

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Kasdi Merbah Ouargla

Faculté des Hydrocarbures, des Energies Renouvelables et des Sciences De La Terre Et de  
l'Univers

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers

Mémoire de fin d'études

Pour obtenir le titre

De Master en Géologie

**Option** : Géologie des Bassins Sédimentaires

**Par** : Boulifa Soumia Cherifa

THEME :

---

**LES FORAMINIFERES DE LA LIMITE JURASSIQUE-CRETACEE (BOU CAID,  
TISSEMSILT, NORD OUEST ALGERIE)**

---

Devant le jury :17/06/2025

Robei Sarra	Président	MCB	UKMO
Ziouit Khaldia	Promoteur	MCB	UKMO
Cherif Amine	Co-promoteur	Prof.	UKMO
Benzina Moustafa	Examineur	MCA	UKMO

## Dédicace

Je voudrais dédier cet humble travail à :

À mes parents,

À mes frères,

À mes sœurs,

À ma famille,

À tous mes amis et collègues.

## REMERCIEMENT

*Mes remerciements vont en premier lieu à Allah, le tout Puissant et Miséricordieux, de m'avoir donné la foi, qui m'a procuré de la force et du courage pour que je mène ce travail à son terme ;*

*Je remercie vivement mon encadreur Mme **ZIOUIT**, pour sa patience et ses orientations judicieuses. D'abord dans le choix de mon thème et tout au long de ce travail, elle a su me transmettre son enthousiasme pour la découverte. Ainsi pour son assiduité et son abnégation à mes côtés ;*

*Je m'adresse infiniment au président de jury Mme **ROBEI** qu'elle trouve ici mon immense gratitude ;*

*Comme je ne pourrais mettre fin à mes remerciements sans exprimer ma gratitude à Mer **BENZINA** qui m'a fait le grand honneur d'évaluer ce modeste travail et l'enrichir par ses propositions ;*

*La liste n'étant pas exhaustive, mes remerciements vont à tant de personnes dont les noms ne sont pas ci-haut cités mais qui, de près ou de loin, m'ont prêté forte main pour la réalisation du présent travail et dont la contribution a été importante.*

## المخلص

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل وتفسير التغيرات البيئية والطباقية التي حدثت في منطقة عين الحجلة (بوقايد، تيسمسيلت) خلال العصر الجوراسي الأعلى (التيثوني) والعصر الطباشيري الأسفل (البرياسي)، من خلال دراسة الفورامينيفرا وتحليل محتوى كربونات الكالسيوم ( $\text{CaCO}_3$ ) باستخدام تقنية الكلسيمترية. تُظهر الدراسة التصنيفية للعينات وجود مجموعة من الفورامينيفرا تتكون من 25 نوعاً تنتمي إلى 11 جنساً، و6 عائلات، وتحت رتبة واحدة. من الناحية البيوستراتيغرافية، يُظهر التوزيع الرأسي للفورامينيفرا ثلاث مناطق تجمع يهيمن عليها الأشكال المتصقة التي تعود إلى عمر التيثوني. أما من الناحية البيئية القديمة، فقد تم اعتماد تفسيرات للبيئة القديمة استناداً إلى بيانات الميكروفونا للفورامينيفرا والتحليل الجيوكيميائية (الكلسيمترية) للمارنات. وتُظهر العلاقة بين الفورامينيفرا ومحتوى  $\text{CaCO}_3$  تطوراً لبيئة عميقة وفقيرة في ظروف الحياة، تليها مرحلة تعافٍ تدريجي نحو بيئة ضحلة وغنية بالأكسجين.

**كلمات البحث :** عين الحجلة ، البيوستراتيغرافية، البيئة القديمة ، كائنات دقيقة العصر ، الجوراسي العلوي (تيثونيان) ، العصر الطباشيري السفلي (برياس)

## Résumé

Cette étude vise à analyser et interpréter les changements environnementaux et stratigraphiques survenus dans la région d'Aïn El Hadjela (Bou Caïd, Tissemsilt) durant le Jurassique supérieur (Tithonien) et le Crétacé inférieur (Berriasien), à travers l'étude des foraminifères et l'analyse de la teneur en carbonate de calcium ( $\text{Ca CO}_3$ ) à l'aide d'un Calcimétrie. L'étude taxonomique des prélèvements montre une population de foraminifères qui se constitue de 24 espèces appartenant à 11 genres, 06 familles et 01 sous ordres. Sur le plan biostratigraphique, la répartition verticale des foraminifères comporte trois intervalles associations dominées par les formes agglutinants d'âge Tithonien. Sur le plan paléoécologique, des interprétations paléo-environnementales ont été basées sur les données microfaunique de foraminifères et des analyses géochimiques (calcimétrie) des marnes. La corrélation entre les foraminifères et la teneur en  $\text{CaCO}_3$  met en évidence une évolution d'un milieu environnement plus profond et appauvri en conditions de vie, puis une récupération progressive vers un environnement peu profond et oxygéné.

**Mots clés :** Aïn El Hadjela, biostratigraphique, paléoécologique, microfaunique, Jurassique supérieur (Tithonien), le Crétacé inférieur (Berriasien)

## Abstract

This study aims to analyze the environmental and stratigraphic changes that occurred in the Aïn El Hadjela region (Bou Caïd, Tissemsilt) during the Late Jurassic (Tithonian) and Early Cretaceous (Berriasian), through the study of foraminifera and the analysis of calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) content using calcimetry. The taxonomic study of the samples reveals a

foraminiferal population consisting of 24 species belonging at 11 genera, 6 families, and 1 suborder. From a biostratigraphic perspective, the vertical distribution of foraminifera includes three assemblage intervals dominated by agglutinated forms characteristic of the Tithonian age. On the paleoecological level, paleoenvironmental interpretations were based on microfaunal data of foraminifera and geochemical analyses (calcimetry) of marls. The correlation between foraminifera and CaCO<sub>3</sub> content highlights an evolution from a deeper, life-depleted environment to a gradual recovery towards a shallower, oxygenated setting

**Keywords:** Ain El Hadjela, biostratigraphic, paleoecological, microfaunal, Upper Jurassic (Tithonian), Lower Cretaceous (Berriasian)

SOMMAIRE	
Dédicace.....	01
REMERCIEMENT .....	02
الملخص.....	03
Résumé.....	03
Abstract .....	03
LISTE DES FIGURES .....	07
INTRODUCTION GENERALE .....	10
Chapitre 01	
Généralité	
1/ Cadre Géographique et Géologique.....	13
1/1/Aperçu géographique et géologique d’Ouarsenis .....	13
1/2-Localisation du secteur d’étude. . . . .	14
2/Cadre Structural et géologique.....	14
3/Historique de Travaux .....	15
4/Mithodologie.....	16
4/1-La vage .....	16
4/2-La Calcimétrie. ....	17
Chapitre 02	
Description	lithostratigraphie.
1/Introduction.....	19
2/Description de la coupe d’Ain El hadjela .....	19
Chapitre03	
Systématique	
1/Introduction.....	23
2/Systématique des foraminifères. ....	23
1/1- <i>Spirillina infuna</i> .....	23
1/2- <i>Spirillina elongata</i> .....	24
1/3- <i>Ophtalmidium sp</i> .....	24
1/4- <i>Eoguttulina Oolithica</i> .....	25

1/5- <i>Astacolus Crepidula</i> .....	25
1/6- <i>Glomospira variabilis</i> .....	26
1/7- <i>Haplophragmoides canadensis</i> .....	26
1/8- <i>Dentalina sp</i> .....	27
1/9- <i>Glomospira gordialis</i> .....	27
1/10- <i>Bathysiphon scintillata</i> .....	28
1/11- <i>Rhizammina sp</i> .....	29
1/12- <i>Ammodiscus sp</i> .....	29
1/13- <i>Lenticulina sp</i> .....	30
1/14- <i>Quinqueloculina horelli</i> .....	30
1/15- <i>Trocholina sp</i> .....	31
1/16- <i>Bathysiphon sp<sub>1</sub>, sp<sub>2</sub>, sp<sub>3</sub></i> .....	31
1/17- <i>Glomospira sp</i> .....	32
1/18- <i>Hormosina sp</i> .....	33
1/19- <i>Hypermmmina sp</i> .....	33
1/20- <i>Lenticulina sublata</i> .....	34
1/21- <i>Eoguttulina sp</i> .....	34
1/22- <i>Quinqueloculina sp</i> .....	35
1/23- <i>Glomospirella geultina</i> .....	35
1/24- <i>Glomospirella sp</i> .....	36

#### Chapitre 04

Résultats	et	Discussion
1/Introduction.....		38
2/Résultats et interprétation.....		38
2/1 analyse calcimétrique.....		38
2/2 Répartition des foraminifères dans la coupe de Dj Hadjela.....		39
2/3 Répartition stratigraphique des foraminifères.....		40
3/Paléoenvironnement.....		42
3/1La condition envirennemental.....		42
3/2Interpritation paléoenvironnemental.....		42

Conclusion Général. ....	44
Références Bibliographiques. ....	45

## LISTES DES FIGURE

Figure 01 : Localisation des monts de L'Ouarsenis

Figure 02 : Schéma Structural du massif de l'Ouarsenis.

Figure 03 : localisation de la coupe d'Aïn El Hadjela

Figure 04 : Les méthodes utilisées au laboratoire (A) Microscope binoculaire (B) Les tamis (C) 100g d'échantillon

Figure 05 : Les méthodes utilisées au laboratoire (D) L'appareil de Calcimeter (E) Balance numérique (F) Matérielle (G) H Cl 5%

Figure 06 : Bélemnite

Figure 07 : Ammonite

Figure 08 : Ammonite

Figure 09 : Calcaire biotirbie

Figure 10 : Alternance marne et calcaire rougeâtre

Figure 11 : description de la coupe d'Aïn El hadjela (litho facies et macro facies)

Figure 12 : *Spirillina infima*

Figure 13 : *Spirillina elongata*

Figure 14 : *Ophthalmidium* sp

Figure 15 : *Eoguttulina oolithica*

Figure 16 : *Astacolus crepidula*

Figure 17 : *Glomospira variabilis*

Figure 18 : *Haplophragmoides canadensis*

Figure 19 : *Dentalina* sp

Figure 20 : *Bathysiphon scintillata*

Figure 21 : *Glomospira gordialis*

Figure 22 : *Rhizammina* sp

Figure 23 : *Ammodiscus* sp

Figure 24 : *Lenticulina* sp

Figure 25 : *Quinqueloculina horelli*

Figure 26 : *Trocholina* sp

Figure 27 : *Bathysiphon* sp<sub>1</sub>, sp<sub>2</sub>, sp<sub>3</sub>

Figure 28 : *Glomospira* sp

Figure 29 : *Hormosina* sp

Figure 30 : *Hypermmina* sp

Figure 31 : *Lenticulina subalata*

Figure 32 : *Eoguttulina* sp

Figure 33 : *Quinqueloculina* sp

Figure 34 : *Glomospirella geultina*

Figure 35 : *Glomospirella* sp

Figure 36 : La répartition stratigraphique des foraminifères

Figure 37 : la répartition des foraminifères le long de la coupe géologique et sa relation avec le rapport CaCO<sub>3</sub> et l'environnement

#### LISTE DES TABLEAU

Tableau de résultats de la Calcimétrie.

