



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



UNIVERSITE DE TLEMCCEN  
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et  
Sciences de la Terre et de l'Univers

## Département des Sciences de la Terre et de l'Univers

LABORATOIRE DE RECHERCHE N°25 : « PROMOTION DES RESSOURCES  
HYDRIQUES, PEDOLOGIQUES ET MINIERES : LEGISLATION ET CHOIX  
TECHNOLOGIQUES »

# MEMOIRE

Présenté par

**KHELOUFI Kamal**

*En vue de l'obtention du*  
**Diplôme de MASTER**

**Filière : Géologie**

**Option : Géologie des bassins sédimentaires**

**Thème**

**Etude lithostratigraphique, sédimentologique et paléontologique  
de la série sédimentaire continentale du Glib Zegdou  
(Paléogène du Sud-Ouest Algérien).**

Soutenu le 31/07/2019, devant le jury composé de :

Président	Dr. HEBIB Hakim	MCB	Université de Tlemcen
Encadreur	Dr. ADACI Mohammed	MCA	Université de Tlemcen
Co-Encadreur	Dr. ZAOUI Djamila	MCB	Université de Tlemcen
Examinatrice	Dr. MAHBOUBI Salamet	MCB	Université de Tlemcen

**Année universitaire 2018/2019**

## AVANT PROPOS

Le mémoire de master et de fin d'étude est la première étape éclairante au monde de la recherche et de la découverte scientifique.

Tout d'abord, nous devons remercier ALLAH, pour la force et le désir de réussir qui nous a fourni pour terminer ce travail au mieux.

Premièrement, je voudrais remercier mon encadreur dans ce mémoire, **Dr. ADACI Mohammed**, membre du Laboratoire géologique n°25 et maître de conférences à l'université de Tlemcen, sur la confiance et l'orientation, et tout son soutien, son aide et ses conseils au moment de réaliser ce mémoire.

Je suis également reconnaissant à mon Co-encadreur **Dr. ZAOUI Djamila**, maître de conférences à l'université de Tlemcen, en la remerciant, pour ses conseils et de son assistance, en particulier dans le cursus universitaires dans le domaine de la paléontologie.

J'espère que les membres de jury acceptent toutes mes expressions de respect et d'appréciation d'avoir accepté d'évaluer et d'examiner ce mémoire.

De cet endroit, je remercie **Dr. HEBIB Hakim**, d'avoir accepté la présidence des membres du jury, également je le remercie pour tous les astuces qu'il m'a donné durant le cursus universitaires dans le cadre de la cartographie et de la stratigraphie.

Mes remerciements vont également à **Dr. MAHBOUBI Salamet**, maître de conférences à l'université de Tlemcen, qui a accepté de discuter et d'examiner ce mémoire.

Je remercie également Pr. **BENSALAH Mustapha**, Directeur du Laboratoire géologique n°25 et Professeur à l'Université de Tlemcen, de m'avoir autorisé à travailler dans ce laboratoire de recherche pour préparer ce mémoire.

Sans oublier le travail de laboratoire réalisé avec l'aide de Monsieur **HAMMODA Sid Ahmed** ingénieur du laboratoire géologique n°25, je le remercie pour tous ses conseils sur la manière d'utiliser les divers moyens disponibles au laboratoire.

Enfin, mes sentiments et ma gratitude vont à tous mes enseignants dans la carrière universitaire et tous mes collègues en master 2. Je dédie ce présent mémoire à ma chère famille et tous mes amis de près ou de loin.

De cet endroit, je me souviens de mon cher père qui m'a quitté par sa mort souhaitant d'Allah le pardon, la clémence et la miséricorde.

المقطع النمذجي القاري قليب زقدو المنبثق في زقدو كان موضوع دراسة حديثة للرواسب و البيئات القديمة و الحفريات الغرض من هذه الدراسة هو إكمال و مراجعة التفسيرات السابقة و استكمال جرد الحياة البرية القديمة من خلال استغلال مختلف المواقع الاحفورية السابقة و الجديدة. التكوين الرسوبي القاري قليب زقدو يمثل القسم الأكثر اكتمالا و المؤرخ من بيرسيان إلى لوتيتيان القاعدي (ايوسين قديم). كما يتألف من ثلاثة أعضاء : عضو أول صلصالي طيني جيبيسي دو أصل بحيري والعضو ثاني و الثالث متكون من حجري رملي كلسي دو أصل نهري. يظهر العضو الثالث عدة مراحل من أغلفة الكربونات (الكلكرات) و الأغشية السيليسية (السيلكرات). و في الأخير يستكمل المحتوى المتحجرات بحصاد جديد يتكون من أسنان منعزلة لثدييات من صنف و بريات هيركويد (ميكرو هيراكسلفوكاتي و تيطانو هيراكسلفوكاتولس) و بقايا اسماك مفككة (Amiiformes, Perciformes, Siluriformes, Polyperiformes, Lepidosireniformes), و برمائيات, تماسيح و سحليات من نوع سكوماطا غير محدد.

#### الكلمات المفتاحية :

الجزائر, قليب زقدو, الرسوبيات, تفشر, المتحجرات , و بريات, اسماك, سحالي.

## RESUME

La coupe type de la formation continentale de Glib Zegdou, affleurant dans la butte-témoin du Glib, a fait l'objet d'une étude sédimentologique, paléoenvironnementale et paléontologique récentes dont le but de compléter et de réviser les interprétations précédentes et de compléter l'inventaire faunique en exploitant de nouveaux sites fossilifères. Cette coupe offre la succession la plus complète de la formation continentale de Glib Zegdou datée de l'Yprésien terminal-Lutétien basal (Eocène inférieur), constituée de trois membres, un premier membre argilo-marno-gypseux lacustre, un deuxième membre détritique et un troisième grés-carbonaté fluvial. Ce dernier membre montre plusieurs phases d'encrustements carbonatés (calcrète) et siliceux (silcrète). Enfin, le contenu paléontologique est complété par de nouvelles récoltes constituées de dents isolées d'hyracoïdes (*Microhyrax lavocati* et *Titanohyrax tantulus*) et de restes désarticulés de poissons (Amiiformes, Perciformes, Siluriformes, Polyperiformes, Lepidosireniformes), de Lissamphibiens, de crocodiliens et de squamates indets.

**Mots clés :** Algérie, Glib Zegdou, sédimentologique, encrustements, paléontologie, hyracoïdes, poissons, squamates.

## **ABSTRACT**

The Continental formation of Glib Zegdou section has been the subject of a recent sedimentological, palaeoenvironmental and palaeontological study, the purpose of which is to complete a review of previous interpretations and to complete the wildlife inventory by exploiting new fossil sites. This section offers the most complete succession of the continental formation of Glib Zegdou dated from the upper Ypresian -Early Lutetian (early Eocene), consisting of three limbs, a first clay-marne-gypseous lacustrine member, a second detrital member and a third grés-carbonate fluviatiles. The latter member shows several phases of carbonate (calcrete) and siliceous (silcrete) encrustations. Finally, the paleontological content is supplemented by new harvests consisting of isolated teeth of hyracoids (*Microhyraxlavocati* and *Titanohyraxantulus*) and disarticulated remains of fish (Amiiformes, Perciformes, Siluriformes, Polyperiformes, and Lepidosireniformes), Lissamphibiens, crocodilians and squamates.

**Keywords:** Algeria, Glib Zegdou, sedimentological, encrustations, palaeontology, hyracoids, fish, squamates.

# TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS.....	I
ملخص.....	II
RESUME.....	III
ABSTRACT.....	IV
TABLE DES MATIERES.....	V

## PREMIER CHAPITRE: GENERALITES

1- INTRODUCTION.....	02
2- CADRE GEOGRAPHIQUE.....	02
3- CADRE GEOLOGIQUE.....	04
4- HISTORIQUE DES TRAVAUX DE RECHERCHE.....	05
4.1- Etudes anciennes.....	05
4.2- Etudes récentes.....	06
5- METHODES D'ETUDE.....	07
5.1- Sur le terrain.....	07
5.2- Au laboratoire.....	07
5.2.1- Attaque-acide acétique-rinçage.....	08
5.2.2- lavage-tamisage et tri.....	08
5.2.3- Traitement à l'eau oxygéné.....	08
5.2.3- Micro-burin.....	08
5.2.4- Tri et détermination paléontologique et examen microscopique.....	08

## DEUXIEME CHAPITRE : LITHOSTRATIGRAPHIE

1- INTRODUCTION.....	10
2- DESCRIPTION DE LA COUPE.....	10
2.1- Le membre Argilo-Marno-Gypseux (inferieur).....	11
2.1.1- Description lithologique.....	11

2.1.2- Contenu fossilifère du membre Argilo-Marno-Gypseux (inférieur).....	13
2.2- le membre détritique (intermédiaire).....	14
2.2.1- Description lithologique.....	14
2.2.2- Contenu fossilifère.....	15
2.3- Le Membre Grésos-Carbonaté (Supérieur).....	16
2.3.1- Description lithologique.....	16
2.3.2- Contenu fossilifère.....	18
<b>3- CONCLUSION</b> .....	18

## **TROISIEME CHAPITRE : SEDIMENTOLOGIE**

<b>1- INTRODUCTION</b> .....	20
<b>2- DESCRIPTION A L’AFFLEUREMENT ET MICROSCOPIQUE</b> .....	20
2.1- Le substratum.....	20
2.1.1- Description à l’affleurement.....	20
2.1.2- Description microscopique.....	21
2.2- Le membre argilo-marno-gypseux (inférieur).....	21
2.2.1- Description à l’affleurement.....	21
2.2.2- Description microscopique.....	21
2.3- Le membre détritique (intermédiaire).....	24
2.3.1- Description à l’affleurement.....	24
2.3.2- Description microscopique.....	25
2.4- Le membre grésos-carbonaté (supérieur).....	27
2.4.1- Description à l’affleurement.....	28
2.4.2- Description microscopique.....	29
<b>3- INTERPRETATION PALEOENVIRONNEMENTALE</b> .....	31
<b>4- CONCLUSION</b> .....	33

# QUATRIEME CHAPITRE : PALEONTOLOGIE

<b>1- INTRODUCTION.....</b>	<b>35</b>
<b>2- MAMMIFERES.....</b>	<b>35</b>
2.1- Hyracoïdes.....	35
2.1.1- <i>Microhyrax</i> .....	36
2.1.2- <i>Titanohyrax</i> .....	36
2.2- Restes Fragmentaires.....	37
<b>3- POISSONS.....</b>	<b>38</b>
3.1- Osteichthyes.....	38
3.1.1- Actinopterygii.....	38
a- Actinoptérygiens Amiiformes.....	40
b- Actinoptérygiens Perciformes.....	43
c- Actinoptérygiens Siluriformes.....	43
d- Actinoptérygiens Polypteriformes.....	45
3.1.2- Classe : Sarcopterygii.....	45
a- Sarcopterygii, Lepidosireniformes.....	45
b- Sarcopterygii, Tétrapodes.....	47
b.1- Lissamphibiens.....	47
b.2- Crocodiliens.....	47
b.3- Squamates.....	48
<b>4- AGE DES AFFLEUREMENTS DE LA FORMATION DE GLIB ZEGDOU.....</b>	<b>49</b>
<b>CONCLUSION GENERALE.....</b>	<b>52</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>54</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>57</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>59</b>

# **PREMIER CHAPITRE : GENERALITES**

## **1- INTRODUCTION**

Le Tertiaire continental algérien est bien représenté dans le secteur ouest du Sahara, notamment dans la région de Zegdou. Il est caractérisé par un ensemble de buttes témoins appelées « Complexe de Gour Lazib » par Adaci (2012) et qui rassemble les petits Djebels, disséqués par l'érosion, de Gour Lazib (Gouiret el Azib), de Gour Idergane et de Glib Zegdou. Ce dernier correspond à notre domaine d'intérêt.

Ce mémoire traite une étude lithostratigraphique, sédimentologique et paléontologique de la célèbre coupe géologique, d'âge Paléogène, de Glib Zegdou levée avec des prélèvements de roches et de fossiles par Adaci (2012). Cette coupe, qui a livré à nos prédécesseurs une liste riche et variée de restes fauniques et floristiques fossiles, correspond à un levé géologique réalisé sur une petite butte-témoin isolée (Fig. 01 et 02) dans le sud-ouest algérien correspondant à une altitude de 670 m et un sommet tabulaire.

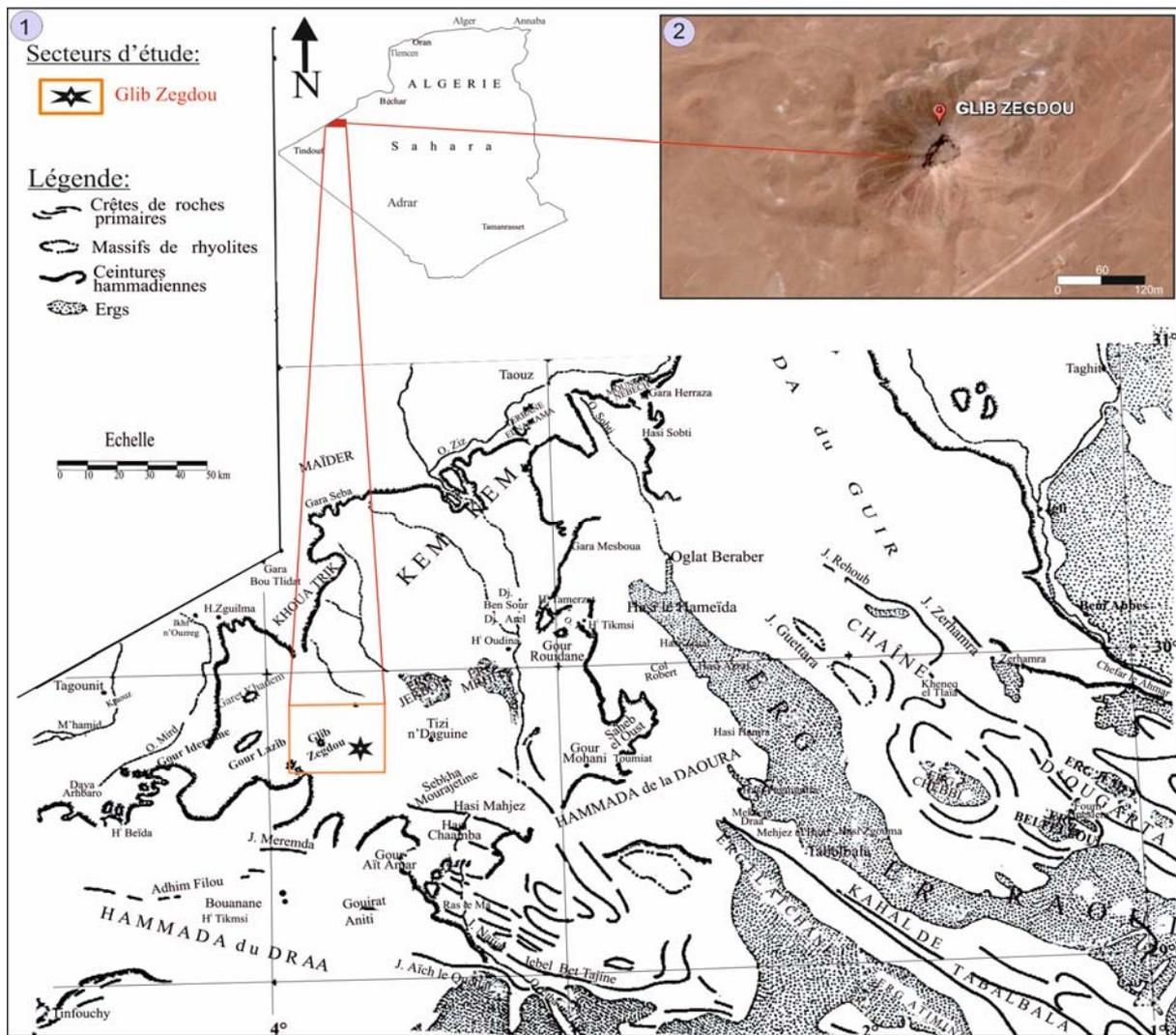
Ce présent travail, réalisé dans le cadre d'un mémoire de master, décrira d'une part sur le plan lithologique et sédimentologique macroscopiquement et microscopiquement les différents termes constituant cette série continentale ; d'autres parts il s'intéressera à la description du contenu paléontologique trouvé dans les résidus de lavages des niveaux fossilifères HGL 50 et les niveaux non exploités précédemment HGL 47, HGL53- (F1) et HGL 54 -(F2). Le terme HGL désigne « Hammada Gour Lazib » et indique un niveau fossilifère à vertébrés qui sont associés parfois à des oogones de charophytes, le terme « Gour » montre un ensemble de Gara ou de butte-témoin.

## **2- CADRE GEOGRAPHIQUE**

La région de Zegdou s'intègre dans le cadre de l'ensemble des Gour du plateau de la Hammada du Dra nommée « Complexe de Gour Lazib ». Cette localité se trouve à environ 400 km au nord-est de Tindouf et à la même distance au sud-ouest de Béchar, et plus précisément dans la bande frontalière algéro-marocaine.

Cette région est limitée :

- Au Nord-Est par les terrains du Cénomaniens-Turonien du Kem Kem et d'Erg Jarbola.
- À l'Ouest par les Gour lazib.
- À l'Est par Tizi n'Daguine.
- Au Sud par djebel Meremda.
- Et au Sud-Est par Sebkhha Morajetine et Gour Ait Amar.



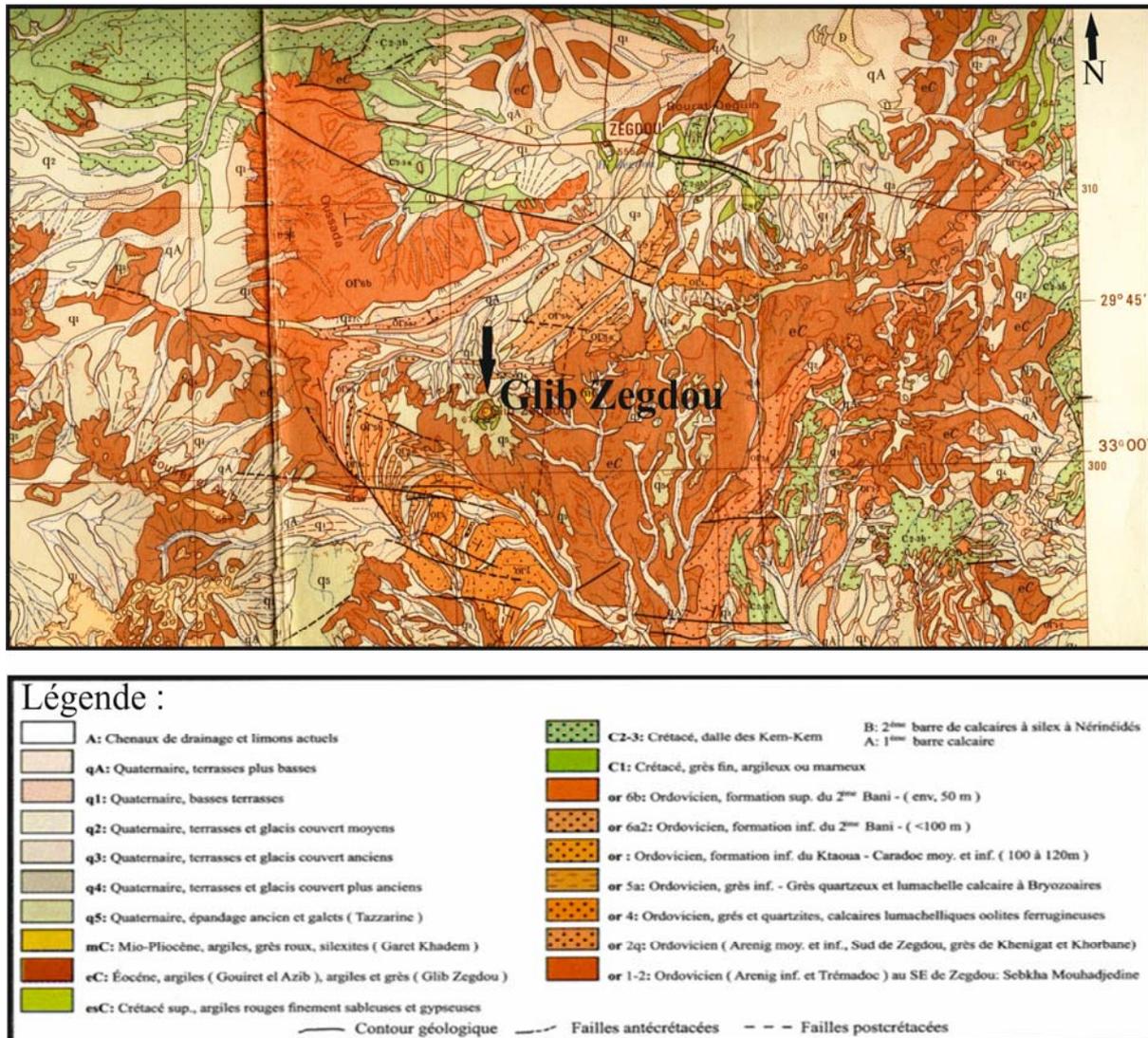
**Fig. 01 : 1** ; localisation géographique de la région de Glib Zegdou (Adaci, 2012) ; modifiée.  
**2** ; photo satellitaire, présentant la Gara isolée de Glib Zegdou, (Google earth).



**Fig. 02** : Vue panoramique du complexe de Gour Lazib montrant à l'arrière-plan la Gara isolée du Glib Zegdou (Photo d'Adaci, 2009).

### 3- CADRE GEOLOGIQUE

Les séries essentiellement détritiques et fluvio-lacustres constituant la couverture sédimentaire du Tertiaire continentale, notamment Paléogènes, masquent par l'intermédiaire d'une discordance de ravinement (Mahboubi et al., 2002 ; Adaci et al., 2016) ceux du Paléozoïques de la Daoura et parfois les dépôts d'origine marine d'âge Cénomaniens-Turonien du Kem Kem (Fig. 03).



**Fig.03 :** extrait de la carte géologique au 1/200000 de la région d'étude (Glib Zegdou) d'après Bensaid (1977).

Le substratum Paléozoïque du Glib est représenté essentiellement par des quartzites (Adaci et al., 2016), par contre le Crétacé affleure au nord et à l'est du Glib et est formé par une série carbonatées dites Kem Kem formées de barres calcaires et de calcaires à silex et à Nérinidés (Bensaid, 1977).

La découverte des premiers restes fossilifères, dans cette région, par les anciens auteurs (Clariond, 1933 ; Joly et Lavocat, 1949 ; Lavocat, 1954) a encouragé, dès les années soixante, les chercheurs à réaliser de nombreuses prospections paléontologiques qui ont conduit à la découverte d'une liste très variée d'espèces fossiles animales associés à des végétaux fossiles.

#### **4- HISTORIQUE DES TRAVAUX DE RECHERCHE**

On citera dans cette partie les principaux travaux et études géologiques qui ont été à la base du présent travail de master.

##### **4.1- Etudes anciennes**

Les premières découvertes paléontologiques et études géologiques et morphologiques dans les Gour lazib ont été faite respectivement par Clariond (1933) au niveau du Fort Zegdou, dans les déblais du puis de ce fort où cet auteur communique pour la première fois l'existence de gastéropodes dans un faciès grésogypseux, puis par Lavocat (1949) et Joly & Lavocat (1949) dans les Hamadas du Kem Kem et celles de la Daoura.

En 1954, Lavocat décrit des niveaux à os « bones-beds » trouvés au Glib Zegdou en leurs donnant un âge avec une grande incertitude, Pliocène voire Crétacé.

En 1960, la description faite par Grambast des premières oogones de charophytes trouvée par Grambast et Lavocat (1959) dans les couches détritiques du Glib Zegdou, lui permettra de rattacher ces couches à l'Eocène moyen ou supérieur. Par ailleurs, l'étude de nouvelles récoltes de charophytes par Feist (1974) lui permettra de reconnaître 5 espèces ayant un âge Eocène inférieur.

Les nouvelles fouilles paléontologiques réalisées par Gevin et al. (1975) ont permis de découvrir des restes dentaires de 5 espèces de mammifères en association avec des restes désarticulés de poissons, de tortues, de crocodiliens, avec des gastéropodes et des plantes indéterminables. L'ensemble a été attribué à l'Eocène inférieur-moyen. Egalement, l'étude détaillée des mammifères par Sudre (1975-1979) a permis de reconnaître, parmi cette faune, 04 hyracoïdes, 01 primate et un mammifère indéterminé.

Enfin, l'examen de la carte géologique de Bou Haira-Zegdou, à l'échelle de 1/200000<sup>ème</sup>, réalisée par l'équipe de Bensaïd (1977) du service de la carte géologique du Maroc, atteste l'importance du travail cumulé et effectué par les anciens auteurs.

## 4.2- Etudes récentes

Les nouvelles fouilles paléontologiques réalisées dans les trente dernières années et le progrès de la paléontologie ont apporté de nombreuses précisions dans la biostratigraphie du domaine continentale cénozoïque.

