentaire, structurale et géochimique. *Thèse Doctorat. Université Henri Poincaré, Nancy I.*
- Masse J.P., (1988):** L'étagement bionomique des milieux benthiques néritiques actuels : signification bathymétrique et implications paléobathymétriques. *Geol. Médit. , XV, 1, 91-102.*
- Mayr E. W., (1942):** Systematics and the Origin of Species. *Columbia Biological Series 13.*
- Mbani Jean-Nazaire (2013):** Micropaléontologie et géochimie organique du bassin Côtier Congolais au crétacé supérieur: Paléoécologie des foraminifères, espèces et associations indicatrices des paléoenvironnements des roches mères pétrolières. P.157-159. *Thèse de Doctorat de l'université Paris 6.*
- Mertens. E, (1956):** Zur Grenzzieung Alb./ Cenomanin Nordwest deutschland mit Hilfe von Ostracodem. *Geol. Jb.,72,174-230.*
- Middleton G. V., (1973):** Johannes Walther's law of the correlation of facies. *Geological Society of America Bulletin*, vol. 84, pp. 979–988.
- Moullade M., (1966):** Etude stratigraphique et micropaléontologique du Crétacé inf de la "Fosse Vocontienne". *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 15, 369.
- Mücke S.K.-V. and Oberhänsli H., (1999):** The Distribution of Living Planktic Foraminifera in Relation to Southeast Atlantic Oceanography. *In: Fischer, G. and Wefer, G. (Editors), Use*

of Proxies in Paleoceanography: Examples from the South Atlantic. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, pp. 91-115.

**Murray J.W., (1971):** Living Foraminiferids of tidal marshes. *A review. J. Foramin. Res.* 1(4) 153-161.

**Murray J.W., (1973):** Distribution and ecology of living benthic foraminiferids. Richard Clay, Ltd, Bungay, Suffolk, 274p.

**Murray J. W.,(1983):** Population dynamics of benthic foraminifera: results from the Exe estuary, England. *Journal of Foraminiferal Research* 13:1-12.

**Murray J.W., (1991):** Ecology and paleoecology of benthic foraminifera.– Longman Sc. Tech., Harlow, 1-397.

## N

**Naili. H., Belhadj.Z., Robaszynski.F et Caron.M., (1995):** Présence de roches mère à faciès Bahloul vers la limite Cénomanién-Turonien dans la région de Tébessa (Algérie orientale). *Notes du service géologique de Tunisie, n° 61, pp. 19-32.*

**Nederbragt A.J. & florentino A., (1999):** Stratigraphy and palaeoceanography of the Cenomanian-Turonian Boundary Event in Oued Mellegue, north-western Tunisia. *Cretaceous Research* 20, p.47-62.

**Neufville H.M.E., (1973):** Ostracoda from the Ese Aku shale (Turonian, Cretaceous) N kalagu, Nigeria. *Bull. Géol. Inst. Univ. Upp sala, 4, 3, 43-52.*

**Neumann. M., (1969):** Manuel de micropaléontologie des foraminifères (systématique-stratigraphie). I. Saccamminidae à Ataxophragmiidae Gauthier-Villars, paris 297. P; 182. Fig et 60 Pl.

**Neurdin-Trescartes J., (1992):** Le remplissage sédimentaire du bassin néogène du Chélif, modèle de référence de bassins intramontagneux. *Thèse de Doctorat d'État, université de Pau et Pays de l'Adour, France, 605 p.*

**Norris R.D., Bice K.L., Magno E.A. & Wilson P.A., (2002):** Jiggling the tropical thermostat in the Cretaceous hothouse. - *Geology*, 30, 299–302.

**Nyonge. E et Olsson R.K., (1984):** A paleoslope model of Campanian to lower Maestrichtian Foraminifera in the North American basin and adjacent continental margin. *Marine. Micropal. Amsterdam*, vol.8, n=°6, pp. 437-477. pl. I. VII.

**N'zaba-Makaya.O, Andreu. B, Brunel.F, Mouterde.R, Rey.J & Bordalo Da Rocha.R (2003):** Biostratigraphie et paléoécologie des peuplements d'ostracodes dans le Domérien du Bassin Lusitanien, *Portugal. Ciências de Terra (UNL), Libosat* , N=° 15, pp.29

**Nzoussi - Mbassani. P (2003):** Le Cenomano-Turonien de l'atlantique nord (bassin du Sénégal): environnement de dépôt et évolution diagénétique. implications pétrolières. *Thèse Doc. Université D'ORLEANS*, p. 15-17.

### O

**Oertli H.J., (1963):** Faunes d'ostracodes du Mésozoïque de France. Brill, Leiden, 57p., 90 pl.

**Oertli H.J. (éd), (1985):** Atlas des Ostracodes de France. *Bull. Centre Rech. Explor.- Prod. Elf-Aquitaine*, 9, 396 p.

**Orbigny A. d'., (1839):** Voyage dans l'Amérique méridionale – *Foraminifères*, vol. 5, pt. 5.- Paris & Strasbourg, P. Bertrand, 86 p.

**Orbigny A. d'., (1839):** Foraminifères.- *In: SAGRA R. de la (éd.), Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba.- 33 Carnets de Géologie / Notebooks on Geology - Article 2007/04 (CG2007\_A04) Arthus Bertrand, Paris, 224 p.*

**Orbigny A. d'., (1840):** Mémoire sur les Foraminifères de la Craie Blanche du Bassin Carnets de Géologie / Notebooks on Geology - Article 2008/01 (CG2008\_A01) de Paris.- *Mémoire de la Société Géologique de France*, t. IV, n°1, 51 p.

### P

**Paul C.R.C., Lamolda M.A., Mitchell S.F., Vaziri M.R., Gorostidi A. & Marshall J.D., (1999):** The Cenomanian-Turonian boundary at Eastbourne (Sussex, UK): a proposed European reference section. - *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 150, 83-121.

**Peres J.M., (1961):** Océanographie biologique et biologie marine, tome 1 : la vie benthique. Presses Universitaires de France. Vendôme. 541 p.

**Perona (1883):** Essai d'une description géologique de l'Algérie pour servir de guide aux géologues dans l'Afrique française. *Ann. Soc. Géol.*, t, -14, 202p., Paris.

**Perrodon A., (1957):** Étude géologique des bassins néogènes sub-littoraux de l'Algérie occidentale. *Publication des Services de la Carte géologique d'Algérie* 12: 328 p.