## INTRODUCTION GENERALE

Les Monts de l'Ouarsenis constituent des zones géographiques les plus importantes de l'ouest de l'Algérie. Elle se caractérise par une remarquable diversité géologique, faisant partie de la chaîne méridionale de l'Atlas tellien, qui se caractérise par des reliefs montagneux accidentés et de vastes plaines. Située stratégiquement entre les plaines intérieures et les montagnes côtières, Tissemsilt est riche en composantes géologiques diverses. Géologiquement, ces montagnes se distinguent par la présence de formation datant du Cambrien et Ordovicien, et plus phase tectoniques intenses processus au cours des temps, engendrant les paysages géologiques actuels. De La coupe étudiée est située dans la localité de Kef d'Aïn El Hadjela au sud du village minier de Bou Caid. Cette région constitue une partie intégrante d'une zone géologique importante soumise à des processus tectoniques actifs au cours des périodes géologiques récentes, ce qui lui confère une grande richesse en ressources naturelles, notamment minérales.

En raison de la présence de la série sédimentaire jurassique-crétacée, la coupe d'Aïn El Hadjela se distinguent par leur importance scientifique pour l'étude de l'histoire de la Terre au niveau de la marge sud-téthysienne en Afrique du Nord.

Pour contribuer à étudier la paléogéographie de la marge sud-téthysienne, nous somme basés sur l'inventaire des foraminifères pour mettre en évidence le paléoenvironnement et la biostratigraphie de la limite J/K. Cette investigation peut fournir de précieuses informations sur les bioévènements liés à des conditions climatiques et paléoécologiques qui prévalaient dans la région pendant la période Jurassique-Crétacé.

Pour aboutir au objectifs susmentionnés, cette mémoire été structurée en quatre parties, traitera des axes suivants :

- une généralité sur la région d'étude avec la situation géographique, géologique générale et structurale de la région étudiée.
- une description lithostratigraphique de la coupe étudiée.
- une étude systématique des foraminifères, la détermination a été reposée sur les critères morphologiques pour identifier les espèces et voir leur répartition stratigraphique.
- Résultats et discussion montrent comment se répartissent les peuplements de foraminifères et d'établir les associations caractéristiques des environnements associés à une interprétation

des analyses chimiques de  $\text{CaCO}_3$  afin de tenter de mettre en évidence les principaux facteurs écologiques sédimentologiques contrôlant la répartition de ces foraminifères.

Enfin, le travail est finalisé d'une conclusion générale qui consiste à une synthèse englobant les résultats de ce travail.

# **Chapitre 01**

## **Généralité**

## 1. Cadre géographique et géologique (Fig 01)

### 1.1 Aperçu géographique et géologique d'Ouarsenis

Les Monts de l'Ouarsenis constituent l'Atlas tellien méridional algérien et formaient une partie de la marge sud de la Téthys occidentale pendant le Jurassique et le Crétacé, et composée d'unités autochtones et allochtones. La série sédimentaire du Jurassique supérieur de la région est composée de carbonates marins, notamment de dolomie et de calcaire, avec quelques lits de grès inter stratifiés. La zone analysée fait partie de la Wilaya de Tissemsilt, qui se situe dans la partie occidentale de l'Algérie, au sein des hauts plateaux, à 220 kilomètres d'Alger et 275 km d'Oran, avec une superficie totale de 3 151,37 km<sup>2</sup>. Au nord, elle est frontalière de la wilaya d'Aïn Defla ; à l'ouest, elle partage ses limites avec les wilayas de Relizane et de Chlef ; à l'est, elle est adjacente à la wilaya de Médéa ; et au sud, elle est bordée par les wilayas de Tiaret et de Djelfa. La Wilaya de Tissemsilt possède une importance géostratégique notable, agissant comme un carrefour crucial reliant l'est et l'ouest, ainsi que le nord et le sud du pays, marquant une enclave vitale et isolée : \_ 200 km de la capitale Alger, \_ 300 km d'Oran, 119 km de Chlef, \_60 km de Tiaret \_ 180 km de Relizane, 122 km d'Aïn Defla (Fig. 1) (Sadji et all 2021) La nature lithologique se caractérise principalement par des séries sédimentaires principalement jurassique et crétacée en particulier des roches calcaires. En plus, la région peut comprendre des roches magmatiques et métamorphiques formant un socle pour la couverture sédimentaire. Les faciès gréseux peuvent aussi affleurer mais de moindre importance par rapport au faciès carbonaté qui est dominant.

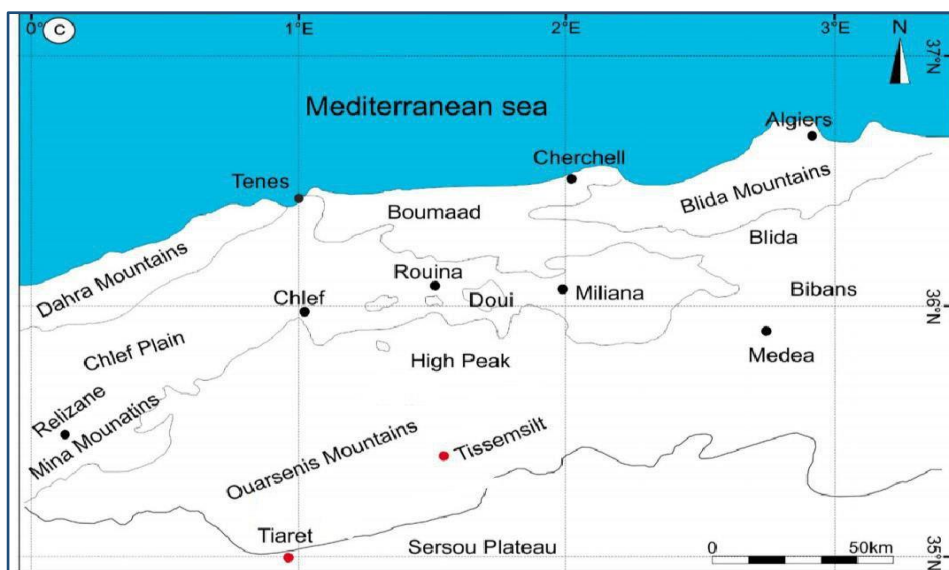


Figure 01 : Localisation des monts de L'Ouarsenis

## 1.2 Localisation de la coupe d'Aïn El Hadjela (Fig 02)

Elle est située à environ 2 km au sud du village minier de Bou Caïd, composée exclusivement d'alternances marno-calcaires à pendage sub-vertical, la succession s'étend le long d'un chemin connecté à la Route Nationale N°6. Du point de vue stratigraphique, cette formation est encadrée à la base par l'Ammonitico Rosso (Formation de Aïn El Hamra, Tchoumatchenco et al, 1995) d'âge Oxfordien (Jurassique supérieur) et au-dessus par flyschschoïde d'El Malaab albo-aptiens (Tchoumatchenco et al, 1995 ; Benyoucef, 2006). Nous sommes intéressés dans cette étude à prospecter la transition Jurassique supérieur et Crétacé inférieur de la coupe de Kef Aïn El Hadjela. (Fig 02)(Cherif et al. 2008)

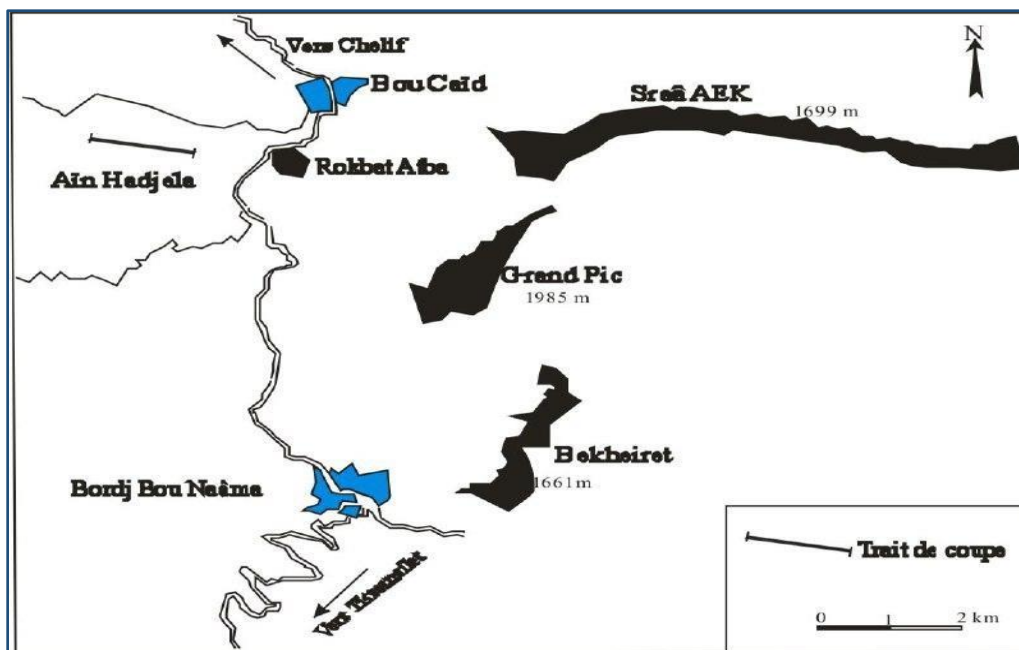


Figure 02 : localisation de la coupe d'Aïn El Hadjela

## 2. Cadre Structural

Les Monts de l'Ouarsenis sont composés d'unités autochtones et allochtones (nappes) qui ont subi un déplacement de plusieurs kilomètres du Nord vers le Sud (Mattauer 1958 ; Polveche 1960 ; Wildi, 1983). La coupe étudiée d'Aïn El Hadjela appartient à la fois aux affleurements autochtones et allochtones simultanément, appelés para-autochtones, avec d'autres unités telles que les affleurements du Kef Sidi Amar. La série sédimentaire du Jurassique supérieur, principalement carbonatée, est constituée de carbonates pélagiques résultant de l'ennoiement de plateformes suite à l'approfondissement du milieu. Selon Santantonio (1994), les PCP Représentent des « hauts fonds sous-marins, fragments noyés d'une plateforme carbonatée

péri-tidale régionale ancestrale (hauts fonds pélagiques sensu Comas et al. 1981 ; Elmi et Ameer, 1984 ; Bice, 1990 ; Winterer, 1991 ; Flügel, 2010). Au Jurassique supérieur, les monts Ouarsenis présentent une transition des dépôts carbonatés benthiques et pélagiques, respectivement dans les zones de Tiaret et de Tissemsilt, vers des dépôts pélagiques condensés. D'après les cartes de Cecca (1999) et Cecca et al. (2005), la zone d'étude se situait à une latitude tropicale comprise au N, ce qui est conforme à la paléo-latitude N° 22 de Van Hinsbergen et al. (2015). Le Jurassique supérieur débute par l'installation des dépôts méogéen méditerranéens Ammonitico rosso d'âge Oxfordien moyen, daté de la Zone à Transverserium à Aïn el Hadjela (Atrops et al. 1994), ainsi que par la Zone à Plicatilis (Cherif et al. 2022) à Djebel Bechtout au Nord de Tiaret.(Fig 03)(Ben hamou 1996)