L'étude de nouveaux fossiles trouvés, sous formes de restes dentaires isolés, au Glib Zegdou par Godinot et Mahboubi (1992, 1994), a permis de mettre en évidence deux primates : *Algeripithecus minutus* correspondant au plus ancien primate simiiformes africain et *Tabelliahammadae*.

En 1993, l'examen systématique des charophytes récoltés dans les Gour Lazib par Mebrouk lui a permis d'attribuer ces couches sédimentaires à l'Yprésien (Ilerdien supérieur-Cuisien).

En 1995, une synthèse géologique et paléontologique a été réalisée par Mahboubi, dans le cadre d'une thèse de doctorat d'état, sur les dépôts continentaux d'âge Paléocène-Eocène algérien. Ce même auteur, en collaboration avec Mebrouk et al. (1997), Mebrouk et Feist (1999), sur la base de l'étude de la microflore du Maghreb en générale et de Gour Lazib : d'une part ils démontrent la présence d'échanges fauniques et floristiques entre l'Afrique du Nord et les régions sud européennes et leurs affinités spécifiques avec celle des bassins sud et nord méditerranéens, d'autres parts, ils révisent la datation des locus fossilifères de Gour Lazib en leur donnant un âge Eocène inférieur.

Puis, un état et un inventaire est réalisé en 2002 par Mahboubi et al. sur les données biostratigraphiques, bilan paléontologique et les conséquences paléobiogéographiques obtenus sur l'étude des formations continentales des régions de Glib Zegdou et Gour Lazib

Entre 2004 et 2011, des travaux de recherches et de prospections géologiques en collaboration entre les universités de Tlemcen, d'Oran, de Jijel et de Montpellier (France) ont permis à Adaci et al. (2007), Tabuce et al. (2007, 2009) et Marivaux et al (2011), Garcia et al. (2010) de découvrir de nouveaux locus à vertébrés, de décrire de nouvelles espèces d'hyracoïdes, de macroscélididés, de rongeurs, de chiroptères, d'oiseau et de chéloniens associés parfois à des restes de poissons (dipneustes, actinoptérygiens) et de charophytes.

La révision systématique de la flore de Glib Zegdou et de Gour Lazib, dans le cadre de la thèse de doctorat d'état de Mebrouk (2011) lui a permis de décrire dix-neuf espèces de charophytes appartenant à des Raskyellaceae et des Characeae et d'attribuer ces dépôts sédimentaires à l'Yprésien - Lutétien inférieur.

Pour préciser radiochronologiquement l'âge du Glib Zegdou, Coster et al. (2012) réalisèrent une étude magnétostratigraphique et biostratigraphique des formations continentales d'El Kohol et de Glib Zegdou

Adaci (2012), dans le cadre d'une thèse de doctorat, il réalisa une étude Lithostratigraphique, paléontologique et sédimentologique du Paléogène continentale du sud-ouest algérien.

Par ailleurs, dans le cadre d'un Magister, l'examen par Hechelaf (2014) des niveaux fossilifères HGL 50, 51 et 52 lui a permis de trouver des restes dentaires de primates représentés par deux espèces : *Algeripithecusminitus* et *Azibiustrerki* et deux types de rongeurs représentés par les taxon *Glibiatetralopha* et *G. pentalopha*.

Enfin, dans leur article de 2016, Adaci et al. complètent la description lithostratigraphique de la formation de Glib Zegdou vers sa base, ainsi que son registre fossile par de nouvelles espèces de mammifères et de poissons, précisent le paléoenvironnement et l'âge (données paléontologiques et magnétostratigraphiques) de cette formation sédimentaire continentale.

## **5- METHODES D'ETUDE**

Pour réaliser ce mémoire, différentes méthodes ont été utilisées sur le terrain comme au laboratoire de recherche n° 25 « Promotion Des Ressources Hydriques, Pédologiques Et Minières » (PRHPM).

### **5.1- Sur le terrain**

Vu l'éloignement du terrain d'étude et la complexité pour l'atteindre (zone militaire), cette étude a été basée sur la coupe la plus complète de la formation continentale de Glib Zegdou levée par Adaci (2012) ainsi que sur les prélèvements de roches et les récoltes de fossiles associées qui sont issus des compagnes de fouilles réalisées dans le cadre de la thèse de doctorat de cet auteur entre 2004-2011.

### **5.2- Au laboratoire**

Au laboratoire de recherche n°25 de l'université de Tlemcen (PRHPM), environ 150 kg de sédiment légèrement meubles et durs ont été traité par différentes méthodes dans la salle de lavage et celle du tri. Une série de lames minces confectionnées par Adaci (2012) ont été examinées avec un microscope polarisant.

### **5.2.1- Attaque-acide acétique-rinçage**

Pour récupérer les restes de vertébrés fossiles fragiles inclus dans les sédiments durs, ces dernières ont été trempées 3 jours dans une bassine remplie d'une solution d'acide acétique dilué à 10% puis rincés 2 à 3 jours pour éviter que les fossiles soit fragilisés par la formation de cristaux d'acétate qui peuvent se former pendant le séchage.

### **5.2.2- lavage-tamisage et tri**

Le sédiment libéré au fond de la bassine, traité à l'acide acétique et rincé, sera tamisé, avec prudence pour ne pas briser les restes fossiles, sous une série de tamis à mail décroissantes de 700  $\mu\text{m}$  et 400  $\mu\text{m}$  de diamètre, puis séché dans une étuve et enfin trié à l'aide d'une loupe binoculaire.

### **5.2.3- Traitement à l'eau oxygéné**

Pour chercher de la microflore (charophytes) et d'éventuelle microfaune (ostracodes), certains échantillons ont été trempés dans une solution d'eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ), d'eau oxygénée ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) et hydrogénocarbonate de sodium ( $\text{NaCO}_3$ ) puis tamisés sous un filet d'eau en utilisant des tamis à mailles décroissantes de 400  $\mu\text{m}$ , 250  $\mu\text{m}$  et exceptionnellement un test de tamisage à 150  $\mu\text{m}$  a été effectué.

### **5.2.3- Micro-burin**

Les macrorestes fossiles qu'on n'a pas pu les extraire par la méthode chimique, ont été dégagés de façon mécanique à l'aide d'un micro-burin pneumatique.

### **5.2.4- Tri et détermination paléontologique et examen microscopique**

Cette technique nécessite de mettre une quantité de chaque résidu de lavage dans une coupelle métallique pour observation sous une loupe binoculaire. Les restes fossiles intéressants seront stockés dans des cellules puis étudiés et déterminés à l'aide des documents spécialisés et parfois avec le concours des spécialistes pour chaque groupe fossile, puis illustrés sous formes de figures.

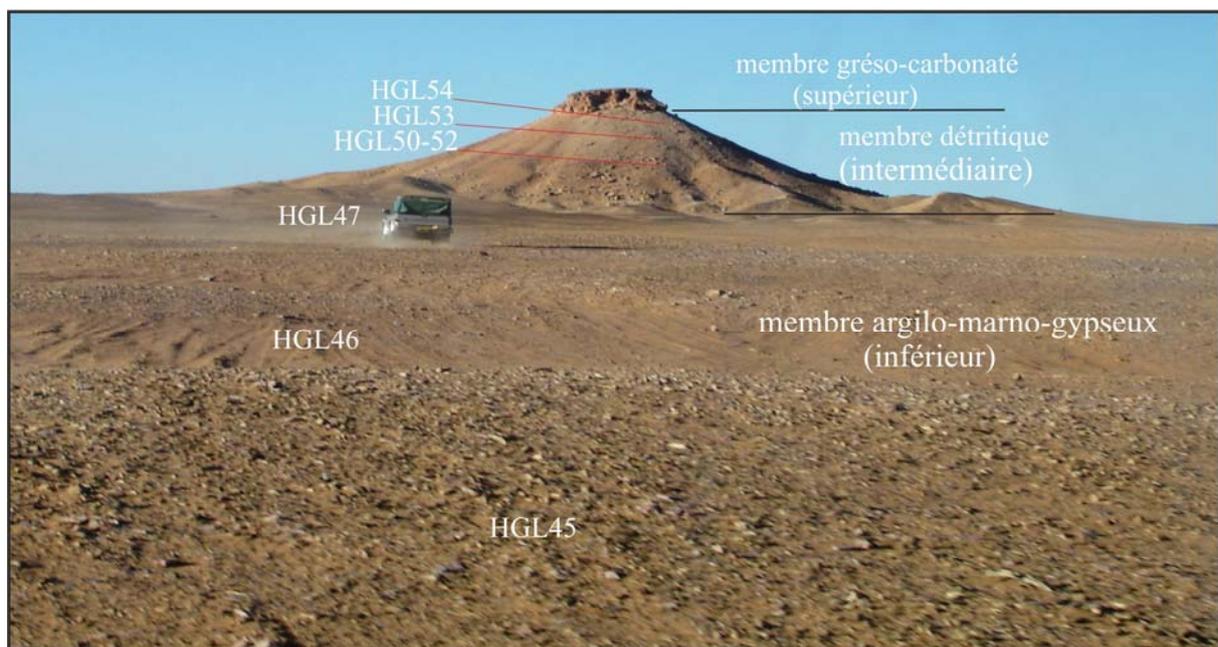
Pour une étude du microfaciès, l'examen microscopique des lames minces, déjà préparés sur les différents niveaux durs de la coupe de Glib Zegdou, a été réalisé en utilisant un microscope polarisant.

**DEUXIEME CHAPITRE :  
LITHOSTRATIGRAPHIE**

## 1- INTRODUCTION

Ce chapitre présente une description lithologique détaillée de la célèbre Gara de Glib Zegdou qui a livré aux anciens auteurs (Gevin et al., 1975 ; Sudre, 1975 ; Godinot et Mahboubi, 1992 ; Vianey-Liaud et al., 1994) les premiers restes mammaliens. Cette étude est basée sur le levé de coupe et les prélèvements réalisés lors des travaux d'Adaci (2012).

Cette Gara correspond à un relief complètement isolé (Fig. 04) qui offre la coupe type la plus complète de la série continentale paléogène affleurant dans la région du « Complexe de Gour Lazib » (CGL ; Adaci et al., 2016). Les affleurements correspondant à cet ensemble lithologique ont été désignés sous le terme Formation de Glib Zegdou par Mahboubi (1995). Par ailleurs, les différents niveaux fossilifères, formés essentiellement de vertébrés, trouvés dans le CGL sont désignés par l'abrégié HGL indiquant « Hammada Gour Lazib » (Adaci et al., 2007).



**Fig. 04** : Vue panoramique de la Gara isolée de Glib Zegdou (Photo d'Adaci, 2009), avec localisation des différents sites fossilifères (HGL).

## 2- DESCRIPTION DE LA COUPE

La coupe du Glib Zegdou correspond à l'affleurement le plus fossilifère du complexe de Gour Lazib. Elle a fait l'objet de nombreuses missions de prospections géologiques et paléontologiques, qui rentrent dans le cadre des travaux de Recherches du Laboratoire n°25 (université de Tlemcen) en collaboration avec les universités d'Oran, de Jijel et de

Montpellier, notamment lors de cette dernière décennie au cours de laquelle de nombreux locus fossilifères inédits ont été découverts.

D'orientation NNO – SSE et avec une épaisseur d'environ 63 m, cette coupe montre une succession de trois membres lithologiques, essentiellement détritiques, recouvrant un substratum paléozoïque quartzitique (Fig. 04-05).

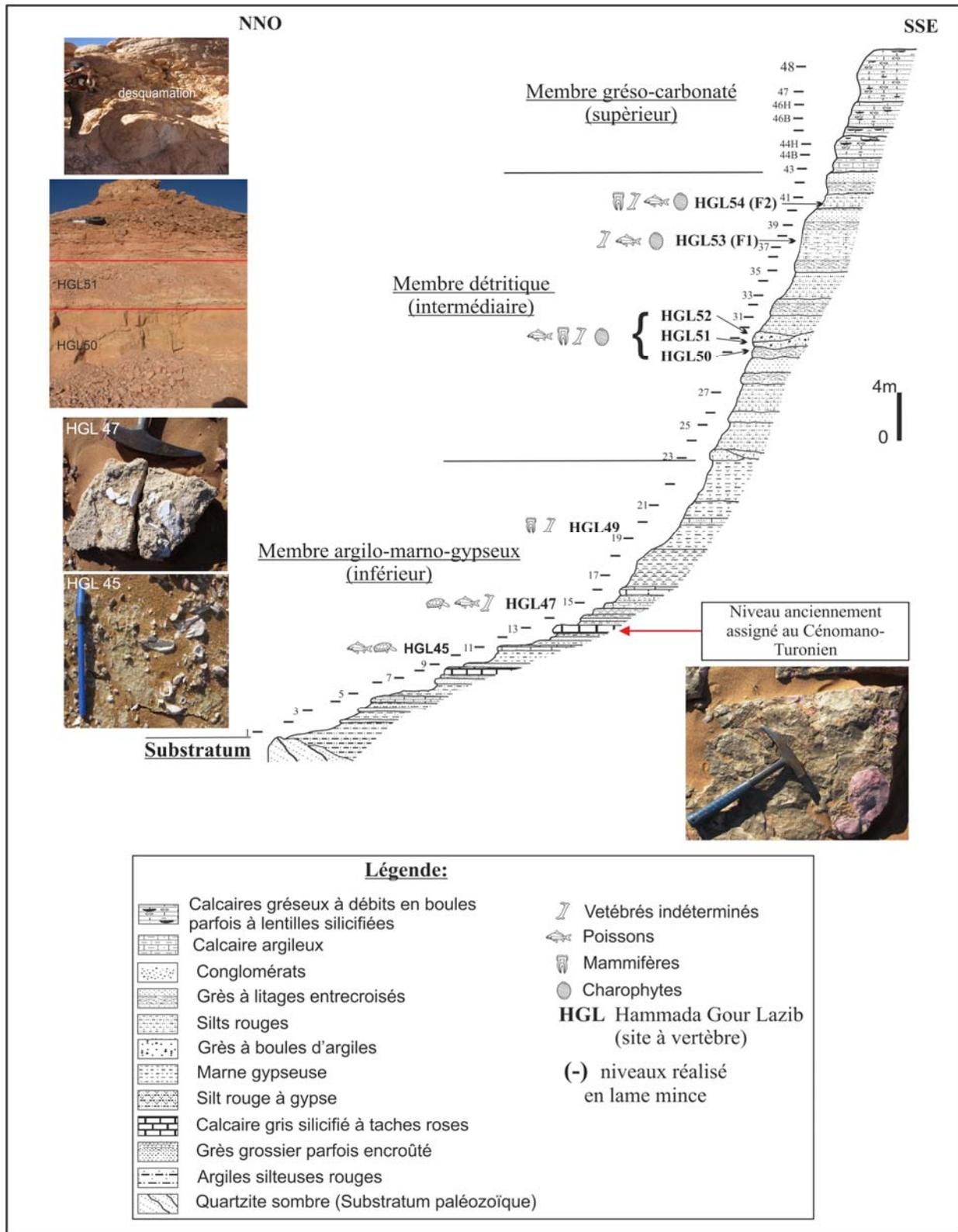
## **2.1- Le membre Argilo-Marno-Gypseux (inférieur)**

### **2.1.1- Description lithologique**

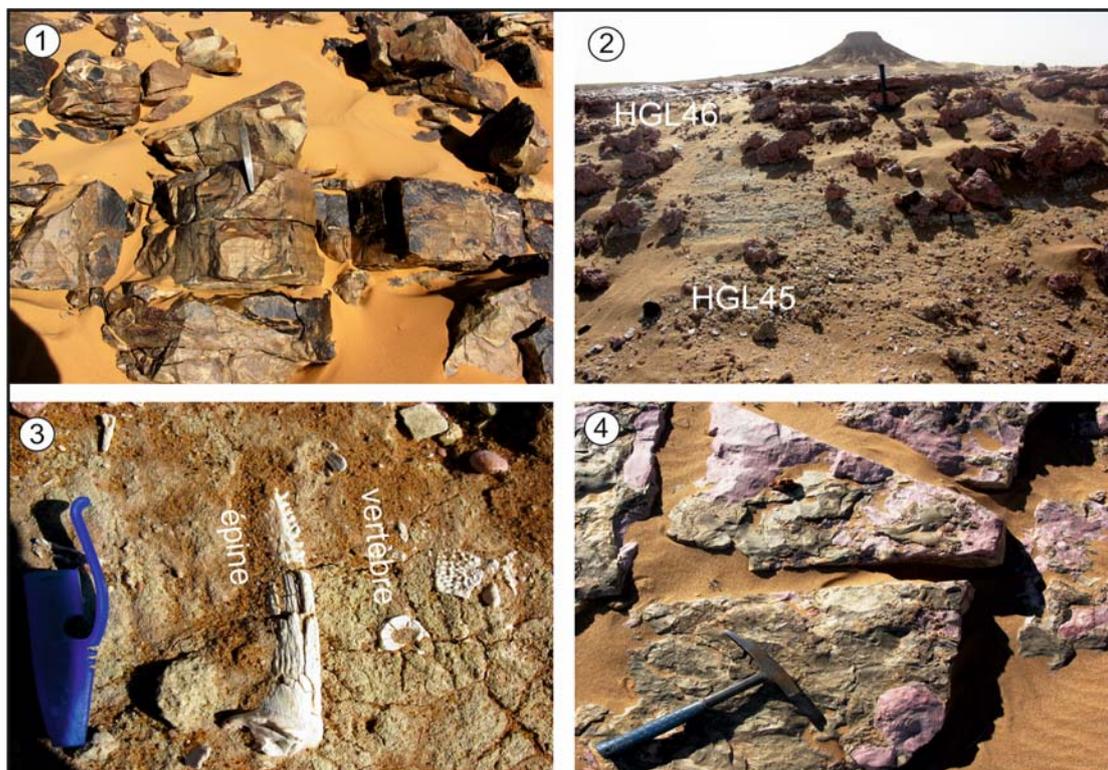
Ce membre forme la base de la série Paléogène continentale du Glib Zegdou, avec une épaisseur de 23 m, et il n'affleure dans aucune autre coupe du Complexe de Gour Lazib. Il recouvre, par l'intermédiaire d'une discordance de ravinement et cartographique, les rides quartzitiques d'âge Primaire de l'Oussada qui entourent le Glib (Fig. 06).

La partie inférieure de ce membre est matérialisée par une alternance d'argiles silteuses rouges et de niveaux gréseux grossiers qui n'ont pas livré de restes fossiles et qui sont parfois encroûtés. Cette partie porte des intercalations centimétriques de calcaires grisâtres à rosâtres silicifiés séparant deux locus fossilifères, nommés HGL45 et HGL46, matérialisés par des marnes verdâtres à gypses. Ces niveaux fossilifères ont livré à Adaci et al. (2007) des restes de vertébrés, notamment des écailles de poissons, des vertèbres et des os brisés de poissons et de tortues. Cette partie du membre inférieur est clôturée par une strate repère d'environ 0.40 cm d'épaisseur de calcaires silicifiés à tâches gris et roses considérés par les anciens auteurs (Gevin et al. ,1974 ; Mahboubi et al. ,2002) comme marin du Kem Kem.

La partie supérieure de cet ensemble est constituée d'une suite de bancs détritiques fins rouges, de marnes gypseuses, parfois salifères vers sommet, admettant un banc de calcaire blanchâtre à gastéropode et de grès à gypses beige blanchâtre. Cette partie est caractérisée par la présence d'un important niveau fossilifère à vertébrés désigné HGL47, notamment à poissons fossiles, qui n'a pas été exploités précédemment et qui fait l'objet d'examen détaillé dans le présent travail, et d'un autre niveau appelé HGL49 correspondant au niveau fossilifère (4) de Sudre (1979).



**Fig. 05** : coupe lithologique de Glib Zegdou d'après Adaci (2012), modifiée.



**Fig. 06 :**1-Bancs décimétriques de quartzite sombres formant le substratum paléozoïque (Photos d'Adaci, 2007). 2- vue partielle du membre inférieur montrant les marnes gypseuses verdâtres des deux sites fossilifère HGL45 et HGL46. 3- épine et vertèbre d'un poisson indet. Un niveau (HGL45). 4- vue de surface du calcaires massifs gris-roses silicifié considéré comme marin par les anciens auteurs.

### 2.1.2- Contenu fossilifère du membre Argilo-Marno-Gypseux (inférieur)

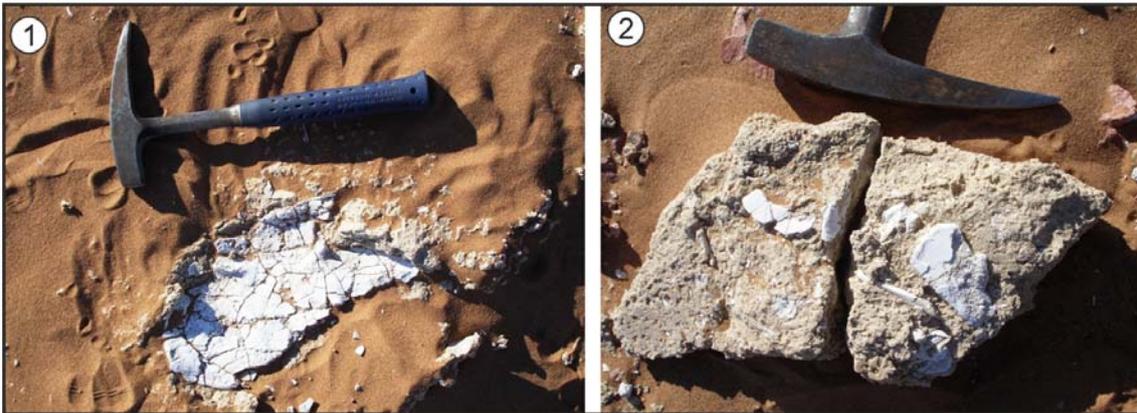
Adaci et al. (2007) et Adaci (2012) ont trouvé dans les locus HGL45-46 une dossière complète et un crâne d'une tortue fossile appartenant au Podocnemididae, associés à des restes fragmentaires d'actinoptérygiens constitués d'os cassés appartenant au poisson Siluriformes ainsi que des écailles de Polyptères (fig. 07).

Le HGL47 est un locus important qui n'a pas été traité en détail précédemment (Fig. 08), car le sédiment était difficilement attaquant par l'acide acétique. Il s'agit d'un banc grésogypsifère, parfois à kerboube très riche en restes de poissons.

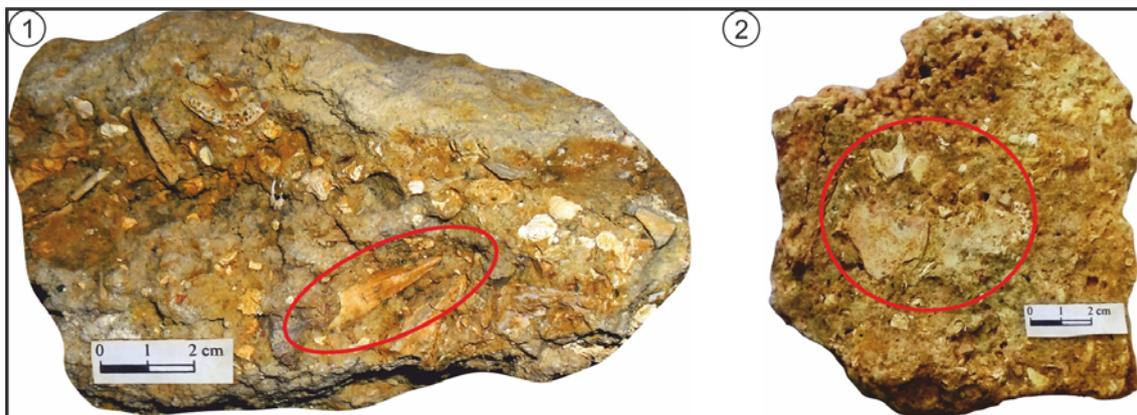
L'utilisation du microburin et de la méthode attaque-acide-rinçage-tamassage et tri sur ce sédiment nous a permis de récupérer une ichtyofaune très variée et nombreuse constituée

d'épines, de vertèbres parfois brisées, d'écailles, de plaques dentaires, de dents isolées de Siluriformes et d'os brisés indéterminables qui sera décrite en détail dans le chapitre paléontologie.

Enfin, le HGL49 est un niveau de Torba blanchâtre équivalent au locus (4) de Sudre (1979) qui lui a livré l'hyracoïde *Titanohyrax tantulus* associé à des gastéropodes et des restes indéterminables de vertébrés.



**Fig. 07 :** 1- Dossière incomplète d'un chélonien indet.in situ, 2- restes fragmentaires de chéloniens et de poissons indet.in situ. du niveau HGL 45 (Photo d'Adaci, 2007).



