

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

**Université Mouloud Mammeri de TIZI-OUZOU  
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques  
Département des Sciences Géologiques**



**MEMOIRE DE MASTER**

**En vue de l'obtention du diplôme de Master**

**En : Géologie**

**Spécialité : Géologie des Bassins Sédimentaires**

*Thème*

***Le passage Cénomanién-Turonien dans la coupe de Dechmia,  
chaîne des Bibans, Atlas tellien. Sédimentologie et  
Biostratigraphie***

Réalisé Par : M<sup>lle</sup> BOUSLENE Feriel  
M<sup>lle</sup> IDIR Ahlem

Soutenu publiquement, le 17 /10 / 2022, devant le jury composé de :

|                                   |            |            |
|-----------------------------------|------------|------------|
| M. AMROUCHE Farid                 | MAA/UMMTO  | Président  |
| M <sup>lle</sup> . OUIKENE Karima | MAA/UMMTO  | Promotrice |
| M. ACHOU M'hand                   | MAA /UMMTO | Examineur  |

Promotion : 2021/2022

## **Remerciement**

*A l'issue de la confection de ce mémoire, nous tenons à  
Adresser nos remerciements à tous ceux qui de près ou de loin.  
Par leur bonne volonté et leurs actes ont manifesté un intérêt à  
Notre égard et particulièrement à :*

***M<sup>lle</sup>. OUIKENE Karima**, notre promotrice, qui a encadré ce travail avec une  
disponibilité et une immense patience. La clarté de ses idées et sa rigueur scientifique  
nous ont beaucoup apporté tout au long de ce parcours. On lui est profondément  
reconnaissantes et on lui manifeste toute notre gratitude et notre respect.*

*Nous tenons aussi à remercier le président **M. Achoui M'hand** ;  
Nous remercions également à **M. Amrouche Farid** ; les membres du jury qui  
nous font l'honneur d'évaluer ce travail.*

*Aussi on tient à remercier **M<sup>lle</sup>. Aliane Katia** qui nous a aidées à effectuer le  
lavage et le tri.*

*Nous remercions **Mme. Abderahmani Farida**, l'ingénieure de laboratoire pour  
leurs aides, et on remercie énormément nos camarades **Abba Lyes** et **Abane  
Amokrane** qui nous ont accompagnés sur le terrain et pour leurs aides.*

*Enfin nous adressons nos meilleurs et chaleureux remerciements à toutes les  
personnes qui nous ont aidés de près ou de loin dans la réalisation de ce travail  
Sans oublier bien sûr nos collègues de notre promotion du master.*

## ***Dédicaces***

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Avant tout à la mémoire de ma très chère Grand-Mère que son âme repose en paix.*

*A mes chers parents, Qui m'ont soutenu durant toutes ces années de formation.*

*A mon unique et chère sœur Akila.*

*A Mes frères Mohamed, Rabah, Abdou.*

*A mes très chères copines Soumia, Asma, Zineb, Sara, Ines (la Star), Lyza, Tina,*

*Samar, Souraya, Ouardia.*

*A mes amies de promotion 2021-2022 : Ahmed, mahdi, Aghiles, Wassim, Chihab,*

*Belkacem.*

*Et à la fin pour mon binôme et chère copine Feriel.*

*À toute la promotion 2021- 2022 ;*

*À tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*

***Ahlem***

## ***Dédicaces***

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A la mémoire de mon père que son âme repose en paix.*

*Ma très chère mère que dieu la préserve ;*

*Mes très chers frères Sofiane, Mohammed, Hacem, Sid-Ali, Ouafi.*

*Ma grande et chère sœur Fayza et son époux Mahrez, et ma jumelle  
sœur Ibtissem.*

*A l'épouses de mes frères Djazia et Hayat.*

*A mes chères nièces Céline et lyna.*

*Tous mes amis (es) sans exception ;*

*Et à la fin pour ma binome et chère copine Ahlem.*

*À toute la promotion 2021- 2022 ;*

*À tous ceux que j'aime et qui m'aiment.*

***Feriel***

## **Remerciement**

## **Table des matières**

## **Liste des Figures**

## **Liste des tableaux**

## **Résumé**

## **Abstract**

## **Chapitre I Généralités**

|                                                                          |   |
|--------------------------------------------------------------------------|---|
| I. Introduction Générale .....                                           | 1 |
| II. Le créacé .....                                                      | 2 |
| 1.Introduction .....                                                     | 2 |
| 2.Le passage cénomanien-turonien et l'évènement anoxique OEA2.....       | 3 |
| 3.Paléoclimat.....                                                       | 4 |
| 4.Les changements faunistiques associés à l'OAE2 .....                   | 4 |
| 4.1 L'extinction d'espèces carénées de foraminifères planctoniques ..... | 4 |
| 4.2 Les formes opportunistes et l'évènement à <i>Heterohelix</i> .....   | 4 |
| 4.3 L'évènement à filaments .....                                        | 5 |
| 4.4 Occurrence d' <i>Helvetoglobotruncana Helvetica</i> (Bolli) .....    | 5 |
| 4.5 Le comportement des foraminifères benthiques .....                   | 5 |
| 4.6 Les radiolaires .....                                                | 5 |
| 5.Evénements géochimiques .....                                          | 5 |
| 6.Les caractéristiques de l'évènement anoxique .....                     | 6 |
| III. Les Ostracodes .....                                                | 7 |
| 1.Définition .....                                                       | 7 |
| 2.Mode de vie .....                                                      | 7 |
| 3.Fossilisation.....                                                     | 7 |
| 4.Morphologie .....                                                      | 8 |
| 4.1 L'animal vivant .....                                                | 8 |
| 4.2 Croissance .....                                                     | 8 |
| 4.3 Reproduction .....                                                   | 9 |
| 4.4 Carapaces et valves .....                                            | 9 |

|       |                                                                 |    |
|-------|-----------------------------------------------------------------|----|
| 4.5   | Charnières.....                                                 | 10 |
| 5.    | Orientation.....                                                | 11 |
| 6.    | Ecologie.....                                                   | 11 |
| 6.1   | Facteurs primordiaux :.....                                     | 11 |
| 6.2   | Facteurs secondaires :.....                                     | 12 |
| 7.    | La classification des ostracodes .....                          | 12 |
| 8.    | Intérêt des ostracodes en géologie.....                         | 12 |
| 9.    | Les études géologiques qui ont été faite en Algérie.....        | 13 |
| 9.1   | Interprétation .....                                            | 15 |
| IV.   | Contexte géographique et géologique de secteur d'étude .....    | 16 |
| 1.    | Cadre Géographique de la région d'étude.....                    | 16 |
| 1.1   | Domaine tellien .....                                           | 16 |
| 1.2   | La chaîne des Bibans.....                                       | 17 |
| 2.    | Le Cadre géologique ou structurale de la zone d'étude .....     | 17 |
| 2.1   | L'Atlas Tellien : .....                                         | 17 |
| 2.1.1 | Un Tell méridional (domaine externe) : .....                    | 18 |
| 2.1.2 | Un Tell septentrional (domaine interne) : .....                 | 18 |
| 2.1.3 | -les flyschs :.....                                             | 18 |
| 2.2   | Positon structurale (géologique) des Bibans .....               | 19 |
| V.    | Méthodes de travail .....                                       | 20 |
| 1.    | Sur le terrain .....                                            | 20 |
| 2.    | Au laboratoire.....                                             | 20 |
| 2.1   | Confection de lames minces pour les échantillons calcaires..... | 20 |
| 2.2   | Préparation des échantillons marneux et marno-calcaire .....    | 20 |
| 2.3   | Le Lavage .....                                                 | 21 |
| 2.4   | Le Tri.....                                                     | 22 |
| 2.5   | Comptage et détermination .....                                 | 23 |

## **Chapitre II Etude sédimentologique**

|                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Introduction.....                                                                     | 24 |
| II. Description lithostratigraphique et analyse séquentielle de la coupe de Dechmia..... | 26 |
| 1. Localisation de la coupe de Dechmia.....                                              | 26 |
| 2. Description de la coupe .....                                                         | 28 |
| 2.1 La mégaséquence I d'âge Cénomanién .....                                             | 28 |
| 2.1.1 La séquence ID.....                                                                | 28 |
| 2.2 La mégaséquence II d'âge Turonien .....                                              | 30 |
| 2.2.1 La séquence IIA .....                                                              | 30 |
| 3. Etude des microfaciès de la coupe de Dechmia.....                                     | 31 |
| III. Conclusion .....                                                                    | 35 |

## **Chapitre III Etude biostratigraphique**

|                                                                                   |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Introduction.....                                                              | 36 |
| II. La Biozonation des Foraminifères planctoniques de la coupe de Dechmia.....    | 37 |
| 1. La zone à <i>Rotalipora cushmani</i> pro-parte .....                           | 37 |
| 2. La zone à <i>Whiteinella archaeocretacea</i> .....                             | 37 |
| 3. La zone à <i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> pro-parte .....                | 39 |
| III. Caractérisation de la limite Cénomanién supérieur – Turonien inférieur ..... | 39 |
| 1. Les bioévénements de la coupe de Dechmia :.....                                | 41 |
| IV. Les foraminifères benthiques de la coupe de Dechmia .....                     | 42 |
| V. Les ostracodes de la coupe de Dechmia.....                                     | 42 |
| 1. Les ostracodes de la coupe de Dechmia.....                                     | 43 |
| 1.1 La zone à <i>Rotalipora cushmani</i> pro-parte .....                          | 43 |
| 1.2 La zone à <i>Whiteinella archaeocretacea</i> .....                            | 43 |
| 1.3 La zone à <i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> pro-parte .....               | 43 |
| VI. Conclusion .....                                                              | 45 |

## **Chapitre IV Reconstitution des Paléoenvironnements**

|                                                                                                                                          |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. Introduction.....                                                                                                                     | 46 |
| II. Analyse et interprétation des données de la coupe de Dechmia : .....                                                                 | 48 |
| 1.Dans la zone à <i>Rotalipora cushmani</i> pro-parte les paramètres quantitatifs enregistrés, se présentent comme suit :.....           | 48 |
| 2.Dans la zone à la zone à <i>Whiteinella archaeocretacea</i> , les paramètres quantitatifs enregistrés, se présentent comme suit :..... | 48 |
| 3.Dans la zone à la zone à <i>Helvetoglobotruncana helvetica</i> pro-parte, on remarque :.....                                           | 48 |
| III. Paléogéographie des Ostracodes :.....                                                                                               | 50 |

## **Chapitre V Conclusion Générale**

|                           |    |
|---------------------------|----|
| Conclusion Générale ..... | 52 |
|---------------------------|----|

## **Références Bibliographiques**

|                    |    |
|--------------------|----|
| Bibliographie..... | 53 |
|--------------------|----|

## Liste des Figures

|                                                                                                                                                                                                                             |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure 1:</b> Les évènements Anoxiques Océaniques en relation avec les variations eustatiques du niveau relatifs (D'après jenkyns,1980). .....                                                                           | <b>3</b>  |
| <b>Figure 2:</b> Représentation des modèles de formation des milieux anoxiques. ....                                                                                                                                        | <b>6</b>  |
| <b>Figure 3:</b> l'Organisation Générale de l'animal vivant (Mathieu et al, 2011).....                                                                                                                                      | <b>8</b>  |
| <b>Figure 4:</b> L'ornementation de la surface des valves chez les Ostracodes selon Grekoff,1970.....                                                                                                                       | <b>9</b>  |
| <b>Figure 5:</b> Schéma montrant les types de charnières chez les Ostracodes selon Grekoff, 1970.....                                                                                                                       | <b>10</b> |
| <b>Figure 6:</b> Carte géologique de l'Algérie (D. Belhai, 1996) modifier. ....                                                                                                                                             | <b>13</b> |
| <b>Figure 7:</b> Situation Géographique du domaine tellien.(Source : U.S. Central intelligence agency(1971). ....                                                                                                           | <b>16</b> |
| <b>Figure 8:</b> Situation Géographique de la chaîne des Bibans (Open Edition Journals).....                                                                                                                                | <b>17</b> |
| <b>Figure 9:</b> Coupe structurale synthétique montre les grandes unités telliennes (Durand-Delga,1969).....                                                                                                                | <b>19</b> |
| <b>Figure 10:</b> Les étapes de lavage. ....                                                                                                                                                                                | <b>21</b> |
| <b>Figure 11:</b> Matériel utilisé pour le tri.....                                                                                                                                                                         | <b>22</b> |
| <b>Figure 12:</b> Faciès et séquences d'une série synthétique de Crétacé supérieur des Aurès. ....                                                                                                                          | <b>25</b> |
| <b>Figure 13:</b> Localisation de la coupe de Dechmia. Extrait de la carte géologique d'Aumale 1/50 000 à de Henry et Kieken (1960). le trait rouge correspond à la coupe de Bled Dechmia. ....                             | <b>26</b> |
| <b>Figure 14:</b> Légende Générale de la carte Géologique d'Aumale au 1/ 50 000 <sup>ème</sup> de Henry et Kieken (1960).....                                                                                               | <b>27</b> |
| <b>Figure 15:</b> La coupe lithologique, découpage séquentiel de la coupe de Dechmia. ....                                                                                                                                  | <b>29</b> |
| <b>Figure 16:</b> Calcaire wackstone à foraminifères planctoniques globuleux, et oxydes de fer abondant (Echantillon DES 34).....                                                                                           | <b>31</b> |
| <b>Figure 17:</b> Calcaire Packstone à foraminifères, riche en oxydes de fer (Echantillon DES 38). ....                                                                                                                     | <b>31</b> |
| <b>Figure 18:</b> Calcaire Packstone à foraminifères planctoniques bisériés et globuleux ( <i>Heterohelix</i> ), calcisphères, bulles craclés, la pyrite (Echantillon DES39). ....                                          | <b>32</b> |
| <b>Figure 19 :</b> Calcaire wackstone à mudstone avec quelques foraminifères ; niveau riche en calcisphères et en pyrites plus filament (Echantillon DES44).....                                                            | <b>32</b> |
| <b>Figure 20:</b> Calcaire wackstone à foraminifères planctoniques ( <i>Heterohelix</i> ) ; (Echantillon DES45).                                                                                                            | <b>33</b> |
| <b>Figure 21:</b> Calcaire Packstone riche en calcisphères, glauconie, à foraminifères planctoniques carénés, foraminifères planctoniques globuleux (Echantillon DES47). <i>Heterohelix</i> et filament plus abondant. .... | <b>33</b> |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure 22:</b> Calcaire wackstone à foraminifères benthiques et foraminifères planctoniques carénés et globuleuses riche en oxydes de fer (Echantillon DES48). .....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | <b>34</b> |
| <b>Figure 23:</b> Colonnélithostratigraphique de la coupe de Dechmia (partie centrale de la chaîne des Bibans. Les flèches vers le haut et vers le bas désignent respectivement les premières et les dernières occurrences des taxons. ....                                                                                                                                                                                                                                                           | <b>38</b> |
| <b>Figure 24:</b> Position des cinq événements biologiques, structurant l'intervalle, et qui couvrent la limite Céno-manien-Turonien dans la coupe de Rock Canyon Anticline, à l'ouest de Pueblo et la coupe de Bahloul en Tunisie centrale : la dernière présence de <i>Rotalipora cushmani</i> , le retour en masse des <i>Heterohelix</i> , la dernière présence des spécimens d' <i>Anaticinella</i> spp, l'événement à « <i>filaments</i> » et la première présence d' <i>H. helvetica</i> ..... | <b>40</b> |
| <b>Figure 25:</b> Colonne lithostratigraphique de la coupe de Dechmia (partie centrale de la chaîne des Bibans). ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | <b>44</b> |
| <b>Figure 26:</b> Données quantitatives de la coupe de Dechmia, Indice de pélagisme P/P+B et le rapport C/C+G.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | <b>49</b> |

## Liste des Tableaux

|                                                                                                                                                                                                                                                 |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableau 1:</b> les études sur les Ostracodes de passage Céno-manien-Turonien sur les différents domaines géologiques en Algérie.....                                                                                                         | <b>14</b> |
| <b>Tableau 2:</b> Tableau des pourcentages des foraminifères planctoniques, benthiques et des ostracodes de la coupe de Dechmia. ....                                                                                                           | <b>47</b> |
| <b>Tableau 3:</b> Répartition stratigraphique et paléogéographique des ostracodes d'après OUIKENE, 2004, complété par de la coupe de Dechmia. Al : Albien, CE : Céno-manien, TR : Turonien. inf : inférieur, moy : moyen, sup : supérieur. .... | <b>51</b> |

## Résumé

Une coupe levée dans la partie centrale de la chaîne des Bibans la coupe de Dechmia, fait partie de l'Atlas Tellien.

L'analyse sédimentologique nous a permis de distinguer deux unités d'ordre 4 ; l'unité **ID** marno-calcaires, l'unité **IIA** composé de marnes et calcaires noires riches en matière organique.

La répartition des Foraminifères planctoniques et benthiques a permis une étude biostratigraphique de la coupe de Dechmia, afin d'identifier les différentes biozones (La zone à *Rotalipora cushmani* pro-parte, La zone à *Whiteinella archaeocretacea*, La zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* pro-parte) et d'accomplir une datation approximative de la limite Cénomanién-Turonien.

Ces études nous ont permis de caractériser l'événement anoxique OAE2, au passage Cénomano-Turonien dans la partie centrale de la chaîne (coupe Bled Dechmia).

La distribution paléogéographique des ostracodes a permis d'identifier les différentes espèces communes trouvées dans plusieurs régions au cours du Cénomanién et le Turonien et de mettre en évidence les affinités qui existent entre la coupe de Dechmia et les différentes régions de la province sud téthysienne.

Mots clés : Atlas tellien, Chaîne des Bibans, Cénomanién, Turonien, Foraminifères, Ostracodes, Paléoenvironnements, Événement anoxique OAE2, Bassin.

## **Abstract**

A cut raised in the central part of the Bibans chain (the Dechmia Cut), which is part of the Tellian Atlas.

The sedimentological analysis allowed us to distinguish two units of order 4; unit ID marl-limestone, unit IIA composed of marl and black limestone rich in organic matter.

The distribution of planktonic and benthic foraminifera allows a biostratigraphic study of the Dechmia section, in order of identify the different biozones (the zone with *Rotalipora cushmani* pro parte, the zone with *Whiteinella archaeocretacea*, the zone with *Helvetoglobotruncana helvetica* pro parte) and to accomplish an approximate dating of the Cénomaniac-Turonian boundary.

These studies allowed us to characterize the anoxic event OAE2, at the Cénomano-Turonian passage in the central part of the chain (Bled Dechmia Section).

Keywords: Tell Atlas, Bibans chain, Cenomanian, Turonian, foraminifera, ostracods, paleoenvironments, anoxic event OAE2, basin.

# ***Chapitre I***

## ***Généralités***

## I. Introduction Générale

La chaîne des Bibans, située en plein cœur de l'atlas tellien et fait partie des zones externes de la chaîne des Maghrébides, qui a fait l'objet de plusieurs études géologiques (Stratigraphique et Sédimentologique, Biostratigraphique).

Les terrains du Crétacé supérieur de la chaîne des Bibans sont représentés par des dépôts marno-calcaires et caractérisés par un climat chaud et une transgression générale qui atteint son maximum au passage Cénomanien-Turonien dont lequel le niveau marin est au maximum accompagné par OEA2 globale.