- Pessagno E. A. (1967):** Upper Cretaceous Planktonic Foraminifera from the western Gulf Coastal Plain. *Pal. Amer.*, Vol. 5, N° 37, pp. 243-244.
- Peypouquet J.-P., Grousset F. Mourguiart P. (1986):** Paleoceanography of the Mesogean Sea based on Ostracods of the northern Tunisian continental shelf between the late Cretaceous and Early Paleogene-*Geol. Rdsch.*, 75, 1, 159-154.
- Philip J., (1972):** Paleoécologie des formations à rudistes du Crétacé supérieur - L'exemple du SE de la France. *Palaeogeog. Palaeoclim. Palaeoecol.*, 12,3 : 205-222.
- Philip J., (1980):** Crétacé supérieur de Provence. *Geobios, Mim. special 4* : 99-109.
- Philippe Courville (2007):** Echanges et colonisations fauniques (Ammonitina) entre Téthys et Atlantique sud au Crétacé supérieur: Voies atlantiques ou sahariennes? *In: BULOT L.G., FERRY S. & GROSHENY D. (eds.), Relations entre les marges septentrionale et méridionale de la Téthys au Crétacé [Relations between the northern and southern margins of the Tethys ocean during the Cretaceous period].- Carnets de Géologie / Notebooks on Geology, Brest, Mémoire 2007/02, Résumé 02, p. 17.*
- Phillipi (1910):** Die Grundproben der deutschen Südpolar Expedition 1901-1903. *Deutsche Südpolar Expedition* 2(6), 411-616.
- Platel J.P., (1996):** Stratigraphie, Sédimentologie et Evolution géodynamique de la plateforme carbonatée du Crétacé supérieur du nord du bassin d'Aquitaine. *Géologie de la France*, n°4, 1996, pp.33-58, 19 fig, p.36.
- Plaziat J.C., (1984):** Le domaine pyrénéen de la fin du Crétacé à la fin de l'Eocène. Stratigraphie, paléoenvironnements et évolution paléogéographique. *Thèse ès Sci. Univ. Paris sud.*
- Pokorny V., (1975):** Revision of Bairdia septentrionalis (Ostracoda, Crustacea) from the upper Cretaceous of the Netherlands *Acta Univ. Carol., Geol.*, 3, 237-248.
- Pratt L.M. & Threlkeld C.N., (1984):** Stratigraphic significance of  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  ratios in mid-Cretaceous rocks of the Western Interior, U.S.A. *In: STOTT D.F. & GLASS D.J., eds, The Mesozoic of Middle North America. - Canadian Society of Petroleum Geologists Memoir*, 9, 305-312.
- Premoli Silva I., Erba E., Salvini G., Locatelli C. & Verga D., (1999):** Biotic changes in Cretaceous oceanic anoxic events of the Tethys. - *Journal of Foraminiferal Research*, 29, 352-370. Proc. 7 th. Int. Symp. Ostracodes, Bgrade 1979, 243-246.
- Purser B.H., (1983):** Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. *Tomes 1 et 2. Editions Technip. Paris.*

R

- Radoicic R., (1975):** On *Likanella hammudai* sp.nov. from the Upper Cretaceous of the Tripoli area (Lybia) and the age of strata containing *Dissocladella undulata* RAINERI. - *Ann. Geol. Penins. Balk., Beograd*, 34,150-152, Belgrade.
- Raoult J.F., (1969-1970):** Les flyschs de la petite kabylie (col . D'El Kantour).
- Raoult. J. F., (1984):** Dictionnaire de géologie, p 146,244.
- Reuss A. E., (1846):** Die versteineringen der boh misc hen Kreide Formation.E. Schweizerbart, Stuttgart, II, 148 p.
- Reuss A.E., (1863):** Die Foraminiferen des norddentschen hils und Gault. Sitz. Akad. Wiss., Wien, 46.
- Rey J., (1983):** Biostratigraphie et lithostratigraphie: principes fondamentaux, méthodes et applications. Technip, Paris, 181pp. *In Andreu, 1992 Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 99 (1992): 291–319. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Robaszynski F., Caron M. et le Groupe de Travail Européen des Foraminifères Planctoniques, (1979):** Atlas des Foraminifères Planctoniques du Crétacé Moyen (Mer Boréale et Téthys). *Cahiers de Micropaléontologie* 1, pp.185., 2, pp.181.
- Robaszynski F., Caron M., Ganzalez- Donoso J.M., et Wonders, A.A. H., (1984):** Atlas of late Cretaceous Globotruncanids. *Revue de Micropaléontologie*, vol.26, n°3-4, 145-305.
- Robaszynski F., Caron M., Dupus C., Amedro F., Gonzalez Donoso J.-M., Linares D., Hardenbol J., Gartner S., Calandra F. & Deloffre R., (1990):** A tentative integrated stratigraphy in the Turonian of central Tunisia: formations, zones and sequential stratigraphy in the kalaat Senan area. *Bull. Centres Rech. Explor. -Prod. Elf-Aquitaine*, 14, P. 213-384.
- Robaszynski F., Caron M., Amédro F., Dupuis C., Hardenbol J., Gonzalez- Donoso. J.M., Linares D. et Gartner. S., (1993):** Le Cénomaniien de la région de Kalaat Senan (Tunisie Centrale): biostratigraphie et interprétation séquentielle. *Revue Paléobiologie*, Vol.12, n°02, PP. 351-505.
- Robaszynski F., Amédro F. & Caron M., (1993):** La limite Cénomaniien-Turonien et la Formation Bahloul dans quelques localités de Tunisie Centrale. *Cret. Res.*, vol.14, p. 477-486.
- Robaszynski F., Caron M., Amédro F., Dupuis C., Hardenbol J., J.M., Linares. D. et Gartner. S., (1994):** Le Cénomaniien de la région de Kalaat Senan (Tunisie Centrale): Litho-biostratigraphie et interprétation séquentielle, p.369-396.

- Robaszynski et al., (1994):** Sequence stratigraphy in a distal environment: the Cénomaniian of the Kalaat Senan region (Central Tunisia). B.C.R.D.Pau. *In* Banmansour. S: Etude tectono-sédimentaire du crétacé terminal de l'atlas saharien oriental, p.98.
- Robaszynski F. et Caron M., (1995):** Foraminifères planctoniques du Crétacé, commentaire de la zonation Europe-Méditerranée. *Bull. Soc. Géol. France*, t. 166, n°6, pp. 681-692.
- Robaszynski F., Amédro F., Gonzalez-Donoso. J.M., et Linares D., (2007):** Les bio-événements de la limite Albien (Vraconnien)-Cénomaniien aux marges nord et sud de la Téthys (SE. de la France et Tunisie centrale). *Carnets de géologie-Mémoire 2007/02, Résumé 01 (CG2007\_M02/01)*.
- Robaszynski F, Zagrani M. F., Caron M., Amédro F., (2010):** *Journal Cretaceous Research*, p14. homepage: [www.elsevier.com/locate/Cret Res](http://www.elsevier.com/locate/Cret Res).
- Robaszynski F., Zagrani M.F., Caron. M., et Amédro F., (2010):** The global bio-events at the Cenomanian-Turonian transition in the reduced Bahloul formation of Boughanem (central Tunisia). *Cretaceous. Research*31, 1-15.
- Robert. M, Jean -Pierre. B, Bruno.G (2011):** *Manuel de micropaléontologie*, p.38- 40.
- Rodriguez Lazaro J., (1985):** Los Ostracodos des coniaciense y Santoniense de la Cuenca Vasco-Cantabrica occidental. *Thesis, Univ. Pais Vasco*, 527p.
- Rosenfeld A., Raab M., (1974):** Cenomanian-Turonian Ostracods from the Judea Group in Israel. *Bull. Ged. Surv. Israel*, 62, 1-64.
- Ruault-Djerrab. M (2008):** Biostratigraphie et paléoenvironnement du Crétacé moyen des Hameimats à partir de l'étude de la faune et de la microfaune, coupe de Djebel Chemla (Morsott, NE Algérie), *Mém de Magister*.
- Ruault-Djerrab.M et Kechid-Benkherouf. F, (2010):** Micropaleontological study (foraminifera, ostracods) and characterization of the paleoenvironment of middle Cretaceous deposits (Djebel Chemla area, north-eastern Algeria). *Arab J Géosciences*.
- Ruault- Djerrab. M(2012)** Biostratigraphie et paléoenvironnements du Crétacé supérieur du SE constantinois (monts des Hamimats, Tébessa et Mellègue), à partir de l'étude de la faune et de la microfaune, *Thèse de Doctorat*, p.156-169.