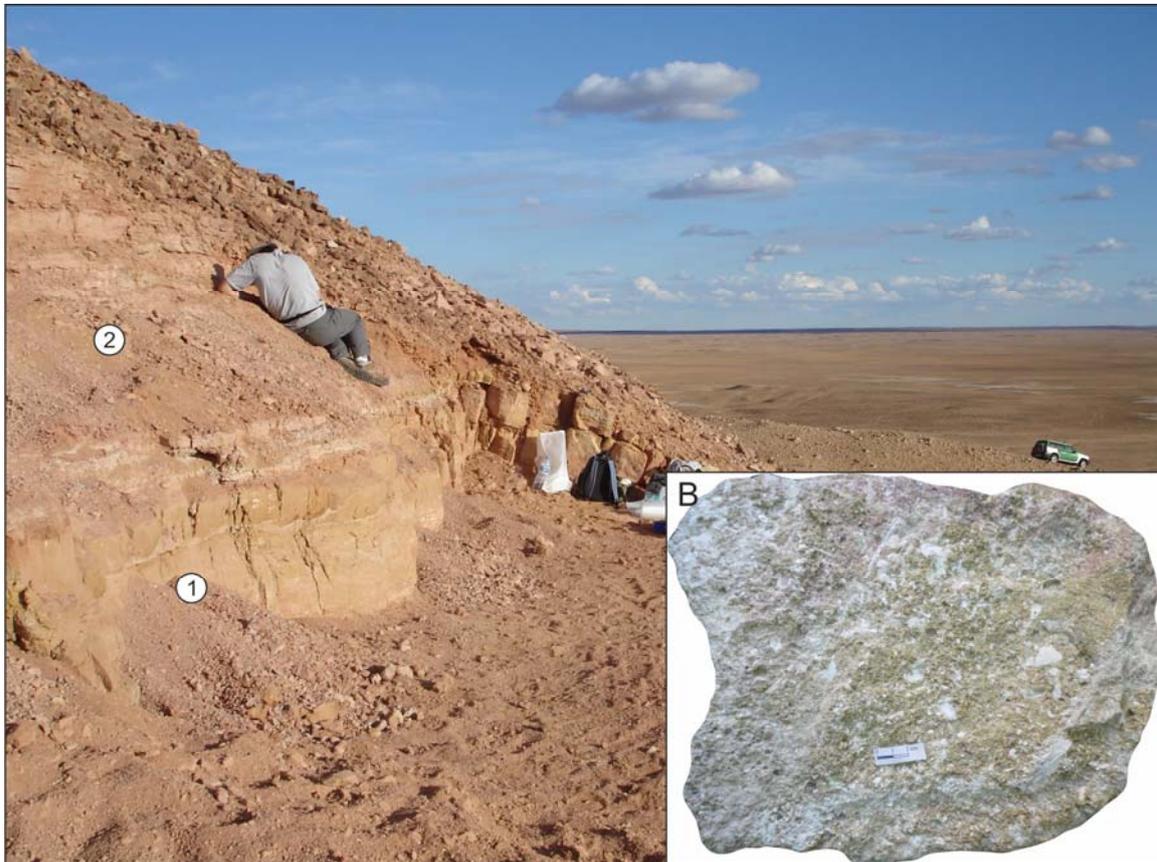
**Fig. 08 :** des échantillons du HGL47, de nature grésogypsifère très riches en os brisés, dents isolées et des plaques de poisson.

## 2.2- le membre détritique (intermédiaire)

### 2.2.1- Description lithologique

Il s'agit d'une alternance détritique d'environ 24 m d'épaisseur constituée de grès parfois jaunâtre et de silts rouges, suivi par une succession de chenaux gréseux à stratifications obliques et d'argiles. Cet ensemble comportent plusieurs niveaux fossilifères, il a livré aux auteurs précédents : Le HGL50 correspond à un grès calcaire très riches en restes de vertébrés (mammifères, poissons, ...), le HGL51 et 52 correspondant à un grès argileux

brun-rougeâtre à galets mous riche également en restes de mammifères fossiles (fig. 09). En plus du nouveau traitement du HGL50 et 51, deux autres niveaux inédits ont été exploités dans le cadre de ce mémoire, il s'agit de HGL53-(F1) et HGL54-(F2) qui nous ont livrés également des restes de vertébrés associés à des charophytes.



**Fig. 09 :** vue partiel du membre intermediaire (Photo d'Adaci, 2009), 1 - HGL50 (grès jaunâtres fossilifère) ; 2-HGL51 (grès argileux brun-rougeâtres fossilifères). B – échantillon du HGL 50.

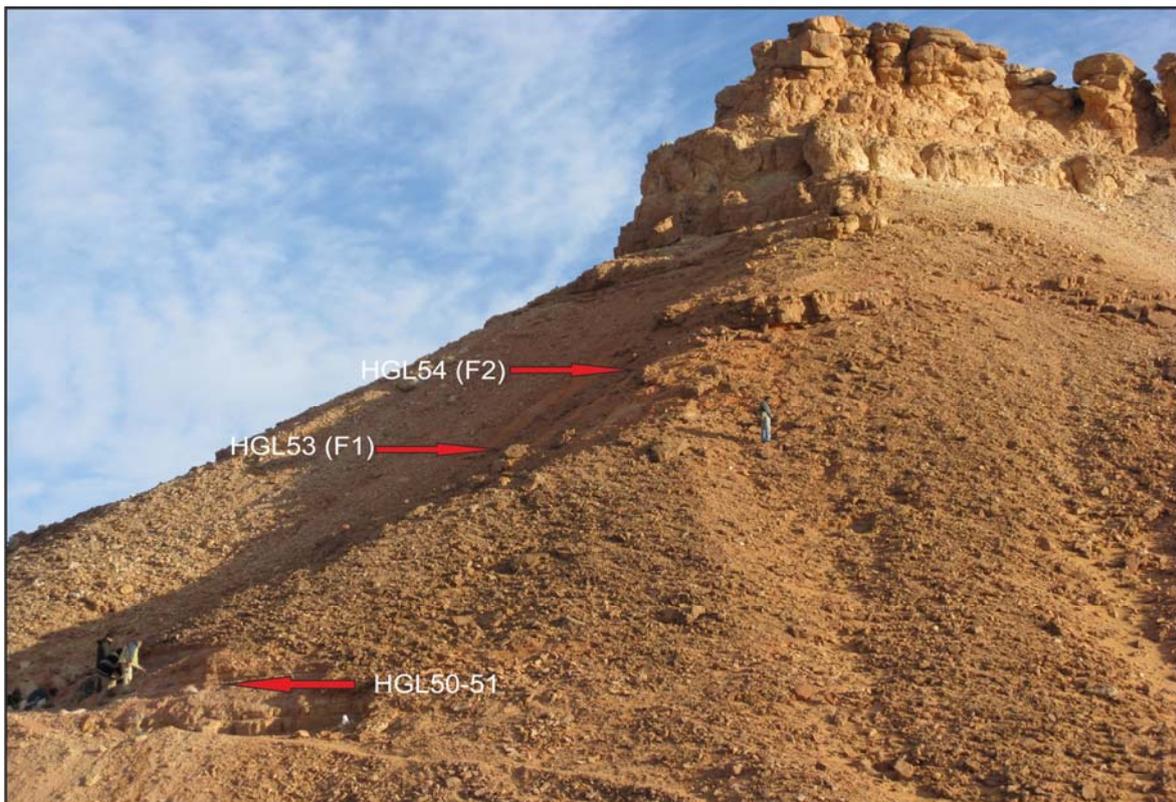
### 2.2.2- Contenu Fossilifère

Dans le cadre de ce mémoire, nous avons traité plusieurs sites fossilifères à vertèbre qui sont tous intercalés dans le membre intermédiaire (Fig. 10) : HGL50, HGL51, HGL53-(F1) et HGL54-(F2). Ils se présentent sous forme de lentilles de grès jaunâtres à galets mous et d'argiles rougeâtres.

Le HGL50 et HGL51 nous ont livré deux dents isolées de mammifères associées à des restes de dents et d'os brisés, avec une quantité importante de restes désarticulés d'ichtyofaune et des oogones de charophytes.

Le HGL53-(F1) et le HGL54-(F2) sont deux nouveaux sites, non traités par nos prédécesseurs, qui se trouvent respectivement au moins une dizaine de mètre au-dessus du HGL50 et espacés entre eux de quatre mètres. Ils sont moins riches que les précédents, mais leur contenu fossilifère ne diffère pas beaucoup de celui des autres sites. Le HGL53-(F1) est dominé par la présence de charophytes par rapport aux vertébrés, par contre le HGL54-(F2) a livré de nombreux restes d'ichtyofaune constitués de dents et de vertèbres isolées associés à des restes d'os brisés indéterminables avec quelques charophytes.

L'ensemble de ce matériel faunique sera décrit dans le chapitre paléontologie.



**Fig. 10** : vue générale du membre intermédiaire (Photo d'Adaci, 2009), avec localisation des différents sites fossilifères [HGL50-51, HGL53-(F1) et HGL54-(F2)].

## 2.3- Le Membre Gréso-Carbonaté (Supérieur)

### 2.3.1- Description lithologique

Ce membre clôture la formation continentale de Glib Zegdou. D'environ 10 m d'épaisseur et considéré comme d'origine lacustre par les anciens auteurs, il est constitué d'une succession de niveaux, formant une barre, de calcrète et de silcrète séparés par des limites ondulés et trahit par des reliques à stratifications planes du sédiment gréseux originale.

Adaci et al.,(2016) distinguent deux importantes phases d'épigénie (Calcitisation et silicification) (Fig. 11 et 12).



**Fig. 11 :** Vue partielle du membre gréso-carbonaté (Photo d'Adaci, 2007) montrant une succession de faciès d'épigénie carbonatée et silicifiée :1- Calcrète à la base avec une limite au sommet ondulée. 2-Silcrète en forme de lentille avec limites à la base et au sommet ondulée.3-Calcrète avec un débit en nodules.4-Silcrète.



**Fig. 12 :** Vue partielle du membre gréso carbonaté (Photo d'Adaci, 2007) :1 et 2 – ensemble carbonaté (Calcrètes).3- ensemble siliceux (Silcrètes).

### **2.3.2- Contenu fossilifère**

Aucun reste fossile ou floristique bien conservés n'a été trouvé jusqu'à nos jours. Seulement des fantômes de sections de coquilles mal fossilisés d'un gastéropode continental attribué à l'espèce *Pseudoceratodes* sp. signalé par Adaci (2012).

### **3- CONCLUSION**

La butte-témoin du Glib Zegdou se trouve entouré par les rides de l'Oussada quartzitiques et sombres. Elle représente la coupe type et la plus complète de la formation continentale du complexe de Gour Lazib. Elle est subdivisés en trois membres : un membre argilo-marno-gypseux (inférieur) reposant en discontinuité sédimentaire sur un substratum d'âge Paléozoïque, surmonté par un membre détritique (intermédiaire), lui-même chapeauté par un membre grés-carbonaté (supérieur). L'étude de cette série a permis de découvrir et de traiter de nouveaux sites à vertébrés (poissons actinoptérygiens, chéloniens, et mammifères notamment), associés à des charophytes.

**TROISIEME CHAPITRE :  
SEDIMENTOLOGIE**

## 1- INTRODUCTION

Ce chapitre est consacré à l'étude des caractéristiques sédimentologiques, sur le plan macroscopique et microscopique, ainsi qu'un essai d'attribution paléoenvironnementale de la série continentale du Glib Zegdou. La description macroscopique est fondée sur les observations de terrain, l'analyse microscopique est basée sur l'examen des lames minces réalisées sur les niveaux durs.

L'affleurement de la formation continentale de Glib Zegdou est composé de trois membres de nature lithologiques différentes : le premier est argilo-marno-gypseux, le deuxième est détritique, le dernier est grés-carbonaté. Chaque membre possède ses propres caractéristiques sédimentaires.

La description du banc calcaire se trouvant vers la base du membre inférieur comme marin Cénomano-turonien et de la barre sommitale du Glib Zegdou comme calcaire lacustre par les anciens auteurs, et la présence d'encroûtements grés-carbonatés et de niveaux silicifiés dans le membre grés-carbonaté (supérieur) décrit par Adaci et al. (2016) nous a incités à réexaminer ces analyses.

## 2- DESCRIPTION A L'AFFLEUREMENT ET MICROSCOPIQUE

### 2.1- Le substratum

#### 2.1.1- Description à l'affleurement

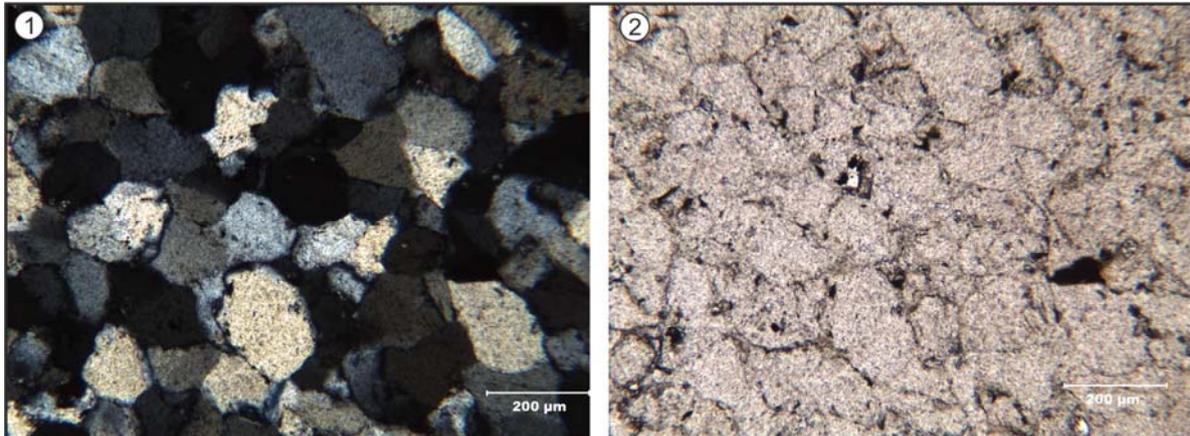
Le substratum, d'âge Paléozoïque, affleure en entourant la butte-témoin du Glib au niveau des rides de l'Oussada où il forme le soubassement du membre argilo-marno-gypseux sous forme d'une succession de bancs sombre quartzitique très dur.



**Fig. 13:** A. vue panoramique partielle montrant une succession de bancs quartzitique (rides paléozoïque de l'Oussada). B. Détail d'un banc quartzitique ; C. légèrement métamorphique (Photos d'Adaci, 2009).

### 2.1.2- Description microscopique

L'examen des lames minces confectionnées sur ces niveaux sombres montre une roche siliceuse, constituée essentiellement de cristaux jointifs de quartz recristallisés (Fig.14), les grains sont de diamètre moyen et subégale (relativement isogranulaire) autour de 250 µm. Certains grains de quartz montre une extinction ondulante.



**Fig.14** : vue microscopique du quartzite (substratum), 1. en lumière polarisée analysée, 2. en lumière naturelle. La barre d'échelle égale à 0.5mm (Photos d'Adaci, 2008).

## 2.2- Le membre argilo-marno-gypseux (inférieur)

### 2.2.1- Description à l'affleurement

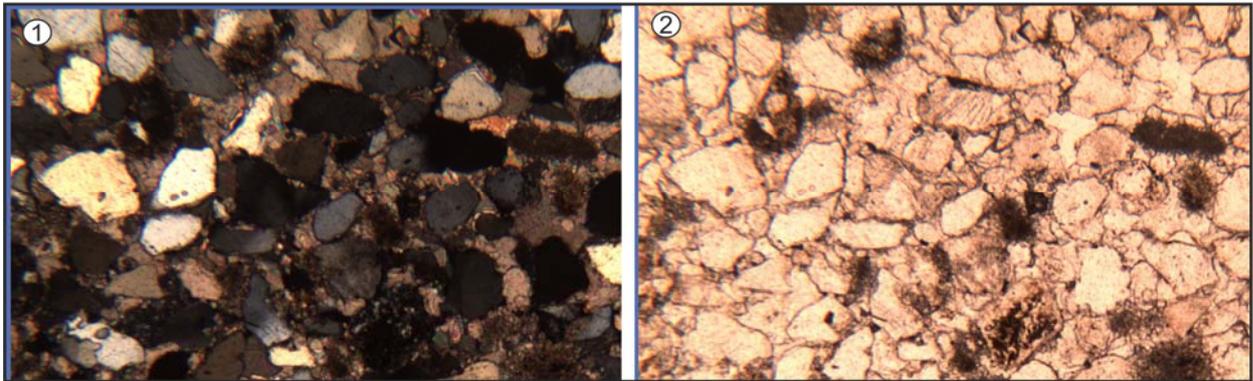
Ce membre, discordant sur les rides d'âge Primaire, montre globalement à l'affleurement une succession de bancs gréseux parfois encrustés, d'argiles, de marnes gypseuses fossilifères (restes de poissons, tortues, lézard, amphibiens, gastéropode), admettant des intercalations carbonatés, parfois silicifiée. Il est souvent masqué soit par du sable dunaire soit par des éboulis de pentes (Fig.15).



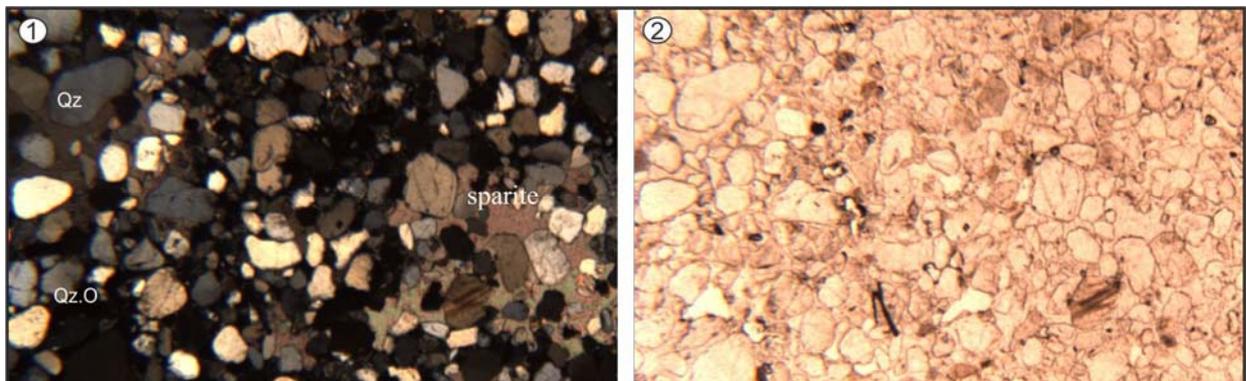
**Fig.15** : vue à l'affleurement des différents faciès du membre argilo-marno-gypseux. **A.** Grès ; **B.** Marnes à vertébrés (HGL45) ; **C.** Calcaire gris-rosâtre ; **D.** Calcaire à gastéropodes.

### 2.2.2- Description microscopique

L'examen microscopique des niveaux gréseux montre un grès à grains de quartz de taille moyenne parfois à extinction roulante, anguleux à subarrondi, avec un ciment microsparitique à sparitique. Aucun micro reste fossile n'a été observé (Fig.16, 17).



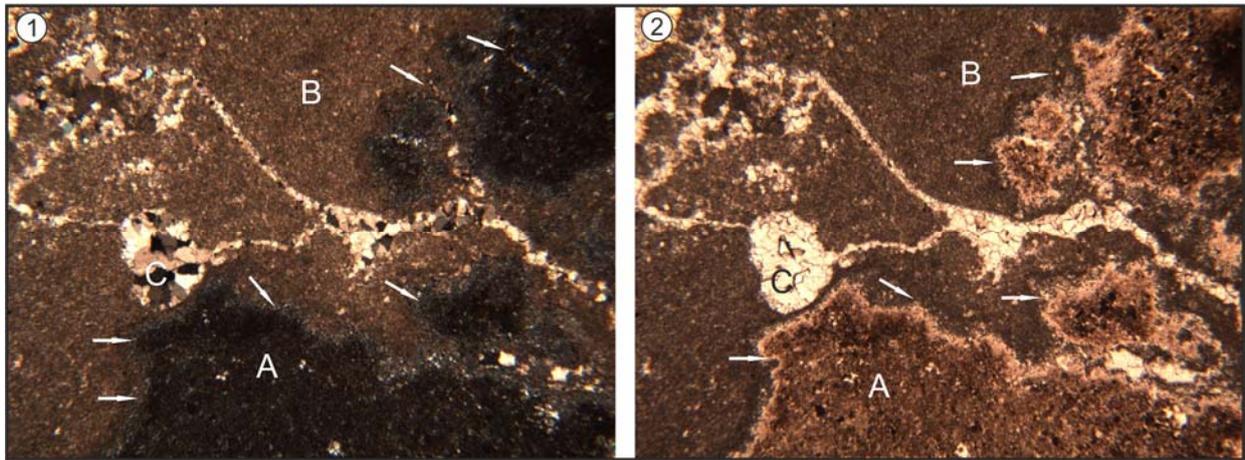
**Fig.16 :** vue microscopique d'un niveau gréseux à ciment micritique GZ 7 (40X) 1. en lumière polarisée analysée, 2. en lumière naturelle (Photos d'Adaci, 2008).



**Fig.17:** vue microscopique des grés à ciment micritique GZ 9 (40X) 1. en lumière polarisée analysée, 2. en lumière naturelle (Photos d'Adaci, 2008).

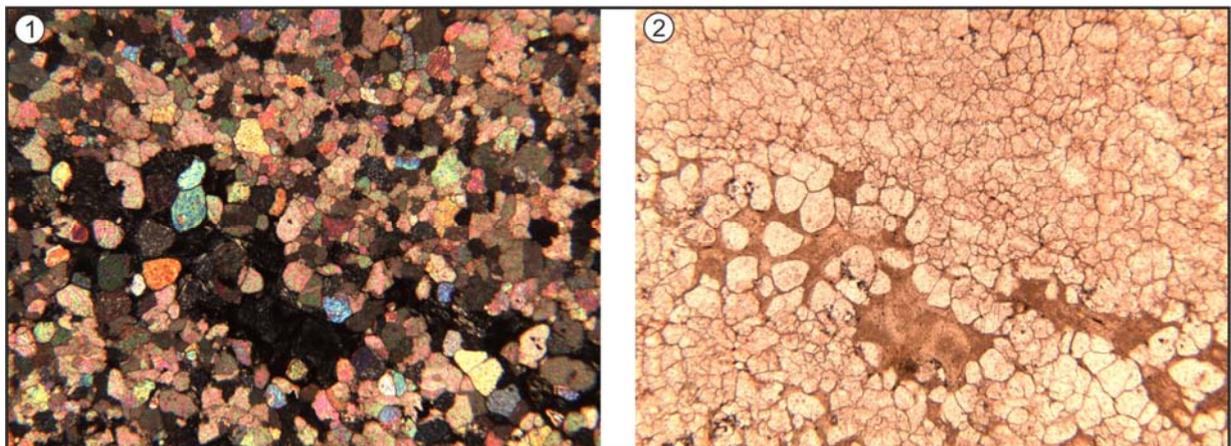
Par ailleurs, les bancs calcaires, se présentent sous deux formes :

- **Calcaire silicifié gris-roses** : il s'agit des niveaux GZ.8 et GZ.13 (considéré précédemment comme marin) (Fig.15 C). Ce sont des calcrètes et des silcrètes (Fig.18) issues du phénomène d'épigénie (Adaci, 2012). Aucune microfaune n'a été observée.

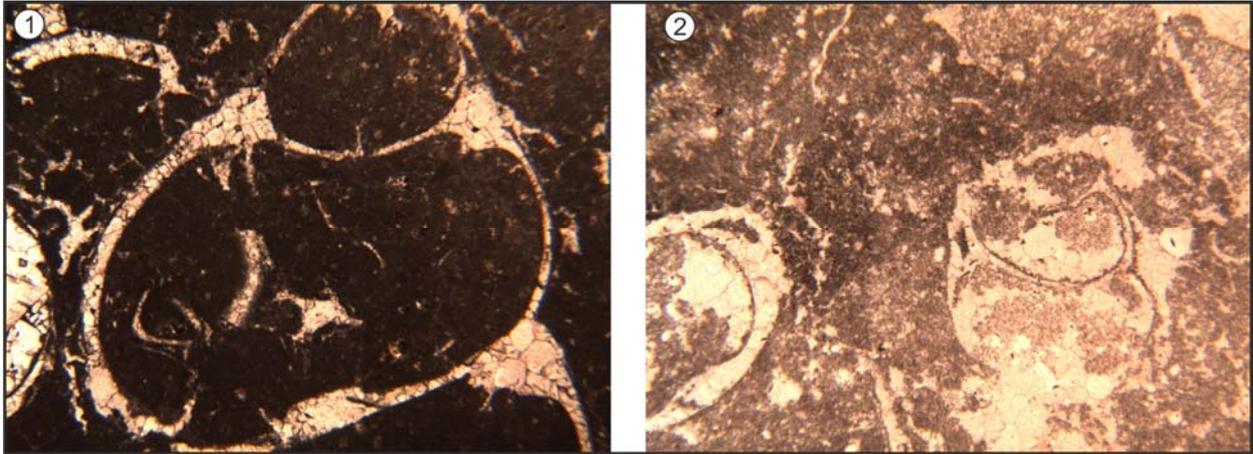


**Fig.18** : vue microscopique du calcaire rose silicifié, 1 ; en lumière polarisé, 2 ; en lumière naturelle (20X) (éch. GZ 8). A ; silcrète grise, B ; calcrète rose, C ; sparite équi-granulaire remplissant secondairement les fractures et vacuoles. Front d'épigénie calcitique marqué par les flèches et progression de la gauche vers la droite (Photos d'Adaci, 2008).