Ce modeste travail, consiste à faire une levée de coupe dans la région de Dechmia (Sour el Ghoulane), pour une étude sédimentologique et biostratigraphique afin de définir la limite Cénomanien-Turonien.

Cette étude est ordonnée de la façon suivante :

- ✚ Le premier chapitre contient des généralités sur le Crétacé, les Ostracodes, le contexte géographique et géologique de secteur d'étude (Domaine tellien ; la chaîne des Bibans) et la méthode de travail sur le terrain et au laboratoire.
- ✚ Le deuxième chapitre est consacré à l'étude sédimentologique qui permet l'analyse séquentielle de la coupe de Dechmia et de déterminer les microfaciès des lames minces.
- ✚ Le troisième chapitre a pour objet d'une étude biostratigraphique qui permet d'établir une biozonation basée sur l'association des foraminifères planctoniques pour dater les formations de la coupe de Dechmia, et de déterminer la limite stratigraphique du Cénomanien-Turonien.

## II. Le crétacé

### 1. Introduction

✚ Le Crétacé est une période géologique qui s'étend d'environ (~140-65Ma), elle est la troisième et dernière de l'ère Mésozoïque ; elle suit le jurassique et précède le Paléogène.

Cette période a connu une évolution géologique particulière qui est démontrée par l'existence des conditions climatiques extrêmement chaudes, de forte teneur en gaz carbonique et une modification de la configuration géodynamique des continents, qui engendré une élévation du niveau marin traduisant une forte transgression.

La base du Crétacé inférieur (Berriasien à Aptien) est formée d'une alternance marno-calcaire riche en ammonites.

La partie sommitale du Crétacé inférieur (Aptien-Albien) est composée par une alternance d'argile avec des grès, correspondant aux « Flysch Albo-aptien de l'Ouarsenis » (**Mattauer, 1958 ; Benyoucef, 2006 in Kentri**). Cette formation détritique essentiellement argileuse, domine le paysage dans le massif de l'Ouarsenis. Les principaux affleurements sont localisés autour des terrains jurassiques.

L'Albien supérieur est représenté par des dépôts calcaires en plaquettes à intercalations marneuses, contenant des empreintes écrasées d'ammonites et d'écailles de poissons.

✚ Le Cénomanien est marqué par une série marneuse riche en microfaune et à intercalations calcaires. Au sommet, les blocs calcaires se chargent de lits siliceux et de phtanites à radiolaires marquant la limite Cénomanien- Turonien.

✚ Le Turonien est composé des termes suivants :

- Le Turonien basal est constitué de calcaires marneux, qui passe latéralement à des calcaires en bancs décimétriques à centimétriques.
- Le Turonien moyen est constitué de calcaires récifaux bioclastiques.
- Le Turonien Supérieur est représenté par une série Argilo-calcaire, comportant une alternance de marnes vertes et de fines intercalations de lumachelles.

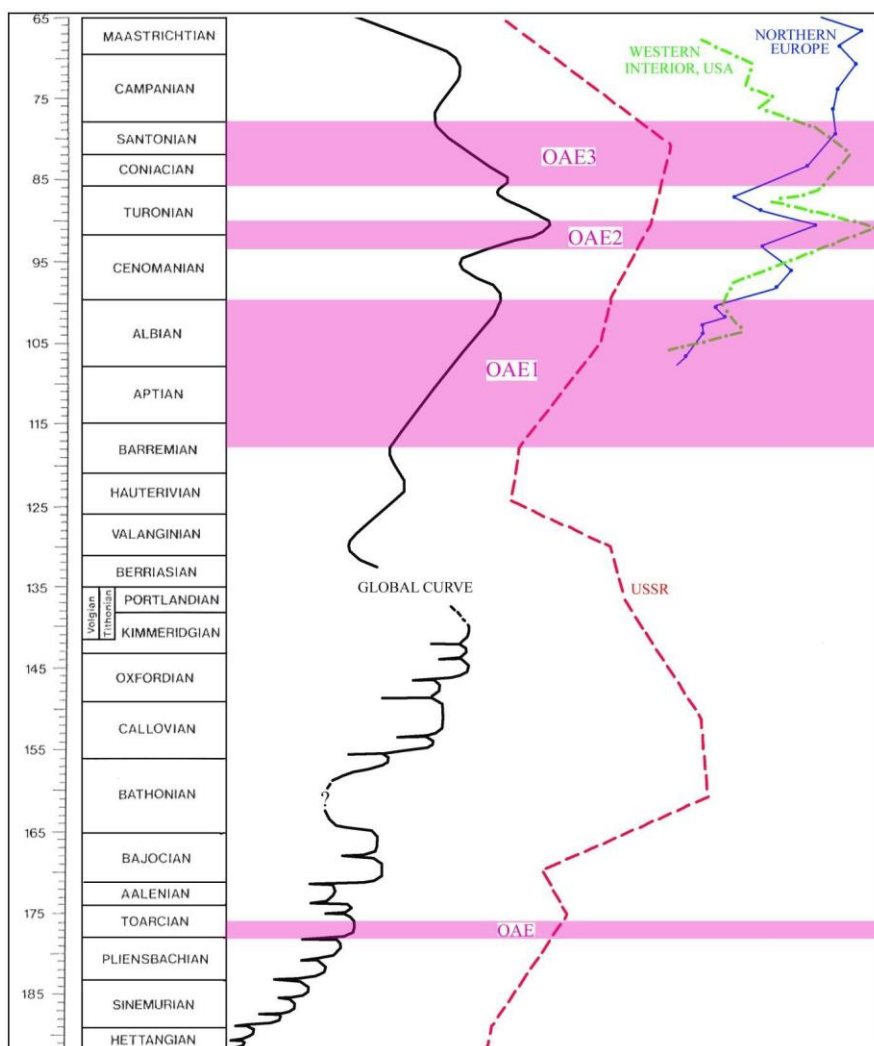
✚ Le passage Cénomanien-Turonien est constitué d'une alternance de bancs de calcaires pluridécimétriques fortement bioturbés et de marnes calcaires laminées (**Kentri, 2019**).

## 2. Le passage cénomanien-turonien et l'évènement anoxique OEA2

La période du Crétacé est caractérisée par une série anoxique marine, dénommées OAE « Oceanic Anoxic Event » et des dépôts riches en matière organique mondialement connue sous le terme « black-shales » (**Arthur et al, 1987 in Maandi, 2011**).

Au total, trois OAE ont été définis :

- ✚ Le premier (OAE 1) s'étend de l'Aptien à l'Albien.
- ✚ Le deuxième (OAE 2), qui est le plus important à l'échelle globale, coïncide avec la limite Céno-manien-Turonien.
- ✚ Enfin (l'OAE 3) survient lors du passage Coniacien-Santonien (**Figure 1**).



**Figure 1:** Les évènements Anoxiques Océaniques en relation avec les variations eustatiques du niveau relatifs (**D'après jenkyns,1980**).

### 3. Paléoclimat

Le gradient de température équateur-pôle est élevé que de nos jours ; les vents sont plus faibles, et en conséquence les remontées d'eau des océans sont moins accentuées et ces océans sont donc moins oxygénés et des événements anoxiques sont enregistrés dans les dépôts sédimentaires.

Le climat global est chaud avec des régions polaires dépourvues de glace permanente, sauf peut-être ponctuellement au Turonien (**Jenkyns, 1980**).

### 4. Les changements faunistiques associés à l'OAE2

Les micro et macrofaunes réagissent différemment aux conditions hostiles liées à l'installation de l'anoxie, certains groupes disparaissent et d'autres s'adaptent ; une fois les conditions redevenues normales de nouvelles espèces émergent et colonisent le milieu.

Ces bioévénements de la limite Cénomanien-Turonien sont enregistré dans plusieurs Bassins à différentes situations paléogéographiques en Europe et en Amérique, en Afrique du Nord, dans l'océan Atlantique et en Asie (**Maandi, 2011**).

#### 4.1 L'extinction d'espèces carénées de foraminifères planctoniques

Ces taxons sont considérés comme de bon fossiles stratigraphiques, complexes et spécialisées adaptées aux milieux profonds et stables.

Lors de l'OEA2 du Crétacé, le taux d'oxygène dissous, les foraminifères se raréfient et la diversité spécifique diminue, les foraminifères planctoniques carénés sont les plus affectés ; parmi ces derniers les *Preaglobotuncana* prolifères aux dépens de formes carénés *Thalmaninella* et *Rotalipora* par une perte de leurs carènes, ainsi ces formes peuvent survivre dans des eaux superficielles pour une courte durées, car avec l'extension de l'anoxie finissent par disparaître (**Caron, Grosheny in Maandi, 2011**), (**Oudet, 2013**).

#### 4.2 Les formes opportunistes et l'événement à *Heterohelix*

Les morphotypes opportunistes s'adaptent et colonisent rapidement l'environnement (plateforme / océan), comme les *Heterohelix* dominant dans certains niveaux pour donner ce qui est connu actuellement par l'événement à *Heterohelix* ou *Heterohelix shift*, alors que les fores carénées disparaissent.

Les Heterohilicidae sont des formes globuleux bi ou trisériés qualifiant d'opportunistes, car ils s'adaptent aux changements rapides de la température et de la salinité des eaux ; et leurs abondances indique l'extension de la zone à oxygène minimum (**Caron, Grosheny in Maandi, 2011**), (**Oudet, 2013**).

### 4.3 L'événement à filaments

Ces filaments considérés comme un repère biologique précieux, relatif à la crise Cénomaniennne- Turonienne et survivent dans des milieux normalement oxygénés.

Ces filaments représentent l'accumulation des tests de bivalves juvéniles morts en masse suite à l'OAE2.

Cet événement réputé global, d'âge Turonien inférieur (**Caron et al., 2006 ; Robaszynski et al., 2010 in Maandi, 2011**).

### 4.4 Occurrence d'*Helvetoglobotruncana Helvetica* (Bolli)

Considéré comme espèce indice, quand les conditions deviennent normales ces formes de milieu profond apparaissent et marque le Turonien inférieur (**Caron et al, 2006**).

### 4.5 Le comportement des foraminifères benthiques

La crise du Cénomanienn-Turonien montrent que les foraminifères benthiques, comme les autres organismes ne survivent pas au manque d'oxygène. Ils se raréfient peu à peu dans la zone à *Whiteinella archaeocretacea*, puis disparaissent quand le milieu devient très pauvre en oxygène dissous.

Les milieux faiblement oxygénés sont marqués par une faible diversité d'association de foraminifères benthiques et se composent notamment de formes opportunistes dans un milieu fortement anoxique (**Caron, Grosheny in Maandi, 2011**).

### 4.6 Les radiolaires

Ces micro-organismes à test siliceux sont des formes de grandes profondeurs. Leur présence indique l'élévation du niveau marin.

Les renouvellements élevés dans le groupe des radiolaires coïncident avec les événements océaniques anoxiques majeurs.

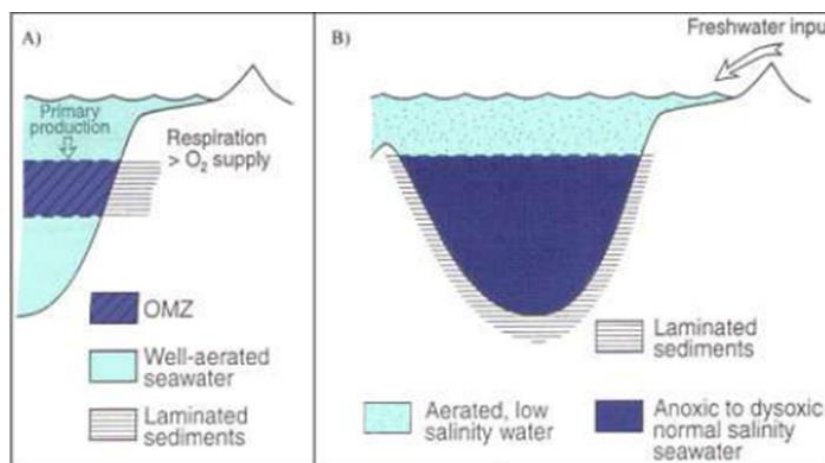
La chute de la productivité des radiolaires exprimé par le niveau de Bonarelli, se niveau est subdivisé en trois intervalles, deux intervalles riches en silice encadrent un intervalle argileux (**Caron et al, 2006**).

## 5. Événements géochimiques

Le passage Cénomanienn-Turonien est marqué par une large excursion positive du signal de la  $\delta^{13}\text{C}$  à l'échelle globale. Des indices géochimiques indiquent des enregistrements sédimentaires sont associés à une diminution de la quantité d' $\text{O}_2$  dans les sédiments.

Deux hypothèses pour expliquer l'existence de conditions anoxiques au passage Cénomanién-Turonien :

- + L'une implique la productivité primaire comme principal facteur de la formation de matière organique. « Modèle de zone à oxygène minimum » (**Figure 2-A**).
- + La seconde, consacre la primauté de la préservation sur la productivité de la matière organique. « Le modèle euxinique » (**Figure 2-B**) (**Bernhard et sen-Gupta, 1999 in Maandi, 2011**).



**Figure 2:** Représentation des modèles de formation des milieux anoxiques.

(Modifiée, d'après Bernhard et sen-Gupta, 1999).

## 6. Les caractéristiques de l'événement anoxique

1. Divers aspects lithologiques.
2. Une faune benthique réduite, voire absente, une faune planctonique abondante, mais peu diversifiée et peu spécialisée et une abondance éventuelle de radiolaires et /ou calcisphères.
3. Une crise majeure ou de premier ordre, 7% des familles et 26% des genres ont été touchés par cette crise, coïncidant avec l'événement anoxique océanique.
4. La courte durée de l'événement.
5. L'anomalie positive en teneur  $^{13}\text{C}$ .
6. Les dépôts de black-shales (la teneur en carbone organique total « COT » est supérieure à 1% en poids).

A l'échelle régionale, au sud de la Téthys, l'événement anoxique océanique 2 (EAO2) est attribué à :

- Réchauffement climatique
- Une fluctuation du niveau marin et l'ouverture du bassin de l'océan

Atlantique qui résultait à l'isolement de la Téthys (**Soua, 2011**).

### III. Les Ostracodes

#### 1. Définition

Les ostracodes LATREILLE 1806, sont des animaux, métazoaires, invertébrés appartenant à la classe des crustacea PENNENT 1777, phylum des Arthropoda SIEBOLD et STANNIUS 1845.

Ce sont des petits animaux protégés par une carapace bivalve articulée dans la région dorsale dont la taille dépasse rarement 1mm de longueur chez la grosse majorité de formes fossiles. Seuls, quelques Ostracodes paléozoïques peuvent atteindre, selon les genres, plus de 10mm de même que certaines formes pélagiques actuelles (**Grekoﬀ, 1970**).

#### 2. Mode de vie

Les ostracodes actuels vivent en des milieux très divers : au large des océans, sur le talus et le plateau continental, dans la zone des marées, golfes, lagunes et estuaires à salinité inférieure à celle des mers ouvertes, dans tous les bassins continentaux d'eau douce (lacs, fleuves, étangs, etc.), dans les sources, jusque dans les bassins d'eau douce artificielles sous toutes les latitudes. Ils peuvent être benthoniques et pélagiques.

Les formes benthiques marines dans leur grosse majorité vivent sur le plateau continental. Elles possèdent des coquilles (ou carapaces) rigides, riche en carbonate de calcium.

Par contre, les formes pélagiques sont pourvues de carapaces fines, peu ou pas calcaires. Les ostracodes d'eau douce ont aussi, la plupart du temps, des coquilles relativement fines (**Grekoﬀ, 1970**).

#### 3. Fossilisation

L'animal lui-même est détruit après la mort ; seule la carapace ou les valves qui la composent sont conservées à l'état fossile, souvent en grande quantité, construisant des roches entières, tel le « calcaire à Cypris » du purbeckien de Grande-Bretagne. Etant donné le mode de vie ubiquiste les ostracodes, on les trouve dans des roches de faciès aussi bien marins que continentaux. Nous voyons donc qu'en micropaléontologie on n'étudie que des carapaces ou les valves isolées, l'étude de l'animal lui-même revenant au domaine de la zoologie (**Grekoﬀ, 1970**).

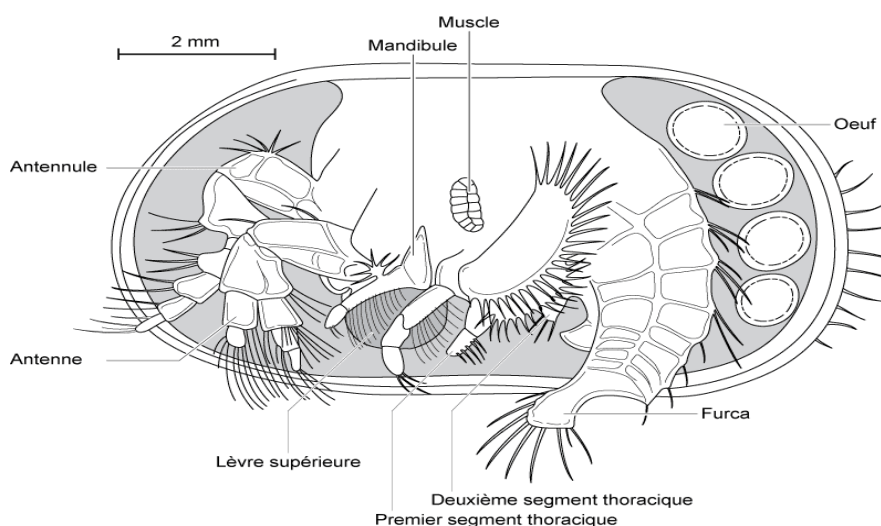
## 4. Morphologie

### 4.1 L'animal vivant

L'animal a le corps sans segmentation apparente, avec la tête et le thorax mal différenciés. Comme chez tous les crustacés, il y a dans la majorité des cas 5 à 7 paires d'appendices (membres) : la première et la deuxième antenne, la mandibule, fixées dans la région céphalique, la maxillaire et les trois paires de pattes fixées au thorax. Le corps des ostracodes est protégé par une **carapace bivalve calcaire**. La taille de la carapace est de l'ordre du mm en longueur. Dans la partie postérieure du corps se trouve une furca.

Les antennes, les mandibules et le corps lui-même sont fixés aux valves par des muscles dont les traces de fixation sont souvent reconnaissables dans les régions subcentrales.

Certains groupes d'ostracodes n'ont pas d'organes visuels ; chez ceux qui possèdent des yeux, ceux-ci sont à l'intérieur de la carapace. Dans la partie frontale des valves, en regard de ces régions oculaires, on observe la présence de tubercules, tache ou fossettes, transparents à l'état vivant (**Grekoﬀ, 1970**).



**Figure 3:** l'Organisation Générale de l'animal vivant (Mathieu et al, 2011).

### 4.2 Croissance

Les ostracodes croissent par **mues** successives, huit mues chez la majorité des formes actuelles d'après les auteurs (Van Morkhoven, 1962, in Grekoﬀ, 1970). L'organisme se débarrasse de la carapace trop petite et en sécrète une nouvelle c'est la raison pour laquelle on trouve souvent ensemble dans un même gisement les divers stades de croissance d'une espèce (**Grekoﬀ, 1970**).

La mue se fait à une vitesse tout à fait remarquable. En une journée l'ostracode a une nouvelle carapace rigide.