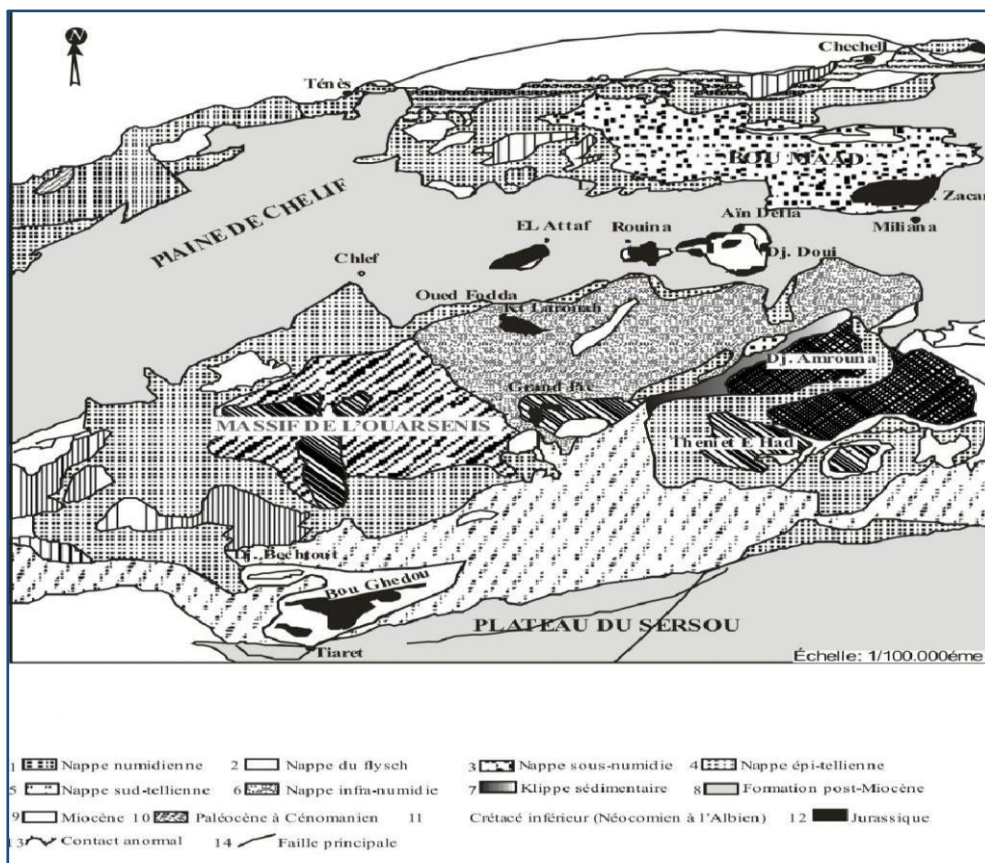


Figure 03 : schéma structural et géologique du massif de l'Ouarsenis

### 3. Historiques des travaux

La géologie de l'Ouarsenis, notamment la stratigraphie du Jurassique supérieur et Crétacé inférieur a fait l'objet de nombreuses études et monographies régionales. Les meilleurs affleurements sont situés dans le Grand Pic, Kef Aïn El Hadjela, Oued Fodda et El-Malaab, et ont été cartographiés et étudiés depuis la fin du 19e siècle (Pomel, 1880 ; Ficheur, 1900 ;

Calembert, 1952 ; Dalloni, 1914, 1936 ; Mattauer, 1958; Polveche, 1960; Atrops et al., 1991; Benest et al., 1993; Tchoumatchenco et al., 1995). Malheureusement, à part quelques mémoires de magistère non publiés thèses (Benyoucef, 2006; Cherif, 2009; Zeghari, 2013) et la contribution de Kentri et al. (2018), aucune révision complète de la série du Crétacé n'a été réalisée ces dernières années. Récemment, une série d'articles ont été publiés sur l'ichnologie la biostratigraphie, en particulier l'intervalle Berriasien-Valanginien (e, g ; Cherif et al. 2021 ; Berrabah et al. 2025).

#### 4. Méthodologie

Nous aborderons et détaillerons les techniques ainsi que les outils employés dans cette étude tout en présentant la lithofacies de la coupe (Fig. 04, 05).

##### 4.1 Lavage

Des expériences en laboratoire ont été menées sur des échantillons de marnes principalement. Environ 100 grammes de chaque échantillon ont été immergés dans l'eau pendant au moins 48 heures avant le lavage ; ensuite les sédiments ont été passés à travers une série de tamis ayant des mailles de 500  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$ , 125  $\mu\text{m}$  et 63  $\mu\text{m}$ . Les résidus sur chaque tamis ont été minutieusement examinés avec une loupe binoculaire pour séparer et identifier les micro-organismes présents.

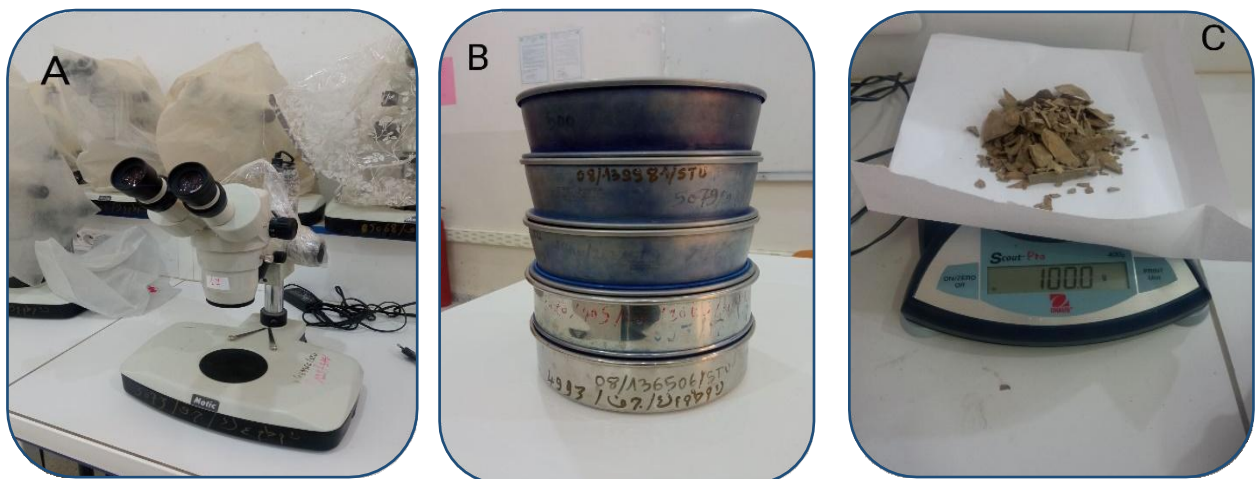


Figure 04 : Le matériel utilisé au laboratoire (A) Microscope binoculaire (B) Les tamis (C) 100 g d'échantillon.

## 4.2 La Calcimétrie

De plus, d'autres échantillons ont été examinés à l'aide d'un Calcimétrie Barnard pour quantifier la teneur en carbonate de calcium ( $\text{CaCO}_3$ ) des sédiments. Cela implique de prendre 0,5 gramme de chaque échantillon et de le réduire en une poudre très fine. Par la suite, il est calibré avec de l'HCl à 5 %. Ces deux méthodes ont également été appliquées sur les 16 niveaux.



Figure 05 : Le matériel utilisé au laboratoire pour l'analyse calcimétrique (D) L'appareil de Calcimeter (E) Balance numérique (F) solution d'HCl 5%.

## **Chapitre 02**

# **Description Lithostratigraphique**

## 1. Introduction

Dans le cadre d'une étude détaillée du Jurassique supérieur- Crétacé inférieur ; cette partie de notre étude est basé sur une description lithostratigraphique détaillée de la coupe de d'Ain El hadjela dans la région de Tissemsilt.

## 2. Description de la coupe d'Ain El hadjela

La série du Jurassique supérieur- Crétacé inférieur, notamment l'intervalle Berriasien-Valanginien constituent la Formation d'Oued Fodda (Tchoumatchenco et al. 1995), composée exclusivement d'alternance calcaire-marne (fig. 05), de texture wackestone-mudstone. Le cadre biostratigraphique du a été présenté par quelques auteurs (e.g, Tchoumatchenco et al. 1995 ; Atrops et al. 1991). Cherif et al. (2021) ont présenté les travaux biostratigraphiques pionniers basés sur les ammonites de la coupe d'Aïn el Hadjela considérée jusqu'à maintenant comme référence pour le Berriasien-Valanginien de l'Algérie. La biostratigraphie des ammonites couvre cinq (05) biozones de l'échelle standard des ammonites méditerranéennes ; il est important de noter que le *Karakaschiceras inostranzewi* n'a pas été enregistré. En se basant sur l'abondance de la boue pélagique, les ammonites, la bioturbation, le milieu a été interprété comme un environnement marin profond.

La description de la coupe de d'Aïn el Hadjela nous a permis de reconnaître du point de vue lithologique la succession de trois (03) formations suivantes :

**Formation 01** : composé par alternance marno-calcaire noduleux rougeâtre, riche en ammonite et bélemnite (niv 01,02) riche en individus des foraminifères avec une diversité forte au niveau des Niveaux 01 et 04 et une faible diversité faible au Niveau 02.



Figure 06 : Bélemnite



Figure 07 : Ammonite

**Formation 02** : une alternance marno-calcaire représentées par les niveaux 05, 08 ,09 à 11 marne et calcaire jaunâtre avec un banc de calcaire verdâtre, ensuite du niveau 12 jusqu'au 18 des alternances marno-calcaire rougeâtre à jaunâtre avec parfois des alternances verdâtre d'épaisseur de 30 cm, contenant des ammonites(niv 08,11) des bancs de calcaires bioturbé parfois avec la présence des belémnites. Lavage des d'échantillons marneux montre une pauvreté de en foraminifères avec la présence parfois de la microfaune d'ostracodes(niv 06)



Figure 08 : Ammonite



Figure 09 : Calcaire bioturbé

**Formation 03** : des alternances de marne et calcaire rougeâtre d'épaisseur de 20 m, du niveau 20 jusqu'à 30 montre la présence des niveaux calcaires bioturbés (niv23), contenant des ammonites, riche en individus des foraminifères avec une diversité moyenne , avec la présence d'ostracodes et bryozoaire(niv20,22).