## S

- Sageman B.B., P.B. Wignall & E.G. Kauffman (1991):** Biofacies Models for Oxygen-Deficient Facies in Epicontinental Seas: Tool for paleoenvironmental Analysis: *In*: "Cycles

- and events in stratigraphy". EINSELE, G., W. RICKEN & A. SEILACHER (Eds). Springer Verlag Berlin, p. 542-564.
- Sahraoui. A, Ben Zaoui. A., (2010):** Le passage Cénomanién-Turonien de Hamla (Batna, NE Algérien) : Biostratigraphie et Sédimentologie, p.16. *Mém ing.*
- Said-Benzarti R., (1998):** Les ostracodes du Campanien supérieur à l'Yprésien de la coupe d'Ellès (Tunisie du centre Nord)- Biostratigraphie, paléoécologie- what about Ostracoda! Actes du 3<sup>e</sup> Congrès Européen des ostracodologues, 1996. *Bull. Centre Rech. Elf Explor. Prod., Mém. 20, p. 202. 203.*
- Saint-Marc P., (1977a):** Répartition stratigraphique de grands Foraminifères benthiques de l'Aptien, de l'Albien, du Cénomanién et du Turonien dans les régions méditerranéennes. *Rev. espan. Micropaleont., IX, 3, 317-325.*
- Saint Marc Y., (1982):** Distribution paléoécologique et paléobiogéographique des grands foraminifères benthiques du Cénomanién. *Rev. Esp. Micropaleontol., 14: 247-262.*
- Sartoni. S & Crescenti. U (1962):** Ricerche biostratigrafiche nel Mesozoico dell' Appennino meridionale. *Giorn. Geologia, Ser. 2a, vol.29, 161-304 pp., 52 pls, Bologna.*
- Savornin J., (1920):** Etude géologique de la région du Hodna et du plateau sétifien *Doctorat ès Sciences. Bull. Serv. Carte géol. Algérie, 2<sup>e</sup> série n°7, 502 p., 94 Fig., carte 1/ 800 000.*
- Savrda C.E., Bottjer D.J. & Seilacher A., (1991):** 5.2. Redox-Related Benthic Event. *In:* "Cycles and events in stratigraphy". EINSELE.G., W. RICKEN & A. SEILACHER (Eds). Springer Verlag Berlin, P.524-541.
- Schlanger S.O. & Jenkyns H.C., (1976):** Cretaceous oceanic anoxic events: causes and consequences. - *Geologie en Mijnbouw, 55, 179-184.*
- Schlanger S.O., Arthur M.A., Jenkyns H.C. & Scholle P.A., (1987):** The Cenomanian-Turonian Oceanic Anoxic Event, I. Stratigraphy and distribution of organic carbon-rich beds and the marine  $\delta^{13}C$  excursion. *Geological Society of London, Special Publications, 26, pp371-399.*
- Schott W., (1935):** Die Foraminiferen des äquatorialen Teils des Atlantischen Ozeans: Deutsche Atlantische Exped. Meteor 1925-1927. *Wissenschaftliche Ergebnisse 3, 43-134.*
- Scotese C.R. (2002):** <http://www.scotese.com>, (PALEOMAP website).
- Sen Gupta, B. K.,(1999):** Systematics of modern Foraminifera, p. 7-36. *In* B. K. Sen Gupta [ed.], Modern Foraminifera. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.
- Sigal J., (1956):** Notes Micropal. Nord-Afric. 6. Sur la position systématique du genre *Thomasinella* SCHLUMBERGER (Foraminifères). *CR. Soc. géol. France, 6, 6, 102, 105.*

- Sigal J., (1977):** Essai de zonation du Crétacé méditerranéen à l'aide des foraminifères planctoniques. *Géologie Méditerranéenne, T.IV, n°2, pp.99-108.*
- Slitet W.V & Baker R.A., (1972):** Cretaceous bathymetric distribution of benthic foraminifers. *Journal of Foraminiferal Research, 2, 4, p. 167-183.*
- Sophie Retailleau (2009):** Ecologie des foraminifères planctoniques du Golfe de GASCOGNE: Variation spatio-temporelles des assemblages et géochimie de leurs tests. *Thèse de Doctorat à ANGERS p.21, 22.*
- Soua. M (2011):** Le passage Cénomaniens–Turonien en Tunisie :Biostratigraphie des foraminifères planctoniques et des radiolaires, chimostratigraphie, cyclostratigraphie et stratigraphie séquentielle. *Thèse de Doctorat (316p). U.R Dynamique des Bassins sédimentaires, Paléoenvironnements et Structures Géologiques. Travaux du Laboratoire Paléontologie-Paléoenvironnement.*
- Sylvestre R-Bradley P.C., Benson R.E., (1971):** Terminology for surface features in ornate ostracodes, *Lethaia, 4, 249-286.*

## T

- Tissot B. P., Welte D. H., (1984):** Petroleum, Formation and Occurrence. Springer, Berlin 699 p.
- Touansa R., (2011):** Etude sédimentologique et application des méthodes géochimiques (Calcimétrie et pourcentage de la matière organique) à la reconnaissance du passage Cénomano-Turonien à la Koudiet 864 Essouabaa (Nord de Tebessa), p.58. *Mém ing.*
- Tronchetti. G., (1981):** Les foraminifères crétacés de provenance (Aptien-Santonien). Systématique-Biostratigraphie, Paléoenvironnement, Paléogéographie. *Thèse. D'état. Scien. Nat. Uni Aix-Marseille, I et Trav. Lab. Géol., Hist., Paléon., Marseille, pp.1-559.*
- Tsikos H., Jenkyns H.C., Walsworth-Bell B., Petrizzo M.R., Forster A., Kolonic S., Erba E., Premoli Silva I., Baas M., Wagner T. & Sinninghe Damste J.S., (2004):** Carbon-isotope stratigraphy recorded by the Cenomanian-Turonian Oceanic Anoxic Event: correlation and implications based on three key localities. - *Journal of Geological Society, 161, 711-719.*

