

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAÏD – TLEMCEN

N° d'ordre : /DSTU/12

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE, DE LA VIE,
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

LABORATOIRE N°25 : PROMOTION DES RESSOURCES
HYDRIQUES, PEDOLOGIQUES ET MINIERES

THESE

présentée pour l'obtention du grade de Docteur en Sciences de la Terre

Option : Stratigraphie

LE PALEOGENE CONTINENTAL DU SUD OUEST ALGERIEN
(Lithostratigraphie, paléontologie et sédimentologie).

Volume I : Texte et planches photos

Par

Mohammed ADACI

Soutenue le 02/02/2012 devant le jury composé de :

Abla AZZOUNI SEKKAL	Professeur	Univ. Tlemcen	Présidente
Mustapha BENSALAH	Professeur	Univ. Tlemcen	Directeur de thèse
Rodolphe TABUCE	C.R. CNRS	Univ. Montpellier 2	Co-directeur de thèse
Laurent MARIVAUX	C.R. CNRS	Univ. Montpellier 2	Examineur
M'hammed MAHBOUBI	Professeur	Univ. D'Oran	Examineur
Abbas MAROK	M. Conférence	Univ. Tlemcen	Examineur

AVANT - PROPOS

Ce travail, réalisé au Laboratoire de Recherche n°25 « Promotion des Ressources Hydriques Pédologiques et Minières » de l'Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen, est le fruit de plusieurs années de travail; il n'aurait, sans doute, pas pu aboutir sans l'aide substantielle et le soutien de nombreuses personnes que je tiens à remercier ici :

En premier lieu, je voudrais remercier Monsieur Mustapha BENSALAH, Professeur à l'Université de Tlemcen et Directeur du Laboratoire de recherches n°25, qui m'a accueilli au sein de ce laboratoire, m'a proposé ce sujet et m'a fait confiance pour mener à bien ce travail. Depuis il n'a cessé de m'orienter, de m'encourager et de me redonner confiance durant les moments de doute. Je lui dois beaucoup et notamment de m'avoir ouvert l'esprit sur les phénomènes des encroûtements carbonatés. Sa présence dans mon jury en tant que directeur de thèse m'honore à plus d'un titre.

Monsieur Rodolphe TABUCE, chercheur au CNRS, fût un soutien sans faille notamment au cours de mon séjour de formation « BAF » au Laboratoire de Paléontologie de l'Université de Montpellier 2. Il a accepté d'abord de co-diriger cette thèse et il n'a ménagé aucun effort pour que mon installation et mes recherches se déroulent dans les meilleures des conditions. Je tiens ici à le remercier chaleureusement pour sa patience et son aide précieuse dans le monde « compliqué » de la paléontologie des vertébrés et notamment des mammifères et d'avoir suivi ce travail avec un grand intérêt.

Je voudrais exprimer mon profond respect et mes vifs remerciements à Madame Abla AZZOUNI SEKAL, Professeur à l'Université de Tlemcen, qui a accepté de lire le manuscrit et de présider mon jury.

Mes sincères remerciements vont également à Laurent MARIVAUX, chercheur au CNRS-Montpellier 2, pour son aide précieuse et sa gentillesse lors de mon long séjour au laboratoire de Paléontologie de Montpellier 2, pour son enthousiasme, ainsi que pour ses nombreux conseils à propos des rongeurs et primates fossiles. Je le remercie également pour ses questions pertinentes et d'avoir accepté d'être parmi les membres du jury.

Je tiens à exprimer ici aussi ma profonde reconnaissance à M'hammed MAHBOUBI, Professeur à l'Université d'Oran, qui m'a initié au domaine des terrains continentaux lors de ma première post-graduation et qui m'a constamment encouragé et accompagné sur le terrain lors des différentes missions sans oublier qu'il est l'un de mes premiers professeurs de géologie. Je le remercie vivement pour s'être toujours intéressé de près à mes travaux, de m'avoir donné de précieux conseils sur les terrains continentaux et d'avoir accepté de lire et juger ce travail de recherche.

Je tiens également à remercier Abbas MAROK, Maître de Conférences à l'Université de Tlemcen, d'avoir accepté de lire et de juger ce travail sur le Paléogène continental du Sud-Ouest algérien.

Mes remerciements vont spécialement au Professeur Nour Eddine GHOUALI, Recteur de l'Université Abou Bekr Belkaïd, qui nous a toujours aidé et encouragé pour nos différentes missions sur les terrains continentaux tertiaires algériens.

Mon amicale reconnaissance va à Monsieur Fateh MEBROUK, Maître de Conférence à l'Université de Jijel, de m'avoir déterminé la flore de charophytes de la Hammada de Mériidja et pour ses suggestions qui rentrent dans le contexte biostratigraphique.

Mes remerciements s'adressent également à Olga OTERO, Maître de Conférences à l'Institut de Primatologie et de Paléontologie Humaine (IPHEP) de l'Université de Poitiers qui a bien voulu déterminer le matériel ichtyofaunique récolté dans la région d'étude.

Je voudrais aussi exprimer mes remerciements à Monsieur George TRUC, Maître de Conférences à l'Université Claude Bernard Lyon I qui a accepté de déterminer la faune de gastéropodes continentaux de la région de Mériidja.

En France, et notamment au laboratoire PPP de l'Université de Montpellier 2, où j'ai passé un long séjour de 18 mois et plusieurs séjours de courte durée, je dois tout d'abord remercier Mme la Professeur Monique VIANEY-LIAUD pour son accueil chaleureux dans ce laboratoire, pour son aide précieuse, pour ses encouragements, pour sa bienveillance et les nombreuses invitations au repas de familles.

Mes remerciements s'adressent aussi :

Aux autorités civiles et militaires de Bechar, de Tindouf et de Brezina et tout particulièrement aux gendarmes de l'unité GGF 103 de Zegdou qui nous ont toujours soutenus.

Au directeur de l'ISEM-Monpellier II, J. C. AUFRAY sans oublier le personnel administratif et celui de la bibliothèque, parmi eux Mme. I. DE LA SERRE, Mme. C. BIBAL.

A Messieurs le Professeur J. J. JAEGER de l'Université de Poitiers et J. Y. CROCHET, Maître de Conférences à l'Université de Montpellier II.

A M. BENAMI et P. COSTER de l'Université de Poitiers d'avoir traité les échantillons destinés au paléomagnétisme.

A C. NEVADO de l'atelier de litho-préparation de l'Université de Montpellier 2 de m'avoir confectionné les lames minces.

A A. CHAUVET, chargé de recherche au CNRS, de m'avoir facilité l'accès à la station d'imagerie et microscopie cathodoluminescence de Géosciences Montpellier 2.

Aux Chercheurs, Doctorants 2008/2009, Ingénieurs et Techniciens du Laboratoire de Paléontologie-Montpellier II, que j'ai eu le plaisir de côtoyer et d'apprécier pour leurs sympathie et leurs soutiens : H. CAPPETTA, J.-P. AGUILLAR, F. LIHOREAU, J. MICHAUX, J.-L. HARTENBERGER, R. FEIST, P-O ANTOINE, S. ADNET, H. GOMES RODRIGUES, L. HAUTIER M. ORLIAC, A. RAMDARSHAN, A. RAVEL, B. MARANDAT, Y. FRONTERA, S. JIQUEL, et S. AGRET, A. CHARRUAULT et pour leur amitié, compréhension et disponibilité.

Je n'ai pas le droit d'oublier de remercier mon ami Bernard ORTH pour le soutien informatique et sa disponibilité et notamment pour sa gentillesse et son amitié et la famille TABUCE pour le chaleureux accueil qu'ils m'ont réservé à chaque passage chez eux.

Mes remerciements vont également à Monsieur F. ATROPS, de l'Université Lyon 1, de m'avoir aidé et d'avoir mis à ma disposition une riche documentation lors de mes passages à l'université Lyon 1.

Au sein du laboratoire de recherche n°25, je tiens à remercier pour leurs encouragements, leur soutien et leur amitié tous les collègues et amis en particulier, M et Mme BOUANANI, M. BENCHOUK, M. H. HEBIB, A. KACEMI, L. TABET HELAL, M. BAGHLI, Mustapha TAIBI dit «NOUGA» et tous les jeunes chercheurs du laboratoire.

Je n'ai pas le droit d'oublier de remercier mes professeurs, mes amis et collègues de l'Université d'Oran, en particulier Pr. Mostefa BESSEDIK, Pr. Lahcene BELKEBIR., Pr. Bouhameur MANSOUR, Pr. Abdelkader OUALI, Dr. Abdelmadjid SEDDIKI, Ahmed BELHADJI, L. MANSOURI, MEHAJI, B. BOUTERFA, K. ATIF, T. BOURSALI, C. MAMMERI et A. GABANI.

Je ne saurais oublier de remercier le personnel (enseignants et administrateurs) du département de géologie de l'Université de Tlemcen.

Lors de mes missions de terrain dans les Hammada :

- j'ai côtoyé des chercheurs Algériens et Français que je tiens à remercier : M BENADLA, V. LAZZARI, P-H. FABRE, E. FARA, L. HAUTIER, X. VALENTIN, C CORNELUS, R. LEBRUN.

- j'ai eu la chance également à chaque mission d'être hôte avec mon équipe de recherche et d'être aidé par plusieurs personnes chaleureuses qui nous ont bien accueillis chez elles. Je remercie ici spécialement Si Abdelkader MELOUKI et Hadj YAHIAOUI et

leurs grandes familles de Bechar et de Tabelbala, Hadj BOUDI, A. MAAMAR et tous les chauffeurs qui nous ont accompagnés.

Lors de mes absences, à cause des missions ou stages, ma femme et mes enfants ont eu toujours le soutien de la part de ma belle famille. Je remercie ici spécialement Mon beau père A. ZAOUI et ma belle mère H. ZAOUI.

Enfin, que ceux pour lesquels ma mémoire a été défaillante trouvent ici mes remerciements les plus chaleureux.

A mes parents, ma femme Djamilia et à mes deux petits enfants MOHAMMED EL AMINE et SID AHMED, je demande pardon de les avoir si souvent délaissés, d'avoir été souvent absent de la maison, en missions ou en stages de formation à l'étranger. Sans leur compréhension et leur patience, ce travail n'aurait jamais pu voir le jour. Je tiens à leur exprimer combien ils sont si importants et combien ils comptent plus que tout autre chose dans ma vie.

Je dédie aussi ce modeste travail à la mémoire de R. LAVOCAT paléontologue, pionnier de ces régions hamadiennes et Pr M. MEKAHLI, géologue et ancien doyen de la faculté des Sciences de la Terre de l'Université d'Oran Es Sénia.

Je dédie ce travail

à mes parents, à ma Femme et à mes enfants

Hamada

ملخص

يدرس هذا البحث العصر الباليوجيني القاري لبعض المناطق في جنوب غرب الجزائر من ناحية الطبقات الصخرية وبقايا الكائنات المتحجرة بالإضافة إلى دراسة البيئة القديمة لتلك الكائنات. تخص هذه دراسة الطبقات الرسوبية القارية المتواجدة بقور لعزيب (حمد درا) ومريجة درمشان. هاته الترسبات متصفة بغيرها من حيث المستحاثات وتشكل مساحات كبيرة في كلا المنطقتين على شكل هضاب صحراوية حجرية تدعى حمّـد.

*مـند ألفين وأربعة (2004) البحوث الجيولوجية التي خصت هاته المناطق سمحت باكتشاف عدة مواقع تظم متحجرات ذات أهمية تاريخية كبيرة. الدراسة الجيولوجية لقور لعزيب سمحت بإكمال الجزء السفلي لمقطع قليب زقدون المشهور من الناحية الستراتيغرافيا. هذا الجزء كان ينسب في ما قبل إلى العصر السينوماني، الاكتشافات الجديدة سمحت بتصحيح و نسب هاته الطبقات إلى العصر الباليوجيني. مقطع قليب زقدو قسم إلى ثلاث وحدات ذات أصل ترسيبي نهرى وبحيري : وحدة سفلى ذات أصل بحيري مكونة من طبقات طينية جسية ترسبت فوق طبقات تعود إلى الحقبة الجيولوجية الأولى ، وحدة متوسطة وأخرى عليا ذات أصل نهرى مكونة من طبقات حجر رملي كلسي .

*التنقيب والبحث المتواصل في الطبقات الوحدة المتوسطة أدى إلى اكتشاف عدة مواقع للمتحجرات قارية فقارية (أسماك ، سلحفاة ، طيور ، وخاصة الثدييات) بالإضافة إلى بقايا نباتية على شكل مستحاثات تنسب إلى العصر الحديث السابق (إيوسين) القاري. هذا التأريخ تؤكد دراسة باليومغناطيسية لقليب زقدو بعمر قدره 49 مليون سنة .

*المقطع الجيولوجي لمريجة- درمشان قسم أيضا إلى ثلاث وحدات: وحدة سفلى طينية كلسية ذات أصل بحيري ، وحدة متوسطة وأخرى عليا ذات أصل نهرى مكونة من طبقات طينية ، حجر رملي وكلسي . المستحاثات المتواجدة بهذه الترسبات نسبت الوحدة السفلى إلى العصر الحديث السابق السفلي (إيوسين القديم). نسبت الوحدات المتوسطة والعليا إلى العصر الحديث السابق المتوسط والعلوي (إيوسين الحديث) .

*دراسة البيئة القديمة للحيوانات الثديية المتحجرة بقور لعزيب منحته بيئة غاية ذات مناخ مداري ساخن ورطب متضمن التواء نهرى محاط بغابة مفتوحة .

إن دراسة هذه الرسوبيات اعتمدت على الدراسة الميدانية والشرائح الصخرية ودراسة المعادن بالأشعة السينية (DRX) . كل هذا سمح بوصف للمرة الأولى في جنوب غرب الجزائر ظاهرة تحويل الرسوبيات عن طريق الاستبدال الكلسي .،عملية كانت وراء تكوين ما يسمى بكلكرت و دولوكريت ، وتحديد بحيرتي زقدو و مريجة .في العصر الحديث السابق .

أخيرا تم الكشف عن مرحلة تكتونية مسجلة في طبقات العصر الحديث السابق لمريجة — درمشان .هذه المرحلة التكتونية معروفة في المناطق المغرب العربي وفي جنوب أوروبا الغربية

الكلمات المفتاحية :

الجزائر ،الباليوجين القاري ،قور لعزيب ، مريجة ،ستراتيغرافيا ، الفقارية ، كاروفيت ، بوليم بيئة قديمة ، كلكرت.

Résumé

Une description lithologique, paléontologique et sédimentologique ainsi qu'une interprétation paléoenvironnementale sont effectuées sur le Paléogène continental du Sud-Ouest algérien. Il s'agit notamment des séries continentales du complexe des Gour Lazib (Hammada du Dra) et de la Hammada de Méridja-Dermchane (rive droite du Guir). Ces dépôts, réputés pauvres en documents paléontologiques, couvrent dans ces deux secteurs de larges étendues sous forme d'un ensemble de buttes-témoins aux sommets tabulaires et de vastes plateaux désertiques et pierreux appelés Hammadas.

Depuis 2004, les prospections géologiques et paléontologiques y ont conduit à la découverte de plusieurs sites fossilifères remarquables. L'étude de plusieurs coupes dans le complexe des Gour Lazib a permis de compléter la lithostratigraphie de la formation continentale du Glib Zegdou vers sa base où ont été découverts des vertébrés continentaux permettant de reconsidérer l'âge paléogène de ces niveaux, autrefois attribués au Céno-manoturonien. Cette formation est subdivisée en trois membres d'origine fluvio-lacustre: un membre inférieur argilo-marno-gypseux lacustre reposant en discontinuité sur un substratum paléozoïque, un membre intermédiaire détritique et un membre supérieur grésocarbonaté. Les fouilles systématiques, dans le membre intermédiaire de cette série sédimentaire, ont permis de découvrir plusieurs sites à vertébrés (dipneustes, actinoptérygiens, chéloniens, oiseaux et mammifères notamment), associés à des oogones de charophytes d'âge Yprésien terminal-Lutétien basal. Cet âge est confirmé par les analyses magnétostratigraphiques qui indiquent un âge d'environ 49 Ma.

La formation continentale fluvio-lacustre de Méridja-Dermchane est aussi subdivisée en trois membres : un inférieur argilo-carbonaté lacustre, un intermédiaire détritique et un supérieur grésocarbonaté. La malacofaune et la flore récoltées permettent d'y attribuer un âge yprésien au membre carbonaté, lutétien-bartonien aux autres membres.

La reconstitution du paléo-habitat de la communauté mammalienne du complexe des Gour Lazib (réalisée par la méthode des cénogrammes et complétée par celle des taxons arboricoles et la diversité écologique) suggère un milieu forestier tropical, chaud et humide, soumis à des saisons marquées. La présence d'un système fluvial avec méandres à faible courant bordé d'une forêt galerie et de milieux plus ouverts en périphérie est plus plausible.

L'étude sédimentologique, basée sur les observations de terrain, les lames minces et l'analyse minéralogique (DRX), a permis de décrire pour la première fois les différents phénomènes d'épigénies ayant affectés ces dépôts d'origine fluvio-lacustres, décrit autrefois comme lacustre, et de mettre en évidence les lacs éocènes de Glib Zegdou et de Méridja.

Enfin, sur le plan tectonique, une phase d'orogénèse d'âge Eocène moyen-supérieur, est enregistrée dans la Hammada de Méridja. Cette phase tectonique est largement reconnue dans le Maghreb et dans le sud de l'Europe occidentale.

Mots clés : Algérie, Paléogène continental, Gour Lazib, Méridja, Stratigraphie, Vertébrés, Charophytes, Bulimes, Paléoenvironnements, Cénogrammes, Calcrète, Silcrète.

Abstract

Lithological, paleontological and sedimentological descriptions with palaeoenvironmental interpretation have been realized on the continental Palaeogene of the South-western Algeria. These include continental series of the Gour Lazib complex (Hammada du Dra) and the Hammada of Meridja (right bank of the Guir). These deposits are known poor in paleontological documents; they cover in this both regions large areas in the form of a buttes and vast desert and stony plateau called Hammada.

Since 2004, the paleontological and geological prospections have led to the discovery a several remarkable fossiliferous localities. The study of several outcrops in the Gour Lazib area has led to complement the lithostratigraphy of the continental formation of Glib Zegdou. The continental vertebrate remains discovered in his base allowed us to attribute these layers to the Palaeogene, previously attributed to the Cenomanian-turonian. This formation is subdivided in three fluvial and lacustrine sedimentary members: A lacustrine lower member, containing clay, marl and gypsum, unconformably overlies a Palaeozoic substratum, a detrital intermediate member, and a carbonate sandstone upper member. The prospecting–exploration works in the middle member of this sedimentary formation allowed us to discover several new vertebrate sites (with lungfish, actinopterygians, chelonians, birds, and notably mammals), associated with Early to Middle Eocene charophyte. This age is confirmed by magnetostratigraphic study which indicates an age of about 49 Ma.

The fluvial and lacustrine continental formation of Meridja-Dermchane is also subdivided in three members: a lacustrine clay-carbonate lower member, a detrital middle member and a clastic carbonate upper member. The malacofauna and flora collected can assign an ypresian age to the carbonate member, and Lutetian-Bartonian to the other members.

The palaeoenvironmental reconstruction of fossil mammalian community, by means of cenograms method, supplemented by tree taxa and ecological diversity analysis, suggest a tropical forest environment, hot, wet and prone to marked seasonality for this fauna. The presence of a meandering fluvial system with low current bordered by a forest gallery and more open environments in the periphery is likely.

The sedimentological study based on field observations, the thin section and mineralogical analysis (XRD), allowed to describe for the first time the various phenomena of epigenesis which have affected the fluvio-lacustrine deposits, once described as lacustrine, and highlights the Eocene lakes of Glib Zegdou and Meridja.

Finally, in terms of tectonics, an Middle-Upper Eocene orogeny phase is recorded in the Hammada of Meridja. This tectonic phase is widely recognized in the Maghreb and south of Western Europe.

Keywords: Algeria, Continental Paleogene, Gour Lazib, Méridja, Stratigraphy, Vertebrates, Charophytes, Bulimes, Palaeoenvironment, Cenograms, Calcrete, Silcrete.

TABLE DES MATIERES

AVANT PROPOS	
ملخص	
RESUME	
ABSTRACT	
TABLES DES MATIERES	I
LEGENDE DES COUPES	VII
INTRODUCTION GENERALE	2
A- OBJET DE L'ETUDE	2
B- METHODES D'ETUDE.....	3
1- Sur le terrain.....	3
2- Au laboratoire.....	3
a. Attaque à l'acide, lavage et tri	4
b. Confection des lames minces	4
c. Microscopie et cathodoluminescence	5
d. Diffractométrie	5
e. Magnétostratigraphie	5
f. Détermination de la faune et de la flore	6

CHAPITRE I: LITHOSTRATIGRAPHIE ET PALEONTOLOGIE DE LA HAMMADA DU DRA (GLIB ZEGDOU-GOUR LAZIB-GOUR IDERGANE)

INTRODUCTION	8
A- GENERALITEES	8
I- CADRE GEOGRAPHIQUE	8
II- CADRE GEOLOGIQUE	9
III- HISTORIQUE DES RECHERCHES	10
1- Les travaux anciens	10
2- Les travaux récents	12
B- DESCRIPTION DES COUPES	13
I- COUPE DE GLIB ZEGDOU	13
1- Localisation de la coupe	13
2- Description lithologique de la coupe	14
a- Membre inférieur argilo-marno-gypseux	14
b- Membre intermédiaire détritique	14
c- Membre supérieur grés-carbonaté	16
3- Contenu paléontologique	17
a- La faune	18
b- Les restes de végétaux	20
II- COUPE DE LA BUTTE ROUGE (HGL89)	21
1- Localisation de la coupe	21
2- Description lithologique de la coupe	21
a- Membre intermédiaire détritique	21
3- Contenu paléontologique	22
a- La faune	22
b- Les restes de végétaux	23
III- COUPE DE LA GARA AZIBIUS (HGL10)	23
1- Localisation de la coupe	23
2- Description lithologique de la coupe	23
a- Membre intermédiaire détritique	23
b- Membre supérieur grés-carbonaté	24
3- Contenu paléontologique	25

a- La faune	25
b- Les restes de végétaux	25
IV- COUPE DE LA GARA HGL 90	26
1- Localisation de la coupe	26
2- Description lithologique de la coupe	26
a- Membre intermédiaire détritique	26
b- Membre supérieur grés-carbonaté	27
3- Contenu paléontologique	27
a- La faune	27
b- Les restes de végétaux	28
V- COUPE DE LA GARA HGL 04	28
1- Localisation de la coupe	28
2- Description lithologique de la coupe	28
a- Membre intermédiaire détritique	29
b- Membre supérieur grés-carbonaté	30
3- Contenu paléontologique	30
a- La faune	30
b- Les restes de végétaux	30
VI- COUPE DE LA GARA HGL 11	31
1- Localisation de la coupe	31
2- Description lithologique de la coupe	31
a- Membre intermédiaire détritique	31
b- Membre supérieur grés-carbonaté	32
3- Contenu paléontologique	32
a- La faune	32
b- Les restes de végétaux	32
VII- COUPE DE LA GARA HGL 60-61	33
1- Localisation de la coupe	33
2- Description lithologique de la coupe	33
a- Membre intermédiaire détritique	33
b- Membre supérieur grés-carbonaté	34
3- Contenu paléontologique	34
a- La faune	34
b- Les restes de végétaux	34
VIII- COUPE DE LA GARA HGL62	35
1- Localisation de la coupe	35
2- Description lithologique de la coupe	35
a- Membre intermédiaire détritique	35
3- Contenu paléontologique	35
a- La faune	36
b- Les restes de végétaux	37
IX-AUTRES SITES (HGL01-HGL02 ; HGL08)	37
1- HGL01 et HGL02	37
2- Contenu paléontologique	37
a- Membre intermédiaire détritique	37
3- HGL08	38
4- Contenu paléontologique	38
a- La faune	38
C- CORRELATION LITHOLOGIQUE NE-SO DES COUPES	38
1- Le membre inférieur	38
2- Le membre intermédiaire	38
3- Le membre supérieur	40

CHAPITRE II: LITHOSTRATIGRAPHIE ET PALEONTOLOGIE DE LA HAMMADA DU GUIR RIVE DROITE (MERIDJA-DERMCHANE)

INTRODUCTION	42
A- GENERALITEES	42
IV-CADRE GEOGRAPHIQUE	43
V- CADRE GEOLOGIQUE	43
VI-HISTORIQUE DES RECHERCHES	43
1- Les travaux anciens	43
2- Les travaux récents	45
B- DESCRIPTION DES COUPES	46
I- COUPE DE MERIDJA	46
1- Localisation de la coupe	46
2- Description lithologique de la coupe	46
a- Membre inférieur argilo-carbonaté	46
b- Membre intermédiaire détritique	48
c- Membre supérieur grés-carbonaté	49
3- Contenu paléontologique	49
a- La faune	49
II- COUPE DE LA BORDURE SUD DE MERIDJA	49
1- Localisation de la coupe	49
2- Description lithologique de la coupe	49
a- Membre intermédiaire détritique	49
b- Membre grés-carbonaté	50
3- Contenu paléontologique	50
a- La faune	51
b- Les restes de végétaux	51
III- COUPE DE LA GARA DERMCHANE	51
1- Localisation de la coupe	51
2- Description lithologique de la coupe	51
a- Membre intermédiaire détritique	51
b- Membre grés-carbonaté	52
3- Contenu paléontologique	53
a- La faune	53
C- CORRELATION LITHOLOGIQUE NE-SO DES COUPES	53
1- Le membre inférieur	53
2- Le membre intermédiaire	55
3- Le membre supérieur	55

CHAPITRE III: ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES, BIOCHRONOLOGIQUES ET MAGNETOSTRATIGRAPHIQUES DU PALEOGENE CONTINENTAL DU SUD-OUEST ALGERIEN

I- INTRODUCTION	57
1- Les gastéropodes et leur rôle biostratigraphique	57
a- Les <i>Pseudoceratodes</i>	57
b- Les <i>Bûlimes</i>	58
2- Les mammifères et leurs intérêts biochronologiques	58

3- Les charophytes et leurs intérêts biostratigraphiques	59
II- ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES ET BIOCHRONOLOGIQUES	
DE LA HAMMADA DU DRAA	60
1- Le membre inférieur	60
2- Le membre intermédiaire	60
3- Le membre supérieur	65
III- MAGNETOSTRATIGRAPHIE	65
1- Introduction	65
2- Prélèvements paléomagnétiques et traitements magnétiques	65
3- Résultats.....	66
IV-ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES ET BIOCHRONOLOGIQUES	
DE LA HAMMADA DE MERIDJA DERMCHANE	69
1- Le membre inférieur	69
2- Le membre intermédiaire	69
3- Le membre supérieur	70

CHAPITRE IV: RECONSTITUTION PALEOENVIRONNEMENTALE DE LA **COMMUNAUTE MAMMALIENNE DE LA HAMADA DU DRA**

I- INTRODUCTION	72
II- MATERIEL	72
III- METHODES D'ETUDE	72
1- Cénogramme	72
a- Principe	72
b- Estimation du poids des espèces	75
2- Taxons arboricoles	76
3- Analyse de la diversité écologique	78
a- Principe	78
b- Reconstitution du régime alimentaire	78
IV- RESULTATS	80
1- Cénogramme	80
2- Taxons arboricoles	80
3- Analyse de la diversité écologique	83
a- Reconstitution du régime alimentaire	83
b- Diversité écologique	83
V- DISCUSSIONS	83
1- Interprétations et hypothèses issues des données paléontologiques et	
Géologiques	83
2- Interprétations et hypothèses issues des résultats du cénogramme	85
3- Interprétations et hypothèses issues des résultats de la diversité	
écologique	87
4- Taxons Arboricoles	89
VI- CONCLUSION	89

**CHAPITRE V: EPIGENIES, ENCROUTEMENTS ET ENVIRONNEMENT DE
DEPOTS DU PALEOGENE CONTINENTAL DU SUD-OUEST
ALGERIEN**

I- HISTORIQUE ET TERMINOLOGIE	91
II- ETUDE DES COUPES	92
1- Hammada du Dra (Glib Zegdou-Gour Lazib)	92
1.1- Coupe de Glib Zegdou	92
a- Niveaux épigénisés	92
b- Macrofaciès (affleurements)	92
c- Microfaciès	94
d- Minéralogie	95
1.2- Coupe de la Gara HGL10	96
a- Niveaux épigénisés	96
b- Macrofaciès (affleurements)	97
c- Microfaciès	97
1.3- Coupe de la Gara HGL61	98
a- Niveaux épigénisés	98
b- Macrofaciès (affleurements)	98
c- Microfaciès	99
1.4- Conclusion	99
2- Hammada du Guir rive droite (Meridja-Dermchane)	100
2.1- Coupe de Meridja	100
a- Niveaux épigénisés	100
b- Macrofaciès (affleurements)	100
c- Microfaciès	101
2.2- Coupe de Dermchane	102
a- Niveaux épigénisés	102
b- Macrofaciès (affleurements)	102
c- Microfaciès	102
d- Minéralogie	104
2.3- Conclusion	104
III- MECANISME DE LA GENESE DES CARBONATES PAR ENCROUTEMENT PEDOGENITIQUE OU SOUS COUVERTURE	105
1- Encroulement de type pédogénétique	105
2- Encroûtement sous couverture	106
IV- FACIES ET ENVIRONNEMENTS DE DEPOTS	107
1- Introduction	107
2- Dépôts lacustres	107
3- Dépôts palustres.....	107
4- Dépôts fluviatiles (dépôts de plaines a drainage fluviatile)	109
4.1- Dépôts de chenaux	110
4.2- Dépôts de plaine d'inondation	111

CONCLUSION GENERALE










CONCLUSION GENERALE	113
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	116
LISTE DES FIGURES	129
LISTE DES TABLEAUX	133
PLANCHES	135
ANNEXES (volume à part)	

Légende des coupes

Lithologie

	Calcaires lacustres stromatolitiques		Marnes gypseuses
	Calcaires lacustres		Silts rouges
	Calcaires rosâtres silicifiés		Silts rouges à gypses
	Silcrètes (lentilles siliceuses)		Grès argileux rouges
	Lentilles siliceuses		Grès fossilifères à boules d'argiles
	Calcrète à débits en boules et à desquamations		Grès grossiers parfois encroûtés
	Calcrètes		Grès à litages entrecoupés
	Argiles gypseuses salifères		Grès à débits en plaquettes
	Argiles silteuses gypsifères rouges		Grès encroutés
	Argiles silteuses rouges		Dolocrètes
	Argiles légèrement silteuses rouges compactes		Conglomérats
	Marnes verdâtres à passées rougeâtres		Quartzites sombres (Substratum paléozoïque)

Faunes et flores

	Dents et Os de vertébrés		<i>Palaeocyclotus</i>
	Chéloniens (tortues)		Gastéropodes
	Poissons		Charophytes
	<i>Pseudoceratodes</i>		Stromatolites
	<i>Bulimes: Romanella et Vicentinia</i>		

Niveaux fossilifères

HMD Hammada Méridja-Dermchane (Niveaux à vertébrés)

HGL Hammada Gour Lazib (Niveaux à mammifères)

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les terrains continentaux hammadiens tertiaires, concernés par cette étude, occupent des surfaces considérables dans le Sud-Ouest algérien. Ils correspondent à de vastes plateaux désertiques et pierreux, et constituent un ensemble de buttes témoins, aux sommets tabulaires, masquant le socle paléozoïque et quelques fois les terrains marins du Cénomano-Turonien. Ils se répartissent en deux grandes régions, celle de Méridja-Dermchane située à l'Ouest de Béchar sur la rive droite de l'Oued Guir et au Sud de l'extrémité occidentale de l'Atlas saharien et celle de Glib Zegdou-Gour Lazib (Hammada du Dra) située dans la partie occidentale du Sahara algérien (Fig. 1).

Depuis 2004, les nouvelles prospections géologiques effectuées, dans le cadre de cette thèse, sur ces séries continentales nous ont conduit à découvrir de nouveaux et remarquables sites fossilifères, notamment à vertébrés, et à enrichir progressivement leurs inventaires descriptifs de données géologiques très diverses. La synthèse, de l'ensemble de ces données, nous amène à une révision générale de ces terrains sur le plan stratigraphique, paléontologique, paléoécologique, sédimentologique et paléogéographique.

A- OBJET DE L'ETUDE

Les objectifs principaux du travail présenté ici correspondent à une étude lithostratigraphique, paléontologique, sédimentologique et magnétostratigraphique des terrains continentaux du Sud Ouest algérien (Glib Zegdou, Gour Lazib et Gour Idergane ; Méridja et Dermchane). Ces terrains, attribués généralement au Tertiaire, forment des affleurements très étendus et parfois mal datés. Ils ont ponctuellement fourni, aux anciens auteurs des restes très fragmentaires de gastéropodes continentaux dans la région de Méridja-Dermchane et une faune pauvre de vertébrés continentaux endémiques dans la région du Glib Zegdou-Gour Lazib. En outre, cette étude permettra d'analyser des calcaires issus de phénomènes d'épigénie carbonatée décrits autrefois comme calcaires lacustres.

Ces objectifs seront réalisés par :

- a. La description des affleurements étudiés sur le plan lithologique et paléontologique et l'examen de leurs caractéristiques communes puis la recherche de leurs extensions géographiques ;
- b. Des fouilles paléontologiques systématiques sur l'ensemble des affleurements pour mettre au jour de nouveaux sites fossilifères et enrichir l'inventaire faunique;
- c. La détermination de la faune et de la flore récoltées à des fins stratigraphiques et paléoécologiques ;
- d. Une reconstitution du paléohabitat de la communauté mammalienne fossile, découverte dans la Hammada du Dra, basée sur l'application de la méthode des

- e. Une étude magnétostratigraphique sur la coupe type de Glib Zegdou dans le but d'affiner sa chronostratigraphie ;
- f. La description des phénomènes d'épigénie carbonatée et silicatée observés, par l'intermédiaire des lames minces, phénomènes décrits pour la première fois dans ces régions ;
- g. Corrélations des séries étudiées avec celles des autres régions maghrébines et périméditerranéennes.

B- METHODES D'ETUDE

Les méthodes d'études et d'investigations utilisées ont été très diversifiées sur le terrain comme au laboratoire :

1- Sur le terrain

Après une bonne reconnaissance des différents ensembles lithologiques sur le terrain, une douzaine de coupes lithologiques ont été levées de manière détaillée, dans des sites offrant un maximum d'affleurements. Ces levés sont accompagnés de plus de 300 échantillons de roches pour la confection de lames minces et de surfaces polies à des fins sédimentologiques et de 48 échantillons, prélevés sur la coupe type de Glib Zegdou, pour une étude magnétostratigraphique. Cette opération a été réalisée en prélevant des blocs orientés à la boussole, de 1 kg pour les roches dures et de 2 à 3 kg quand le sédiment est assez meuble pour être découpé facilement.

La reconnaissance et les prospections, sur une large étendue de terrain, a permis de compléter la lithostratigraphie de la formation de Glib Zegdou vers sa base.

Les fouilles paléontologiques systématiques sur les affleurements ont permis de mettre en évidence une quinzaine de nouveaux sites bien localisés sur les coupes ; ces sites ont livré une faune de vertébrés associée à une riche flore de charophytes. Pour extraire les fossiles très fragiles sans les endommager, la réalisation d'une coque en plâtre s'est avérée souvent nécessaire. La méthode adoptée à nos besoins est exposée dans Guerin et Rage (1987).

Les nombreuses mesures réalisées sur les chenaux gréseux et conglomératiques ont permis la reconstitution des paléocourants.

2- Au laboratoire

Au laboratoire plusieurs méthodes et techniques ont été utilisées : attaque à l'acide acétique, lavage et tri, confection de lames minces, microscopie et cathodoluminescence, diffractométrie et magnétostratigraphie.

a- Attaque à l'acide, lavage et tri

Cette technique a été utilisée conjointement dans le laboratoire de recherches « PRHPM » de l'Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen et à l'Institut des Sciences de l'Evolution de Montpellier de l'Université Montpellier 2 (ISEM-UM2). Le traitement des échantillons indurés se fait par la méthode classique de dissolution des roches calcaires. La durée moyenne d'attaque puis de rinçage et de séchage est de 6 jours (3 jours d'attaque et 3 jours de rinçage puis de séchage). Le mode opératoire est le suivant :

Les blocs fossilifères sont disposés sur une moustiquaire fortement tendue puis plongés dans une solution d'acide acétique dilué à 10%. Après l'attaque-acide, l'échantillon est rincé au moins 24 heures afin d'éviter la formation de cristaux d'acétate (apparaissant pendant le séchage, ces cristaux fragilisent les fossiles). Une fois secs, les blocs résiduels subissent un nouveau cycle d'attaque-acide. Au besoin, les fossiles visibles en surface des blocs sont consolidés avec des polyvinyles dilués à l'acétone. Le sédiment désagrégué accumulé au fond des bassines est tamisé avec précaution à mailles successives (1 ; 0,7 et 0,4 mm), puis séché et trié sous une loupe binoculaire.

Dans le cas de sédiment tendre, on place directement les prélèvements dans une bassine remplie d'eau pour défloculation et désagréguation pendant quelques heures. Puis, on effectue l'opération lavage-tamissage sous un filet d'eau avec précaution. Le résidu du lavage sera trié sous une loupe binoculaire.

b- Confection des lames minces

Elles ont été réalisées sur des échantillons le plus souvent durs (calcrètes, silcrètes, calcaire et grès) ou moins indurés (grès argileux, grès friables). La première étape, celle correspondant à la préparation des sucres de roches a été réalisée au laboratoire de recherches « PRHPM » de l'Université Abou Bekr Belkaïd-Tlemcen, puis la confection des lames minces a été faite au laboratoire de litholamellage de l'Université de Montpellier 2. La confection de quelques surfaces polies et de 150 lames minces, a été nécessaire pour réaliser deux types d'études:

- une étude descriptive des microfaciès ;
- une étude diagénétique afin d'établir une chronologie relative des différents stades d'épigénie, appuyée par la cathodoluminescence.