**-Calcaire blanchâtre** :il se présente sous forme de deux textures, le premier est sparitique équi-granulaire incluant de rares grains de quartz (Fig.19 A), qui n'a pas livrés de faunes ; la seconde est micritique à gastéropodes, complets et brisés, où leurs coquilles sont complètement recristallisées (Fig.19 B).



**Fig. 19 (A)** : calcaire blanchâtre, 1. en lumière polarisé. 2 ; en lumière naturelle (40X) (éch. GZ 11), Calcaire à texture sparitique équi-granulaire renfermant quelques grains de quartz détritique (Photos d'Adaci, 2008).



**Fig.19 (B) :**calcaire micritique à gastéropodes, 1 ; en lumière polarisé. 2 ; autre vue en lumière naturelle, (20X) (éch. GZ.16), La coquille est recristallisée en sparite (Photos d'Adaci, 2008).

### 2.3- Le membre détritique (intermédiaire)

#### 2.3.1- Description à l'affleurement

Sur le terrain, cet ensemble est souvent masqué soit par du sable éolien soit par des éboulis de pentes. Essentiellement détritique, il est constitué par une alternance d'argiles brun-rougeâtres (silteuses) et de grès moyen à grossier, légèrement induré à très dur. Les bancs gréseux se présentent sous forme de chenaux à stratifications obliques, d'extension décamétrique latéralement et métrique verticalement avec un maximum d'épaisseur au milieu du banc (Fig. 20). Il a livré, lors des différentes missions de fouilles paléontologiques, plusieurs niveaux fossilifères bien conservés à vertébrés, notamment à mammifères et poissons, associés à une riche et variée flore constituée d'oogones de charophytes.

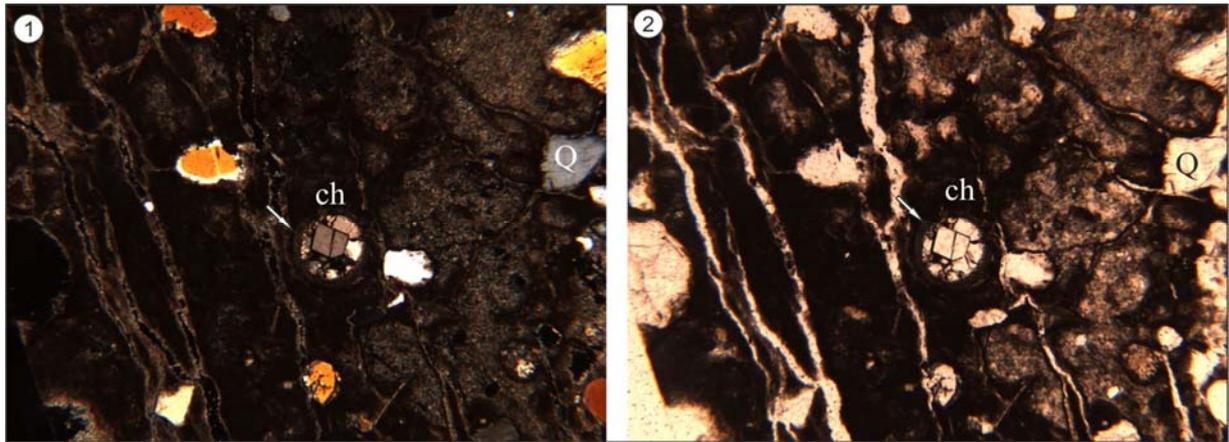
Ce membre n'a pas montrés de figures d'encroutements épigénitiques.



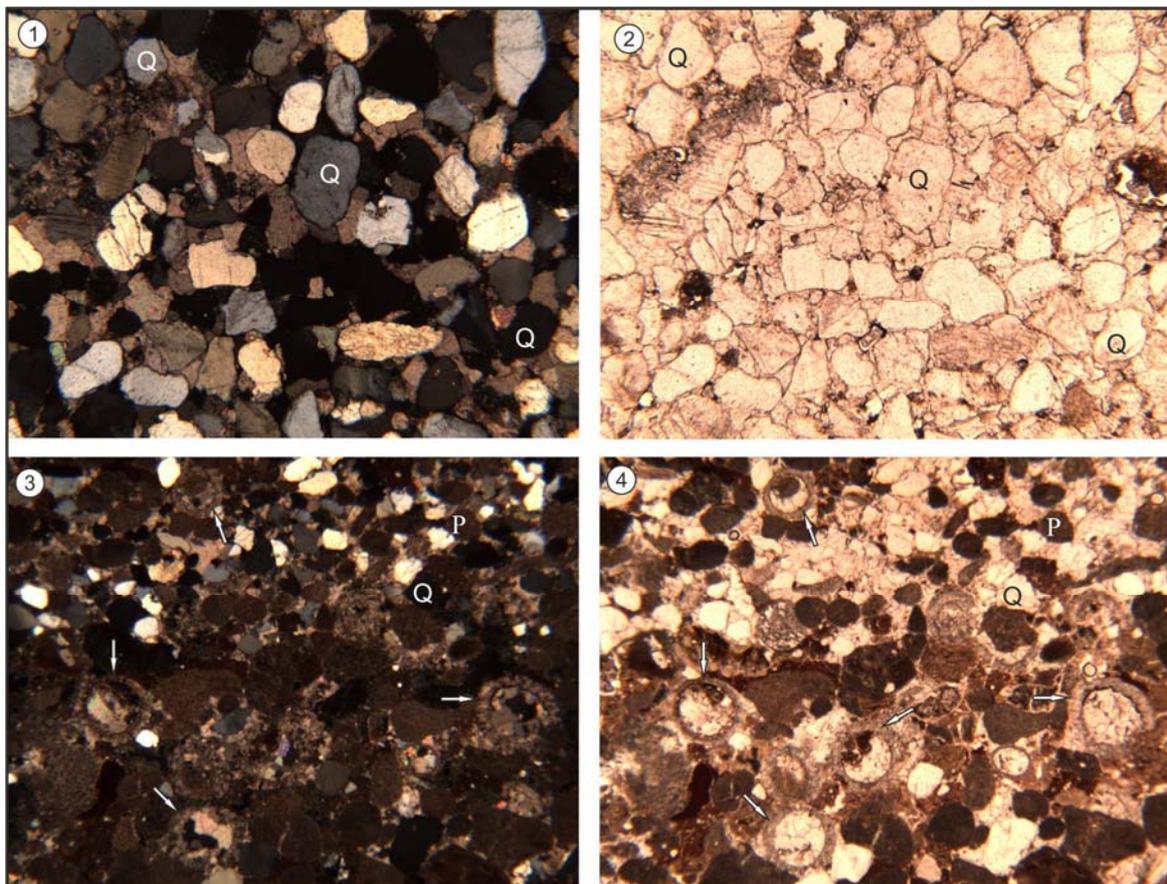
**Fig. 20 :** **A.** vue panoramique montrant l'extension latérale et verticale des chenaux gréseux ; **B.** Détail d'un chenal gréseux à stratifications obliques au sommet du membre gréseux, **C.** au milieu du même membre (Photos d'Adaci, 2009).

### 2.3.2- Description microscopique

L'analyse des microfaciès des différentes intercalations détritiques argilo-gréseuses ou gréseuses, en plus des macrorestes de vertébrés trouvés, montre la présence de sections d'oogones de charophytes remplis soit de produits détritiques fins (grains des iltes) soit par de la calcite (Fig. 21).

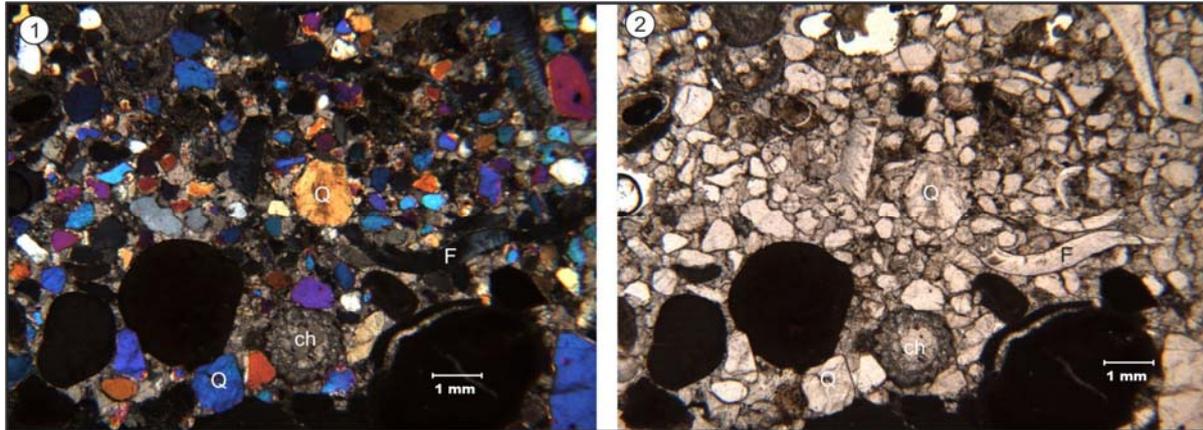


**Fig. 21:** vue microscopique d'argiles silteuses (40X) (GZ. 20);1. en lumière polarisé ;2.en lumière naturelle avec oogone de charophyte remplie par un rhomboèdre de calcite (Photos d'Adaci, 2008).



**Fig. 22 :**1 ; vue microscopique du grès à grains subarrondis du membre détritique en lumière polarisé. 2 ; en lumière naturelle, grains de quartz à ciment sparitique (40X) (éch.26). 3 ; vue en lumière polarisé du grès à nombreuses charophytes signalées par flèches, P ; peloides, Q ; grains de quartz, 4 ; la même vue en lumière naturelle (20X, éch. 29) (Photos d'Adaci, 2008) .

Par ailleurs, l'analyse microscopique du niveau HGL50 montre un grès calcaire microsparitique à sparitique à peloïdes très riche en fragments d'os et de dents de vertébrés ainsi qu'en charophytes. Ces dernières sont totalement recristallisées (Fig. 23).



**Fig. 23** : vue du microfaciès du HGL50, **1** ; en lumière polarisé, **2** ; en lumière naturelle, **Q** ; grains de quartz, **ch** ; charophytes, **F** ; fragment dents de mammifère (Photos d'Adaci, 2008).

#### 2.4- Le membre grés-carbonaté (supérieur)

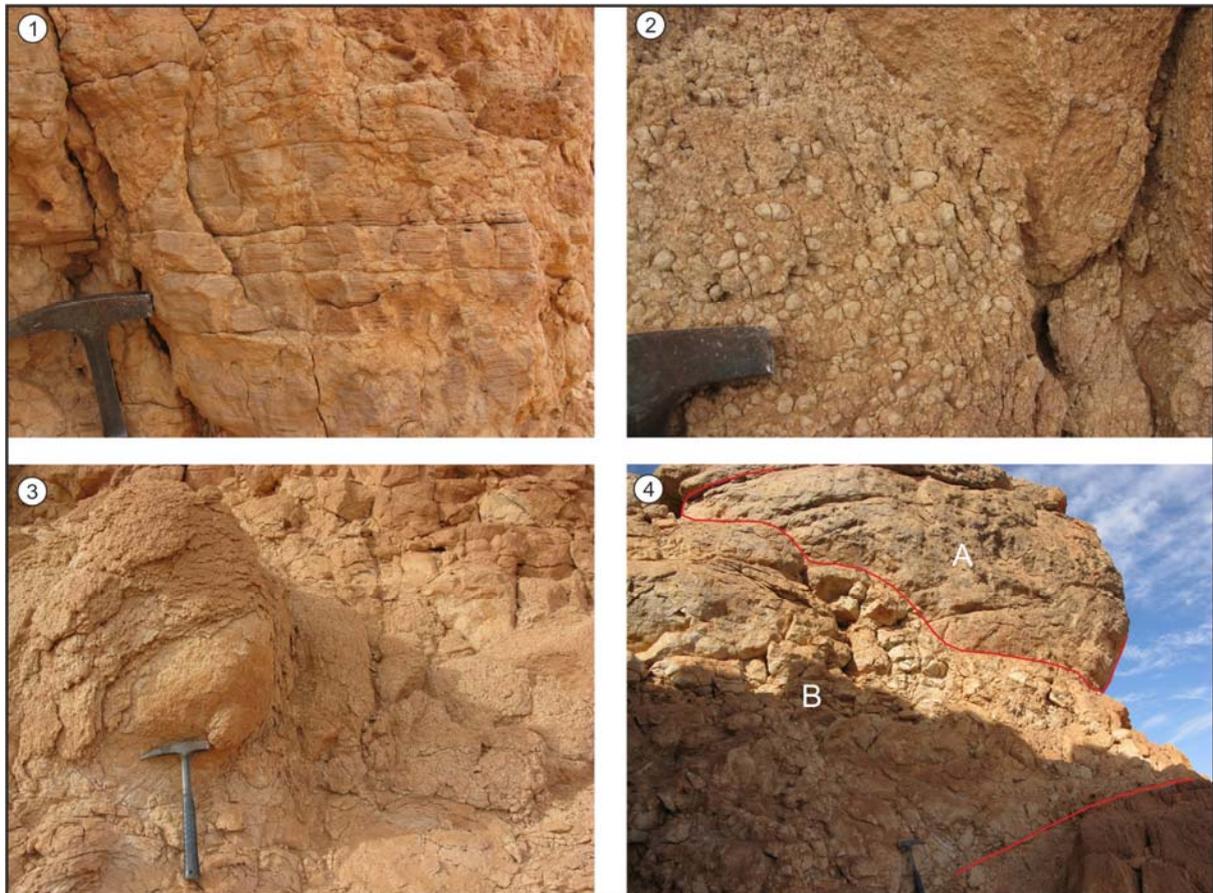
Ce membre, décrit autrefois comme calcaire lacustre, est caractérisé par des encrustements grés-carbonatés et/ou siliceux issus de phénomènes épigénitiques. Au Maghreb, notamment dans les domaines sub-arides, selon Millot et al. (1969 et 1977), Ruellan (1970), Ruellan et al. (1977), Paquet (1983), Truc et al. (1984, 1985 et 1987), Roulin (1985), El Youssi (1986, 1993), Mahdoudi (1988), El Sulaimi (1988), Bensalah (1989) et Abdeldjaoued (1991), ces encrustements se développent sur des supports rocheux de nature et d'âges différents.

Par ailleurs : les sud-africains, australiens et américains (anglo-saxons) appellent « calcrètes » tout les calcaires continentaux (lacustre et palustre, de pentes, travertin et les crottes issues d'épigénie) ; par contre, les auteurs maghrébins, espagnols et français (francophones), le terme calcrètes désigne les encroûtements calcaires ou dolomitiques liés aux mécanismes pédologiques, à l'action des eaux météoriques et des nappes phréatiques dans un climat aride à semi-aride à forte saison sèches. Selon Truc et al.,(1985), Bensalah (1989) et Abdeldjaoued (1983) il s'agit d'un remplacement d'un minérale par un autre à volume constant. D'après Alonso-Zarza (2003), Alonso-Zarza et al. (2010), les calcrètes sont de bons

indicateurs du paléoenvironnement et du climat. Les études de Flügel (2010) montrent que les encroutements est un résultat d'activité microbiologique.

#### 2.4.1- Description à l'affleurement

Ce membre est constitué de la superposition de deux barres d'encroûtements (calcrètes) admettant des lentilles siliceuses (Silcrètes). Macroscopiquement, les reliques de la roche originale détritique gréseuse sont présentes (Fig.24 (1)), elles sont matérialisées par des stratifications planes et une forme chenalisante rappelant les lentilles gréseuses. Les niveaux encroutés (calcrètes) montrent des structures variées, par exemple un débitage en boules et en desquamation (Fig. 24 (3)) avec un aspect conglomératique dans le détail. Les limites, entre les différents niveaux superposés, calcrètes et Silcrètes, ne sont pas rectilignes, elles sont onduleuses (Fig. 24 (4, A et B)).



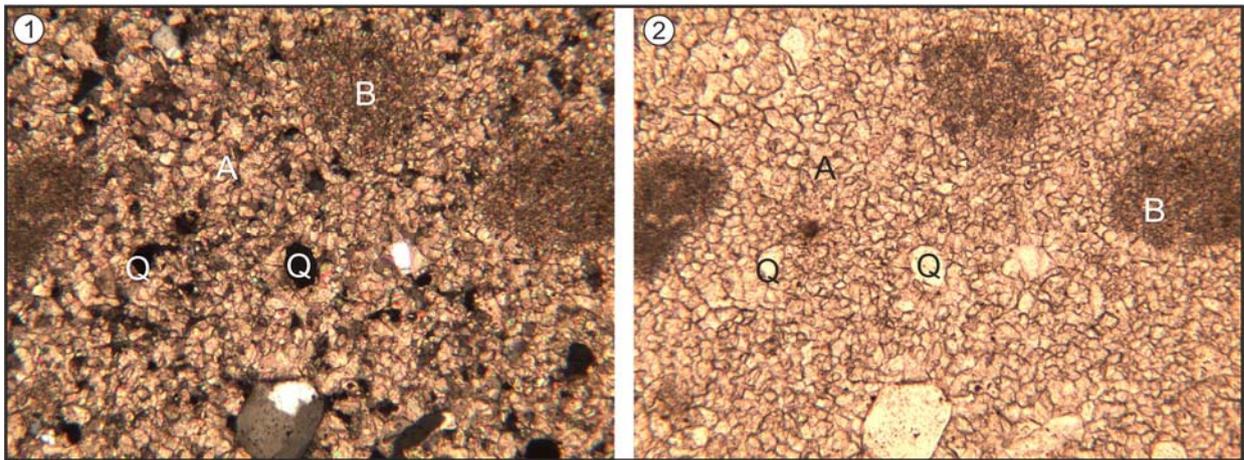
**Fig. 24 :** Faciès d'épigénie carbonatée (calcrète) et silicification (silcrète) du membre grésocarbonaté, matérialisés par diverses structures : **1-** Laminations planes reliques de la roche gréseuse initiale.**2-** concrétions calcaires.**3** - débits en grosses boules avec desquamations dans une calcrète.**4-** (A) Silcrètes avec une forme chenalisante relique où le sédiment détritique originel persiste encore. (B) Calcrètes à débits en boules et en nodules (Photos d'Adaci, 2009).

### 2.4.2- Description microscopique

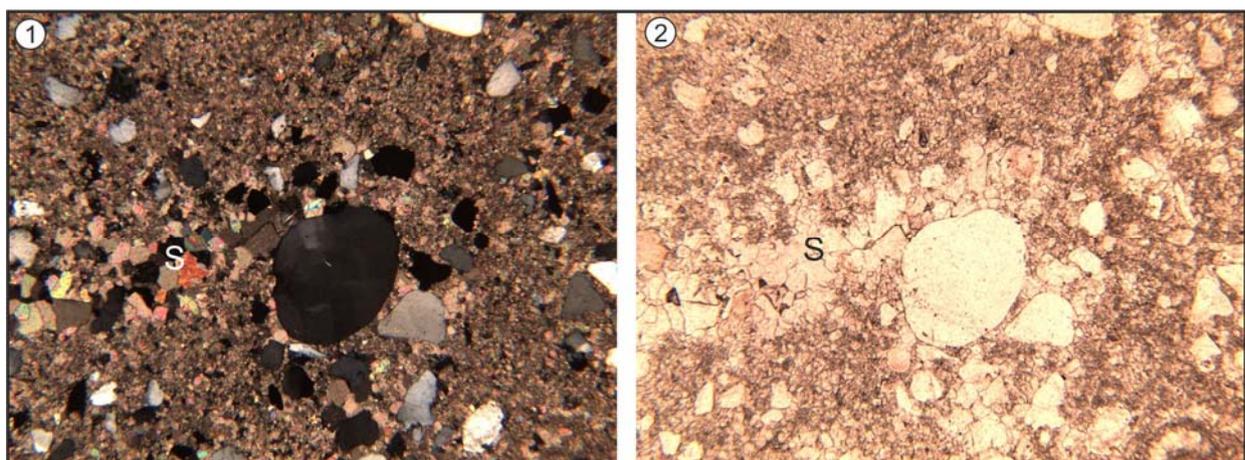
Microscopiquement, plusieurs phases d'épigénie calcitisée ou siliceuses (remplacement d'un minérale par un autre) ont été observées.

- une phase micritique et/ou microsparitique qui attaque par épigénie les composants de la première phase en les isolant parfois en plages de couleur grise-verdâtre en lumière naturelle (Fig. 25 A).

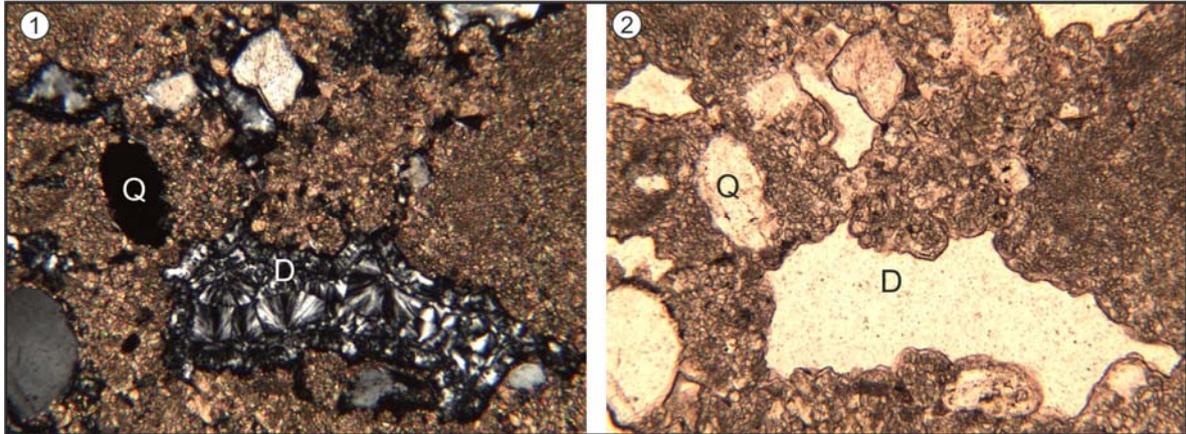
- une autre phase sparitique est localisée dans les pores et fissures (Fig. 25 B).



**Fig. 25 (A) :**1- calcrète de la barre grés-carbonaté en lumière polarisée, 2- en lumière naturelle (X100, éch. 45), A ; microsparite corrodant les grains de quartz (Q). B ; phase micritique relique (Photos d'Adaci, 2008).



**Fig. 25 (B) :** calcrète du membre grés-carbonaté.1- en lumière polarisée, 2- en lumière naturelle (X40, éch. 45). Montrant du quartz détritique corrodé, parfois à extinction roulante, entouré de microsparite. S ; phase sparitique affectant les pores .

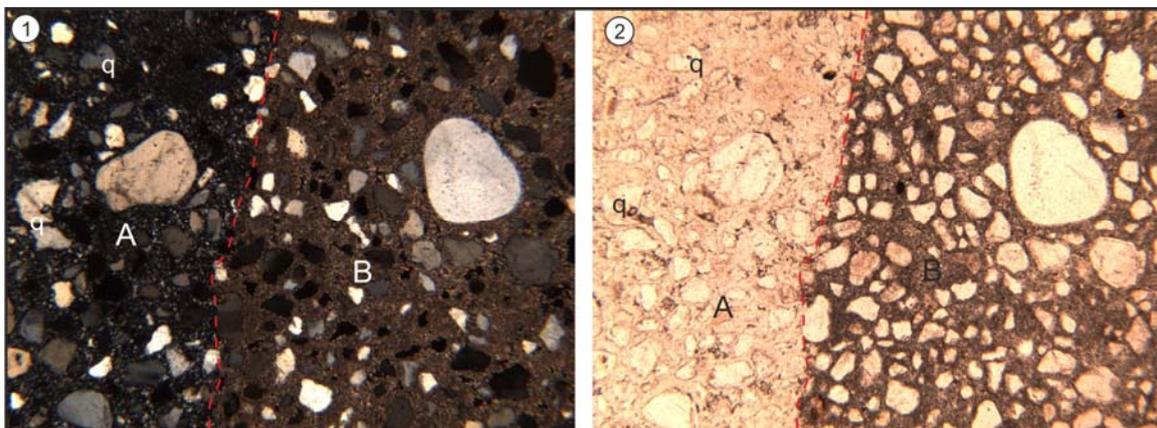


**Fig. 26** : calcrète de la partie plus haute de membre supérieur. 1- en lumière polarisé.2- en lumière naturelle (X100, éch. 48). Q : grains de quartz corrodé par de la microsparite. D : stade siliceux montrant de la calcédoine fibreuse affectant un pore (Photos d'Adaci, 2008).