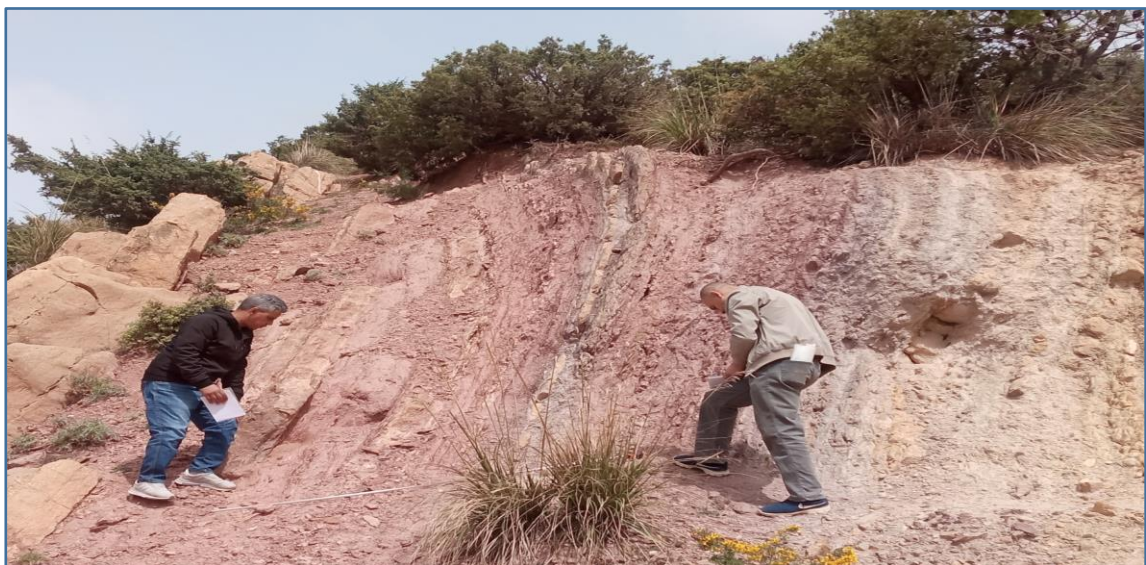


Figure 10 : alternance marne et calcaire rougeâtre

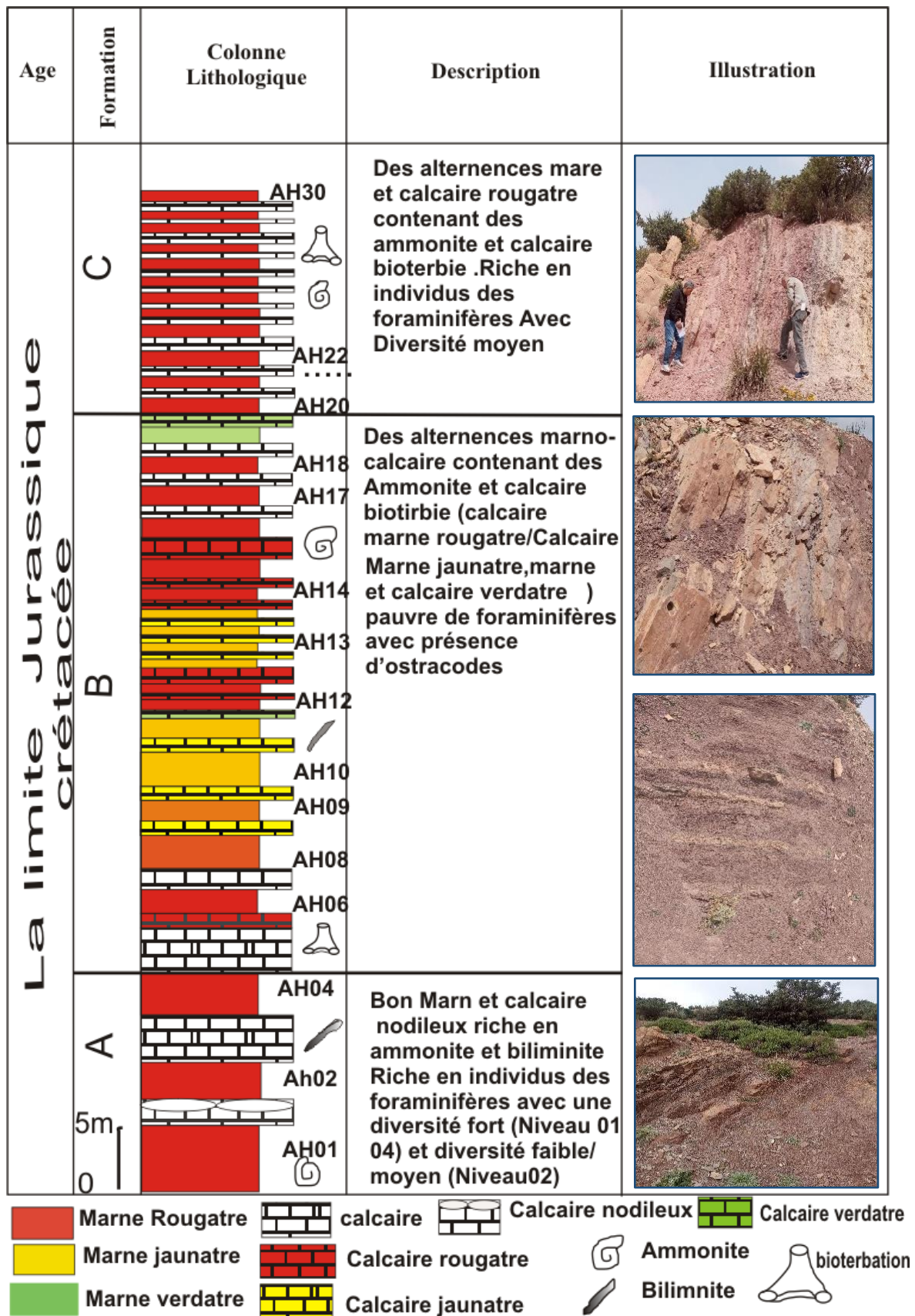


Figure 11 : description de la coupe d'Ain El hadjela (litho facies et macro/micro facies).

# **Chapitre 03**

## **Systematique**

## 1. Introduction

Les foraminifères (Protistes Rhyzopodes) forment le groupe le plus important de microfossiles tant par le nombre des espèces et leur abondance dans les roches que par leur grand intérêt biostratigraphique et paléocologique. La forme et la composition de leurs tests constituent le principal moyen d'identification et de classification des foraminifères. Les tests des foraminifères peuvent être de nature organique, agglutinée (agglutinats de particules terrigènes ou biogènes), carbonatée (biocristaux de calcite ou d'aragonite biominéralisés par l'organisme) et même, mais très dépendant principalement de leur nature propre ainsi que des conditions physico chimiques du milieu sédimentaire dans lequel ils se sont enfouis. La morphologie du test constitue le principal critère de classification actuelle des foraminifères (Loeblich et Tappan, 1998 ; Gupta, 1999).

## 2. Systématique des foraminifères

1/1-*Spirillina infima* (*Spirillina infundibuliformis*)

Règne : Protista

Embranchement : Retaria

Classe : Foraminiferea

Ordre : Spirillinida

Famille : Spirillinidae

Genre : *Spirillina*

Espèce : *Spirillina infima* (d'Orbigny, 1826). ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

Description de *Spirillina infima* : C'est un foraminifère benthique.

Test (coquille) : Enroulé en spirale plane (planispiralé), très fin, souvent en forme de spirale plate ressemblant à un entonnoir (infundibuliforme).

Composition : Test calcaire hyalin Ornementation Généralement lisse.

Chambres : Disposées en spirale autour d'un centre. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Trias supérieur jusqu'à l'actuel.

Niveau : 01, 02,22



Figure 12 : *Spirillina infuna*

1/2- *Spirillina elongata*

Règne Protista

Embranchement Retaria

Classe : Foraminifera

Ordre : Spirillinida

Famille : Spirillinidae

Genre : *Spirillina*

Espèce : *Spirillina elongata* ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))



figure13 : *Spirillina elongata*

Description : C'est un foraminifère marin benthique (vit au fond de la mer), microscopique à test calcaire, caractérisé par forme du test : aplatie, fine, en spirale irrégulière, parfois allongée. test constitué de calcite micro granulaire ou hyaline.

Ouverture : unique, généralement terminale ou latérale.

Taille : très petite, microscopique. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Le Jurassique supérieur jusqu'à l'actuel

Niveau : 01

1/3- *Ophthalmidium* sp

Règne : Protista

Embranchement : Retaria

Classe : Foraminifera

Ordre : Spirillinida

Famille : Ophthalmidiidae

Genre : *Ophthalmidium*

Espèce : *Ophthalmidium* sp Manfred von 1937 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

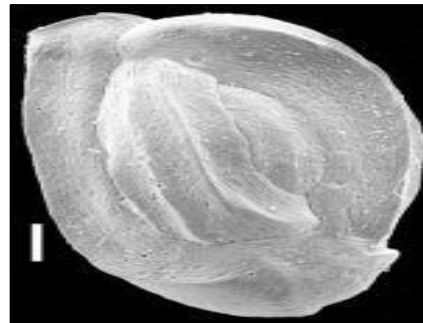


Figure 14 : *Ophthalmidium* sp

Description : C'est un Foraminifère benthique (vivant sur ou près du fond marin).

Test (coquille) : En calcite hyaline (transparente à vitreuse), à paroi fine.

Morphologie : Généralement de forme circulaire à ovoïde, avec des chambres disposées en spirale autour d'un centre, montrant souvent des stries radiales caractéristiques.

Disposition des chambres : Enroulement planispiralé (en spirale sur un seul plan), souvent aplati.

Aperture (ouverture) : Petite et étroite, généralement située en bordure. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Jurassique inférieur à moyen Trias supérieur

Niveau : 01

1/4- *Eoguttulina oolithica*

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Rotaliata

Ordre : Lagenida

Famille : Lagenidae

Genre : *Eoguttulina*

Espèce : *Eoguttulina oolithica* ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))



Figure 15 : *Eoguttulina oolithica*

Description : C'est un foraminifère benthique, c'est-à-dire qu'il vit sur le fond marin. Il se caractérise par sa coquille (test) fine, qui est : Triloculaire ou multi chambrée, disposée de manière linéaire ou légèrement courbée. Composée de carbonate de calcium à paroi calcaire fine. La surface de la coquille est lisse ou légèrement granuleuse. L'ouverture (aperture) est terminale, petite, située à l'extrémité de la coquille. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Crétacé moyen à supérieur, plus précisément : Albien au Cénomanién

Niveau : 01,04

1/5- *Astacolus crepidula*

Règne : Protista

Embranchement : Retaria

Classe : Foraminifera

Ordre : Rotaliida

Famille : Nonionidae

Genre : *Astacolus*

Espèce : *Astacolus crepidula* ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))



Figure 16 : *Astacolus crepidula*

Description :

Test : Test calcaire (calcareuse), opaque.