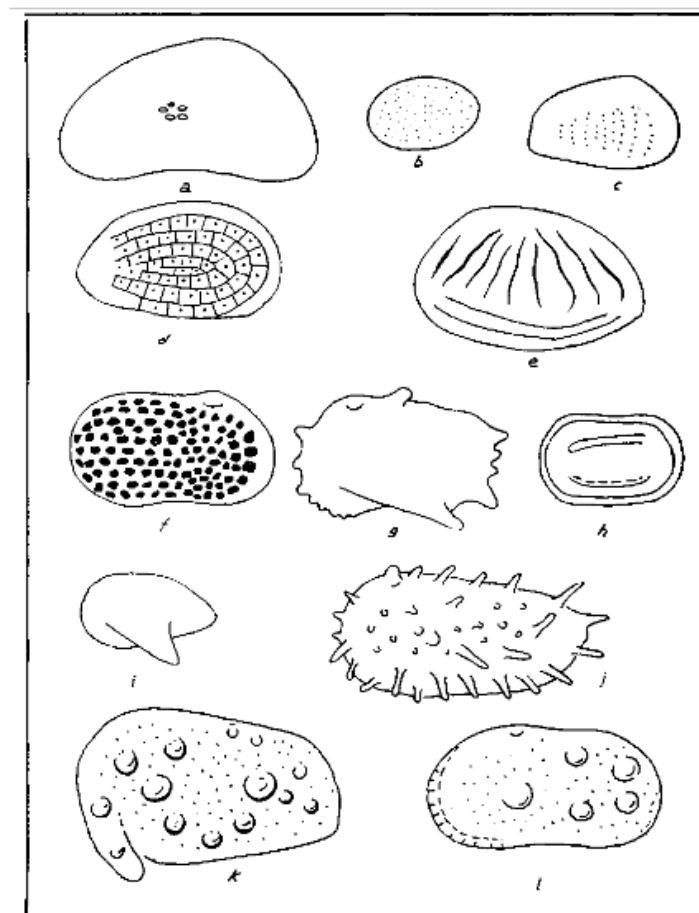
### 4.3 Reproduction

Les ostracodes se produisent par ponte, et les œufs de certaines familles continentales peuvent supporter une dessiccation et un transport par le vent ou par les oiseaux à distances considérables pour éclore plus tard dans un milieu aqueux favorable. En quelque sorte les bassins d'eau douce situés sur la voie des oiseaux migrateurs en Amérique du Nord, allant vers le Mexique et l'Amérique du sud (Sandberg, 1964 in **Grekkoff, 1970**).

### 4.4 Carapaces et valves

A la mort de l'animal, les parties molles disparaissent très rapidement ; seule la carapace peut être fossilisée, complète ou valves séparées.

Les valves sont similaires mais jamais symétriques par rapport au plan de leur jonction. Une valve est souvent un peu plus grande que l'autre et leurs profils latéraux sont généralement différents (**Figure 4**), (**Grekkoff, 1970**).



**Figure 4:** L'ornementation de la surface des valves chez les Ostracodes selon Grekkoff, 1970.

a - lisse ; b,c- ponctuée ; d- costulée, réticulée ; e,h- costulée ; f- réticulée ; g- ailettes et épines sur les bords ; i- ailettes ; j- épines ; k,i- tubercules ou nodules.

La carapace est composée de deux lamelles : une externe entièrement calcifiée et c'est la seule partie qui se fossilise, et l'autre interne chitineuse situé au bord externe de la carapace (sa partie centrale est formée de chitine et marginale de calcite). Quand la lamelle interne est calcifiée forme en se soudant à la lamelle externe, **la zone marginale** (percée perpendiculairement de canaux, appelé **canaux de pores marginaux**, débouchant vers l'extérieur par des pores, occupés chez le vivant par des soies sensorielles).

La carapace est de forme variée : Ovale, Quadrangulaire ou Trapézoïdale.

La surface externe des valves peut être lisse ou ornementée de côtes, de rides, de tubercules, d'épines, de réticulation, de lobe, de sillon ou d'expansions en forme d'aile. (**Gökçen, 1960**).

Lorsque la carapace ou les valves sont orientées dans la position que devait avoir l'animal vivant, on distingue un bord dorsal (ou bord cardinal, ou bord de la charnière) auquel s'oppose un bord ventral et deux extrémités (antérieure et postérieure). Par opposition au bord dorsal ou les valves sont réunies par la charnière d'articulation, le bord ventral et les deux extrémités sont appelés aussi bords libres. On distingue ainsi une valve droite et une valve gauche (**Grekoﬀ, 1970**).

## 4.5 Charnières

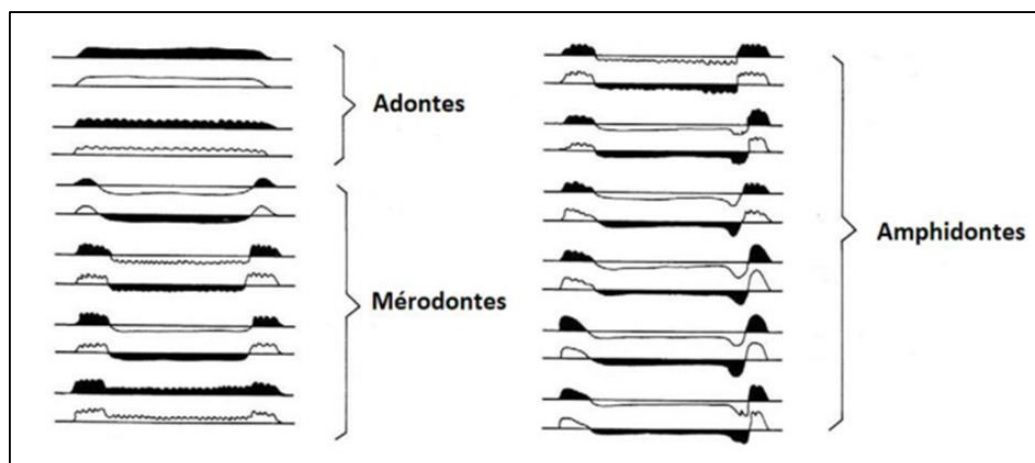
Il existe plusieurs types de charnières, quatorze pour certains auteurs, parmi ces types, certains apparus au Paléozoïque, n'ont plus évolué depuis ; la majorité ne sont connus que depuis le Mésozoïque, (**Figure 5**), (**Grekoﬀ, 1970**).

Les éléments constitutifs d'une charnière sont :

Une barre ou un sillon en position médiane.

Dent(s) ou fossette(s) en position distale.

On a trois types fondamentaux qui peuvent être lisse ou crénelés :



**Figure 5:** Schéma montrant les types de charnières chez les Ostracodes selon Grekoﬀ, 1970.

## 5. Orientation

Une orientation des carapaces et des valves isolées est importante afin de localiser les caractères morphologiques. Même une coquille brisée peut quelque fois apporter des renseignements intéressants sur le groupe auquel elle appartient si on peut y localiser par exemple les empreintes musculaires, les charnières, etc.

Dans la pratique, on cherche à localiser les extrémités, antérieure et postérieure, le bord dorsal et le bord ventral. (**Grekoﬀ, 1970**).

Les critères principaux de l'orientation des carapaces et des valves d'ostracodes sont les suivants selon **Grekoﬀ, 1970** :

1. Le bord dorsal est celui qui porte la charnière d'articulation. Il est incurvé ou rectiligne et plus court que la longueur totale des valves.
2. L'extrémité antérieure plus arrondie, extrémité postérieure plus effilée. L'extrémité antérieure présente une hauteur supérieure à l'extrémité postérieure.
3. Les tubercules oculaires, lorsqu'ils existent sont situés dans la région de l'angle frontal (antéro-dorsal). Chez certaines formes on ne voit pas de tubercules mais de petits sillons obliques vers l'avant qui soulignent en quelque sorte les régions oculaires.
4. Le champ des empreintes musculaires, matérialisé ou non par un tubercule, un sillon ou une fossette se situe dans la partie centrale de la valve, légèrement décalé vers l'extrémité antérieur.
5. Les grosses épines ou les expansions en forme d'aile sont dirigées vers l'extrémité postérieure. Seuls des petits denticules peuvent être dirigés vers l'avant.
6. La carapace en vue dorsale ou ventrale, présente une extrémité antérieure plus comprimée que l'extrémité postérieure.

## 6. Ecologie

Le mode de vie des ostracodes mène une vie libre et peuples tous **les milieux aquatiques**, mais la forme actuelle est conditionnée par des facteurs primordiaux et des facteurs secondaires (**Grekoﬀ, 1970**)

### 6.1 Facteurs primordiaux :

#### ➤ Salinité :

- Eaux douces  $S = 0 - 3\%$  (rivière et lacs).
- Eaux saumâtres  $S = 4 - 15\%$  (estuaires).
- Eaux sursalées (lagunes et marée).

- Eaux marines S=16-35% (plateau continental, talus, zones bathyales, et abyssales) ; **(Grekoﬀ, 1970)**.

➤ **Température :**

En gros, ce facteur est délimité par les provinces climatiques : arctique, boréale, méditerranéenne, tropicale.

On peut dire que les formes arctiques sont plus grandes, moins ornées ; celles des mers chaudes sont plus fortement calcifiées, plus ornées et montrent un plus grand nombre d'espèces **(Grekoﬀ, 1970)**.

## **6.2 Facteurs secondaires :**

Ces facteurs sont déterminés par des conditions locales. Parmi les facteurs les plus importants sont : le régime hydrodynamique, la profondeur, le substratum, et la végétation.

La grande majorité sont benthiques, nageurs, rampants ou fouisseurs sur le fond ou sur les algues. Quelques-uns sont pélagiques **(Grekoﬀ, 1970)**.

## **7. La classification des ostracodes**

La Classification est basée sur plusieurs critères sont : le contour des valves, le type de la charnière, les caractères de la zone marginale, les pores et l'ornementations **(Grekoﬀ, 1970)**.

## **8. Intérêt des ostracodes en géologie**

L'étude des ostracodes est importante dans les faciès continentaux où ils permettent d'établir des datations fines. Dans les niveaux marins, ils sont surtout utiles pour la reconstitution des paléoenvironnement.

## 9. Les études géologiques qui ont été faite en Algérie

A partir des recherches bibliographiques, un inventaire taxonomique des ostracodes du crétacé supérieur algérien est mis à jour. Ce dernier est présenté sous forme de tableau (**Tableau.1**) accompagné d'une carte géologique de l'Algérie (**Figure 6**) ; qui été subdivisée horizontalement en 3 domaines géologiques et verticalement en 5 régions.

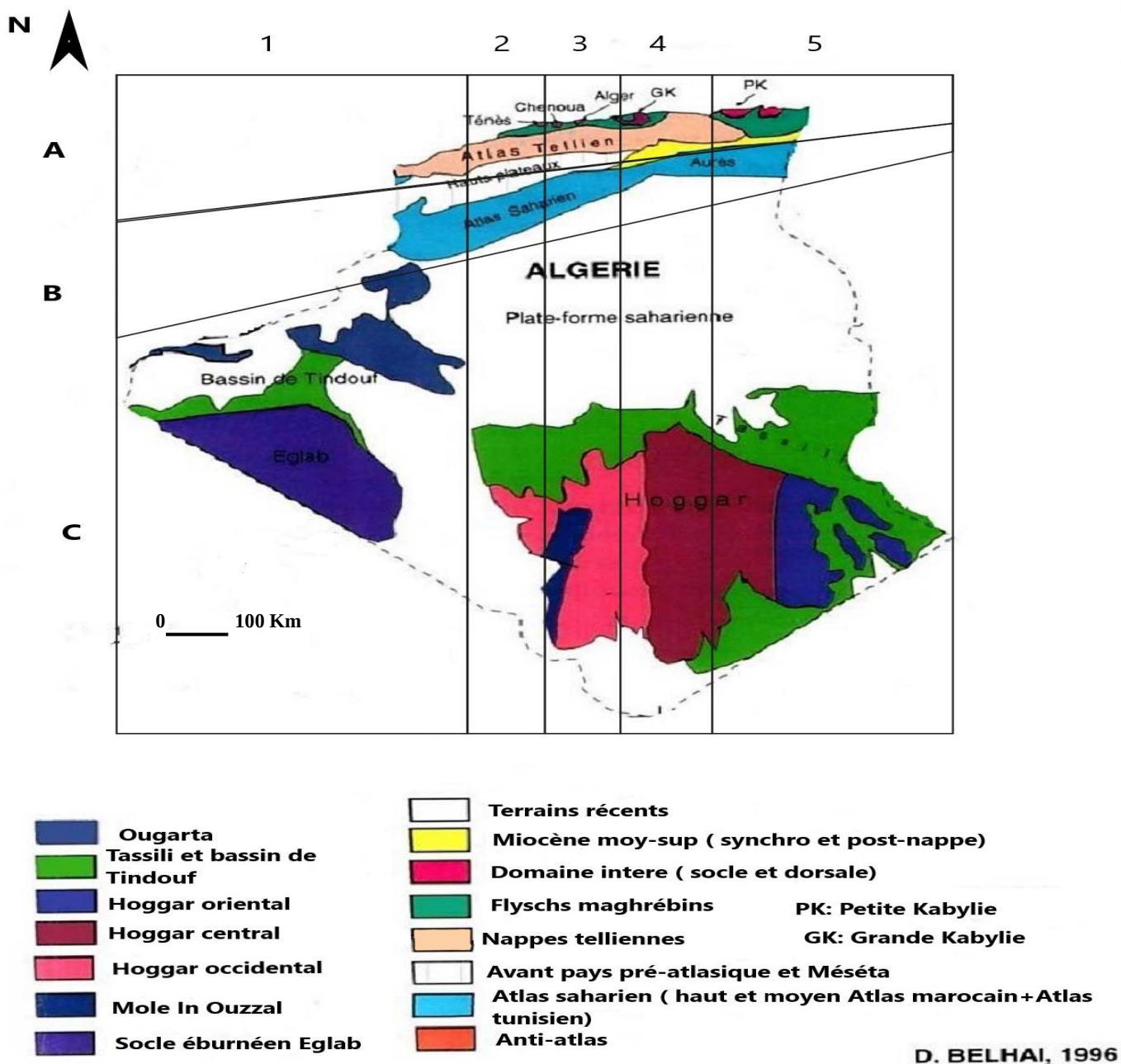


Figure 6: Carte géologique de l'Algérie (D. Belhai, 1996) modifier.

| Régions<br>Domaines                    | 1                                                                       | 2                                | 3                                        | 4                                                                                                                                               | 5                        |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|
|                                        |                                                                         |                                  |                                          |                                                                                                                                                 |                          |
| <b>Atlas Tellien<br/>A</b>             | A1 :<br>Damotte<br>(1986).                                              | A2 : Touria<br>Kentri<br>(2019). | A3 : Stéfan<br>Majoran<br>(1986).        |                                                                                                                                                 |                          |
| <b>Atlas Saharien<br/>B</b>            | B1 :<br>Bassoullet<br>et Damotte<br>(1969).<br>Mebarki et<br>al (2016). |                                  | B3 :<br>Dermouche<br>; Mendir<br>(2015). | B4 : Damotte ;<br>Fleury (1989).<br>Benmansour<br>Sana/Bernard<br>Andreu (2016).<br>Ouikene<br>(2004).<br>Aissani (2017).<br>Bouhafs<br>(2015). | B5 : Vivrière<br>(1985). |
| <b>Plateforme<br/>Saharienne<br/>C</b> | C1 : Alloul<br>Taninna<br>(2019).                                       |                                  |                                          |                                                                                                                                                 |                          |

**Tableau 1:** les études sur les Ostracodes de passage Cénomano-Turonien sur les différentes domaines géologiques en Algérie.

## 9.1 Interprétation

### Dans le domaine tellien (A) :

- ✚ La 1<sup>ère</sup> région : en 1986, Damotte à travailler sur l'Algérie occidental (djebel Tessala, Oranie) d'âge crétacé supérieur.
- ✚ La 2<sup>ème</sup> région : en 2019, Touria Kentri à travailler sur l'Ouarsenis oriental d'âge albien-turonien.
- ✚ La 3<sup>ème</sup> région : en 1986, Stéfan Majoran à travailler sur Tocqueville (Rass el oued) d'âge albien-cénomanién.

### Dans le domaine saharien (B) :

- ✚ La 1<sup>ère</sup> région : en 1969, Bassoullet et Damotte ont travailler sur l'Atlas saharien occidental d'âge cénomanién-turonien.

En 2016, Mebarki et Al ont travailler sur l'Atlas saharien occidental (bassin de guir) d'âge cénomanién-turonien.

- ✚ La 3<sup>ème</sup> région : en 2015, Dermouche et Mendir ont travailler sur l'Atlas saharien central (Boussaâda, Benzouh) d'âge albien supérieur – cénomanién inférieur.
- ✚ La 4<sup>ème</sup> région : c'est la région la plus étudiée par plusieurs auteurs.

En 1989, Damotte et Fleury ont travailler sur l'Atlas saharien oriental (Djebel dyr, constantinois) d'âge Maastrichtien-Paléocène.

En 2004, Ouikene à travailler sur l'Atlas saharien oriental (Aurès) d'âge Vraconien-Turonien.

En 2015, Bouhafs soufyane à travailler sur Batna d'âge Cénomanién-Albien.

En 2016, Benmansour sana et Bernard Andreu ont travailler sur les Aurès d'âge Campanien-Maastrichtien. Et Chaouche à travailler sur les Aurès (la coupe de tamarins) d'âge Cénomanién-Turonien.

- ✚ La 5<sup>ème</sup> région : en 1985, Vivière à travailler sur les hauts plateaux (Tébessa) d'âge Crétacé supérieur (Vraconien-Campanien).

### Dans la plateforme saharienne (C) :

- ✚ La 1<sup>ère</sup> région : c'est la région la moins étudiée.

En 2019, Alloul Taninna à travailler sur la région de Kem-Kem d'âge Crétacé.

### Remarque :

Les Aurès est la zone la plus étudiée et la plateforme saharienne c'est le domaine le moins étudiée.

## IV. Contexte géographique et géologique de secteur d'étude

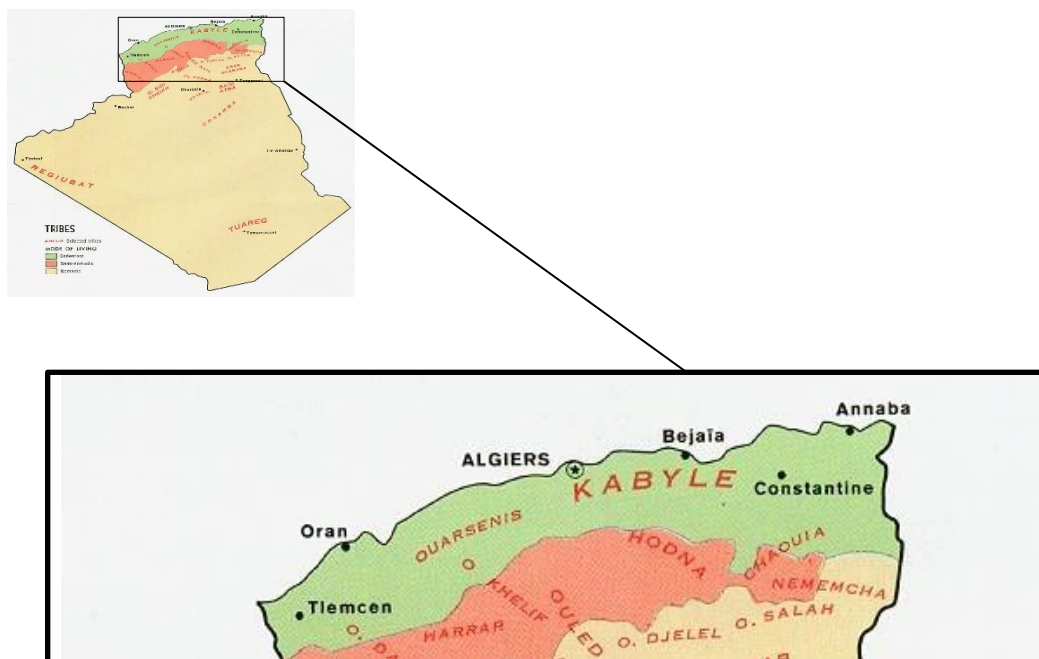
### 1. Cadre Géographique de la région d'étude

#### 1.1 Domaine tellien

Le Tell, un édifice essentiellement montagneux qui forme une longue chaîne parallèle à la mer, diversement découpée et ramifiée. Ce domaine est représenté en Algérie par une bande de 1200 Km, qui s'étend d'Ouest vers l'Est correspondant aux reliefs qui s'insèrent entre la Méditerranée et les Hautes-Plaines, large de près de 100 Km (**Figure 7**).

