

**UNIVERSITÉ ABOU BEKR BELKAÏD - TLEMCEM  
FACULTÉ DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE,  
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

**DÉPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS**

N) : /STU/2020

**THÈSE**

présentée par

**MENNAD Abdelkader**

en vue de l'obtention du

**Diplôme de Doctorat en Sciences de la Terre et de l'Univers**

**Option:**

**Environnements Continentaux et Margino-Littoraux – Risques Naturels**

**Stratigraphie et sédimentologie  
des terrains crétacés et paléogènes  
de l'Atlas Saharien occidental (Algérie)**

**Soutenue le 24-11-2020**

**Devant le jury composé de :**

<b>Abderrezak BOUANANI</b>	<b>Professeur</b>	<b>Université de Tlemcen</b>	<b>Président</b>
<b>Mustapha BENSALAH</b>	<b>Professeur</b>	<b>Université de Tlemcen</b>	<b>Directeur de thèse</b>
<b>Rodolphe TABUCE</b>	<b>CR-CNRS</b>	<b>Université de Montpellier</b>	<b>Co-directeur de thèse</b>
<b>Bouhameur MANSOUR</b>	<b>Professeur</b>	<b>Université Oran 2</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mhammed MAHBOUBI</b>	<b>Professeur</b>	<b>Université Oran 2</b>	<b>Examineur</b>
<b>Mohammed ADACI</b>	<b>M. Conf.</b>	<b>Université de Tlemcen</b>	<b>Examineur</b>

**Année universitaire 2019-2020**

## Résumé

Cette thèse porte sur l'étude stratigraphique, paléontologique, sédimentologique et paléobiogéographique des terrains crétacés et paléogènes de l'Atlas Saharien occidental (Monts des Ksour, Algérie). Quatre coupes lithologiques ont été levées, appuyées par des prélèvements d'échantillons de roches meubles et dures. Les coupes sont réparties sur deux secteurs : les coupes de Hassi Djeifa et de l'Oued Retem dans le secteur de Forthassa, et celles de l'Oued Tafarahit et de l'Oued Kherouaa dans le secteur de Rhelida-Tismert.

À Hassi Djeifa (secteur de Forthassa), la coupe levée est représentée par deux formations superposées : la Formation de Mdaouer puis la Formation de Rhoundjaïa. La Formation de Mdaouer comprend des marnes rougeâtres ou verdâtres, des calcaires et des grès chenalisés tandis que la Formation de Rhoundjaïa marquée par une dalle « muraille » de calcaire dolomitique à silex. Les niveaux marneux de la partie supérieure de la Formation de Mdaouer ont révélé la présence des restes de vertébrés et d'invertébrés : chondrichthyens (rajiformes), actinoptérygiens (pycnodontiformes), ostracodes, gastéropodes et bivalves, parfois associés à des gyrogonites de charophytes. La faune de chondrichthyens représentée par deux espèces biostratigraphiques : *Mafdetia tibniensis* et *Baharipristis bastetiae* permet d'attribuer un âge cénomanien inférieur pour la Formation de Mdaouer.

Au niveau de l'Oued Retem, la série détritique est subdivisée en deux unités : unité grés-argileuse inférieure surmontée par une autre unité grés-argileuse supérieure coiffée par une mince carapace calcaire. Les grès et les argiles rouges de l'Oued Retem pourraient être rattachés au Campanien-Maastrichtien par similitude lithofaciologique ainsi la proximité géographique à des niveaux bien datés.

Sur le plan paléoécologique, l'assemblage floristique et faunistique de Hassi Djeifa (notamment les ostracodes) sont caractéristiques d'un milieu dulçaquicole à mésohalin, la salinité fluctue au gré des marées (entre 0 et 18 ‰). L'étude sédimentologique a permis de distinguer quatre faciès au niveau de la série de Hassi Djeifa, ils indiquent un environnement de plaine côtière sporadiquement influencé par des courants de marées. Les batomorphes (*Mafdetia tibniensis* et *Baharipristis bastetiae*) permettent de déterminer un échange faunistique Est-Ouest sur la marge méridionale de la Téthys.