Forme générale : Test non cloisonné (non septé) ou montrant des loges simples disposées de

manière spiralée irrégulière.

Surface : Parfois irrégulière, ornée de stries ou de reliefs discrets.

Aperture (ouverture) : Simple, souvent marginale ou inclinée. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Crétacé supérieur, plus précisément : Campanien – Maastrichtien

Niveau : 01

1/6-*Glomospira variabilis*

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Textulariia

Ordre : Textulariida

Famille : Ammodiscidae

Genre : *Glomospira*

Espèce : *Glomospira variabilis* (Kübler & Zwingli) em. Oesterle, 1968 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))



Figure 17 : *Glomospira variabilis*

Description : *Glomospira variabilis* est une espèce de foraminifère appartenant à la morphologie spiralée irrégulière. Elle se caractérise par un test (coquille) agglutiné, souvent de forme irrégulière ou variable, d'où le nom "variabilis".

Test : irrégulier, non cloisonné clairement, enroulé de manière désorganisée.

Structure : test agglutiné, formé de grains fins provenant de l'environnement.

Ouverture : souvent simple et peu différenciée. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Paléocène à l'Éocène inférieur, Très fréquente autour de la limite Paléocène/Éocène (limite P/E),

Niveau : 01, 02, 20, 22

1/7-*Haplophragmoides canadensis*

Règne : Protista

Sous-règne : Rhizaria

Embranchement : Foraminifera

Classe : Textulariia

Ordre : Lituolida

Famille : Haplophragmoididae

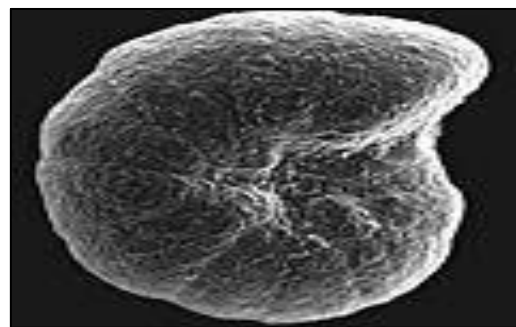


Figure 18 : *Haplophragmoides canadensis*

Genre : *Haplophragmoides*

Espèce : *Haplophragmoides canadensis* J.A. Cushman 1910 (origine du nom : décrit au Canada) ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

Description :

*Haplophragmoides canadensis* est un foraminifère benthique à test agglutiné. Le test (coquille) est généralement subglobulaire à planispiralé. Il est formé de grains de sédiments fins cimentés ensemble. Les chambres sont organisées en spirale, souvent aplaties. L'ouverture (aperture) est terminale ou subterminale. Taille : généralement de petite taille, visible au microscope. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Crétacé supérieur, surtout dans le Campanien – Maastrichtien, extension possible vers le Paléocène

Niveau : 01

1/8-*Dentalina* sp

Règne : Protista (ou Protozoa)

Phylum : Foraminifera

Classe : Tubothalamea

Ordre : Loftusiida

Famille : Dentalinidae

Genre : *Dentalina*

Espèce : *Dentalina* sp Loeblich, A. R., Tappan, H. N., 1987 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

Description : C'est un genre de foraminifères appartenant à la famille Dentalinidae. Il se caractérise généralement par une coquille allongée, cylindrique ou conique, enroulée en spirale longitudinale. La coquille est souvent étirée et composée de chambres successives reliées entre elles par des cloisons internes. La surface externe est généralement lisse ou présente de fines stries transversales ou longitudinales. La taille de la coquille peut varier de quelques microns à plusieurs millimètres selon l'espèce. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Crétacé jusqu'au Miocène.

Niveau : 01,04

1/9-*Bathysiphon scintillata*



Figure19 : *Dentalina* sp

Règne : Protista  
Embranchement : Foraminifera  
Ordre : Astrorhizida  
Famille : non spécifiée  
Genre : *Bathysiphon*

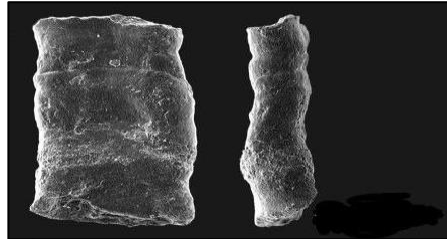


Figure 20 : *Bathysiphon scintillata*

Espèce : *Bathysiphon scintillata* Chamney, 1969 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

Description : *Bathysiphon scintillata* possède un test agglutiné, c'est-à-dire constitué de particules sédimentaires cimentées. Sa forme est allongée et tubulaire, composée d'une seule chambre. L'ouverture est terminale, de forme ovale à réniforme, sans dent, col ni lèvre. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Crétacé inférieur jusqu'à l'actuel

Niveau : 01, 04

1/10-*Glomospira gordialis*

Règne : Protista  
Embranchement : Foraminifera  
Classe : Textulariia  
Ordre : Lituolida  
Famille : Ammodiscidae  
Genre : *Glomospira*



Figure21 : *Glomospira gordialis*

Espèce : *Glomospira gordialis* Jones & Parker, 1860 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : *Glomospira gordialis* est un foraminifère benthique agglutiné caractérisé par :  
Une coquille spiralée (enroulement trochospiral à planispiral irrégulier).  
Une forme allongée et tubulaire, souvent très sinueuse, évoquant une forme de « corde enroulée ». Une chambre unique tubulaire s'enroulant de façon complexe.  
Un test (coquille) faite de particules minérales agglutinées (grains de quartz, silt, etc.).  
C'est un foraminifère agglutinant, c'est-à-dire qu'il construit sa coquille à partir de particules empruntées à son environnement. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Du Crétacé supérieur (Campanien-Maastrichtien) jusqu'au Paléogène (principalement Paléocène – Éocène).

Niveau : 01

1/11-*Rhizammina* sp

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Textulariida

Ordre : Astrorhizida

Famille : Rhizamminidae

Genre : *Rhizammina*

Espèce : *Rhizammina* sp. ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))



Figure22 : *Rhizammina* sp.

La description : *Rhizammina* est un genre de foraminifères benthiques appartenant au groupe des agglutinants. Il est caractérisé par : Une forme tubulaire allongée et ramifiée, souvent irrégulière. Une paroi agglutinée, faite de grains de sédiments liés par une matière organique ou ferrugineuse. Aucune cloison interne : le test est un long tube creux, ouvert à une extrémité.

Taille pouvant atteindre plusieurs centimètres de long, bien que très fine (capillaire).  
Absence de chambre bien délimitée. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org) )

Répartition stratigraphique : De l'Ordovicien à l'Actuel.

Niveau : 02, 04

1/12-*Ammodiscus* sp

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Textulariia

Ordre : Textulariida

Famille : Ammodiscidae

Genre : *Ammodiscus*

Espèce : *Ammodiscus* sp. ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))



Figure 23 : *Ammodiscus* sp.

La description : *Ammodiscus* sp. : est un foraminifère benthique appartenant aux foraminifères agglutinants. Il est caractérisé par : Une coquille agglutinée (formée de particules de sédiments collées entre elles à l'aide d'une sécrétion organique ou calcaire). Une forme généralement spiralée (planispiralée) ou subspiralée, avec des spires libres ou faiblement

enroulées. Test (coquille) allongé ou légèrement courbé, souvent enroulé de manière irrégulière. Pas de cloisonnement interne marqué ; le test est souvent constitué d'un tube unique enroulé en spirale. Ouverture terminale simple, sans structures complexes. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Apparition: Dévonien Présence continue jusqu'à l'Actuel

Niveau : 02

1/13-*Lenticulina* sp

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Globothalamea

Ordre : Lagenida

Famille : Lenticulinidae

Genre : *Lenticulina*

Espèce : *Lenticulina* sp d'Orbigny, Alcide Charles Victor 1826 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : *Lenticulina* sp. : est un foraminifère benthique (vivant au fond des mers) qui possède une coquille (test) calcitique, généralement lenticulaire (en forme de lentille), d'où son nom. Test : Calcitique, imperforé, souvent lisse ou légèrement orné de costulations. Chambres : Disposées de manière plan-spiralée à involute (les dernières chambres recouvrent les précédentes). Suture : Radiale et nette. Aperture : Terminale, simple, souvent en forme de fente.

Taille : Généralement de petite à moyenne taille (0.5 à 2 mm). ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Du Trias supérieur (environ 220 Ma) jusqu'à l'Actuel.

Niveau : 02

1/14-*Quinqueloculina horelli*

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Tubothalamea

Ordre : Miliolida

Famille : Miliolidae



Figure24 : *Lenticulina* sp



Figure 25 : *Quinqueloculina horelli*

Genre : *Quinqueloculina*

Espèce : *Quinqueloculina horelli* ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : *Quinqueloculina horelli* est un foraminifère benthique appartenant à la famille des Miliolidae. Il se caractérise par : Une coquille calcaire imperforée, généralement blanche à jaunâtre. Une forme fusiforme ou légèrement allongée, avec une surface lisse. Une structure de coquille en enroulement Quinqueloculina (cinq loges visibles en spirale). L'ouverture (aperture) est généralement terminale, en forme de fente ou d'arche, souvent avec un denticule (petite dent). ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Miocène au Quaternaire.

Niveau : 02, 20, 22

1/15-Trocholina sp

Règne : Protista

Sous-règne : Protozoa

Embranchement : Retaria

Sous-embranchement : Foraminifera

Classe : Textulariia

Ordre : Loftusiida

Famille : Trocholinidae

Genre : *Trocholina*

Espèce : *Trocholina* sp ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))



Figure26 : *Trocholina* sp

La description : *Trocholina* sp. : est un foraminifère benthique appartenant au groupe des Foraminifères Lituolides. Il se caractérise par : Une coquille spiralée de forme discoïdale ou trochospirale basse. Une chambre initiale suivie de plusieurs tours (enroulements) visibles en vue spirale. Une coquille composée de calcite micro granulaire. Les sutures peuvent être droites ou légèrement arquées. L'ouverture (aperture) est généralement située sur la face périphérique ou ventrale. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Jurassique supérieur jusqu'au Crétacé inférieur.