Il montre une continuité occidentale représentée par le Rif au Maroc à l'Ouest et une continuité orientale représentée par la Kroumirie en Tunisie à l'Est. Elle est nommée aussi chaîne Tello-Rifaine ou Maghrébides ; terme proposé par Durant-Delga.

Le domaine tellien comporte trois grands ensembles qui sont du Nord au Sud : les massifs côtiers ; les plaines médianes et les massifs intérieurs. Ces derniers massifs sont représentés d'Ouest en Est par : les monts de Tessala ; les monts de Béni Chougrane ; les monts de l'Ouarsenis ; les monts de Bibans et la chaîne numidique (région Constantinoise) (**Brahim, 2013**).



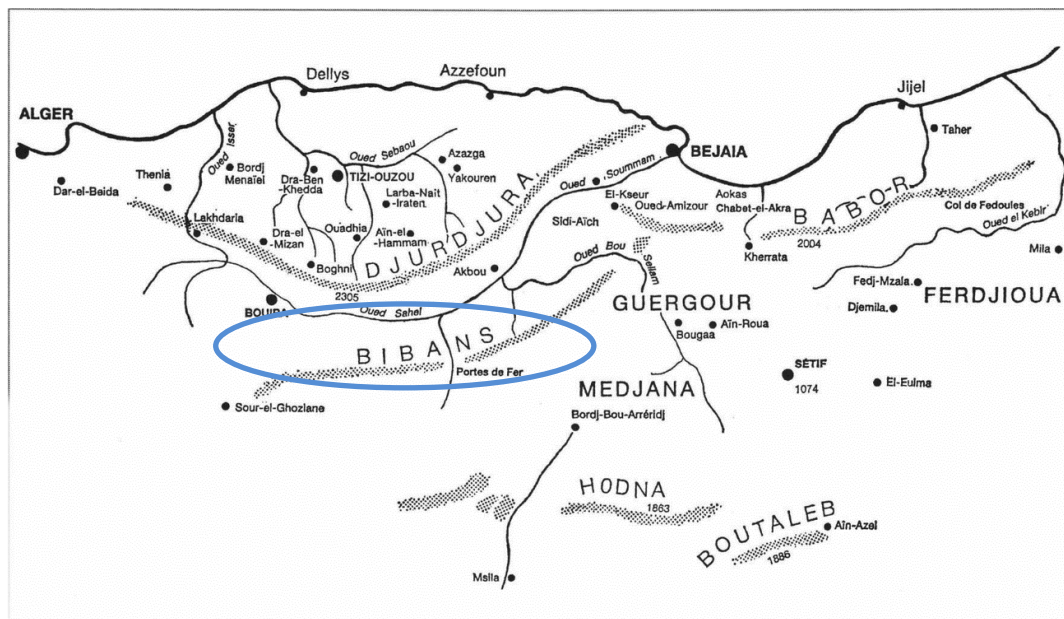
**Figure 7:** Situation Géographique du domaine tellien.(Source : U.S. Central intelligence agency (1971).

## 1.2 La chaîne des Bibans

La chaîne des Bibans, située en plein cœur de l'atlas tellien et fait partie des zones externes de la chaîne des Maghrébides. Elle s'étend sur les Wilaya de : Bouira, Bordj Bou Arreridj, Bejaïa, Médéa, Sétif et Msila.

Cette chaîne est limitée au nord-ouest par le bassin de Cheliff et l'Atlas de Blida, Elle est en contact avec des unités internes de dorsale Kabyle au sud du Djurdjura (DURAND DELGA, 1993) et au sud des Babors, qui forment une zone intermédiaire (KIRECHE, 1993) au Nord Est.

Au sud, elle est séparée de l'atlas saharien par les Hauts Plateaux et les monts du Honda (Figure 8), (CAIRE, 1957).



**Figure 8:** Situation Géographique de la chaîne des Bibans (Open Edition Journals).

## 2. Le Cadre géologique ou structurale de la zone d'étude

### 2.1 L'Atlas Tellien :

L'Atlas ou le domaine tellien fait partie de l'orogène alpin périméditerranéen. C'est un orogène en forme d'anneau aplati et allongé E-W sur plus de 2000 km de l'Atlantique à la mer ionienne (Italie), passant par la Cordillères bétiques d'Espagne du sud, Cet Atlas tellien "algérien" présente des équivalents en Tunisie et au Maroc et l'arc Calabro-Sicilien. Il se développe sur près de 1500 km, il va de Bizerte (Tunisie) à Rabat (Maroc). Il est relayé vers l'Ouest par le pré-Rif et le Rif. D'ouest en Est (Figure 10).

Atlas tellien est subdivisé en plusieurs domaines :

### 2.1.1 Un Tell méridional (domaine externe) :

Le domaine externe ou les zones externes forment une large bande entre les zones internes et l'avant-pays pré-atlasique ; on distingue (**Figure 9**) :

#### **Le Parautochtone du Tell :**

C'est un massif caractérisé par des terrains charriés et faiblement déplacé à schistosité légèrement métamorphisés (littoral oranais, Chelif, Dahra-Boumaad (dit autochtone nord tellien), Blida et Babors...).

Dans les Biban on retrouve des dépôts calcaires détritiques au Crétacé inférieur, marno-calcaires au cours du Cénomaniens et à dominante calcaires à silex au turonien, se continuant par des marnes au Crétacé supérieur jusqu'à l'Éocène.

#### **Allochtones telliens ou nappes telliennes :**

Ils constitués principalement de marnes ou marno-calcaires d'âge sénonien-éocène ou Oligo-miocène. Cet ensemble s'est décollé de son soubassement jurassique calcaire et écoulé sous forme de nappes gravitaires depuis les régions les plus septentrionales du Tell vers le sud. Se déposant sur l'avant pays pré-atlasique et sur les terrains parautochtone (au-dessus d'un contact anormal) et à l'aide du Trias gypsifère qui a facilité leur charriage. La reconnaissance des nappes telliennes est fondée sur la composition de leurs séries et de leurs superpositions.

### 2.1.2 Un Tell septentrional (domaine interne) :

Les zones internes sont représentées en Algérie par les massifs de Ténès, Chenoua, d'Alger, de Grande Kabylie et celui de la Petite Kabylie, l'Eddough (Annaba). Au Maroc par le Rif marocain et en Espagne par les Cordillères bétiques, tandis qu'en Italie, ils affleurent en Sicile et en Calabre (domaine siculo-calabrais).

### 2.1.3 -les flyschs :

Les flyschs sont d'âge néocomien à aquitanien, ils sont formés par des dépôts turbiditiques d'origine tectonique.

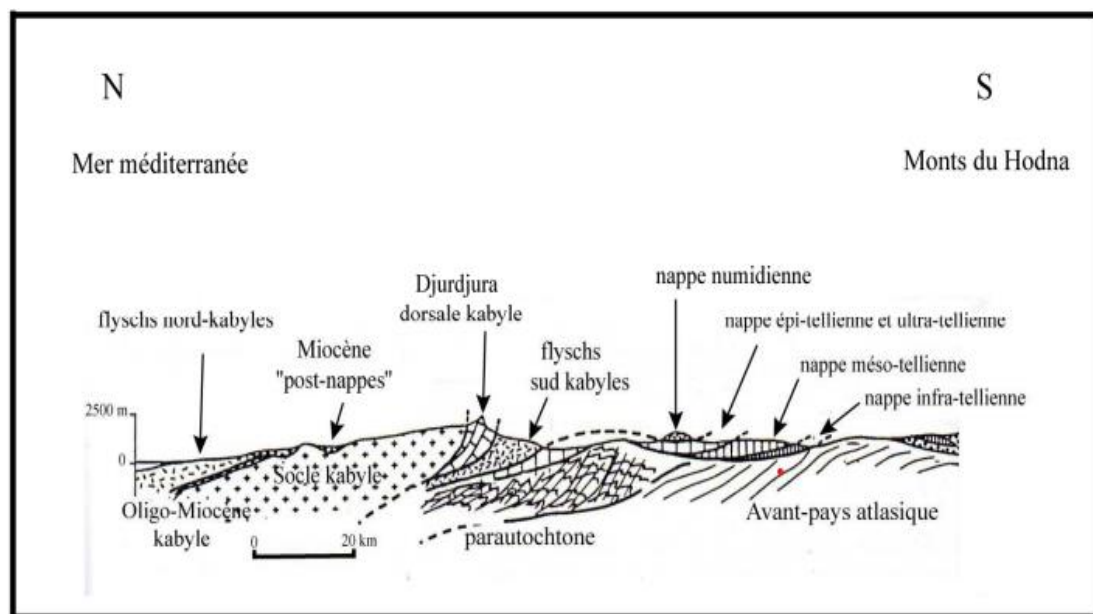
Ce sont des affleurements qui s'étendent le long du littoral entre Mostaganem, à l'ouest, jusqu'à Bizerte (Tunisie) à l'est, en position différente par rapport aux zones internes : les flyschs qui affleurent au sud des massifs, sont appelés sud ou infra-kabyles, et ceux retrouvés vers le nord, au-dessus des zones internes, sont les flyschs nord ou supra-kabyles.

D'autres sont resédimentés dans l'Oligo-Miocène kabyle sous forme d'olistostromes. Et enfin en forme de nappes charriées sur le domaine externe.

Ces flyschs sont organisés en trois grands ensembles :

- ✚ Flyschs Crétacé – Paléogène (flysch mauritaniens défini par Gelard en 1969- équivalent du flysch du Guerrouche.
- ✚ Flysch massylien déterminé par Raoulet en 1969 in Bouillin, 1977 et 1986).
- ✚ Flysch numidien, plus récent, mis en place lors de l'ouverture de la méditerranée (Bouillin, 1986).

Les domaines méridional et septentrional forment ce que les auteurs appellent le domaine des Maghrébides (**in Ouikene, 2011**).



**Figure 9:** Coupe structurale synthétique montre les grandes unités telliennes (Durand-Delga, 1969).

## 2.2 Positon structurale (géologique) des Bibans

La situation tectonique de la chaîne des Bibans, au sein du domaine externe de la chaîne des Maghrébides, a fait l'objet de plusieurs débats entre les géologues (**in Ouikene, 2011**) :

- ✚ Selon SAVORIN 1920 (in Keiken, 1975), tous les terrains du Tell et du Djurdjura sont autochtones.
- ✚ Dans sa thèse 1957, CAIRE a démontré dans la région des Bibans la présence des terrains parautochtones et allochtones.
- ✚ COUTELLE (1979), a supposer que la chaîne des Bibans est parautochtone.
- ✚ VILA (1980) propose une autre interprétation structurale pour l'unité des Bibans opposer les travaux de Coutelle et de Caire.

## **V. Méthodes de travail**

Un travail fondamental est consacré au terrain suivi par un travail de laboratoire afin de répondre à des questions d'ordre sédimentologique, bio stratigraphique et paléo environnementale.

### **1. Sur le terrain**

Une mission de terrain de trois jours a été effectuée grâce à nos moyens personnels dans les monts de Bibans au sein de la commune de Dechmia de la wilaya de Bouira.

Elle nous a permis de lever une coupe lithostratigraphique détaillée, d'environ 80 m, réalisée banc par banc avec une estimation des épaisseurs et une description détaillée des différents faciès.

Une opération d'échantillonnage (prélèvement) a été effectuée dans les différents niveaux, au total soixante (60) échantillons de marnes et de calcaires sont prélevés et stockés dans des sacs en plastique bien fermés (pour éviter la contamination entre les différents échantillons), portant des étiquettes où sont notés le numéro de l'échantillon et sa provenance.

### **2. Au laboratoire**

#### **2.1 Confection de lames minces pour les échantillons calcaires**

Douze (12) lames minces pour les échantillons calcaires, ont été effectuées au laboratoire de confection de lames minces (FSBA/UMMTO) pour une étude détaillée des microfaciès observés sous un microscope polarisant.

#### **2.2 Préparation des échantillons marneux et marno-calcaire**

La préparation des échantillons de marnes et marno-calcaires consiste d'abord à peser 300 g de chaque échantillon, et puis les tremper dans une eau chaude en rajoutant le sulfate de sodium et les placer dans un congélateur pendant un mois, afin de leur faire subir un choc thermique (gel et dégel) dans le but d'obtenir un sédiment désagrégé (une boue marneuse) prête pour le lavage.

## 2.3 Le Lavage

Une fois le sédiment désagrégé, il est tamisé sous un jet d'eau à travers deux colonnes de trois tamis emboîtés, à mailles décroissants (500 $\mu$ m ;125 $\mu$ m ;45 $\mu$ m – 250 $\mu$ m ;125 $\mu$ m ;63 $\mu$ m).

En frottant soigneusement le sédiment du bout de doigt.

L'opération est terminée lorsque l'eau qui sort du dernier tamis est parfaitement limpide.

Une fois la partie argileuse éliminée, le résidu de chaque tamis est recueilli dans des petites assiettes et mis à sécher à l'air libre afin de les conserver dans des petites boîtes numérotées (N° de l'échantillon et la maille de tamis).

Pour éviter la contamination des échantillons et après chaque lavage ; les tamis utilisés sont trempés quelques minutes dans une solution de bleu de méthylène (**Figure 10**).



Figure 10: Les étapes de lavage.

## 2.4 Le Tri

Les résidus de tamis à maille de 125  $\mu\text{m}$  de chaque échantillon sont triés sous la loupe binoculaire.

Le résidu est versé dans une cuvette de tri quadrillée à fond noir.

A l'aide d'un pinceau ou une aiguille on a prélevé les microfossiles et on les a mis dans des cellules pour l'étude biostratigraphique (**Figure11**).

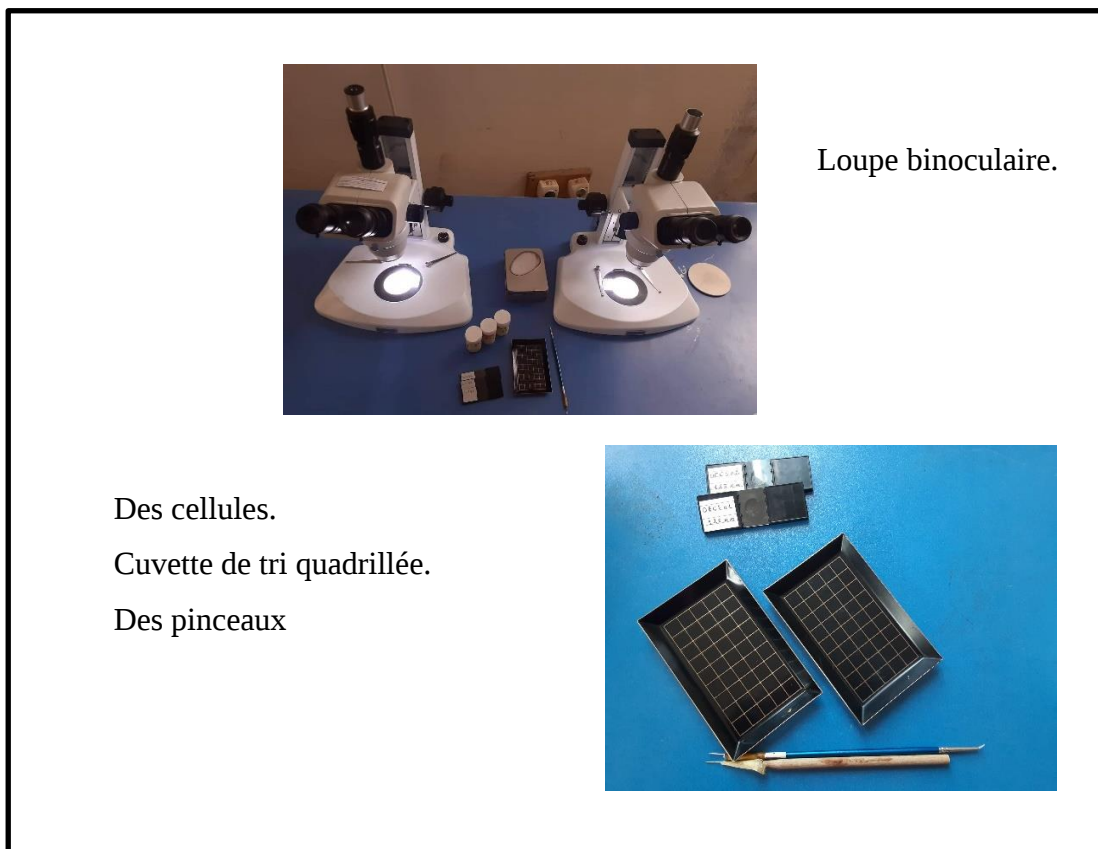


Figure 11: Matériel utilisé pour le tri.

## 2.5 Comptage et détermination

Cette étape se fait au même temps que le tri ; des comptages ont été réalisés et des pourcentages ont été calculés pour chaque échantillon, à raison de 100 spécimens, en prenant en compte la nature des tests calcaire ou agglutiné chez les foraminifères benthiques, la présence ou non de la carène chez les foraminifères planctoniques et l'ornementation des carapaces chez les ostracodes (ornée ou lisse).

La détermination des foraminifères planctoniques et benthiques est faite dans la mesure de possible, par une attribution binominale (genre et espèce) par M<sup>lle</sup> Ouikene.

Nous avons essayé de déterminer les ostracodes de notre coupe étudiée, par une attribution générique de quelques formes. Cette détermination préliminaire a été corrigée et complétée par M<sup>lle</sup> Ouikene.

***Chapitre II***  
***Etude sédimentologique***

## I. Introduction

Ce chapitre sera fondé sur l'analyse sédimentologique à partir de lever d'une coupe de terrain. Cette coupe a été levée dans la région de Sour el Ghazlane, au niveau de Bled Dechmia et plus exactement au lieu-dit Betmia (**Figure 13**).

Plusieurs critères nous ont permis de choisir cette coupe :

- la bonne qualité d'affleurement et l'accès plus ou moins facile.
- l'absence d'interruptions majeures de sédimentation et des complications tectoniques ce qui permet de disposer d'une coupe plus complète.
- cette coupe à révéler la présence d'une riche association de foraminifères planctoniques carénés, nécessaires pour l'établissement du cadre biostratigraphique de la région.