Pour une bonne observation des composants minéralogiques et les relations entre les différentes phases diagénétiques carbonatées, la coloration à l'alizarine rouge additionnée de ferricyanure de potassium a été nécessaire. La méthodologie utilisée est exposée dans l'annexe n°8.

c- Microscopie et cathodoluminescence

Les lames minces ont été observées en lumière naturelle, en lumière polarisée et en cathodoluminescence (CL). Cette dernière permet d'avoir une image différente de celle obtenue en lumière transmise. L'observation par microscopie à cathodoluminescence et l'étude des lames minces non couvertes et polies (notamment celles effectuées sur les calcrètes et silcrètes) ont été réalisées au Laboratoire Géosciences Montpellier (UM2).

Grâce aux comportements spécifiques des minéraux en cathodoluminescence, il est possible de distinguer parfois aisément deux minéraux habituellement très semblables et de déterminer leur origine authigène ou terrigène. La calcite et la dolomie sont facilement différenciables en CL. Cette méthode permet également de faire ressortir certaines zonations, ou encore de distinguer des fantômes de minéraux recristallisés ou de fossiles et de préciser l'histoire de la cimentation d'une roche. La méthodologie détaillée et utilisée se trouve dans l'annexe n°8.

L'appareillage utilisé est un Microscope de Type: Olympus BX41, équipé de cathodoluminescence et de caméra pour la capture numérique, Laboratoire Géosciences Montpellier (UM2).

d- Diffractométrie

Treize échantillons d'environ 50 grammes, prélevés sur les coupes types du Glib Zegdou et de Dermchane ont été finement broyés. Ils ont été analysés par le laboratoire de sédimentologie de Sonatrach (Laboratoire de Diffractométrie des RX de Boumerdès) en vue d'une caractérisation minéralogique qualitative par diffractométrie des rayons X (DRX).

L'analyse par radiocristallographie des échantillons étudiés a mis en évidence plusieurs phases minéralogiques.

L'appareil utilisé est un Diffractomètre X'Pert PRO, tube radiogène à anticathode de cuivre avec une puissance de générateur à RX de 45 mA et 40 Kv.

L'interprétation des diffractogrammes est basée sur la méthode de Curial (1986).

e- Magnétostratigraphie

Le traitement magnétostratigraphique des blocs prélevés et orientés sur le terrain a été réalisé par Mouloud Benammi (IR CNRS, Université de Poitiers) et Pauline COSTER, (doctorante à l'Université de Poitiers) au laboratoire de paléomagnétique de l'Institut de Physique du Globe de Paris.

f- Détermination de la faune et de la flore

Les deux secteurs étudiés, et notamment celui de Glib Zegdou-Gour Lazib, ont fourni une faune et une flore très riches et variées. La faune est constituée de gastéropodes, de

dipneustes, d'actinoptérygiens, de chéloniens, d'oiseaux et plus particulièrement de mammifères associés à des oogones de charophytes.

Les mammifères ont été étudiés en collaboration avec les mammalogistes du laboratoire de Paléontologie de l'Université de Montpellier 2 (France), Laurent MARIVAUX et Rodolphe TABUCE; chargés de recherches au CNRS.

Les poissons ont été déterminés par Olga OTERO, Maître de Conférences à l'Université de Poitiers (France).

Les chéloniens ont été examinés par Haiyan TONG, chercheur associée au CNRS UMR 5561 Paris et au musée des dinosaures d'Esperaza (France).

Les restes fragmentaires d'oiseaux, de coquilles et d'os, ont été déterminés par Géraldine GARCIA, Maître de Conférences à l'Université de Poitiers (France) et Cécile MOURER-CHAUVIRE, Chercheur CNRS émérite à l'Université Claude Bernard - Lyon 1 (France).

Les oogones de charophytes ont été étudiées par Fateh MEBROUK, Maître de Conférences à l'Université de Jijel.

Les gastéropodes, et notamment les Bulimes, ont été déterminés par Georges TRUC, Maître de Conférences à l'Université Claude Bernard Lyon 1 (France).

**CHAPITRE I: LITHOSTRATIGRAPHIE ET PALEONTOLOGIE DE LA HAMMADA
DU DRA (GLIB ZEGDOU-GOUR LAZIB-GOUR IDERGANE)**

INTRODUCTION

Dans la partie occidentale du Sahara algérien, les séries tertiaires sont constituées d'une multitude de buttes-témoins nommées ici « complexe des Gour Lazib ». Cet ensemble regroupe les reliefs des Gour Lazib, des Gour Idergane et le Glib Zegdou.

Les premiers fossiles découverts, à proximité et sur le Glib Zegdou, furent des gastéropodes et des restes de poissons datés du Sénonien (Clariond, 1933 ; Joly et Lavocat, 1949 ; Lavocat, 1954). Plus tard, la découverte d'oogones de charophytes sur le flanc Sud-Est des Gour Lazib a permis de proposer un âge Éocène moyen ou supérieur pour ces niveaux (Grambast, 1960). Les premiers mammifères découverts dans cette région proviennent de quatre sites localisés dans les Gour Lazib et sur le flanc Nord du Glib Zegdou (Gevin *et al.*, 1975 ; Sudre, 1975 et 1979). La découverte d'une flore de charophytes associée aux mammifères, plus diversifiée au Glib Zegdou, a permis à Gevin *et al.* (1975) de suggérer un âge Éocène inférieur pour cette faune. Plus récemment, Mahboubi (1995) a donné le nom de formation du Glib Zegdou à toute cette série et a découvert un cinquième site fossilifère sur le flanc Sud du Glib Zegdou plus riche que les précédents. L'âge de cette faune fut discuté par Mebrouk *et al.* (1997 et 1999) ; ces auteurs n'excluent pas un âge Lutétien basal.

Faisant suite à ces travaux (depuis 2004), de nouvelles prospections ont été étendues sur les affleurements connus et dans de nouveaux secteurs (Gour Idergane et Gour Zegdou). Celles-ci nous ont permis de découvrir de nouveaux et remarquables sites à vertébrés dans cette formation. Les nouvelles découvertes permettent de discuter l'âge relatif de la formation de Glib Zegdou par rapport aux autres sites de l'Éocène africain, de reconstituer les paléoenvironnements et de compléter le bilan paléontologique.

A- GENERALITEES

I- CADRE GEOGRAPHIQUE

La région des Gour de la Hammada du Dra (Glib Zegdou, Gour Lazib et Gour Idergane) se localise dans la partie occidentale du Sahara algérien (Fig. 1), à environ 400 km au Sud Ouest de Béchar. Elle est caractérisée par un ensemble de buttes témoins aux sommets tabulaires, parfois isolées, résultant de l'érosion profonde des plateaux désertiques appelés « Hammadas ». Les affleurements continentaux de cette région s'étendent sur plus de 50 km et masquent souvent le socle paléozoïque et quelques fois les terrains marins du Cénomano-turonien du Kem Kem (Lavocat, 1954 ; Fabre, 2005). Cette localité est délimitée (Fig. 1):

- au Nord et au Nord-Ouest par la Hammada du Kem Kem (Fig.2) ;
- à l'Est et au Sud-Est par l'Erg Er Raoui et la Hammada de la Daoura ;
- au Sud et au Sud-Ouest par la Hammada du Dra
- à l'Ouest par la plaine du Dra.

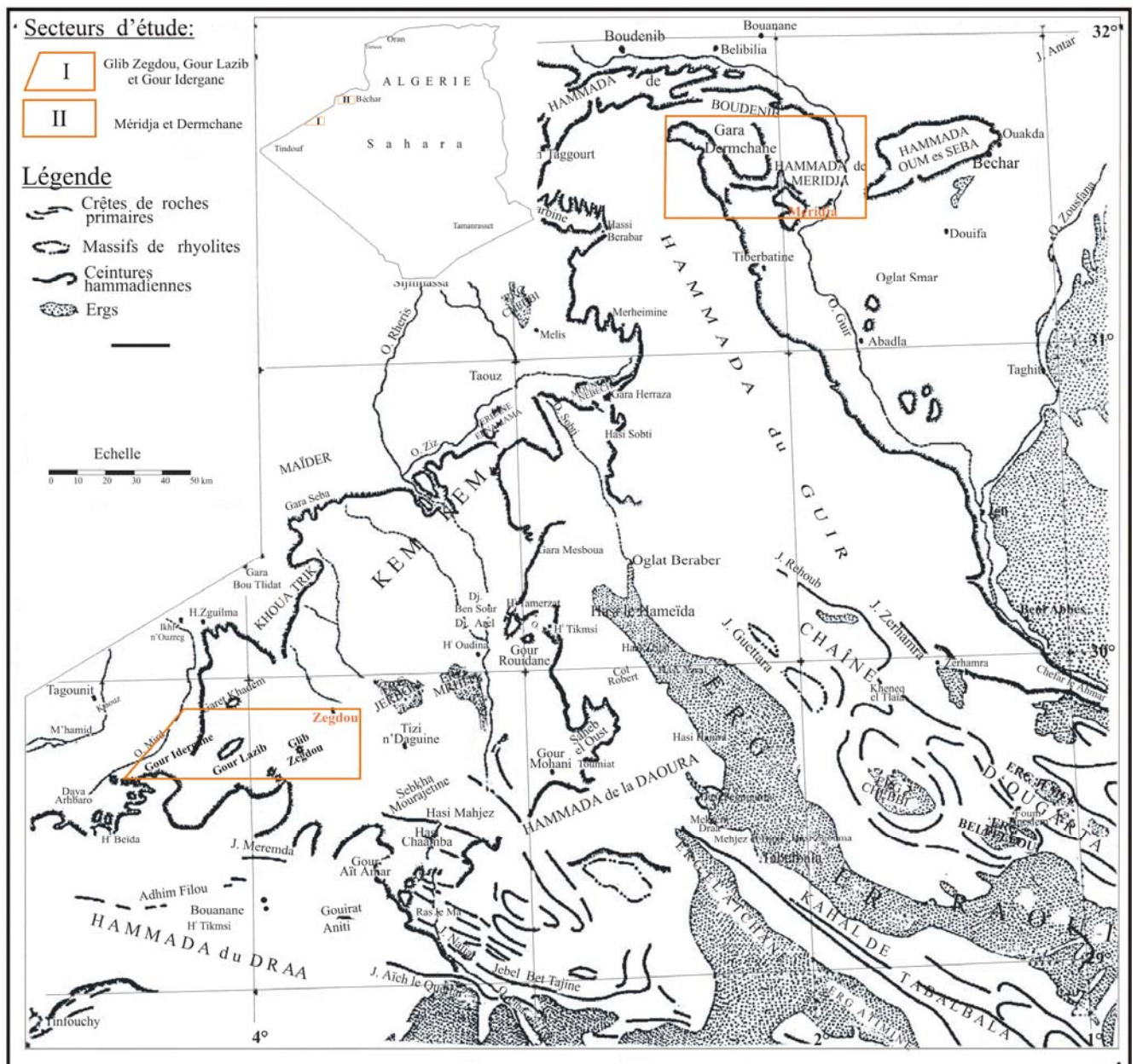


Fig.1 : Localisation géographique des régions d'études, Zegdou et Meridja

Cette région s'étale sur plusieurs centaines de kilomètres carrés. Elle est sillonnée par un réseau hydrographique ramifié, à écoulement intermittent et endoréique où le plus important oued est le Daoura.

Dans la terminologie saharienne, suivie dans cette thèse et par toute l'équipe travaillant sur la région, le terme « Gour » désigne un ensemble de « Gara » (butte-témoin).

II- CADRE GEOLOGIQUE

Les terrains continentaux paléogènes des secteurs de Glib Zegdou, Gour Lazib et Gour Idergane se trouvent dans une dépression recouvrant en discordance des terrains paléozoïques,

anté-Sénoniens et /ou cénozoïques. Ils sont constitués de dépôts fluviatiles ou fluvio-lacustres essentiellement détritiques reposant en discordance tantôt sur le Paléozoïque, tantôt sur le Cénomano-turonien (Mahboubi *et al.*, 2002). Cette dépression est traversée par le faisceau de plis de la Daoura orienté Nord Ouest – Sud Est, appartenant à la chaîne paléozoïque de l'Ougarta. Ces plis forment de larges structures en éventail qui s'annoient sous les terrains crétacés du Kem Kem avant de rejoindre l'Anti-Atlas marocain (Fig.2). Cette chaîne paléozoïque a été reprise par les phases de l'orogénèse alpine qui ont soulevé et plissé (plis à grand rayon de courbure) les terrains de couverture, ce qui a provoqué le démantèlement des reliefs (Mahboubi, 1995).

III- HISTORIQUE DES RECHERCHES

1- Les travaux anciens

Dans le complexe des Gour Lazib, Clariond (1933) signale pour la première fois dans les Hammadas des confins algéro-marocain du Sud, la présence de gastéropodes dans les déblais d'une formation grésogypseuse au puits de Zegdou. Par ailleurs, on doit les premières observations géologiques et morphologiques, de cette région et notamment dans les Hammadas du Kem Kem de la Daoura, à Lavocat (1949), Joly et Lavocat (1949).

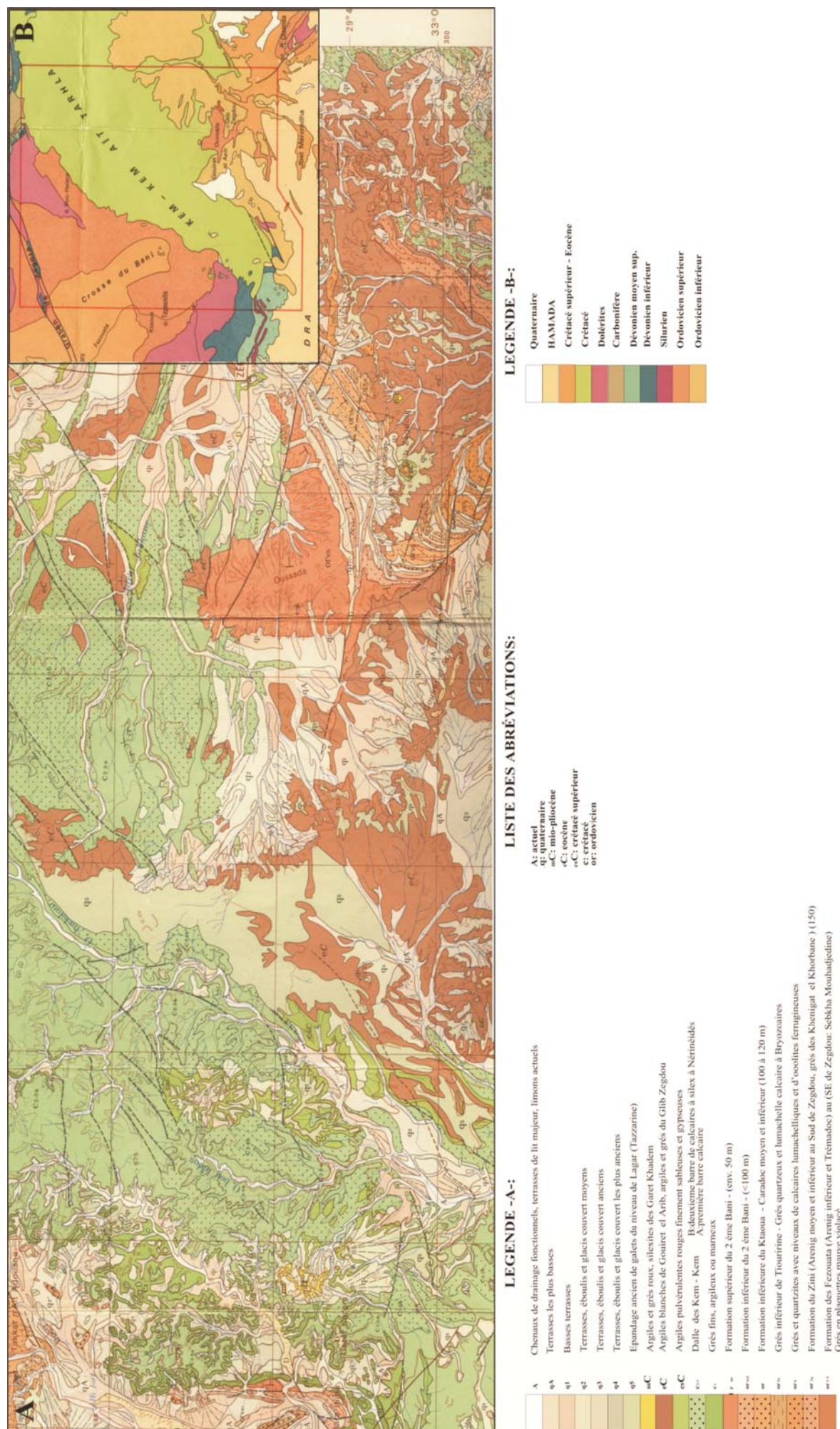
Plus tard, Lavocat (1954), dans sa monographie intitulée « reconnaissance géologique dans les hammadas des confins algéro-marocains du sud », signale la présence de bones-beds au Glib Zegdou et attribua ces formations, avec doute, soit au Pliocène ou encore au Crétacé.

Les travaux menés par Grambast et Lavocat (1959), dans le flanc Sud-Est des Gour Lazib, ont permis de découvrir des couches marno-sableuses riches en charophytes. L'étude systématique de ces oogones a permis à Grambast (1960) de proposer un âge éocène moyen ou supérieur à ces niveaux sur la base de la présence de deux espèces de charophytes *Maedleriella lavocati* et *Raskyella pecki*.

En 1974, la mise en évidence et l'étude d'un nouveau gisement d'oogones de characées au Glib Zegdou par Gevin *et al.*, a permis à Feist d'identifier cinq espèces et de leur proposer un âge éocène inférieur. Ceci a incité Gevin *et al.* (1975) à rechercher activement des vertébrés et de découvrir ainsi au moins cinq espèces de mammifères associées à des restes de poissons, de crocodiles, de tortues avec des gastéropodes et des végétaux indéterminables. Cette faune a été datée de l'Eocène moyen voire même inférieur.

La carte géologique au 1/200 000^e de Bou Haira-Zegdou, établie par le service de la carte géologique du Maroc, sous la direction de Bensaïd (1977), témoigne du travail accompli par les anciens auteurs.

Enfin, l'étude des mammifères par Sudre (1975-1979) lui permettra d'identifier six nouveaux taxons dont quatre hyracoïdes, un primate et un taxon indéterminé.



2- Les travaux récents

A partir des années quatre vingt dix, plusieurs travaux ont été réalisés dans le but d'apporter de nouvelles données concernant la biostratigraphie de ces régions et de compléter leur bilan paléontologique.

Durant la période 1989-1992, de nouvelles récoltes de fossiles ont été effectuées. L'examen de cette faune a permis à Godinot et Mahboubi (1992) la mise au jour du plus ancien primate simiiforme (*Algeripithecus minutus*) du continent africain dans le gisement de Glib Zegdou. Ces mêmes auteurs (1994) ont décrit une deuxième forme de primate simiiforme (*Tabelia hammadae*) à partir d'une récolte de dents isolées dans le même gisement.

L'étude entreprise par Mebrouk (1993) sur les charophytes du complexe des Gour Lazib, lui a permis de montrer l'apport de ces fossiles et leur intérêt dans la datation des formations continentales. Il situa ces formations dans l'intervalle Ilerdien supérieur-Cuisien. Selon le code international aujourd'hui en vigueur, cet intervalle correspond à l'Yprésien.

Dans leur article de 1994, Vianey-Liaud *et al.*, présentent les plus anciennes faunes de rongeurs d'Afrique. Parmi 20 dents isolées, ils ont pu individualiser 4 taxons distincts attribués à une nouvelle famille, celle des Zegdoumyidae.

Dans sa thèse de Doctorat consacrée aux formations continentales paléocènes et éocènes de l'Algérie, Mahboubi (1995) donna une synthèse géologique et paléontologique de ces séries paléogènes d'Algérie.

En étudiant quelques gisements paléogènes du Maghreb, en 1997, Mahboubi *et al.*, ont montré l'existence d'échanges fauniques et floristiques entre le continent africain et les régions nord-téthysiennes. L'Afrique était considérée comme une aire continentale complètement isolée du reste du monde pendant cette période.

En 1997 et 1999, une étude systématique complète des charophytes provenant du complexe des Gour Lazib, réalisée par Mebrouk *et al.*, a permis à ces auteurs de réviser l'âge de ces gisements et de les réattribuer à l'Eocène inférieur. Ils conclurent que la flore paléogène d'Algérie montre de nettes affinités avec celle des bassins méditerranéens et signalent la présence de six nouvelles espèces.

Tabuce *et al.* (2001) ont révisé l'hyracoïde *Microhyrax*, initialement décrit par Sudre (1979), à partir de nouveaux spécimens découverts par Mahboubi (missions 1989-1992).

Puis en 2002, cet auteur consacra sa thèse de Doctorat à une étude systématique et paléobiogéographique des mammifères du Paléogène ancien d'Afrique du nord occidentale.

Crochet *et al.* (2001), discutèrent l'ancienneté des carnivores en Afrique, en la reculant de quelques 23 millions d'années, en se basant sur la nouvelle espèce de Glib Zegdou (*Glibzegdouia tabelbalaensis*).

Puis, Mahboubi *et al.*, (2002), établirent un inventaire de l'état des connaissances sur les formations continentales éocènes de la bordure septentrionale de la Hammada du Dra (Sahara occidental algérien).

Dans la même formation, en 2004, Tabuce *et al.* signalent la présence d'un nouveau genre endémique de primate plésiadapiforme.

Depuis février 2004, dans le cadre de cette thèse et d'un projet international de recherche (PICS-CNRS), plusieurs publications ont vu le jour et illustrent les résultats de ces nombreuses années de recherches géologiques et de prospections paléontologiques. Parmi ces travaux, il convient de citer, Adaci *et al.* (2007), Tabuce *et al.* (2007 et 2009), Marivaux *et al.* (2009).

Enfin, Mebrouk (2011), dans le cadre d'une thèse de Doctorat, réalisa une étude systématique, biostratigraphique et environnementale des charophytes Crétacé-Paléogène du Maghreb. Il décrit notamment une vingtaine d'espèces récoltées dans les affleurements de la Hammada du Dra.

B- DESCRIPTION DES COUPES

Onze coupes lithologiques, d'épaisseur variable, ont été levées sur les affleurements continentaux de la bordure méridionale de la Hammada de Dra. Ils se répartissent en quatre zones distinctes et s'étendent, du Nord Est au Sud Ouest, sur plus de 50 km depuis les Gour Zegdou jusqu'aux Gour Idergane en passant par le Glib Zegdou et les Gour Lazib (Fig. 3).

Dans ce chapitre, on décrira uniquement les coupes fossilifères, celles levées sur le Glib Zegdou, Gour Lazib et Gour Idergane. Afin de permettre des analyses sédimentologiques (lames minces et argilogenèse, voir Partie 2), des prélèvements d'échantillons de roches dures ont été réalisés sur trois coupes de références (Glib Zegdou, Gara Azibius HGL10 et Gara HGL60-61). La coupe du Glib a fait également l'objet de 48 prélèvements pour des analyses magnétostratigraphiques. Le sigle HGL correspond à « Hammada Gour Lazib » et indique un niveau fossilifère à vertébrés.

I-COUPES DE GLIB ZEGDOU

1- Localisation de la coupe

La Gara de Glib Zegdou correspond à une butte témoin, complètement isolée, culminant à 670 m d'altitude (Pl. 8, Ph. A et B). Cette coupe, la plus représentative du secteur d'étude et d'orientation NNO- SSE, est située à environ 12 Km au Sud-ouest du Fort Zegdou (Fig. 1).

2- Description lithologique de la coupe

Cette coupe typique offre la série continentale la plus complète (substratum et couverture) et la plus fossilifère du secteur étudié. Les anciens auteurs ont fait débiter cette coupe à partir du calcaire gris silicifié et massif à taches bleues et roses, corrélé sans arguments paléontologiques au Cénomano-Turonien des Kem Kem (Fig.4). Afin de tester cette hypothèse, la coupe a été complétée vers la base. De bas en haut, on distingue trois membres.

a- Membre inférieur argilo-marno-gypseux

Le membre inférieur, épais d'environ 23 m, n'affleure qu'à la base Nord Nord Ouest du Glib Zegdou et nulle par ailleurs dans le secteur d'étude. C'est le seul affleurement qui montre le contact substratum d'âge Primaire-couverture sédimentaire continentale d'âge Tertiaire. Il repose en discontinuité sédimentaire sur la ride paléozoïque de l'Oussada. Sa base est constituée d'une succession d'argiles silteuses rouges et de grès grossiers non fossilifères et parfois encroûtés, et de calcaires gris rosâtres silicifiés. Deux niveaux de marnes gypseuses vertes, riche en restes de vertébrés notés HGL45 et HGL46, s'y intercalent. Ces derniers ont livré des écailles et des os brisés de poissons ainsi que des restes de chéloniens (Pl. 3). L'ensemble est masqué par le banc repère, épais de 0.40 m, de calcaires silicifiés massifs à taches bleues et roses signalé comme marin par les anciens auteurs.

Dans sa partie supérieure, ce membre montre une succession de silts rouges, de marnes à gypse, salifères vers le sommet et renfermant des restes fragmentaires de poissons, intercalées d'un mince niveau de calcaire blanchâtre à gastéropodes et de grès à gypse beige blanchâtre. Deux niveaux s'avèrent fossilifères s'y intercalent, HGL47 qui n'a livré que des restes de vertébrés indéterminables, notamment de poissons, et HGL49 correspondant au locus 4 de Sudre (1979).

b- Membre intermédiaire détritique

Ce membre essentiellement détritique et fossilifère, épais d'environ 24 m, montre une alternance de grès jaunes et de silts rouges recouverte par une succession de grès à stratifications obliques, d'argiles et de silts rouges. Il renferme plusieurs gisements fossilifères (notamment HGL50 et HGL51) découverts dans le cadre de cette thèse sous forme de lentilles de grès jaunâtres à galets mous d'argiles rougeâtres. Ces sites sont marqués par une riche faune de poissons et de mammifères associée à une abondante flore de charophytes. L'ichtyofaune est constituée d'au moins six taxons. La faune de mammifères est représentée par plus de 25 espèces de mammifères, elle est dominée respectivement par des rongeurs, des

primates, et des hyracoïdes ; y sont également présents des « insectivores », des chiroptères, des carnivores créodontes, et de possibles condylarthres (Pl. 1 à 4).

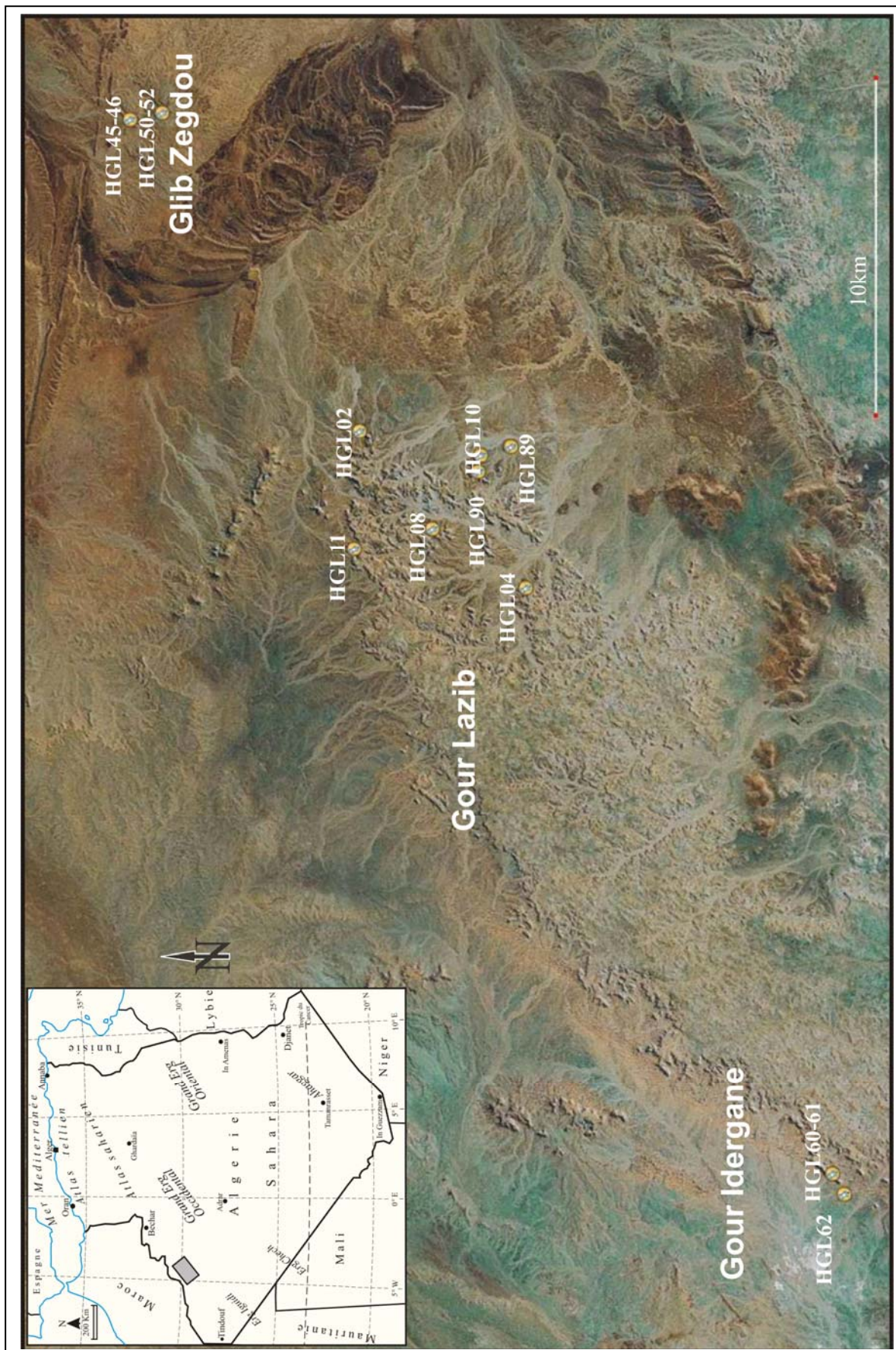


Fig.3 : Localisation géographique de la région de Zegdou et des sites à vertébrés

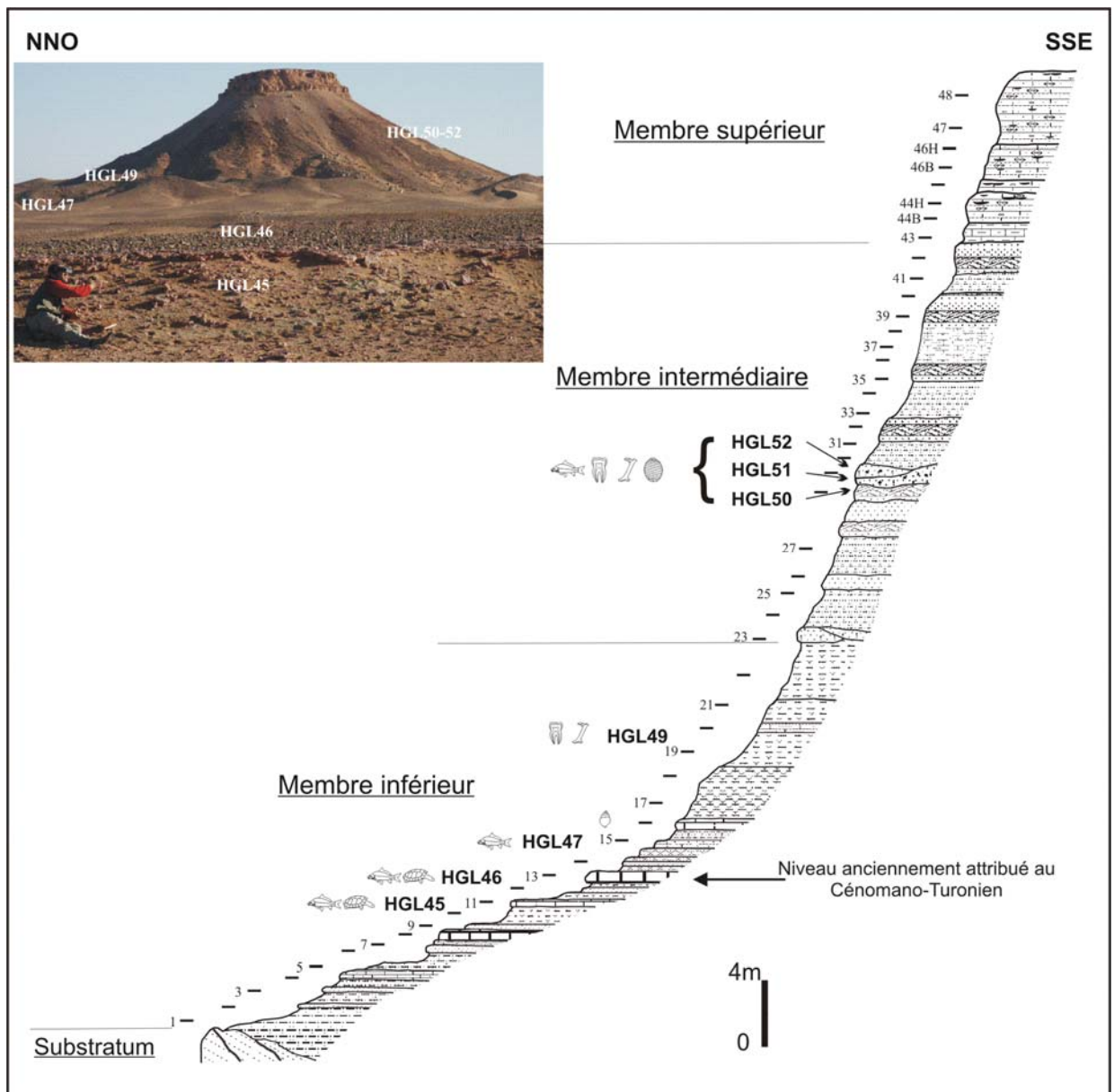


Fig. 4 : Coupe lithologique de Glib Zegdou

c- Membre supérieur gréso-carbonaté

Le membre supérieur gréso-carbonaté, épais d'environ 10 m, décrit autrefois comme un calcaire lacustre, montre une épaisse barre constituée de grès calcaire calcitisé (calcrète) et de grès calcaire silicifié (silcrète). Cette barre, lorsqu'elle n'est pas érodée, coiffe la plupart des buttes-témoins des Gour Lazib où elle a livré des sections de coquilles mal conservées (fantômes) d'un gastéropode continental appartenant au genre *Pseudoceratodes* sp. Deux importantes phases d'épigénie (calcitisation et silicification) des sédiments détritiques originels ont été mises en évidence dans ce membre et également dans celui de l'ensemble des Gour. Cette double épigénie affecte essentiellement le membre supérieur, marqué sur le terrain par des limites de bancs ondulés (front de carbonatation) et par diverses

structures : débits en boules, en desquamations et en glaebules roses non stratifiées, concrétions silicifiées et parfois des reliques du sédiment originel (Pl.10).

Enfin, 48 échantillons ont été prélevés sur la coupe type de Glib Zegdou au marteau, pour une étude magnétostratigraphique. Cette opération a été réalisée en prélevant des blocs orientés à la boussole, de 1 kg pour les roches dures et de 2 kg quand le sédiment est assez meuble pour être découpé facilement.

3- Contenu paléontologique

Les fouilles sur le terrain, le dégagement au laboratoire des plâtres et l'attaque acide de plus de 500 kg de sédiments fossilifères ont permis de découvrir de très nombreux restes fossiles (Tab.1)

Les nouveaux sites HGL45 et HGL46 ont livré des restes d'actinoptérygiens (écailles de Polyptères et os brisés de Siluriformes), ainsi qu'une dossière complète et un crâne bien conservé de Chélonien (Pl. 3 ; Ph. 1, 2). Le traitement par lavage-tamassage de quelques kilogrammes de sédiment a livré, par ailleurs, deux phalanges pouvant appartenir à un mammifère de taille moyenne.

La plupart des sites ont livré une ichtyofaune abondante constituée de dents isolées, de plaques dentaires, d'écailles ganoïdes, de vertèbres, d'os du crâne et d'épines de nageoires souvent brisés.

HGL47 correspond à un niveau grés-gypsifère très riche en restes de microvertébrés indéterminés. HGL49 correspond à un niveau de Torba blanchâtre dans lequel Sudre (1979) a découvert *Titanohyrax mongereaui*. Malgré de nouvelles fouilles dans ce niveau depuis 2004, aucun fossile de vertébré n'a été mis au jour ; on peut légitimement proposer que le spécimen décrit par Sudre provient plutôt du membre intermédiaire.

HGL50 a livré un important matériel ichtyofaunique et plus de 400 restes mammaliens identifiables, documentant plus de 25 espèces d'euthériens. L'importance de ce matériel réside en la découverte, pour divers taxons, de fragments de mandibules et maxillaires. Pour les espèces précédemment publiées du Glib Zegdou, les nombreuses dents isolées permettent de documenter des loci dentaires jusqu'ici inconnus. Les groupes les plus abondamment représentés sont par ordre décroissant les rongeurs, les primates, les hyracoïdes, les chiroptères (=chauves-souris), les lipotyphles (= « insectivores »), les carnivores créodontes et de possibles condylarthres (= « ongulés archaïques »). Ainsi la grande majorité des ordres de mammifères connus au Paléogène en Afrique est présente à HGL50 ; toutefois l'absence de proboscide est à signaler. A ce sujet, le calcanéum fragmentaire attribué avec doute à un proboscide (R. Tabuce, *in* Adaci *et al.* (2007) semble en fait appartenir à un hyracoïde de taille moyenne.

HGL51 est un niveau situé à moins d'un mètre au-dessus de HGL50. Il a également livré des restes bien conservés de vertébrés notamment d'hyracoïdes. Les poissons sont peu abondants (écailles ganoïdes et vertèbres) associés à des charophytes. L'intérêt tout particulier de ce niveau consiste en la découverte de plusieurs crânes, maxillaires et mandibules de mammifères associés à des restes de reptiles et d'oiseaux.

HGL52 est stratigraphiquement le dernier site recensé à vertébrés du Glib Zegdou succédant au HGL51, connu à ce jour. Il correspond vraisemblablement au F9 de Mahboubi (1995). Les nouvelles prospections ont permis de dégager, au moins, 16 taxons de mammifères représentant des rongeurs, des carnivores, des primates et des hyracoïdes.

a- La faune

Les invertébrés sont représentés par au moins deux espèces de mollusques gastéropodes. La première correspond à *Ampullaria* sp., récoltée à HGL49. La seconde a été observée au sommet du Glib Zegdou dans la barre gréso-carbonatée sous forme de sections de coquilles mal conservées, elle pourrait être attribuée à *Pseudoceratodes* sp. Cette forme a été signalée par Mahboubi et al. (2002), pour la première fois, sur l'une des gares des Gours Lazib.