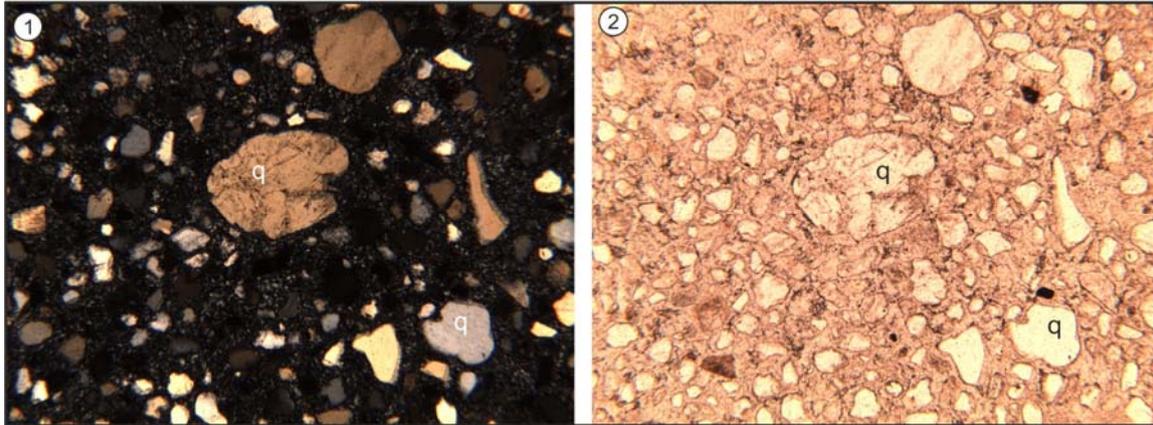
- une troisième phase est siliceuse ; elle remplace les constituants de la roche originelle et toutes les phases carbonatées précédentes (par ilots) (Fig. 27 A).

- La dernière phase est aussi siliceuse, elle est caractérisé par le remplissage des vides par de la silice fibreuse (calcédoine) à extinction roulante, elle enveloppe complètement certains grains de quartz (Fig. 27 B).

Enfin, l'épigiénie carbonatée est matérialisée dans la roche par la présence de golfes de corrosion dans le quartz en contact direct avec le carbonate (Fig. 27 A). Par conséquent, on observe un enrichissement en calcite au détriment du quartz détritique, des silts et des argiles. Néanmoins, la formation de silcrète est plus tardive.



**Fig. 27 (A)** : silcrète du membre grésos carbonaté, 1- en lumière polarisée, 2- en lumière naturelle (X40, éch. 47). Montre la progression de la phase siliceuse (A) à la gauche vers la phase carbonatée à droite, avec des grains de quartz corrodés (q).

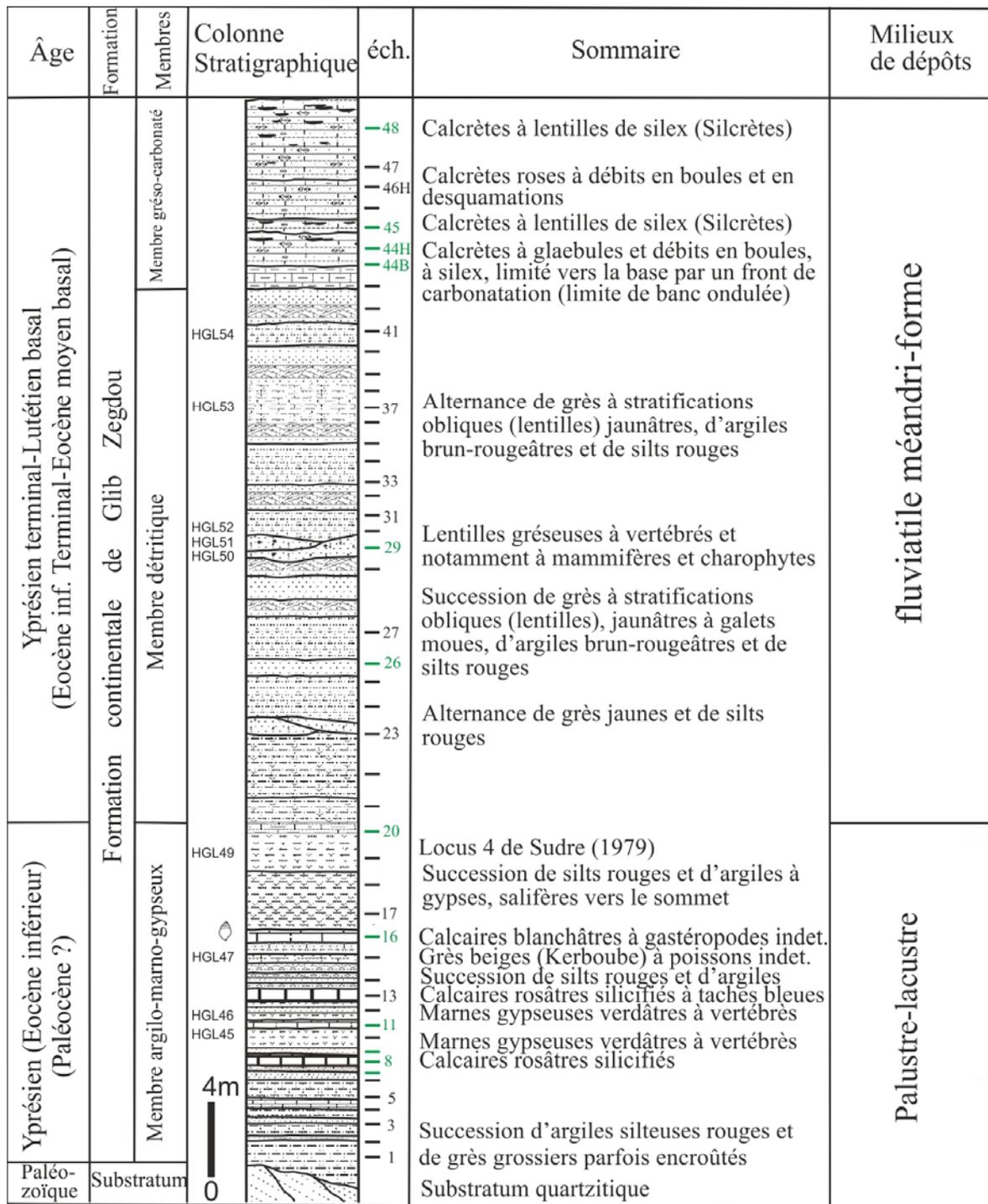


**Fig. 27 (B) :** silcrète du membre grés carbonaté, **1-** en lumière polarisée, **2-** en lumière naturelle (X40, éch. 47). Détaille de la phase siliceuse avec des grains de quartz corrodés partiellement et totalement (**q**).

### 3- INTERPRETATION PALEOENVIRONNEMENTALE

Le membre argilo-marno-gypseux, où s'intercalent les marnes verdâtres à restes de poissons et tortues (HGL45-46, HGL47) et les calcaires à gastéropodes peut être attribué à un milieu lacustre. Cette attribution implique une énergie faible et/ou une eau relativement stagnante, ceci est appuyée par la bonne conservation de la dossière et crâne de chéloniens signalé par Adaci et al. (2007), les restes ichtyofauniques trouvés dans le HGL47 (Fig. 32, 33 A et B).

Le membre détritique (intermédiaire), où la sédimentation est caractérisés par des chenaux gréseux avec un litage entrecroisé suivi de lamines faiblement obliques puis parallèles, avec des passages latéraux plus fin, peut être interprété comme un système fluvial à méandres avec des plaines d'inondations. Cette interprétation suppose une énergie relativement faible à forte, notamment lors des crues. Ceci est soutenu par le mode de préservation des restes de poissons, de crocodiliens et de squamates trouvés désarticulés dans les niveaux HGL50, HGL53 et HGL54-(F2) (Fig. 33 C, 34 au 40).



**Fig. 28** : colonne lithostratigraphique et milieux de dépôts détaillés de la coupe type de Glib Zegdou. (-) lames minces illustrées dans le cadre de ce travail (Adaci, 2012 ; modifiée).

#### **4- CONCLUSION**

Sur le plan sédimentologique et paléoenvironnementale, l'examen des macrofaciès et des microfaciès des trois membres lithologique a permis d'attribuer le premier membre (argilo-marno-gypseux) à un milieu lacustre, le deuxième (détritique) et troisième membre (gréso-carbonaté) à un milieu fluvial méandrique. Ces interprétations paléoenvironnementales sont appuyées par les données paléontologiques, notamment de l'ichtyofaune. L'étude des lames minces a permis de décrire des phénomènes d'épigenèses carbonatées et siliceuses (calcrète et silcrète), essentiellement dans la barre grésocarbonatée sont matérialisés, à l'affleurement, par des débits en boules, débits en desquamation, et en lames minces par du quartz corrodés.

**QUATRIEME CHAPITRE :  
PALEONTOLOGIE**

## 1- INTRODUCTION

Le traitement de plus de 150 kg d'échantillons de sédiments prélevés par Adaci (2012) sur les niveaux fossilifères HGL47, HGL50, HGL51, HGL53-F1 et HGL54-F2, avec les différentes méthodes de laboratoire citées dans le chapitre premier, nous a permis de collectés plusieurs associations faunistiques constituées de rares dents isolés complètes ou fragmentaires de mammifères, de nombreuses dents isolées et de restes désarticulés de poissons, de crocodiliens et de squamates associés parfois à une riche microflore de charophytes.

Ces restes fossiles, notamment de vertébrés, ont été déterminés en collaboration avec des spécialistes : pour les mammifères avec Rodolphe TABUCE, chercheur CNRS (Université de Montpellier, France), pour les poissons avec Olga OTERO (Professeur à l'Université de Poitiers, France). Enfin, les oogones de charophytes n'ont pas été étudiées dans ce travail.

## 2- MAMMIFERE

Le membre détritique et en particulière le site fossilifère HGL50 nous a livré deux dents de mammifère attribuées aux hyracoïdes éteints du genre *Microhyrax* (Fig.29) et *Titanohyrax* (Fig.30) ainsi que des fragments de dent associés à des phalanges de mammifères indéterminables(Fig.31).

### 2.1- Hyracoïdes

Les hyracoïdes sont des mammifères ayant une forme qui rappelle celle de la marmotte. L'ordre des hyracoïdes est actuellement représenté seulement par trois genres de petite taille. Il s'agit du daman des arbres (*Dendrohyrax*), du daman des steppes (*Heterohyrax*) et du daman des rochers (*Procavia*). Au contraire, au cours du Paléogène, les hyracoïdes formaient un groupe dominant au sein des « ongulés » très diversifié et représentés dans plusieurs sites paléogènes africains (Tabuce et al. 2000 ; Gheerbrant et al. 2003 Pickford et al. 2008 ; Barrow et al. 2010; Rasmussen & Gutiérrez 2010).

Le membre intermédiaire de la formation de Glib Zegdou a livré neuf (09) espèces d'hyracoïdes fossiles (Tabuce et al., 2007 ; Tabuce et al., 2011), avec une gamme de poids corporel estimée très large allant de spécimen ayant un poids d'environ 3 kg (*Microhyrax lavocati*) à plus d'1 tonne (*Titanohyrax Tantulus*) (Adaci, 2012).

Dans le cadre de notre étude, seulement deux dents isolées et complètes ont été trouvées attribuées à *Microhyrax* et *Titanohyrax*.

### 2.1.1-*Microhyrax*

Classe : Mammalia.

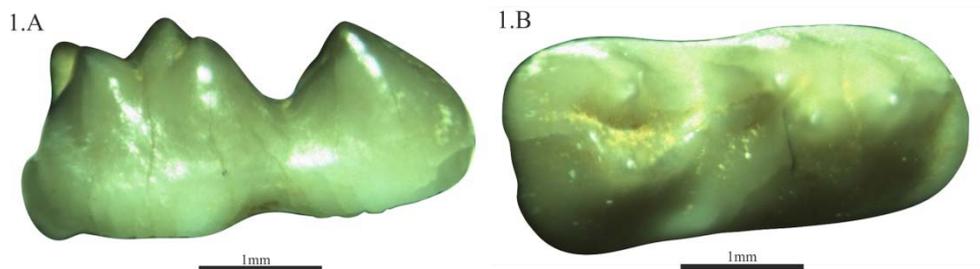
Ordre : Hyracoïdea. Huxley, 1869.

Famille : Indet.

Genre : *Microhyrax*. Sudre, 1979.

Espèce : *Microhyrax Lavocati*. Sudre, 1979.

Il s'agit d'une prémolaire inférieure droite (dp3) de *Microhyrax Lavocati* trouvée dans le HGL50, illustrée par une vue linguale et une vue occlusale (Fig.29). Cette espèce est de taille relativement petite (largeur 1,8 mm, longueur 4 mm.) et est omnivore (Adaci, 2012).



**Fig.29:** Prémolaire droite (dp3) de *Microhyrax Lavocati* trouvée dans le HGL50, 1.A : vue linguale, 1. B : vue occlusale

### 2.1.2- *Titanohyrax*

Classe : Mammalia.

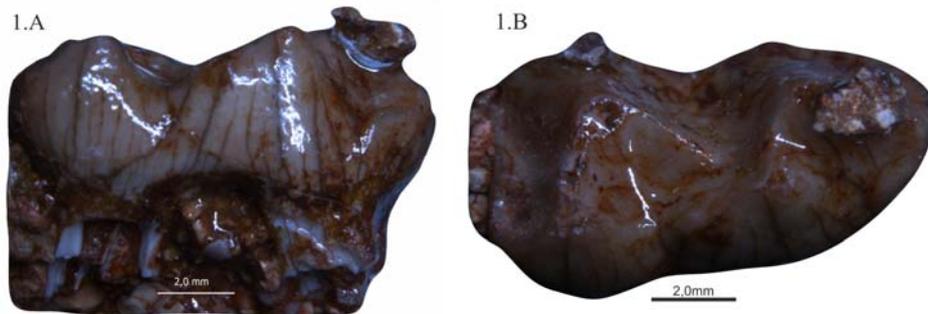
Ordre : Hyracoïdea.

Famille : Titanohyracidae. Matsumoto, 1926

Genre : *Titanohyrax*. Matsumoto, 1922.

Espèce: *Titanohyrax Tantulus*. Court et Hartenberger 1992.

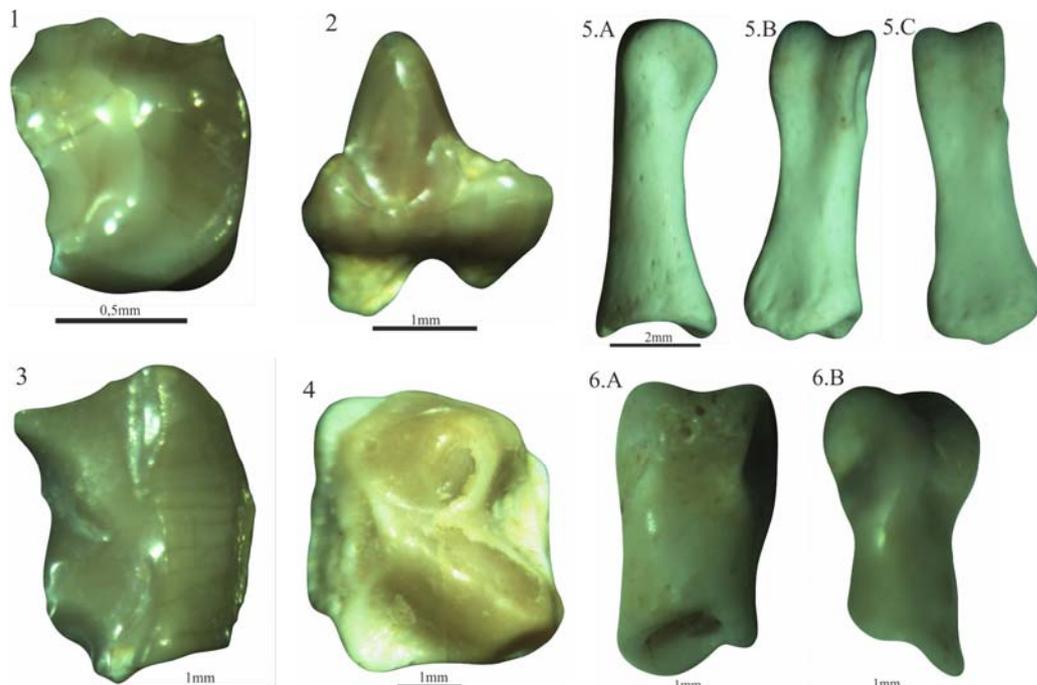
Cette espèce d'hyracoïde est représenté par une prémolaire inférieur (? p4) trouvée dans le membre intermédiaire (HGL50). Cette dent est illustrée par une vue labiale ainsi qu'avec une vue occlusale (Fig.30). Elle espèce est de taille moyenne (Largeur 6,6 mm, longueur 11mm.) et est herbivore (Adaci, 2012).



**Fig.30** : prémolaire droite (?p4) de *Titanohyrax Tantulus* trouvée dans leHGL50, 1. A ; vue labiale. 1. B ; vue occlusale.

## 2.2- Restes Fragmentaires

Ces restes sont constitués de fragments de couronnes de dents de mammifères, probablement d'hyracoïdes, en association avec des phalanges de 7 mm de long et de 2mm de large indéterminables et d'os également indéterminables(Fig.31).



**Fig. 31**: 1 à 4-fragments de couronnes dentaires (émail) de mammifères indet. 5-6 ; phalanges complète et fragmentaire de mammifères indet..

### 3- POISSONS

Les restes fossiles de poissons d'eau douce sont relativement rares. En Afrique du Nord, des restes de poissons d'âges Paléogène ont été signalés par Murray et al. (2010) dans la formation de Jbel Qatrani datée de l'Eocène supérieur (dépression de Fayoum, Egypte). Un autre gisement, comportant un assemblage de restes désarticulés de Sarcopterygiens, dipnoïdes et d'actinoptérygiens d'eau douce a été décrit par Otero et al. (2015) dans la formation de Dur At-Talah (Lybie) datés de l'Eocène moyen à supérieur. Les études préliminaires d'Adaci et al. (2007, 2016) ont signalé des spécimens représentant des dipneustes et des actinoptérygiens dans le complexe de Gour Lazib. Enfin, le premier locus ayant livré des dents isolées du plus ancien poisson-tigre d'Afrique a été décrit dans la formation d'Oued Méridja d'âge Yprésien-Lutétien par Hammouda et al. (2016).

Le matériel ichthyofaunique trouvés dans les différents locus fossilifères traités est représenté par des dents isolées, de vertèbres, d'écailles, d'épines, et d'os brisés indéterminables. Ces restes sont attribués à des poissons appartenant aux **Osteichthyes Actinopterygii** (ordres : Amiiiformes, Perciformes, Siluriformes et Polyperiformes) et aux **Sarcopterygii** (ordre : Lepidosireniformes) ainsi qu'à des Lissamphibiens, squamates et crocodiliens indets.

#### 3.1- Osteichthyes

Règne : Animalia.

Embranchement : Chordata.

Sous embranchement : Vertebrata.

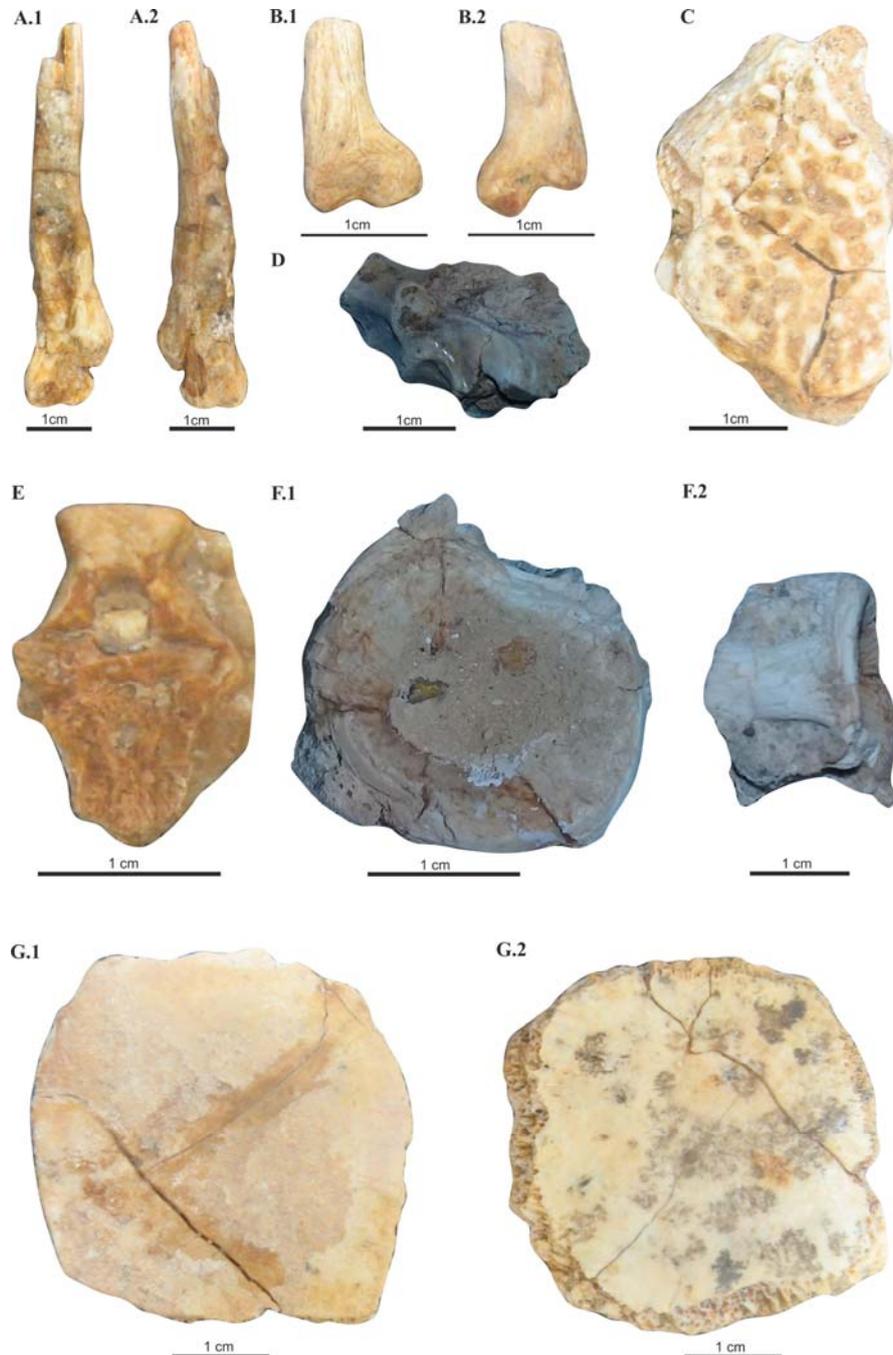
Super classe : **Osteichthyes**. Huxley 1880.

La super classe des ostéichtyens, pour la classification classique, regroupe des poissons caractérisés par un squelette osseux et un épiderme en écailles osseuses. Les spécimens récoltés dans le HGL47 correspondent à des Os indéterminables et à des plaques dermiques (Fig.32 A, B, D, G).

##### 3.1.1- Classe : Actinopterygii. Klein 1885.

Les actinoptérygiens sont des poissons dont les os des nageoires ont une disposition rayonnante, caractérisés également par des écailles épaisses de type « Ganoïde » couvertes

d'émail et articulées en tenon-mortaise et par une seule nageoire dorsale. Les exemplaires indéterminés récoltés dans le HGL47 sont représentés par des fragments d'os de toit crânien et de fragments d'os indéterminables associés à des vertèbres (Fig. 32 C, E, F).



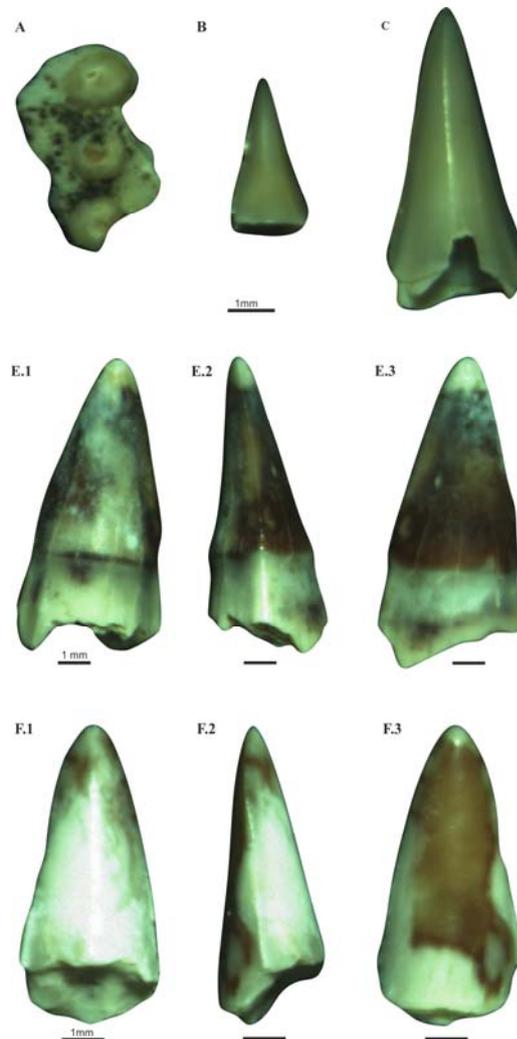
**Fig. 32:** A, B et D- Os de poisson osseux indéterminable d'Ostéichthyens (HGL47). C- fragment d'os d'un toit crânien d'Actinopterygiens(HGL47).E- fragment d'os indéterminable d'Actinopterygiens. F- vertèbre respectivement en vue antérieure (F.1) et en vue latérale (F.2) d'Actinopterygiens. G- Plaque dermique en vue externe (G.1) et en vue interne (G.2) d'Osteichthyens.