Nous entamerons ce chapitre par l'analyse des faciès et l'évolution des dépôts afin d'effectuer un découpage séquentiel, complété par la description des microfaciès de certains échantillons, en se basant sur la classification des roches carbonatées de Dunham (1962 in Adams et al., 1994).

Nous nous appuyerons dans cette étude sur les travaux de Herkat (1999, 2004, 2005), ainsi que Herkat et Delfaud (1999) in Ouikene, réalisés sur le Crétacé supérieur de l'Atlas saharien oriental, dans lesquels, ils distinguent 04 mégaséquences (**Figure 12**) allant du Vraconien au Maastrichtien. Ils attribuent un âge vracono-cénomaniens à la mégaséquence ID et un âge turonien à la mégaséquence IIA.



**Figure 12:** Faciès et séquences d'une série synthétique de Crétacé supérieur des Aurès.

1-Plateforme externe, 2-Plateforme médiane, 3- Plateforme littorale, 4-Zone tidale. (Herkat et Delfaud, 1999).

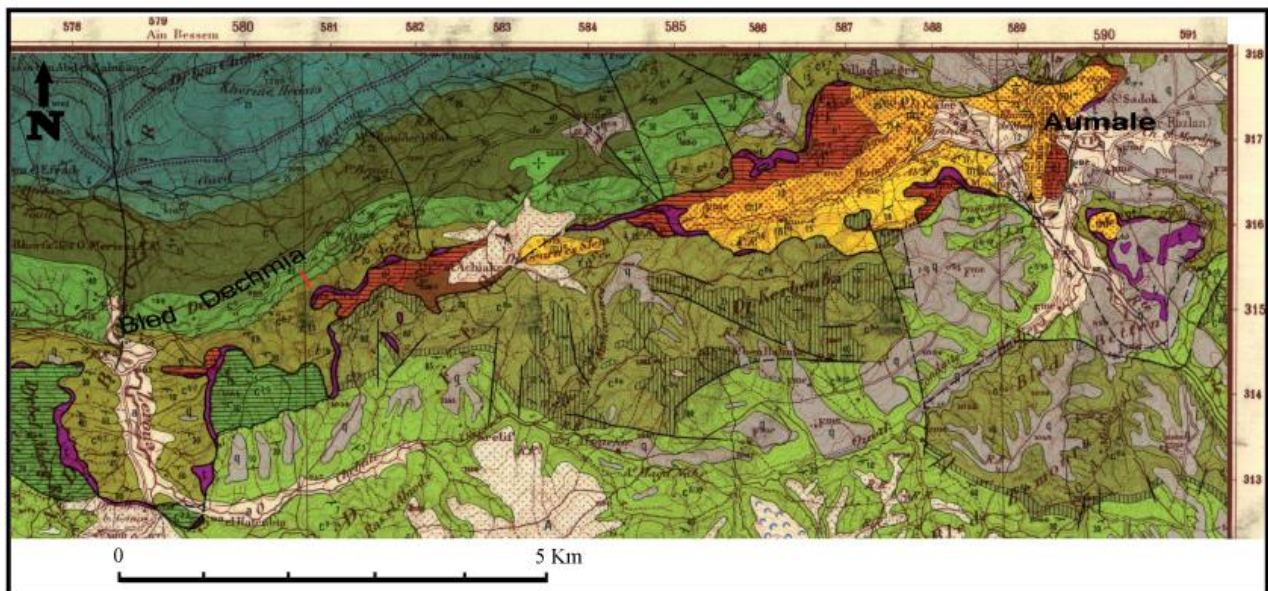
## II. Description lithostratigraphique et analyse séquentielle de la coupe de Dechmia

### 1. Localisation de la coupe de Dechmia

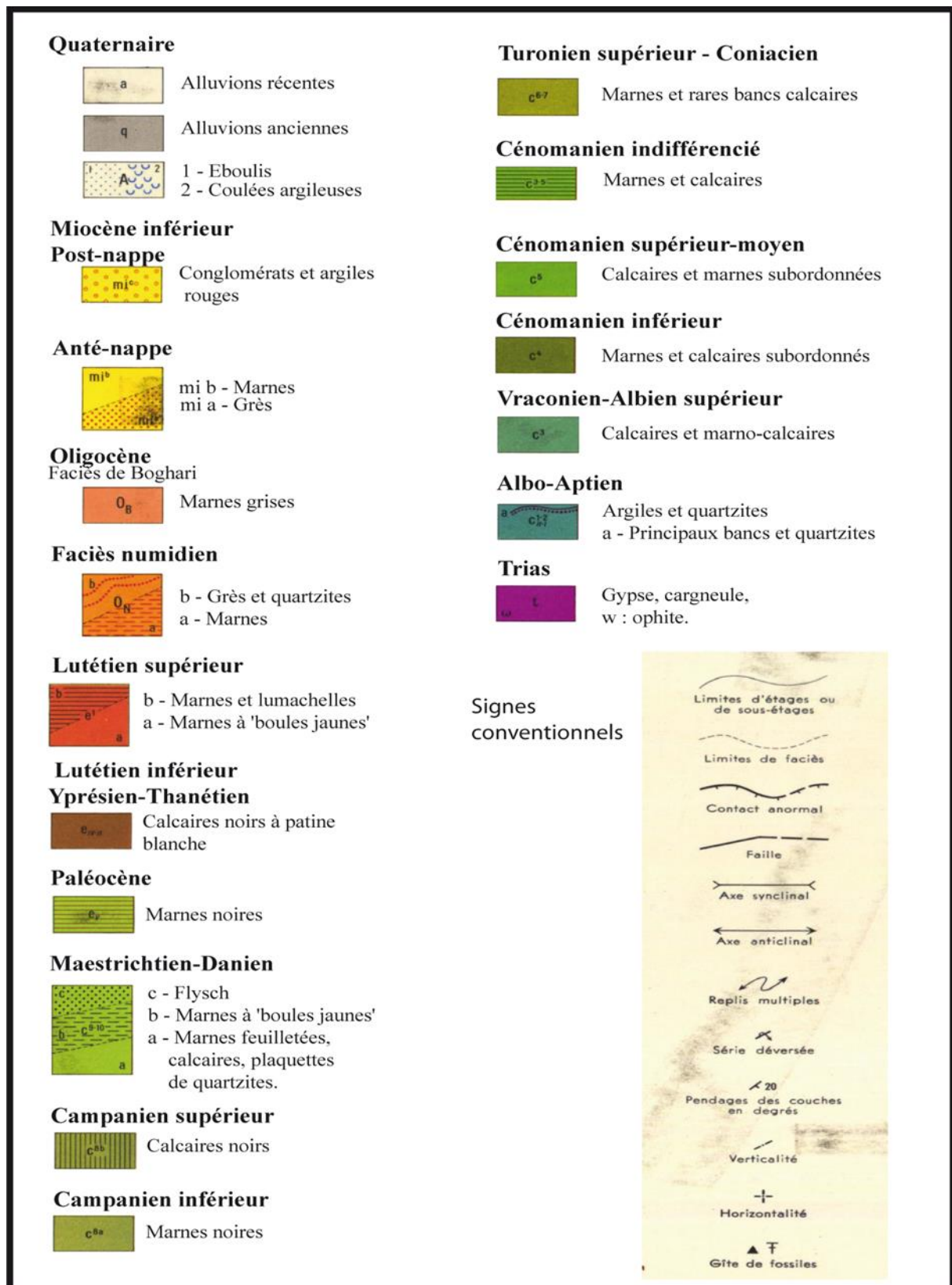
La coupe de Dechmia est distante de la Daïra de Sour El Ghoulane de 14 km Environ, vers l'Ouest. Elle est située sur le Tronçon Sour El Ghoulane-Ben Shaba (**Figure 13**).

La coupe a pour coordonnées géographiques :  $36^{\circ}7' 49.8''$  N  $3^{\circ}35' 12.8''$  E.

Les affleurements montrent la dominance d'une succession marno-calcaires sur une épaisseur d'environ 80m (**Figure 15**).



**Figure 13:** Localisation de la coupe de Dechmia. Extrait de la carte géologique d'Aumale 1/50 000 à de Henry et Kieken (1960). le trait rouge correspond à la coupe de Bled Dechmia.



**Figure 14:** Légende Générale de la carte Géologique d'Aumale au 1/ 50 000<sup>ème</sup> de Henry et Kieken (1960).

## 2. Description de la coupe

La coupe de Dechmia que nous avons levée s'étale sur environ 80m et comprend le passage Cénomaniens-Turonien. C'est une coupe qui montre une succession répétitive de niveaux marneux et des niveaux calcaires. (**Figure15**)

Cette succession sédimentaire est découpée en séquences de dépôts (selon Herkat et al, 1999), à savoir la mégaséquence I et II. Nous ne décrivons dans ce chapitre uniquement les deux séquences levées (**Figure 12**).

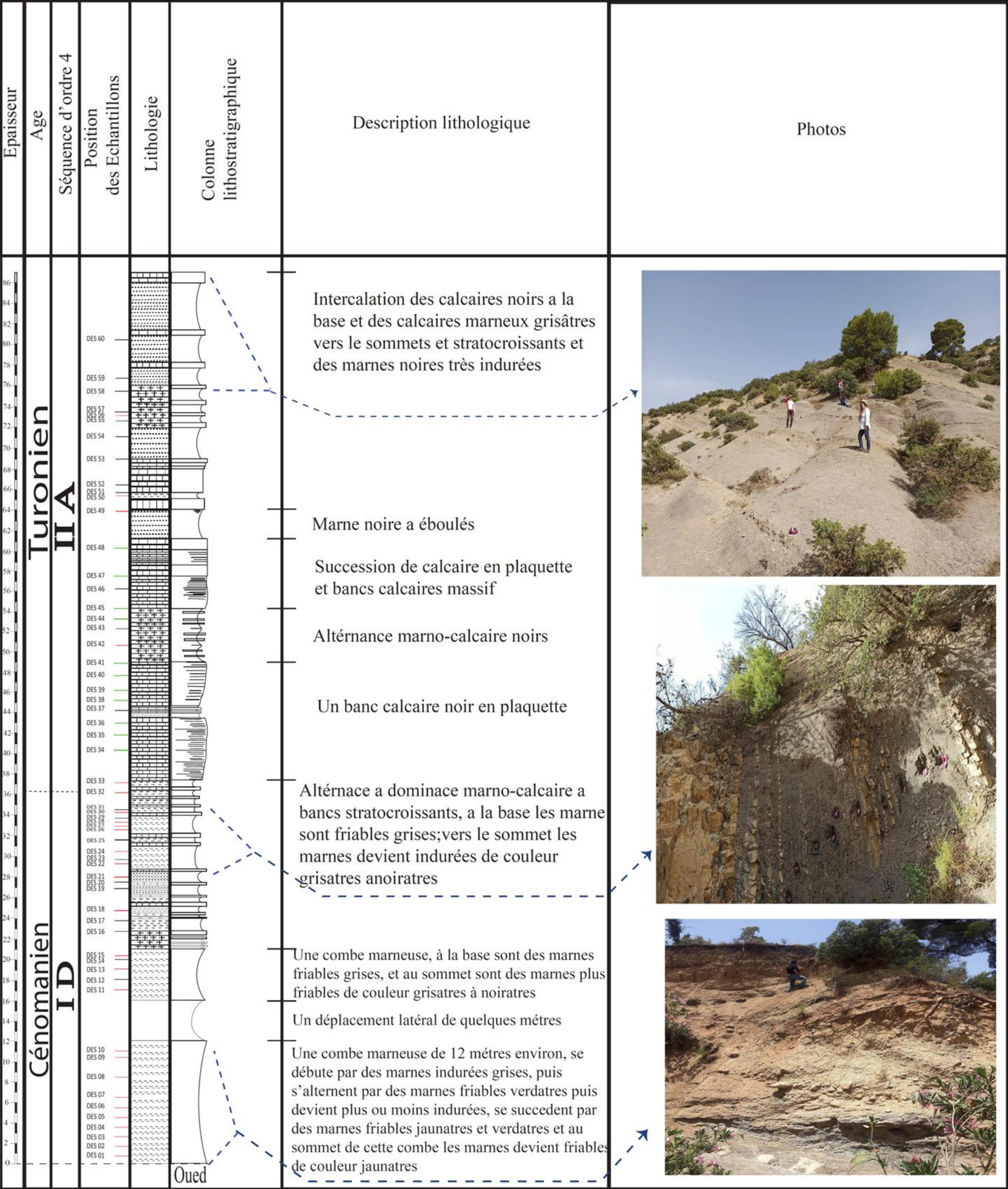
### 2.1 La mégaséquence I d'âge Cénomaniens

#### 2.1.1 La séquence ID

C'est une séquence d'environ 37m d'épaisseur, à dominance marneuse. A la base, ça commence par une combe marneuse de 12m environ ; qui se débute par des marnes indurées grises, puis s'alternent par des marnes friables verdâtres plus ou moins indurées. Par la suite on retrouve des marnes friables jaunâtres et verdâtres, le sommet de cette combe, les marnes deviennent friables et de couleur jaunâtre

En se déplaçant latéralement de quelques mètres, on retrouve une autre combe marneuse ; qui se débute à la base par des marnes friables grises et au sommet par des marnes grisâtres plus friables.

Au sommet de la séquence, on note des alternances à dominance marno-calcaires à bancs stratocroissants ; à la base les niveaux marneux sont friables et vers le sommet les marnes deviennent de plus en plus indurées (**Figure 15**).



Légende :

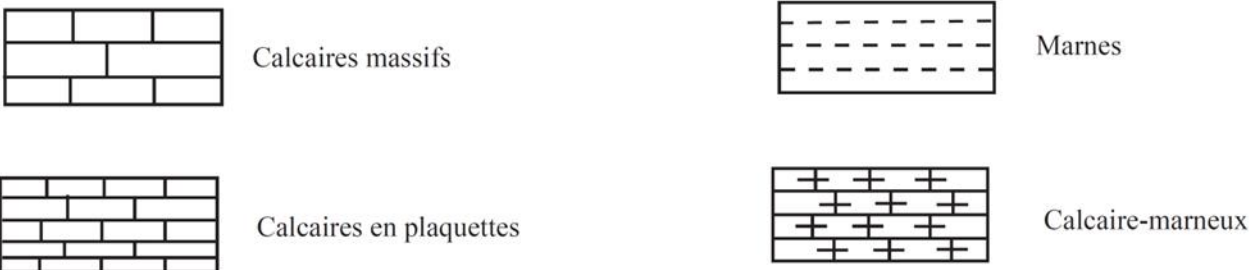


Figure 15: La coupe lithologique, découpage séquentiel de la coupe de Dechmia.

## 2.2 La mégaséquence II d'âge Turonien

### 2.2.1 La séquence IIA

C'est une séquence d'environ 43m d'épaisseur, à dominance calcaire. Elle débute par un banc de calcaire noir en plaquette. En lame mince, ce calcaire est caractérisé par la présence des foraminifères planctoniques globuleux, et il est également riche en oxydes de fer (**Echantillon DES34**).

Dans les niveaux calcaires suivants, les sections minces montrent un calcaire à texture mudstone à wackstone riche en foraminifères très mal conservés (**Echantillon DES35**).

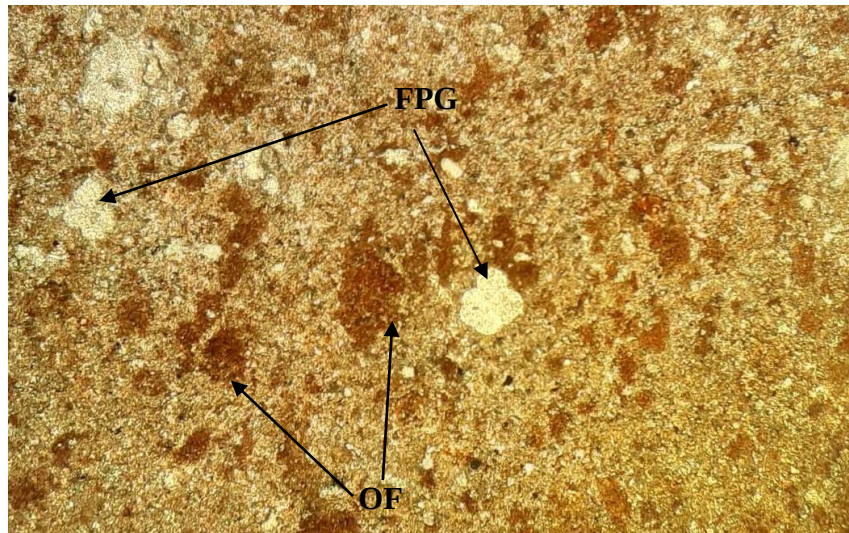
Au niveau des échantillons calcaires **de DES36 et DES 38**, la texture est caractérisée par des mudstone à Packstone, **ces** niveaux sont très riches en oxydes de fer.

Les calcaires sont surmontés par des alternances marno- calcaires noirs évoluent par la suite vers une succession de calcaire en plaquette et bancs calcaires massifs.

Au sommet de la séquence, on note l'existence d'intercalations stratocroissantes de calcaires grisâtres et des marnes noires vers le sommet. Les niveaux marneux au sommet de cette séquence sont très indurés (**Figure 15**).

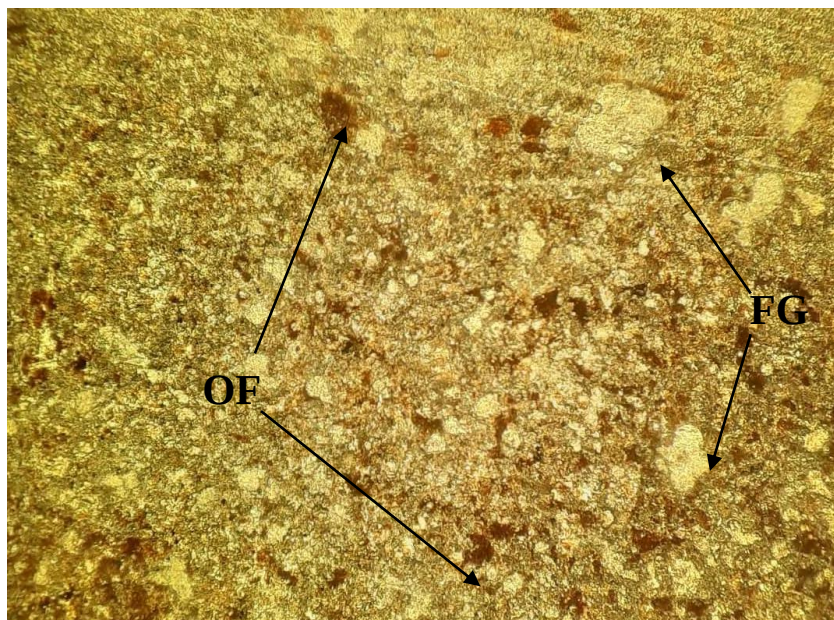
### 3. Etude des microfaciès de la coupe de Dechmia

- Echantillon DES 34 est un calcaire wackstone (**Figure 16**)
- Echantillon DES 38 est un calcaire Packstone riche en Foraminifères planctoniques globuleux et oxydes de fer abondant (**Figure 17**).



**Figure 16:** Calcaire wackstone à foraminifères planctoniques globuleux, et oxydes de fer abondant (Echantillon DES 34).