V

- Vail P.R., Mitchum R.M., Thompson III S., (1977):** Seismic stratigraphy and global changes of sea level, part 3: relative changes of sea level from coastal onlap. *In:* Payton, C.W., ed., Seismic stratigraphy applications to hydrocarbon exploration. AAPG Memoir 26, 63-97.
- Vail P.R., (1987):** Seismic stratigraphy interpretation using sequence stratigraphy. Part 1: seismic stratigraphy interpretation procedure. *In:* Bally, A.W., ed., Atlas of seismic stratigraphy, v.1. AAPG Studies in Geology 27, 1-10.
- 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.
- Van Wagoner J.C., Posamentier H.W., Mitchum R.M., Vail P.R., Sarg J.F., Loutit T.S., Hardenbol J., (1988):** An overview of sequence stratigraphy and key definitions. *In:* Wilgus, C.W. et al., eds. Sea level changes: an integrated approach. SEPM Special Publication 42, 39-45.
- Van Wagoner J.C., Mitchum R.M., (1989):** High-frequency sequences and their stacking patterns. *Abstract: 8th International Geological Congress, Washington, DC (July 9-19), 3-284.*
- Velić I. & Vlahović I., (1994):** Foraminiferal assemblages in the Cenomanian of the Buzet-Savudrija area (northwestern Istria, Croatia).– *Geol. Croatica*, 47/1, 25–43.
- Vila J. M., (1977):** Carte géologique de l'Algérie au 1/200 000, feuille de Constantine (P-Q; 3-4), avec notice explicative détaillée, *publ. Comm. Serv. Carte géol. Algérie/SONATRACH*, not. Expl. Détaillée, 45. p.
- Vila J.M., (1980):** La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-tunisiens. *Thèse Doct.* Tomes I et II ; 662 PP. Université Pierre et Marie curie, Paris VI.
- Vila J.M., (1993):** Comportement des terrains triasiques des confins algéro-tunisiens. Livret guide de l'excursion du Colloque sur le Trias, Alger. *Doc. SONATRACH- CRD, 38P., inéd, Boumerdès Algérie.*
- Vivière J.L., (1985):** Les ostracodes du Crétacé supérieur (Vraconien à Campanien basal) de la région de Tébessa (Algérie du Nord-Est): Stratigraphie, paléoécologie, systématique. *Thèse Doctorat 3<sup>e</sup> cycle*, Univ. P. et M. Curie, Paris 6, 1-261pp.
- Voûte C., (1967):** Essai de synthèse de l'histoire géologique des environs d'Ain Fakroun-Ain Babouche et des régions limitrophes. *B.S.G.A*, nouv. série n°36, t.1.

W

- Walker R.G., (1984):** General introduction : Facies, facies sequences and facies models. *In* Walker R.G ads. *Geol. Assoc. of Canada. Serie 1.* 1-9.
- Weissert H., (1989):** C-isotope stratigraphy, a monitor of paleoenvironmental change; a case study from the Early Cretaceous. – *Surveys in Geophysics*, 10, 1–61.
- Wiedmann J., Butt A., Einsele G., (1982):** Cretaceous stratigraphy, environment, and subsidence history at me Moroccan continental margin. *In:* Von Rad, U., Hinz, K., Sarntheim, M, Seibold, E.(Eds.), *Geology of the North West African Continental Margin.*, pp. 366-395. Springer, Berlin.
- Wignall P .B., (1994):** Black shales, *Geology and Geophysics Monographs*, Vol.30. Oxford University Press, pp. 1-130.
- Wildi (1983):** Le domaine externe tello- Riffain.
- Wilson (1975):** Carbonate facies in geologic history. *Springer Verl: 471 p.*
- Wilson P.A. & Norris R.D., (2001):** Warm tropical ocean surface and global anoxia during the mid- Cretaceous period. - *Nature*, 412, 425–428.

Y

- Yahiaoui A., (1990):** La partie inférieure de la série marno-calcaire du Crétacé supérieur (Cénomaniens supérieur à Coniacien inférieur) entre Batna et El Kantara (Algérie orientale): Stratigraphie, Sédimentologie et Paléogéographie, *Thèse de Doctorat*, Université de Nancy I, 97- 207p.

Z

- Zaghib-Turki Dalila (2007-2008):** Comment les foraminifères planctoniques et benthiques sont-ils considérés comme des indicateurs de paléoenvironnement?. *Conferencias "Ciencias de la Tierra" 2007-08.*
- Zghal I., (1994):** Etude microbiostratigraphique du Crétacé inférieur de la Tunisie du centre ouest (Régions de Kasserine. Sbeitla et de Tadjrouine). *Thèse de Doctorat* de l'université de Tunis II, Tunisie, 304 p., 42 planches.

ANNEXE

**LA PREMIÈRE ANNEXE:**

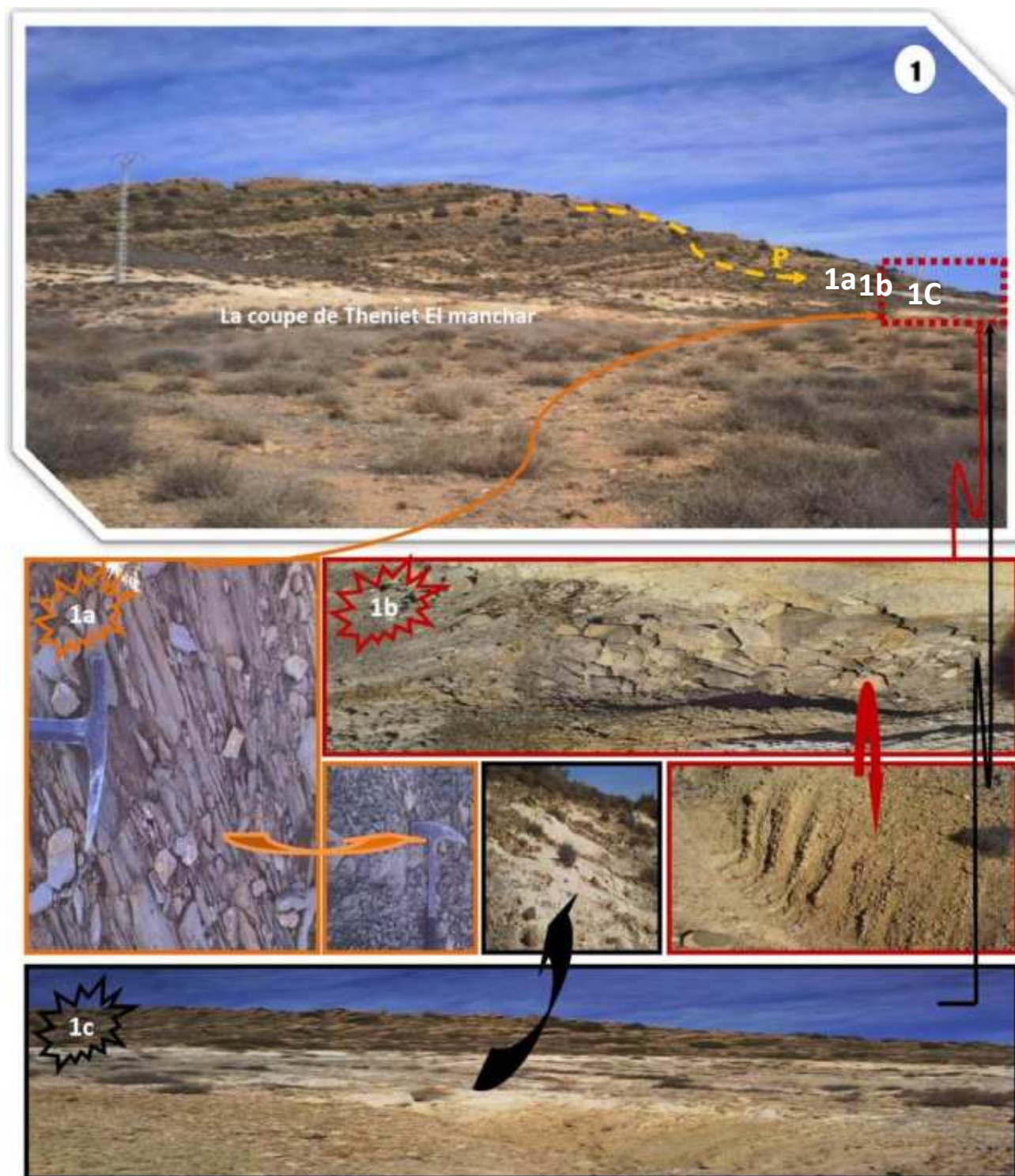
**Localisation, levés de l'ensemble des coupes et données géochimiques :**