Les spécimens d'Actinoptérygiens déterminables au niveau ordinal appartiennent aux ordres : Amiiiformes, Perciformes, Siluriformes et Polyperiformes.

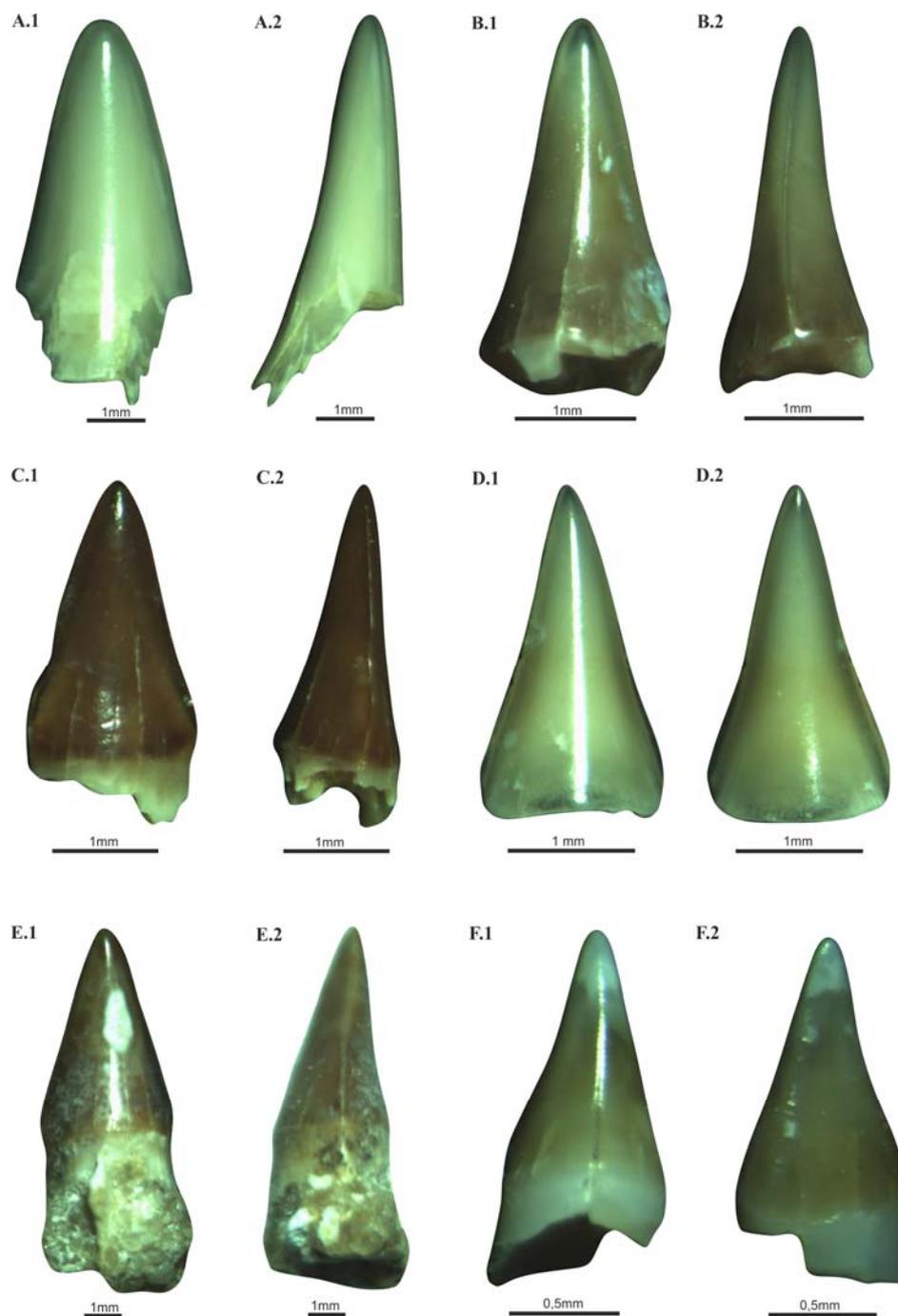
### **a- Actinoptérygiens Amiiiformes**

Ordre : **Amiiiformes**, (Hay, 1929).

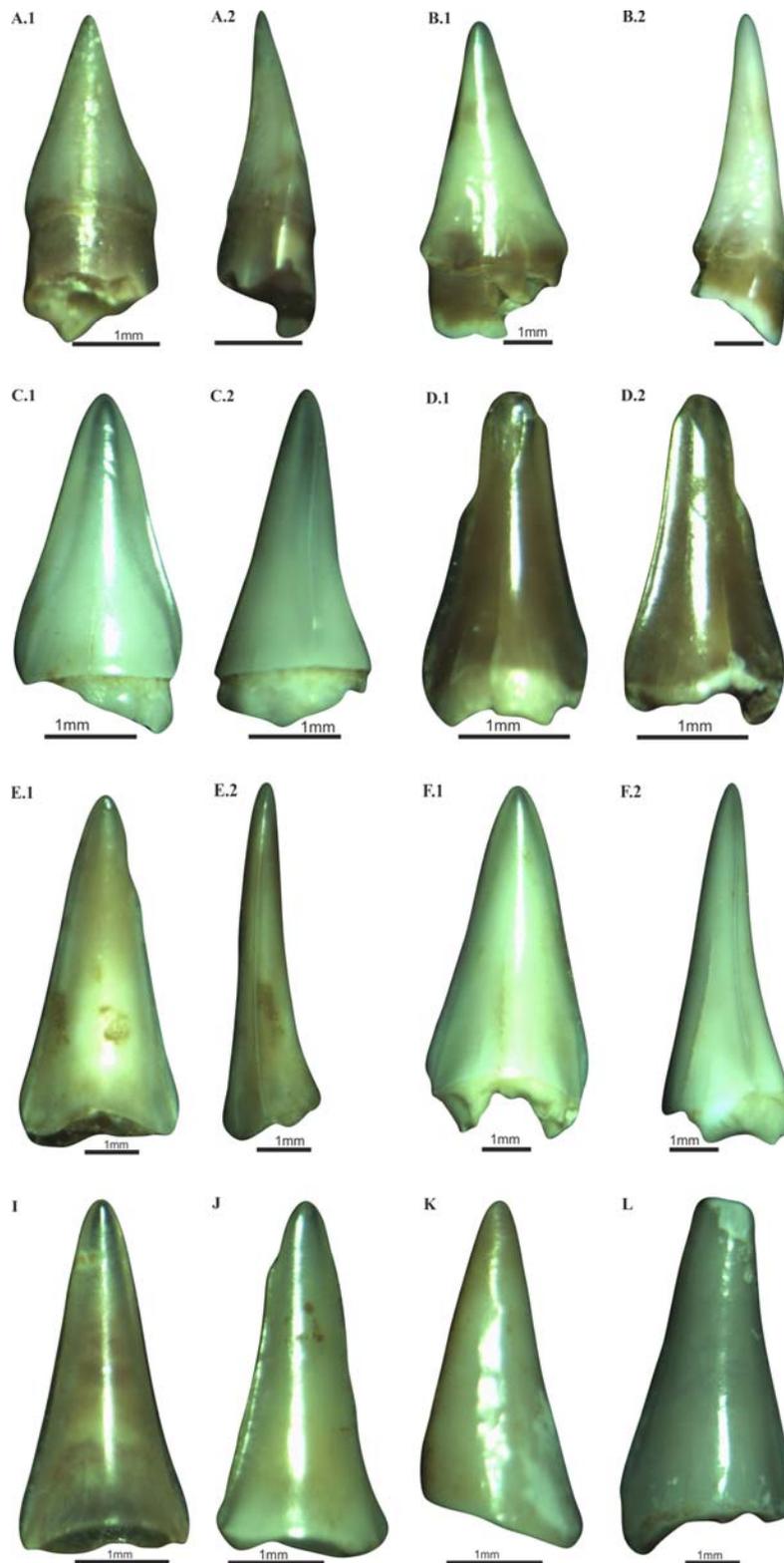
Les Amiiiformes sont un ordre de poissons à nageoires rayonné (actinoptérygiens), abondant au Crétacé. Nous avons trouvés de nombreux restes fossiles dans les niveaux HGL47, HGL50, et HGL54-(F2) sous forme de dents isolées coniques, dont la racine complète n'est pas conservée, et de fragments de mâchoires (Fig. 33 A, B, C).



**Fig. 33 (A) :** mâchoire et dents d'Actinoptérygiens; **Amiiiformes** du niveau HGL47. **A-** fragment d'une mâchoire d'Amiiiformes en vue occlusale. **B et C-** dent isolée d'un poisson Amiiiformes en vue linguale. **E-** dent isolée d'Amiiiforme en vue linguale (**E.1**), vue latérale (**E.2**) et vue labiale (**E.3**). **F.1 -** dent isolée d'un poisson Amiiiforme en vue labiale (**F.1**), en vue latérale (**F.2**) et en vue linguale (**F.3**), barre d'échelle égale à 1mm.



**Fig. 33 (B) :** dents de poissons d'Actinopterygiens; **Amiiformes** en forme conique du niveau HGL47. **A-** dent isolée conique en vue linguale (A.1), en vue latérale (A.2). **B-** dent isolée conique en vue linguale (B.1) et en vue latérale (B.2). **C-** dent isolée en vue labiale (C.1) et en vue latérale (C.2). **D-** dent isolée en vue linguale (D.1) et en vue labiale (D.2). **E-** dent isolée en vue labiale (E.1) et en vue latérale (E.2). **F-** dent isolée en vue latérale (F.1) et en vue labio-latérale (F.2).



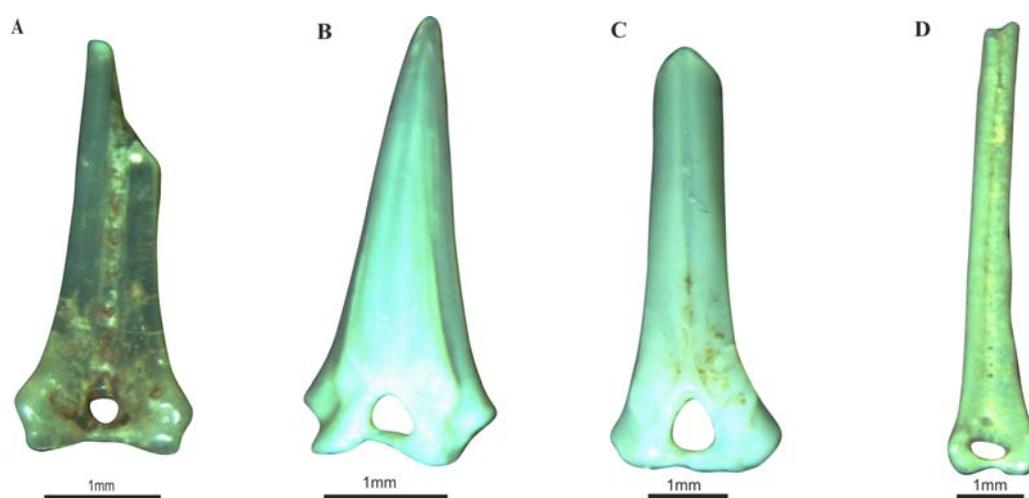
**Fig. 33** : dents Actinopterygiens; **Amiiformes** du niveau HGL50 et HGL54. **A-** dent isolée en vue linguale (A.1) et en vue latérale (A.2).**B-** dent isolée en vue labiale (B.1) et latérale (B.2).**C-** dent isolée en vue labiale (C.1) et latérale (C.2).**D-** dent isolée en vue linguale (D.1) et labiale (D.2).**E-**dent isolée en vue linguale (E.1) et latérale (E.2).**F-** dent isolée en vue labiale (F.1) et latérale (F.2) (HGL50).**I, J, K, L-** dents isolées en vue linguale (HGL54-(F2)).

## **b- Actinoptérygiens Perciformes**

Ordre : **Perciformes** (Bleeker 1863).

Les perciformes, également appelé percomorphes ou acanthoptes, forment un ordre de poissons osseux. Cet ordre d'actinoptérygiens se trouve en générale dans tout l'écosystème aquatique, cela est dû au fait qu'il représente le groupe le plus nombreux et diversifié pour les poissons osseux (Cavin, 2017).

Dans les résidus de lavages du HGL50, les restes de perciformes sont représentés par des épines de nageoires (**Fig. 34**).



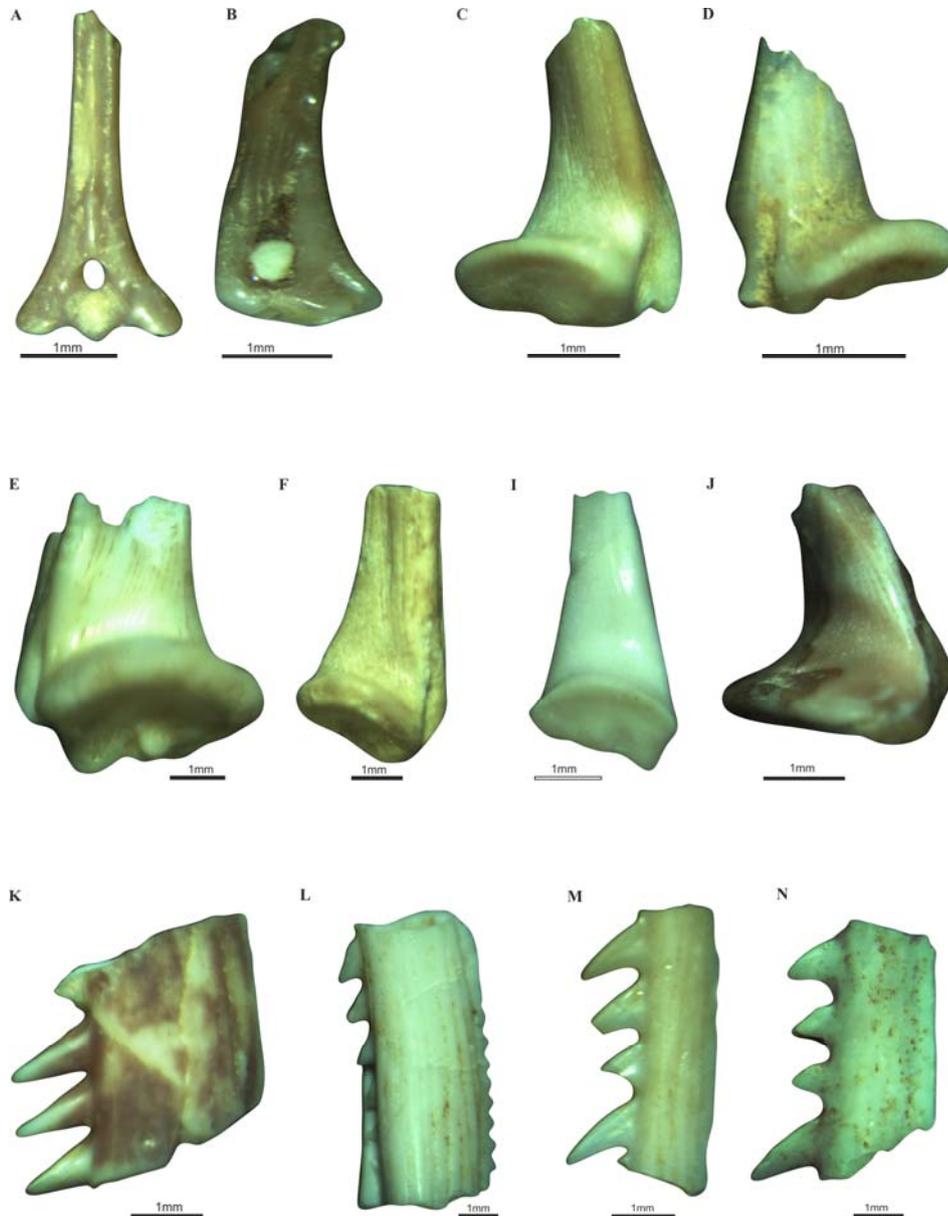
**Fig. 34** : Épines d'Actinoptérygiens de l'ordre **Perciformes** du HGL50. **A**-épine de la nageoire médiane en vue postérieure. **B**- épine de la nageoire médiane en vue frontale. **C et D**- fragment d'épine de la nageoire médiane avec la tête articulaire en vue frontale.

## **c- Actinoptérygiens Siluriformes**

Ordre : **Siluriformes** (Rafinesque 1820)

Les siluriformes sont un groupe de poissons qui rassemble les poissons chats et les silures. Ils forment environ le quart des espèces de poissons d'eau dulçaquicole, selon Armbruster (2011) *in* Cavin (2017) ils forment l'ordre de vertébrés les plus diversifiés. L'épaisse ossification dermique et les épaisses épines des nageoires, comme celles trouvées dans le HGL50 et HGL54-(F2), facilitent leur fossilisation et leur détermination.

L'ichtyofaune siluriformes est représentée dans le HGL50 et HGL54-(F2) par des fragments d'épines de la nageoire dorsale avec la tête articulaire et des fragments d'épines de la nageoire pectorale également avec la tête articulaire(Fig. 35).

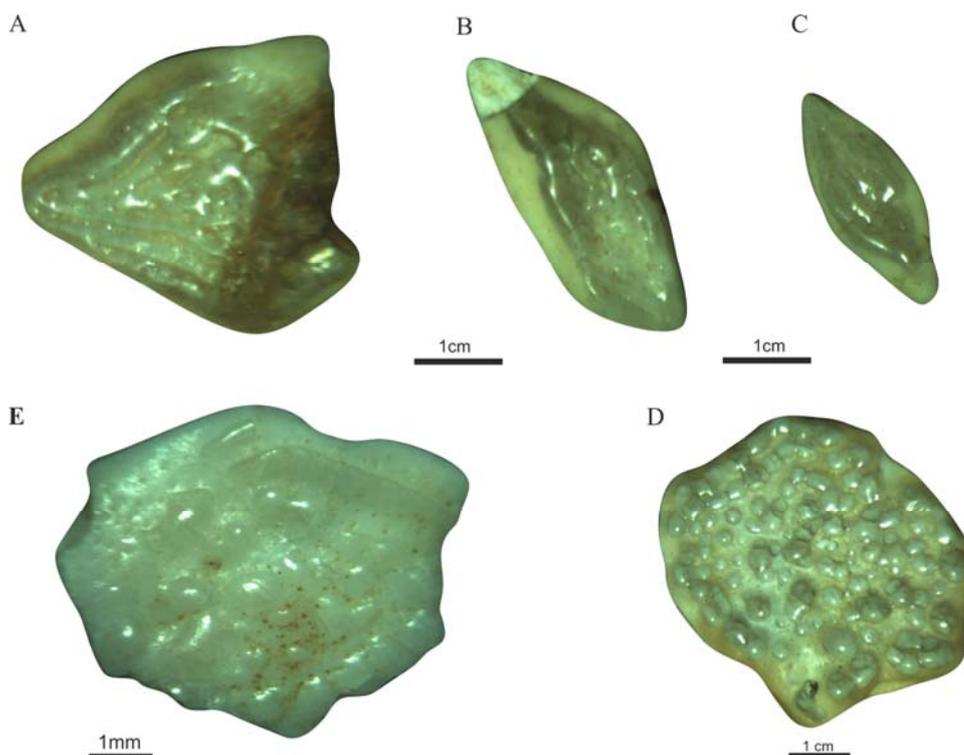


**Fig. 35** : épines d'Actinoptérygiens **Siluriformes** (HGL50 et 54-(F2)).A-fragment d'épine de la nageoire dorsale avec la tête articulaire en vue frontale. B, C, D, E, F, I, J-fragments d'épines de la nageoire pectorale avec la tête articulaire. K, L, M, N-fragment d'épine de la nageoire pectorale en vue latérale.

## **d- Actinoptérygiens Polypteriformes**

Ordre : **Polypteriformes** (Bleeker 1859).

Les Polypteriformes regroupent les poissons osseux à nageoires rayonnées et épaisses et à des écailles ganoïdes. Ils sont matérialisés dans le HGL50 par des écailles ganoïdes et des fragments d'os dermiques (Fig. 36).



**Fig. 36** : écailles d'Actinoptérygiens **Polypteriformes** du HGL50. **A, B, C et D**-écailles ganoïdes en vue externe. **E**- fragment d'os dermique en vue externe.

### **3.1.2-Classe : Sarcopterygii**

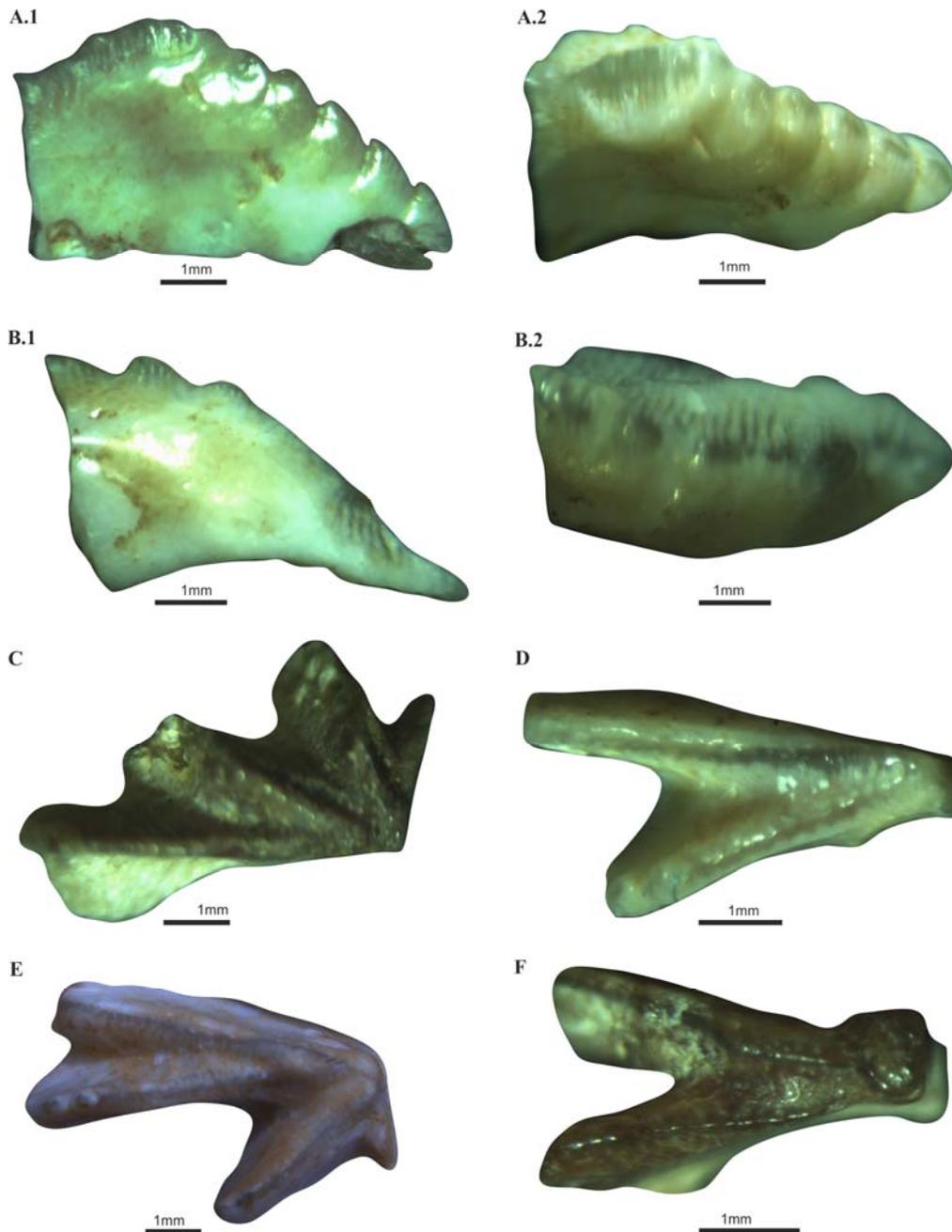
Les Sarcopterygii (sarcoptérygiens) ou vertébrés à membres charnus, forment une classe de vertébrés comprenant les Actinistia (coelacanthes), les Rhipidistia Dipnoi (Ceratodontiformes et **Lepidosireniformes**), les tétrapodes (Lissamphibia) (Nelson et al., 2016)).