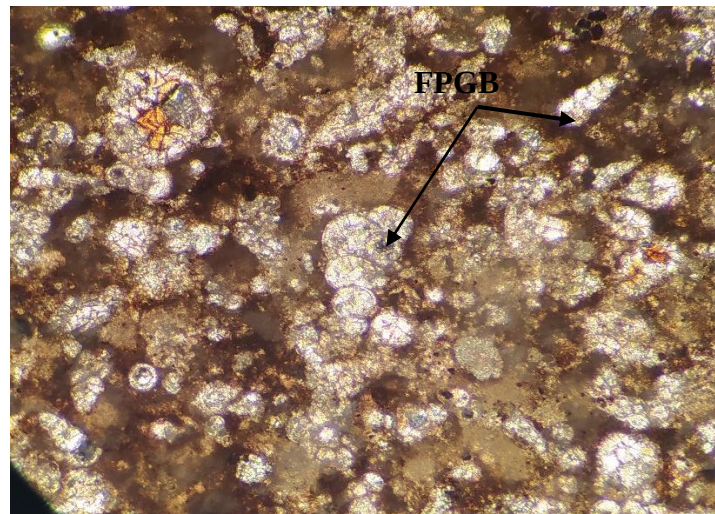
**FPG** : foraminifères planctoniques globuleux ; **OF** : Oxydes de fer.



**Figure 17:** Calcaire Packstone à foraminifères, riche en oxydes de fer (Echantillon DES 38).

**FG** : foraminifères globuleux ; **OF** : Oxydes de fer.

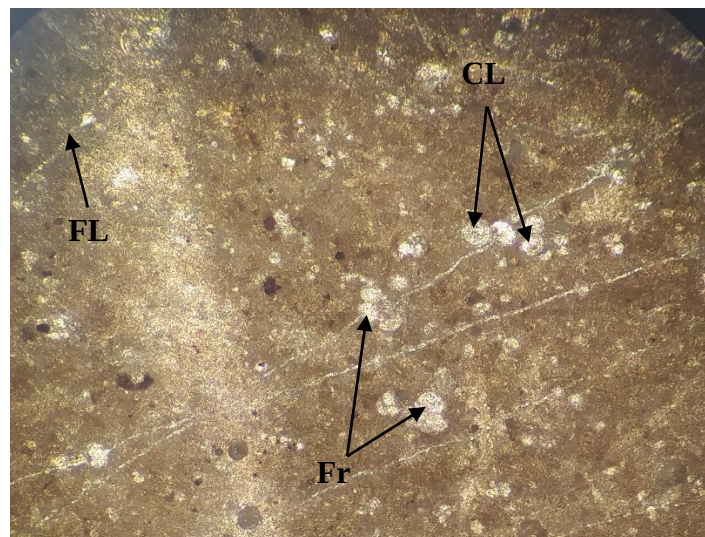
Echantillon DES 39 est un calcaire Packstone qui contient des éléments figurés suivants : Foraminifères planctoniques bisériés et globuleux (*Heterohelix*), calcisphères (bulles craclées) et la pyrite (Figure 18).



**Figure 18:** Calcaire Packstone à foraminifères planctoniques bisériés et globuleux (*Heterohelix*), calcisphères, bulles craclées, la pyrite (Echantillon DES39).

**FPGB** : foraminifères Planctoniques globuleux bisériés.

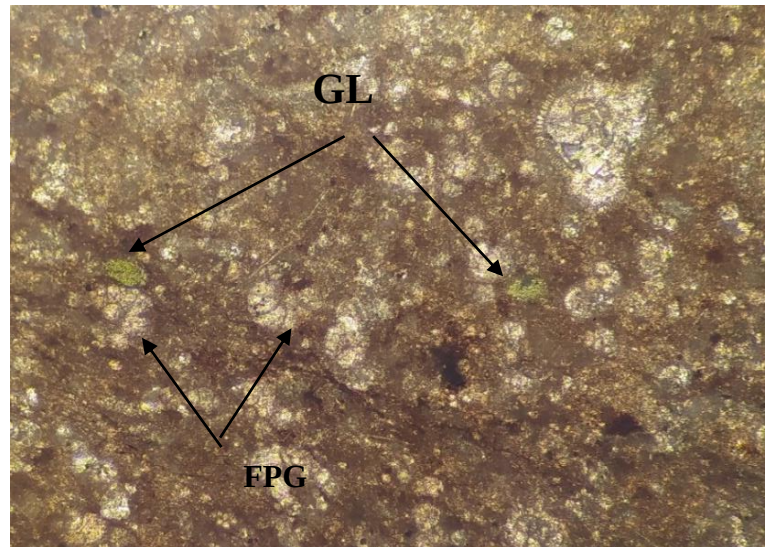
Echantillon DES 44 est un calcaire wackstone à mudstone qui contient des foraminifères planctoniques, abondance des calcisphères, la pyrite et les filaments (**Figure 19**).



**Figure 19 :** Calcaire wackstone à mudstone avec quelques foraminifères ; niveau riche en calcisphères et en pyrites plus filament (Echantillon DES44).

**FL** : filaments ; **Fr** : Foraminifères ; **CL** : Calcisphères.

Echantillon DES 45 est un calcaire wackstone contient : des foraminifères planctoniques (*Heterohelix*), glauconie (**Figure 20**).

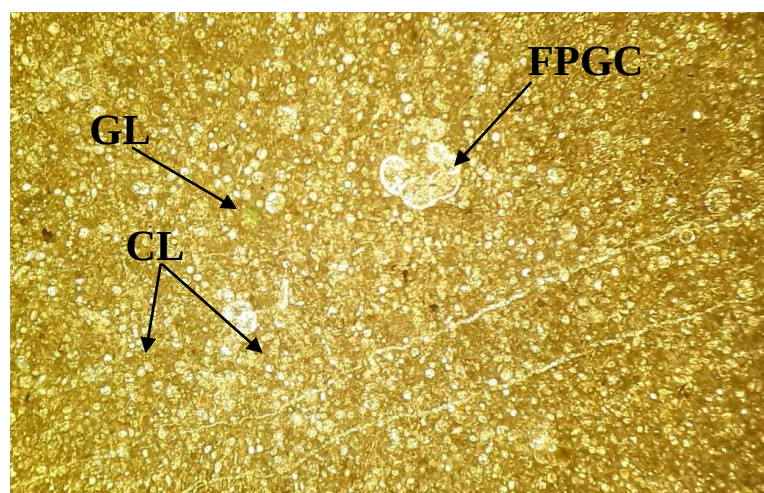


**Figure 20:** Calcaire wackstone à foraminifères planctoniques (*Heterohelix*) ; (Echantillon DES45).

La présence de glauconie, minéraux argileux se forme en milieu marin.

GL : Glauconie.

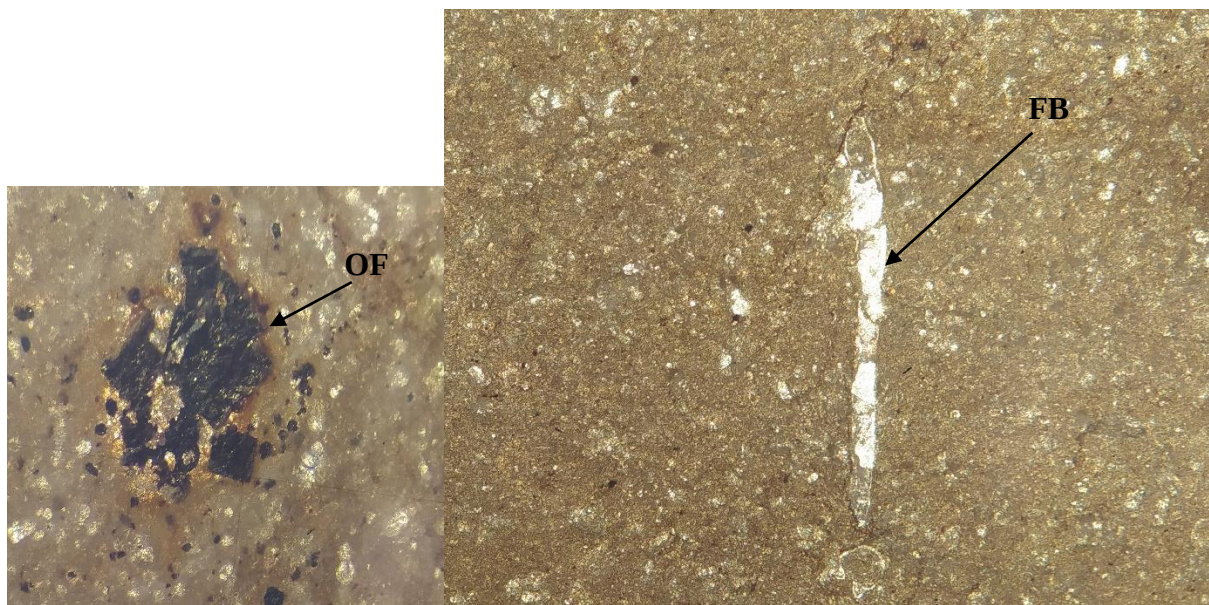
Echantillon DES 47 est un calcaire Packstone. Ce calcaire est caractérisé par la présence des Foraminifères planctoniques carénés et globuleux. Il est riche en calcisphères et la glauconie. On note l'abondance des *Heterohelix* et des filaments (**Figure 21**).



**Figure 21:** Calcaire Packstone riche en calcisphères, glauconie, à foraminifères planctoniques carénés, foraminifères planctoniques globuleux (Echantillon DES47). *Heterohelix* et filament plus abondant.

CL : calcisphères ; GL : glauconie ; FPGC : foraminifères planctoniques globuleux et carénés.

Echantillon DES 48 est un calcaire Wackstone riche en oxydes de fer avec quelques Foraminifères benthiques et planctonique carénés et globuleuses (**Figure 22**).



**Figure 22:** Calcaire wackstone à foraminifères benthiques et foraminifères planctoniques carénés et globuleuses riche en oxydes de fer (Echantillon DES48).

FB : foraminifères benthiques, OF : **Oxydes de fer.**

### III. Conclusion

Le Céno-mano-turonien de la coupe de Dechmia est caractérisé par des faciès marneux et calcaires. L'analyse sédimentologique nous a permis de distinguer deux unités ; l'unité **ID** marno-calcaires, l'unité **IIA** composé de marnes et calcaires noires riches en matière organique.

L'existence de dépôts d'horizons noirs, riches en matière organique et en foraminifères planctoniques, au passage Céno-mano-Turonien de la coupe de Dechmia, caractérisant un environnement anoxique.

L'analyse séquentielle et l'étude des microfaciès permettent de reconstituer les conditions de dépôts et de déterminer les paléoenvironnements :

- ✚ La présence de la pyrite indique un milieu de dépôts profond, qui s'inscrit dans un cycle transgressif, au cours du Céno-manien supérieur et du Turonien inférieur, elle marque sa présence lors d'étude des lames minces.
- ✚ La glauconie est une association de minéraux argileux, et se forme seulement en milieu marin, sa présence dans des microfaciès des échantillons **DES (45,47)** en association avec des foraminifères planctoniques témoignent d'un milieu marin (**Figure 19-20**).
- ✚ La présence des calcisphères en lames minces dont les échantillons carbonatés en association avec les foraminifères planctoniques globuleux indiquent un milieu marin profond.

Les calcisphères sont considérées comme des petits corps sphériques creux de calcite. Il s'agit probablement d'organes de reproduction calcifiés. (Selon Adams et al. 1994 in Ouikene, 2011).

Au cours du Céno-manien et du Turonien, la sédimentation s'est faite dans un environnement marin profond avec des variations des taux d'oxygènes.

## ***Chapitre III***

### ***Etude biostratigraphique***

## I. Introduction

L'analyse micropaléontologique de la coupe de Dechmia appartient à la chaîne des Biban, dont l'objectif d'établir l'étude biostratigraphique d'âge Cénomaniens-Turonien, à permet d'identifier une microfaune riche en Foraminifères planctoniques (Carénés ; Globuleux), benthiques (Calcaires ; Agglutinés) et en Ostracodes (Lisses ; Ornés). L'abondance des foraminifères est considérée comme un outil précieux pour la biostratigraphie et pour l'interprétation des paléoenvironnements.

La présence des foraminifères planctoniques dans notre coupe a permis de déterminer les différentes biozonations qui caractérisent le passage Cénomaniens-Turonien et différents bioévénements ont été identifiés

La caractérisation des ces biozones est fondé sur la première et la dernière occurrence de certaines espèces indicatrices tels que :

*Rotalipora cushmani* (MORROW), *Whiteinella archaeocretacea* (PESSAGNO), *Helvetoglobotruncana helvetica* (BOLLI).

Concernant les Ostracodes

La présence des ostracodes dans notre coupe nous a permis de déterminer les paléoenvironnement, qui indique un milieu marin profond calme.

## II. La Biozonation des Foraminifères planctoniques de la coupe de Dechmia

L'étude Biostratigraphique de la coupe de Dechmia de l'intervalle Cénomaniens-Turonien a permis de reconnaître trois biozones des Foraminifères planctoniques (**Figure 23**).

### 1. La zone à *Rotalipora cushmani* pro-parte

La zone à *Rotalipora cushmani* considérée comme une zone d'extension totale, limitée à sa base et au sommet respectivement par la première et la dernière occurrence de l'espèce indice de la zone *Rotalipora cushmani* (MORROW). Elle s'étend du Cénomaniens moyen sommital au Cénomaniens supérieur (Robaszynski et Caron, 1995).

Dans la coupe de Dechmia, la limite inférieure et supérieure de la zone *Rotalipora cushmani* (MORROW) sont reconnues respectivement au niveau de l'échantillons (**DES01 et DES33**).

La zone à *Rotalipora cushmani* occupe la séquence ID et est caractérisée par l'association des espèces suivantes : *Hedbergella planispira* (TAPPAN), *Whiteinella archaeocretacea* (PESSAGNO), *Hedbergella simplex* (MORROW), *Thalmanninella greenhornensis* (MORROW), *Rotalipora cushmani* (MORROW), *Hedbergella delrioensis* (CARSEY), *Praeglobotruncana gibba* (KLAUS), *Dicarinella hagni* (SCHEIBNEROVA), *Whiteinella aprica* (LOEBLICH & TAPPAN), *Whiteinella baltica* (DOUGLAS), *Heterohelix globulosa* (EHRENBERG), *Heterohelix moremani* (CUSHMAN), *Praeglobotruncana stephani* (GANDOLFI), *Globigerinelloides ultramicra* (SUBBOTINA), *Dicarinella algeriana* (CARON).

### 2. La zone à *Whiteinella archaeocretacea*

La zone à *Whiteinella archaeocretacea* est une zone d'intervalle. Elle est définie à sa base par la dernière occurrence de *Rotalipora cushmani* (MORROW) et à son sommet par la première occurrence de *Helvetoglobotruncana helvetica* (BOLLI) marquant le passage Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur.

La biozone se développe entre les échantillons (**DES 33**, la dernière occurrence de *Rotalipora cushmani*) et (**DES 50**, la première occurrence de *Helvetoglobotruncana helvetica*). La zone à *Whiteinella archaeocretacea* est caractérisée par l'association des Foraminifères planctoniques suivantes :

*Whiteinella archaeocretacea* (PESSAGNO), *Hedbergella delrioensis* (CARSEY), *Praeglobotruncana gibba* (KLAUS), *Whiteinella baltica* (DOUGLAS), *Heterohelix globulosa*

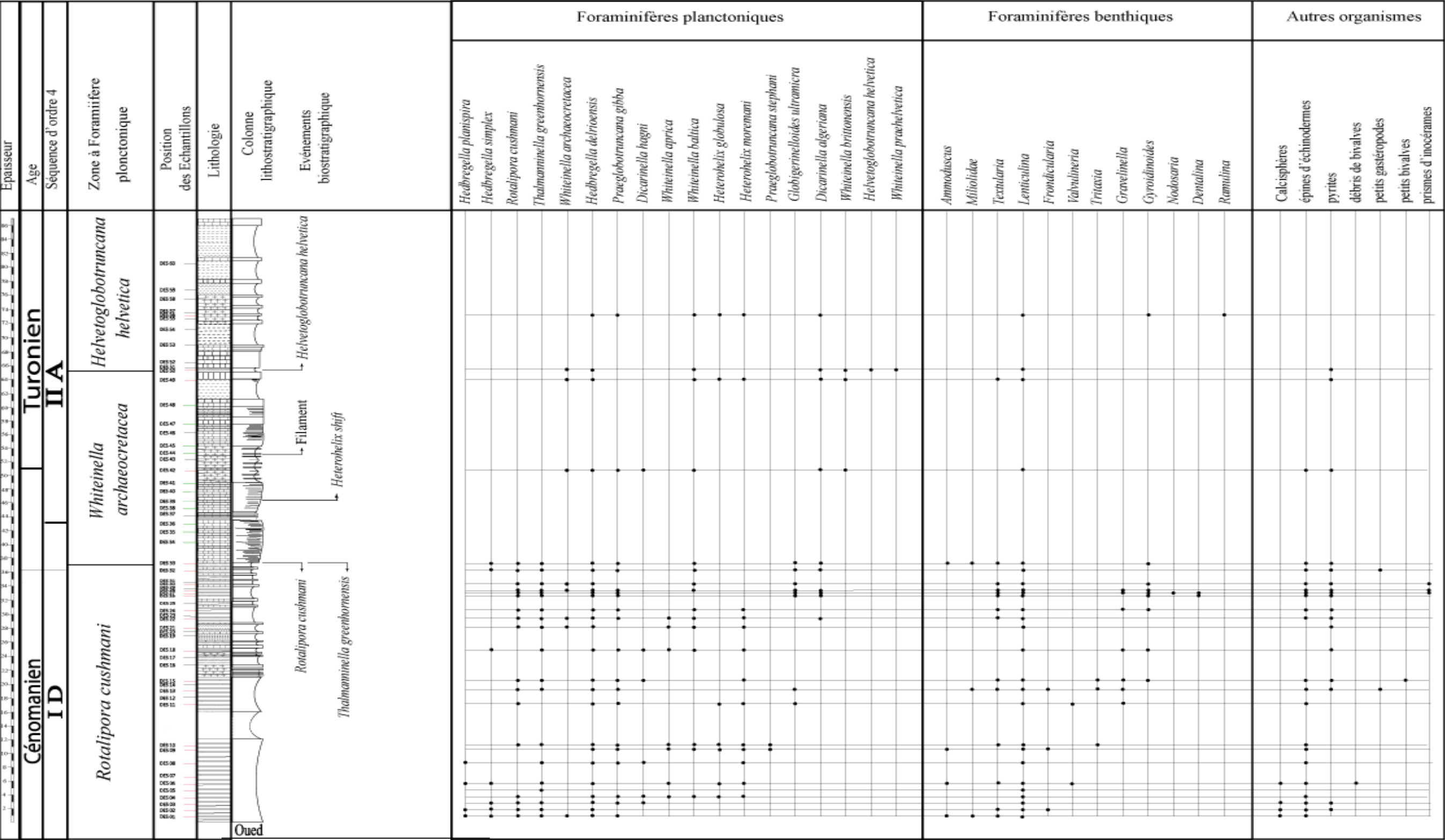


Figure 23: Colonne lithostratigraphique de la coupe de Dechmia (partie centrale de la chaîne des Bibans). Les flèches vers le haut et vers le bas désignent respectivement les premières et les dernières occurrences des taxons.

(EHRENBERG), *Heterohelix moremani* (CUSHMAN), *Dicarinella algeriana* (CARON), *Whiteinella brittonsis* (LOEBLICH et TAPPAN), *Helvetoglobotruncana helvetica* (BOLLI), *Whiteinella praehelvetica* (TRUJILLO).