La plupart des vertébrés récoltés proviennent du membre intermédiaire de la formation. La faune ainsi récoltée au Glib Zegdou est caractérisée par une grande diversité. Elle documente des mammifères, des poissons, des reptiles, des amphibiens, et des oiseaux (Tab.1-a). Dans le membre inférieur, à l'exception de l'holotype de *Titanohyrax mongereaui*, les restes de vertébrés se limitent essentiellement à des poissons actinoptérygiens (écailles de polyptères et os brisés de siluriformes) et chéloniens (crâne et dossière) attribués à un Pleurodire, de la famille des Podocnemididae (Adaci et al., 2007).

L'ichtyofaune et l'herpétofaune sont représentées par des restes souvent fragmentaires (dents isolées et vertèbres). Toutefois l'ichtyofaune est parfois documentée par des restes encore en connection (éléments crâniens, ceintures, etc.). Une étude préliminaire permet de reconnaître des représentants de six taxons (Tab.1-a) : Polypteridae, Characiformes, Siluriformes, Perciformes et Protopteridae (Pl. 3 et 4). Certains ne sont plus représentés actuellement au Maghreb (Adaci et al., 2007). Cette association est typique de l'ichtyofaune connue à l'Eocène, à l'Oligocène et pendant une partie du Miocène dans les eaux douces : de l'Ouest du Maghreb, de l'Est de la plaque arabique et du Sud de la région nilo-soudanaise (Greenwood, 1983, Murray, 2000 et Otero et Gayet, 2001).

Les mammifères du Glib Zegdou sont caractérisés par un état de préservation remarquable et par une grande diversité spécifique : plus de 25 espèces de mammifères sont représentées, certaines sont nouvelles (Tab.1-a). Les groupes les plus abondamment représentés sont les rongeurs zegdoumyidés, les primates azibiidés et les hyracoïdes saghathériidés et titanohyracidés. Cette faune en cours d'étude renouvellera nos connaissances sur l'évolution et la radiation initiale des mammifères en Afrique. De nombreux éléments

crâniens et postcrâniens d'hyracoïdes sont présents, notamment à HGL51 (Tabuce *et al.*, 2007). Cette localité a également livré des fragments d'œufs d'oiseaux ; ce groupe est représenté par ailleurs à HGL50 par un carpométacarpe attribué aux Presbyornithidae (Garcia et al, 2009). D'autres sites situés dans les Gour Lazib (HGL10 et HGL62, voir ci-dessous) ont aussi livré des fragments d'œufs d'oiseaux.

	HGL45	HGL46	HGL47	HGL49	HGL50	HGL51	HGL52
Mammifères							
Rodentia							
<i>Glibemys algeriensis</i>							•
<i>Glibia pentalopha</i>					o		•
<i>Glibia tetralopha</i>							•
<i>Glibia</i> sp.					o		
<i>Zegdoumys lavocati</i>					o		•
<i>Zegdoumys</i> sp.			o				
<i>Lazibemys zegdouensis</i>					o		
Rodentia gen. et sp. nov. 1							o
Rodentia indét.					o		o
Carnivora							
<i>Glibzegdouia tabelbalaensis</i>					o		•
Creodonta (div. sp.)					o		
Lipotyphla (div. sp.)					o		o
Chiroptera							
Chiroptera gen. et sp. nov. 1					o		
Chiroptera gen. et sp. nov. 2					o		
Primates							
<i>Algeripithecus minutus</i>					o		•
<i>Azibius trecki</i>					o	o	o
Primates gen. et sp. nov. 1							o
Primates gen. et sp. nov. 2					o		
Primates gen. et sp. nov. 3					o		
Primates indét.					o		
Condylarthra gen. et sp. nov.					o		
Hyracoidea							
<i>Microhyrax lavocati</i>					o	o	o
<i>Titanohyrax mongereau</i>				•		?	
<i>Titanohyrax tantulus</i>							
<i>Megalohyrax gevini</i>						o	
? <i>Bunohyrax</i> ou <i>Megalohyrax</i> sp.							
? <i>Thyrohyrax</i> sp.					o		
<i>Helioseus insolitus</i>					o	o	o
Hyracoidea gen. et sp. nov.			?		o	o	?
Hyracoidea indét.					o		o
Macroscelidea							
Macroscelidea indét.					?		
<i>Mammalia incertae sedis</i>							
formes indéterminables	?				o	o	
Oiseaux							
Presbyornithidae						o	

Reptiles							
Reptilia							
Squamata							
Lacertilia							
Agamidae						o	
Scincomorpha						o	
Serpents							
Colubridae						o	
formes indéterminables				o			
Crocodyliens							
Chéloniens							
Podocnemididae	o	o					
Amphibiens							
Anoures indéterminés,							
Poissons							
Actinopterygii							
Cladistia							
Polypteriformes							
Polypteridae					o		
Teleostei							
Characiformes					o		
Characiformes indéterminés.							
Siluriformes					o		
? Clariidae							
Siluriformes indéterminés.							
Perciformes	o						
Dipnoi							
Lepidosireniformes							
Protopteridae	o				o		
Gastéropodes							
<i>Ampullaria</i> sp.				o			
<i>Pseudoceras</i> sp.							
Formes indéterminées,				o			
	HGL45	HGL46	HGL47	HGL49	HGL50	HGL51	HGL52

Légende

•	les localités type
	nouveaux taxons pour la région (depuis 2004)
	nouveaux sites (depuis 2004)

Tab. 1-a: Liste de la faune récoltée au Glib Zegdou.

b- Les restes de végétaux

La flore est très abondante et en bon état de conservation, elle est composée de milliers de gyrogonites de charophytes. Quinze espèces sont reconnues par Mebrouk (2011) sur les gisements de Glib Zegdou (Tab.1-b).

	HGL45	HGL46	HGL47	HGL49	HGL50	HGL51	HGL52
Charophytes (Mebrouk, 2011)							
<i>Raskyella pecki meridionale</i>					o	o	o
<i>Raskyella sahariana</i>					o	o	o
<i>Raskyella</i> sp.					o		
<i>Stephanochara</i> aff. <i>acris</i>						o	o
<i>Nodosochara</i> aff. <i>jorbae</i>					o		o
<i>Peckichara</i> aff. <i>varians</i>					o		o
<i>Peckichara</i> sp.						o	
<i>Harrisichara</i> aff. <i>leptocera</i>						o	
<i>Harrisichara</i> sp. 1						o	
<i>Nitellopsis</i> (T.) aff. <i>Thalleri</i>						o	
<i>Maedleriella lavocati</i>					o	o	o
<i>Maedleriella</i> sp.3					o		
<i>Maedleriella</i> sp. 4						o	
<i>Maedleriella</i> sp. 5					o		
<i>Microchara</i> sp.						o	

Tab. 1-b : Liste de la flore récoltée au Glib Zegdou

II- COUPE DE LA BUTTE ROUGE

1- Localisation de la coupe

La butte rouge, appelée « les trois buttes repères » par Mahboubi (1995), forme une petite gara isolée, dans l'extrémité méridionale des Gour Lazib (Fig. 3). Cette coupe, d'orientation N-S, se localise à une quinzaine de km au Sud-ouest de Glib Zegdou.

2- Description lithologique de la coupe

Cette coupe (Fig. 5), bien dégagée, est représentée uniquement et partiellement par le membre intermédiaire détritique du Glib Zegdou (Pl. 9, Ph. A). En plus d'être fossilifère, elle met en évidence l'importance de l'érosion qui conduit souvent à l'isolement des Gour.

a- Membre intermédiaire détritique

Ce membre, essentiellement argileux, n'est représenté que par sa partie médiane. Il constitue un petit affleurement d'environ dix mètres d'épaisseur, où la base du membre sédimentaire n'est pas visible et le sommet est érodé. Il correspond partiellement au membre intermédiaire détritique du Glib Zegdou.

Sa partie inférieure est constituée d'une alternance d'argiles silteuses gypsifères brun-rougeâtres et de grès argileux à débit en plaquettes, très riches en oogones de charophytes (« oogonite ») et en quelques restes de vertébrés (HGL89bis). Sa partie supérieure, à dominance argileuse, renferme une lentille microconglomératique à rares restes de mammifères nommée HGL89.

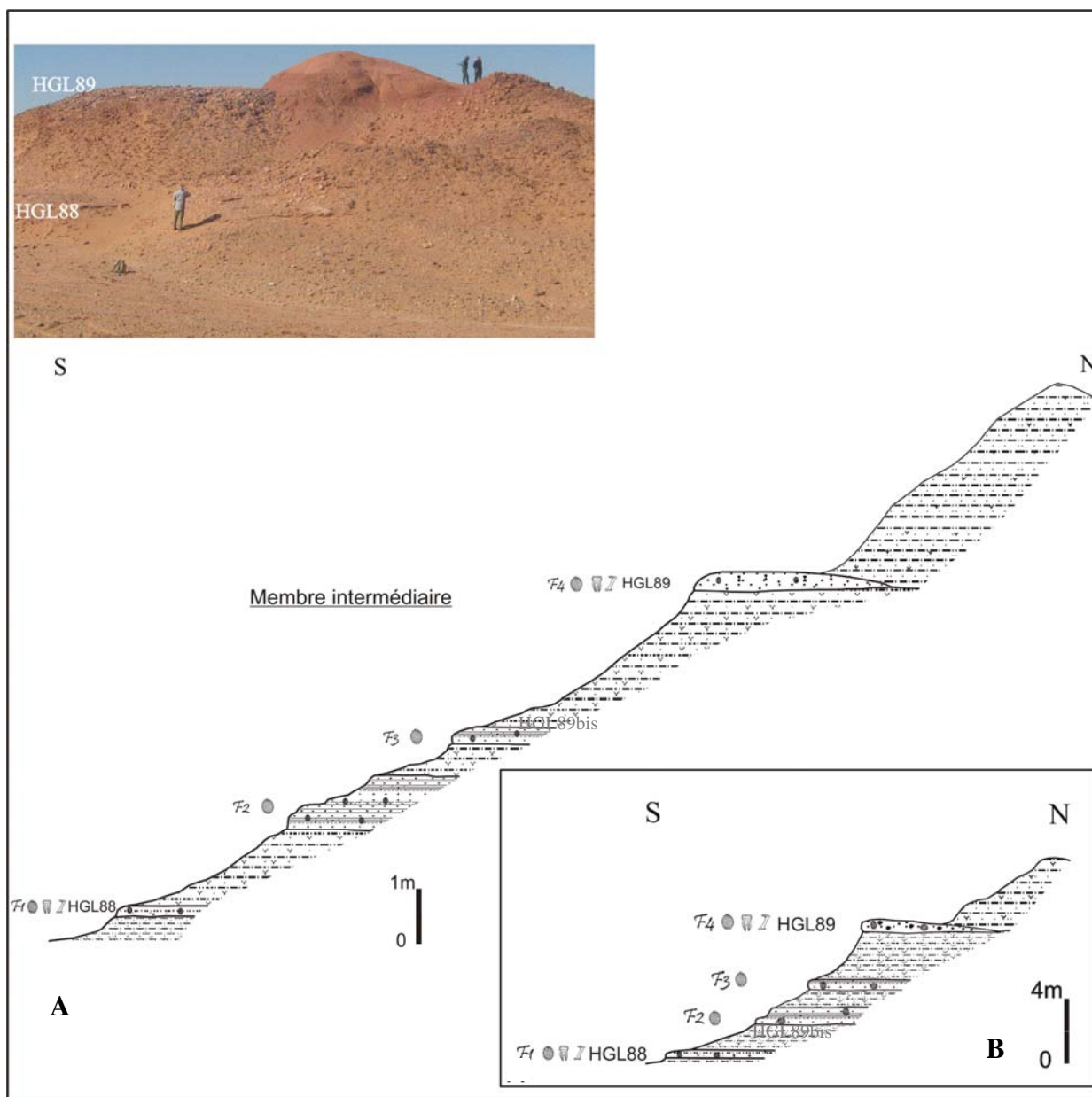


Fig. 5 : Coupe lithologique de la butte rouge (HGL89)

A : 1 cm correspond à 1m ; B : 1 cm correspond à 4m (échelle commune à toutes les coupes).

3- Contenu paléontologique

Cette coupe montre plusieurs niveaux à charophytes (F1-F4) et deux locus à mammifères. Le HGL88 qui correspond au Locus 3 de Sudre (1979) et le nouveau HGL89 qui renferme plusieurs restes de vertébrés, notamment de poissons indéterminable et quelques dents isolées de mammifères associés à des charophytes silicifiées (Tab. 2-a et b).

a- La faune

Les vertébrés déterminables récoltés sur la butte rouge documentent uniquement des hyracoides (Ta.2-a).

	HGL88	HGL89
Mammalia		
? <i>Bunohyrax</i> ou <i>Megalohyrax</i> sp.	o	
Hyracoidea indét.	o	o
<i>Helioseus insolitus</i>		o
Poissons		
Poissons indét.		o

Tab. 2-a: Liste de la faune récoltée au HGL89

b- Les restes de végétaux

Seuls deux niveaux à charophytes ont été exploités par Mebrouk (2011) sur cette coupe où l'association floristique est caractérisée par la rareté de *Maedleriella* sp. Trois espèces ont été décrites (Tab. 2-b).

	HGL88	HGL89
Charophytes (Mebrouk, 2011)		o
<i>Raskyella pecki meridionale</i>		o
<i>Raskyella sahariana</i>		o
<i>Maedleriella</i> sp. (très rare)		o

Tab. 2-b : Liste de la flore récoltée à la butte rouge

III- COUPE DE LA GARA AZIBIUS (HGL10)

1- Localisation de la coupe

Cette coupe, de direction E-O, a été levée dans l'extrémité Sud-est des Gour Lazib, à environ 15 km au Sud-ouest du Glib Zegdou et à environ 1 km au Nord de la butte rouge, sur la face orientale de la Gara type Azibius, correspondant au locus 1 de Sudre (1979) (Fig.3).

2- Description lithologique de la coupe

La Gara Azibius offre une coupe fossilifère bien dégagée sur sa face orientale (Pl. 8, Ph. A et D). Cette coupe comporte, à l'affleurement, deux membres lithologiques seulement (Fig.6):

a- Membre intermédiaire détritique

Ce membre, essentiellement argileux, montre une épaisseur d'environ 34 m. Il débute par des argiles gypseuses brunâtres à taches verdâtres où s'intercalent deux bancs de grès argileux très riches en gyrogonites de charophytes (F1 et F2). Cette succession est surmontée d'une épaisse masse d'argiles brunâtres d'aspect compact, parfois gypseuses et silteuses, intercalées de minces niveaux de grès argileux, elle est chapeautée par une lentille de grès grossier microconglomératique fossilifère (HGL10). L'ensemble est recouvert par plusieurs mètres d'argiles sablo-silteuses où est inséré un mince banc de grès jaunâtre, à

éléments moyens à grossiers, qui a livré des charophytes (F4). Ce membre intermédiaire est clôturé par une épaisse barre de grès beige friable.

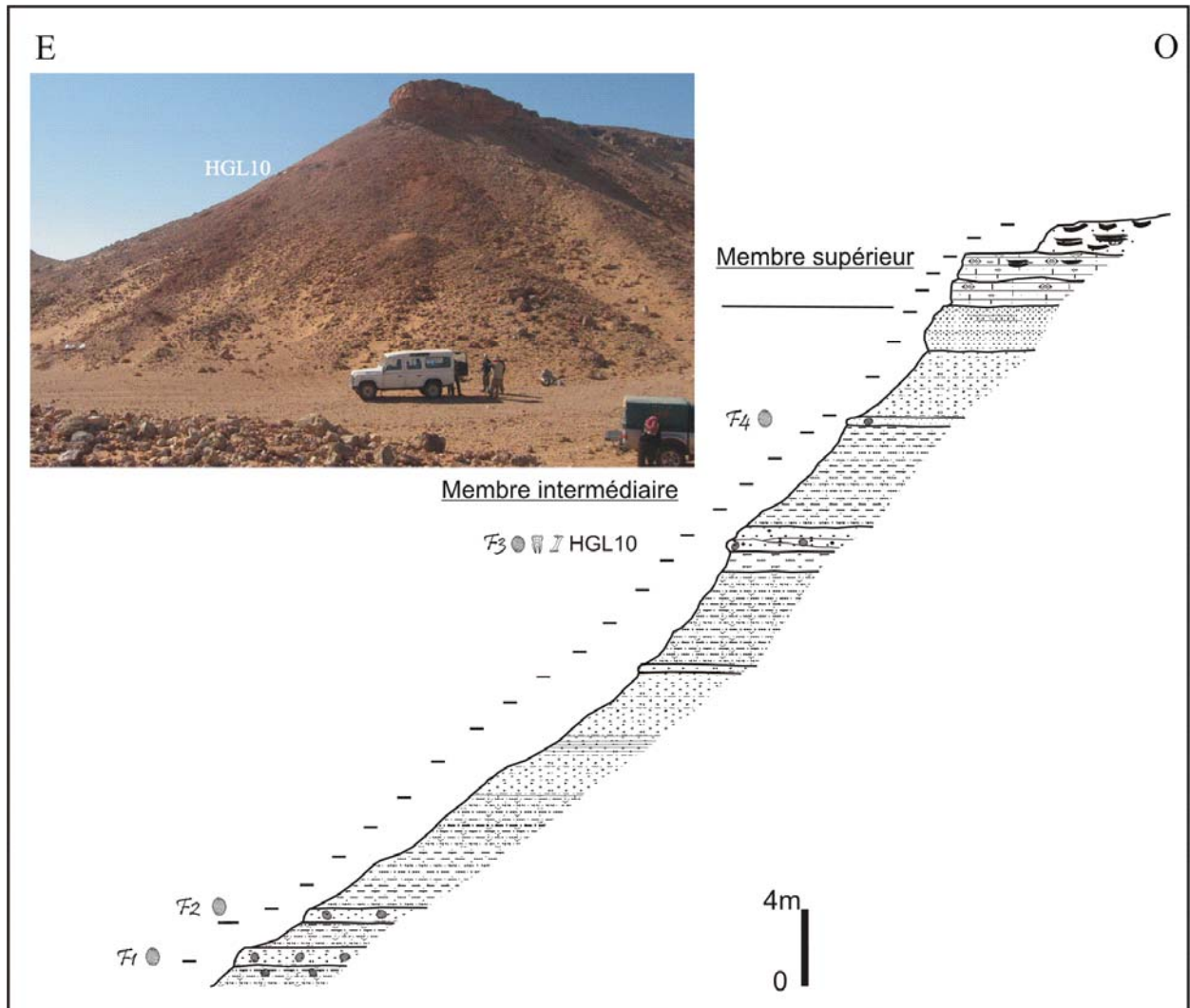


Fig. 6 : Coupe lithologique de la Gara Azibius (HGL10).

b- Membre supérieur grés-carbonaté

Epais d'environ 5m, cet ensemble montre vers la base, avec une limite inférieure ondulée (front de carbonatation), une calcrète beige (grès calcifié beige) à débits en boules et parfois en petits blocs, surmontée d'une silcrète (grès calcaire silicifié). Cette dernière est matérialisée par des lentilles silicifiées séparées de masses de grès calcifiés. L'ensemble s'achève par un banc de grès calcaire beige massif silicifié.

3- Contenu paléontologique

La coupe type d’Azibius est fossilifère. Elle montre quatre niveaux à charophytes, (F1-F4) et un niveau à vertébrés qui renferment des empreintes végétales charbonneuses avec de rares empreintes de feuilles (HGL10). Ce dernier correspond probablement au locus 1 de Sudre (1979) et au gisement type d’*Azibius trerki*. Il est utile de rappeler ici que le bloc ayant livré *Azibius* a été trouvé en éboulis, sa lithologie évoque incontestablement celle du niveau HGL10. Les nouvelles prospections effectuées sur ce site, nous ont permis de dégager une faune variée de vertébrés, constituée notamment de mammifères. Ces derniers sont parfois représentés par des mandibules et des éléments postcrâniens fragmentaires.

a- La faune

La faune mammalienne est relativement variée et bien conservée. Elle est dominée par des hyracoïdes, des primates, de rares rongeurs associés à des os brisés d’amphibiens et de poissons Characiformes avec de rares petits gastéropodes millimétriques, en moules internes indéterminables (Tab.3-a).

	HGL10
Mammifères	
Rodentia	
Rodentia indét.	o
Primates	
<i>Algeripithecus minutus</i>	o
<i>Azibius trerki</i>	●
Hyracoidea	
<i>Microhyrax lavocati</i>	o
<i>Titanohyrax mongereaui</i>	
<i>Titanohyrax tantulus</i>	o
<i>Megalohyrax gevini</i>	?
Hyracoidea indét.	o
Mammalia <i>incertae sedis</i>	o
formes indéterminables	o
Reptiles	
Crocodylia indét.	o
Amphibiens	
Anoures indét.	o
Poissons	
Characiformes	o

Tab. 3-a: Liste de la faune récoltée au HGL10

b- Les restes de végétaux

Les empreintes végétales se présentent sous formes charbonneuses, à l’exception de quelques belles empreintes de feuilles bien conservées non encore identifiées.

La flore de charophytes est très abondante et formée de 11 espèces. Elle est dominée par l'espèce *Raskyella pecki meridionale* (Tab.3-b).

	HGL10
Traces de végétaux	
Empreinte de feuille indét.	o
Charophytes (Mebrouk, 2011)	
<i>Raskyella pecki meridionale</i>	o
<i>Raskyella sahariana</i> (rare)	o
<i>Raskyella</i> sp.	o
<i>Stephanochara</i> aff. <i>acris</i>	o
<i>Nodosochara</i> aff. <i>jorbae</i>	o
<i>Peckichara</i> sp.3	o
<i>Harrisichara</i> sp.1	o
<i>Maedleriella lavocati</i>	o
<i>Maedleriella</i> sp. 4	o
<i>Chara</i> sp	o
<i>Nitellopsis</i> (T) aff. <i>thaleri</i>	o

Tab. 3-b : Liste de la flore récoltée au HGL10

IV- COUPE DE LA GARA HGL 90

1- Localisation de la coupe

La gara HGL90, située dans la partie méridionale interne des Gour Lazib et à 700 m à l'Ouest de la Gara Azibius (HGL10), offre une coupe orientée N-S, bien dégagée d'environ 31 m épaisseur (Fig. 2).

2- Description lithologique de la coupe

Comme la précédente coupe, celle-ci montre à l'affleurement uniquement deux membres lithologiques (Pl. 8, Ph. A et C) avec une pente abrupte couverte d'éboulis (Fig. 7).

a- Membre intermédiaire détritique

La limite inférieure de ce membre n'est pas visible, il offre 24 m d'affleurement. Sa partie inférieure est constituée d'une épaisse masse d'argiles brun-rougeâtres, parfois silteuses et gypsifères, à passées de grès fin à moyen, comportant souvent des charophytes (F1). Sa partie supérieure est caractérisée par une succession de grès argileux, de grès jaunâtres calcaires lenticulaires à interlits argileux, grossiers à moyens et fossilifères (HGL90). Le tout est recouvert d'une épaisse strate de grès calcaires compacts puis d'un banc de grès beiges friables qui clôture également le membre intermédiaire des autres coupes lithologiques.

b- Membre supérieur grés-carbonaté

La limite inférieure de ce membre est ondulée. Il est matérialisé par une succession de grès calcaire d'aspect conglomératique montrant un débit en boules vers le sommet (calcrète) et de grès calcaire silicifié renfermant des lentilles et des boules de silex (silcrète).

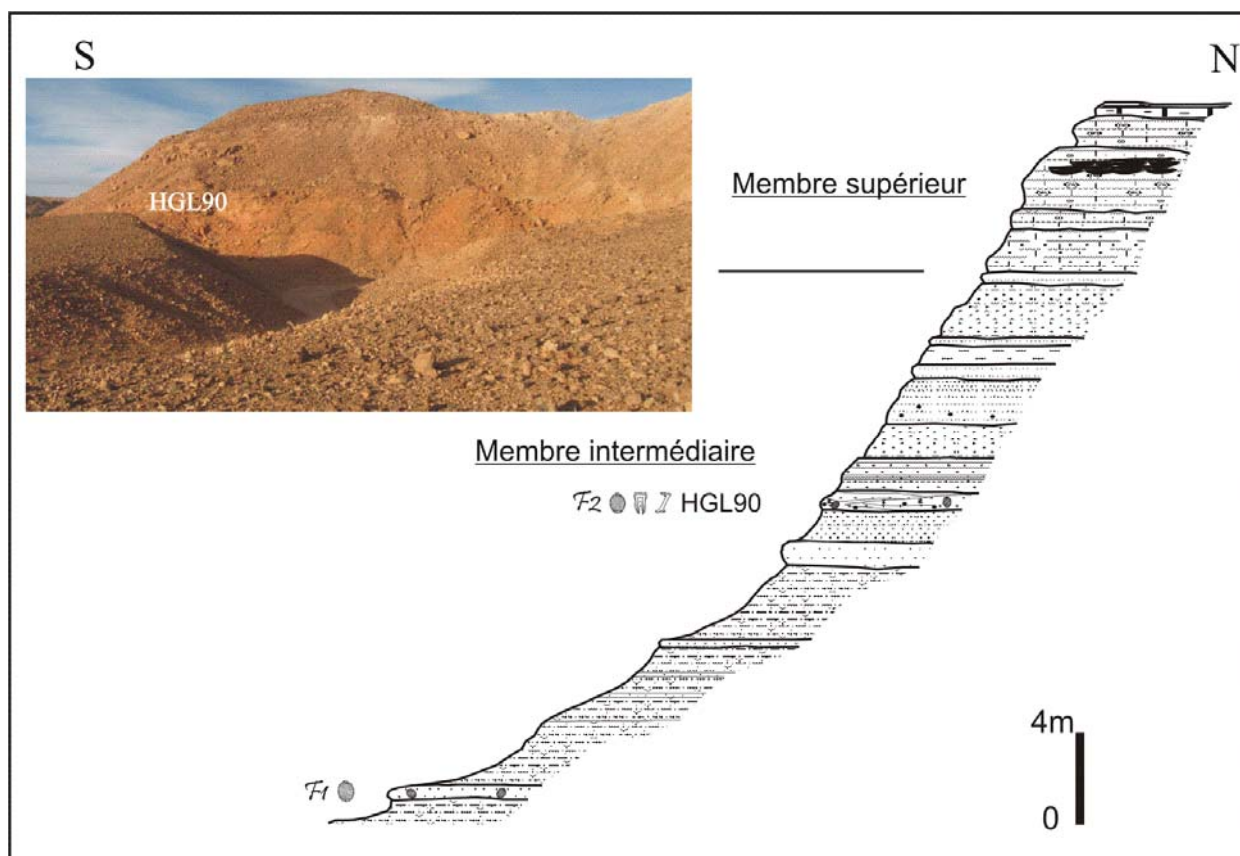


Fig. 7 : Coupe lithologique de la Gara HGL90.

3- Contenu paléontologique

Les fouilles sur le premier banc fossilifère (F1) nous ont donné uniquement des gyrogonites de charophytes (Tbl. 4-b). Le deuxième niveau (HGL90), correspondant au locus 2 de Sudre (1979), gisement type de *Microhyrax lavocati*, *Helioseus insolitus* et *Megalohyrax gevini*, a été rééchantillonné. Toutefois, en raison du ciment siliceux du grès fossilifère, les attaques-acides ont été inopérantes et ce site nous a livré, en plus de la faune citée, que quelques rares autres restes de vertébrés.

a- La faune

En plus des trois espèces d'hyracoïdes citées ci-dessus, les nouvelles prospections ont permis de dégager quelques dents de rongeurs et d'insectivores associés à des restes de reptiles et de poissons indéterminés (Tab.4-a).

	HGL90
Mammifères	
Rodentia	
<i>Glibia</i> sp.	o
<i>Zegdoumys</i> sp.	o
Lipotyphla (div. sp.)	o
Hyracoidea	
<i>Microhyrax lavocati</i>	•
<i>Megalohyrax gevini</i>	•
<i>Helioseus insolitus</i>	•
Reptiles	
Crocodylia indét.	o
Amphibiens	
Anoures indét.	
Poissons	
poissons indét.	o

Tab. 4-a: Liste de la faune récoltée au HGL90

b- Les restes de végétaux

La description des gyrogonites du premier site fossilifère (F1) et celles associées aux mammifères a permis de reconnaître 8 espèces de charophytes (Tab. 4-b).

	HGL90
Charophytes (Mebouk, 2011)	
<i>Raskyella pecki meridionale</i>	o
<i>Raskyella sahariana</i>	o
<i>Stephanochara</i> aff. <i>acris</i>	o
<i>Stephanochara</i> sp.	o
<i>Peckichara</i> sp. 3	o
<i>Harrisichara</i> aff. <i>leptocera</i>	o
<i>Ntellopsis</i> (T) aff. <i>thaleri</i>	o
<i>Maedleriella lavocati</i>	o

Tab. 4-b: Liste de la flore récoltée au HGL90

V- COUPE DE LA GARA HGL 04

1- Localisation de la coupe

Cette coupe, de direction NE– SO, a été levée 4 km à l’Ouest de la butte rouge (HGL89), dans la partie interne des Gour Lazib (Fig. 3).

2- Description lithologique de la coupe

Deux membres lithologiques affleurent dans cette petite Gara de 14 m d’épaisseur (Pl. 9, Ph. C) où on retrouve une ressemblance de faciès par rapport aux coupes décrites précédemment (Fig. 8).

a- Membre intermédiaire détritique

Cette unité sédimentaire épaisse d'une dizaine de mètres et dont la limite inférieure n'est pas visible, est essentiellement détritique. Elle débute par une succession d'argiles sableuses brun-rougeâtres et de grès argileux lenticulaires. La première lentille gréso-argileuse nous a livré une riche flore de charophytes (F1), la deuxième montre des restes d'os et de dents de vertébrés (HGL04). Cette succession est surmontée par une épaisse masse d'argiles sableuses et gypseuses brun-rougeâtres auxquelles fait suite une alternance de bancs centimétriques de grès argileux fins (se débitant en plaquettes) et d'argiles sableuses brun-rougeâtres. L'ensemble est coiffé par une épaisse barre de grès à structures sédimentaires entrecoupées.

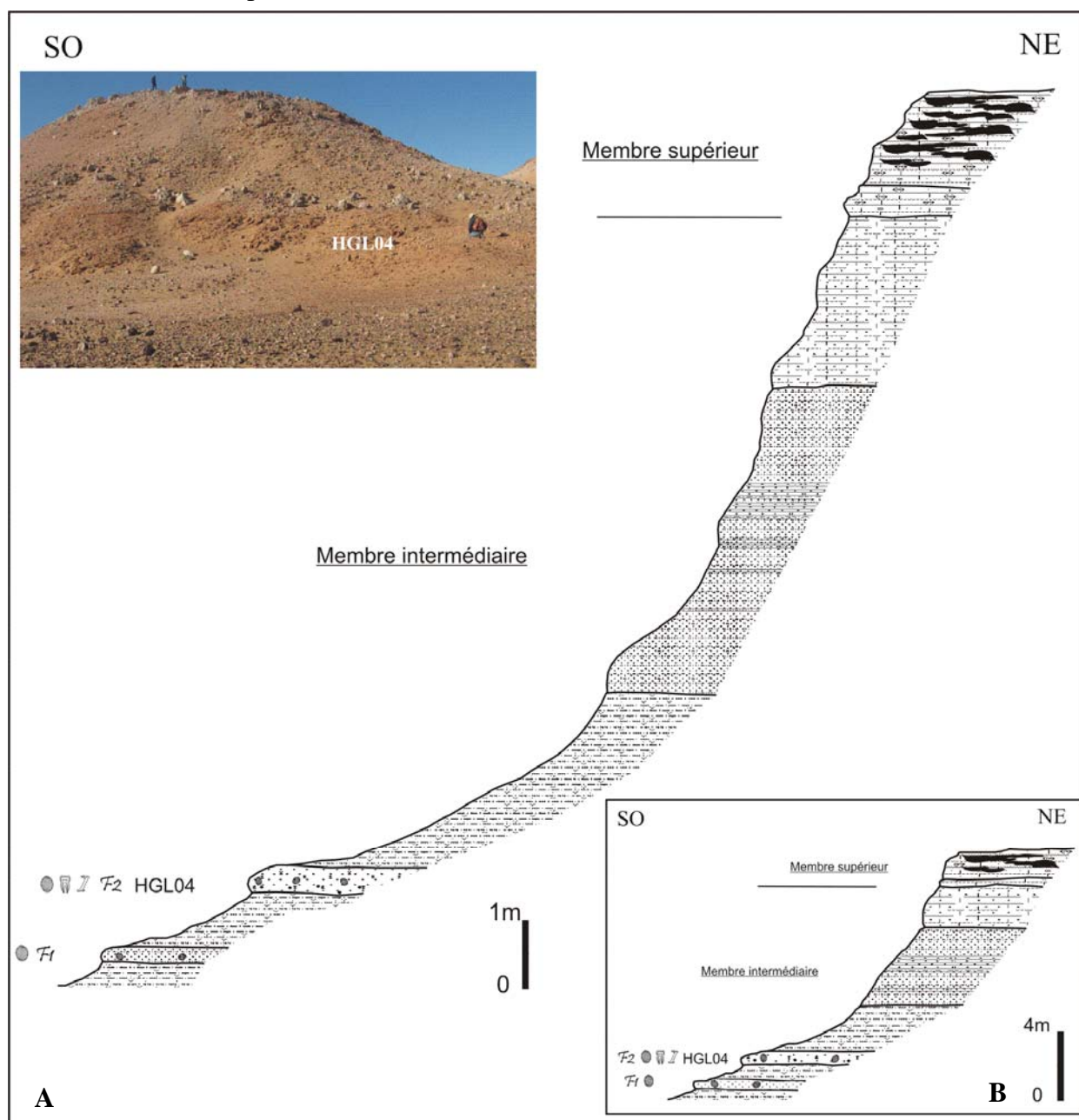


Fig. 8: Coupe lithologique de la Gara HGL04

A : 1 cm correspond à 1m ; B : 1 cm correspond à 4m (échelle commune à toutes les coupes).

b- Membre supérieur grés-carbonaté

Coiffant la gara HGL04 avec une limite inférieure ondulée (front de carbonatation), ce membre est constitué d'un banc de grès calcaire calcitisé à débits en boules (calcrète), surmonté de grès calcaire silicifié (silcrète) montrant par endroits un débit en boules.

3- Contenu paléontologique

Le nouveau site HGL04 a livré des dents isolées et de rares mandibules d'hyracoïdes associées à des restes fragmentaires de reptiles, d'amphibiens, de poissons, de gastéropodes et d'oogones de characées.

a- La faune

Découvert en 2004, ce site présente la particularité d'avoir livré l'unique dent de macroscélidé du complexe des Gour Lazib (Adaci *et al.*, 2007) ainsi qu'un genre de créodonte nouveau encore inédit (R. Tabuce, comm. pers.) ; parmi les mammifères sont également recensés *Microhyax lavocati* et des insectivores. Les mollusques gastéropodes sont représentés par de petits moules internes millimétriques indéterminables (Tab. 5-a).

	HGL04
Mammifères	
Rodentia	
Rodentia indét.	o
Creodonta (div. sp.)	o
Lipotyphla (div. sp.)	o
Hyracoidea	
<i>Microhyrax lavocati</i>	o
Hyracoidea gen. et sp. nov.	o
Macroscelidea	
? <i>Chambius</i> sp.	o
Mammalia <i>incertae sedis</i>	
formes indéterminables	o
Reptiles	
Amphibiens	
Anoures indét.	o
Poissons	
Poissons indét.	o

Tab. 5-a : Liste de la faune récoltée au HGL04

b- Les restes de végétaux

Six espèces de charophytes ont été reconnues au niveau grés-argileux HGL04 avec la prédominance, en nombre de gyrogonites, du genre *Raskyella* (Tab. 5b).

	HGL04
Charophytes (Mebrouk, 2011)	
<i>Raskyella pecki meridionale</i>	o
<i>Raskyella sahariana</i>	o

<i>Stephanochara</i> aff. <i>acris</i>	o
<i>Peckichara</i> sp. 3	o
<i>Harrisichara</i> aff. <i>leptocera</i>	o
<i>Maedleriella lavocati</i>	o

Tab. 5-b : Liste de la flore récoltée au HGL04

VI- COUPE DE LA GARA HGL 11

1- Localisation de la coupe

Le levé lithologique de la gara HGL11, d'orientation NO–SE, a été réalisé dans l'extrémité Nord des Gour Lazib, à environ 5.5km au Nord-ouest du site HGL89 où des dunes de sables recouvrent une grande partie de ces Gour (Fig.3).

2- Description lithologique de la coupe

La coupe HGL11 est partiellement recouverte d'éboulis et d'une grande dune de sable (Pl. 9, Ph. B). Un déplacement latéral a donc été nécessaire pour bien en délimiter les membres lithologiques (Fig.9).