#### **a-Sarcopterygii Lepidosireniformes**

Classe : Sarcopterygii, Romer 1955.

Ordre : **Lepidosireniformes** (Fowler 1947).

L'ordre des Lepidosireniformes englobe les dipneustes américains et africains. Cet ordre est matérialisé au HGL50 par des fragments de plaques (pavés) dentaires (**Fig. 37**).



**Fig. 37** : Fragments de plaques (pavés) dentaires de **Lepidosireniformes** du HGL50. **A.1** et **B.1**- fragment de plaque (pavé) dentaire en vue latérale. **A.2** et **B.2**- vue occlusale. **C**- plaque (pavé) dentaire en vue occlusale. **D**, **E**, **F** : fragment de plaque (pavé) dentaire en vue occlusale.

## **b-Sarcopterygii, Tétrapodes**

Les tétrapodes sont des vertébrés, surtout aériens et terrestres, qui sont, au moins primitivement, pourvus de quatre membres, eux-mêmes pourvus de doigts. Dans la nature actuelle, ils comprennent les amphibiens « modernes », ou Lissamphibiens (apodes, salamandres, tritons, grenouilles, crapauds) et les amniotes (« reptiles », oiseaux, mammifères).

Le site HGL54-(F2) a livré une dent de Lissamphibia, une dent de squamate et deux dents de crocodiliens indets,

### **b.1-Lissamphibiens**

Embranchement : Chordata

Sous classe : **Lissamphibia** Haeckel 1866.

Ce groupe est documenté par une seule petite dent isolée montrant une couronne à émail ainsi qu'une racine (Fig. 38).



**Fig. 38** : Dents de Lissamphibiens indet. Du site HGL54-(F2).

### **b.2-Crocodiliens**

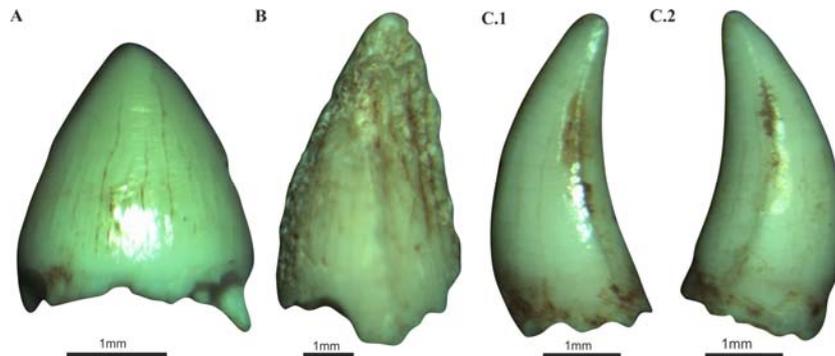
Embranchement : Chordata.

Super-classe : Tetrapoda Jaekel 1909.

Classe : Reptilia.

Ordre : **Crocodylia** Owen 1842.

Les crocodyliens est un ordre de reptiles vivant actuellement dans les eaux troubles (lacs, marais et fleuves). Le niveau HGL50 et HGL54-(F2) ont livrés quelques dents isolées relativement bien conservées (Fig. 39).



**Fig. 39** : Dents isolées de Crocodyliens du HGL 54-(F2). A à C- dent de ?crocodyles indet.

### **b.3- Squamates**

Embranchement : Chordata.

Super-classe : Tetrapoda Jaekel 1909.

Classe : Reptilia.

Ordre : **Squamata** Oppel 1811.

Cet ordre, appartenant aux reptiles, est caractérisé par la présence d'écailles sur la peau comme les serpents et les lézards. Il est documenté dans le HGL54-(F2) par une seule dent isolée (Fig. 40).



**Fig. 40** : dent isolé d'un ?squamate indet. (Lézard).

#### 4- AGE DE LA FORMATION DE GLIB ZEGDOU

L'âge des différents membres lithologiques de la formation sédimentaire de Glib Zegdou a été révisé, sur la base de nouvelles données sédimentologique de terrain recueillis sur plusieurs coupes du complexe de Gour Lazib (Glib Zegdou, Gour Lazib et Gour Idergane) et de données paléontologiques (Adaci, 2012 ; Adaci et al., 2007, 2016 ; Tab. 01, Mebrouk, 2011) et magnétostratigraphiques (Fig. 41, Coster et al., 2012).

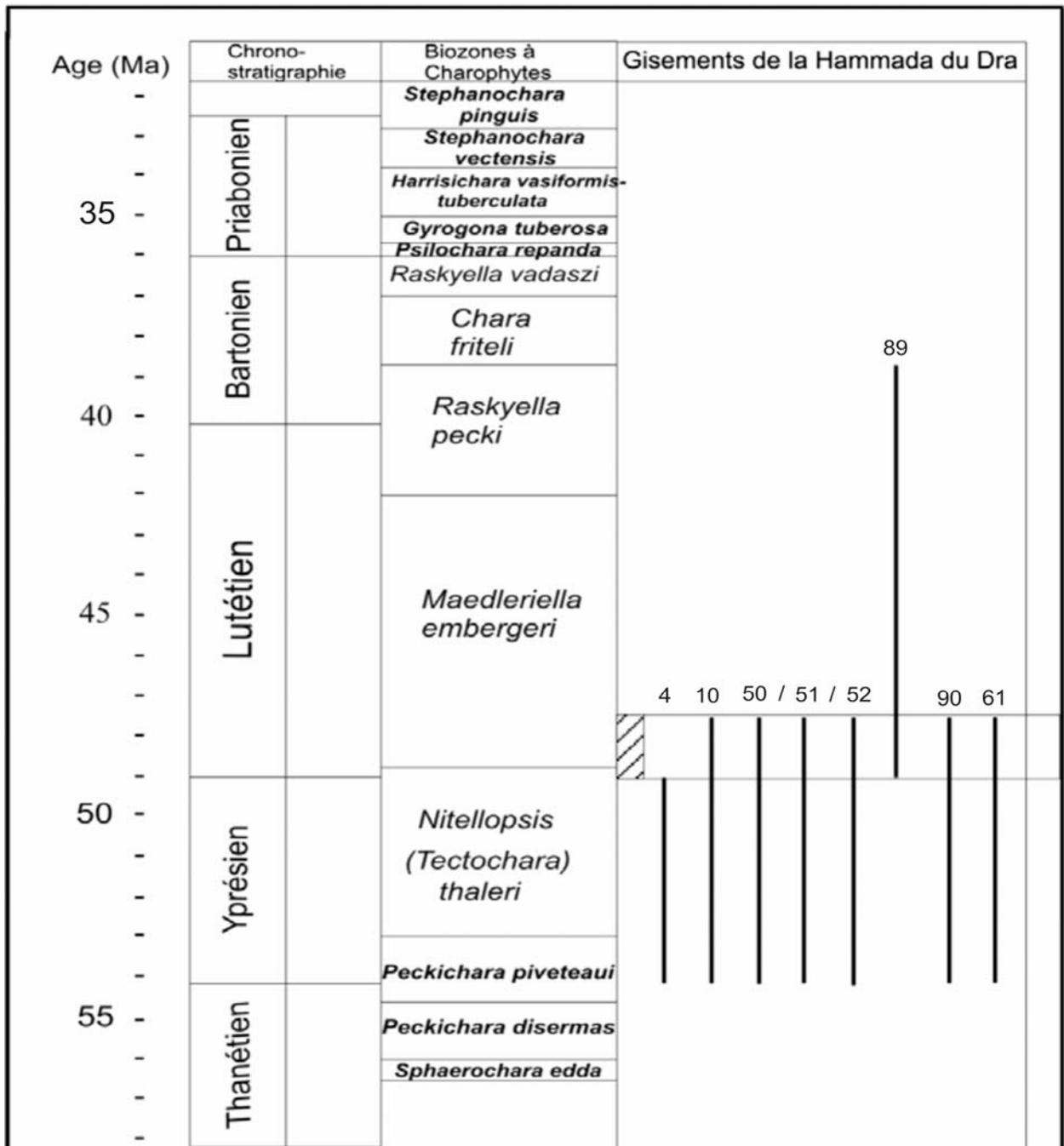
Les données sédimentologiques et le peu d'éléments paléontologiques trouvés dans le cadre de ce master vont à l'appui de ceux obtenus par nos prédécesseurs.

Ainsi, le membre argilo-marno-gypseux (inférieur), recouvre les assises primaires de l'Oussada. Le HGL47 nous a livrés dans la coupe de Glib Zegdou une ichtyofaune constituée de dents isolées et fragments de mâchoires d'actinoptérygiens amiiiformes, fragments d'os d'un toit crânien et os de poissons osseux indet ainsi que des vertèbres et de plaques dermiques d'actinoptérygiens. Ce contenu fossilifère complète l'inventaire faunique trouvé par nos prédécesseurs mais il n'apporte aucune précision stratigraphique.

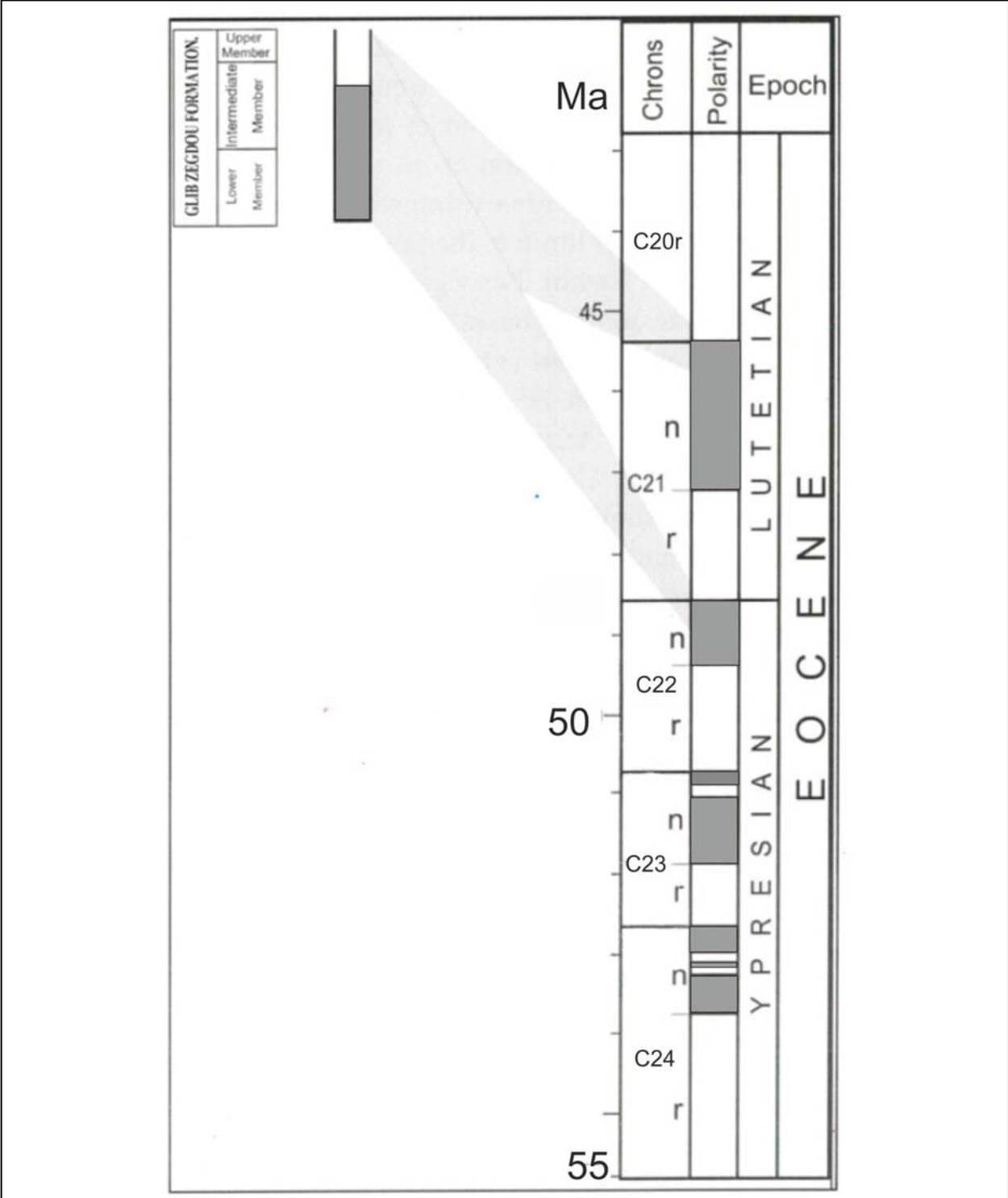
Finalement, selon Adaci et al. (2016), il est possible d'attribuer le terme argilo-marno-gypseux (inférieur) du Glib Zegdou à l'Eocène, selon l'âge des dépôts sus-jacents, sans écarter un âge plus ancien (Paléocène ?). L'âge supposé Cénomano-Turonien du petit banc de calcaire rosâtre situé au-dessus de HGL45–46 est à revoir ; dans la région et au Kem Kem, le Cénomano-Turonien est matérialisé par une alternance marine épaisses à bancs de calcaires bioclastiques (Joly et Lavocat, 1949 ; Adaci et Mahboubi obs. pers.).

Dans le membre détritique (intermédiaire), les espèces de mammifères trouvées *Microhyrax lavocati* et *Titanohyrax tantulus*, associés avec des charophytes d'âge Yprésien terminal-Lutétien basal (selon Mebrouk, 2011, Adaci et al., 2016) (Tab. 01) et à des restes désarticulés de poissons d'eaux douces constitués d'actinopérygiens amiiiformes, de Lepidosireniformes, de siluriformes, de perciformes, de Polypteriformes, squamates et de lissamphibiens indets complètes les données paléontologiques trouvées jusqu'à aujourd'hui et vont à l'appui de ces attributions stratigraphiques.

Le membre gréso-carbonaté (supérieur) n'a donné à nos jours que des sections, qu'on ne peut pas dégager, qui ressemblent à des coquilles de gastéropodes continentaux attribués au genre *Pseudoceratodes*. Il est possible d'attribuer cette partie de la coupe de Glib Zegdou à l'Éocène (Eocène moyen probable) à l'instar des niveaux sous-jacents.



**Tab. 01** : Biozonation des charophytes du Paléocène terminal-Eocène (d'après Riveline et al., 1996; chronostratigraphie d'après Gradstein et al., 1994 in(Feist et al., 2005). Répartition et corrélation avec les gisements à charophytes et vertébrés de la Hammada du Dra (Algérie) in Mebrouk (2011) et Adaci (2012) modifié.



**Fig. 41** : Corrélation entre l'échelle de polarité géomagnétique de Gradstein et al. 2004 et la coupe de Glib Zegdou, d'après Coster et al (2012).

## **CONCLUSION GENERALE**

## CONCLUSION GENERALE

L'étude de la coupe type de la formation continentale de Glib Zegdou, affleurant dans la butte-témoin du Glib, a permis de réviser les données sédimentologique, paléoenvironnementale et de compléter l'inventaire faunique en exploitant de nouveaux sites fossilifères.

L'affleurement de la formation continentale de Glib Zegdou est composé de trois membres de nature lithologiques différentes : le premier est argilo-marno-gypseux reposant sur un substratum quartzitique d'âge Primaire, le deuxième est détritique, le dernier est grésocarbonaté. Chaque membre possède ses propres caractéristiques sédimentaires.

Sur le plan sédimentologique et paléoenvironnementale, l'examen des macrofaciès et des microfaciès des trois membres lithologique a permis d'attribuer le premier membre (argilo-marno-gypseux) à un milieu lacustre, le deuxième (détritique) et troisième membre (grésocarbonaté) à un milieu fluviatile méandrique. Ces interprétations paléoenvironnementales sont appuyées par les données paléontologiques, notamment de l'ichtyofaune. L'étude des lames minces a permis de décrire des phénomènes d'épigénies carbonatés et siliceux (calcrète et silcrète), essentiellement dans la barre grésocarbonatée clôturant la série continentale du Glib Zegdou où ils sont matérialisés, à l'affleurement, par des débits en boules, débits en desquamation, et en lames minces par du quartz corrodés.

Sur le plan paléontologique, l'exploitation des locus fossilifères HGL47, HGL50, HGL51, HGL53-(F1) et HGL54-(F2) traités et/ou non traités par nos prédécesseurs, a permis compléter le registre fossile de cette localité et de trouver plusieurs associations de vertébrés constitué de mammifères, poissons, crocodiliens, squamates et lissamphibien. Les mammifères sont représentés par deux dents d'hyracoïdes, biens conservées, appartenant aux espèces *Microhyrax lavocati* et *Titanohyrax Tantulus*. Les poissons, crocodiliens et squamates sont documentés par des restes désarticulés constitués de dents isolées, d'écailles ganoïdes, pavés dentaires, os brisés appartenant respectivement aux Osteichthyes Actinopterygii (ordres : Amiiiformes, Perciformes, Siluriformes et Polyperiformes) et aux Sarcopterygii (ordre : Lepidosireniformes) ainsi qu'à des Lissamphibiens, squamates et crocodiliens indets.

Enfin, l'ensemble des données sédimentologique, paléontologiques obtenues et les études précédentes, attribuent la coupe type du Glib Zegdou à un intervalle Yprésien terminal-Lutétien basale avec un âge radiométrique autour de 49 Ma (Coster et al., 2012).

## **LISTE DES FIGURES**

## LISTE DES FIGURES

- Fig. 01 : 1** ; localisation géographique de la région de Glib Zegdou (Adaci, 2012 ; modifié), **2** ; photo satellitaire, montrant la montagne isolée de Glib Zegdou, (Google earth). **03**
- Fig. 02** : Vue panoramique du complexe du Gour Lazib, montrant la Gara du Glib Zegdou, et Gour Lazib. **03**
- Fig. 03** : Extrait de la carte géologique au 1/200000 de la région d'étude (Glib Zegdou) d'après Bensaïd (1977), modifiée. **04**
- Fig. 04** : Vue panoramique de la Gara isolée de Glib Zegdou, avec localisation des différents sites fossilifère (HGL). **10**
- Fig. 05** : Coupe lithologique du Glib Zegdou d'après Adaci (2012), modifiée. **12**
- Fig. 06** : **1**-Bancs décimétriques de quartzite sombres formant le substratum paléozoïque. **2**- vue partielle du membre inférieur montrant les marnes gypseuses verdâtres des deux sites fossilifère HGL45 et HGL46. **3**- épine et vertèbre d'un poisson indet. De niveau (HGL45). **4**- vue partielle de calcaires massifs gris-roses silicifiés considérés comme marins par les anciens auteurs. **13**
- Fig. 07** : **1**- Dossière incomplète d'un chélonien indet. in situ, **2**- restes fragmentaires de chéloniens et de poissons indet. in situ. du niveau HGL 45. **14**
- Fig. 08** : Des échantillons du HGL47, de nature grésogypsifère très riches en os brisés, dents isolées et des plaques de poisson. **14**
- Fig. 09** : Vue partielle de membre intermédiaire, **1** - HGL50 (grès jaunâtres fossilifères) ; **2**-HGL51 (grès argileux brun-rougeâtres fossilifères). **B** – échantillon de HGL 50. **15**
- Fig. 10** : Vue générale du membre intermédiaire, avec localisation des différents sites fossilifères [HGL50-51, HGL53-(F1) et HGL54-(F2)]. **16**
- Fig. 11** : Vue partielle du membre grésocarbonaté montrant une succession de faciès d'épigénie carbonatée et silicifiée : **1**- Calcrète à la base avec une limite au sommet ondulée. **2**-Silcrète en forme de lentille avec limites à la base et au sommet ondulées. **3**- Calcrète avec un débit en nodules. **4**-Silcrète. **17**
- Fig. 12** : Vue partielle du membre grésocarbonaté : **1**, **2** – ensemble carbonaté (Calcrètes). **3**- ensemble siliceuse (Silcrètes). **17**
- Fig. 13**: **A**. vue panoramique partielle montrant une succession de bancs quartzitiques (rides paléozoïques de l'Oussada). **B**. détail d'un banc quartzitique ; **C**. légèrement métamorphique. **20**
- Fig. 14** : Vue microscopique du quartzite (substratum), **1**. en lumière polarisée analysée, **2**. en lumière naturelle. La barre d'échelle égale à 0.5mm. **21**

- Fig. 15 :** Vue à l’affleurement des différents faciès du membre argilo-marno-gypseux. **A.** grès ; **B.** Marnes à vertébrés (HGL45) ; **C.** Calcaire gris-rosâtre ; **D.** Calcaire à gastéropodes. 21
- Fig. 16 :** Vue microscopique d’un niveau gréseux à ciment micritique GZ 7 (40X) 1. en lumière polarisée analysée, 2. en lumière naturelle. 22
- Fig. 17:** Vue microscopique du niveau grès à ciment micritique GZ 9 (40X) 1. en lumière polarisée analysée, 2. en lumière naturelle. 22
- Fig.18 :** Vue microscopique du calcaire rose silicifié, 1 ; en lumière polarisé, 2 ; en lumière naturelle (20X) (éch. GZ 8). **A** ; silcrète grise, **B** ; calcrète rose, **C** ; sparite équigranulaire remplissant secondairement les fractures et vacuoles. Front d’épigénie calcitique marqué par les flèches et progression de la gauche vers la droite. 23
- Fig. 19 (A) :** Calcaire blanchâtre, 1 ; en lumière polarisé. 2 ; en lumière naturelle (40X) (éch. GZ 11), Calcaire à texture sparitique équigranulaire renfermant quelques grains de quartz détritique. 23
- Fig. 19 (B) :** Calcaire **micritique** à gastéropodes, 1 ; en lumière polarisé. 2 ; autre vue en lumière naturelle, (20X) (éch. GZ.16), La coquille est recristallisée en sparite. 24
- Fig. 20 :** **A.** Vue panoramique montrant l’extension latérale et verticale des chenaux gréseux ; **B.** Détail d’un chenal gréseux à stratifications obliques au sommet du membre gréseux, **C.** au milieu du même membre. 25
- Fig. 21:** Vue microscopique d’argiles silteuses (40X) (GZ. 20);1. en lumière polarisé ;2. en lumière naturelle avec oogone de charophyte remplie par un rhomboèdre de calcite. 26
- Fig. 22 :**1 ; vue microscopique du grès à grains subarrondis du membre détritique en lumière polarisé. 2 ; en lumière naturelle, grains de quartz à ciment sparitique (40X) (éch.26). 3 ; vue en lumière polarisé du grès à nombreuses charophytes signalées par flèches, **P** ; peloïdes, **Q** ; grains de quartz, 4 ; la même vue en lumière naturelle(20X) (éch. 29). 26
- Fig. 23 :** Vue du microfaciès du HGL50, **1** ; en lumière polarisé, **2** ; en lumière naturelle, **Q** ; grains de quartz, **ch** ; charophytes, **F** ; fragment dents de mammifère. 27
- Fig. 24 :** Faciès d’épigénie carbonatée (calcrète) et silicification (silcrète) de membre gréso-carbonaté, matérialisés par diverses structures : **1** ; Laminations planes reliques du roche gréseux initial, **2** ; concrétions calcaires, **3** ; débits en grosses boules avec desquamations dans un calcrète, **4** ; **(A)** Silcrètes chenalisante relique où le sédiment détritique Originel persiste encore. **(B)** Calcrètes à débits en boules et en nodules. 28
- Fig. 25 (A) :** **1** ; calcrète de membre gréso-carbonaté, en lumière polarisée, **2** ; en lumière naturelle (X100) (éch. 45), **A** ; microsparite corrodé le quartz. **B** ; phase micritique. **Q** ; quartz. 29
- Fig. 25 (B) :** Calcrète de membre gréso-carbonaté, **1** ; en lumière polarisée, **2** ; en lumière naturelle (X40) (éch. 45),**S** ; phase sparitique procédant tout qui précité. 29