Cette zone est comprise entre le sommet de la séquence ID et la base de la séquence IIA.

### 3. La zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* pro-parte

La présence de Foraminifères planctoniques index *Helvetoglobotruncana helvetica* indique la zone d'extension totale de *Helvetoglobotruncana helvetica*. Définie à la base et au sommet par la première et la dernière occurrence de l'espèce index.

Dans la coupe de Dechmia, la première occurrence de l'espèce index de cette zone a été reconnue dans le niveau DES 50.

La zone occupe les niveaux noirs de la séquence IIA d'âge Turonien inférieur.

Les foraminifères planctoniques identifiés dans la zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* sont :

*Hedbergella delrioensis* (CARSEY), *Praeglobotruncana gibba* (KLAUS), *Whiteinella baltica* (DOUGLAS), *Heterohelix globulosa* (EHRENBERG), *Heterohelix moremani* (CUSHMAN), *Dicarinella algeriana* (CARON).

## III. Caractérisation de la limite Cénomanien supérieur – Turonien inférieur

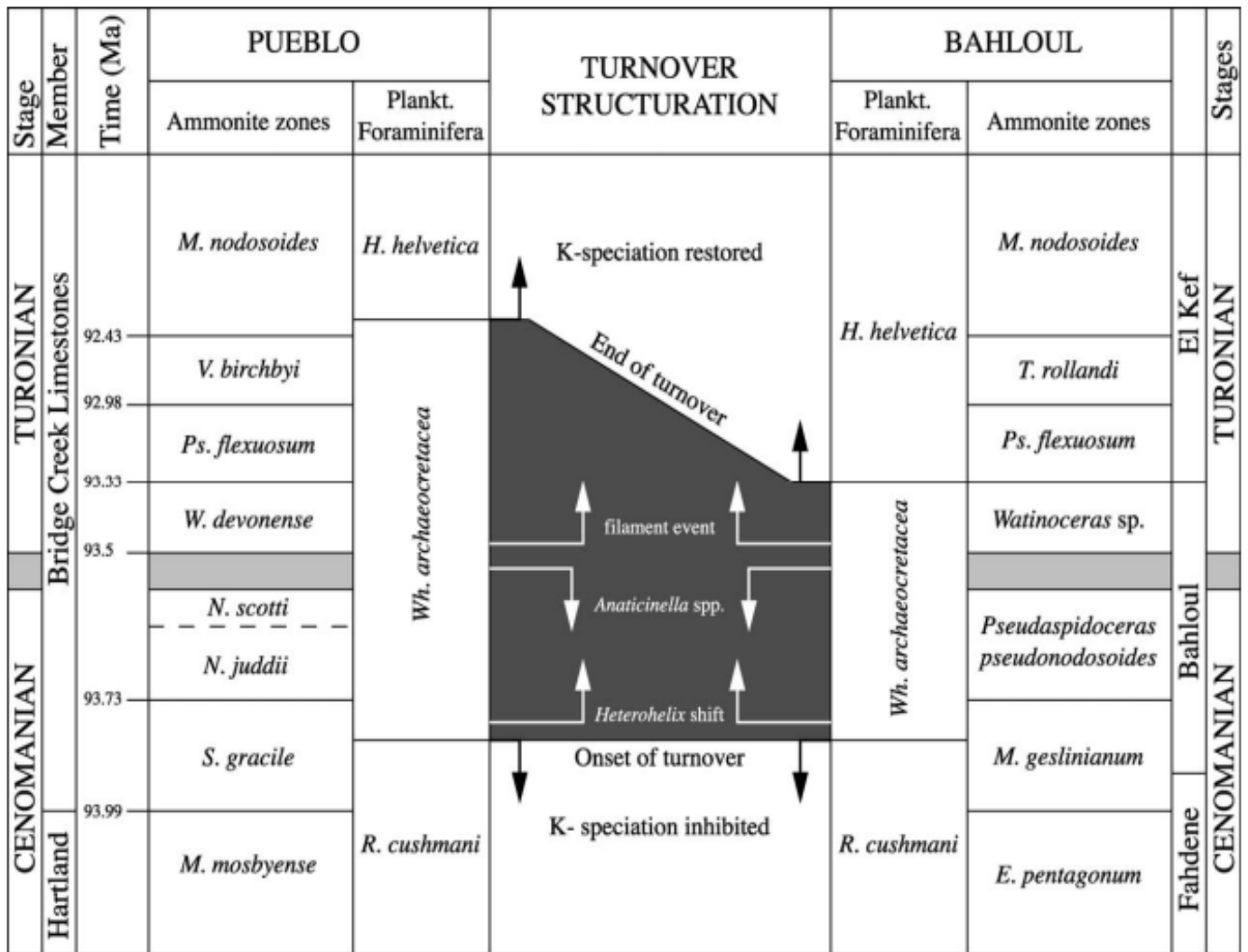
La limite Cénomanien supérieur - Turonien inférieur est caractérisée par cinq événements de nature biologique (apparition et disparition au sein des ammonites et de foraminifères planctoniques).

Dans les coupes où les foraminifères planctoniques sont abondants et dans lesquelles, les ammonites font défaut, cinq événements (Caron et al, 2006), cités dans l'ordre chronologique de leur manifestation permettent de situer la limite Cénomanien – Turonien (**Figure 24**) il s'agit :

**Événement 1** : extinction de *Rotalipora cushmani* (MORROW) du Cénomanien. C'est un foraminifère planctonique caréné, très spécialisé, colonisant la tranche d'eau profond.

**Événement 2** : l'arrivée massive des *hétérohélicidés* ou l'événement à *Heterohelix*.

Les *Heterohelix* sont des foraminifères planctoniques globuleux, bisérié, colonisant la tranche d'eau superficielle plus oxygénée.



**Figure 24:** Position des cinq événements biologiques, structurant l'intervalle, et qui couvrent la limite Cénomanién-Turonien dans la coupe de Rock Canyon Anticline, à l'ouest de Pueblo et la coupe de Bahloul en Tunisie centrale : la dernière présence de *Rotalipora cushmani*, le retour en masse des *Heterohelix*, la dernière présence des spécimens d'*Anaticinella* spp, l'événement à « filaments » et la première présence d'*H. helvetica*.

L'ombre gris clair marque l'intervalle de précision ; l'ombre noir souligne les durées de la dominance de la spéciation-r, qui correspondent au diachronisme de la zone à *Whiteinella archaeocretacea* Zone de Pueblo à Bahloul (Caron et al, 2006).

**Événement 3 :** cet événement correspond à la dernière occurrence d'*Anaticinella multiloculata* (MORROW) et *Anaticinella planoconvexa* (LONGORIA).

Après ces trois événements nous avons l'apparition de l'ammonite *Watinoceras devonense* WRIGHT et KENNEDY.

**Événement 4** : correspond à la présence en masse de petits bivalves c'est l'événement à *filaments*.

**Événement 5** : cet événement est représenté par la première occurrence d'*Helvetoglobotruncana Helvetica* (BOLLI), foraminifère planctonique caréné marqueur du Turonien inférieur.

## 1. Les bioévénements de la coupe de Dechmia :

- ✚ La dernière occurrence de *Rotalipora cushmani* (MORROW) est définie dans l'échantillon DES 33 (événement 1).
- ✚ L'arrivée massive des *Heterohelix* est observée dans l'échantillon DES 39 (lame mince) ;(événement 2).
- ✚ La morte massive des petits bivalves disposé en lamines (*Filaments*), reconnu dans la zone à *Whiteinella archaeocretacea* au niveau de l'échantillon DES 44(événement 4).
- ✚ La première occurrence de *l'Helvetoglobotruncana helvetica* (BOLLI) est reconnue au niveau de l'échantillon DES 50 (événement 5).

La limite Céno-manien-Turonien se situerait dans les Black shales. Ces derniers se placent entre le sommet de la séquence ID et la base de la séquence IIA du Turonien ; entre l'échantillon DES 33 et DES 50 c'est-à-dire dans l'extension de la zone à *Whiteinella archaeocretacea* PESSAGNO.

La mise en évidence de l'événement à *Heterohelix* et l'événement à *Filaments* reconnu respectivement dans les échantillons DES 39 et DES 44 permet de réduire l'intervalle de l'emplacement de la limite Céno-manien-turonien. Cette dernière se situerait approximativement au-dessous de l'échantillon DES 44.

#### IV. Les foraminifères benthiques de la coupe de Dechmia

Les foraminifères benthiques rencontrés dans la coupe de Dechmia à permet d'identifier certaines formes et les classés selon la nature de leurs tests : des formes à test agglutiné et d'autres à test calcitique.

✚ Les formes à test agglutiné sont représentées par :

- La famille Ammodiscidae dans laquelle nous rencontrons l'espèce Ammodiscus.
- La famille des Textulariidae, dominée par l'espèce : Textularia.
- La Famille des Ataxophramiidae : dans laquelle nous rencontrons : Tritaxia.

✚ Les formes à test calcitique représentées par :

L'ordre ROTALIIDA regroupe :

- La famille des Vaginulinidae distinguée par des formes à enroulement planispiralé involute. Nous reconnaissons dans cette famille : Lenticulina.
- La famille Osangulariidae : la forme appartient à cette famille est : Gavelinella, Valvulineria.

L'ordre LAGENIDA regroupe :

- La famille des Nodosariidae regroupent des formes à test unisériel droit ou courbe : Frondicularia, Dentalina et Nodosaria.
- La famille Polymorphinidae est représentée essentiellement par Ramulina.

✚ Les formes porcelanées représentées par :

- La famille des Miliolidae dont l'agencement des loges est varié (biloculin, triloculin, et quinqueloculin).

#### V. Les ostracodes de la coupe de Dechmia

Les ostracodes rencontrés dans la coupe de Dechmia à permet d'identifier certaines formes et les classer selon leurs carapaces : des carapaces lisses et d'autres ornées (**Figure 25**).

##### Ostracodes lisses

*Bairdia sp*

*Cytherella parallela*

*Cytherella ovata*

*Cytherelloidea sp*

*Bythocypris sp*

*Paracypris dubertiti*

*Paracypris mdaourensis*

*Pedicythere sp*

### **Ostracodes ornés**

*Veeniacythereis gr. Jezzineensis*

*Peloriops cf. ziregensis*

*Amphicytherura distincta*

*Paracypris sp*

*Dolocytherides atlasica*

*Dolocytherides sp*

*Brachycythere*

*Cythereis algeriana*

*Cythereis namousensis*

## **1. Les ostracodes de la coupe de Dechmia**

### **1.1 La zone à *Rotalipora cushmani* pro-parte**

L'association des Ostracodes est rencontrée dans cette biozone est représentée par des formes lisse:

*Bairdia sp*, *Bythocypris sp*, *Paracypris mdaouensis*, *Cytherella parallela*, *Paracypris dubertiti*, *Cytherella ovata*, *Pedicythere sp*, *Cytherelloidea sp*.

Cette association est caractérisée également par des ostracodes ornés : *Cythereis algeriana*, *Amphicytherura distincta*, *Veeniacythereis gr. Jezzineensis*, *Cythereis namousensis*, *Peloriops cf. ziregensis*, *Dolocytherides sp*.

### **1.2 La zone à *Whiteinella archaeocretacea***

L'association d'Ostracodes recensée dans cette biozone sont : *Paracypris mdaouensis*, *Dolocytherides sp*, *Dolocytherides atlasica*, *Peloriops cf. ziregensis*.

### **1.3 La zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* pro-parte**

Les formes identifiées dans la zone sont *Helvetoglobotruncana helvetica* sont très rare nous citons : *Paracypris mdaouensis* et *Brachycythere sp*.

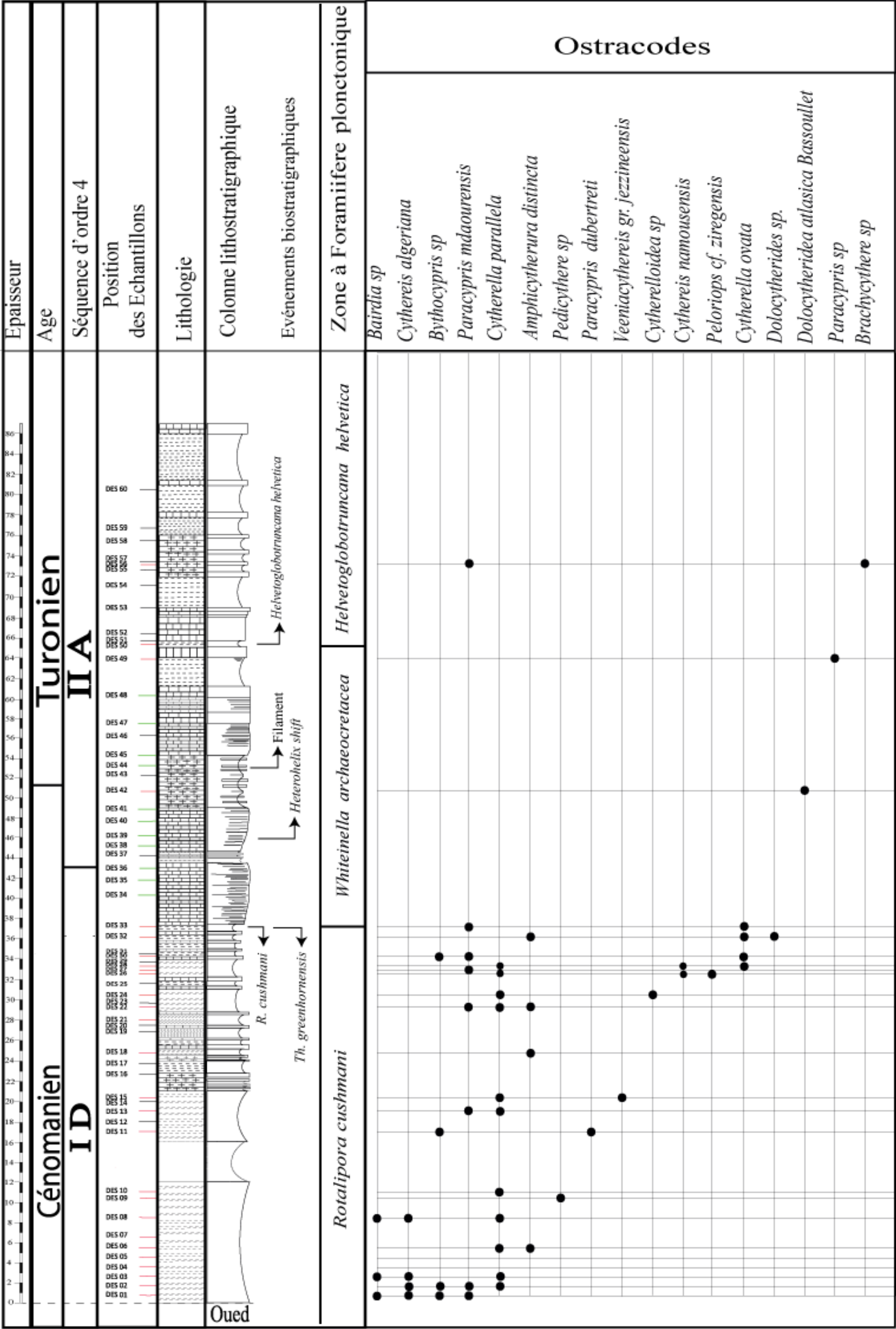


Figure 25: Colonne lithostratigraphique de la coupe de Dechmia (partie cenrale de la chaine des Bibans).

## VI. Conclusion

Nous avons mis en évidence dans la coupe de Bled Dechmia une riche association de foraminifères planctoniques qui nous a permis d'établir un découpage biostratigraphique de l'intervalle compris entre le Cénomanien supérieur et le Turonien inférieur.

Ce découpage permet d'identifier trois biozones : la zone à *Rotalipora cushmani* pro-parte, la zone à *Whiteinella archaeocretacea* et la zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* pro-parte.

Ces biozones reconnues, nous ont permis de dater les séquences sédimentaires

La séquence ID est d'âge Cénomanien supérieur, marqué par la présence de l'association de *Rotalipora cushmani* (MORROW), *Thalmaninella greenhornensis* (MORROW),

A l'aide de la première occurrence de *Helvetoglobotruncana helvetica*, nous avons identifié le Turonien inférieur dans la séquence IIA.

Nous avons pu également situer la limite Cénomanien supérieur-Turonien inférieur grâce aux bioévénements de foraminifères planctoniques. Nous avons pu également de déterminer le paléoenvironnement (milieu marin profond calme) grâce au Ostracodes.

## ***Chapitre IV***

# ***Reconstitution des Paléoenvironnements***

## I. Introduction

La reconstitution des paléoenvironnements de dépôt des unités lithostratigraphiques de la Coupe de Dechmia, au cours du passage Cénomanién supérieur/ Turonien inférieur, repose sur les données de l'analyse lithostratigraphique, les données biostratigraphique et sur l'analyse quantitative et qualitative de la microfaune.

Cette analyse est réalisée sur des comptages effectués pour chaque échantillon de la fraction 125  $\mu\text{m}$ , près de 100 individus de foraminifères planctoniques, benthiques et les ostracodes. Ont été dénombrés (**Tableau 2**).

| Echantillons | Foraminifères Planctoniques |           | Foraminifères Benthiques |           | Ostracodes |       | IP=P/P+B | C/C+G |
|--------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|-----------|------------|-------|----------|-------|
|              | Carénés                     | Globuleux | Calcaires                | Agglutiné | Lisse      | Ornée |          |       |
| DES 01       | 22                          | 31        | 9                        | 2         | 26         | 10    | 0,83     | 0,42  |
| DES 02       | 25                          | 24        | 17                       | 0         | 30         | 4     | 0,74     | 0,51  |
| DES 03       | 40                          | 21        | 12                       | 0         | 20         | 7     | 0,84     | 0,66  |
| DES 04       | 10                          | 38        | 7                        | 39        | 4          | 2     | 0,51     | 0,21  |
| DES 05       | 15                          | 0         | 1                        | 2         | 4          | 6     | 0,83     | 1,00  |
| DES 06       | 8                           | 44        | 17                       | 20        | 9          | 2     | 0,58     | 0,15  |
| DES 08       | 55                          | 19        | 14                       | 0         | 8          | 4     | 0,84     | 0,74  |
| DES 09       | 9                           | 49        | 5                        | 30        | 5          | 2     | 0,62     | 0,16  |
| DES 10       | 26                          | 55        | 4                        | 4         | 8          | 3     | 0,91     | 0,32  |
| DES 11       | 4                           | 51        | 5                        | 8         | 31         | 1     | 0,81     | 0,07  |
| DES 13       | 39                          | 30        | 30                       | 0         | 0          | 1     | 0,70     | 0,57  |
| DES 15       | 36                          | 31        | 21                       | 1         | 9          | 2     | 0,75     | 0,54  |
| DES 18       | 4                           | 93        | 1                        | 1         | 1          | 0     | 0,98     | 0,04  |
| DES 21       | 62                          | 37        | 0                        | 1         | 0          | 0     | 0,99     | 0,63  |
| DES 22       | 34                          | 40        | 5                        | 8         | 9          | 4     | 0,85     | 0,46  |
| DES 24       | 18                          | 62        | 2                        | 5         | 11         | 2     | 0,92     | 0,23  |
| DES 26       | 49                          | 20        | 19                       | 2         | 6          | 4     | 0,77     | 0,71  |
| DES 27       | 35                          | 35        | 10                       | 8         | 11         | 1     | 0,80     | 0,50  |
| DES 28       | 19                          | 40        | 17                       | 3         | 20         | 1     | 0,75     | 0,32  |
| DES 30       | 37                          | 19        | 30                       | 11        | 3          | 0     | 0,58     | 0,66  |
| DES 32       | 30                          | 48        | 18                       | 2         | 1          | 1     | 0,80     | 0,38  |
| DES 33       | 16                          | 46        | 3                        | 21        | 12         | 2     | 0,72     | 0,26  |
| DES 42       | 45                          | 13        | 37                       | 2         | 3          | 0     | 0,60     | 0,78  |
| DES 49       | 0                           | 31        | 7                        | 58        | 4          | 0     | 0,32     | 0,00  |
| DES 50       | 7                           | 24        | 36                       | 2         | 0          | 0     | 0,45     | 0,23  |
| DES 56       | 0                           | 41        | 4                        | 47        | 8          | 0     | 0,45     | 0,00  |

**Tableau 2:** Tableau des pourcentages des foraminifères planctoniques, benthiques et des ostracodes de la coupe de Dechmia.