La Formation détritique de l'Oued Tafarahit est composée de microconglomérats, de grès et d'argiles. Les quatre termes argileux du membre supérieur de la Formation de l'Oued

Tafarahit renferment des restes d'actinoptérygiens (osteoglossiformes et characiformes), d'ostracodes et de microgastéropodes, associés à des gyrogonites de charophytes en très bon état de conservation. Cette microflore (*Maedleriella cristellata*, *Peckichara atlasensis*, *Nitellopsis (Tectochara) thaleri*, *Lamprothamnium papulosum* et *Grovesichara*) associée à des ostracodes nous a permis d'assigner un âge yprésien inférieur pour la Formation de l'Oued Tafarahit.

La série sédimentaire de l'Oued Kherouaa est représentée par une succession de conglomérats, de grès et d'argiles. Elle est aussi subdivisée en deux unités superposées : unité inférieure dominée par des conglomérats, et unité supérieure dominée par des grès massifs. Les bancs gréseux et conglomératique sont bien redressés, (selon le pendage des marno-calcaires de Tismert), cela nous permet d'envisager un âge éocène inférieur ou moyen en concordance avec la phase tectonique atlasique.

La paléocéologie des ostracodes yprésiens est caractérisée dans l'intervalle dulçaquicole à euhalin où la salinité oscille de 0 à 35 ‰. Les données sédimentologiques et paléontologiques ont permis de distinguer trois faciès, et indiquent un environnement fluvio-lacustre. Les charophytes nous ont permis de mettre en évidence une relation paléobiogéographique entre les bassins éocènes voisins et ceux de l'Europe du Sud. Cependant, les actinoptérygiens (*Alestini* et *Heterotis*) témoignent de l'existence d'un lien hydrographique entre les bassins paléogènes via la plaque arabo-africaine.

**Mots-clés :** Algérie ; Atlas Saharien occidental ; Crétacé ; Paléogène ; Paléoenvironnement ; Chondrichthyens ; Actinoptérygiens ; Ostracodes ; Charophytes ; Paléobiogéographie.

## Abstract

This thesis deals with the stratigraphical, paleontological, sedimentological and paleogeographical study of the cretaceous and paleogenes terrains of the wester saharan Atlas (Ksour Mountains, Algeria). Four lithological sections have been lifted, to pressed by samples of loose and hard rock. The sections are divided into two sectors: the Hassi Djeifa and Oued Retem sections in the Forthassa sector, and those of Oued Tafarahit and Oued Kherouaa in the Rhelida-Tismert sector.

In Hassi Djeifa (Forthassa sector), the lifted section is represented by two superimposed formations: the Mdaouer Formation then the Rhoundjaïa Formation. The Mdaouer Formation includes reddish or greenish marls, limestones and channeled sandstones while the Rhoundjaïa Formation marked by a “wall” slab of dolomitic limestone with flint. The marly levels of the upper part of the Mdaouer Formation revealed the presence of the remains of vertebrates and invertebrates: chondrichthyans (rajiformes), actinopterygians (pycnodontiformes), ostracods, gastropods and bivalves, sometimes associated with gyrogonites of charophytes. The chondrichthyan fauna represented by two biostratigraphic species: *Mafdetia tibniensis* and *Baharipristis bastetiae* allows to assign a lower Cenomanian age for the Mdaouer Formation.

At the level of Oued Retem, the detrital series is subdivided into two units: a lower sandstone-clay unit surmounted by another upper sandstone-clay unit capped by a thin limestone carapace. The sandstones and red clays of Oued Retem could be attached to the Campanian-Maastrichtian by lithofaciological similarity as well as the geographical proximity at well dated levels.

On the paleoecological level, the floristic and faunistic assemblage (in particular the ostracods) are characteristic of a freshwater environment with mesohaline, the salinity fluctuates according to the tides (between 0 and 18 ‰). The sedimentological study made it possible to distinguish four facies, they indicate an environment of coastal plain sporadically influenced by tidal currents. The batomorphs (*Mafdetia tibniensis* and *Baharipristis bastetiae*) make it possible to determine an East-West faunal exchange on the southern margin of the Tethys.

The Oued Tafarahit Detrital Formation is composed of microconglomerate, sandstone and clay. The four clay terms of the upper member of the Oued Tafarahit Formation contain remains of actinopterygians (osteoglossiform and characiform), ostracods and

microgasteropods, associated with gyrogonites of charophytes in very good condition of conservation. This microflora (*Maedleriella cristellata*, *Peckichara atlasensis*, *Nitellopsis (Tectochara) thaleri*, *Lamprothamnium papulosum* et *Grovesichara*) associated with ostracodes allowed us to assign a lower Ypresian age for the Formation of Oued Tafarahit.