## PLANCHE I

**Photo.1:** Vue panoramique du lieu de la coupe de Theniet El-Manchar; P: le passage Cénomanién sup-Turonien inf;

**Photo.1a,1b,1c:** Les marnes carbonatées du passage Cénomanién-Turonien, les marnes blanchâtres sont d'âge Turonien inférieur.

PLANCHE I



---

## PLANCHE 2

*Photo.1:* La discordance du Miocène plissé sur le crétacé dans la région de Hamla indique l'existence de deux phases tectoniques majeures (la phase atlasique et la phase alpine),

Mc: Miocène, C: Crétacé;

*Photo.2:* Les principales formations géologiques caractérisant la région de Hamla;

*Photo.3 et 4:* Des calcaires grisâtres organisés en bancs d'ordre métrique séparés par des intervalles marneux aux niveaux de Dj Sabaoune (région de Hamla).

**PLANCHE 2**



### PLANCHE 3

N° d'échantillon	Le % de CaCO <sub>3</sub>	N° d'échantillon	Le % de CaCO <sub>3</sub>
M00''	22,4	M20	70
M00'	34,8	M21	92,5
M00	39,2	M22	56,6
M01	76,4	M23	74,5
M02	20,6	M24	92,5
M03	69,2	M25	85
M04	11,6	M26	52,6
M05	63,4	M27	88
M06	46,8	M28	57,6
M07	54,8	M29	88
M08	89	M30	75,8
M08'	73,5	M31	98
M09	33,8	M32	59,8
M10	76	M33	92,5
M11	40	M34	32
M12	67	M35	80,5
M13	66	M35'	38,66
M14	70	M36	85
M16	89	M37	91,5
M17	96	M38	85
M18	49,6	M40a	67,8
M19	62,4	M40B	74,5

Fig.1: Tableau des pourcentages en CaCo3 dans La 1ère coupe: "région de Theniet El Manchar".

N° d'échantillon	Le % de CaCO <sub>3</sub>	N° d'échantillon	Le % de CaCO <sub>3</sub>
H01	45,6	H11	21
H03	59	H12	91,33
H04	73,2	H13	61,5
H04'	34,33	H14	52,66
H05	73,6	H16	77,33
H06	74,5	H16'	42,5
H07	77	H16''	62,4
H07'	83,5	H17	53,6
H08	80,5	H18	89
H09	95	H19	62,4
H10	73,5	H20	93,5

Fig.2: Tableau des pourcentages en CaCo3 dans La 2ème coupe: région de Hamla (ex: Condorcet).

**PLANCHE 4**

<b>N° d'échantillon</b>	<b>Le % de C Organique</b>
<b>M01</b>	0.085
<b>M03</b>	0.100
<b>M08</b>	0.050
<b>M10</b>	0.050
<b>M14</b>	0.037
<b>M17</b>	0.037
<b>M18</b>	0.080
<b>M19</b>	0.075
<b>M23</b>	0.065
<b>M27</b>	0.075
<b>M30</b>	0.058
<b>M35</b>	0.064
<b>M40a</b>	0.056

*Fig.3:* Tableau des pourcentages en Carbone organique dans La 1ère coupe: "région de Theniet El Manchar".

<b>N° d'échantillon</b>	<b>Le % de C Organique</b>
<b>H04</b>	0.085
<b>H06</b>	0.060
<b>H10</b>	0.063
<b>H16</b>	0.075
<b>H20</b>	0.068

*Fig.4:* Tableau des pourcentages en Carbone organique dans La 2ème coupe: région de Hamla ( ex: Condorcet).

**LA DEUXIÈME ANNEXE:**

**La faune et la microfaune outils biostratigraphiques et  
paléoécologiques:**

# 1/ La faune

## PLANCHE 1

### Coupe de Theniet El Manchar:

**Photo.1a:** *Mantelliceras (Mantelliceras) mantelli* (Sowerby) , échantillon M07, coupe de Theniet El Manchar. Cénomaniens inférieur, vue latérale;

**Photo.1b:** *Mantelliceras (Mantelliceras) mantelli* (Sowerby) , vue ventrale;

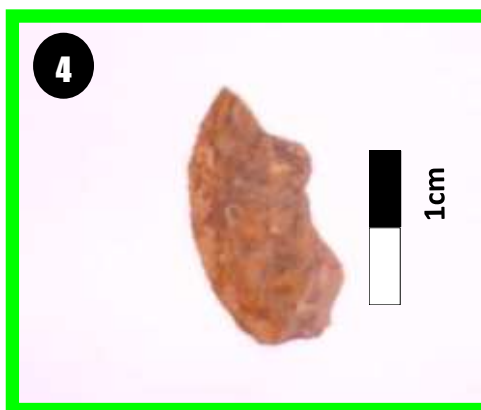
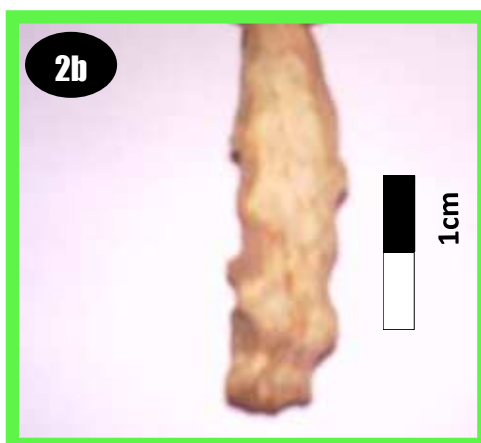
**Photo.2a:** *Mantelliceras (Submantelliceras) saxbii* , échantillon M07, coupe de Theniet El Manchar. Cénomaniens inférieur, vue latérale;

**Photo.2b:** *Mantelliceras (Submantelliceras) saxbii* , vue ventrale.

**Photo.3:** *Acanthoceras* sp., échantillon M09, coupe de Theniet El Manchar . Probablement Cénomaniens moyen, vue latérale;

**Photo.4:** *Neolobites vibrayeanus* d'Orbigny, échantillon M28, coupe de Theniet El Manchar. Cénomaniens supérieur, vue latérale;

**PLANCHE 1**



---

## PLANCHE 2



### Coupe de Hamla:

*Photo.1a:* *Mantelliceras (Submantelliceras) saxbii* (Sharpe), échantillon H00", coupe de Hamla. Cénomaniens inférieur vue ventrale;

*Photo.2a, 3a:* Vues latérales.