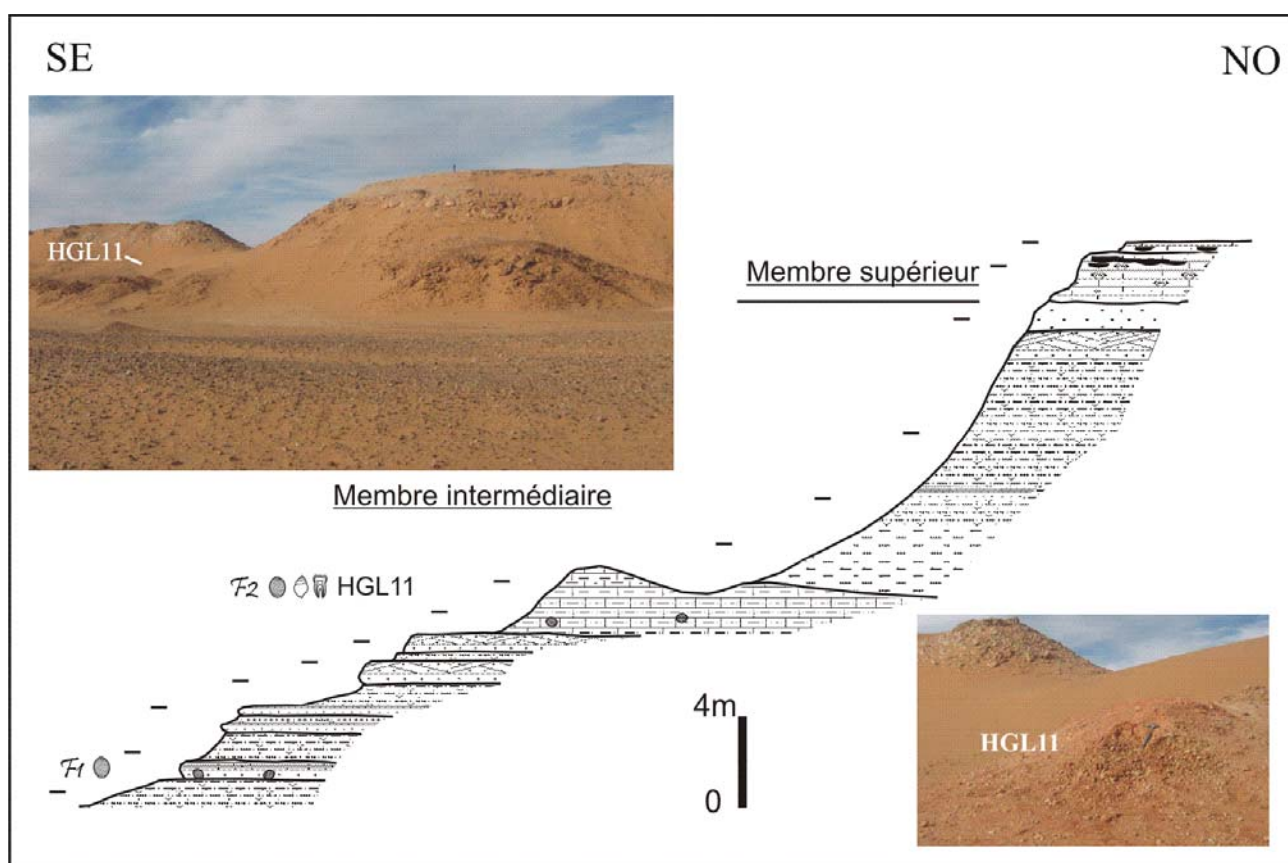


Fig. 9: Coupe lithologique de la Gara HGL11.

a- Membre intermédiaire détritique

Comme c'est le cas dans toutes les coupes des Gour Lazib, la limite inférieure de ce membre n'est pas visible. Il montre 22 m d'épaisseur à l'affleurement. Il est formé dans sa

partie inférieure par une alternance d'argiles rougeâtres gypseuses et de grès fins se débitants en plaquettes, où s'intercale un premier niveau à oogones de characées (F1), surmontés par une succession de trois bancs de grès à stratifications oblique (Pl. 9, Ph. B). L'ensemble est recouvert par une lentille très érodée de calcaire grésio-argileux friable rose, où ont été récoltés quelques rares restes de vertébrés associés à des charophytes et à des gastéropodes (HGL11).

Sa partie supérieure montre une succession d'argiles grises à traces de végétaux, et d'argiles silteuses bruns-rougeâtres. Elle se clôture par une épaisse barre de grès beige, à laminations entrecoupées, comportant de petits galets millimétriques vers sa base.

b- Membre supérieur grésio-carbonaté

Succédant au précédent par une limite ondulée (front de carbonatation), ce membre est formé par la succession de deux bancs, le premier montre une calcrète de couleur gris-verdâtre à débit en boules, le second correspond à une silcrète grise à rosâtre.

3- Contenu paléontologique

Les rares fossiles récoltés à HGL11 sont des restes dentaires de mammifères, des charophytes blanchâtres et des moules internes de mollusques.

a- La faune

Le contenu faunistique de ce site est très pauvre. Il est représenté par quelques dents isolées de rongeurs et d'hyracoïdes en association avec un niveau relativement concentré de moules internes millimétriques de gastéropodes d'eau douce.

	HGL11
Mammifères	
Rodentia	
<i>Zegdoumys</i> sp.	o
Hyracoidea	
Hyracoidea gen. et sp. nov.	?
Gastéropodes	
Formes indét.	o

Tab. 6-a: Liste de la faune récoltée au HGL11.

b- Les restes de végétaux

Vu l'abondance des oogones de characées dans les Gour Lazib les gyrogonites de cette coupe n'ont pas été étudiées par Mebrouk (2011), elles feront ultérieurement l'objet d'une description systématique détaillée.

VII- COUPE DE LA GARA HGL 60-61

1- Localisation de la coupe

Cette coupe est localisée dans l'extrémité sud occidentale de Gour Idergane à environ 24 km au Sud-ouest de la butte rouge (HGL89). Elle a été levée suivant une orientation E-O sur une Gara isolée afin de montrer l'extension géographique, vers l'Ouest et le Sud-ouest, de la formation continentale de Glib Zegdou et notamment l'extension latérale des sites fossilifères (Fig. 3).

2- Description lithologique de la coupe

C'est une coupe de topographie particulière, caractérisée dans sa partie inférieure par une entaille qui commence à l'isoler en forme d'une butte témoin (Pl. 9, Ph. D). Elle est formée de deux membres sédimentaires (Fig. 10)

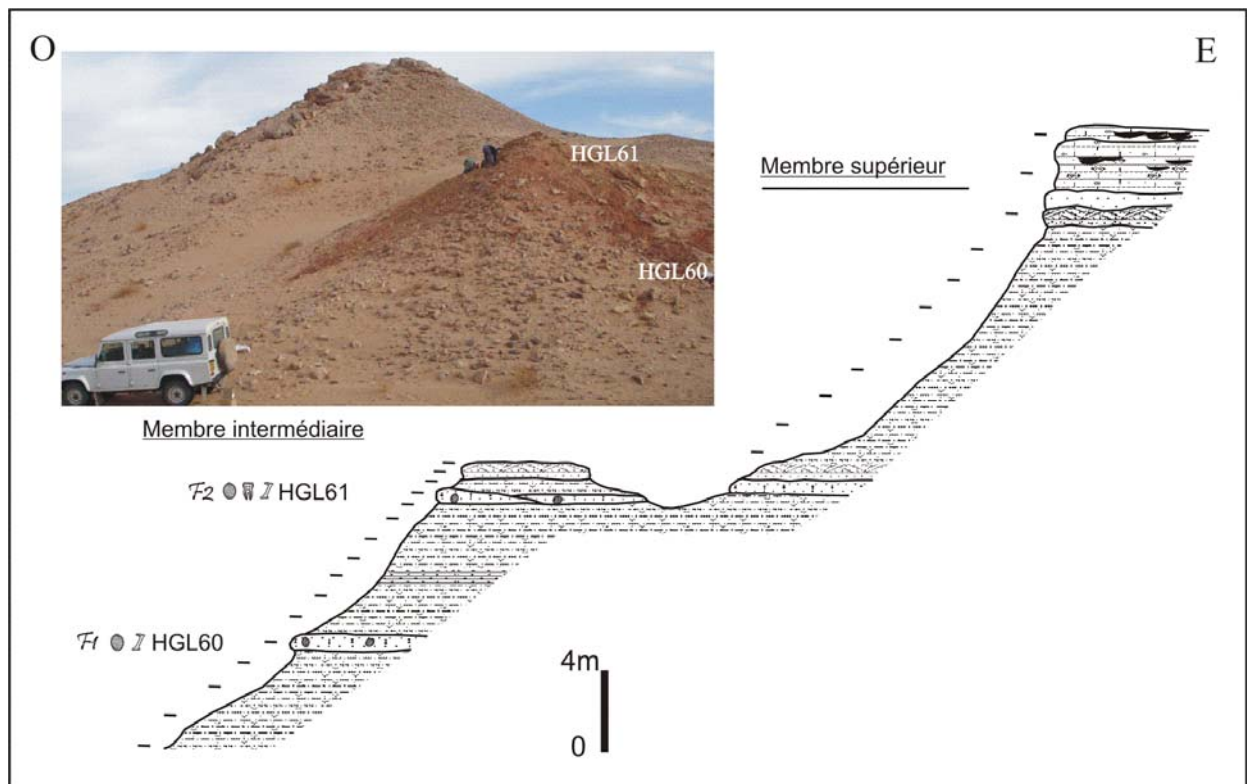


Fig. 10 : Coupe lithologique de la Gara HGL60-61.

a- Membre intermédiaire détritique

Affleurant avec une épaisseur de 26 m, ce membre est constitué d'une sédimentation essentiellement détritique, il renferme deux nouveaux sites fossilifères. Sa partie inférieure montre une succession d'argiles brunâtres à taches jaunâtres et légèrement gypseuses intercalées d'un banc de grès grossier à boules d'argiles qui a livré des charophytes

associées à des restes d'os indéterminés (HGL60). L'ensemble est surmonté d'une double lentille de grès grossiers jaunâtres, friables à interlits argileux, qui a révélé une faune variée de vertébrés associée à une riche flore de charophytes (HGL61). Sa partie supérieure est à dominante argileuse à passées gréseuses, elle se termine par une épaisse lentille de grès beige à stratifications entrecoupées, microconglomératique et friable vers sa base, devenant dure vers le sommet.

b- Membre supérieur gréso-carbonaté

Ce membre montre plus de 3m d'épaisseur. Il débute par un grès calcaire rose d'aspect bréchiq (calcrète), surmonté par un banc de grès calcaire silicifié beige et massif (silcrète).

3- Contenu paléontologique

Le nouveau et riche site fossilifère HGL61 renferme une abondante flore avec des restes de vertébrés bien conservés, notamment de mammifères constitués de dents isolées et de mandibules.

a- La faune

Le contenu faunistique est très largement dominé par les hyracoïdes (dents isolées et fragments de mandibules de petites et grandes formes). Les rongeurs sont représentés par une seule molaire très usée. Quelques restes de poissons et de reptiles indéterminables sont également présents (Tab.8-a).

	HGL60	HGL61
Mammifères		
Rodentia		
Rodentia indét.		o
Hyracoidea		
<i>Megalohyrax gevini</i>		o
Hyracoidea indét. sp. 1		o
Hyracoidea indét. sp. 2		o
Hyracoidea indét. sp. 3		o
Mammalia <i>incertae sedis</i>		
formes indéterminables	o	o
Reptiles		
formes indéterminables		o
Poissons		
formes indéterminables	o	o

Tab. 7-a: Liste de la faune récoltée au HGL60-61.

b- Les restes de végétaux

Sur le plan floristique, ce site est caractérisé par l'absence totale du genre *Maedleriella*, l'abondance du genre *Raskyella* et par la rareté des autres espèces. Sept espèces ont été reconnues (Tab. 7-b):

	HGL61
Charophytes (Mebrouk, 2011)	
<i>Raskyella pecki meridionale</i>	o
<i>Raskyella sahariana</i>	o
<i>Stephanochara</i> sp.	o
<i>Harrisichara</i> sp.1	o
<i>Nitellopsis</i> (T.) aff. <i>thaleri</i>	o
? <i>Chara</i> sp.	o
<i>Microchara</i> sp.	o

Tab. 7-b: Liste de la flore récoltée au HGL61.

VIII- COUPE DE LA GARA HGL62

1- Localisation de la coupe

Il s'agit de la dernière coupe étudiée dans ce secteur. Elle a été levée, selon une orientation N-S, sur une petite butte témoin ensablée vers l'Est et complètement détachée des autres Gour. Elle est localisée dans l'extrémité Sud Occidentale de Gour Idergane, à 800 m au Sud-est de HGL60-61 (Fig.3).

2- Description lithologique de la coupe

Cette coupe est très réduite en épaisseur et n'est formée que partiellement par le membre intermédiaire détritique (Pl. 9, Ph. D). Elle met en évidence le degré important de l'érosion sur les Gour (Fig. 11).

Membre intermédiaire détritique

Ce membre n'est représenté ici que par sa partie inférieure (10m). Il débute, tout à fait à la base, par des argiles brunâtres, surmontées par plusieurs bancs centimétriques de grès moyens beige-brunâtres, puis de grès argileux à débits en plaquettes auxquels font suite des argiles silteuses brunâtres. L'ensemble est recouvert par une lentille fossilifère à vertébrés et à bois silicifiés (HGL62), constituée de grès grossiers à boules d'argiles et de grès fins à moyens argileux à stratification obliques.

3- Contenu paléontologique

HGL62 est un site pauvrement fossilifère. Il comporte une flore de charophytes associée à des restes fragmentaires de vertébrés et de mollusques.

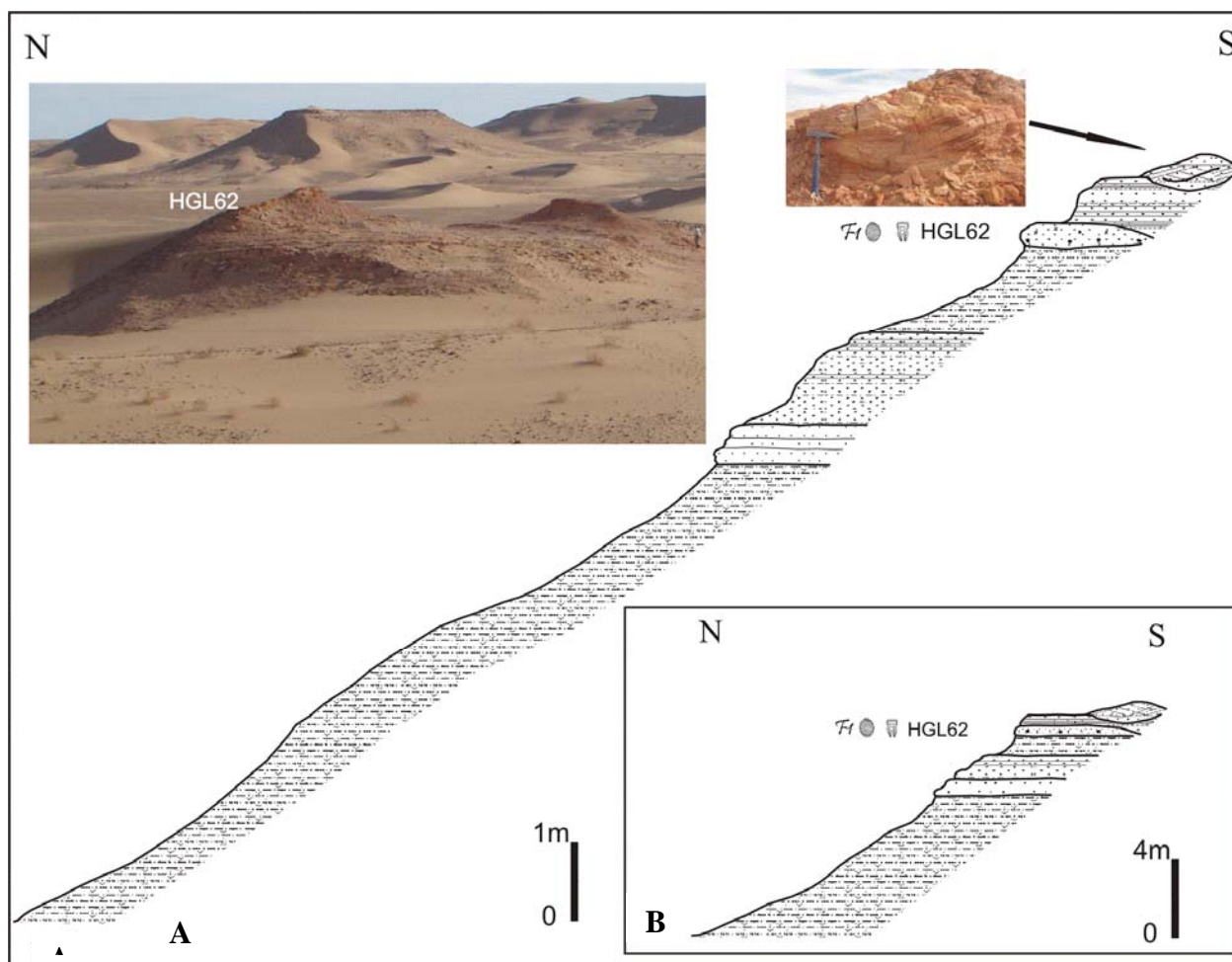


Fig. 11 : Coupe lithologique de la Gara HGL62.

A : 1 cm correspond à 1m ; B : 1 cm correspond à 4m (échelle commune à toutes les coupes).

a- La faune

Les fossiles récoltés correspondent à des dents isolées de petits hyracoïdes et des fragments de coquilles d'oiseaux associés à un seul spécimen de gastéropode, comparable à ceux trouvés à HGL11. Le reste de la faune est réduit à des fragments indéterminables d'amphibiens et de poissons (Tab. 9-a).

	HGL62
Mammifères	
Hyracoidea	
<i>Microhyrax lavocati</i>	o
Mammalia <i>incertae sedis</i>	
formes indéterminables	o
Reptiles	
restes indét.	o
Oiseaux	
coquilles d'œufs ? Presbyornithidae	o
Amphibiens	

restes indét.	o
Poissons	
restes indét.	o

Tab. 8-a: Liste de la faune récoltée au HGL62.

b- Les restes végétaux

A HGL62, les charophytes n'ont pas fait l'objet d'étude systématique pour le moment car ce site est très proche des coupes précédentes notamment HGL61.

IX-AUTRES SITES (HGL01-HGL02 ; HGL08)

L'extension des prospections paléontologiques sur d'autres Gour, notamment sur la partie inférieure du membre intermédiaire, a permis de découvrir de nouveaux gisements (HGL01, HGL08) moins riches. Ces affleurements montrent la même série lithologique détritique, comparable à celle décrite dans les autres coupes. Dans ce paragraphe, est décrit uniquement le contenu faunistique de ces niveaux.

1- HGL01 et HGL02

Le site HGL02, découvert vers la base de la « Gara avancée » par Mahboubi (1995), se localise dans l'extrémité nord occidentale des Gour Lazib à environ 6km au Nord Est de la butte rouge (HGL89) où cette Gara est facilement observable depuis le Glib Zegdou. Les nouvelles prospections (depuis 2004) ont mis au jour un autre site HGL01, situé au pied de cette Gara à quelques mètres au dessous de HGL02. Il se présente sous forme de lentilles gréseuses parfois silicifiées.

2- Contenu paléontologique

Pauvres en fossiles, ces deux sites n'ont livrés que des restes fragmentaires de vertébrés associés à des oogones de characées.

a- La faune

Elle se réduit à quelques dents isolées d'insectivores (de nouveaux taxons pour la région) avec des restes, brisés et très abondants, de chéloniens et de poissons qui restent indéterminés à ce jour (Tab.10-a).

	HGL01	HGL02
Mammifères		
Lipotyphla		
Formes indét.	o	o
Creodonta (div. sp.)		
Lipotyphla (div. sp.)		o
Amphibiens		
Chéloniens indét.	o	
Poissons		
Poissons indét.	o	o

Tab. 9-a: Liste de la faune récoltée aux HGL01-HGL02.

3- HGL08

HGL08 se localise dans le centre des Gour Lazib à environ 4 km au Nord-ouest de la butte rouge. Il se situe vers la base du membre intermédiaire sous forme d'une lentille gréso-argileuse.

4- Contenu paléontologique

Ce site présente une faune diversifiée documentée par peu de spécimens.

a- La faune

Dominée par les mammifères, cette faune est représentée par des dents isolées de rongeurs, de créodontes, de primates et d'hyracoïdes en association avec des restes indéterminables de poissons et de gastéropodes (Tab.10-a).

	HGL08
Mammifères	
Rodentia	
Rodentia indét.	o
Creodonta (div. sp.)	o
Lipotyphla (div. sp.)	o
Primates	
<i>Algeripithecus minutus</i>	o
Hyracoidea	
Hyracoidea indét.	o
Poissons	
Formes indét.	o
Gastéropodes	
Formes indét.	o

Tab. 10-a: Liste de la faune récoltée au HGL08

C- CORRELATION LITHOLOGIQUE NE-SO DES COUPES

1- Le membre inférieur n'a été observé ni dans les Gour Lazib ni dans les Gour Idergane (Fig. 12). Il affleure uniquement à l'Est du secteur d'étude, dans la Gara isolée de Glib Zegdou (23 m d'épaisseur). Cette butte isolée se trouve dans une dépression et repose en discontinuité sédimentaire sur des dépôts paléozoïques de l'Oussada (Fig. 3). Ce sont ces rides qui ont probablement favorisées son dépôt (lacustre ?) et sa conservation. En raison de l'important ensablement et des alluvions récemment déposées dans les Gour Lazib et les Gour Idergane, le membre inférieur n'a pu être observé.

2- Le membre intermédiaire est l'ensemble le plus détritique (argilo-silto-gréseux) et chenalisé. Il affleure dans toute la région d'étude, avec des variations d'épaisseurs latérales, selon l'intensité de l'érosion (Fig. 12). Un maximum d'épaisseur est observé à la Gara Azibius (34 m). Il renferme plusieurs niveaux fossilifères à mammifères, poissons, tortues et charophytes.

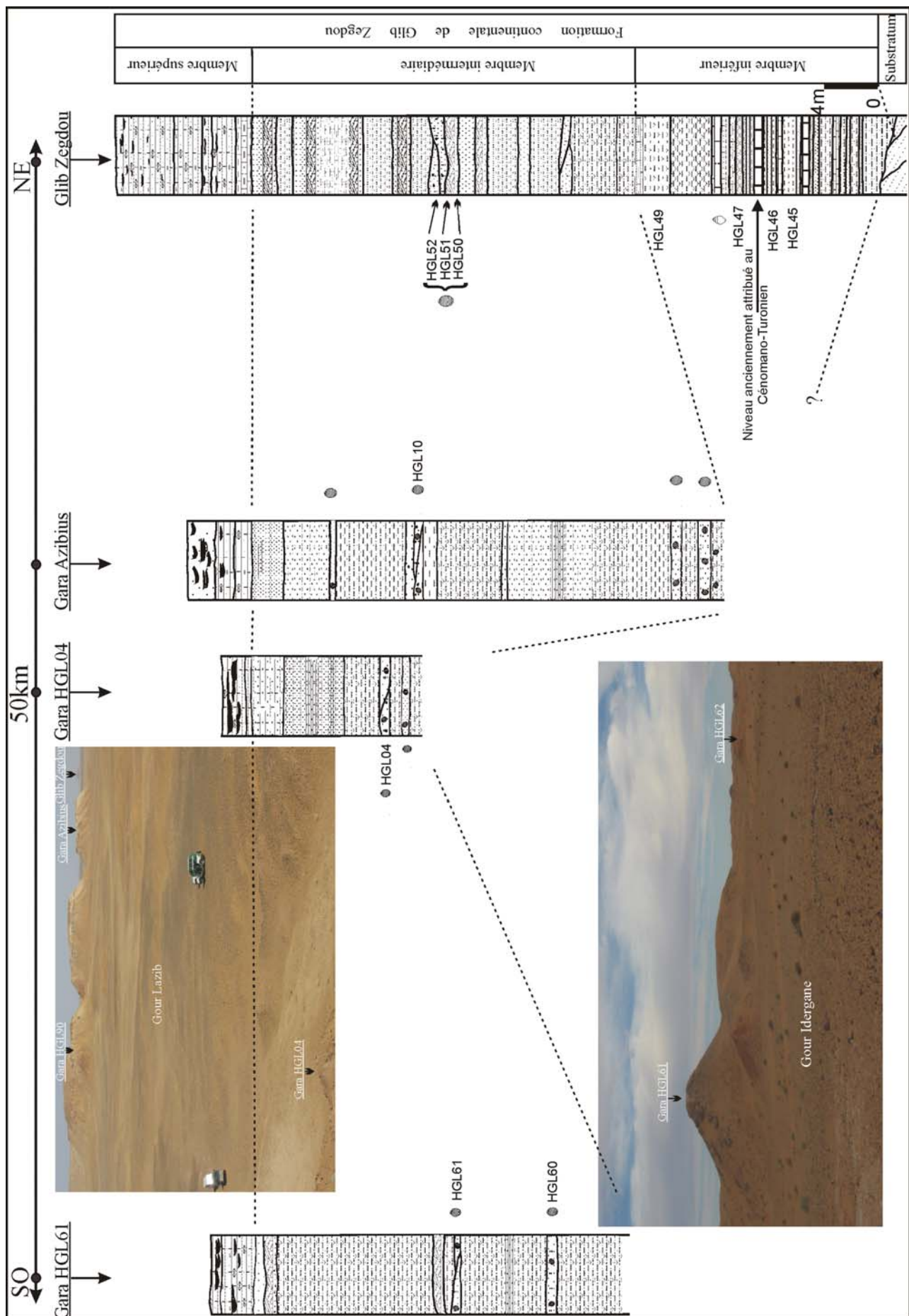


Fig. 12 : Corrélation lithologique, NE-SO, de la région des Gour Lazib.

3- Le membre supérieur, lorsqu'il n'est pas érodé, chapeaute l'ensemble des Gour du secteur d'étude. Il est caractérisé par la succession de calcrètes et de silcrètes. Son épaisseur importante au Glib Zegdou (10m) diminue globalement d'Est en Ouest (Fig.12).

**CHAPITRE II: LITHOSTRATIGRAPHIE ET PALEONTOLOGIE DE LA HAMMADA
DU GUIR RIVE DROITE (MERIDJA-DERMCHANE)**

INTRODUCTION

La rareté des repères stratigraphiques dans les terrains continentaux tertiaires algériens a conduit les anciens auteurs à désigner ces formations de l'Atlas saharien et du Sahara sous les termes de « Formations post-turonniennes » ou « Tertiaire continental » (Menchikoff, 1946). Ils ont été attribués soit au Paléogène soit au Néogène sur la base de quelques restes fragmentaires de fossiles (des encroûtements d'algues et de rares mollusques).

Le présent travail a pour objet une étude lithostratigraphique, paléontologique et sédimentologique détaillée de ces terrains hammadiens (Méridja-Dermchane), notamment les épaisses séries détritiques de la formation continentale d'âge Eocène édifiant la Hammada dite à « *Ceratodes* » (Mahboubi, 1995). Les travaux accomplis, depuis 2004, sur cette région, nous ont conduit à la découverte de nouveaux sites fossilifères, à enrichir le bilan paléontologique de cette région, à proposer un âge à ces terrains et à décrire, pour la première fois, les phénomènes d'épigénies qui affectent les sédiments détritiques originels.

A- GENERALITEES

I- CADRE GEOGRAPHIQUE

Les terrains continentaux hammadiens occupent des surfaces considérables dans le Sud-ouest algérien et notamment à l'Ouest de Béchar (Méridja-Dermchane). Ils correspondent à de vastes plateaux désertiques et pierreux s'étalant de part et d'autre de l'Oued Guir et forment une partie des Hammadas du Sahara nord occidental.

La région étudiée se situe à l'Ouest de Béchar et sur la rive droite de l'Oued Guir (fig. 1, 16), elle est délimitée:

- Au Nord-est par le revers sud de l'Atlas saharien (l'axe Djebel Horreit-massif de Boukaïs);
- Au Sud par le bassin houiller de Béchar ;
- A l'Est par l'oued Guir.
- Au Nord-ouest et à l'Ouest par les ensembles continentaux de la Hammada de Boudenib du Sud Est marocain où serpente la frontière algéro-marocaine.

Cette région est sillonnée par un réseau hydrographique à écoulement intermittent et endoréique dont le plus important oued est celui du Guir. Ce dernier s'écoule, dans cette région, du Nord vers le Sud en délimitant deux Hammadas distinctes :

- Sur sa rive gauche, la Hammada de Oum Es Sebâa dont la partie Sud est formée par un plateau dénudé et rocaillieux qui forme une cuesta allongée Est-Ouest appelée la deuxième Barga. Sa partie Nord est formée essentiellement par les butes témoins de Oum Es Sebâa, Gara Gola et Garet Ziar.

- Sur la rive droite, la Hammada de Méridja qui est composée de deux plateaux. Un plateau oriental dit de Méridja et un autre occidental appelé plateau de Dermchane. Ce dernier constitue le prolongement du plateau de Boudenib au Maroc.

II- CADRE GEOLOGIQUE

La Hammada de Meridja et Dermchane font partie des Hammadas des confins algéro-marocains où les séries continentales tertiaires constituent une partie de la couverture du Sahara nord occidental.

Ces terrains tabulaires, ou légèrement plissés, résultent de l'accumulation d'une épaisse série détritique rouge, argilo-silteuse avec des passées conglomératiques, recouvertes par d'épaisses dalles carbonatées attribuées par Jodot (1938) à de vastes lacs miocènes (Aquitaniens) en raison de la présence de gastéropodes pulmonés du genre *Clavator*. Par ailleurs, ils ont été rapportés sans argument paléontologique au Sénonien par Menchikoff (1946) et Lavocat (1954), mais aussi tantôt à l'Eocène, à l'Oligocène ou au Mio-Pliocène par Deleau (1952).

Les anciens auteurs reconnaissent, dans la couverture sédimentaire (secondaire et tertiaire) du Sahara nord occidental algérien, trois Hammadas d'âge différent :

- Une Hammada d'âge crétacé formée par les calcaires turoniens qui constituent le Kem Kem Iridjalène au Maroc et une partie de la Hammada de la Daoura en Algérie (Lavocat, 1954).

- Une Hammada dite à *Ceratodes*, constituée d'une série détritique rouge, coiffée par une dalle de calcaire lacustre attribuée à l'Eocène inférieur (Jodot, 1953a). Dans sa partie Nord plusieurs buttes témoins subsistent (Oum Es Sebâa, Gola, Ziar).

- Une Hammada dite à *Clavator* représentée par la Hammada de Méridja et par la partie supérieure des buttes témoins de Gara Gola et de Garet Ziar. Ces terrains sont attribués à l'Aquitaniens (Miocène inférieur) sur la base des gastéropodes continentaux (Jodot, 1953).

Les Hammadas paléogènes de Méridja-Dermchane occupent la partie méridionale et occidentale du « synclinorium de Béchar » et reposent en discordance sur le Crétacé marin (Adaci *et al.*, 2005).

III- HISTORIQUE DES RECHERCHES

1- Les travaux anciens

Quelques pionniers ont effectué les premières recherches géologiques, correspondant à des travaux descriptifs et cartographiques, sur les Hammadas des confins algéro-marocains. Leurs attributions stratigraphiques se heurtent à de nombreuses difficultés dont la principale est la rareté des documents paléontologiques.

Parmi les premiers travaux, il convient de citer ceux de Gentil (1913), qui a dressé la première carte géologique du Maroc : il n'évoque pas la Hammada mais plutôt la région des Gour qu'il qualifia de zone tabulaire tertiaire.

Les missions de terrains menées par Daguin (1923 à 1931) dans l'axe Béchar-Boudenib ont conduit à la découverte des premiers gastéropodes continentaux de cette région.

Les diverses sorties de terrain de Clariond (1933 à 1939) dans le calcaire lacustre de la région, au Nord de l'axe Béchar-Kénadza-Méridja, aboutissent à la découverte de divers invertébrés fossiles : des algues d'eau douce, des valves de *Cypris*, des annélides et des *Ceratodes*. Ceux-ci lui ont permis d'attribuer, pour la première fois, un âge Eocène inférieur à ces terrains et d'établir la carte géologique d'une partie de cette région et de confirmer la présence de *Clavator*. La plupart de ses résultats sont restés inédits, ils ont été repris par Choubert (1945) dans une note sur le Pontien du Maroc.

Grâce à plusieurs tournées au Nord de la Hammada du Guir, de 1936 à 1946, Menchikoff réalisa une description sommaire des séries tertiaires de la région et localisa notamment les couches à *Clavator* (gastéropodes d'eau douce).

Dans une monographie régionale consacrée aux terrains tertiaires de Béchar, Deleau (1951, 1952) a mis en évidence trois cycles sédimentaires différents:

- Un premier cycle d'âge éocène supérieur ?, matérialisé par une sédimentation marno-sableuse à lentilles de marnes blanches gypsifères au sommet qui est clôturée par une dalle carbonatée. Cette dernière forme l'entablement de la Hammada de Oum Es Sebâa, elle constitue, depuis Béchar jusqu'à la rive Ouest de la vallée du Guir, la seconde Barga.

- Un deuxième cycle d'âge aquitainien formé à l'Ouest de Béchar par des marnes roses à *Clavator* qui ravinent, quelques fois, les calcaires de la seconde Barga.

- Un troisième cycle dit hammadien, caractérisé par une série sédimentaire détritico-marno-grés-conglomératique, coiffée par une barre de calcaire lacustre qui forme le sommet des buttes témoins Oum Es Sebâa, Ziar et Gola. Ce cycle correspond au Miocène et à la base du Pliocène.

Plus tard, l'étude de la faune de mollusque récoltée par Menchikoff, Daguin et Clariond a permis à Jodot (1953b) d'attribuer les couches à *Clavator* à l'Aquitainien. Cet auteur étudia également le *Ceratodes* découvert par Clariond (1939) dans les calcaires lacustres de la seconde Barga et les spécimens signalés par Hindermeyer et Lavocat près de Méridja (mission 1949 ; voir Lavocat 1954). Ces fossiles permettront ainsi à Jodot (1953b) de décrire l'espèce *Pseudoceratodes clariondi* et de dater cette formation de l'Eocène inférieur.

Enfin, dans sa monographie consacrée aux « Reconnaissance géologique dans les Hammadas des confins algéro-marocains du sud », Lavocat (1954) résume les résultats de ses nombreuses années de recherches sur les séries hammadiennes, en publiant une carte géologique (1954). Il subdivisa la Hammada de la région Boudenib-Méridja en trois séries:

- Une série détritique clôturée par une dalle calcaire à fragments de *Pseudoceratodes* et à algues (près de Méridja) d'âge éocène inférieur.

- Une série détritique grés-conglomératique rouge à *Clavator*, qu'il nomma Hammada de Méridja ou Hammada inférieur à *Clavator*. Elle est datée de l'Aquitainien par Jodot (1953 et 1957). Cependant, elle est notée de l'Oligocène sur les cartes géologiques de la Hammada du Guir (1952) et de celle du Maroc-Algérie Ouest (1952).

2- Les travaux récents

C'est à Bensalah *et al.* (1987, 1988) que l'on doit la nouvelle attribution stratigraphiques de la faune à *Clavator*. Après révision paléontologique, Truc (spécialiste des malacofaunes continentales) l'a réattribua au genre *Romanella* ; ce dernier étant connu dans le Cuiso-Lutétien au Nord de l'Espagne et au Sud de la France (Plaziat, 1973).

En 1989, Bensalah propose dans sa Thèse de Doctorat une esquisse paléogéographique de l'Eocène continental algérien. Grâce à une importante faune de *Bulimes*, cet auteur a mis en évidence l'Eocène continental dans les Hautes Plaines oranaises.

Dans une étude lithostratigraphique de la Hammada de Boudenib (au Maroc), El Youssi (1993) subdivisa la série continentale de cette région en quatre ensembles :

- Un ensemble détritique A d'âge sénonien-éocène inférieur ;
- Un ensemble B et un ensemble C, détritiques armés par des dalles carbonatées issues d'épiginie du sédiment originel rouge dans un climat semi aride. Ces ensembles sont datés de l'Eocène moyen et supérieur par des gastéropodes continentaux appartenant aux genres *Romanella* et *Vicentinia*.
- Un ensemble D conglomératique, discordant sur tout ce qui précède, attribué au Néogène.

Plus tard, dans sa thèse de Doctorat intitulée « Etude géologique et paléontologique des formations continentales paléocènes et éocènes de l'Algérie », Mahboubi (1995) réalisa une étude géologique et paléontologique de la Hammada de Oum Es Sebaa et de Méridja.

Adaci (2001) subdivisa ces séries en six formations en appliquant l'analyse séquentielle aux séries détritiques continentales des Hammadas paléogènes à l'Ouest de Béchar basée sur l'analyse markovienne. J'ai pu signaler pour la première fois la découverte de nouveaux niveaux fossilifères dans cette région.

Depuis 2005, les travaux que j'ai pu mener en collaboration dans cette région, ont conduit à la découverte d'une faune constituée de quatre genres de gastéropodes associés à une flore de charophytes. Ces fossiles ont permis de réviser l'âge de ces terrains. Ces derniers sont subdivisés en trois Hammadas d'âge différentes, les deux premières sont d'âge paléogène surmontées par une troisième d'âge néogène.

Enfin, l'étude paléontologique des spécimens de *Bulimes* récoltés dans la Hammada de Méridja et ceux du Djebel Mékaïdou, basée sur des méthodes statistiques, a permis à Gaouar (2009) de réviser l'âge de ces gisements notamment celui de Djebel Mékaïdou.

B- DESCRIPTION DES COUPES

Nous avons levé trois coupes lithologiques fossilifères, d'épaisseur variable et offrant le maximum d'affleurements et de lithofaciès, couvrant l'ensemble de la région d'étude et de la formation continentale de la Hammada à « *Ceratodes* », localisée à l'Ouest de la grande vallée du Guir, depuis Méridja à l'Est jusqu'à Dermchane à l'Ouest (fig.16). Ces levées ont fait l'objet de fouilles paléontologiques et de prélèvements d'échantillons de roches pour des analyses sédimentologiques (lames minces et argilogenèse). Le sigle HMD correspond à « Hammada de Méridja-Dermchane », et indique un niveau fossilifère à vertébrés.

Cette formation est subdivisée en trois membres lithologiques, un membre inférieur argilo-carbonaté, un membre intermédiaire détritique et un membre supérieur gréso-carbonaté.

I-COUPES DE MERIDJA

1- Localisation de la coupe

Cette coupe, d'orientation N-S, a été levée à environ 1 km au Nord-est du village de Méridja, sur la rive gauche d'oued Méridja qui s'écoule du Nord vers le Sud pour rejoindre l'oued Guir plus au Sud (Fig.16).

2- Description lithologique de la coupe

La base de la formation continentale de la « hammada à *Ceratodes* » n'est pas visible ni dans cette coupe ni à l'Ouest de l'Oued Guir. Elle est observable dans les affleurements de Messouar et Gara Gola situés à l'Est de la vallée du Guir, surmontant une formation évaporitique constituée de marnes bariolées gypseuses intercalées de bancs décimétriques de gypse fibreux.