The sedimentary series of Oued Kherouaa is represented by a succession of conglomerates, sandstone and clay. It is also subdivided into two superimposed units: lower unit dominated by conglomerates, and upper unit dominated by massive sandstones. The sandstone and conglomerate bed are well inclined to the north, (according to the dip of the Tismert marl-limestones), this allows us to consider a lower or middle Eocene age consistent with the atlas tectonic phase.

The paleoecology of ostracods is characterized in the freshwater to euhaline interval where the salinity ranges from 0 to 35 ‰. The sedimentological and paleontological data made it possible to distinguish three facies, and indicate a fluvio-lacustrine environment. The charophytes have allowed us to highlight a paleobiogeographic relationship between the neighboring Eocene basins and those of southern Europe. However, actinopterygians (*Alestini* and *Heterotis*) witness to the existence of a hydrographic link between the paleogenes basins via the Arab-African plate.

**Keywords** : Algeria ; Western Saharan Atlas ; Cretaceous ; Paleogene ; Palaeoenvironment ; ; Chondrichthyan ; Actinopterygian ; Ostracoda ; Charophyta ; Palaeobiogeography.

## ملخص

تتناول هذه الأطروحة الدراسة الطبقيّة، المستحثاتية، الرسوبية والجغرافيا القديمة لعصر الطباشيري والبالوجين للأطلس الصحراوي الغربي (جبال القصور، الجزائر). تم رفع أربعة (04) مقاطع صخرية جديدة، موسومة بجمع عينات ودراسة ميدانية ومخبرية. المقاطع موزعة على منطقتين؛ منطقة فورطاسة قمنا بمقطع حاسي جيفة (مناد وأخرون، 2020)، ومقطع وادي الرثم؛ كذلك في منطقة غليضة-تيسمرت قمنا بمقطع واد تفرأحيت ومقطع واد الغرواع.

مع ذلك، المستويات مرنية للجزء العلوي من تشكيل مدور كشفت عن وجود بقايا فقاريات واللافقاريات: أسماك غضروفية (ورنكيات الشكل)، أسماك شعاعيات الزعانف (بيكنوضونتيفورخم)، السحالي، الأستركود، معديات الأرجل، صدفيات، متحدة أحيانا مع عضيات من الكاروفيت. بالإضافة إلى ذلك، تحتوي أربعة مستويات طينية في الطرف العلوي من تكوين وادي تفرأحيت علبقايا فقاريات واللافقاريات: أسماك شعاعيات الزعانف (عظميات اللسان وكراسين) أوستراكود، غالبا ماترتبط بعضيات من كاروفيت في حالة حفظ جيدة. الدراسة الطبقيّة لمقطع حاسي جيفة أكدت عمر سينوماني سفلي-(أومتوسط) الموافق لتشكيل مدور وسينوماني علوي-تيروني سفلي للكلس دولوميتي سيليسي الموافق لتشكيل خونجاية؛ من خلال التشابه الصخري والقرب الجغرافي من طبقات مؤرخة جدا (المقصود هو الطرف العلوي من تشكيل تقري)، يمكن أن ينسب عصر كامبانيان-ماستريختيان إلى المجموعة الرسوبية لواد الرثم؛ سمحت المجموعة المستحثاتية بتحديد عمر لأبريسيني سفلي لتشكيل واد تفرأحيت؛ بالتوافق مع مرحلة بناء جبال الأطلس، يمكن للرواسب الحثاتية لواد الخرواع أن توافق عمر الأيوسين أسفل-متوسط.

في إطار الدراسة الرسوبية للمقاطع، تم وصف وتفسير ثلاثة عشر سحنة رسوبية. سمحوا لنا بتمييز أربعة (04) أوساط رسوبية. المستحثات سينومانيان (لاسيما لأستراكود) لحاسي جيفة من صنف المياه العذبة إلى متوسطة الملوحة أين الملوحة من 0 إلى 18 ‰. أيضا، مستحثات لأبريسيني لواد تفرأحيت مميز للمنطقة البيئية من المياه العذبة إلى المياه المالحة أين الملوحة تتراوح بين 0 و35 ‰.