**PLANCHE 2**



### PLANCHE 3

*Photo.1:* Corail (anthozoaires);

*Photo.2:* Hexacoralliaires du genre *Trochosmilia*;

*Photo.3:* Bivalves et Gastéropode;

*Photo.4:* Coraux, espèce: *Aspidiscus crestatus*;

*Photo.5:* Pecten;

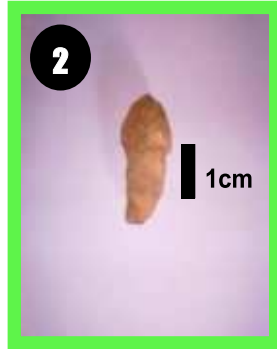
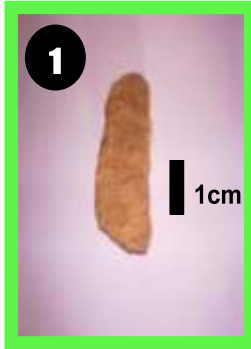
*Photo.6:* Trace d'un Corail;

*Photo.7:* Lumachelle d'Ostreidés;

*Photo.8:* Trigonina?;

*Photo.9:* Fossile indéterminé?.

**PLANCHE 3**



# La microfauce

## **Les éléments exposés dans les tableaux sont les suivants:**

**FP:** nombre de Foraminifères planctoniques;

**FB:** nombre de Foraminifères benthiques;

**%FP:** pourcentage de Foraminifères planctoniques;

**% FPC:** pourcentage de Foraminifères planctoniques carénés;

**% FPG:** pourcentage de Foraminifères planctoniques globuleux;

**%FB:** pourcentage de Foraminifères benthiques;

**%FBC:** pourcentage de Foraminifères benthiques calcaires;

**%FBA:** pourcentage de Foraminifères benthiques agglutinés;

**Ost liss:** nombre des Ostracodes lisses;

**Ost orné:** nombre des Ostracodes ornementés;

**Ost:** nombre des Ostracodes;

**%Ost liss:** pourcentage des Ostracodes lisses;

**%Ost orné :**pourcentage des Ostracodes ornementés;

**%Ost:** pourcentage des Ostracodes;

**Rapports:**  $F/F+O$ ;  $Ost\ liss/Ost\ orné$ ;

**Microfaciès:** type de microfaciès pour les niveaux étudiés en plaque mince (M: mudstone, W: wackestone, P: packstone).

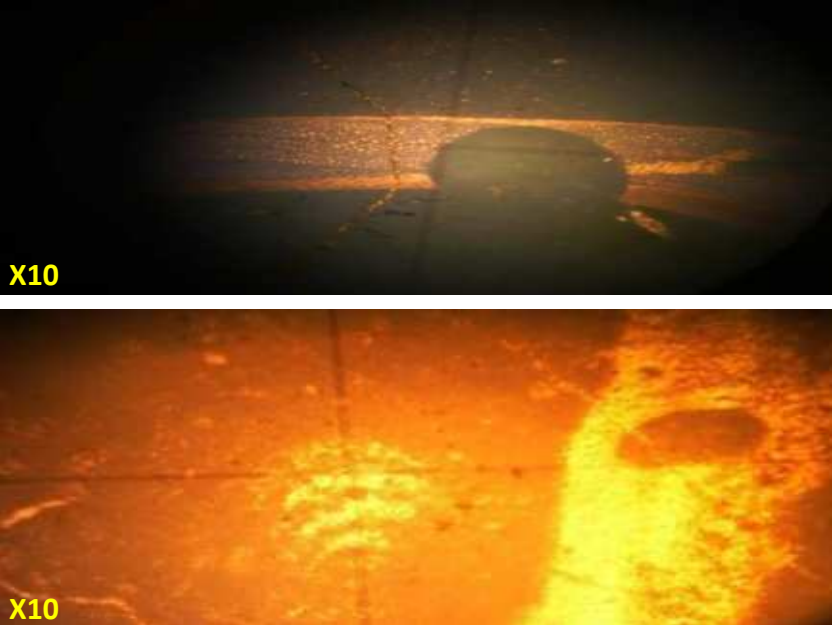

ECH	FPC	FPG	FP	%FPC	%FP G	%FP	FBC	FBA	FB	%FBC	%FBA	%FB	Ost liss	Ost orné	Ost	%Ost liss	%Ost orné	%Ost	F/F+O	Ost liss/ Ost orné	Diversité spécifique	Microf aciés
M00''	00	00	00	00	00	00	00	14	14	00	4,66667	4,66667	267	19	286	89	6,33333	95,33333	0,04666	14,05263	08	
M00'	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	248	02	250	99,2	0,8	100	00	124	02	
M00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	249	01	250	99,6	0,4	100	00	249	02	
M01																						M
M02	00	00	00	00	00	00	00	05	05	00	1,66667	1,66667	278	17	295	92,66667	5,66667	98,33333	0,016666	16,35294	07	
M03																						M
M04	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	238	12	250	95,2	4,8	100	00	19,83333	05	
M06	00	09	09	00	03	03	08	17	25	2,66666	5,66666	8,33333	217	49	266	72,33333	16,33333	88,66667	0,11333	4,42857	15	
M07	00	00	00	00	00	00	00	217	217	00	72,33333	72,33333	59	24	83	19,66667	8	27,66667	0,72333	2,45833	11	
M08'																						W
M09	00	00	00	00	00	00	00	109	109	00	36,33333	36,33333	136	55	191	45,33333	18,33333	63,66667	0,36333	2,47273	11	
M10																						W
M11	00	00	00	00	00	00	00	08	08	00	2,66667	2,66667	266	26	292	88,66667	8,66667	97,33333	0,02667	10,23077	11	
M12																						M
M13																						M
M14																						M à W
M16																						P
M17																						W à P
M18	00	00	00	00	00	00	28	202	230	11,2	80,8	92	09	11	20	3,6	4,4	8	0,92	0,81818	10	
M19																						W
M20																						W à P
M21																						W
M22	00	00	00	00	00	00	00	178	178	00	71,2	71,2	64	08	72	25,6	3,2	28,8	0,712	08	11	
M23																						W
M24																						W
M26	00	00	00	00	00	00	00	131	131	00	43,66667	43,66667	134	35	169	44,66667	11,66667	56,33333	0,43667	3,82857	09	
M27																						P
M28	00	00	00	00	00	00	00	74	74	00	24,66667	24,66667	200	26	226	66,66667	8,66667	75,33333	0,24667	7,69231	08	
M29																						W
M30																						W à P
M31																						P
M32	00	00	00	00	00	00	48	247	295	16	82,33333	98,33333	02	03	05	0,66667	1	1,66667	0,98333	0,66667	13	
M34	00	00	00	00	00	00	00	27	27	00	31,76470	31,76470	50	08	58	58,82353	9,41176	68,23529	0,31765	6,25	07	
M35'	00	00	00	00	00	00	00	12	12	00	14,28571	14,28571	57	15	72	67,85714	17,85714	85,71428	0,14286	3,8	05	
M36																						M
M37																						W
M38																						P
M40b																						P
M40c	32	225	257	10,66667	75	85,66667	23	02	25	7,66667	0,66666	8,33333	00	18	18	00	06	06	0,94	00	18	