Sur cet affleurement (Pl. 11, Ph. A et B), le levé montre trois membres lithologiques, un membre inférieur argilo-carbonaté surmonté par un membre détritique argilo-gréso conglomératique auquel fait suite une corniche gréso-carbonatée (Fig.17).

a- Membre inférieur argilo-carbonaté

Ce membre présente une puissance de 13 m environ à l'affleurement. Seule sa partie supérieure est visible près de Méridja, il est constitué par une alternance d'argiles rouges gypseuses à lentilles de marnes verdâtres surmontées par des marnes calcaires indurées roses. L'ensemble est clôturé par une dalle de calcaire lacustre (5 m) caractérisée par une légère ondulation et qui forme une corniche sur les deux rives de l'oued Méridja (Pl. 11, Ph. A et B). Cette dernière débute, à la base, par un calcaire grisâtre massif bioclastique à *Pseudoceratodes* et à algues. Ce dernier niveau est surmonté par un calcaire stromatolitique se

présentant en coussinets globuleux. L'ensemble se termine par un calcaire lacustre oncolitique grisâtre, raviné en surface, riche en encroûtements d'algues et en gastéropodes du genre *Pseudoceratodes* (Pl. 6, Ph. 7 à 9).



Fig.13: Localisation géographique de la région de M'ridja et des coupes lithologiques.

b- Membre intermédiaire détritique

A Mériджа, ce membre ne repose pas sur la dalle calcaire du Cénomano-Turonien, mais plutôt sur le calcaire lacustre à algues et à *Pseudoceratodes*. Il est essentiellement détritique. Il s'agit d'une série d'argiles silteuses rouges où sont intercalées des lentilles décimétriques de conglomérats grossiers mal classés et granodécroissants. Sur la rive droite de l'Oued Mériджа, il débute par une lentille de conglomérat hétérogène et hétérométrique (5 m d'épaisseur) granodécroissant montrant une structure chenalisante (Pl. 11, Ph. A) et ravinant les calcaires lacustres du membre précédent. Ce conglomérat est formé de galets hérités du Mésozoïque et du Tertiaire atlasique, subarrondis à arrondis, parfois aplatis (2 à 20 cm de diamètre) de quartz, de silex et de calcaire fossilifère comportant, entre autres, des ammonites et des colonies d'hexacoralliaires. L'ensemble est coiffé par une épaisse décharge conglomératique granodécroissante, moins grossière que la précédente, renfermant des lentilles gréseuses (Pl. 11, Ph A). Les mesures effectuées sur les galets indiquent une direction d'apport N55°.

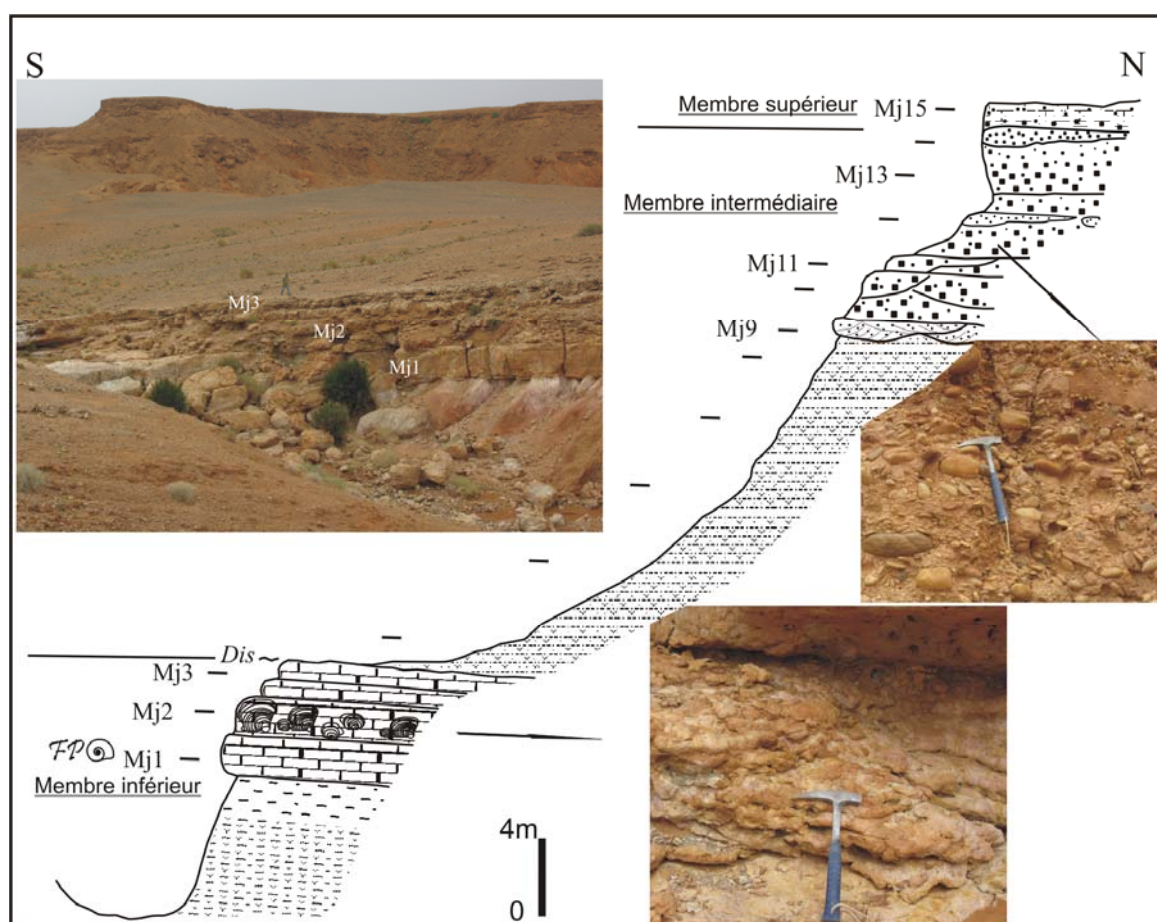


Fig. 14: Coupe lithologique de Meridja

c- Membre supérieur grésocarbonaté

Il s'agit d'une barre grésocarbonate renfermant quelques galets caractérisés par des encroûtements carbonatés. Elle montre 1.80 m d'épaisseur à l'affleurement et des surfaces d'érosion. Elle forme l'entablement de la Hammada de Méridja (Pl. 11, Ph A).

3- Contenu paléontologique

Les prospections effectuées sur les différentes couches fossilifères ont permis de découvrir des stromatolites et plusieurs exemplaires de mollusques d'eau douce associés à des bioclastes et à des encroûtements d'algues.

a- La faune

Dans le calcaire lacustre près de Méridja, deux spécimens de gastéropodes d'eau douce indégagables ont été trouvés en association avec des fragments de bivalves et des encroûtements d'algues (Pl. 6, Ph. 7 à 9). Le premier gastéropode est attribué à l'espèce *Pseudoceratodes clariondi* décrite par Jodot (1953a), le second reste indéterminé. Le calcaire stromatolitique est remarquable, il montre des structures laminaires qui pourraient résulter de la croissance rythmée d'algues bleues et/ou de bactéries. Cette interprétation se base sur des observations similaires faites par Casanova (1986) en Espagne.

	Méridja
Gastéropodes	
	o
<i>Pseudoceratodes clariondi</i>	o
Formes indét,	o
Encroûtement d'algues	o

Tab. 11: Liste de la faune récoltée à Méridja.

II- COUPE DE LA BORDURE SUD DE MERIDJA

1- Localisation de la coupe

Cette coupe, de direction NNE-SSO, a été levée à une dizaine de kilomètres au Nord Ouest de Méridja, sur la bordure Sud de cette Hammada (Fig. 16) au niveau du point coté P887.

2- Description lithologique de la coupe

A l'affleurement, seuls les membres intermédiaire détritique et supérieur grésocarbonaté (Fig. 18) sont visibles. La coupe a fourni pour la première fois plusieurs gisements renfermant des *Bulimes* et des gyrogonites de charophytes (Pl. 11, Ph. C).

a- Membre intermédiaire détritique

Cet unité lithologique est essentiellement détritique, elle est matérialisée par une succession de lentilles microconglomératiques granodécroissantes à gangues argilo-silteuses

(riches en fragments de coquilles de gastéropodes), de grès tendres montrant par endroit un débit en « colonnettes » verticales et d'argiles sableuses brun-rougeâtres (Pl. 11, Ph. C). Cette sédimentation est recouverte par un grès beige plus ou moins encroûté, qui est surmonté lui-même par niveau conglomératique gréso-calcaire.

Quatre niveaux fossilifères à gastéropodes s'y intercalent (FB1-FB4) ; les trois premiers ont également livré une flore de charophytes.

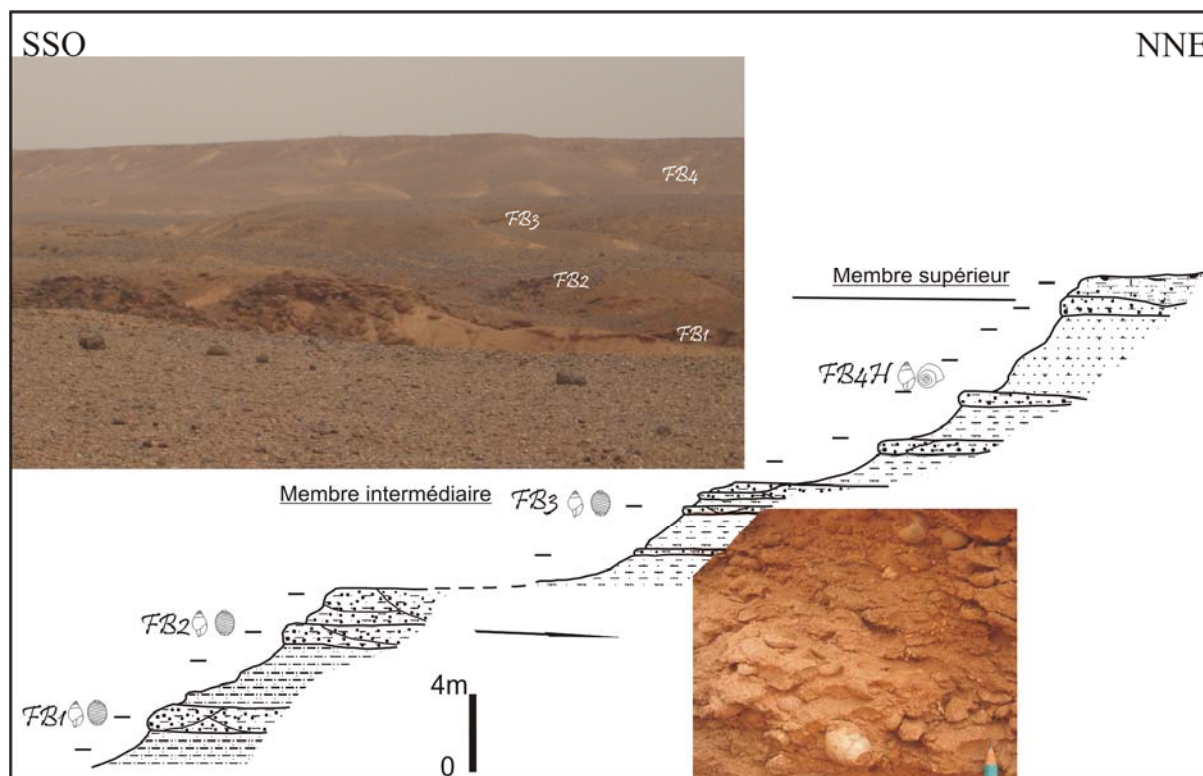


Fig. 15: Coupe lithologique de la bordure sud de Méridja

b- Membre supérieur gréso-carbonaté

A l'image de la précédente coupe, ce membre est matérialisé par une dalle à encroustement gréso-calcaire d'environ 1.50m d'épaisseur, renfermant quelques galets, qui présente par endroit des silifications et qui forme, au Nord Ouest, la continuité de l'entablement de la Hammada de Méridja.

3- Contenu paléontologique

Les gisements fossilifères de la bordure sud de la Hammada de Méridja sont très riches en coquilles et en fragments de mollusques. Ils documentent trois espèces de gastéropodes continentaux en association avec une flore de charophytes constituée également de trois espèces. En plus de cette malacofaune à *Bulimes*, le quatrième site a livré, pour la première fois dans cette région, un genre d'hélicidé.

a- La faune

Dans cette coupe, la faune est représentée par quatre espèces de gastéropodes continentaux dont trois espèces de pulmonés appartiennent à la Famille des Bulimulidae et une quatrième attribuée à la famille des Helicidae (Tab.14-a, Pl. 5 et 6). Des gisements à *Bulimes* (*Romanella* et *Vicentinia*) semblables ont été signalés, à l'Ouest de Dermchane dans la région de Boudenib et Boumelloul (Maroc) par Menchikoff (1936), Lavocat (1954) et El Youssi (1993).

	P887
Gastéropodes	
Bulimulidae	
<i>Romanella hopii</i>	o
<i>Romanella boriesi</i>	o
<i>Vicentinia</i> sp.	o
Helicidae	
<i>Palaeocyclotus</i> sp.	o

Tab. 12-a: Liste de la faune récoltée dans la bordure sud de la Hammada de Mériidja

b- Les restes de végétaux

La flore de charophyte n'est pas abondante. Elle est relativement bien préservée et représentée par une trentaine de gyrogonites documentant trois genre : *Nitellopsis*, *Pekichara* et *Raskyella* (Tab. 14-b, Pl. 7).

	P887
Charophytes	
<i>Raskyella</i> sp.	o
<i>Nitellopsis</i> (T.) <i>thalleri</i>	o
<i>Peckichara</i> sp.	o

Tab. 12-b : Liste de la flore récoltée dans la bordure sud de la Hammada de Mériidja.

III- COUPE DE LA GARA DERMCHANE

1- Localisation de la coupe

La coupe de la Gara Dermchane, d'orientation NE-SO, est située dans l'extrémité occidentale de la Hammada de Mériidja près des confins algéro-marocains, à environ 23 km au Nord Ouest du village de Mériidja (Fig. 16).

2- Description lithologique de la coupe

D'une soixante de mètres d'épaisseur à l'affleurement, cette coupe est formée de deux membres lithologiques à dominance détritique (Fig. 19).

a- Membre intermédiaire détritique

Le contact du membre intermédiaire avec le calcaire lacustre du membre inférieur, observé près de Mériidja, n'est pas visible sur cette coupe. La partie inférieure

début par une alternance d'argiles sableuses brun-rougeâtres, à cristaux de gypses, et de grès grossiers à stratifications obliques où s'intercalent des lentilles microconglomératiques. Une décharge conglomératique granodécroissante surmonte cette alternance, elle est formée d'éléments polygéniques et hétérométriques (2 à 5 cm de diamètre) subarrondis à arrondis hérités probablement du Mésozoïque et Cénozoïque atlasique. Cette sédimentation est relayée par des argiles sableuses auxquelles fait suite une barre gréseuse fortement calcitisée et parfois dolomitisée, riche en terriers et intercalée par endroit de petites lentilles microconglomératiques. L'ensemble est recouvert par un banc conglomératique qui correspond à un repère lithostratigraphique dans la région Bechar-Meridja (Adaci *et al.*, 2005). Ce membre a fourni, vers la base et pour la première fois, un site à restes fragmentaires de vertébrés (HMD1). Vers le sommet, un niveau à moules internes de gastéropodes continentaux (Pl. 5, Ph. 10 à 12 ; Pl. 6, Ph. 1 à 3) a été aussi mis en évidence.

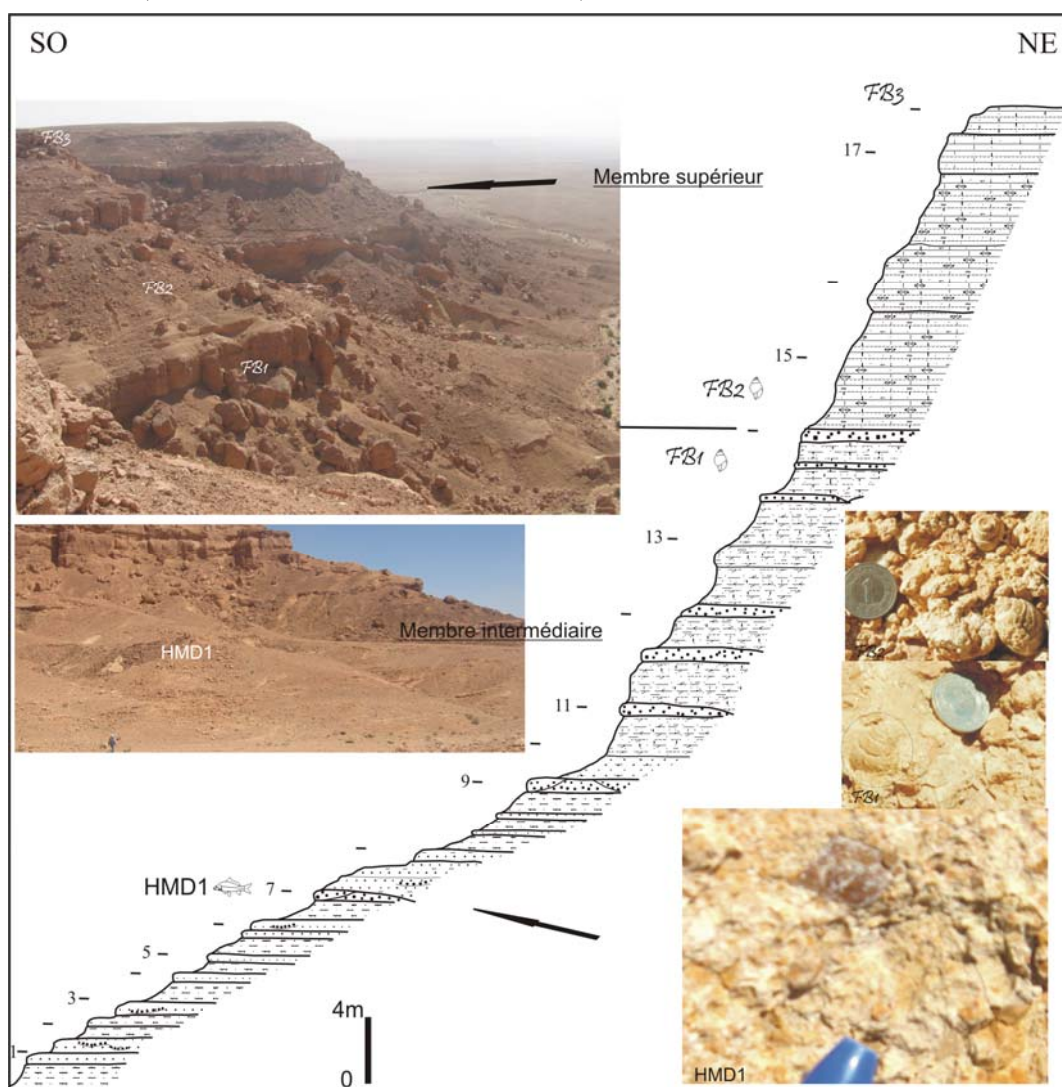


Fig. 16: Coupe lithologique de la Gara Dermchane.

b- Membre supérieur gréso-carbonaté

Reposant sur le banc conglomératique repère, ce membre est constitué par une puissante dalle gréso-carbonatée (20 m) fortement calcitisée et massive (calcrète), formant

une double corniche dans le paysage. Celle-ci montre un débit en boules et en « colonettes » verticales, elle coiffe l'ensemble des buttes-témoins des Gour de cette région et forme l'entablement de la Hammada de Dermchane qui fait, à l'Ouest, le prolongement de la Hammada de Boudenib au Maroc où elle a livré, à El Youssi (1993), quelques coquilles de gastéropodes. Cette unité a fourni deux niveaux fossilifères à gastéropodes continentaux (*FB2* et *FB3*), l'un situé vers la base et constitué de moules internes, l'autre vers le sommet constitué de sections silicifiées indégageables.

3- Contenu paléontologique

Les gisements fossilifères de Dermchane sont représentés par deux groupes de fossiles, les gastéropodes continentaux et les vertébrés.

a- La faune

Pour la première fois dans cette localité est signalé la présence d'écailles de poissons et de fragments d'os indéterminables et d'une malacofaune constituée de trois espèces de Bulimulidae (Tab.15). Un gisement similaire riche en gastéropodes (*Romanella* et *Vicentinia*) a été signalée au Nord-ouest de Dermchane, à Teniet es Soltane (Hammada de Boudenib, Maroc) par Daguin (1923), Menchikoff (1936), Lavocat (1954) et El Youssi (1993).

	Dermchane	HMD1
Poissons		
Formes indét.		o
Gastéropodes		
Bulimulidae		
<i>Romanella hopii</i>	o	
<i>Romanella boriesi</i>	o	
<i>Vicentinia</i> sp.	o	

Tab. 13: Liste de la faune récoltée à Dermchane.

C- CORRELATION LITHOLOGIQUE NE-SO DES COUPES

La formation continentale de Méridja-Dermchane affleure largement à l'Ouest et à l'Est de la vallée du Guir où elle repose en continuité sédimentaire sur la formation évaporitique de Messouar. Elle est constituée de trois membres:

1- Le membre inférieur montre seulement sa partie supérieure sur la rive droite du Guir (Méridja). Cet affleurement est marqué par une alternance argilo-gypseuse suivie par des marnes calcaires indurées et clôturées par une épaisse barre ondulée de calcaire stromatolitique lacustre à *Pseudoceratodes* (Fig. 17). Ce calcaire n'a été signalé ni à l'Ouest de Méridja (Dermchane) ni au Maroc (Boudenib). L'absence de ce faciès pourrait être expliquée par le fait que le lac de Méridja n'était pas très étendu.

2- Le membre intermédiaire est caractérisé par une sédimentation détritique argilo-silteuse intercalée de lentilles conglomératiques et microconglomératiques. L'épaisseur des décharges et le diamètre des galets diminuent d'Est en Ouest. Ce membre fossilifère est plus épais à l'Ouest qu'il ne l'est à l'Est (Fig. 17). Les mesures effectuées sur les galets indiquent une direction d'apport N55°.

3- Le membre supérieur est constitué par une importante barre grés-carbonatée calcitisée (Calcrète) montrant une double corniche dans le paysage à Dermchane qui repose sur un banc conglomératique repère dans le secteur d'étude. Cette double corniche est partiellement érodée plus à l'Est (Méridja) où elle montre un étagement à deux entablements (Fig. 17). A l'Ouest de Béchar, ce membre coiffe l'ensemble des buttes-témoins des Gour de cette région et forme l'entablement de la Hammada de Dermchane qui fait, à l'Ouest, le prolongement de la Hammada de Boudenib au Maroc. Cette Hammada marocaine a livré la même malacofaune que celle ici décrite.

**CHAPITRE III: ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES, BIOCHRONOLOGIQUES
ET MAGNETOSTRATIGRAPHIQUES DU PALEOGENE
CONTINENTAL DU SUD-OUEST ALGERIEN**

ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES ET BIOCHRONOLOGIQUES ET MAGNETOSTRATIGRAPHIQUES

I- INTRODUCTION

Au Maghreb, les dépôts continentaux tertiaires ont toujours posé de sérieux problèmes d'ordre stratigraphique en raison de la rareté des fossiles marqueurs. En l'absence de niveaux marins intercalés bien datés, ils ont été attribués tantôt à l'Eocène supérieur, tantôt à l'Oligocène ou encore au Mio-Pliocène (Pontien des anciens auteurs).

Les travaux réalisés ces trente dernières années sur ces séries essentiellement détritiques ont permis de comprendre leur organisation et leur distribution spatio-temporelle et de dresser un cadre lithostratigraphique et biostratigraphique convenable pour l'ensemble du Maghreb (Maroc, Algérie, Tunisie et Libye).

L'Algérie conserve de vastes étendues continentales, à la fois dans le domaine saharien et atlasique. Ces terrains ont livré une riche faune de vertébrés notamment de mammifères et une flore variée qui ont permis d'affiner leur datation.

1- Les gastéropodes et leur rôle biostratigraphique

Malgré le fait que les gastéropodes soient principalement des indicateurs paléoécologiques plutôt que des marqueurs biostratigraphiques, la rareté des éléments paléontologiques marqueurs dans les séries continentales impose souvent leur utilisation à des fins biochronologiques. Cette malacofaune quand elle existe, notamment les *Pseudoceratodes* et les *Bulimes*, constitue un outil stratigraphique précieux dans ces types de dépôts.

a- Les *Pseudoceratodes*

Ce genre, initialement nommé *Ceratodes* par Mayer-Eyman (1900 ; in Jodot 1953), fut le premier gastéropode fossile signalé en Egypte. Renommé *Pseudoceratodes* par Wenz (1928 ; in Plaziat 1974), il regroupe les espèces algériennes signalées près de Mériidja par Lavocat (1954) et à El Kantara par Laffite (1939). Ainsi, Jodot (1953) a décrit quatre espèces dans le Paléogène algérien :

- | | |
|--|------------|
| - <i>Pseudoceratodes clariondi</i> (Mériidja) | Yprésien |
| - <i>Pseudoceratodes laffitei</i> (El Kantara) | Sparnacien |
| - <i>Pseudoceratodes flandrini</i> (Ouled Djellal) | Thanétien |
| - <i>Pseudoceratodes jolyi</i> (Es Sotra) | Danien |

Dans l'état actuel de nos connaissances, huit localités à *Pseudoceratodes* sont répertoriées en Algérie (Ouled Djellal, El Kantara, El Kohol, Nementcha, Meridja, Gour Lazib, Es Sotra et Hadjrat Zennad).

La découverte d'une microfaune de foraminifères au dessous du calcaire lacustre d'El Kantara à *Pseudoceratodes laffitei* a conduit Mahboubi (1995) à réviser l'âge de cette espèce et de le réattribuer au Thanétien (Paléocène supérieur).

Selon Jodot (1953a), l'espèce de Mériidja (*P. clariondi*) est de morphologie plus dérivée que les autres espèces d'Algérie, elle semblerait donc indiquer un âge plus récent que le Thanétien.

b- Les *Bulimes*

Les gastéropodes « *Bulimes* » continentaux récoltés dans la bordure sud de la Hammada de Mériidja et de Dermchane étaient autrefois attribués à *Clavator*. Pour Jodot (1952), ce genre date de l'Aquitaniien les masses détritiques qui constituent les Hammadas des confins algéro-marocains. Depuis le Quaternaire, *Clavator* est uniquement cantonné aux formations continentales de Madagascar. La redétermination de ces formes a permis à Truc (1988) de reclasser ces espèces dans le groupe des « *Bulimes* », lequel regroupe trois genres : *Vidaliella*, *Romanella* et *Vicentinia* (Jodot 1957a, b ; Plaziat 1973). Cette faune, qui a une extension géographique limitée à la périphérie occidentale du bassin méditerranéen, est strictement Paléogène (Abdeljaoued *et al.*, 1998).

Au Maghreb, plusieurs gisements à *Bulimes* sont signalés. La figure 18 indique leurs positions stratigraphiques au Maroc (Boudenib, Timhadit), en Algérie (Mékaïdou, Teniet Arzina, El Kohol, Ksar El Bokhari, El Kantara, Mériidja) et en Tunisie (Kef El Mendjel, Djebel Oummat et Chambi).

Dans le sud de la France, le genre *Vidaliella* indique le Paléocène supérieur et *Romanella* l'Eocène moyen (Truc, 1988). En Tunisie, à Chambi notamment, cette répartition verticale se trouve inversée : le genre *Romanella* occupe la base de la série et *Vidaliella* occupe le sommet. Cette inversion des répartitions de part et d'autre de la Méditerranée reflète les limites de l'utilisation de la malacofaune dans l'établissement de corrélations biostratigraphiques à grande échelle.

En Algérie, le genre *Romanella* a été signalé à Ksar El Boukhari par Guillemot (1952). Dans cette localité, ces gastéropodes se trouvent bien calés entre deux niveaux marins attribués au Lutétien (Bensalah *et al.*, 1988). Plaziat (1984) distingue à l'intérieur de ce genre une évolution de l'espèce *R. boriesi* vers *R. locardi*, jusqu'aux formes lutétiennes les plus allongées qui se rapportent à l'espèce *Romanella hopii*.

Les formes trouvées à Mériidja et Dermchane appartiennent aux genres *Romanella* et *Vicentinia*. Les spécimens de *Romanella* récoltés présentent une affinité avec *Romanella hopii* qui est commune dans le Lutétien et le Bartonien de Provence - Languedoc (Durand *et al.*, 1984). D'autres individus montrent une affinité avec *Romanella boriesi* qui marque le Lutétien supérieur (Gaouar, 2009).

2- Les mammifères et leurs intérêts biochronologiques

Grace à leur évolution rapide et à leur grande extension géographique, les mammifères constituent d'excellents marqueurs biostratigraphiques dans les terrains continentaux ; il

convient de citer ici les échelles mammalogiques établies en Europe, Asie et Amérique du Nord (e.g. Aguilar *et al.*, 1997 ; Woodburne, 2004 ; Bowen *et al.*, 2002). En Afrique, le registre fossile des mammifères du Paléogène restant limité, l'établissement d'une telle échelle paléomammalogique n'a pu être proposée à ce jour. La synthèse la plus récente concernant la chronologie des sites à mammifères du Paléogène africain a été publiée par Seiffert (2010).

Avant 2004, le registre mammalien des terrains continentaux du Sud-ouest algérien était formé d'une dizaine d'espèces. Depuis cette date, de nouvelles prospections paléontologiques annuelles dans ces régions, nous ont conduit à la découverte de plusieurs sites remarquables à mammifères associés à des poissons d'eau douce, chéloniens, oiseaux, et à un nombre impressionnant de charophytes. Aujourd'hui, plus de 25 espèces de mammifères sont recensées et documentent la grande majorité des ordres modernes de placentaires connus en Afrique au cours du Paléogène ancien: rongeurs, primates, insectivores, hyracoïdes, chauve-souris, condylarthres, macroscélidés, carnivores créodontes. Malgré cette diversité, les mammifères découverts sont pour la plupart endémiques au continent africain (Tabuce et Marivaux 2005). Par conséquent leur intérêt biostratigraphique reste limité : aucune comparaison avec les sites nord téthysiens ne peut être avancée et seule des comparaisons directes avec les sites africains seront possibles.

3- Les charophytes et leurs intérêts biostratigraphiques

Les oogones de charophytes sont des fructifications calcifiées de végétaux d'eaux douces ou saumâtres connues depuis le Silurien jusqu'à l'actuel (Riveline, 1986). Les recherches effectuées depuis la fin du XX^{ème} siècle tant en Chine qu'en Europe, notamment en France, ont démontré leur grand intérêt biostratigraphique et ont abouti à l'établissement d'une biozonation utilisée comme outil biostratigraphique.

En Algérie, depuis la première découverte faite par Grambast et Lavocat (1959) dans la région du Dra d'un gisement de charophytes daté de l'Eocène moyen à supérieur, ce groupe est utilisé par différents auteurs dans la stratigraphie du Paléogène continental algérien (Gevin *et al.*, 1974 ; Mebrouk, 1993 ; Mebrouk *et al.*, 1997, Mebrouk et Feist, 1999).

Avant les années 2000, 23 espèces étaient répertoriées et réparties en cinq gisements : Hammada du Dra (Gour Lazib et Glib Zegdou), El Biod, El Kohol, Oued Meguerchi, Hadjaret Zennad. Depuis, d'autres sites ont été étudiés, ceux de Koudiet El Aldjoun, Chott Chergui, Kef Er Rebbab (Mebrouk, 2011). Dans notre zone d'étude et dans l'état actuel de nos connaissances, trois espèces appartenant à trois genres sont connues à Méridja, elles marquent l'Eocène moyen à supérieur (Adaci *et al.*, 2005) ; et une vingtaine d'espèces, documentant 10 genres, ont été identifiées dans le complexe des Gour Lazib, elles indiquent un âge Yprésien-Lutétien basal (Mebrouk, 2011).

II- ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES ET BIOCHRONOLOGIQUES DE LA HAMMADA DU DRA

La répartition verticale des sites fossilifères de la formation du Glib Zegdou semble indiquer qu'ils sont hétérochrones. Mais, il faut noter qu'il s'agit d'une sédimentation fluvio-lacustre caractérisée par des dépôts chenalisés et par des changements latéraux importants de faciès. Dans ce qui suit, les attributions stratigraphiques sont basées sur l'analyse de la flore de charophytes et la faune de vertébrés.

1- Le membre inférieur

Dans la partie inférieure (sites HGL45–46), au dessous du calcaire rose attribué anciennement au Cénomano-Turonien, ont été mis en évidence au cours de la mission de février 2004 des restes brisés et désarticulés d'actinoptérygiens associés à une dossière et un crâne d'un chélonien pleurodire de la famille des Podocnemididae (Tong et al., en prép.). Ces derniers sont connus depuis le Crétacé en Afrique et Amérique du Sud notamment. Selon Adaci *et al.* (2007), le crâne est morphologiquement plus avancé que *Hamadachelys*, le seul podocnemididé connu dans les couches cénomaniennes des Kem Kem (Tong et Buffetaut, 1996) et présente des caractères de podocnemididé moderne. Notre spécimen semble être différent des taxons déjà connus, il rappelle *Dacquemys*, un podocnemididé connu dans l'Éocène supérieur de Fayoum (Gaffney *et al.*, 2002). Il est toutefois plus primitif que ce dernier, ce qui pourrait indiquer un âge plus ancien que l'Éocène supérieur. Enfin, il est probable que l'âge de la base du membre inférieur de la formation du Glib Zegdou soit éocène à l'instar des niveaux sus-jacents, mais on ne peut exclure un âge plus ancien (Paléocène ?). Quoiqu'il en soit, l'âge présumé Cénomano-Turonien du petit banc de calcaire rosâtre situé au-dessus de HGL45–46 est à réviser; dans la région, le Cénomano-Turonien est représenté par des niveaux marins à épaisses barres calcaires bioclastiques (Joly et Lavocat, 1949 ; Adaci et Mahboubi obs. pers.).

Dans la partie supérieure s'intercale le site HGL49 qui correspond au locus 4 de Sudre (1979). Il a livré *Titanohyrax mongereaui* qui paraît, par ses caractères dentaires, plus primitif que *Titanohyrax tantulus* décrit dans le membre intermédiaire du Glib Zegdou et dans les dépôts d'âge Eocène inférieur à moyen de Chambi (Adaci *et al.*, 2007).

2- Le membre intermédiaire

L'état et l'hétérogénéité des cassures, parfois observées sur le matériel ichtyologique et mammalien des niveaux HGL50 et 51, semble indiquer qu'au moins une partie des spécimens ait été transportée de façon différentielle.

Le contenu floristique, dans l'ensemble de cette formation, semble toutefois homogène. Une vingtaine d'espèces de charophytes est décrite, celles-ci sont réparties entre deux familles et 7 genres. Trois espèces appartiennent à la famille des Raskyellaceae et les dix-sept autres à la famille des Characeae. L'association floristique montre une diversité générique formée des

genres : *Raskyella*, *Maedleriella*, *Stephanochara*, *Nodosochara*, *Nitellopsis*, *Harrisichara* et *Chara* ayant une répartition stratigraphique allant de l'Yprésien au Lutétien basal (Gevin et al., 1974 ; Mebrouk et al., 1997). L'étude, détaillée et récente, de la répartition verticale de ces charophytes a permis à Mebrouk (2011) de réviser et de proposer les attributions suivantes :

- les gisements du Glib Zegdou sont attribués à l'Yprésien-Lutétien inférieur ; ils correspondent au 1/3 supérieur du bio-intervalle de charophytes à *Dughiella bacillaris* relayé par les biozones à *Sphaerochara edda*, *Peckichara disermas*, *Peckichara piveteaui* et enfin la zone à *Nitellopsis (T.) thaleri* ;

- les gisements des Gour Lazib sont daté de l' Yprésien - Lutétien inférieur voir même du Bartonien pour le niveau HGL89. Ils correspondent au 2/3 (supérieur) de la biozone à *Peckichara piveteaui*, suivie de la zone à *Nitellopsis (T.) thaleri* ;

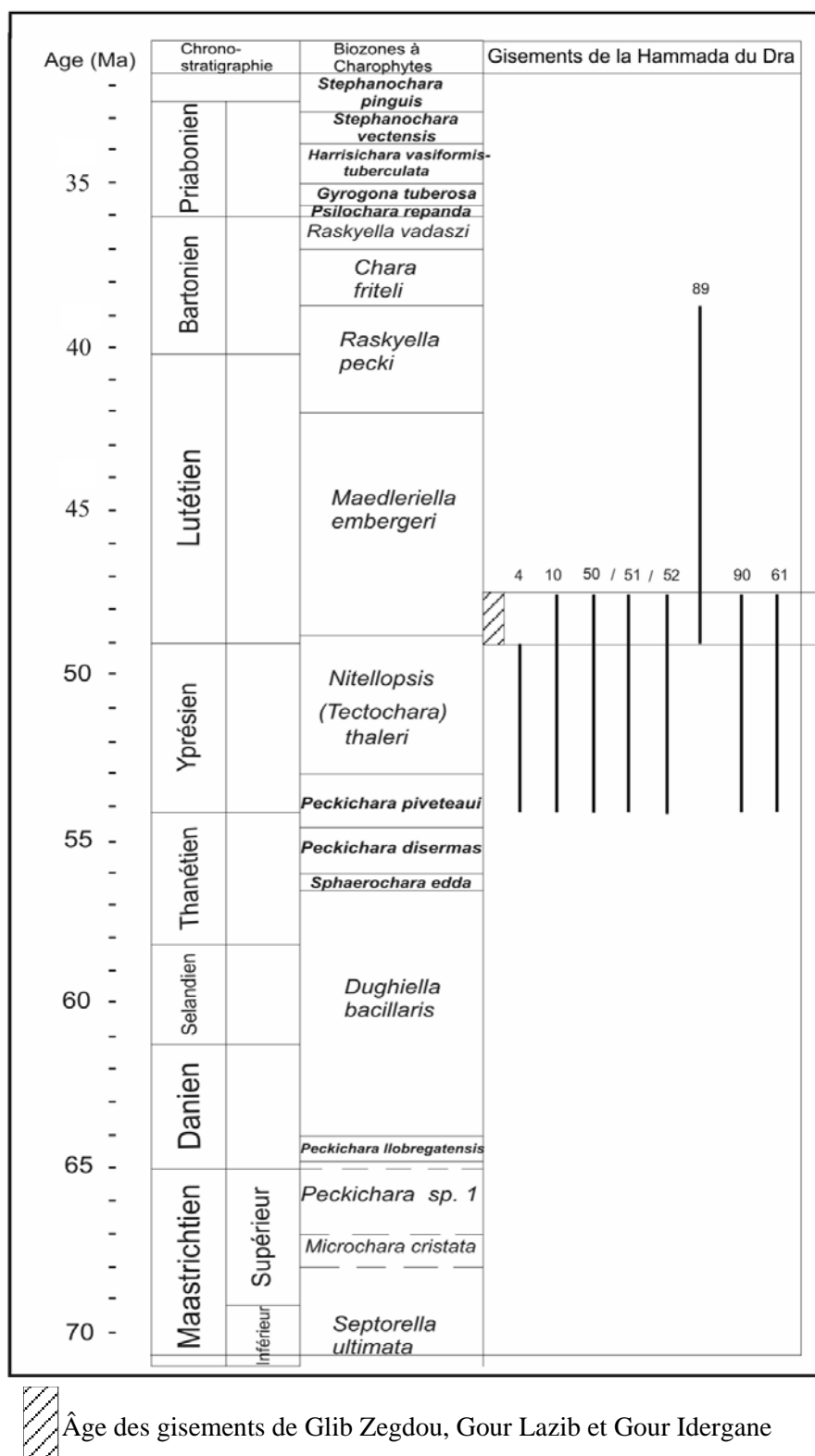
- les sites des Gour Idergane datés de l'Yprésien-Lutétien basal correspondent à la biozone à *Peckichara piveteaui* jusqu'à la deuxième moitié de la zone à *Raskyella pecki*.