إن وصف المعطيات الرسوبية والمستحثاتية للمقاطع المدروسة سمح لنا باستنتاج تطور الجغرافية القديمة خلال السينومانيان-تيرونيان، خصوصا بتحديد "خط شاطئ" بحر السينومانيان، وبتمييز علاقة جغرافية على أساس الحفريات ما بين محيط التيتش الشرقي والغربي. في الأبريسيني، جبال القصور دخلت في نطاق قاري (منطقة بارزة).

ونتيجة لذلك، سمحت لنا أنواع الكاروفيت بتسليط الضوء على الأحواض على العلاقة الباليوجيوغرافية بين أحواض الأيوسين المجاورة وأحواض جنوب أوروبا. بينما تشهد أسماك شعاعيات الزعانف (عظميات اللسان والكراسين) على وجود صلة بين الأحواض الهيدروغرافية، خلال البالوجين، عبر الصفيحة العربية-الإفريقية.

**الكلمات المفتاحية:** الجزائر؛ الأطلس الصحراوي الغربي؛ طباشيري؛ بالوجين؛ باليوبئة؛ باليوغرافية؛ أسماك غضروفية؛ أسماك عظمية؛ أستراكود؛ كاروفيت.

## Table des matières

Remerciements

ملخص

Résumé

Abstract

Table des matières

### Chapitre 01

#### Généralités

<b>1. Introduction .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Présentation générale de l'Atlas Saharien .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Objectifs de la thèse.....</b>	<b>4</b>
<b>4. Méthodologie de travail .....</b>	<b>4</b>
4.1. Sur le terrain .....	4
4.2. Au laboratoire.....	5
4.2.1. Lavage-tamassage-séchage-tri .....	5
4.2.2. Confection de sections polies et de lames minces.....	6
4.2.3. Microscopie .....	6
4.2.4. Étude de fossiles.....	6
4.2.5. Photographie au Microscope Électronique à Balayage (MEB).....	7
<b>5. Cadre stratigraphique général de l'Atlas Saharien occidental.....</b>	<b>7</b>
5.1. Trias.....	7
5.2. Jurassique .....	8
5.3. Crétacé inférieur .....	10
5.4. Crétacé supérieur.....	11
5.5. Post-Turonien .....	12

### Chapitre 02

#### Lithostratigraphie

<b>1. Introduction .....</b>	<b>14</b>
<b>2. Secteur de Forthassa .....</b>	<b>14</b>
2.1. Cadre géographique et géologique .....	14
2.1.1. Jurassique.....	15

2.1.2. Cénomano-Turonien .....	15
2.1.3. Cénozoïque.....	15
2.2. Descriptions des coupes .....	18
2.2.1. Coupe de Hassi Djeifa (Forthassa).....	18
a. Localisation de la coupe .....	18
b. Description de la coupe .....	18
b.1. Formation de Mdaouer.....	18
b.2. Formation de Rhoundjaïa .....	18
2.2.2. Coupe de l'Oued Retem .....	20
a. Localisation de la coupe .....	20
b. Description de la coupe.....	20
<b>3. Secteur de Rhelida-Tismert.....</b>	<b>21</b>
3. 1. Cadre géographique et géologique .....	21
3.1.1. Jurassique.....	21
3.1.2. Crétacé inférieur.....	22
3.1.3. Crétacé supérieur .....	22
3.1.4. Cénozoïque .....	22
3. 2. Description des coupes.....	22
3.2.1. Coupe de l'Oued Tafarahit.....	22
a. Localisation de la coupe .....	22
b. Description de la coupe .....	23
b.1. Membre inférieur grésno-argilo-conglomératique.....	23
b.2. Membre supérieur grésno-argileux .....	23
3.2.2. Coupe de l'Oued El Kherouaa (Tismert) .....	25
a. Localisation de la coupe .....	25
b. Description de la coupe.....	25
b.1. Unité détritique inférieure.....	26
b.2. Unité détritique supérieure .....	26
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>27</b>

### **Chapitre 03**

#### **Paléontologie, systématique, attribution stratigraphique, paléoécologie et paléobiogéographie**

<b>1. Introduction.....</b>	<b>30</b>
<b>2. Généralités sur la faune et la flore étudiée.....</b>	<b>30</b>
2.1. Faune .....	30