Les comptages nous ont permis de calculer des paramètres quantitatifs : **l'indice d'océanité (P/P+B)** (le rapport de foraminifères planctoniques sur le total de foraminifères) et **le rapport C/C+G** (nombre de foraminifères planctoniques carénés sur le nombre total de foraminifères planctoniques).

Des courbes statistiques ont été établies, montrant les variations des principaux paramètres quantitatifs dans la coupe de Dechmia. (**Figure 26**)

## **II. Analyse et interprétation des données de la coupe de Dechmia :**

### **1. Dans la zone à *Rotalipora cushmani* pro-parte les paramètres quantitatifs enregistrés, se présentent comme suit :**

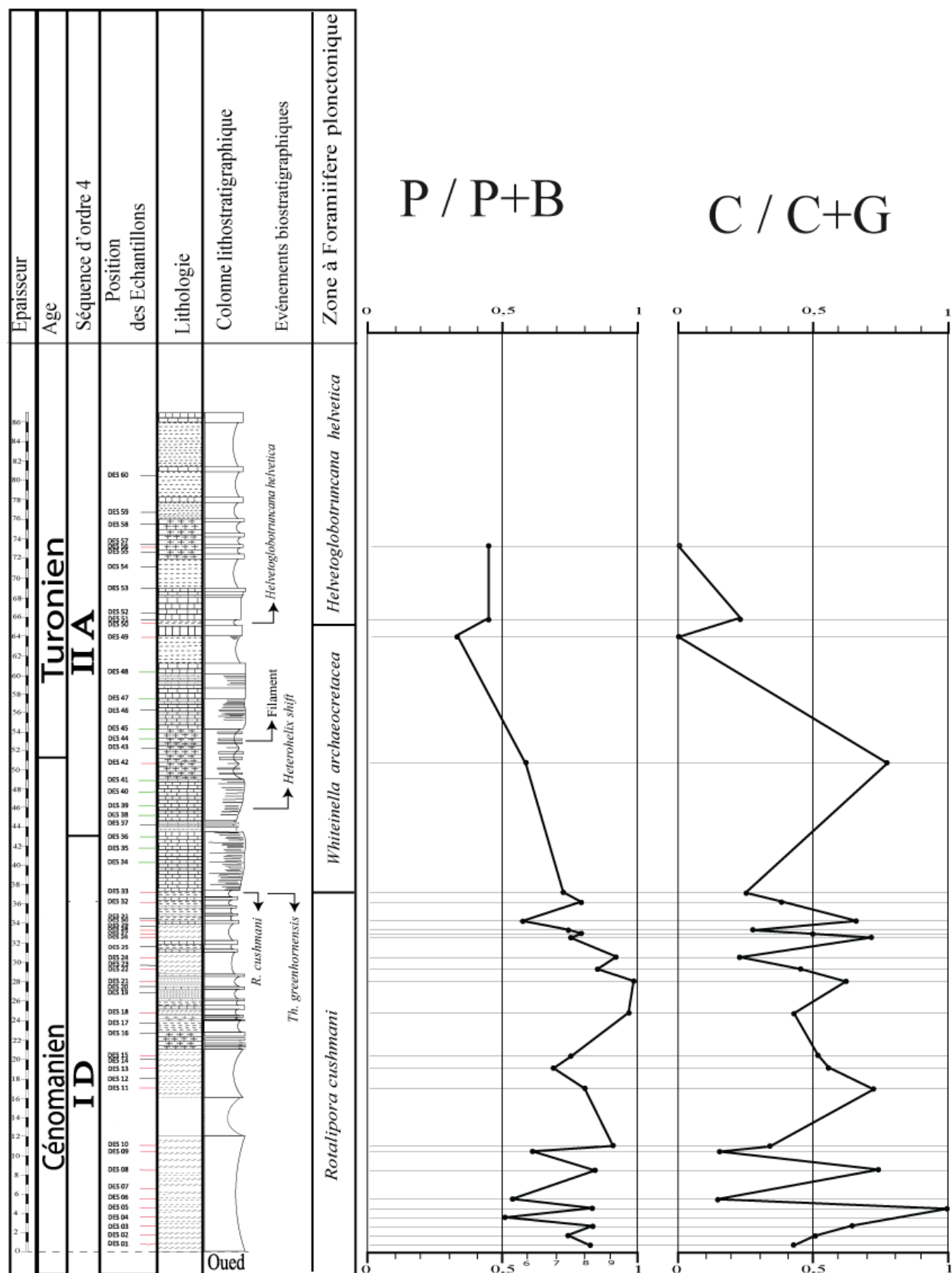
- ❖ L'indice de pélagisme P/P+B est représenté par des valeurs élevées, variant entre 0,51 et 0,99.
- ❖ Le rapport C/C+G est très variables et à tendance à augmenter jusqu'à 1.
- ❖ L'ostracofaune est très diversifiée dans cette zone, se compose notamment de formes lisses et ornes dont 14 espèce ont été identifiés.

### **2. Dans la zone à la zone à *Whiteinella archaeocretacea*, les paramètres quantitatifs enregistrés, se présentent comme suit :**

- ❖ L'indice de pélagisme P/P+B est caractérisé par des valeurs élevées également comprise entre 0,60 et 0,32.
- ❖ Le rapport C/C+G montre des valeurs faible et qui diminue jusqu'au 0.
- ❖ les ostracodes sont représentés par 4 espèces uniquement.

### **3. Dans la zone à la zone à *Helvetoglobotruncana helvetica* pro-parte, on remarque :**

- ❖ Une augmentation de l'indice de pélagisme, avec une valeur moyenne de 0.45, comparant à celle qu'on a enregistrée au niveau précédent.
- ❖ Le rapport (C/C+G) est d'une valeur moyenne de 0.23.
- ❖ L'assemblage des ostracodes présente uniquement deux genres.



**Figure 26:** Données quantitatives de la coupe de Dechmia, Indice de pélagisme P/P+B et le rapport C/C+G.

Durant le Cénomanién supérieur, les données statistiques et la composition des associations de foraminifères benthiques et planctonique surtout carénés (*Rotalipora*, *Thalmaninella*, *Praeglobotruncana* et *Dicarinella*) ont permis de conclure que les sédiments de la coupe de Dechmia se déposent dans le bassin, sous des conditions normales d'oxygénation et de salinité.

Durant le passage Cénomanién-Turonien, la disparition des foraminifères planctoniques carénés (*Rotalipora* et *Thalmaninella*), la diminution de la plupart des foraminifères benthiques et des ostracodes ainsi que la présence des intercalations de calcaires noirs en et des marnes noires, riches en matière organique indiquant l'événement anoxique « OAE 2 », nous informe d'un environnement où le taux d'oxygène dissous dans le milieu marin est pratiquement faible ou absent.

Au Turonien inférieur, réapparition de nouveaux genres caréné *Helvetoglobotruncana*, attestant le retour aux conditions d'oxygénation normale.

### III. Paléogéographie des Ostracodes :

Dans cette étude, à partir de documentations bibliographiques récoltées sur les Ostracodes et afin de ressortir des affinités paléobiogéographique existantes entre la coupe de Dechmia et les autres bassins situés autour de la Téthys Sud au cours du l'Albien, Cénomanién et Turonien.

On se basant également sur les données de Ouikene (2004), qui a pu ressortir des affinités paléobiogéographique existantes entre le bassin des Aurès et les autres bassins situés autour de la Téthys durant le Vraconien-Turonien.

Parmi les espèces étudiées (Tableau 3), elle distingue des affinités paléobiogéographique entre les provinces d'Afrique du Nord, du Proche et Moyen Orient

Au Cénomanién, des affinités de plus en plus importantes ont été observées contrairement au

Vraconien avec un enrichissement dans les associations d'Ostracodes. Selon Viviere (1985) in OUIKENE ,2004 cela est dû à l'ampleur de la transgression cénomaniénne qui a favorisé les échanges faunistiques entre les différents biotopes.

|                                         | Notre coupe | Belhiout       | Algérie    | Tunisie        | Egypte    | Maroc         | Liban          | Jordani | Iran          | Irak       | kowait    | Oman          |
|-----------------------------------------|-------------|----------------|------------|----------------|-----------|---------------|----------------|---------|---------------|------------|-----------|---------------|
| <i>Cytherella parallela</i>             | CE sup      | CE/TR moy      | CE/TR      | CE inf         |           | AL/TR moy     |                |         |               |            |           |               |
| <i>Paracypris dubertiti</i>             | CE sup      | CE sup         | CE/TR inf  | CE moy         | AL/CE     | CE moy        | CE moy         |         |               |            |           |               |
| <i>Paracypris mdaourensis</i>           | CE/TR       | CE moy/ TR inf | CE/ TR inf | CE moy/CE sup  | AL/TR inf | AL/TR moy     |                | CE inf  |               |            |           |               |
| <i>Veeniacythereis gr. Jezzineensis</i> | CE sup      |                |            |                | CE inf    |               | AL sup/ CE inf |         |               | CE         | CE inf    | CE sup        |
| <i>Peloriops cf. ziregensis</i>         | CE sup      | CE             | CE         | CE sup         |           | CE            | CE             |         |               | CE         | CE        | CE            |
| <i>Amphicytherura distincta</i>         | CE sup      |                | CE         | CE             | CE        | CE            |                | CE      | CE            |            | CE        |               |
| <i>Dolocytherides atlasica</i>          | CE sup      | CE moy/CE sup  | CE/TR moy  | CE             | CE/TR moy | CE            |                | CE sup  |               | AL sup/ CE | AL sup/CE | AL sup/CE moy |
| <i>Cythereis algeriana</i>              | CE sup      | CE             | CE sup     | CE moy/CE sup  | CE sup    | CE sup/TR inf | CE moy/CE sup  |         | AL sup/CE moy |            | CE        | CE            |
| <i>Cythereis namousensis</i>            | CE sup      |                | CE inf     | CE inf/ CE moy | CE        |               |                |         |               |            |           |               |

**Tableau 3:** Répartition stratigraphique et paléogéographique des ostracodes d'après OUIKENE, 2004, complété par de la coupe de Dechmia.A1 :

Albien, CE : Cénomanien, TR : Turonien. inf : inférieur, moy : moyen, sup : supérieur.

## ***Chapitre V***

## ***Conclusion Générale***

## Conclusion générale

Les résultats de l'étude menée se résument comme suit :

### Sur le plan Lithostratigraphique

L'étude sédimentologique de la coupe de Dechmia dans le Bassin Tellien, a permis d'identifier les différentes successions lithologiques de marnes et de calcaires et les subdivise en deux mégaséquences : la mégaséquence ID d'âge Cénomanién supérieur et mégaséquence IIA d'âge Turonien inférieur.

### Sur le plan Biostratigraphique

Une association riche de foraminifères planctoniques et benthiques a été identifiée. Cette association nous a permis d'établir un découpage biostratigraphique basé sur l'évolution verticale des assemblages de foraminifères planctoniques. Trois zones ont été reconnues (la zone à *Rotalipora cushmani pro-parte*, la zone à *Whiteinella archaeocretacea*, la zone à *Helvetoglobotruncana helvetica pro-parte*)

A l'aide de cette biozonation, et l'identification de bio-événement, il a été possible également de tracer, de manière approximative, la limite Cénomano-Turonien dans la coupe de Dechmia.

L'analyse des faciès, des microfaciès et l'examen du contenu microfaunistique (foraminifères benthiques, planctoniques et les ostracodes, associée aux données quantitatives et qualitatives des associations microfaunistiques, des paramètres paléoécologiques (indice de pélagisme, rapport C/C+G ont permis la reconstitution des paléoenvironnements dans notre région d'étude.

Dans la région de Dechmia, la sédimentation s'effectue dans le milieu marin, calme et profond, et dominé par des conditions d'oxygénation dysoxiques à anoxiques au niveau du bassin, au cours du Cénomanién et du Turonien.

### Sur le plan paléobiogéographique :

L'étude des ostracodes a permis une reconstitution paléobiogéographique au passage Cénomanién-Turonien ; des affinités existantes entre la coupe de Dechmia avec celle des régions du sud de la marge téthysienne d'Afrique du Nord, Moyen-Orient.

***Références***  
***Bibliographiques***

## Bibliographie

**Aissani C, (2017).** Caractérisation de l’empreinte de l’OAE<sub>2</sub> à partir de l’étude micropaléontologique et sédimentologique du passage Cénomano-Turonien de la coupe de Belhiout (Aurès, Atlas saharien oriental). Thèse de Master, Université des sciences de la technologie Houari Boumediene, 98p.

**Alloul T, (2019).** Etude sédimentologique et paléontologique du plateau Crétacé des Kem-Kem (SW Algérien). Thèse de Doctorat, Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene, 117p.

**Azi S ; Fares F, (2017).** Etude micropaléontologique du Bassin Sud-Est Constantinois (Cénomaniens-Turonien). Thèse de Master, UMMTO, 70p.

**Bassoullet J ; Damotte R, (1969).** Quelques Ostracodes nouveaux du Cénomano-turonien de l’Atlas saharien occidental (Algérie). Revue de micropaléontologie, 130-144p.

**Belhai Dj, (1987).** Massif du Chenoua (Algérie) : mise en place des flyschs en relation avec un cisaillement « Transcurrent » E-W, responsable de la structure en éventail. Thèse Magister, U.S.T.H.B, Alger, 135 p.

**Benmansour S, (2016).** The Campanian-Maastrichtian of the Aures Basin, Algeria: Paleobiogeographical distribution of Ostracods. Article, Institut des sciences de la Terre et de l’univers, Université Batna 2.

**Bernhard J.M et Sen Gupta B.K, (1999).** Foraminifera of oxygen-depleted environments. In: Sen Gupta B.K.(Eds), Modern Foraminifera. Kluwer Academic Press, 201-216p.

**Brahim M, (2013).** Les calcaires à lits siliceux de la limite Cénomaniens-Turonien dans l’allochtone (Nappe B) de l’Ouarsenis. Thèse de Magister, Université d’Oran, 52p.

**Bouhafs S, (2015).** Sédimentation et biostratigraphie de la série Cénomano-Albien du flanc septentrional de l’anticlinal de Dj. Bou Arif. Thèse de Magister, Université Hadj Lakhdar- Batna, 182p.

**Caron M et al, (2006).** High-resolution stratigraphy of the Cenomanian-Turonian boundary interval at Pueblo (USA) and Wadi Bahloul (Tunisia): stable isotope and bio-events correlation. *Geobios*, 39, pp. 171-200p.

**Chaabane K ; Salmi-laouar S, (2014).** Les bio événements dans la région d'El Guelb (El-Aouinet, Tébessa, NE Algérien) : preuves pour l'évènement anoxique océanique EAO-2. Synthèse, Université El-Hadj Lakhdar, Batna, 05000, Algérie.

**Chaouche Z, (2016).** Biostratigraphie de la coupe des Tamarins (Aurès, Algérie) : Etude des Ostracodes. Thèse de Master, Université des Sciences et de la technologie Houari Boumediene, 69p.

**Damotte R, (1986).** Ostracodes du Crétacé supérieur d'Algérie occidentale (Djebel Tessala, Oranie) - comparaison avec la faune d'Afrique occidentale. *Revue de la faculté des sciences de Marrakech (Maroc)*, 155-177p.

**Damotte R ; Fleury J.J, (1989).** Ostracodes maastrichtiens et paléocènes du djebel Dyr (Constantinois, Algérie). Article.

**Dermouche S ; Mendir S, (2015).** Le passage Albien supérieur-Cénomanien inférieur de la région de Benzouh (NW de Boussaâda). Thèse de Master, Université des Sciences de la technologie Houari Boumediene, 67p.

**Grekoﬀ N, (1970).** Aperçu sur les ostracodes fossile. Société des éditions Technip, 27 rue Ginoux. 75-PARIS XV<sup>e</sup>. Livre.

**Herkat M ; et Delfau 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, 5 fig.

**Jenkyns, (1980).** Cretaceous anoxic events: from continents to oceans. Article, *journal of geological society*, 171-188p.

**Kentri T, (2019).** Etude litho-biostratigraphique et paléoenvironnement de l'Albo-Turonien de l'Ouarsenis oriental (Tell Algérien). Thèse de Doctorat, Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcene, 182p.

**Maandi N, (2011).** Biostratigraphie et paléoenvironnements du Crétacé moyen des Aurès de Morsott. Thèse de Magister, Université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, 211p.

**Majoran S, (1986).** Notes on mid-Cretaceous biostratigraphy of Algeria. Journal of African Earth Sciences, 781-786p.

**Mebarki K ; AL, (2016).** Ostracodes Céno-mano-turonien dans l'atlas saharien occidental et le Bassin du Guir (Sud-ouest de l'Algérie) : systématique, biostratigraphie et paléobiogéographie. Revue de paléobiologie Genève, 249-277p.

**Oudet C, (2013).** Evolution des associations de foraminifères comme bioindicateurs des paléoenvironnements : le Bassin subalpin (Bassin vocontien et sa marge occidentale) au Céno-manien. Thèse doctorat, université Strasbourg, 258p.

**Ouikene K, (2004).** Etude sédimentologique et biostratigraphique du Vraconien au Turonien de la coupe de Belhiout. Mémoire d'ingénieria, université des sciences et de la technologie Houari Boumediene, Alger, 85p.

**Ouikene K, (2011).** Etude biostratigraphique et sédimentologique du Céno-manien-Turonien du Tell central et oriental. Thèse de Magister, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene, 171p.

**Slami R, (2014).** Biostratigraphie et paléoenvironnement de la limite Céno-mano-Turonienne de la région de Batna, à partir de l'étude de la faune et de la microfaune. Thèse de Magister, Université Hadj Lakhdar Batna, 229p.

**Sonmez-Gokçen N, (1960).** Introduction aux Ostracodes. Article, Institut français du pétrole.

**Soua M, (2011).** Le passage Céno-manien-Turonien en Tunisie : biostratigraphie des foraminifères planctoniques et des radiolaires, chimiostratigraphie, cyclostratigraphie et stratigraphie séquentielle. Thèse de Doctorat, Université Tunis el Manar, 296p.

**Viviere J, (1985).** Les Ostracodes du Crétacé supérieur (Vraconien à Camonien basal) de la région de Tébessa (Algérie de NE) : Stratigraphie, paléoécologie, systématique. Thèse de Doctorat, Université Pierre et Marie Curie -Paris 6-, 259p.