- Fig. 26 : 1** ; silcrète (A) deuxième stade siliceuse, (B) première stade siliceuse, (C) troisième stade matérialise par une calcédoine. **2** ; même vue en lumière naturelle (X20) (GZ44). **3** (A) silcrète, (B) calcrète, (C) calcédoine. **4** ; même vue en lumière naturelle (X40) (GZ44). **30**
- Fig. 27 (A)** : silcrète de membre grésos carbonaté, **1**- en lumière polarisée, **2**- en lumière naturelle (X40, éch. 47). Montre la progression de la phase siliceuse (A) à la gauche vers la phase carbonatée à droite, avec des grains de quartz corrodé (q). **30**
- Fig. 27 (B)** : silcrète de membre grésos carbonaté, **1**- en lumière polarisée, **2**- en lumière naturelle (X40, éch. 47). Détaille de la phase siliceuse avec des grains de quartz corrodé partiellement et totalement (q). **31**
- Fig. 28** : Colonne lithostratigraphique et milieux de dépôts détaillés de la coupe type de Glib Zegdou. (-) lames minces illustrées (Adaci, 2012 ; modifié). **32**
- Fig. 29**: Prémolaire droite (dp3) de *Microhyrax Lavocati* trouvée dans HGL50, 1.A : vue linguale, 1. B : vue occlusale **36**
- Fig. 30**: Prémolaire droite (?p4) de *Titanohyrax Tantulus* trouvée dans le HGL50, 1. A ; vue labiale. 1. B ; vue occlusale. **37**
- Fig. 31**: 1 à 4-fragments de couronnes dentaires (émail) de mammifères indet. 5-6 ; phalanges complète et fragmentaire de mammifères indet.. **37**
- Fig. 32**: A, B et D- Os de poisson osseux indéterminable d'Ostéichthyens (HGL47). C- fragment d'os d'un toit crânien d'Actinopterygiens (HGL47). E- fragment d'os indéterminable d'Actinopterygiens. F- vertèbre respectivement en vue antérieure (F.1) et en vue latérale (F.2) d'Actinopterygiens. G- Plaque dermique en vue externe (G.1) et en vue interne (G.2) d'Osteichthyens. **39**
- Fig. 33 (A)** : mâchoire et de dents d'Actinopterygiens; **Amiiformes** du niveau HGL47. A-fragment d'une mâchoire d'Amiiformes en vue occlusale. B et C-dent isolée d'un poisson Amiiformes en vue linguale. E-dent isolée d'Amiiforme en vue linguale (E.1), vue latérale (E.2) et vue labiale (E.3). F.1 : dent isolée d'un poisson Amiiforme en vue labiale (F.1), en vue latérale (F.2) et en vue linguale (F.3), barre d'échelle égale à 1mm. **40**
- Fig. 33 (B)** : Dents de poissons d'Actinopterygiens; **Amiiformes** en forme conique de niveau HGL47. A- dent isolée conique en vue linguale (A.1), en vue latérale (A.2). B- dent isolée conique en vue linguale (B.1) et en vue latérale (B.2). C- dent isolée en vue labiale (C.1) et en vue latérale (C.2). D- dent isolée en vue linguale (D.1) et en vue labiale (D.2). E- dent isolée en vue labiale (E.1) et en vue latérale (E.2). F- dent isolée en vue latérale (F.1) et en vue labio-latérale (F.2). **41**
- Fig. 33 (C)** : Dents Actinopterygiens; **Amiiformes** du niveau HGL50 et HGL54. A- dent isolée en vue linguale (A.1) et en vue latérale (A.2). B- dent isolée en vue labiale (B.1) et latérale (B.2). C- dent isolée en vue labiale (C.1) et latérale (C.2). D- dent isolée en vue linguale (D.1) et labiale (D.2). E-dent isolée en vue linguale (E.1) et latérale (E.2). F- dent isolée en vue labiale (F.1) et latérale (F.2) (HGL50). I, J, K, L- dents isolées en vue linguale (HGL54-(F2)). **42**

<b>Fig. 34 :</b> Épines d'Actinoptérygiens de l'ordre <b>Perciformes</b> du HGL50. <b>A</b> -épine de la nageoire médiane en vue postérieure. <b>B</b> -épine de la nageoire médiane en vue frontale. <b>C et D</b> - fragment d'épine de la nageoire médiane avec la tête articulaire en vue frontale.	<b>43</b>
<b>Fig. 35 :</b> Epines d'Actinoptérygiens <b>Siluriformes</b> (HGL50 et 54-(F2)). <b>A</b> -fragment d'épine de la nageoire dorsale avec la tête articulaire en vue frontale. <b>B, C, D, E, F, I, J</b> - fragments d'épines de la nageoire pectorale avec la tête articulaire. <b>K, L, M, N</b> - fragment d'épine de la nageoire pectorale en vue latérale.	<b>44</b>
<b>Fig. 36 :</b> Ecailles d'Actinoptérygiens <b>Polypteriformes</b> du HGL50. <b>A, B, C et D</b> -écailles ganoïdes en vue externe. <b>E</b> - fragment d'os dermique en vue externe.	<b>45</b>
<b>Fig. 37 :</b> Fragments de plaques (pavés) dentaires de <b>Lepidosireniformes</b> du HGL50. <b>A.1 et B.1</b> - fragment de plaque (pavé) dentaire en vue latérale. <b>A.2 et B.2</b> - vue occlusale. <b>C</b> - plaque (pavé) dentaire en vue occlusale. <b>D, E, F</b> : fragment de plaque (pavé) dentaire en vue occlusale.	<b>46</b>
<b>Fig. 38 :</b> Dents de Lissamphibiens indet. Du site HGL54-(F2).	<b>47</b>
<b>Fig. 39 :</b> Dents isolées de Crocodiliens du HGL 54-(F2). <b>A à C</b> -Dent de ?crocodiles. indet.	<b>48</b>
<b>Fig. 40 :</b> Dent isolé d'un ?squamate indet. (Lézard).	<b>48</b>
<b>Fig. 41 :</b> Corrélations entre l'échelle de polarité géomagnétique de Gradstein et al. 2004 et la coupe de Glib Zegdou, d'après Coster et al 2012.	<b>51</b>

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tab. 01 :</b> Biozonation des charophytes du Paléocène terminal-Eocène (d'après Riveline et al., 1996; chronostratigraphie d'après Gradstein et al., 1994 <i>in</i> (Feist et al., 2005). Répartition et corrélation avec les gisements de la Hammada du Dra (Algérie) in Mebrouk (2011) et Adaci (2012) modifié.	<b>50</b>
--	-----------

## **REFERENCE BIBLIOGRAPHIE**

## Référence bibliographique

### A

**ABDELJAOUED S., (1983).** Etude sédimentologique et structurale de la partie Est de la Chaîne nord des Chotts (Tunisie méridionale) ; *Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Tunis*, 64 fig., 7 tab., 3 pl., 148 p.

**ABDELJAOUED S., (1991).** Les dolocrètes et les calcrètes du Paléocène–Éocène, Tunisie méridionale, *Thèse d'État, Université Tunis-2*, 1991, 242 p.

**ADACI, M., TABUCE, R., MEBROUK, F., BENSALAH, M., FABRE P.-H., HAUTIER L., JAEGER J.- J., LAZZARI V., MAHBOUBI M., MARIVAUX L., OTERO O., PEIGNE S ET TONG H., (2007).** Découverte de nouveaux sites à vertébrés dans les formations paléogènes de la région des Gour Lazib/GlibZegdou (Sahara Nord-occidental, Algérie). *Comptes rendus Palévol* 6, 535-544.

**ADACI, M.,(2012).** le paléogène continental du sud-ouest algérien (lithostratigraphie, paléontologie et sédimentologie). *Thèse de Doctorat (inédite)*. Université aboubekrebekaid-Tlemcen. 2 volumes (texte et annexes). Vol. 1, 38 fig., 19 tabl., 20 pl., 134 p.

**ADACI M., BENSALAH M., TABUCE R., MEBROUK F., MARIVAUX L., OTERO O., ZAOUI D., BENYOUCEF M., ET MAHBOUBI M., (2016).** L'éocène continental du complexe de gour lazib (Sahara nord occidental, Algérie). Mémoire du service géologique de l'algérie n° 19, pp.63-89, 7 fig., 2 tabl., 3pl., 2016.

**ALONZO ZARZA A. M., (2003).** Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in geological record. *Earth-Sciences Reviews*, 60, pp. 261-298.

**ALONSO ZARZA A. M., Wright, V.P., (2010).** Palustrine carbonates. In: Alonso-Zarza, A.M., Tanner, L.H. (Eds.), Carbonates in Continental Settings: Facies, Environments, and Processes. *Developments in Sedimentology*, vol. 61. Elsevier, Amsterdam, pp. 103–131.

### B

**BARROW, E.C., SEIFFERT, E.R., SIMONS, E.L. (2010).** A primitive hyracoid (Mammalia, Paenungulata) from the early Priabonian (late Eocene) of Egypt. *Journal of Systematic Palaeontology*. 8: 213-244.

**BENSAÏD M., (1977).** Carte géologique du Maroc, Bou Haïra-Zegdou (Anti-Atlas Oriental, zone périphérique méridionale et Kem-Kem occidentaux. *Edition du service géologique du Maroc, notes et mémoires n°259* au 1/200 000.

**BENSALAH M., (1989).** L'Eocène continental d'Algérie : importance de la tectogénèse dans la mise en place des sédiments et des processus d'épigénèse dans leur transformation. *Dipl. Doc.*, Lyon, 147 p.

### C

**CAVIN L., (2017).** Evolutionary histories of freshwater fishes chap. Les poissons d'eau douce : 250 million d'années évolutive. pp. 53- 125.

**CAVIN L., (2018).** Les poissons d'eau douce : 250 million d'années évolutive. ISTE éditions. 978-1-78405-398-7.

**CLARIOND L., (1933).** Les terrains primaires et la Hammada de Taouz (Confins algéro-marocains du Sud). *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, 4 : pp. 47-48.

**CROCHET J.Y., PEIGNE S., MAHBOUBI M., (2001).** Ancienneté des Carnivora en Afrique, in: C. Denys, L. Granjon, A. Poulet (Eds.), *Proceeding of the eight ASM Symposium, IRD*, pp. 91- 100.

**COSTER, P., BENAMMI, M., ADACI, M., TABUCE, R., MARIVAUX, L., MAHBOUBI, M., BENSALAH, M., MAHBOUBI, S., MAHBOUBI, A., MAAMERI, C. ET JAEGER, J.J., (2012).** Magnetic polarity stratigraphy and age of the Early-middle continental Eocene deposits of el Kohol and GourLazib (Algeria).

## E

**EL SULAIMI, J. S., (1988).** Calcrete and near-surface geology of Kuwait City and suburbs, Kuwait, *Arabian Gulf. Sedimentary Geology* 54: pp. 311-345.

**EL YOUSSE, M., (1986).** Sédimentologie et paléogéographie du Permo-Trias du Haut Atlas central (Maroc). *Thèse Univ. Sc. Et 00médi. Grenoble, 195p.*

**EL YOUSSE, M., (1993).** La Hamada du Guir (S-E marocain). Lithostratigraphie, Encroutement carbonatés et Argilogenèse. *Thèse, A. D. R. Univ. Grenoble. pp. 174.*

## F

**FABRE, J., (1976).** Introduction à la géologie du Sahara algérien et des régions voisines. *SNED. Alger. 442pages.*

**FABRE, J., (2005).** Géologie du Sahara occidental et central. *Tervuren AfricanGeosciences Collection, Tervulen, Belgique. vol. 108.*

**FEIST, M., GEVIN, P., ET MONGEREAU, N., 1974.** Découverte de charophytes d'âge éocène au Glib Zegdou (Sahara algérien). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord*, 60 (1-2): 371-375.

**FEIST M., GRAMBAST-FESSARD N., GUERLESQUIN M., KAROL K., HUINAN L., MCCOURT R.-M., QIFEI W. & SHENZHEN Z., (2005).** Treatise On Invertebrate Paleontology, Part B, Protozoa 1, vol. 1: *Charophyta. The Geological Society of America, Inc. and The University of Kansas, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas, 170 p.*

**FLÜGEL, E., (2010).** Microfaciès of carbonate rocks : analysis, interpretation and application. *Second edition springer heidelbergdordrechtlondon new york.* ISBN 978-3-642-03795-5.

## G

**GARCIA, G., ADACI, M., BENSALAH, M., MEBROUK, F., JAEGER, J.-J., MOURER-CHAUVIRE, C., SSUDRE, J., VALLENTIN, X., MAHBOUBI, M. AND TABUCE, R., (2009).** The discovery of avian egg and bone remains from the GourLazib,

(Eocene, Algeria). *1st International Congress on North African Vertebrate Palaeontology*, pp.66-67.

**GARCIA, G., AMICO S., FOURNIER, F., THOUAND, E., AND VALENTIN, X., (2010).** A new titanosaur genus (dinosauria, sauropoda) from the late cretaceous of southern France and its paleobiogeographic implications. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 2010, t. 181, n°3, pp. 269-277.

**GEVIN, P., FEIST, M. ET MONGEREAU, N., (1974).** Découverte de charophytes d'âge éocène au GlibZegdou (Sahara algérien). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord*, 60 (1-2): 371-375.

**GEVIN, P., LAVOCAT R, MONGEREAU N. AND SUDRE J., (1975).** Découverte de mammifères dans la moitié inférieure de l'Éocène continental du Nord-Ouest du Sahara, *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. D* 280 pp. 967–196.

**GODINOT, M. AND MAHBOUBI, M., (1992).** Earliest known simian primate found in Algeria, *Nature* 357 pp. 324–326

**GODINOT, M., AND MAHBOUBI, M., (1994).** Les petits primates simiiiformes de GlibZegdou (Éocène inférieur à moyen d'Algérie), *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II*, 319 pp. 357–364.

**GRAMBAST, L., (1960).** Description et signification stratigraphique de deux charophytes d'origine saharienne. *Revue de Micropaléontologie*, Paris, 4: 192-198.

**GRAMBAST, L., et LAVOCAT, R., (1959).** Sur la présence dans la région du Dra (Sahara Nord- Occidental) des couches éocènes datées par des charophytes. *C. R. somm. Soc. Géol. France*, 6: 153-154.

**GRADSTEIN, F. M., OGG J. G. AND SMITH, A. G. (2004).** (eds.), A Geological Time Scale 2004 (pp. 63–86). *Cambridge University Press, Cambridge*.

**GHEERBRANT, E., SUDRE, J., CAPPETTA H., MOURER-CHAUVIRE, C., BOURDON, E., IAROCHENE, M., AMAGHZAZ, M., BOUYA, B., (2003).** Les localités à mammifères des carrières de Grand Daoui, bassin des Ouled Abdoun, Maroc, Yprésien : premier état des lieux. *Bulletin de la Société Géologique de France* 174: 271-278.

## H

**HAMMOUDA, S. A., MURRAY, A. M., DIVAY, J. D., MEBROUK, F., ADACI, M., AND BENSALAH, M., (2016).** Earliest occurrence of *Hydrocynus* (Characiformes, Alestidae) from Eocene continental deposits of Méridja Hamada, northwestern Sahara, Algeria. *Can. J. Earth Sci.* 53: 1042–1052 (2016) dx.doi.org/10.1139/cjes-2016-0006.

**HECHELAF, A., (2014).** Les mammifères paléogènes du Sahara nord-occidental algérien : bilan paléontologique, conséquences biostratigraphiques et paléogéographiques. *Mémoire de magister*. Université d'Oran. Vol. 1, 10 fig., 02 tabl., 05 pl., 69 p.

## J

**JOLY, F., ET LAVOCAT, R., (1949).** Observations géologiques et morphologiques dans les Kem Kem de la Daoura (Maroc sud oriental). *C. R. Somm. Soc. Géol. France*, n° 13.

## L

**LAVOCAT, L., (1949).** Quelques observations dans les Hammadas du Sud Marocain. *C. R. Somm. S. Géol. France*, 9, 1949, pp. 158-159.

**LAVOCAT, R., (1954).** Reconnaissance géologique dans les Hammadas des confins algéromarocains du Sud. *Notes et Mém. Serv. cart. Géol. Maroc*, 116: p. 148.

## M

**MAHBOUBI, M., (1995).** Étude géologique et paléontologique des formations continentales paléocènes et éocènes d'Algérie, *Thèse de Doctorat (énergétique)*, Université d'Oran, Institut des sciences de la Terre.

**MAHBOUBI, M., SUDRE, J., TABUCE R., MEBROUK F., FEIST M., VIANEY-LIAUD M., CROCHET J.-Y., GODINOT M. AND JAEGER J.-J., (2002).** État actuel des connaissances sur les formations continentales éocènes de la bordure septentrionale de la Hammada du Draa (région de Glib Zegdou et des Gour Lazib, Sahara occidental algérien). Données biostratigraphiques, bilan paléontologique et conséquences paléobiogéographiques, *Mem. Serv. geol. Alger*. 11 pp. 1 11.

**MAHDOUDI, M. L., (1988).** Cycle sédimentation. Encroûtements carbonatés dans les séries rouges jurassique du Haut Atlas Central (Maroc). *Thèse 3<sup>ème</sup> cycle*, Dijon, 164 p..

**MARIVAUX, L., ADACI, M., BENSALAH, M., RODRIGUES, H. G., HAUTIER, L., MAHBOUBI, M., MEBROUK, F., TABUCE, R. AND VIANEY-LIAUD, M.,(2011).** Zegdoumyidae (Rodentia, Mammalia), the stem anomaluroid rodents from the early to middle Eocene of Algeria (GourLazib, Western Sahara): new dental evidence. *Journal of Systematic Palaeontology*. URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/tjssp>

**MEBROUK, F., (1993).** Charophytes du Tertiaire continental de l'Algérie. Systématique et biostratigraphie. *Thèse de Magister* Université d'Oran, 173 p.

**MEBROUK, F., MAHBOUBI, M., BESSEDIK, M. & FEIST, M. (1997).** L'apport des charophytes à la stratigraphie des formations continentales paléogènes de l'Algérie. *Géobios*, p. 170-177.

**MEBROUK, F., & FEIST, M., (1999).** Nouvelles Charophytes de l'Eocène continental de l'Algérie. *Géologie méditerranéenne*. Tome XXVI n°1/2, pp. 29-45.

**MEBROUK, F., (2011).** Les charophytes du Maghreb, systématique, biostratigraphie et environnements Crétacés-Paléogènes. *Thèse de doctorat d'état*, Université d'Oran, département des sciences de la Terre. 136 p., 23 fig., 49 tab., 17 pl.

**MILLOT, G., PAQUET, H. ET RUELLAN, A., (1969).** Néof ormation de l'attapulgitite dans les sols à carapaces calcaires de la Basse Moulouya (Maroc oriental). *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 268, série D, pp. 2771-2774.

**MILLOT, G., HON, D., PAQUET, H., RUELLAN, A., ET TARDY, Y., (1977).** Epigenie des roches silicatées dans les encroûtements carbonates de l'Anti-Atlas subaride, *Maroc Sciences Géologiques* 1977 129-152.

**MURRAY, A. M., COOK, T. D., ATTIA, Y. S., CHATRATH, P., AND SIMONS, E., (2010).** A Freshwater Ichthyofauna From The Late Eocene BirketQarun Formation, Fayum, Egypt. *Journal of Vertebrate Paleontology* 30(3):665–680, May 2010.

## N

**NELSON, J. S., GRANDE, T. C., & WILSON, M. V. H., (2016).** Fishes of the World. John Wiley & Sons edition, 4th edition, p. 752. ISBN: 978-1-118-34233-6.

## O

**OTERO, O., PINTON, A., CAPPETTA, H., ADNET, S., VALENTIN, X., SALEM, M., JAEGER, J., (2015).** A Fish Assemblage from the Middle Eocene from Libya (Dur At-Talah) and the Earliest Record of Modern African Fish Genera. *PLOS ONE* | DOI:10.1371/journal.pone.0144358 December 16, 2015.

## P

**PAQUET, H., (1983).** Stability, instability and significance of attapulgitite in the calcrète and tropical areas with marked dry saison. *Sci. Geol. Mem.*, Strasbourg, n° 72, pp. 131-140, 4 fig..

**PICKFORD, M., SENUT, B., MORALES, J., MEIN, P. & SANCHEZ, I. M., (2008).** Mammalia from the Lutetian of Namibia. *Memoirs of the Geological Survey of Namibia*, 20, 465-514.

## R

**RASMUSSEN, D.T., GUTIERREZ, M. (2010).** Hyracoidea. In: Sanders, W. J., Werdelin, L. (eds) *Cenozoic Mammals of Africa*. University of California Press, pp 123-145.

**RUELLAN, A., (1970).** Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes : les sols à profil calcaire différencié des plaines de la Basse Moulouya (Maroc oriental). *Thèse Doct. Es-Sciences*, Strasbourg, 482 p., 41 fig., 19 tabl., 8 pl. h. t..

**RUELLAN, A., NAHON, D., PAQUET, H. ET MILLOT, G., (1977).** Géochimie de surface et formes de relief – Rôle des encroûtements et épigénies calcaires dans le façonnement du modèle en pays aride. *Sci. Géol. Bull.* 30, fasc. 4, pp. 283-288, Strasbourg.

**RIVELINE, J., BERGER, J.-P., FEIST, M., MARTIN-CLOSAS, C., SCHUDACK, M., & SOULIE-MARSCHE, I., (1996).** European Mesozoic-Cenozoic charophyte biozonation. *Bulletin de la Société Géologique de France* 167 : 453-468.

**ROULIN, (1985).** L'Eocène continental du synclinal d'Apt (Vaucluse, Sud-Est de la France) : enchainement silcrètes-calcrètes et argilogénèse. *Travaux de l'A. D. E. P.*, Lyon, n°2, 10 pl., 242 p..

## S

**SASSI, S., TRIAT, J-M., TRUC, G. ET MILLOT, G., (1984)a.** Découverte de l'Eocène continental en Tunisie centrale: la formation de Jebel Chambi et ses encroûtements carbonatés. *C. R. Acad. Sci. Paris*, **299** (7): 357-364.

**SUDRE, J., (1975).** Un prosimien du Paléogène ancien du Sahara nord-occidental : Azibiustreki n. g. n. sp., *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. D* 280 pp. 1539–1542.

**SUDRE, J., (1979).** Nouveaux mammifères éocènes du Sahara occidental. *Palaeovertebrata*, 9:83-115.

## T

**TABUCE, R., COIFFAIT, B., COIFFAIT P.-E., MAHBOUBI, M. ET JAEGER, J.-J. (2000).** A new species of *Bunohyrax* (Hyracoïda, Mammalia) from the Eocene of Bir El Ater (Algeria). *Cptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* **331**, pp. 61-66.

**TABUCE, R., MAHBOUBI, M., SUDRE, J.,(2001).** Reassessment of the Algerian Eocene Hyracoid Microhyrax. The early diversity and basal phylogeny of the Order Hyracoidea (Mammalia). *Eclogae Geologicae Helvetiae* 94: 537–545.

**TABUCE, R., MARIVAUX, L., ADACI, M., BENSALAH, M., HARTENBERGER, J.-L., MAHBOUBI, M., MEBROUK, F., TAFFOREAU, P., ET JAEGER, J.-J., (2007).** Early Tertiary mammals from North Africa reinforce the molecular Afrotheria clade. *Proceedings of the Royal Society B :Biological Science* 274, 1159–1166.

**TABUCE, R., ADACI, M., MEBROUK, F., BENSALAH, M., ET MAHBOUBI, M., (2009).** The remarkable diversity of the mammalian order Hyracoidea in the Eocene of the GourLazib, Algeria. *First International Congress on North African Vertebrate Palaeontology, May 25-27, 2009, Marrakech, Maroc.*

**TABUCE, R., MARIVAUX, L., LEBRUN, R., ADACI, M., BENSALAH, M., FABRE, P.-H., FARA, E., GOMES-RODRIGUES, H., HAUTIER, L., JAEGER, J.-J., LAZZARI, V., MEBROUK, F., PEIGNE, S., SUDRE, J., TAFFOREAU, P., VALENTIN, X. AND MAHBOUBI, M., (2009).** Anthropoid vs. Strepsirhine status of the African Eocene primates *Algeripithecus* and *Azibius*: craniodental evidence. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Science* 276, 4087–4094.

**TABUCE, R., CHARRUAULT A.-L., ADACI, M., BENSALAH, M., BEN HAJ ALI, M., ESSID, E. M., MARIVAUX, L., VIANEY-LIAUD, M., ET MAHBOUBI, M., (2011).** The early Eocene radiation of Hyracoidea (Mammalia, Afrotheria): new fieldwork evidence from northwestern Africa ; pp. 161-162 in T. Lehmann, & S. F. K. Schaal (éds.), *The World at the time of Messel, Senckenberg Research Institute and Natural History Museum Frankfurt.*

**TRUC, G., TRIAT, J. M., SASSI, S., PAQUET, H. ET MILLOT, G., (1985).** Caractères généraux de l'épiginie carbonatée de surface, par altération météorique liée à la pédogénèse, et par altération sous couverture liée à la diagénèse. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t.300, sér. II, n°7.

**TRUC, G., CHELLAI, E. H. ET EL YOUSSE M., (1987).** Les dalles à *Clavator* de la Hamada de Boudenib, dépendance de la Hamada du Guir, réputées lacustres et aquitaniennes, correspondent à de puissants épandages fluviaux encroûtés d'âge Eocène, contenant une malacofaune à *Bulimes* (province d'Errachidia, Maroc oriental). *8th IAS Regional meeting of Sedimentology* Tunis (Tunisia).

## V

**VIANEY-LIAUD, M., JAEGER, J.-J., HARTENBERGER, J.-L., AND MAHBOUBI M., (1994).** Les rongeurs de l'Éocène d'Afrique nord-occidentale – Glib Zegdou (Algérie) et Chambi (Tunisie) – et l'origine des Anomaluridae, *Palaeovertebrata* 23, pp. 93–118.