L'examen du Tableau 14, issu de l'étude détaillée de la répartition verticale des charophytes de Mebrouk (2011), nous permet plutôt de conclure que les gisements du Sahara Nord-occidentale peuvent être attribués à l'Yprésien terminal-Lutétien basal correspondant à la partie terminale du bio-intervalle de charophytes à *Nitellopsis (T.) thaleri* et à la partie basale de la zone à *Maedleriella embergeri*.

Par ailleurs, les associations de mammifères découvertes sont pour la plupart homogènes d'un site à l'autre ; citons par exemple la présence généralisée des rongeurs Zegdoumyidae, des primates strepsirrhiniens *Algeripithecus* et *Azibius*, des hyracoïdes *Microhyrax*, *Helioseus* et du nouveau genre (voir Tableau Cénogramme). Ainsi, la similitude globale des diverses localités à mammifères du membre intermédiaire soutient leur contemporanéité.

Plus généralement, au niveau du continent africain, seul le site de Chambi (Tunisie) présente des similarités avec ceux du complexe des Gour Lazib. Dans l'état actuel des données publiées, l'espèce de charophyte *Raskyella cf. sahariana* est commune aux localités (Adaci et al., 2007) ainsi que trois taxons de mammifères : le rongeur *Zegdoumys*, l'hyracoïde *Titanohyrax tantulus*, et le macroscélidé *Chambius*. Ces trois taxons sont discutés ci-dessous.

Les Zegdoumyidae représentent les plus anciens rongeurs connus en Afrique ; ils ont une origine mal établie et semblent être dans l'ascendance des anomalures actuels (Vianey-Liaud et al. 1994 ; Marivaux et al. sous presse). Jusqu'à très récemment, leur répartition stratigraphique et géographique était limitée. Ils n'étaient connus que du Glib Zegdou (HGL 50-51-52), des Gour Lazib (notamment HGL 11 et 90) et de Chambi. Les zegdoumyidés, essentiellement représentés par des dents isolées, appartiennent à quatre genres (*Zegdoumys*, *Glibia*, *Glibemys*, et *Lazibemys*) (Vianey-Liaud et al. 1994 ; Marivaux et al. sous presse, voir annexe 3). Signalons qu'une nouvelle espèce du genre *Glibia* fut décrite récemment dans le



Tab. 14: Biozonation des charophytes du Crétacé supérieur et du Paléogène (d'après Riveline *et al.*, 1996; chronostratigraphie d'après Gradstein *et al.*, 1994 in (Feist *et al.*, 2005). Répartition et corrélation avec les gisements de la Hammada du Dra (Algérie) in Mebrouk (2011) modifié.

Lutétien de Namibie par Pickford (2008) ; celle-ci est assez distincte des formes du Maghreb, au moins pas sa taille nettement plus grande. Les zegdoumyidés du complexe des Gour Lazib, qui comprennent au moins 5 taxons, sont plus diversifiés que ceux de Chambi, où seules quatre dents isolées appartenant à l'espèce *Zegdoumys sbeitlai* sont connues à ce jour. Il est difficile de se prononcer sur le degré évolutif de ces divers zegdoumyidés et d'inférer ainsi des conclusions d'ordres biostratigraphiques. Toutefois, en se basant sur les critères de la structure de l'émail des incisives, Martin (1993) a proposé que l'espèce *Zegdoumys sbeitlai* de Chambi soit plus primitive que *Z. lavocati* du Glib Zegdou (voir aussi Hartenberger *et al.*, 1998).

La localité HGL04 des Gour Lazib a livré ?*Chambius* sp. (Adaci *et al.*, 2007 ; voir Annexe 1) ; cette espèce est très proche morphologiquement du plus ancien macroscélidé connu, *Chambius kasserinensis* de Chambi (Hartenberger 1986, Tabuce *et al.*, 2007 ; voir Annexe 4). Toutefois, quelques différences sur le talonide de l'unique molaire de HGL04 suggèrent que celle-ci pourrait documenter un nouveau genre ou bien une nouvelle espèce, plus primitive que *C. kasserinensis* (Adaci *et al.*, 2007). Compte tenu du peu de matériel, cette hypothèse reste à vérifier. Quoiqu'il en soit, le macroscélidé des Gour Lazib est clairement moins dérivé que ceux de l'Eocène supérieur et de l'Oligocène de Bir El Ater (Nementcha, Algérie) et du Fayum (Egypte) (Tabuce *et al.*, 2001). Il renforce ainsi l'hypothèse de l'âge ancien du membre intermédiaire de la formation du Glib Zegdou (Fig. 18).

Les hyracoïdes de la Hammada du Dra sont très diversifiés (voir Tabuce *et al.*, 2009 ; annexe 6). Parmi la dizaine d'espèces identifiées, *Titanohyrax tantulus* est la seule espèce commune à la faune de Chambi et des Gour Lazib. Bien que nous ne connaissions pas son étendue stratigraphique, celle-ci renforce la corrélation chronologique entre les localités (Adaci *et al.*, 2007). D'autres hyracoïdes des Gour Lazib, notamment *Microhyrax lavocati* et *Helioseus insolitus*, vont également dans le sens de l'ancienneté du membre intermédiaire de la formation du Glib Zegdou. En effet, ces deux espèces sont morphologiquement très primitives au sein de l'ordre des Hyracoidea ; et seul le genre *Seggeurius*, de l'Eocène basal d'El Kohol (Court and Mahboubi 1993 ; Tabuce *et al.*, 2001) et du Bassin des Phosphates du Maroc (Gheerbrant *et al.*, 2003), est plus plésiomorphe (Fig. 18). Par ailleurs, le site d'El Kohol a récemment livré un chiroptère primitif (Eochiroptera) (Ravel *et al.*, 2010) de morphologie très plésiomorphe par rapport aux chiroptères encore inédits des Hammada du Dra, lesquels représentent des familles modernes (Ravel, en cours). Parmi les autres mammifères encore non étudiés du complexe des Gour Lazib, plusieurs insectivores et créodontes ont été reconnus. L'étude systématique de ces derniers et leur comparaison avec les formes des autres sites éocènes Maghrebins (Adrar Mgorn, El Kohol, Chambi, Aznag) (Fig. 18) sont susceptibles d'apporter de nouveaux éléments de discussion. A noter enfin que les faunes de mammifères de Dor El Talah (Libye) et du Fayum (Formations Qasr El Sagha et

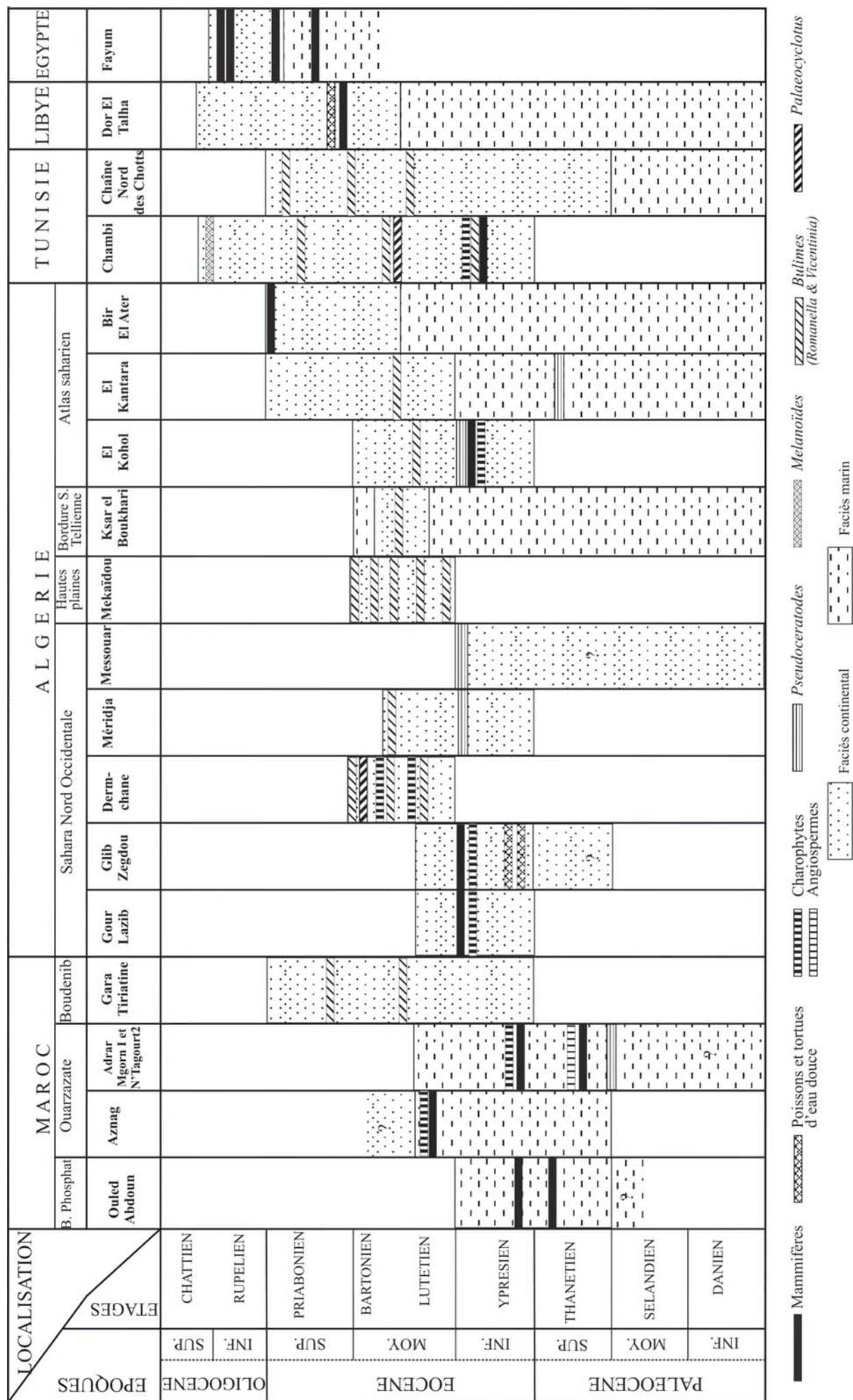


Fig. 18 : Corrélation entre les principales formations paléogènes de l'Afrique du Nord

Jebel Qatrani), d'âge Eocène terminal à Oligocène, sont distinctes de celle des Gour Lazib et renferment des taxons plus dérivés (Fig. 18).

Ainsi, la faune de mammifères de la Hammada du Dra a un cachet ancien, clairement Eocène inférieur ou moyen. Sa contemporanéité avec la faune de Chambi est bien soutenue ; d'autant plus que selon les récentes fouilles à la fois dans le complexe des Gour Lazib et à Chambi, de nouveaux mammifères communs aux sites ont été découverts : il s'agit des primates *Algeripithecus* et *Djebelemur* (Tabuce, comm. pers.). L'âge de la localité de Chambi est tout aussi imprécis que l'âge des sites de la Hammada du Dra et de nouvelles investigations (telle que des études magnétostratigraphiques) sont apparues nécessaires.

3- Le membre supérieur

Ce membre n'a livré que quelques sections et fantômes de coquilles indégageables, d'un gastéropode continental à enroulement plan, attribué au genre *Pseudoceratodes*. Il semble probable qu'il soit Éocène (Eocène moyen probable) à l'instar des niveaux sous-jacents.

III- MAGNETOSTRATIGRAPHIE

1- Introduction

Au cours des temps géologiques, les inversions du champ magnétique ont été nombreuses. Elles sont enregistrées dans les roches sédimentaires grâce à la faculté qu'ont certains minéraux de fossiliser la direction du champ magnétique terrestre au moment de leurs dépôts. Ces enregistrements font de la magnétostratigraphie un outil précieux pour tenter de résoudre les problèmes chronologiques. Son intérêt réside dans le fait de corréler une limite de zone de polarité magnétique, normale ou inverse, à une date relativement absolue estimée en million d'année ou à une période géologique définie par des fossiles index (stratigraphiques). Elle analyse la succession stratigraphique des zones de polarité qui correspondent à des inversions du champ magnétique constituant un phénomène répétitif et synchrone à l'échelle du globe terrestre.

La magnétostratigraphie n'est pas une méthode de corrélation indépendante, elle nécessite un calage isotopique ou biochronologique pour l'interprétation du signal magnétique. Une fois la séquence des inversions magnétiques déterminée, on procède à la quantification de la vitesse des processus sédimentaire ou biologiques.

2- Prélèvements paléomagnétiques et traitement magnétique

La coupe analysée dans ce travail est celle du Glib Zegdou car c'est la plus représentative de l'éocène continental de la région étudiée. La campagne de prélèvement des échantillons a été réalisée lors de nos missions de terrain de 2008 et 2009 sur le flanc sud du Glib Zegdou. 48 échantillons ont été prélevés (Fig. 19).

Le pas d'échantillonnage est variable, selon la nature lithologique des couches. Sur ces 48 échantillons orientés prélevés, 21 ont été analysés au laboratoire de paléomagnétisme de

l'Institut de Physique du Globe de Paris, dans un magnétomètre cryogénique 2G. Ce travail a été réalisé par Pauline Coster, doctorante à l'Université de Poitiers et a fait l'objet d'un travail en collaboration (Coster *et al.* soumis ; voir Annexe 7). En parallèle à ce travail, la coupe d'El Kohol a été analysée à des fins corrélatives. Nous reprenons ci-dessous les principaux résultats issus de ce travail collaboratif.

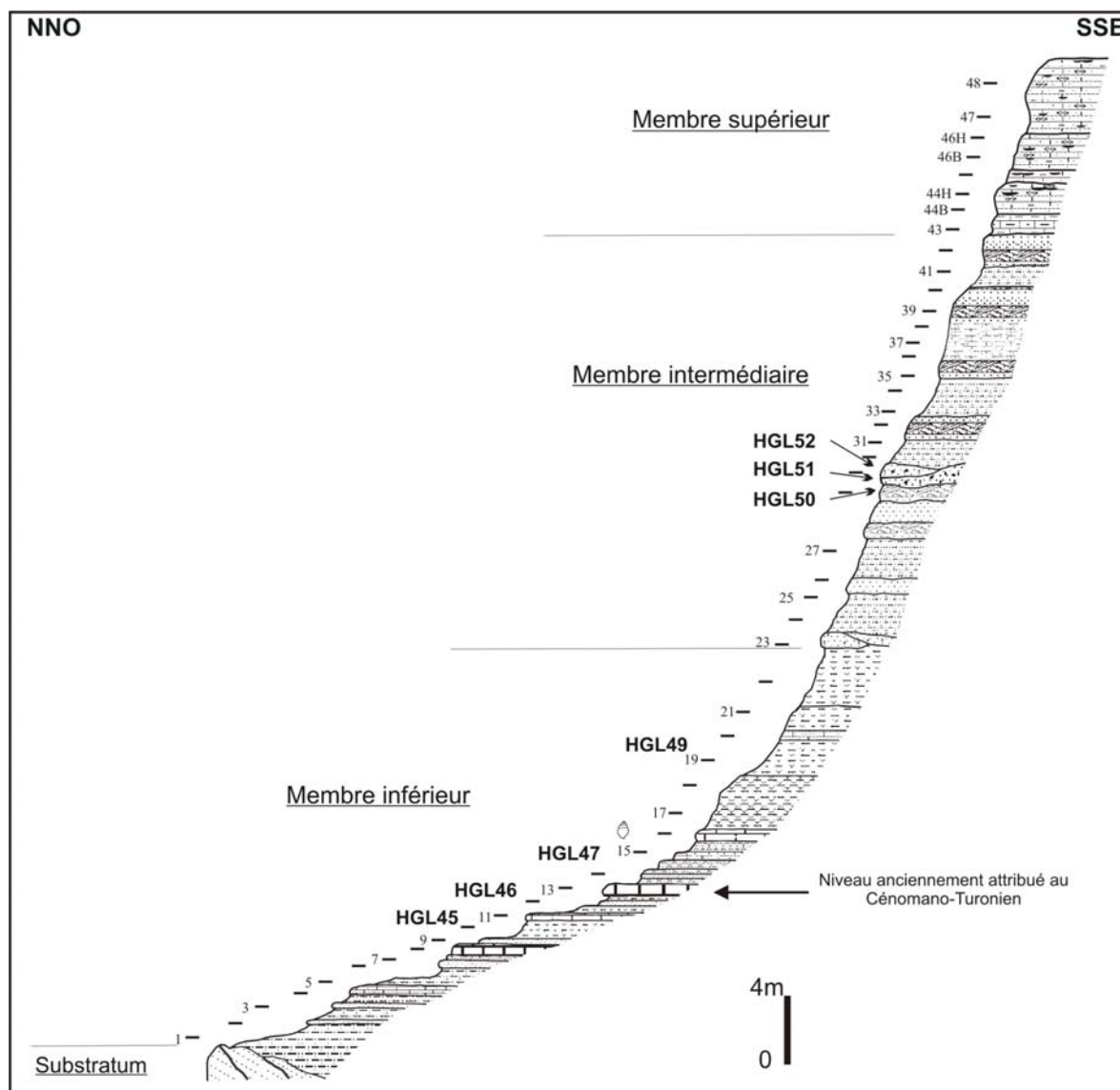


Fig. 19 : Les prélèvements magnétostratigraphiques de la coupe de Glib Zegdou.

3- Résultats

Deux zones de polarité sont reconnues sur la coupe du Glib Zegdou. Les quarante premiers mètres de celle-ci, soit tout le membre inférieur et les deux premiers tiers du membre intermédiaire, sont de polarité normale (Fig. 20). Le reste de la coupe étant de polarité inverse. Le calage de la coupe du Glib Zegdou et la corrélation avec l'échelle géomagnétique

GPTS de Gradstein *et al.* (2004) a été contrainte uniquement par des données biostratigraphiques.

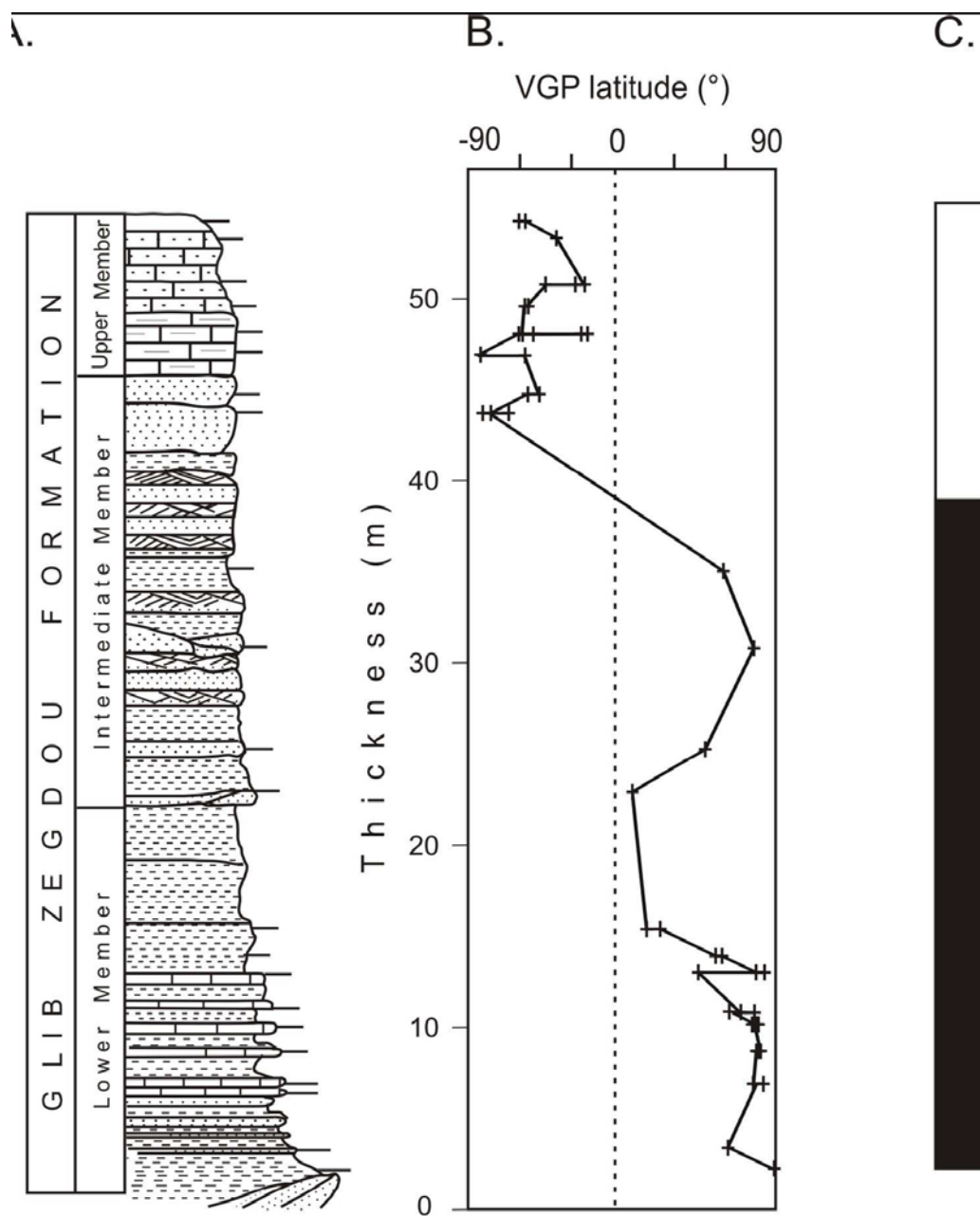


Fig.20: Inversion stratigraphique paléomagnétique de la coupe du Glib Zegdou A : coupe stratigraphique du Glib Zegdou ; B : les latitudes du pôle géomagnétique virtuel (PGV) sont projetées en fonction des niveaux stratigraphiques ; C : colonne de polarité (les noir et blanc représentent respectivement les zones de polarité normale et inverse). Selon Coster *et al.* (soumis).

Considérant l'âge Eocène inférieur terminal à Eocène moyen basal, proposé par les données biostratigraphiques (charophytes et mammifères), on peut potentiellement corréler la colonne magnétostratigraphique du Glib Zegdou à l'échelle géomagnétique GPTS de Gradstein *et al.* (2004). A l'intérieur de cet intervalle de temps, deux corrélations semblent probables (Fig. 21). La zone de polarité normale, située à la base de la séquence du Glib

Fig.21 : Les corrélations privilégiées des coupes d'El Kohol et du Glib Zegdou avec l'échelle de polarité géomagnétique (GPTS) de Gradstein *et al.* (2004) selon Coster *et al.* (soumis).



IV- ATTRIBUTIONS STRATIGRAPHIQUES ET BIOCHRONOLOGIQUES DE LA HAMMADA DE MERIDJA DERMCHANE

La rareté des marqueurs stratigraphiques dans les dépôts continentaux de la Hammada de Méridja et Dermchane, à dominance détritique, a conduit les anciens auteurs à utiliser les gastéropodes *Pseudoceratodes*, *Romanella* et *Vicentinia* à des fins stratigraphiques. L'étude détaillée de cette région apporte de nouvelles données paléontologiques et sédimentologiques qui ont permis de proposer de nouvelles attributions stratigraphiques.

1- Le membre inférieur

Le calcaire lacustre clôturant le membre inférieur était considéré, par les anciens auteurs, comme la partie sommitale de l'Eocène continental de la Hammada de Méridja. En réalité, il ne forme que le sommet du membre inférieur de cette formation. Il a livré quelques fragments d'un gastéropode attribué au genre *Pseudoceratodes* associés à des encroûtements d'algues attribués à des cyanobactéries (algues bleues). Grâce à cette faune décrite par Jodot (1953), cette unité lithologique a été datée, avec doute, de l'Eocène inférieur (Lavocat, 1954).

En se basant sur des comparaisons lithofaciologiques avec des calcaires à algues de cet âge au Maroc (Calcaire de Tissaf), Pfender (*in* Mahboubi, 1995), a rattaché ces encroûtements calcaires au Crétacé supérieur.

Dans une note préliminaire sur la tectonique atlasique au Maroc, Choubert (1945) accepte la possibilité que les couches à « *Ceratodes* » de Méridja, soient en réalité d'âge Eocène supérieur.

En l'absence de nouveaux marqueurs stratigraphiques précis, et malgré la découverte de gastéropodes et stromatolites, l'âge de ce membre inférieur ne peut être établi avec certitude. Il semble très probable qu'il soit Eocène inférieur à l'instar des niveaux sus-jacents (à charophytes et à « *Bulimes* »). L'ondulation de la dalle de calcaire lacustre et les épaisses décharges conglomératiques du membre détritique intermédiaire ravinant ce calcaire vont à l'appui de cette attribution. En effet, ces décharges conglomératiques, qui sont issues des événements tectoniques intra-Eocène, correspondent vraisemblablement à la phase tectonique atlasique du Lutétien-Bartonien (Adaci, 2001).

2- Le membre intermédiaire

Ce membre surmonte, avec une discordance de ravinement, le calcaire lacustre du membre inférieur. Il est constitué essentiellement d'une sédimentation détritique de type fluvatile (microconglomérats, grès, silts et argiles) qui est affectée vers le sommet par une épigénie carbonatée et qui a livré l'essentiel de la faune et la flore récoltée.

Ces niveaux nous ont fournis pour la première fois dans cette région des gyrogonites de charophytes associées à des coquilles de « *Bulimes* » appartenant aux genres *Romanella* et *Vicentinia* et un hélicidé du genre *Palaeocyclotus*.

La détermination de la malacofaune terrestre du groupe des « *Bulimes* », confondus jadis avec le genre *Clavator* d'âge Aquitanien par Jodot (1953b), a été révisée par Truc (1988). Selon cet auteur (comm. écrite), l'individu de *Romanella* récolté dans la Hammada de Dermchane possède une affinité avec *Romanella hopii*. Celle-ci est commune dans l'Eocène moyen et supérieur du Sud de la France (Durand *et al.*, 1984). Par ailleurs, le genre *Palaeocyclotus* découvert pour la première fois dans cette localité (Adaci *et al.*, 2005) a été signalé dans le Lutétien et le Bartonien de Provence, d'Italie septentrionale et de Tunisie (Abdeldjaoued *et al.*, 1984). D'autres gisements similaires à *Bulimes* sont signalés au Maghreb : dans l'Eocène moyen à supérieur des séries fluviatiles de la Hammada de Boudenib au Maroc par El Youssi (1993), dans les formations continentales des Hautes Plaines oranaise (Mékaidou), d'El Kohol et d'El Kantara par Bensalah *et al.* (1987) et Bensalah (1989) et en Tunisie centrale (Chambi) par Abdeldjaoued (1991) (voir Fig. 18).

L'association de Charophytes est constituée de trois espèces : *Peckichara* sp., *Netelopsis* (T.) *thaleri* et *Raskyella* sp. Elle indiquerait un âge Eocène moyen à supérieur (Adaci *et al.*, 2005).

Ainsi, l'ensemble des données stratigraphiques fournies par l'association floristique, les « *Bulimes* » et celle apportée par la présence du genre *Palaeocyclotus* indiquent que le membre intermédiaire est d'âge Lutétien-Bartonien.

3- Le membre supérieur

La puissante dalle gréso-carbonatée, fortement épigénisée qui résulte d'un encroûtement des dépôts détritiques fluviatiles, fait la continuité sédimentaire avec le membre intermédiaire. Elle a livré des gastéropodes du genre *Romanella*. Celui-ci suggère un âge Eocène moyen à supérieur. Plus à l'Ouest, le prolongement de cette dalle dans la Hammada de Boudenib au Maroc a également livré à El Youssi (1993) quelques coquilles de gastéropodes du même genre.

**CHAPITRE IV: RECONSTITUTION PALEOENVIRONNEMENTALE DE LA
COMMUNAUTE MAMMALIENNE DE LA HAMADA DU DRA**

I. INTRODUCTION

Grâce à son bon état de préservation et sa grande diversité spécifique (plus de 25 espèces sont représentées), la faune de mammifères des Gour Lazib (incluant celles de Gour Idergane et du Glib Zegdou) est unique à l'échelle du continent africain pour l'Eocène inférieur à moyen. Une approche de reconstitution paléoenvironnementale a été appliquée par Tabuce (2002) en utilisant la méthode des diversités écologiques. Nos récoltes fauniques effectuées entre 2004 et 2007, ont permis à Ramdarshan (2007) d'appliquer la méthode des cénogrammes et des analyses statistiques pour la faune des Gour Lazib. Les récentes récoltes de restes dentaires, crâniens et post-crâniens issues des dernières missions de fouilles paléontologiques (2007-2009) sont venues enrichir la diversité spécifique et l'inventaire faunique ; ce qui nous assure une bonne application de la méthode des cénogrammes et d'analyse de la diversité écologique pour reconstituer le paléohabitat de la communauté mammalienne des Gour Lazib. Une méthode complémentaire au cénogramme (présence de taxons arboricoles), utile pour reconstituer les couvertures de végétations des localités fossilifères (selon Travouillon et Legendre 2009) est appliquée dans cette étude.

II. MATERIEL

Le membre intermédiaire de la formation du Glib Zegdou, et notamment le site HGL50, a livré l'ensemble des espèces mammaliennes étudiées dans ce chapitre (Tab. 15). L'assemblage est essentiellement composé de Rongeurs (*Glibemys algeriensis*, *Glibia pentalopha*, *Glibia tetralopha*, *Glibia* sp., *Zegdoumys lavocati*, *Zegdoumys* sp., *Lazibemys zegdouensis* et une nouvelle espèce non encore décrite), d'Ongulés représentés par des Hyracoides (*Microhyrax lavocati*, *Titanohyrax mongereaui*, *Titanohyrax tantulus*, *Megalohyrax gevini*, ? *Bunohyrax* ou *Megalohyrax* sp., ? *Thyrohyrax* sp., une nouvelle espèce). Puis viennent les Primates (*Algeripithecus minutus*, *Azibius trerki*) dont 3 nouvelles espèces propres à cette localité, et deux espèces d'Insectivores probablement nouvelles. On note également la présence d'un macroscélidé (? *Chambius* sp.) et de plusieurs carnassiers dont *Glibzegdouia tabelbalaensis*.

III. METHODES D'ETUDE

1- CENOGRAMME

a- Principe

Les travaux de Valverde (1964, 1967) ont été les prémices des études qui ont porté sur l'analyse des communautés de mammifères, d'après la taille, en utilisant les cénogrammes. Cet auteur a développé cette méthode sur la communauté de mammifères de la région de Doñana au Sud de l'Espagne pour montrer les rapports entre la taille des prédateurs et celle de leurs proies. Il s'agit de construire une représentation graphique d'une communauté

mammalienne en portant en ordonné la taille des espèces (quantifier en utilisant la longueur tête-corps) et en classant, en abscisse, les espèces par groupe trophique.

	HGL02	HGL04	HGL08	HGL10	HGL11	HGL49	HGL50	HGL51	HGL52	HGL88	HGL89	HGL90
Rodentia												
<i>Glibemys algeriensis</i>									?			
<i>Glibia pentalopha</i>							o		?			
<i>Glibia tetralopha</i>									?			
<i>Glibia</i> sp.							o					o
<i>Zegdoumys lavocati</i>							o		?			
<i>Zegdoumys</i> sp.					o							o
<i>Lazibemys zegdouensis</i>							o					
Rodentia gen. et sp. nov. 2									o			
Rodentia indéterminé.		o	o	o			o		o			
Carnivora												
<i>Glibzegdouia tabelbalaensis</i>							o		?			
Creodonta (div. sp.)		o	o				o					
Lipotyphla (div. sp.)	o	o	o				o		o			o
Chiroptera												
Chiroptera gen. et sp. nov. 1							o					
Chiroptera gen. et sp. nov. 2							o					
Primates												
<i>Algeripithecus minutus</i>			o	o			o		?			
<i>Azibius trerki</i>				?			o	o	o			
Primates gen. et sp. nov. 1									o			
Primates gen. et sp. nov. 2							o					
Primates gen. et sp. nov. 3							o					
Primates indéterminé.							o					
Condylarthra gen. et sp. nov.							o					
Proboscidea							?					
Hyracoidea												
<i>Microhyrax lavocati</i>		o					o	o	o			?
<i>Titanohyrax mongereau</i>						?						
<i>Titanohyrax tantulus</i>				o								
<i>Megalohyrax gevini</i>				?				o				?
? <i>Bunohyrax</i> ou <i>Megalohyrax</i> sp.										o		
? <i>Thyrohyrax</i> sp.							o					
Hyracoidea gen. et sp. nov.					?		o	o	?			
Hyracoidea indéterminé.			o	o			o		o			
Macroscelidea												
? <i>Chambius</i> sp.		o										
<i>Mammalia incertae sedis</i>												
<i>Helioseus insolitus</i>							o	o	o		o	?
formes indéterminables	o	o		o			o			o	o	

Tab. 15 : Liste faunique des mammifères des Gour Lazib.

Pour pouvoir être appliquée au registre fossile, cette méthode a été développée et modifiée par Legendre (1986, 1989). Le critère de la taille « longueur tête-corps » n'est plus utilisé, c'est plutôt la masse corporelle (poids) car ce dernier critère n'est pas aussi dépendant de la forme générale de l'espèce. Legendre (1986, 1989) a fait trois observations concernant la structure des cénogrammes et de leurs environnements (fig. 22):

1. Les cénogrammes des environnements ouverts ont une lacune des espèces de taille moyenne (500–8000 g) tandis que les environnements fermés ont une distribution continue.
2. La pente des grandes espèces (plus de 8000 g) est plus raide dans les environnements les plus arides.

3. La pente des petites espèces (au-dessous de 500 g) est liée aux températures minimales.

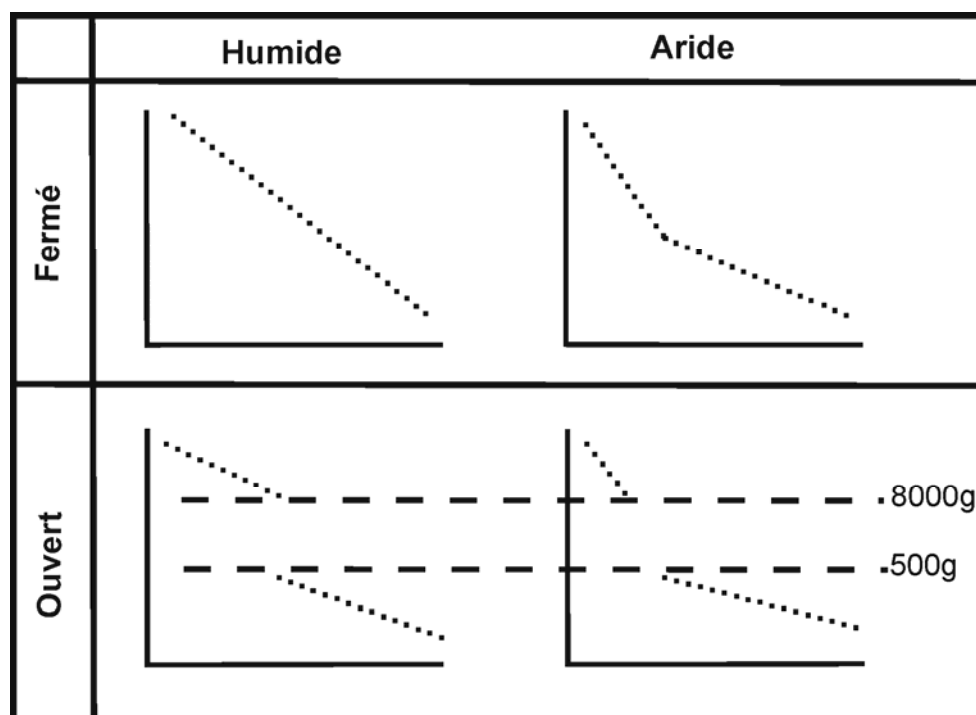


Fig. 22 : Modèles de cénogrammes identifiés par Legendre (1986, 1989)

La méthode des cénogrammes est l'une des méthodes paléoécologiques des plus discutées. Rodríguez (1999) a montré que les rapports entre les modèles de cénogrammes et le climat ne sont pas statistiquement significatives. Il n'a trouvé aucune relation statistiquement significative entre le nombre de mammifères de grande taille et l'aridité, ou entre le nombre de micromammifères et la température. Dans une autre analyse, Hernández Fernández *et al.* (2006) ont indiqué que Rodríguez (1999) a concentré son étude sur une analyse quantitative de chacune des variables d'un cénogramme plutôt qu'une approche qualitative. En outre, Hernández Fernández *et al.* (2006) ont employé une approche statistique qualitative, comparant l'efficacité des cénogrammes pour les reconstitutions des biomes et ainsi ont conclu que les catégories de taille du corps et les variables du cénogramme étaient les plus précises pour identifier les biomes. Gómez Cano *et al.* (2006) ont montré que la méthode des cénogrammes demeure efficace même avec une perte aléatoire d'espèces jusqu'à 60–70% dans un assemblage fossile.