fig.1: Tableau des pourcentages des variables micropaléontologiques de la coupe de "Theniet El Manchar".

ECH	FPC	FPG	FP	%FPC	%FPG	%FP	FBC	FBA	FB	%FBC	%FBA	%FB	Ost liss	Ost orné	Ost	%Ost liss	%Ost orné	%Ost	F/F+O	Ost liss/ Ost orné	Diversité spécifique	Microfaciès
H00	00	02	02	00	0,8	0,8	00	60	60	00	24	24	187	01	188	74,8	0,4	75,2	0,248	187	07	
H00'	00	08	08	00	3,2	3,2	06	25	31	2,4	10	12,4	140	71	211	56	28,4	84,4	0,156	1,97183	10	
H00''	00	00	00	00	00	00	00	104	104	00	34,66666	34,66666	154	42	196	51,33333	14	65,33333	0,34666	3,66667	05	
H00'''	00	09	09	00	03	03	01	101	102	0,33333	33,66666	34	176	13	189	58,66666	4,33333	63	0,37	13,53846	08	
H01	01	00	01	0,33333	00	0,33333	00	14	14	00	4,66667	4,66667	266	19	285	88,66666	6,33333	95	0,05	14	07	
H03																						W
H04																						M à W
H04'	00	00	00	00	00	00	00	38	38	00	12,66667	12,66667	254	08	262	84,66667	2,66667	87,33333	0,12666	31,75	09	
H05																						M
H06																						M à W
H07'																						W
H08																						P
H09																						W à P
H10																						P
H11	00	00	00	00	00	00	47	220	267	15,66666	73,33333	89	26	07	33	8,66666	2,33333	11	0,89	3,71428	15	
H14	00	00	00	00	00	00	00	115	115	00	38,33333	38,33333	154	31	185	51,33333	10,33333	61,66667	0,38333	4,96774	09	
H16																						P
H16'	00	00	00	00	00	00	00	17	17	00	40,47619	40,47619	24	01	25	57,14286	2,38095	59,52381	0,40476	24	04	
H16''	00	03	03	00	75	75	00	00	00	00	00	00	01	00	01	25	00	25	0,75	/	02	
H17	00	07	07	00	2,33333	2,33333	00	251	251	00	83,66667	83,66667	37	05	42	12,33333	1,66667	14	0,86	7,4	07	
H17'	00	00	00	00	00	00	00	75	75	00	25	25	196	29	225	65,33333	9,66666	75	0,25	6,75862	10	
H18																						W
H19	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	11	00	11	100	00	100	00	/	02	
H20																						M à W

**fig.2: Tableau des pourcentages des variables micropaléontologiques de la coupe de Hamla "Condorcet".**

**Quelques phénomènes sédimentaires caractérisant la région d'étude (En plaque mince):**

Le phénomène	Caractéristiques	L'image correspondante
<p><u>1) La microperforation</u></p>	<p>Deux types de microperforations peuvent être distinguées dans la série du Crétacé supérieur de Batna:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Microperforation algaire ou bactérienne avec formation d'enveloppe micritique;</li> <li>- Microperforation causée par des lithophages.</li> <li>- La microperforation creusée par des bivalves est la plus dominante dans cette région. Elle se développe essentiellement sur les tests d'huîtres, plus rarement sur les algues. Elle se présente sous forme d'une sphère (accompagnée parfois du phénomène de dissolution). Selon Yahiaoui (1990), elle est probablement causée par des éponges, l'action bioérosive de ces organismes jointe à celle d'autres agents destructeurs (courants, vagues) est responsable du démantèlement d'un fragment de ces lamellibranches. Ces microperforations appartiennent sans doute au stade précoce de révolution diagénétique du sédiment.</li> </ul>	
<p><u>2) L'encroûtement</u></p>	<p>Le support des encroûtements observé au niveau de Theniet El Manchar et Hamla est le plus souvent une coquille d'Algue, plus rarement une coquille de bivalve. Elle joue un rôle très important dans la stabilisation et la lithification des sédiments.</p> <p>Les encroûtements selon Claude COLOMBIE (2002) témoignent généralement d'un milieu calme où la sédimentation est ralentie voire nulle. Ils sont bien développés dans les microfaciès de plate forme externe proximale et dans les microfaciès abrités.</p>	

<p><u>3) La compaction</u></p>	<p>Les effets de la compaction ont été observés seulement dans l'échantillon M36 (coupe de Theniet El Manchar). Ils sont marqués par le développement de microstylolites. Cette compaction liée à l'effet de poids de la colonne stratigraphique, peut être subdivisée en compaction mécanique et compaction chimique (Shinn et Robin, 1983).</p>	 <p><b>X10</b></p>
<p><u>4) Minéralisation des surfaces durcies</u></p>	<p>Ce phénomène est très répandu dans la région d'étude, il est marqué surtout dans les calcaires massifs par la formation d'une couverture rougeâtre, parfois rubéfiée très ferrugineuse. En plaque mince, il est très fréquent, indiqué par différentes couleurs.</p>	 <p><b>X10</b></p>
<p><u>5) La dolomitisation</u></p>	<p>La dolomitisation est le phénomène par lequel la calcite ou l'aragonite peuvent être partiellement remplacées par les composés magnétiques. Dans la région d'étude les calcaires dolomitiques sont très peu fréquents. Les cristaux de dolomites couvrent presque la totalité de la surface des lames minces.</p>	 <p><b>X10</b></p>

# **LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX**

## Liste des figures et tableaux:

### -Liste des figures:

**Fig. I.1:** Coupe illustrant les différentes unités de la chaîne alpine d'Algérie orientale (d'après Durand-Delga, 1969).

**Fig. I.2:** Localisation de l'avant pays allochtone dans le cadre Maghrébin (d'après J.M. Vila 1980).

**Fig. I.3:** Carte géologique de la région de Batna, extrait de la carte de la géologie de l'Algérie au 1/500 000. Le cadre rouge représente notre zone d'étude.