Niveau : 02, 22

1/16-Bathysifon sp<sub>1</sub>, sp<sub>2</sub>, sp<sub>3</sub>

Règne : Protista

Embranchement : Retaria

Sous-embranchement : Foraminifera

Classe : Tubothalamea

Ordre : Astrorhizida

Famille : Bathysiphonidae

Genre : *Bathysiphon*

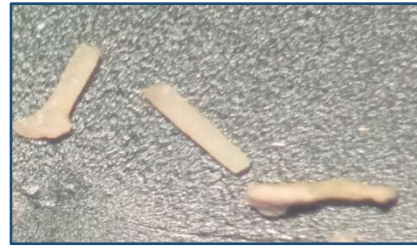


Figure27 : *Bathysiphon* sp

Espèce : *Bathysiphon* sp<sub>1</sub>, sp<sub>2</sub>, sp<sub>3</sub> ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : *Bathysiphon* est un genre de foraminifères benthiques appartenant aux foraminifères agglutinés. Il est caractérisé par : Une coquille tubulaire allongée, non septée (non cloisonnée), souvent simple ou légèrement courbée. Une structure agglutinée, composée de particules de sédiments collées ensemble par un ciment organique ou ferrugineux. Il vit enfoncé dans les sédiments, souvent en position horizontale ou inclinée. C'est un foraminifère géant, pouvant atteindre plusieurs centimètres. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Du Dévonien Jusqu'à l'actuel

Niveau : 04

1/17-*Glomospira* sp

Règne : Protista

Embranchement : Retaria

Classe : Foraminifera

Ordre : Textulariida

Famille : Ammodiscidae



Figure 28 : *Glomospira* sp.

Genre : *Glomospira*

Espèce : *Glomospira* sp. ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : *Glomospira* sp. : est un foraminifère benthique agglutiné caractérisé par : Une coquille (test) spiralée à enroulement irrégulier ou pseudo-trochoïdal. Une composition agglutinée, faite de grains de quartz ou autres particules minérales cimentées.

Les loges (chambres) sont peu distinctes et s'enroulent autour d'un axe sans disposition très régulière.

Taille : généralement de quelques centaines de microns à quelques millimètres.  
Ouverture terminale souvent mal définie. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Paléocène jusqu'à l'Actuel

Niveau : 04

1/18-*Hormosina* sp

Règne : Protista

Embranchement : Retaria

Classe : Foraminifera

Ordre : Textulariida

Famille : Hormosinidae

Genre : *Hormosina*

Espèce : *Hormosina* sp. Brady, 1879 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))



Figure29 : *Hormosina* sp.

La description : *Hormosina* sp. : est un foraminifère benthique appartenant à la famille des Hormosinidae. Il se caractérise par : Un test (coquille) allongée, composée de plusieurs chambres disposées en série linéaire ou légèrement arquée. Une coquille agglutinée, c'est-à-dire formée de grains de sédiments cimentés ensemble. Une ouverture terminale, simple, souvent arrondie. Une texture généralement rugueuse, et une couleur brunâtre à grise. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Dévonien supérieur jusqu'à l'actuel.

Niveau : 04

1/19-*Hypermmina* sp

Règne : Protista

Sous-règne : Rhizaria

Phylum : Retaria

Classe : Foraminifera

Ordre : Textulariida

Famille : Hormosinidae

Genre : *Hypermmina*



Figure30 : *Hypermmina* sp

Espèce : *Hypermmina* sp Brady, Henry Bowman 1879 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : *Hypermmina* est un genre de foraminifères appartenant à la famille des Hormosinidae, elle-même incluse dans l'ordre des Textulariida. Les spécimens de ce genre se caractérisent par : Un test (coquille) agglutinée, formée de particules de sable ou de sédiments collés. Une coquille généralement allongée ou de forme tubulaire. Plusieurs chambres (chambers) disposées en série linéaire ou de manière irrégulière. Une ouverture (aperture) souvent terminale. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Du Dévonien jusqu'à Holocène.

Niveau : 04

1/20-*Lenticulina subalata*

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Nodosariata

Ordre : Vaginulinida

Famille : Vaginulinidae

Genre : *Lenticulina*

Espèce : *Lenticulina subalata* (Reuss, 1854) ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : C'est un foraminifère benthique, Cette espèce se distingue par sa coquille calcaire lenticulaire, avec des chambres disposées en spirale et une surface lisse à finement ornée. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Jurassique moyen à supérieur jusqu'au créacé supérieur.

Niveau : 20

1/21-*Eoguttulina* sp

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Rotaliata

Ordre : Rotaliida

Famille : Guttulinidae

Genre : *Eoguttulina*

Espèce : *Eoguttulina* sp Collins, E.S., Kuhnt, W. and Scott, D.B.,1996 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : foraminifère marin benthique.

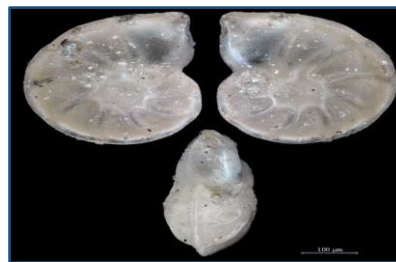


Figure31 : *Lenticulina subalata*



Figure32 : *Eoguttulina* sp

Test (coquille) : petit, libre, calcaire hyalin (translucide), généralement en forme de bivalve ou globulaire, parfois légèrement allongé. Chambres : disposées de manière trochospirale à planispiral, avec une forme souvent arrondie ou ovale. Ornementation : la surface du test est généralement lisse, sans costulations marquées. Aperture (ouverture) : simple, en forme d'arche ou fente, souvent bordée d'un rebord ou d'un collet. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Crétacé supérieur (Campanien) jusqu'au Paléogène.

Niveau : 20, 22

1/22-*Quinqueloculina* sp

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Tubothalamea

Ordre : Miliolida

Famille : Miliolidae

Genre : *Quinqueloculina*

Espèce : *Quinqueloculina* sp. Alcide Charles Victor 1826 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

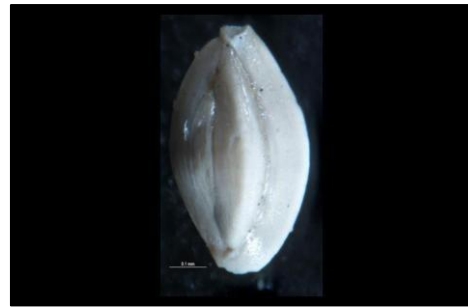


Figure33 : *Quinqueloculina* sp

La description : *Quinqueloculina* est un genre de foraminifères benthiques caractérisé par un test (coquille) calcitique imperforée, souvent de couleur blanche. Le test est microscopique, généralement de forme ovale à allongée, avec une structure miliolidale. Les loges sont disposées selon un schéma quinqueloculiné (cinq loges visibles), et l'ouverture (aperture) est terminale, souvent entourée de dents ou de lèvres. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Du Jurassique supérieur à l'actuel.

Niveau : 20

1/23-*Glomospirella geultina*

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Textulariia

Ordre : Textulariida

Famille : Ammodiscidae



Figure34 : *Glomospirella geultina*

Genre : *Glomospirella*

Espèce : *Glomospirella geultina* Berthelin, 1880 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : *Glomospirella geultina* est un foraminifère benthique, primitif à test non cloisonné. Il se caractérise par : Un test (coquille) non septée Une forme spiralée ou quasi-spiralée Une paroi composée de matériau agglutiné (agglutinée), c'est-à-dire constituée de particules minérales ou organiques liées par une substance collante (protéique ou siliceuse) Des ouvertures (apertures) peu visibles ou absentes. ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Permien-Trias inférieur.

Niveau : 22

1/24-Glomospirella sp

Règne : Protista

Embranchement : Foraminifera

Classe : Textulariia

Ordre : Textulariida

Famille : Ammodiscidae



Figure35 : *Glomospirella* sp

Genre : *Glomospirella*

Espèce : *Glomospirella* sp Plummer, 1945 ([mikrotax.org](http://mikrotax.org))

La description : *Glomospirella* sp. : est un foraminifère benthique appartenant au groupe des Textulariina, caractérisé par une coquille (test) agglutinée, souvent composée de particules sédimentaires collées entre elles. Forme : Test spiralé involuté ou partiellement évolué, généralement planispiralé. Structure : Coquille composée de grains agglutinés, parfois avec une muraille fine et mal triée. Ouverture : Unique, terminale ou subterminale. Taille : Généralement de petite taille (quelques centaines de microns à quelques millimètres). ([marinespecies.org](http://marinespecies.org))

Répartition stratigraphique : Jurassique au Crétacé

Niveau : 22

# **Chapitre 04**

## **Résultats et Discussion.**

## 1. Introduction

Dans ce chapitre on se base la discussion des résultats obtenus par l'étude systématique des foraminifères en comparaison avec les résultats de Calcimétrie de la coupe pour faire des interprétations biostratigraphiques et paléoenvironnementales.

## 2. Résultats et Interprétation

### 2.1 analyse calcimétrique

Tableau de résultats de la Calcimétrie.

Echantillon	T01= 3minute	T02= 5minute	T03= 10minute	Ca CO Gramme	Le pourcentage T=10 min
AH01	63	61,5	58	0,25	50%
AH I	28	28	28	0,125	25%
AH02	71	71	70	0,31	62%
AH04	67	67	69	0,30	60%
AH06	74	74	74	0,33	66%
AH08	52	52	52	0,23	46%
AH09	07	7,5	08	0,03	06%
AH10	34,5	34,5	34,5	0,15	30%
AH12	45,5	45,5	45,5	0,20	40%
AH13	30	30	30	0,13	26%
AH14	32	32	32	0,14	28%
AH17	36	36	36	0,16	32%
AH18	59	59	59	0,26	52%
AH20	65,5	65,5	65,5	0,29	58%
AH22	53	53	53	0,23	46%
AH30	02	2,5	2,5	0,01	02%

Des échantillons ont été prélevés et la teneur en carbonate de calcium a été mesurée et enregistrée à 3, 5 et 10 minutes. Ca CO<sub>3</sub> (g) : Quantité de carbonate de calcium en grammes. Ca CO<sub>3</sub> (%) : Le pourcentage de carbonate de calcium dans chaque échantillon. Analyse générale :

- Échantillons : les plus riches en Ca CO<sub>3</sub> :

AH06 : Contient 0,33 g de Ca CO<sub>3</sub>, soit 66 %.

AH02 : Contient 0,31 g de Ca CO<sub>3</sub>, soit 62 %.

AH04 : Contient 0,30 g de Ca CO<sub>3</sub>, soit 60 %.

Ces échantillons sont riches en carbonates, indiquant une origine géologique de calcaire ou de dolomie.

- Échantillons avec la plus faible teneur en Ca CO<sub>3</sub> :

AH30 : Contient seulement 0,01 gramme de Ca CO<sub>3</sub>, soit 2 %.

AH09 : Contient 0,03 g de Ca CO<sub>3</sub>, soit 6 %.

Ces échantillons sont très pauvres en carbonates et sont probablement d'origine argileuse ou sableuse.