Les catégories de taille du corps est une autre méthode généralement utilisée pour décrire les communautés de faune (Holling, 1992). Cet auteur, sans connaître le travail de Legendre (1986, 1989), a constaté que les modèles de lacunes et les intervalles dans la distribution de la taille du corps des communautés de mammifères et d'oiseaux ont été corrélés avec des changements de la structure du climat et de la végétation.

Travouillon et Legendre (2009) ont suggéré que la méthodologie actuelle des cénogrammes ne permet pas, à elle seule et de manière certaine, la reconstitution des paléohabitats. Cependant, en utilisant en même temps deux autres variables (présence de taxons arboricoles et distribution de la taille du corps), la méthode des cénogrammes devrait s'avérer être un outil écologique de plus en plus utile pour reconstituer les types d'habitats pour les communautés de mammifères fossiles.

Dans le cadre de cet étude, toutes les espèces fossiles récoltées sont classées dans le cénogramme par ordre de taille décroissant, à l'exception des carnivores et des chiroptères, ces groupes étant souvent sous représentés dans le registre fossile. Une fois que le cénogramme est construit, son interprétation se fait par comparaison avec les modèles actuels de Legendre (1986, 1989) (Fig. 22) et les modèles des communautés d'autres gisements fossilifères (ex. Fayoum, Egypte) pour déterminer et discuter les types d'habitats.

b- Estimation du poids des espèces

Gingerich *et al.* (1982) puis Legendre (1989) ont quantifié chez les mammifères la relation entre la masse corporelle et les mensurations dentaires. Ils ont démontré qu'il existait une forte corrélation entre la surface de la première molaire inférieure (M/1), dent généralement la moins variable dans ses dimensions sur la rangée dentaire chez les mammifères (Gingerich 1974), et le poids du corps. Les dents présentent deux critères avantageux pour ce type d'analyse: d'une part, après leur éruption, leur taille ne varie plus ; et d'autre part elles sont constituées de tissu minéralisé résistant qui leur permet d'être bien conservées et fréquentes dans le matériel fossile.

Le poids est estimé en utilisant l'équation d'allométrie qui lie deux caractères à savoir la surface dentaire (X) et le poids (Y) selon l'expression $Y=b_1X^{k_1}$ où k correspond au coefficient d'allométrie et b à une constante (Legendre 1989). Pour calculer les paramètres b et k , cette équation est exprimée en logarithme à base e . où elle devient :

$\ln(Y)=\ln(b_1)+K_1\ln(X)$. Ainsi, les paramètres b_1 et K_1 peuvent être calculés à partir d'une régression linéaire.

Il est à noter que la M/1 de certaines espèces du Glib Zegdou n'est pas encore documentées. Pour palier cette lacune, l'estimation a été faite en se référant à des spécimens, de même espèces ou d'espèces affines, trouvés dans d'autres gisements de l'Eocène africain ; c'est le cas de *Chambius kasserinensis* et *Titanohyrax tantulus* de Chambi en Tunisie. Une autre estimation est possible en corrélant la longueur et la largeur de la M/1 à celles de la M1/ (Fig. 23). Les mesures des molaires ont été effectuées au laboratoire de paléontologie de Montpellier 2 à l'aide d'un microscope appelé mesuroscope comportant un réticule calibré et un compteur digital.

Dans l'ensemble, les longueurs et largeurs de la première molaire inférieure et supérieure, chez les groupes étudiés, présentent de très bons coefficients de corrélations (Tab.16). Chez les primates, les largeurs des M1/1 sont légèrement moins corrélées mais

présentent tout de même un bon coefficient de corrélation de 0.9286. Les corrélations ont été réalisées pour *Thyrohyrax sp.*, *Megalohyrax gevini*, Condylarthra gen. et sp. nov., Primates gen. et sp. nov.1 et Primates gen. et sp. nov.2.

	Hyracoïdes	Condylarthres	Primates
coefficient de corrélation longueur M/1 et M1	0.9804	0.9902	0.9508
coefficient de corrélation largeur M/1 et M1	0.09589	0.9878	0.9286

Tab.16 : Coefficient de corrélation longueur et la largeur de la M/1 à celles de la M1/ chez les hyracoïdes, condylarthres et primates.

2- TAXONS ARBORICOLES

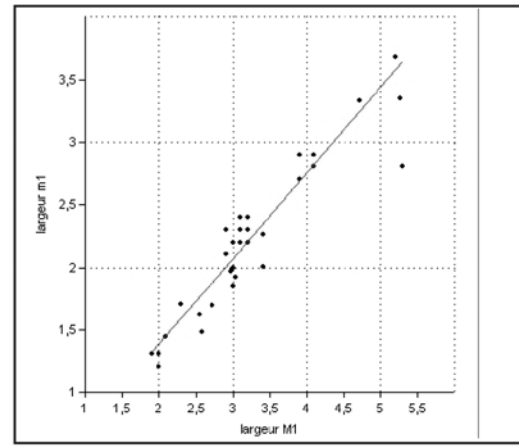
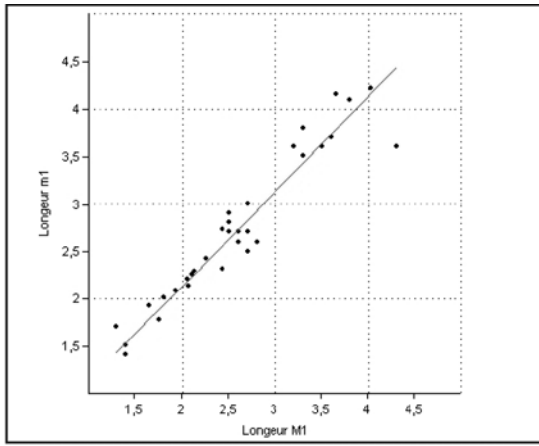
Travouillon et Legendre (2009) ont présenté deux méthodes complémentaires aux cénogrammes en prenant en compte les taxons arboricoles et la distribution de la taille du corps. Ils ont constaté que les habitats fermés contiennent des espèces arboricoles de toutes les tailles (grandes, moyennes et petites) tandis que les habitats semi-ouverts contiennent seulement de grandes espèces arboricoles et les habitats ouverts ne contiennent aucune espèce arboricole.

Définir la nature arboricole des taxons fossiles est très délicate en l'absence de squelette bien préservé. Malgré tout, il est généralement admis que certains mammifères et notamment les primates exigent la présence d'arbre pour satisfaire leur alimentation et assurer leur survie face aux prédateurs terrestres.

On considère dans cette étude, en tant que taxons arboricoles, en nombre maximal, les espèces des Gour Lazib suivantes :

- *Microhyrax lavocati*, car l'examen de l'os du tarse (astragale) suggère qu'il puisse être arboricole (Tabuce *et al.*, 2007);
- Les rongeurs zegdoumyidés car ils sont considérés comme ancêtres probables des anomalures, un groupe adapté au vol plané dans les arbres.
- Les primates azibiidés car ils pourraient être voisins des strepsirhiniens actuels (lémurs, loris et galagos). Ces animaux sont essentiellement arboricoles ; bien que certains passent beaucoup de temps au sol. Les strepsirhiniens vivent essentiellement dans les forêts humides, même si certains habitent les forêts sèches et les régions semi-arides.

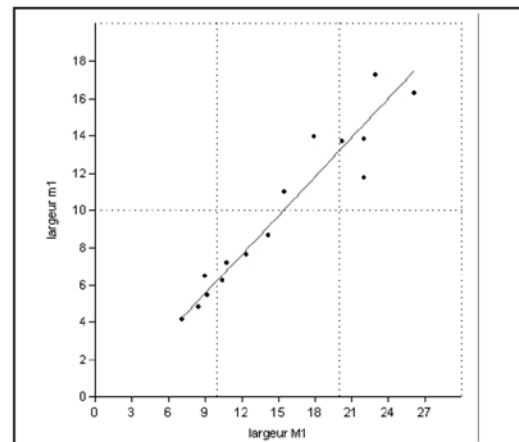
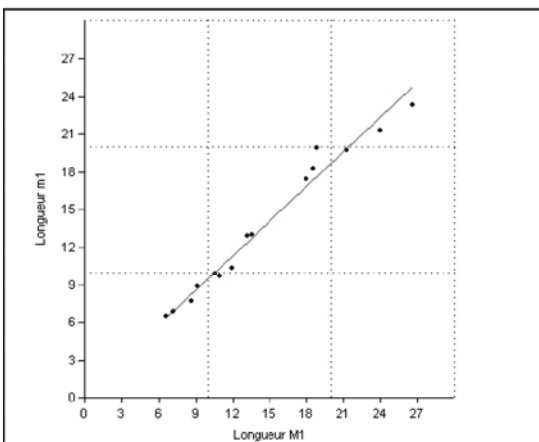
Enfin, on a représenté graphiquement, pour les différentes classes de taille, ces taxons arboricoles (par opposition à tous autres taxons non-arboricoles). Les résultats sont comparés au type d'habitat et au cénogramme.



a- Diagramme de dispersion de la Longueur M/1 en fonction de celle de la M1/ des primates

b- Diagramme de dispersion de la largeur M/1 en fonction de celle de la M1/ des primates

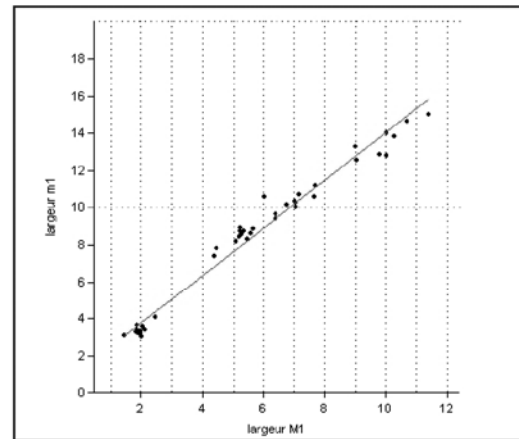
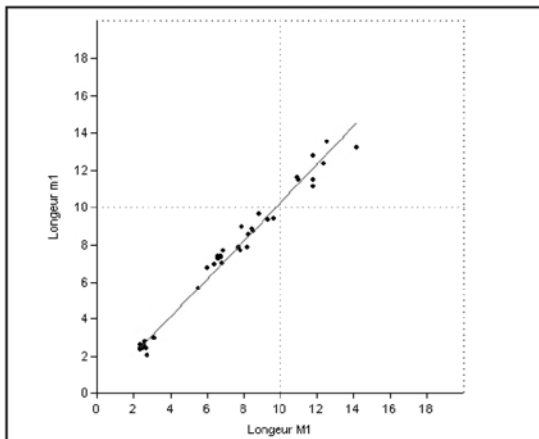
Données d'après Szalay (1976) et Godinot (1983)



c- Diagramme de dispersion de la Longueur M/1 en fonction de celle de la M1/ des Hyracoïdes.

d- Diagramme de dispersion de la largeur M/1 en fonction de celle de la M1/ des Hyracoïdes.

Données d'après Matsumoto (1926), Meyer (1978), Rasmussen (1988, 1989, 2000)



e- Diagramme de dispersion de la Longueur M/1 en fonction de celle de la M1/ des Condylarthra

f- Diagramme de dispersion de la largeur M/1 en fonction de celle de la M1/ des Condylarthra

Données d'après Thewissen (1990), Williamson et Lucas (1992), Robinson et Williams (1997) et de Muizon et Cifelli (2000).

Fig. 23 : Corrélations entre les dimensions linéaires des M1/1 chez certains Primates, hyracoïdes et condylarthres.

3- ANALYSE DE DIVERSITE ECOLOGIQUE

a- Principe

La méthode des analyses de la diversité écologique utilisée ici est celle appliquée par Gagnon (1997) à la faune du Fayoum, elle-même dérivée des travaux de Fleming (1973) puis Andrews et Evans (1979). Elle consiste à décrire la distribution des espèces, au sein de leurs communautés, suivant certains critères ayant une signification adaptative : le poids, le régime alimentaire et les groupements taxonomiques. Pour chaque critère, l'espèce est classée selon des catégories. Dans le but de reconstituer le paléohabitat de la faune des Gour Lazib, les résultats obtenus seront comparés avec les six modèles d'environnements (ouverts et fermés) trouvés sur les faunes actuelles et ceux des quatre communautés fossilifères du Fayoum (FFZ 1-4) étudiées par Gagnon (1997).

b- Reconstitution du régime alimentaire

La morphologie dentaire chez les mammifères, qu'ils soient carnivores, insectivores, herbivores ou omnivores, fournit d'importants critères qui sont suffisamment explicites pour la reconstitution des régimes alimentaires de la plupart des groupes fossiles. Le cas des primates est plus complexe puisqu'ils ont développé une morphologie dentaire variée qui traduit une diversité des régimes alimentaires (Kay 1977). Dès l'Eocène, on recense des espèces insectivores et folivores ayant développé des crêtes longues et tranchantes, et des espèces frugivores aux crêtes plus courtes et aux bassins moins profonds.

Selon Kay et Covert (1984) et Smith et Jungers (1997), la taille du corps est l'un des facteurs les plus importants pour l'évaluation des régimes alimentaires des primates fossiles. Tous les plus petits primates actuels (< de 300 g) sont principalement insectivores, alors que les grands (> 600 g) sont principalement folivores. Il est donc possible de les distinguer. Mais, les primates frugivores sont distribués à travers un large éventail de taille du corps (Kay et Simons 1980). Ceci rend impossible l'emploi de la masse corporelle pour différencier les frugivores des insectivores ou des folivores. En plus, certains frugivores peuvent se nourrir de sève ou de résine. Parfois, pour compléter leur apport en protéines, les primates frugivores doivent se nourrir d'insectes ou de feuilles (les deux riches en protéines) ce qui complique la morphologie dentaire et ainsi les reconstitutions du régime alimentaire des taxons fossiles.

Pour distinguer les primates frugivores de ceux insectivores ou folivores, ayant la même taille, Kay et Simons (1980) et Kay et Covert (1984) ont quantifié ce critère en mesurant le quotient de cisaillement (Shearing Quotient, SQ), une mesure relative du développement des crêtes molaires. Cette méthode consiste à mesurer la longueur des crêtes associées aux facettes d'usures 1 à 6 (dues à la mastication du bol alimentaire) (Fig. 24, 25) et

à additionner les longueurs obtenues. Ensuite, une moyenne est établie pour chaque espèce. On appliquera dans ce travail la méthode de Kirk et Simons (2001). Ces auteurs ont établi une régression linéaire de la longueur totale des crêtes sur la longueur moyenne de la deuxième molaire inférieure ($M/2$). Ainsi, à partir de l'équation de la droite de régression, une valeur théorique (prédiction) peut être faite à partir des dimensions de la molaire. Enfin, la différence exprimée en pourcentage entre valeurs théoriques et observées correspond au Shearing Quotient (SQ). Il est à noter que cette étude est préliminaire, un travail plus détaillé sur les micro-usures des primates de l'Afrique du Nord et d'Asie est en cours (Ramdarshan, Thèse en cours).

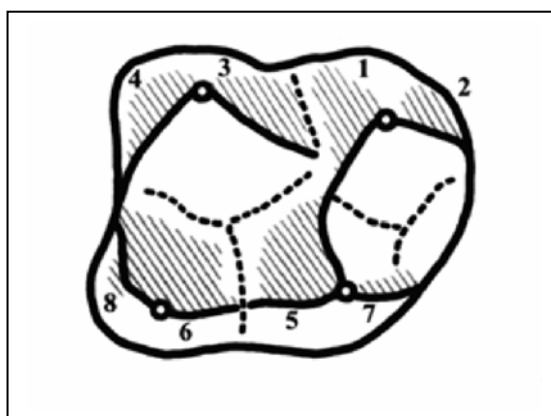


Fig. 24 : M/2 de *Galago crassicaudatus* (Primate Lorisiforme actuel) montrant les crêtes molaires 1 à 6 mesurées (Kirk et Simons, 2001).

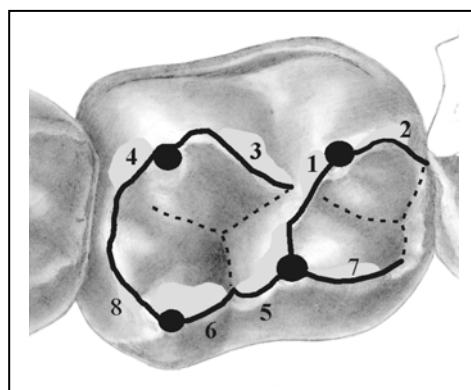


Fig. 25 : M/2 d'*Azibius trerki* avec représentation des crêtes molaires qui ont été mesurées (1 à 6).

IV. RESULTATS

1- CENOGRAMME

Le cénogramme de la faune des Gour Lazib, représenté dans la figure 26, est construit sur la base de 22 taxons (Tab. 17). Dans ce graphique, la microfaune (poids<500g) est bien représentée. Les espèces de taille intermédiaire (poids compris entre 500g et 8kg) sont moins nombreuses mais également bien représentées. Cependant, les taxons de grande taille (>8kg) représente la minorité dans cette association mammalienne étudiée. Cette répartition ressemble à celle retrouvée dans les cénogrammes des communautés mammaliennes de Jebel Qatrani au Fayoum, mais elle en diffère par la plus faible représentation des grandes espèces de mammifères.

	Longueur	largeur	Surface (X)	ln (X)	K1	K1ln (X)	ln (b1)	ln (Y)	Poids en g	Rang
<i>Titanohyrax mongereaui</i>								13,4224	675000,0001	1
<i>Megalohyrax gevini</i>	20,4825	15,2932	313,2429	5,7469	1,5147	8,7048	3,6049	12,3097	221843,9376	2
<i>Titanohyrax tantulus</i>	10,2000	6,2000	63,2400	4,1469	1,5147	6,2814	3,6049	9,8863	19658,5078	3
<i>Thyrohyrax sp</i>	7,5339	4,6607	35,1132	3,5586	1,5147	5,3902	3,6049	8,9951	8063,3053	4
<i>Condylarthra gen. et sp. nov</i>	3,1659	6,4242	20,3382	3,0125	1,5147	4,5630	3,6049	8,1679	3526,0598	5
<i>Microhyrax lavocati</i>	5,0215	3,3990	17,0681	2,8372	1,5147	4,2975	3,6049	7,9024	2703,8229	6
<i>Helioseus insolitus</i>	5,3035	4,2033	22,2919	3,1042	1,7054	5,2939	2,2470	7,5409	1883,6098	7
<i>Hyracoidea gen. et sp. nov</i>	4,4390	2,3183	10,2911	2,3313	1,5147	3,5312	3,6049	7,1361	1256,5012	8
<i>Primates gen et sp nov1</i>	3,3471	3,1934	10,6886	2,3692	1,7084	4,0475	2,7408	6,7883	887,4107	9
<i>Azibius nov sp</i>	3,8967	2,5507	9,9391	2,2965	1,7084	3,9233	2,7408	6,6641	783,7578	10
<i>?Chambius sp</i>	2,4300	1,9600	4,7628	1,5608	1,5147	2,3642	3,6049	5,9691	391,1526	11
<i>Azibius trecki</i>	2,2530	1,7684	3,9842	1,3823	1,7084	2,3616	2,7408	5,1024	164,4137	12
<i>Primates gen et sp nov2</i>	2,0540	1,4570	2,9927	1,0962	1,7084	1,8727	2,7408	4,6135	100,8359	13
<i>Primates gen et sp nov3</i>	1,5904	1,5013	2,3877	0,8703	1,7084	1,4868	2,7408	4,2276	68,5559	14
<i>Algeripithecus minutus</i>	1,7990	1,2237	2,2014	0,7891	1,7084	1,3481	2,7408	4,0889	59,6724	15
<i>Lazibemys zegdouensis</i>	1,7210	1,7480	3,0083	1,1014	1,6375	1,8035	2,2446	4,0481	57,2889	16
<i>Zegdoumys lavocati</i>	1,8110	1,6510	2,9900	1,0953	1,6375	1,7935	2,2446	4,0381	56,7178	17
<i>Glibia pentalopha</i>	1,3560	1,1290	1,5309	0,4259	1,6375	0,6974	2,2446	2,9420	18,9530	18
<i>Glibemys algeriensis</i>	1,2300	1,1400	1,4022	0,3380	1,6375	0,5535	2,2446	2,7981	16,4142	19
<i>Insectivora sp 1</i>	1,6700	1,0640	1,7769	0,5749	1,8228	1,0479	1,4461	2,4940	12,1090	20
<i>Insectivora sp 2</i>	1,3605	0,9000	1,2245	0,2025	1,8228	0,3691	1,4461	1,8152	6,1423	21
<i>Rodentia gen et sp nov 1</i>	0,9000	0,8000	0,7200	-0,3285	1,6375	-0,5379	2,2446	1,7067	5,5106	22

Tab. 17 : Liste des taxons représentés sur le cénogramme. Les dimensions des M/I sont des moyennes établies pour chaque espèce. Le poids (Y) est calculé à partir de la régression linéaire de Legendre (1989) dont l'équation est : $\ln(Y) = \ln b_1 + K_1 \ln(X)$ avec $X = L \times l$.

2- TAXONS ARBORICOLES

La figure 27 montre la présence décroissante dans les trois classes de taille, respectivement, petite, moyenne et grande taille ce qui traduit des habitats fermés. En effet, Travouillon et Legendre (2009) ont constaté que les habitats fermés contiennent des espèces arboricoles de toutes les tailles (grande, moyenne et petite) tandis que les habitats semi-ouverts contiennent seulement de grandes espèces arboricoles et les habitats ouverts ne contiennent aucune espèce arboricole.

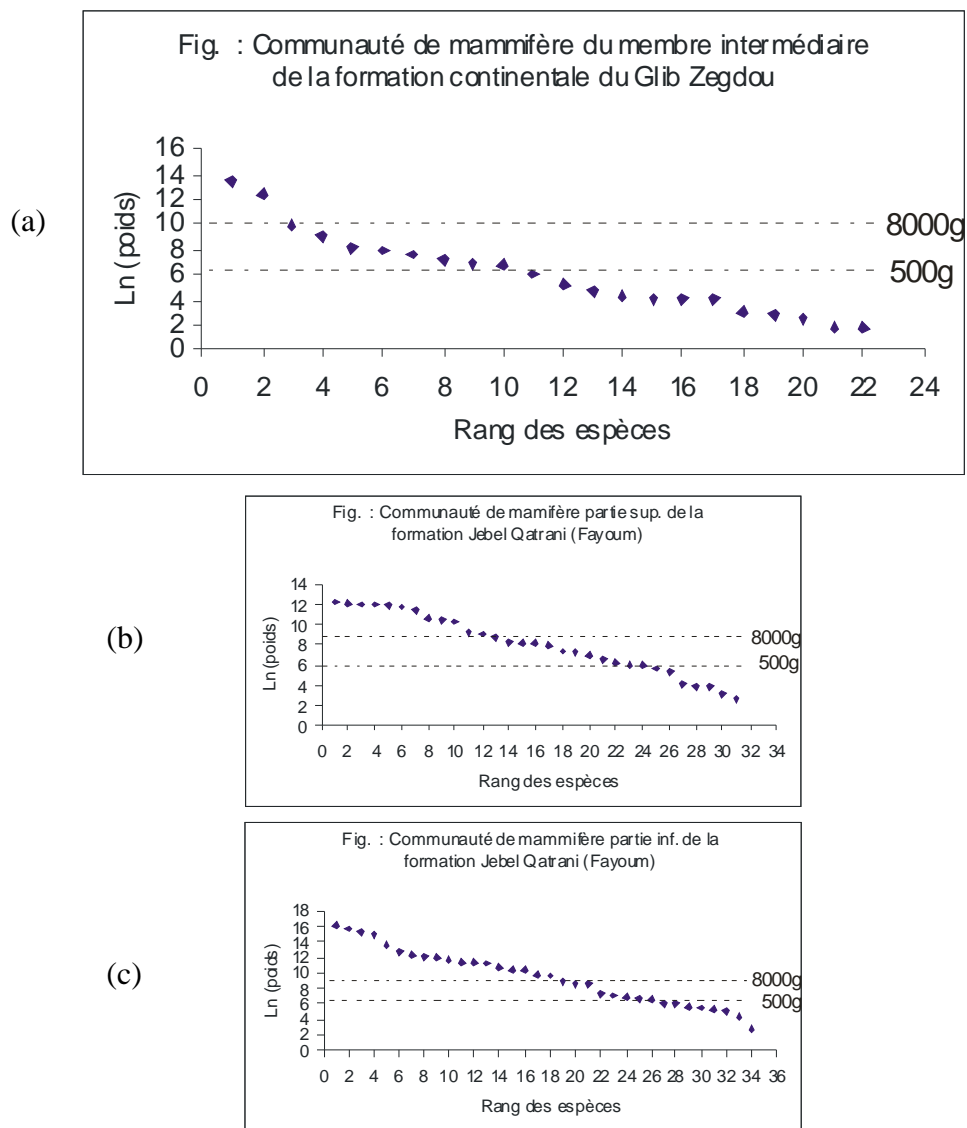


Fig. 26: Cénogrammes. (a) Communauté de mammifères du membre intermédiaire de la formation continentale du Glib Zegdou. (b) Communauté de mammifères de la partie supérieure de Jebel Qatrani. (c) Communauté de mammifères de la partie inférieure de Jebel Qatrani (d'après Ducrocq, 1997).

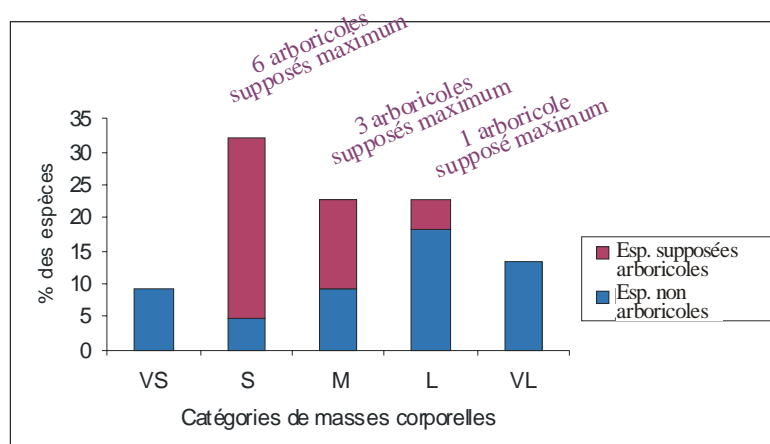


Fig. 27 : Pourcentages des taxons dans chacune des catégories de poids choisies avec les espèces supposées arboricoles de la faune mammalienne des Gour Lazib

Espèces	Masses corporelle (en g)	SQ	Conclusions
<i>Azibius trerki</i>	164.41	-1.5	fruits (insectes)
<i>Azibius</i> nov. sp.	783.75	-2.7	fruits (feuilles)
<i>Algeripithecus minutus</i>	59.67	1.7	insectes
Primates gen. et sp. nov.3	68.55	5.3	feuilles (fruits)
Primates gen. et sp. nov.1	887.41		feuilles (fruits) ?
Primates gen. et sp. nov.2	100.83		insectes (fruits) ?

Tab. 18: « Shearing quotients » des primates des Gour Lazib.

Faune du Glib Zegdou	Taxons	Régimes alimentaires	Masses corporelles
<i>Glibemys algeriensis</i>	R	B	A
<i>Glibia pentalopha</i>	R	B	A
<i>Glibia tetralopha</i>	R	B	A
<i>Glibia</i> sp	R	B	A
<i>Zegdoumys lavocati</i>	R	B	A
<i>Zegdoumys</i> sp	R	B	A
<i>Lazibemys zegdouensis</i>	R	B	A
Rodentia gen et sp nov 1	R	B	A
<i>Algeripithecus minutus</i>	P	I	A
<i>Azibius trerki</i>	P	F	A
Primates gen et sp nov 1	P	? B	A
Primates gen et sp nov 2	P	? I	A
Primates gen et sp nov 3	P	I	A
<i>Azibius</i> nov. sp.	P	F	A
Condylarthra gen. et sp. nov.	O	O	B
<i>Microhyrax lavocati</i>	O	O	B
Hyracoidea gen et sp nov	O	B	B
<i>Thyrohyrax</i> sp	O	B	B
<i>Titanohyrax mongereaui</i>	O	B	E
<i>Titanohyrax tantulus</i>	O	B	C
<i>Megalohyrax gevisi</i>	O	O	E
<i>Helioseus insolitus</i>	A	B	B
Insectivora sp 1	I	I	A
Insectivora sp 2	I	I	A
? <i>Chambius</i> sp.	A	I	A
<i>Glibzegdouia tabelbalaensis</i>	C	C	B
Creodonta indet.	C	C	A

Tab. 19 : Diversité taxonomique, régimes alimentaires et masses corporelles des mammifères des Gour Lazib. Taxons : R-rongeurs, I-insectivores, P-primates, O-ongulés, C-carnivores, A-autres. Régimes alimentaires : I-insectivores, F-frugivores, B-« browser », G-« grazer », C-carnivores, O-omnivores. Masse corporelle : A-moins d'1 kg, B-1 à 10 kg, C-10 à 45 kg, D-45 à 180 kg, E-plus de 180kg.

3- ANALYSE DE LA DIVERSITE ECOLOGIQUE

a- Reconstitution du régime alimentaire

En se basant sur la morphologie des molaires, les rongeurs et les hyracoïdes sont considérés comme des herbivores « browser » (Tab. 19). Le régime alimentaire des primates est plus varié. *Azibius trerki* et *Azibius* nov. sp. sont frugivores et secondairement gomivores. Par contre, le primate gen. et sp. nov.1, qui possède une morphologie dentaire proche de *Cryptadapis*, c'est-à-dire non bunodonte avec de nombreuses crêtes, est considéré comme « browser » et secondairement insectivore (Tab. 18). Enfin, le petit primate gen. et sp. nov.2 est qualifié d'insectivore en raison de sa petite taille (environ 100g).

b- Diversité écologique

La figure 28 regroupe les résultats de l'analyse écologique de la faune des Gour Lazib. Le spectre taxonomique montre la prédominance de trois groupes (Fig.28.a), respectivement les rongeurs (29.6%), les ongulés qui sont représentés essentiellement par des hyracoïdes (25.9%), viennent ensuite les primates (22.2%). Les insectivores et les carnivores sont minoritaires. Globalement, cette prédominance en pourcentage est comparable à celle des quatre zones du Fayoum. La différence réside dans le pourcentage des rongeurs qui sont moins représentés au Fayoum et inversement les carnivores.

Sur le plan du régime alimentaire (Fig.28.b), le graphe indique que la faune des Gour Lazib est constituée majoritairement d'herbivores « browser » (51.9%) puis d'insectivores (22.2%). Le reste de la faune est partagé entre les frugivores, carnivores et omnivores. La catégorie des herbivores « grazer » est totalement absente dans cet assemblage. Le spectre de la diversité des masses corporelles (Fig.28.c) montre une décroissance rapide de la diversité spécifique des petites espèces (catégorie A) vers les grandes espèces (catégorie E) avec une lacune de la catégorie D.

V. DISCUSSIONS

1- Interprétations et hypothèses issues des données paléontologiques et géologiques

Les niveaux fossilifères du membre intermédiaire de la formation continentale du Glib Zegdou ont livré un nombre impressionnant de gyrogonites de charophytes représentant deux familles : les Characeae et Raskyellaceae. Elles sont respectivement documentées par 17 et 3 espèces. Les charophytes sont des algues qui vivent actuellement dans les eaux douces ou saumâtres à faible énergie (lac). Elles forment des prairies submergées, parfois très denses dont la taille du thalle varie de quelques cm à plus d'un mètre, selon la profondeur de la masse d'eau (Riveline, 1986).

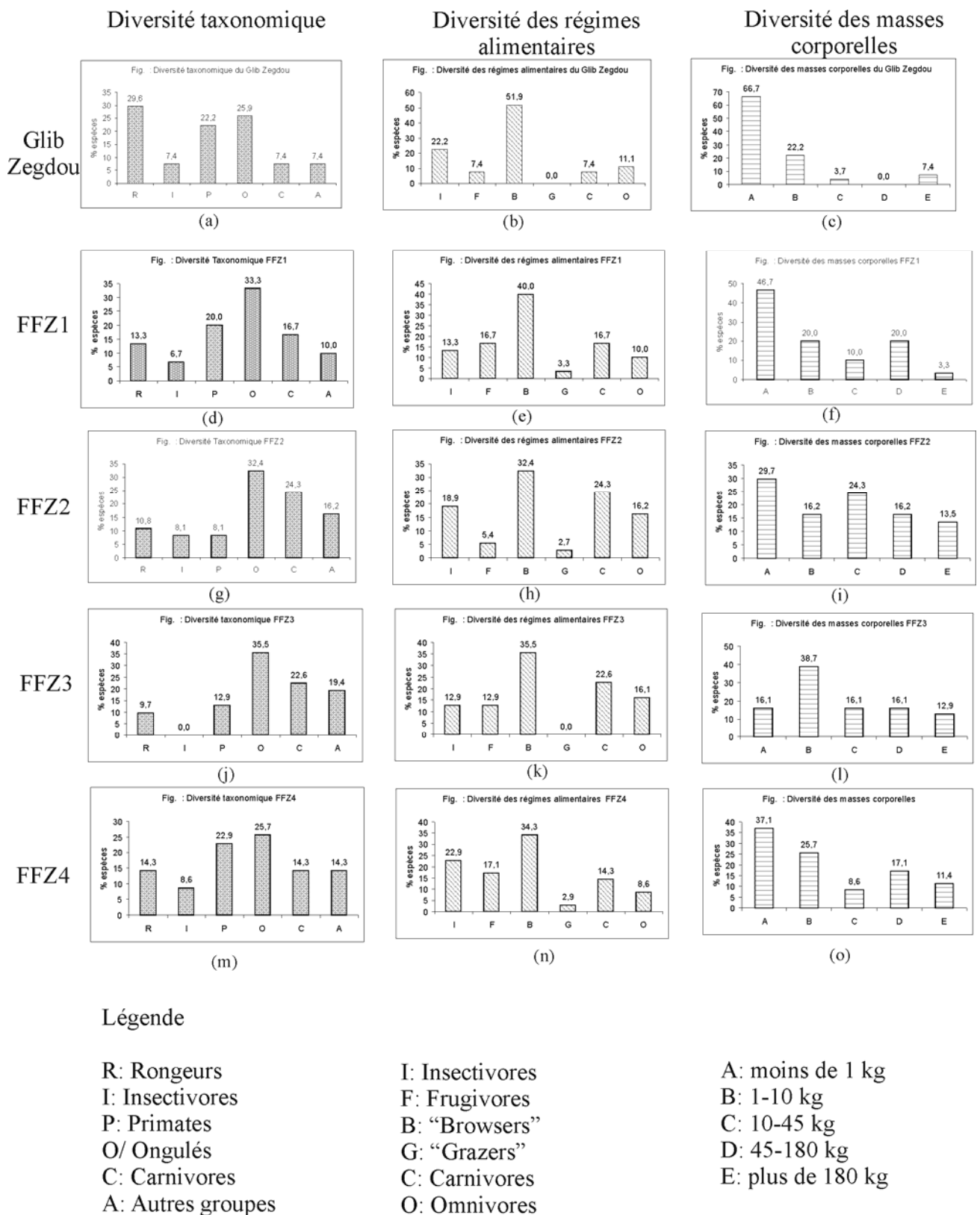


Fig. 28 : Analyse de la diversité écologique du Glib Zegdou et comparaison avec les niveaux fossilifères de Jebel Qatrani au Fayoum (Gagnon, 1997).

La présence d'au moins six taxons de poissons (Polypteriformes, Characiformes, Perciformes et Siluriformes) dont certains ont une longueur estimée à plus d'1 mètre, évoque une tranche d'eau plus importante (Adaci *et al.*, 2007).

La prédominance d'une sédimentation détritique argilo-gréseuse, parfois en chenaux, implique un milieu plus énergétique que lacustre. Les structures à stratifications obliques et entrecroisées correspondent à un système fluvial.

Ainsi, la confrontation des données recueillies sur terrain permet de proposer deux hypothèses de reconstitutions paléoenvironnementales (voir chapitre V):

- Les sédiments du membre intermédiaire se sont déposés dans un lac. Cette hypothèse est soutenue par la présence abondante des charophytes et les sédiments fins (silts et argiles) ainsi que par la présence d'un os d'oiseau appartenant aux Presbyornithidae, espèces trouvées souvent en grand nombre dans les environnements lacustres (Mourer-Chauviré, communication écrite, 2009). Par contre, elle est en conflit avec l'absence de calcaire lacustre dans le membre intermédiaire et l'abondance des niveaux gréseux à stratifications obliques et entrecoupées.

- Les dépôts du membre intermédiaire peuvent correspondre à une sédimentation fluviale avec des réseaux à méandres. Cette hypothèse s'accorde avec le type de faciès argilo-gréseux montrant des séquences fluviales incomplètes (litages entrecroisés, lamines obliques ou parallèles) et avec la présence de phénomènes de pédogénèse (Calcrètes et silcrètes) vers le sommet de cette formation. La présence de gastéropodes d'eau douce dans certains niveaux gréseux chenalisés du membre intermédiaire (HGL90, HGL11 et HGL62) ainsi que l'état désarticulé mais bien préservé de la plupart des restes mammaliens implique un léger transport, ce qui va à l'appui de cette deuxième hypothèse. Ces observations suggèrent également un faible transport fluvial et fournissent de fortes indications pour l'origine autochtone de l'assemblage.

2- Interprétations et hypothèses issues des résultats du cénogramme

Pour l'interprétation des cénogrammes, Legendre (1986, 1989) a fait quelques observations concernant la structure des cénogrammes et leurs environnements (fig. 22). Les cénogrammes des environnements ouverts ont une lacune des espèces de taille moyenne (500–8000 g) tandis que les environnements fermés ont une distribution continue. Un milieu fermé forestier se caractérise alors par des espèces de taille intermédiaire bien représentées.