2.1.1. Chondrichtyens.....	30
2.1.2. Actinoptérygiens .....	32
2.1.3. Squamates.....	34
<b>2.1.4. Ostracodes .....</b>	<b>34</b>
2.2. Flore .....	37
2.2.1. Charophytes.....	37
<b>3. Paléontologie et systématique.....</b>	<b>39</b>
3.1. Taxons de Hassi Djeifa.....	39
3.1.1. Chondrichthyens.....	40
3.1.2. Actinoptérygiens .....	44
3.1.3. Squamates.....	45
3.1.4. Ostracodes .....	46
3.2. Taxons de l'Oued Tafarahit.....	51
3.2.1. Actinoptérygiens .....	51
3.2.2. Ostracodes .....	55
3.2.3. Charophytes.....	58
3.2.4. Ichnofossiles.....	65
<b>4. Attributions stratigraphiques .....</b>	<b>69</b>
4.1. Secteur de Forthassa.....	70
4.1.1. Hassi Djeifa (Forthassa) .....	70
4.1.2. Oued Retem.....	71
4.2. Secteur de Rhelida-Tismert .....	71
4.2.1. Oued Tafarahit.....	71
4.2.2. Oued El Kherouaa .....	73
<b>5. Paléoécologie .....</b>	<b>75</b>
5.1. Hassi Djeifa (Forthassa) .....	75
5.1.1. Chondrichthyens.....	75
5.1.2. Actinoptérygiens .....	75
5.1.3. Ostracodes .....	76
5.1.4. Autres faunes benthiques.....	77
5.1.5. Flore de charophytes.....	78
5.2. Oued Tafarahit.....	78
5.2.1. Actinoptérygiens .....	78
5.2.2. Ostracodes .....	78
5.2.3. Charophytes.....	79

<b>6. Paléobiogéographie .....</b>	<b>80</b>
6.1. Faune cénomanienne .....	80
6.1.1. Chondrichthyens (batomorphes) .....	80
6.2. Faune et flore yprésienne .....	81
6.2.1. Actinoptérygiens .....	81
6.2.2. Ostracodes .....	82
6.2.3. Charophytes.....	83
<b>7. Conclusion.....</b>	<b>85</b>

## Chapitre 04

### Sédimentologie de faciès et paléoenvironnement

<b>1. Introduction .....</b>	<b>88</b>
<b>2. Généralités sur les milieux de sédimentation marine et continentale .....</b>	<b>89</b>
2.1. Les systèmes fluviaux .....	89
2.2. Les Plateformes proximales .....	91
<b>3. Faciès sédimentaires et interprétation des paléoenvironnements.....</b>	<b>94</b>
3.1. Le Crétacé supérieur du secteur de Forthassa .....	94
3.1.1. Série de Hassi Djeifa .....	94
a. Inventaire et interprétation des faciès .....	94
FS1. Faciès calcaireux .....	94
FS2. Faciès marneux .....	98
FS3. Faciès gréseux .....	99
FS4. Faciès calcaire dolomitique.....	99
b. Interprétation de l'environnement sédimentaire.....	100
3.1.2. Série de l'Oued Retem.....	102
a. Inventaire et interprétation des faciès .....	102
FS1. Faciès gréseux .....	102
FS2. Faciès argileux .....	105
b. Interprétation de l'environnement sédimentaire.....	106
3.2. Le Paléogène du secteur de Rhelida-Tismert .....	107
3.2.1. Série de l'Oued Tafarahit .....	107
a. Inventaire et interprétation des faciès .....	107
FS1. Faciès microconglomératique .....	107
FS2. Faciès gréseux .....	108
FS3. Faciès argileux .....	111

b. Interprétation de l'environnement sédimentaire.....	112
3.2.2. Série de Kherouaa.....	113
a. Inventaire et interprétation des faciès.....	113
FS1. Faciès conglomératique.....	113
FS2. Faciès gréseux.....	113
FS3. Faciès argileux.....	117
b. Interprétation de l'environnement sédimentaire.....	118
<b>4. Conclusion.....</b>	<b>120</b>
<b>Conclusion générale et perspectives .....</b>	<b>122</b>
<b>Références bibliographiques .....</b>	<b>128</b>
<b>Liste des figures .....</b>	<b>157</b>
<b>Liste des tableaux .....</b>	<b>162</b>