- Stabilité des lectures (T01 à T03) :

La plupart des échantillons présentent des lectures stables dans le temps, comme AH06 (74, 74, 74) ou AH14 (32, 32, 32).

Cela indique une réaction complète et homogène avec l'acide utilisé dans le test.

- Échantillons de concentration moyenne :

Par exemple, AH08 et AH22 ont une teneur en Ca CO<sub>3</sub> d'environ 46 % à 48 %.

Il présente une présence modérée de carbonates, indiquant un mélange de matériaux argileux et carbonatés.

## 2.2 Répartition des foraminifères dans la coupe de Dj Hadjela

Les niveaux étudiés au niveau de la limite Jurassique supérieur-crétacé inférieur (Tithonien-Bérriasien) de la coupe de Aïn el Hadjela sont notés N1, 2, 4, 6, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 22 et 30. Seulement cinq niveaux ont livré des foraminifères, chacun présente une abondance et une diversité variable. La liste comporte les taxons des foraminifères suivants : **Niveau (AH1)** : Riche en individus des foraminifères et diversité élevée, représentés par les espèces suivants : *Spirillina infuna*, *Spirillina elongata*, *Ophthalmidium sp*, *Eoguttulina Oolithica*, *Astacolus crepidula*, *Glomospira Variabilis*, *Haplophragmoides canadensis*, *Dentalina sp*, *Bathysiphon Scintillata*, *Glomospira gordialis*.

**Niveau(AH2) :** Riche en individus des foraminifères avec une diversité faible à moyenne. Le résidu représente d'autres groupes de microfaunes tels que : ostracodes, des dents de poissons. Les principaux foraminifères sont dominés par les espèces : *Rhizammina sp*, *Ammodiscus sp*, *Spirillina infuna*, *Glomospira Variabilis*, *Lenticulina sp*, *Quinqueloculina horelli*, *Trocholina sp*.

**Niveau(AH4) :** Riche en espèces : *Eoguttulina Oolithica*, *Dentalina sp*, *Bathysiphon Scintillata*, *Bathysiphon sp<sub>1</sub>*, *sp<sub>2</sub>*, *sp<sub>3</sub>*, *Rhizammina sp*, *Glomospira sp*, *Hormosina sp*, *Hypermmina sp*.

**Niveau(AH20) :** Faible abondance et une faible diversité des foraminifères, présence des ostracodes, les foraminifères sont représentés par : *Lenticulina sublata*, *Eoguttulina sp*, *Glomospira Variabilis*, *Quinqueloculina horelli*, *Quinqueloculina sp*.

**Niveau(AH22) :** Riche en individus et diversité moyenne des foraminifères : *Eoguttulina sp*, *Spirillina infuna*, *Trocholina sp*, *Glomospirella geultina*, *Glomospirella sp*, *Glomospira Variabilis*, *Quinqueloculina horelli*, *Quinqueloculina sp<sub>1</sub>*, *sp<sub>2</sub>*.

### 2.3 Répartition stratigraphique des foraminifères

La figure (Fig. 36) représente la répartition stratigraphique des foraminifères de la coupe du Dj Hadjela. On a constaté la présence des trois intervalles : **(1)** de AH 01 à AH 04 elle contient également les foraminifères suivants : *Eoguttulina oolithica*, *Spirillina infuna*, *Spirillina elongata*, *Ophthalmidium sp*, *Eoguttulina Oolithica*, *Astacolus crepidula*, *Glomospira Variabilis*, *Haplophragmoides canadensis*, *Dentalina sp*, *Bathysiphon Scintillata*, *Glomospira gordialis*, *Bathysiphon sp<sub>1</sub>*, *sp<sub>2</sub>*, *sp<sub>3</sub>*, *Hormosina sp*, *Hypermmina sp*, *Rhizammina sp*, *Ammodiscus sp*, *Spirillina infima*, *Lenticulina sp*, *Quinqueloculina horelli*, Indique l'âge de Tithonian.

L'intervalle **(2)** d'AH 05 à AH 20 caractérisé par l'absence totale des foraminifères.

L'intervalle **(3)** d'AH 20 à AH 22 caractérisée par les foraminifères : *Eoguttulina sp*, *Lenticulina sublata*, *Eoguttulina sp*, *Glomospira Variabilis*, *Quinqueloculina horelli*, *Quinqueloculina sp*, *Spirillina infuna*, *Trocholina sp*, *Glomospirella geultina*, *Glomospirella sp*, *Quinqueloculina horelli*, *Quinqueloculina sp<sub>1</sub>*, *sp<sub>2</sub>*. Les résultats de cette intervalle restent à compléter par d'autres études pour confirmer l'âge (Crétacé inférieure ?).

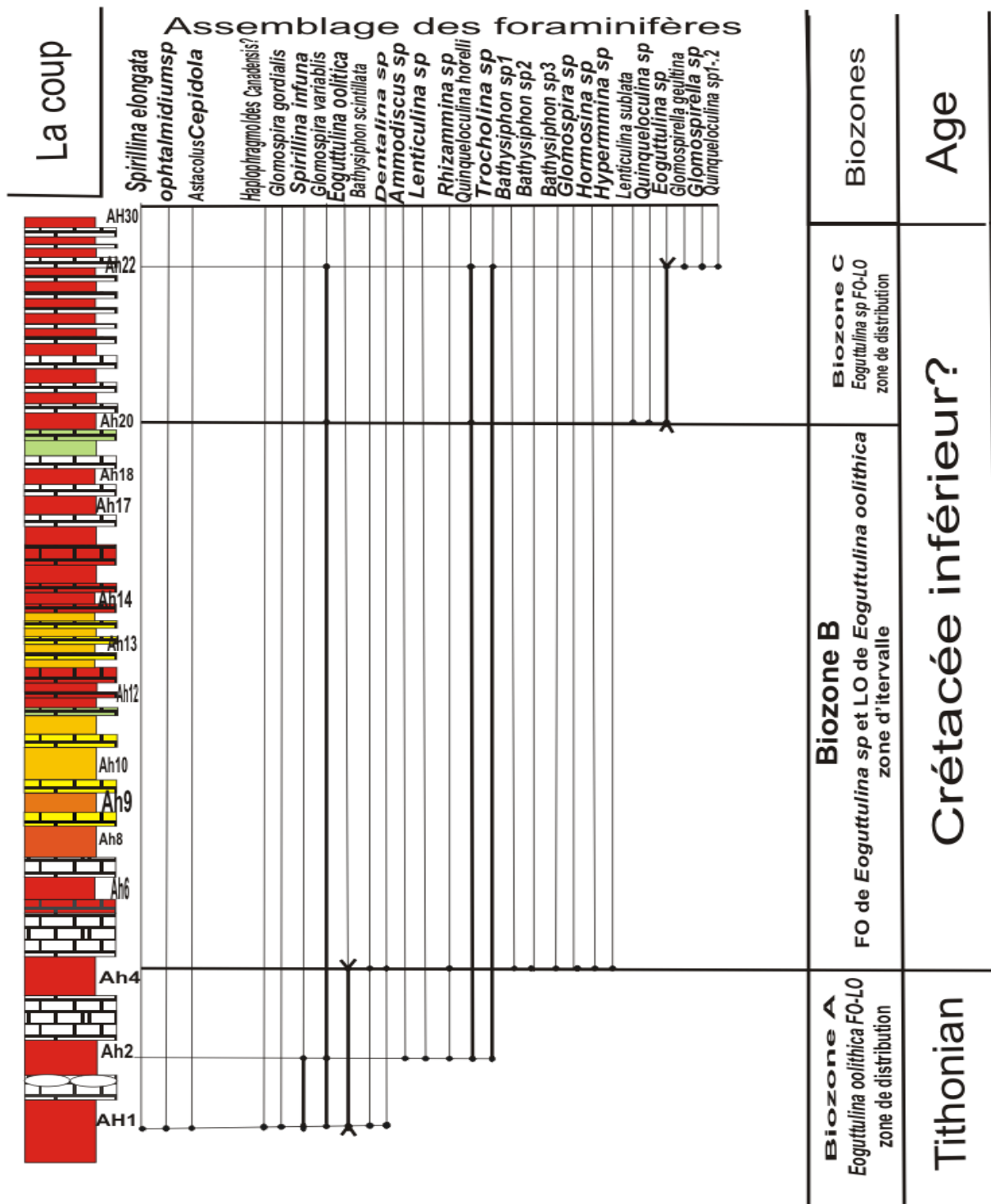


Figure36 : La répartition stratigraphique des foraminifères

### 3. Paléoenvironnement

#### 3.1 Les conditions environnementales

Les foraminifères sont des micro-organismes unicellulaires appartenant au règne des protistes, largement répandus dans les milieux marins. Dotés de tests (coquilles) souvent calcaires, ils jouent un rôle fondamental dans les écosystèmes aquatiques et dans l'enregistrement des conditions environnementales passées. Leur mode de vie varie selon qu'ils soient planctoniques, flottant dans la colonne d'eau, ou benthiques, vivant au fond des mers et des océans. Les foraminifères sont sensibles à divers facteurs physico-chimiques, tels que la température, la salinité, la profondeur, et la concentration en oxygène dissous. Ces paramètres influencent leur distribution, leur diversité, ainsi que leur morphologie. Étudier les conditions de vie des foraminifères permet non seulement de mieux comprendre leur écologie, mais aussi peuvent être utilisés comme indicateurs de milieu (bathymétrie, essentiellement).

#### 3.2 Interprétation paléocéologique (Fig. 37)

L'analyse détaillée de la microfaune de foraminifères, le taux de CaCO<sub>3</sub> et les données sédimentologiques de la coupe permet de distinguer les environnements suivants (Fig. 09) :

- Intervalle (1) : La dominance de foraminifères agglutinants comme *Bathysiphon*, *Glomospira* et *Rhizammina* indique un fond pauvre en oxygène, typique d'un environnement dépourvu de lumière, souvent profond (>200 m). Le taux élevé de CaCO<sub>3</sub> un dépôt distal, souvent en contexte marin profond à moyennement profond.

- Intervalle (2) : caractérisé par des teneurs moyennes en CaCO<sub>3</sub> mais par une absence totale de foraminifères, traduit probablement des conditions paléoenvironnementales stressantes pour la microfaune. Il pourrait s'agir d'un environnement anoxique profond, d'un milieu mal oxygéné, ou d'un bassin restreint hypersalé, où la précipitation du carbonate est d'origine physico-chimique plutôt que biogénique.

- L'intervalle 3 : La coexistence de foraminifères agglutinants et calcaires indique un paléoenvironnement de transition entre des zones plus profondes et des zones mieux oxygénées. Les données microfauniques plus les taux de CaCO<sub>3</sub> reflète un milieu marin ouvert, probablement de plateforme externe à bathyal peu profond, soumis à des conditions modérément stables, avec une oxygénation variable.