**Fig. I.4 :** Schéma structural de la région de Batna (Bureau, 1986).

**Fig. I.5:** (a) les principaux domaines structuraux de l'Algérie orientale, (b) Carte paléogéographique du domaine atlasique oriental et localisation de la région d'étude (Herkat. M, 2007).

**Fig. I.6:** Le passage Cénomaniens-Turonien de la coupe de Témassinine, Tinrhert, Algérie (d'après Busson et *al.*, 1999).

**Fig. I.7:** Extension temporelle des trois événements anoxiques océaniques en relation avec les variations du niveau marin relatif (d'après Jenkyns, 1980).

**Fig. I.8:** Biozonation de foraminifères planctoniques à haute résolution du Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur. La courbe  $\delta^{13}C$  et la richesse spécifique à Pueblo, Colorado, le stratotype global Section et point (GSSP). L'excursion  $\delta^{13}C$ , zone oxique benthique, diversité minimum et événement anoxique océanique (OAE) marquant les principaux horizons marqueurs (G. Keller et *al.*, 2008).

**Fig. I.9:** Paléogéographie globale au Crétacé supérieur (Scotese, 2002).

**Fig. I.10:** Carte paléogéographique et de localisation des faciès du Cénomano-Turonien du Nord-Ouest de l'Afrique d'après Busson & Cornée (1972) et Stampfil et *al.* (2001).

**Fig. I.11:** L'anomalie géochimique en  $\delta^{13}C$  enregistrée dans le massif des Ouled-Nail et de l'Aurès, Algérie (Grosheny et *al.*, 2008).

**Fig. I.12:** Distribution et origine paléogéographique des principaux groupes d'ammonites. Intervalle Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur. Fond palinspastique modifié d'après BARRON (1987), COURVILLE et ALII (1991).

**Fig. I.13:** Abondance et diversité des foraminifères planctoniques avec des chambres allongées radialement traversant l'OAE<sub>5</sub> du Crétacé. L'abondance et la diversité sont exprimés, respectivement, comme des pourcentages et nombre de spécimens élevés de ces formes pour chaque OAE (Hardenbol et *al.*, (1998)).

**Fig.II.1:** Photo satellitaire représentant la coupe de Theniet El Manchar dans son cadre géographique.

**Fig.II.2** Situation et limites de la région d'étude (selon le M.N.T).

**Fig. II.3:** Colonne lithostratigraphique de la coupe de Theniet El Manchar.

**Fig. II.4:** Légendes communes des deux coupes levées dans les Monts de Bellezma-Batna.

**Fig. II.5: A-** Localisation géographique de la région de Hamla;

**B -** Dj Sabaoune "La deuxième zone d'étude".

**Fig. II.6:** Colonne lithostratigraphique de la coupe de Hamla.

**Fig. II.7:** Distribution de la faune, de la microfaune, des minéraux, et autres éléments à Theniet El Manchar du Cénomanién inférieur au Turonien inférieur. Les flèches vers le haut désignent les premières occurrences des taxons; A: Evènement à filament. B. Occurrence d'*Helvetoglobotruncana helvetica*, C: *Heterohelix schifti*, D: *W. archaeocretacea*, E. Monospécifisme des ostracodes.

**Fig. II.8:** Le passage Cénomano-Turonien d'après les données lithologiques et micropaléontologiques (région de Theniet El Manchar).

**Fig. II.9:** Distribution de la faune, de la microfaune, des minéraux, et autres éléments à Hamla, du Cénomanién inférieur au Turonien. A. Sub-extinction des ostracodes.

**Fig. II.10:** Corrélations lithologiques et stratigraphiques entre la coupe de Theniet El Manchar et Hamla.

**Fig. II.11 :** Corrélation des bio-événements de la limite Cénomano-Turonien de la coupe de Theniet El Manchar avec le site de Bou Ghanem, et autres sites du Tunisie centrale et sites à England et Colorado.

**Fig. II.12:** Coupe de Theniet El Manchar. Variation des paramètres géochimiques.

**Fig. II.13:** Coupe de Hamla. Variation des paramètres géochimiques.

**Fig. III. 1:** Microfaciès standards "SMF" et ceintures de faciès "SFB" de Wilson (1975) (hauteurs fortement exagérées).

**Fig.III.2:** Modèle sédimentaire de la région d'étude au Cénomano-Turonien (Ce modèle provient d'un Cours de D. Neraudeau).

**Fig.III.3:** Modèle schématique d'une séquence de dépôt avec ses cortèges sédimentaires d'après Vail et *al.*, 1987, 1991, (modifié).

**Fig.III.4:** Faciès, découpage séquentiel et cycles eustatiques d'une série synthétique du Crétacé supérieur des Aurès ( Herkat, 2004).

**Fig.III.5:** Coupe de Theniet El Manchar du Cénomaniens inférieur-Turonien inférieur. Variation des paramètres quantitatifs, Cortèges sédimentaires, et évaluation des conditions d'oxygénation.

**Fig.III.6:** Coupe de Hamla "Dj Sabaoune" du Cénomaniens inférieur-Turonien. Variation des paramètres quantitatifs, Cortèges sédimentaires, et évaluation des conditions d'oxygénation.

**Fig. III.7:** Paléogéographie de la partie orientale de l'Atlas sahariens au cours de la seconde période (Cénomaniens terminal à Turonien basal) (d'après GROSHENY D. et *al.*, (2007)). 1. Coupe de Theniet El Manchar, 2. Coupe de Hamla.

**Fig. IV.1:** *Textularia chapmani*.

**Fig. IV.2:** *Dorothia oxycona*.

**Fig. IV.3:** *Haplophragmoides*.

**Fig. IV.4:** *Ammobaculites?*

**Fig. IV.5:** *Thomasinella punica*.

**Fig. IV.6:** *Flabellamina alexanderi*.

**Fig. IV.7:** *Trochamminoides*.

**Fig. IV.8:** *Cuneolina*.

**Fig. IV.9:** *Nodosaria*.

**Fig. IV.10:** *Lenticulina rotulata*.

**Fig. IV.11:** *Globorotalites*.

**Fig. IV.12:** Différents genres de Miliolidés.

**Fig. IV.13 :** De gauche à droite, carapaces lisse, réticulée-costulée, et tuberculée.

**Fig. IV.14:** *Cytherella*.

**Fig. IV.15:** *Bairdia*.

**Fig. IV.16:** *Cythereis algeriana*.

**Fig. IV.17:** *Peloriops cf. ziregensis*.

**Fig. IV.18:** *Amphicytherura (Sondagella) distincta*.

**Fig. IV.19:** *Monoceratina? Trituberculata*

**Fig. IV.20:** *Eocytheropteron gr. glintzboeckeli*.

**Fig. IV.21:** *Paracypris mdaouerensis*.

**Fig. IV.22:** *Paracypris*.

-Liste des tableaux:

**Tab. 1:** Successions de faciès et environnements des principales zones paléogéographiques dans les bassins d'Algérie orientale (Herkat. M & Guiraud. R, 2006).