-

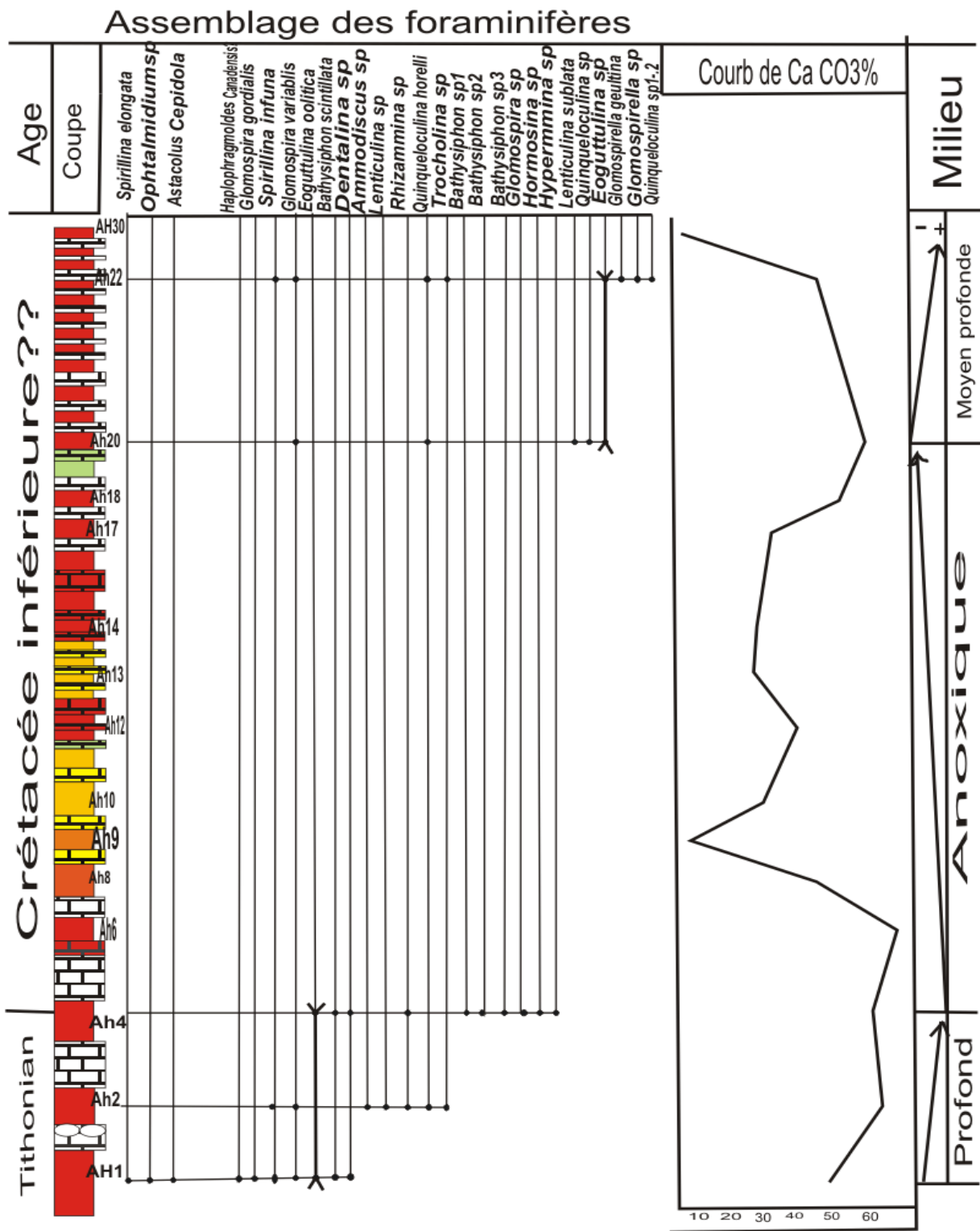


Figure 37 : la Répartition verticale des foraminifères et le taux de carbonate de calcium dans la coupe de Djebel Hadjela.

## Conclusion Générale

Ce travail représente une contribution scientifique majeure à la compréhension des dynamiques biologiques et environnementales ayant marqué la transition Jurassique–Crétacé dans la région d'Aïn El Hadjela (Bou Caïd, Tissemsilt). À travers l'analyse détaillée de la répartition stratigraphique et paléoenvironnementale des foraminifères, trois intervalles distincts ont pu être identifiés, chacun reflétant des conditions de sédimentation spécifiques.

L'intervalle 1 révèle un assemblage diversifié dominé par des foraminifères agglutinants et calcarés, traduisant un environnement bathyal à néritique profond, relativement stable mais marqué par une oxygénation variable. L'intervalle 2, en revanche, est caractérisé par une absence totale de foraminifères malgré une teneur moyenne en CaCO<sub>3</sub>, indiquant un milieu anoxique ou dysoxique, peu favorable à la vie benthique, probablement en lien avec une stratification de la colonne d'eau ou une stagnation prolongée. Enfin, l'intervalle 3, avec un assemblage plus riche et varié (notamment *Eoguttulina*, *Lenticulina*, *Quinqueloculina*, *Glomospira*, *Glomospirella*, *Spirillina*), reflète un retour progressif à des conditions plus oxygénées et écologiquement plus équilibrées, suggérant une possible attribution au Crétacé inférieur, sous réserve de confirmation par d'autres données biostratigraphiques et géochronologiques.

Les analyses intégrant la calcimétrie, la morphotypie des tests, et les observations microscopiques, ont mis en évidence une corrélation claire entre la teneur en carbonate de calcium et la diversité des foraminifères, soulignant l'influence des conditions biogéochimiques sur la microfaune.

Malgré certaines limitations (lacunes stratigraphiques locales ou rareté ponctuelle de microfossiles), les résultats obtenus renforcent la valeur de cette coupe comme référence régionale pour la reconstitution des environnements marins de la marge sud-téthysienne. Ils soulignent également l'importance des microfossiles comme indicateurs sensibles des variations paléoenvironnementales.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**ATROPS F., BENEST M& BENOSMAN B. (1991a)**-Nouvelles données sur le Malm-Berriasien du Grand Pic de L'Ouarsenis (Bassin du tell, Algérie), série de référence de méditerranéen occidental. C. R. Acad. Sci. Paris, t312, Séri II.

**ATROPS F., BENEST M., ALMERAS Y& BENOSMAN B. (1991b)**-Découverte et dynamique d'une transgression au Callovien sur le socle tardihercynien dans le domaine Sud - tellien (Ouarsenis, Algérie). C. R. Acad. Sci. , Paris, t313, Séri II.

**BENCHERIF M. (1980)**-Géologie de chaines hercyniennes et alpines d'Algérie. Edition du CNRS. Algérie .p 137.

**BENHAMOU M. (1996)**-Evolution tectono-eustatique d'un bassin de Téthys maghrébine : l'Ouarsenis (Algérie) pendant le jurassique inférieure et moyen. Thèse. Doct. Etat. Univ. Oran, 434p, 139 fig., 27pl.

**BENYOUCEF M. (2006)**-Les flysch albo-aptiens de l'Ouarsenis (Algérie de Nord) : Aspect sédimentologie et reconstitution paléogéographique Thèse Magister, Université Oran, 170p, 52 fig.5 pl.

**CALEMBERT L. (1952)**-Massif culminant de l'Ouarsenis. XIXème Congr. Géol. Inter. , Alger, 1,3.

**CHERIF A., BENDELLA M., BENHAMOU M., BENYOUCEF M& BERRABAH A. (2008)**- les zoophycos dans du crétacé inférieur de «la formation d'Ain Hadjela » (Ouarsenis, Algérie occidentale) : conséquences anoxiques et paléo environnementales. Third. Inter. Conf. Aswan. Téthys. Aswan, Egypt.

**CHERIF A. (2008)**- le crétacé inférieur d'Ain Hadjela : bio stratigraphie et dynamique sédimentaire (Ouarsenis, Algérie occidentale). Thèse Magister, Université Oran, p17 et p33.

**DALLONI M. (1914)**-Le néocomien bathyal dans l'ouest de l'Algérie .C. R. As. Sc., Paris, t, 158, p. 1383.

**DALLONI M. (1936)**-Matériaux pour l'étude géologique du massif de l'Ouarsenis. Bull. Soc. Géol. Algérie. Alger. 2é sér. , n°13.

**FICHEUR E. (1900)**-le crétacé inférieur dans le massif de Matamas (Alger).Bull. Soc. Géol. France., (3), t.28, pp. 590-596.

**MATTAUER M. (1958)**-Etude géologique de l'Ouarsenis oriental (Algérie). Bull. Serv. Géol. Algérie. , n. Ser. n°17. Mong. Rég, 534 p. pp 291-293.

**POMEL A. (1980)**-Carte géol. Prov. De l'Algérie. 2° édition 1/800.000. Publ. Serv. Carte géol. Algérie, N. S., 24 ; 96p.

**POLVECHE J. (1960)**-Contribution à l'étude géologique de l'Ouarsenis. Publ. Serv. Carte Géol. Algérie, N. S., 24, 96p.

**SADJI R. MUNNECKE A. BENHAMOU M. ALBIRTI M. BELKHEDIM S. RAMDANE N. (2021)** - Late Jurassic temperatures for the southern Tethyan margin based on belemnites  $\delta^{18}O$  from the Ouarsenis Mountains, north western Algeria. Elsevier.vol18, p2.

TCHOUMACHENCO P., NICOLOV T., KOZHOUKHAROV D., BENEV B., GOCEV V., KATZKOV N., KHRISCHEV KH., NOEV M., NICOLOV Z., SLAVOV I., TOÏTCHEVT Z & ZIDAROV N. (1995)-Le Crétacé inférieur dans les monts de l'Ouarsenis et les monts de tiaret (Algérie du Nord). Géol.Balcanica. Sofia, 22(2), pp.27-59.10 fig.

**TCHOUMACHENCO P & KHRISCHEV KH. (1992a)** - Le Jurassique dans les monts de Tiaret et de l'Ouarsenis occidental (Algérie). Stratigraphie. Géol. Balcanica. Sofia, 22-5, pp. 29-39, 10 fig.

**WILDI W. (1983)**-La Chain tello-rifaine (Algérie, Maroc, Tunisie : structure, stratigraphie et évolution du trait au miocène Rév. Gol. Dyn. Géol., Paris, n°3, p.201-298.

**Brady, Henry Bowman 1879.** Notes on some of the reticularian Rhizopoda of the "Challenger" expedition. Quarterly Journal of Microscopical Science, 19: 20–63.

**Alcide Charles Victor. (1826).** Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. Annales des Sciences Naturelles, Paris, 7: 245–314.

<https://www.marinespecies.org/foraminifera/aphia.com>

<https://www.mindat.org/taxon-7680183.html?utm.com>

<https://www.elsevier.com/locate/paleo>

<https://www.mikrotax.org/pforams/.com>