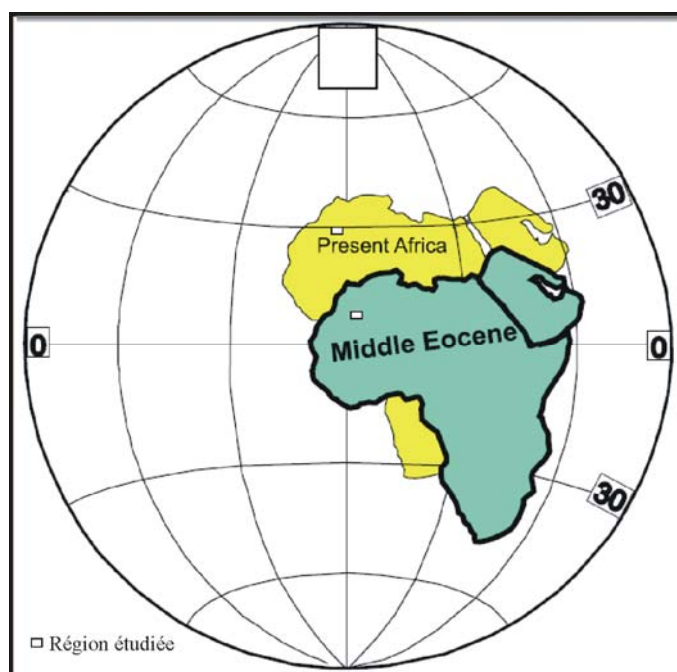
Le cénogramme du Glib Zegdou montre une distribution continue, il évoque indiscutablement le modèle forestier fermé de Legendre (1989) représentant les forêts tropicales actuelles d'Afrique. Cet auteur a montré également que la pente des grandes espèces (plus de 8000 g) est plus raide dans les environnements les plus arides. Celle du Glib Zegdou se redresse sur le cénogramme car le nombre d'espèces de grande taille n'est représenté que par 3 taxons sur 22. Le milieu serait ainsi plutôt aride ; cette aridité pourrait

être expliquée par des saisons sèches et chaudes dans cette partie de l'Afrique au cours de l'Eocène inférieur, mais avec une humidité suffisamment importante pour permettre l'existence de cours d'eaux importants et permanents et de plaines alluviales expliquant la présence de gros poissons et l'abondance des charophytes.

De même, à Jebel Qatrani (Fayoum), malgré une bonne représentation des Proboscidiens (*Palaeomastodon*, *Moeritherium*), d'Embrithopodes (*Arsinoitherium*) et d'Hyracoïdes de grandes tailles (*Titanohyrax ultimus*), le cénogramme décrit un milieu forestier fermé soumis à des conditions climatiques sèches et chaudes (Ducroq, 1997), mais il apparaît plus humide qu'au Glib Zegdou. Il a été reconstitué comme un paléodelta du Nil (Bown et Kraus, 1988).

La pente des espèces de petite taille (< 500 g) est faible et leur nombre est dominant. Selon le modèle de Legendre (1989), une telle faune aurait vécu sous un climat plutôt chaud. La même structure est observée sur le cénogramme de la faune du Glib Zegdou et de Jebel Qatrani avec une microfaune bien représentée. En outre, Lotfy (2007) situe l'Afrique du Nord, plus au Sud de l'actuel à 15-17°N ce qui placerait la région du Glib Zegdou-Gour Lazib sous un climat tropical (Fig. 29). D'autres travaux sur les données paléoclimatiques de la marge sudtéthysienne, à la limite Paléocène/Eocène (Bolle *et al.*, 1999), ont attribué à la partie méridionale de la Tunisie un climat chaud et humide au Paléocène supérieur, devenant aride à la limite Paléocène/Eocène. Les travaux de Abdeljaouad (1991) et Abdeljaouad *et al.* (1998) s'accordent sur l'existence d'un climat de type méditerranéen ou tropical à saisons sèches sur la plate-forme saharienne à l'Eocène inférieur et moyen; avec une humidité qui devait être suffisante pour permettre l'existence de marécages permanents dans les Gour Lazib (Tabuce, 2002).

Fig. 29 : Position du continent africain à l'Eocène moyen-Oligocène inférieur, comparée à la position actuelle (Lotfy, 2007).



3- Interprétations et hypothèses issues des résultats de la diversité écologique

La méthode appliquée par Gagnon (1997) lui a également permis de proposer des reconstitutions paléoenvironnementales pour les sites du Fayoum. La diversité taxonomique ne lui a pas permis de caractériser statistiquement l'environnement et ainsi d'avoir une différence significative entre la distribution des milieux ouverts et fermés. En terme de diversité générique et spécifique (Fig. 30a à 30f), la faune des Gour Lazib évoque les environnements fermés et ressemble à celle du Fayoum. Sa diversité d'ongulés est nettement inférieure à celle des communautés de milieux ouverts et avoisine celle des milieux forestiers actuels (Fig.9b et 9e). Les hyracoïdes, seuls représentants des ongulés dans les Gour Lazib, présentent une diversité spécifique riche et représente ainsi les plus grands mammifères. L'absence des proboscidiens est à signaler dans ces sites ; en effet ce groupe est présent dans la majorité des autres faunes du Paléogène africain. Cette absence pourrait s'expliquer par une compétition écologique avec les hyracoïdes de grande taille ; la question reste ouverte. Enfin, la diversité des primates est légèrement supérieure à celles des milieux ouverts et approchent celles des milieux forestiers (Fig. 30a et 30d).

En comparant la diversité taxonomique des faunes actuelles à celle observée aux Gour Lazib, on constate que cette dernière faune présente une diversité taxonomique très inférieure que celle des assemblages actuels (Fig. 30c, 30f). La diversité des Gour Lazib (24 genres et 25 espèces au moins) ressemble à celle du Fayoum et notamment à celle de la partie inférieure de la formation Jebel Qatrani (25 genres et 34 espèces). Elle reste malgré tout inférieure à la communauté mammalienne actuelle la plus pauvre (31 genres et 38 espèces). Quoiqu'il en soit, la faible diversité taxonomique générique et spécifique des Gour Lazib peut s'expliquer par le fait que les assemblages fossiles sont bien évidemment moins diversifiés que les communautés actuelles en raison des processus taphonomiques qui biaisent l'échantillonnage (Wolff, 1975).

Concernant le régime alimentaire, les herbivores « browser » présentent une richesse dominante devant les insectivores et les frugivores. Viennent ensuite les carnivores et les omnivores. Ce spectre évoque une affinité avec les milieux forestiers. Cependant, il pourrait être influencé par une fausse attribution du régime alimentaire des primates et de certains hyracoïdes dont la morphologie dentaire s'avère complexe.

Les spectres des masses corporelles des milieux forestiers se caractérisent par une abondance des espèces de moins de 1 kg, puis par un gradient décroissant continu vers les plus grandes formes. Les milieux ouverts possèdent également un nombre important de petites espèces, mais les autres catégories présentent des valeurs proportionnellement plus équilibrées. L'examen de la distribution des masses corporelles (Fig.28.c) de la faune des Gour Lazib évoque sans aucun doute un milieu fermé avec une décroissance rapide de la diversité spécifique, montrant ainsi un déséquilibre entre la distribution des espèces de petites tailles et les autres catégories. Ces résultats confirment ceux du cénogramme.

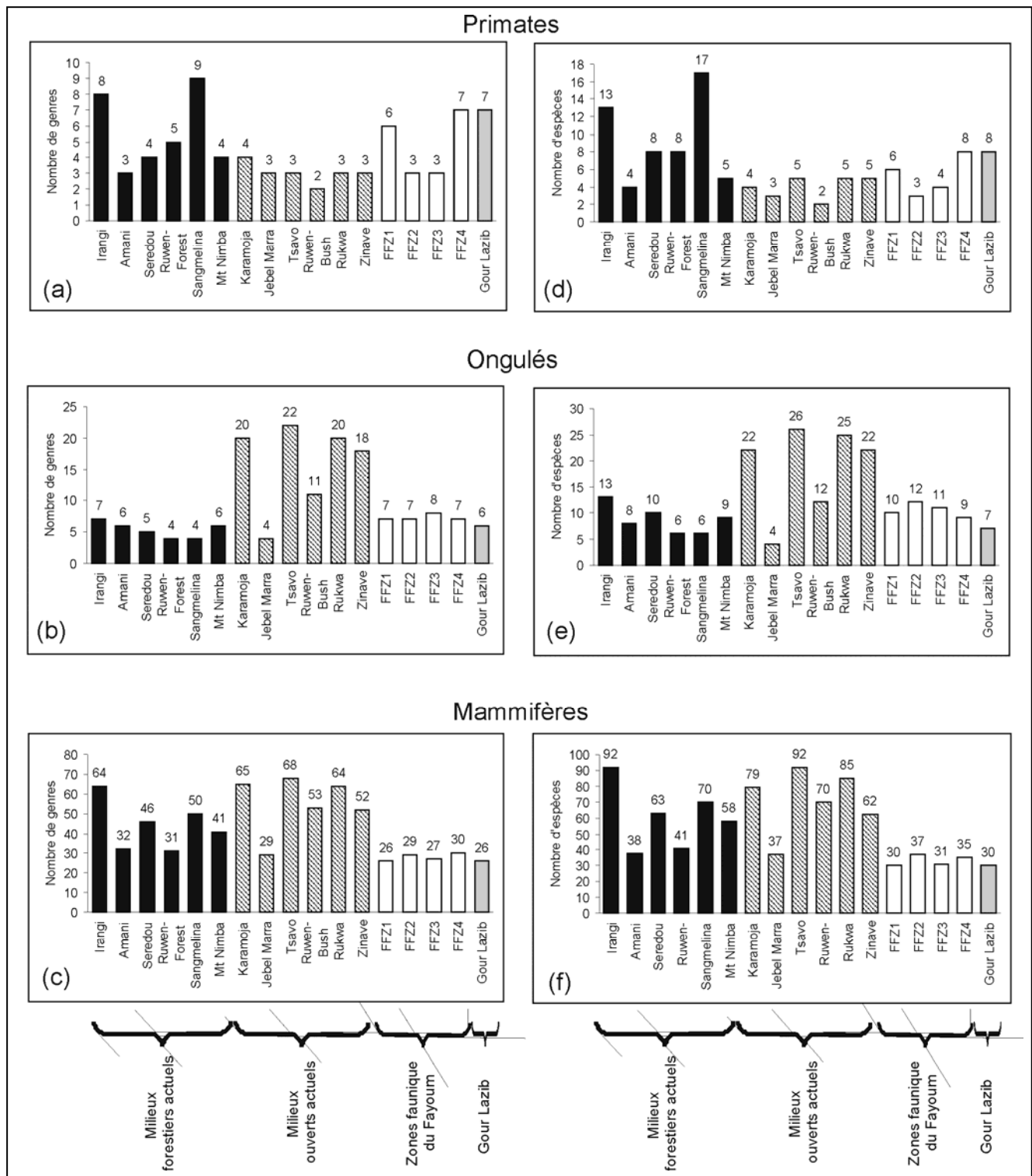


Fig. 30 : Diversité générique (a, b, c) et spécifique (d, e, f) des primates, des ongulés et des mammifères. En noir, les environnements forestiers africains actuels : 1-Irangi, 2-Amani, 3-Seredou , 4-Ruvenzori, 5-Sangmelina, 6-Mt Nimba. En hachuré, les environnements ouverts africains actuels: 7-Karmoja, 8-Jebel Marra, 9-Tsavo, 10-Ruvenzori, 11-Rukwa, 12-Zinave. En blanc, les niveaux du Jebel Qatrani (Fayoum): 13-FFZ1, 14- FFZ2, 15-FFZ3, 16-FFZ4 (Gagnon, 1997). En grisé, 17-Le Glib Zegdou.

4- Taxons Arboricoles

Le spectre des espèces arboricoles (supposées) montre la présence de taxons “arboricoles” parmi la faune mammalienne des Gour Lazib (Fig. 27) dans les trois catégories de poids de Travouillon et Legendre (2009) (grande, moyenne et petite). Ceci plaide en faveur d’un habitat fermé car les habitats semi-ouverts contiennent seulement de grandes espèces arboricoles et les habitats ouverts ne contiennent aucune espèce arboricole. Ce résultat rejoint ceux issus des différentes méthodes paléoécologiques utilisées dans cette étude.

VI. CONCLUSION

Les informations fournies par les différentes méthodes paléoenvironnementales utilisées dans cette étude s’accordent pour inférer à la faune mammalienne des Gour Lazib un milieu forestier tropical, chaud et humide, soumis à des saisons marquées. De même, d’autres résultats, notamment ceux obtenus en Tunisie par Abdeljaoued *et al.* (1998) et Bolle *et al.* (1999), soutiennent la présence d’un tel climat en Afrique du Nord au cours de l’Eocène.

La présence d’un vaste lac, supposé par Gevin (1975b) et Tabuce (2002) reste possible, mais l’existence d’un système fluvial avec méandres reste l’hypothèse la plus plausible. Ce système était vraisemblablement représenté par des cours d’eaux très importants avec un faible courant, probablement bordé d’une forêt-galerie où vivaient les primates et rongeurs, puis de milieux ouverts en périphérie dans lesquels les hyracoides de grandes taille devaient évoluer.

**CHAPITRE V: EPIGENIES, ENCROUTEMENTS ET ENVIRONNEMENTS DE
DEPÔTS DU PALEOGENE CONTINENTAL DU SUD-OUEST
ALGERIEN**

CHAPITRE V: EPIGENIES, ENCROûTEMENTS ET ENVIRONNEMENTS DE DEPÔTS DU PALEOGENE CONTINENTAL DU SUD-OUEST ALGERIEN

I- HISTORIQUE ET TERMINOLOGIE

La genèse des encroûtements est discutée depuis plus d'un siècle. Agafonoff (1936) et Miller (1937) l'ont expliqué par la remontée des solutions capillaires du sol et précipitation en surface des matières dissoutes « per ascensum ». Cependant, à la suite de recherches pédologiques, Boulaine (1957), Gile *et al.* (1965, 1966), Reeves (1976) et Hay et Wiggins (1980) ont invoqué l'hypothèse par « descensum », expliquée par les processus aboutissant à la différenciation d'horizons de sol. Plusieurs travaux de recherches attribuent les encroûtements aux eaux de ruissellement laminaire, à des dépôts lacustres, à des précipitations de nappes phréatiques (Branner, 1911 ; Bradley, 1929 ; Bourcart, 1938 ; Durand, 1952 et 1963 ; Coque, 1962 et Conrad, 1969).

En pays sub-aride et notamment au Maghreb, l'épigenie et les encroûtements carbonatés sont des phénomènes étudiés depuis fort longtemps, par de nombreux chercheurs. Ils se développent sur des supports rocheux de nature et d'âges différents. Ainsi, il est impératif de relater Millot *et al.* (1969 et 1977), Ruellan (1970), Goudie (1973), Ruellan *et al.* (1977), Paquet (1983), Bock (1983), Truc *et al.* (1984, 1985 et 1987), Roulin (1985), Beaudet (1986), El Youssi (1986, 1993), Mahdoudi (1988), El Sulaimi (1988), Vogt (1989), Bensalah (1989) et Abdeldjaoued (1991).

Néanmoins, dans ces travaux, la terminologie divise les auteurs au niveau des définitions données.

Pour les anglo-saxons, notamment les sud-africains, les australiens et les américains (Goudie, 1973 ; Reeves, 1976 ; Watts, 1980) désignent par le terme « calcretes » toutes les roches calcaires continentales de diverses origines (calcaires lacustres et palustres, calcaires de pentes, travertins, formations alluviales cimentées par des calcaires et les croûtes calcaires issues de phénomènes d'épigenies).

Pour les francophones et notamment les auteurs maghrébins, espagnoles et français, ce terme englobe 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. Il s'agit d'un phénomène qui se produit sur une roche préexistante par le remplacement à volume constant d'un minéral ou d'une roche par un autre minéral de composition différente, quel que soit le matériau d'origine (Truc *et al.*, 1985 ; Bensalah, 1989 ; Abdeldjaoued 1993). Ce remplacement s'exprime, d'un point de vue géochimique, d'une part par la dissolution des particules détritiques, notamment du quartz et des argiles, et d'autre part, par la néoformation de palygorskite (Bensalah, 1989) qui peut être elle-même remplacée tantôt par de la calcite, tantôt par de la dolomite et ainsi

" l'encroûtement issu " est qualifié de calcrète ou dolocrète. La palygorskite est généralement associée aux sols formés sous climat aride à semi-aride ou calcrètes" (Geiller, 1997).

Selon Alonzo-Zara (2003), les carbonates palustres et les calcrètes sont de bons indicateurs du paléoenvironnement et du climat. Le climat semi-aride est favorable à ces deux types de formations : les climats arides sont favorables aux calcrètes, tandis que les climats sub-humides sont plus appropriés pour la formation des calcaires palustres.

Ces faciès se développent sur des roches de nature et d'âges différents, ils sont représentés dans les séries sédimentaires détritiques de l'Eocène continental maghrébin et aussi dans certaines formations d'âge secondaire dans l'Atlas marocain.

II- ETUDE DES COUPES

Cinq coupes ont été choisies, dont trois dans le complexe des Gour Lazib et deux dans la Hammada de Méridja-Dermchane, pour préciser la répartition des différents faciès et microfaciès rencontrés dans l'Eocène continental du Sud-ouest algérien. Treize échantillons de roches, dont huit appartiennent à la coupe type de Glib Zegdou (complexe des Gour Lazib) et cinq à celle de Dermchane (ouest de Méridja) ont permis de caractériser la minéralogique qualitative par diffractométrie des rayons X (DRX, Annexe 8) et confirmer les observations faites aux échelles de l'affleurement et de la lame mince.

1- Hammada du Dra (Glib Zegdou-Gour Lazib)

1.1- Coupe de Glib Zegdou

a- Niveaux épigénisés

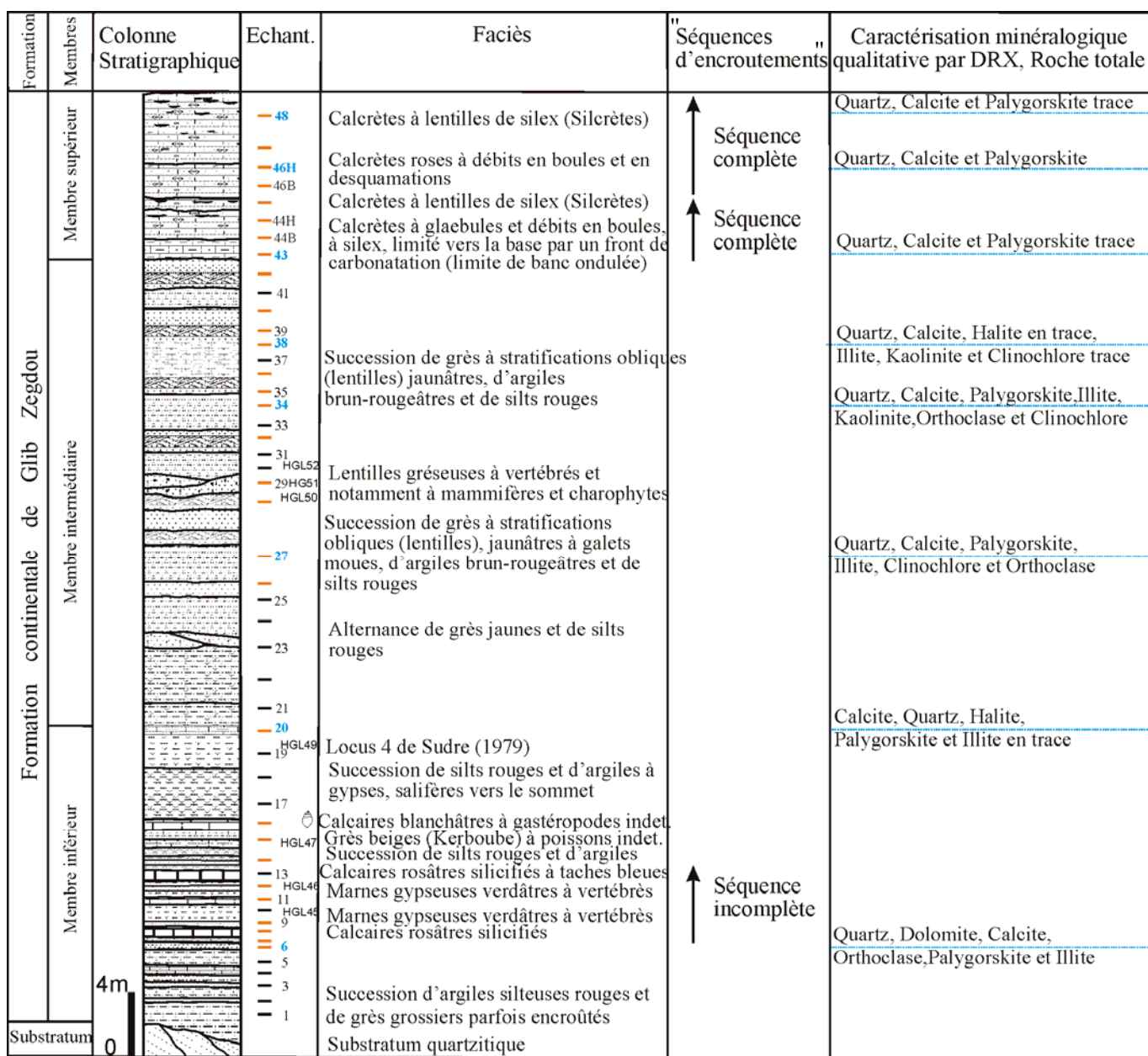
Dans cette coupe, des encroûtements carbonatés, parfois silicifiés, ont été observés dans le membre inférieur et notamment dans le membre supérieur grés-carbonaté. Huit échantillons analysés en roche totale aux rayons X ont permis de compléter les analyses d'affleurement et du microfaciès (Fig. 31).

b- Macrofaciès (affleurements)

Deux types de lithologie montrent un intérêt particulier : les calcaires silicifiés à tâches gris-rosâtres du membre inférieur et la dalle grés-carbonatée à nodules et à lentilles silicifiées qui forme le membre supérieur (Fig. 31). Cependant, le membre intermédiaire ne montre pas de figures d'encroûtements nettes sur le terrain à l'exception de faibles taches blanchâtres dans les niveaux silto-argileux.

Les trois niveaux de calcaires massifs du membre inférieur, centimétriques à décimétriques, montrent un calcaire rose comportant de petites passées et de petites lentilles

de silice grise. Des filons dendritiques de calcite blanche investissent de façon irrégulière la roche (Pl. 12, Ph. 3-4).



— 6 Echantillons analysés au DRX — Echantillons réalisés en Lames Minces

Fig. 31 : Coupe de Glib Zegdou (faciès, séquences d'"encroûtements" et minéralogie).

La dalle du membre supérieur est formée de deux barres gréso-carbonatées (calcrètes) à glaebules (Pl. 8, Ph. B ; Pl. 14, Ph. 1-2) suivies de niveaux à débits en boules et en desquamations, montrant vers le sommet des nodules et des lentilles de silex rose et jaune-miel (Pl. 10). Elle est affectée par un jeu combiné de fentes pluridirectionnelles, verticales, horizontales et obliques qui facilitent le débitage de la roche. Ce faciès montre également des

reliques (laminations planes) du sédiment originel gréseux (Pl 10, Ph. D). des structures chenalisantes reliques sont encore observables sur la partie sommitale de ce membre (Pl. 10, Ph. A). Enfin, vers le sommet, la dalle montre un horizon d'aspect bréchique à nodules siliceux. D'après Rio (1982), les accidents siliceux peuvent avoir une origine diagénétique.

Ce membre montre deux séquences complètes de phénomènes de remplacement par épigénie (Fig. 31).

c- Microfaciès

Le membre inférieur montre à la base un grès moyen à fin à dominance de quartz. Le ciment est micritique à microsparitique.

Le niveau de calcaire blanchâtre (Pl. 13, Ph. 1 et 2) montre une sparite à rares grains de quartz, tandis que le niveau à gastéropode illustre une micrite grise où les coquilles des gastéropodes sont complètement recristallisées en microsparite calcitique et l'intérieur des coquilles comporte une sparite tardive (Pl. 13, Ph. 3 et 4).

L'analyse microscopique du calcaire rose révèle successivement (Pl.12, Ph. 5 à 8):

- une première phase de silicification sous forme de quartz microcristallin;
- une deuxième phase de calcitisation, micritique affectant la silice;
- une troisième et dernière phase calcitique, essentiellement sparitique, affecte

l'ensemble de la roche suivant les fissures.

Le membre intermédiaire présente une succession d'argiles silteuses, de silts et de grès quartzeux à charophytes comportant quelques plages calcitiques et de nombreux grains constitué de micrite non structurée (peloïdes). Le niveau HGL50 est constitué d'un grès quartzeux à peloïdes et à ciment calcitique sparitique très riche en restes de vertébrés et en charophytes (Pl. 13, Ph.5 à 8). Ces dernières sont complètement recristallisées. Les résultats négatifs des analyses géochimiques effectuées par Mebrouk (2011) sur la microflore confirment cette recristallisation.

Le membre supérieur, examiné dans ses différents horizons, montre deux barres de calcrètes à nodules et à lentilles de silcrètes. La roche, d'origine gréseuse, est irrégulièrement calcitisée et révèle l'existence de trois phases d'épigénie carbonatée calcitique et une ultime phase d'épigénie siliceuse (Pl. 14, Pl. 15) :

- la première phase est micritique grise-verdâtre constituant le fond de la roche où les grains de quartz sont fortement corrodés par une auréole calcitique (Pl. 14, Ph. 3 et 4, a).

- La deuxième phase est 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 (Pl. 14, Ph. 3 et 4, b).

- La troisième phase sparitique est localisée dans les pores et fissures. Elle montre en cathodoluminescence une croissance en zonation concentrique (Pl. 14, Ph. 3 et 4, c).

- La quatrième phase est siliceuse ; elle épigénise les constituants de l'encaissant et toutes les phases carbonatées précédentes en procédant par îlots (Pl. 15, Ph. 1 à 4).

- La dernière phase est également siliceuse, elle est diffuse dans les vides sous forme de calcédoine (silice à structure fibreuse) à extinction roulante, elle enveloppe complètement certains grains de quartz (Pl. 15 ; Pl. 16 Ph. 1-2).

De façon générale, l'épiginie se manifeste par la raréfaction de la fraction fine (argiles) et notamment la présence de golfes de corrosion dans le quartz en contact direct avec le carbonate (Pl. 14, Ph. 7 et 8) ; cette corrosion est nette en Cathodoluminescence (CL). 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 (Pl. 15).

d- Minéralogie

L'analyse minéralogique qualitative de 8 échantillons, prélevés dans les niveaux argileux, silto-gréseux, gréseux et gréso-carbonatés, montre en roche totale les phases minéralogiques suivantes (Fig. 31):

Dans le membre inférieur, les échantillons GZ6 et GZ20 ont permis de relever les minéralogies suivantes :

- GZ6 : Quartz, Dolomite, Calcite, Orthoclase, Palygorskite et Illite.
- GZ20 : Calcite, Quartz, Halite, Palygorskite et l'Illite en trace.

Le membre intermédiaire, par l'analyse aux RX, , a montré l'importance de certains phénomènes diagénétiques non perceptibles à l'échelle macroscopique; notamment la présence de Palygorskite indicateur précoce des phénomènes d'encroûtement (Paquet, 1983) :

- Echantillon GZ27 : Quartz, Calcite, Palygorskite, Illite, Clinocllore et Orthoclase.
- Echantillon GZ34 : Quartz, Calcite, Palygorskite, Illite, Kaolinite, Orthoclase et Clinocllore.
- Echantillon GZ38 : Quartz, Calcite, Halite en trace, Illite, Kaolinite et Clinocllore en trace.

Le membre supérieur révèle les phases minéralogiques suivantes :

- Echantillon GZ43 : Quartz, Calcite et Palygorskite en trace.
- Echantillon GZ46 : Quartz, Calcite et Palygorskite.
- Echantillon GZ48 : Quartz, Calcite et Palygorskite en trace.

On note l'omniprésence du quartz, calcite, palygorskite, illite et kaolinite dans le membre inférieur et intermédiaire, par contre dans le membre supérieur on observe l'omniprésence seulement du quartz, calcite et palygorskite. Cette dernière, qui se substitue aux argiles du sédiment originel d'après Bensalah (1989), diminue au sommet de ce membre jusqu'à ce qu'elle devienne présente sous forme de trace.

La présence d'Halite vers le sommet du membre inférieur indique une implication paléoenvironnementale de type palustre prévalant des périodes d'assèchements.

1.2- Coupe de la Gara HGL10

a- Niveaux épigénisés

Le relevé lithologique montre dans cette coupe que les encroûtements carbonatés et silicifiés ne sont observables que dans le membre supérieur grés-carbonaté. Les faciès sont analysés à l'échelle de l'affleurement et du microfaciès (Fig. 32).

Ici, le membre inférieur défini à Glib Zegdou n'a pas été observé.

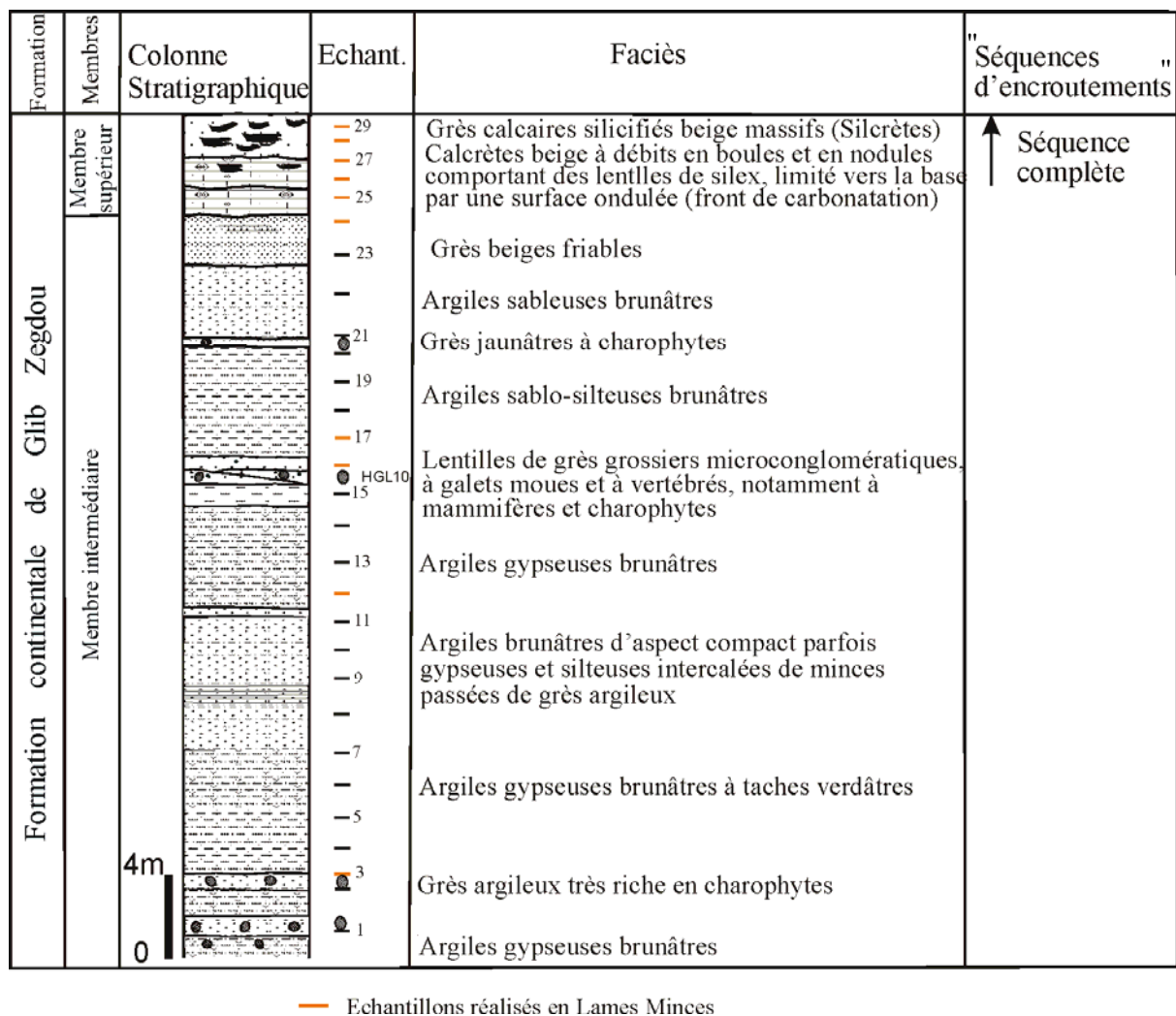


Fig. 32 : Coupe de la Gara Azibius, HGL10 (faciès et séquences d'"encroûtements").

b- Macrofaciès (affleurements)

Le membre intermédiaire est essentiellement argileux à intercalations gréseuses et ne montre pas de figures d'encroûtements particulières sur le terrain. Néanmoins, de faibles taches carbonatées blanchâtres ont été relevées dans les niveaux silto-argileux sommitaux.

Le membre supérieur de cette coupe est moins épais que celui du Glib Zegdou et comporte deux barres bien distinctes :

- La première, constituée de grès calcaires beige à granules carbonatés (calcrète), parcourue par un réseau de fentes pluridirectionnelles, verticales, horizontales, obliques qui facilitent le débitage en nodules et en polyèdres de la roche ; au sommet de cette barre, on observe l'installation de nodules et de lentilles de silex de couleur jaune miel.

- La deuxième barre, partiellement érodée, est constituée d'un grès calcaire massif très recristallisé à bioturbations silicifiées. Ce membre montre également une séquence d'"encroûtement" complète (Pl. 8, Ph. D).

Le contact entre les deux membres est irrégulier de part de l'épigénisation du membre supérieur.

c- Microfaciès

L'étude microscopique confirme nos précédentes observations macroscopiques.

Le membre intermédiaire est constitué d'une épaisse série argileuse, intercalée de quelques bancs gréseux. Ces derniers sont constitués d'un grès quartzeux à ciment calcitique, microsparitique à pelloïdes, parfois riche en charophytes complètement recristallisées.

Le membre supérieur est composé de deux barres. La roche originelle de la première barre de calcrète (Pl. 16, Ph. 3-4), d'origine gréseuse, est irrégulièrement calcitisée et expose les mêmes phases d'épigénie carbonatée et siliceuse observés au Glib Zegdou. Toutefois, cinq phases ont été relevées :

- la première phase est micritique grise-verdâtre où les grains de quartz qui subsistent sont fortement corrodés par une auréole calcitique.

- la deuxième phase est micritique et parfois microsparitique, elle épigénise tout ce qui précède en isolant parfois des reliques sous formes de plages.

- La troisième phase est sparitique non luminescente en CL et localisé dans les fentes et les fissures.

- Enfin, la quatrième et cinquième phase sont siliceuses et identiques à celles observées au Glib Zegdou. Elles attaquent les grains de quartz et épigénisent les constituants de toutes les phases précédentes.

1.3- Coupe de la Gara HGL 61

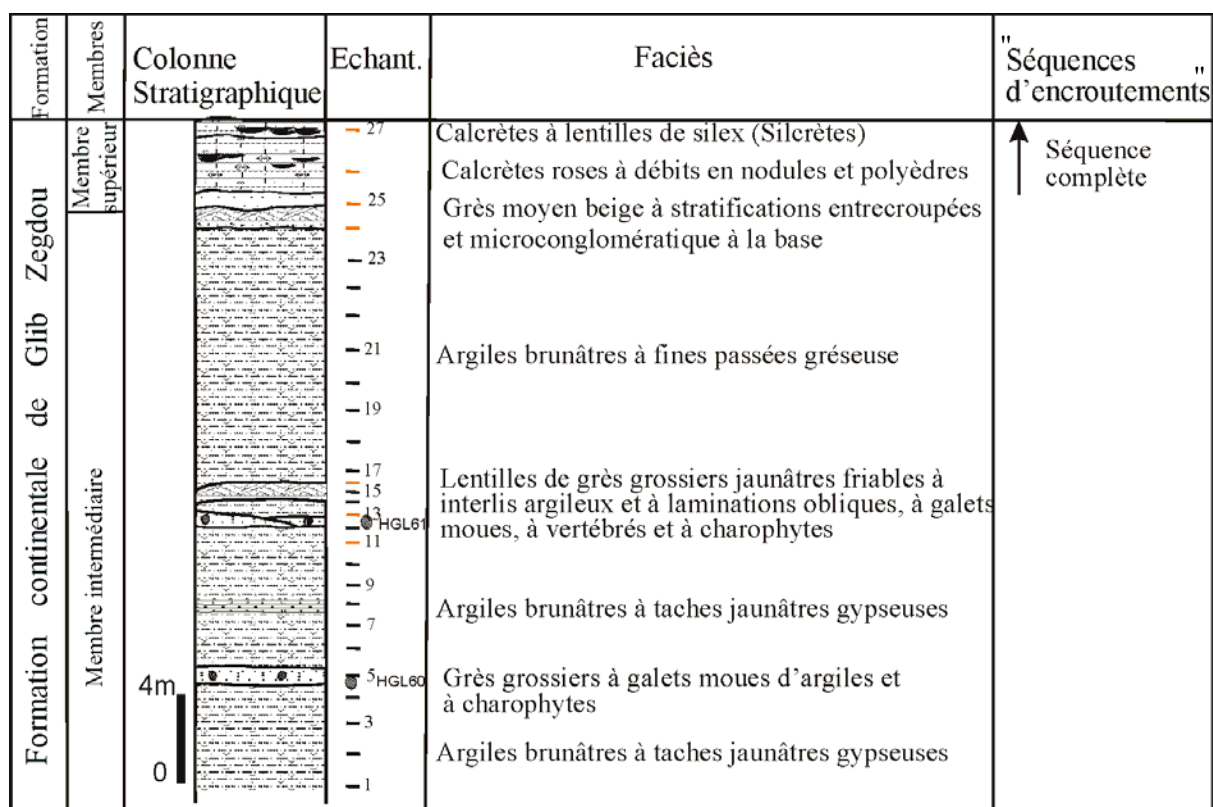
a- Niveaux épigénisés

Comme la coupe précédente, l'épigénie n'est mise en évidence que dans le membre gréso-carbonaté (Fig. 33).

b- Macrofaciès (affleurements)

Le membre inférieur est absent dans cette coupe. Le membre intermédiaire, comparativement à la coupe précédente, est essentiellement argileux et intercalé de quelques lentilles gréseuses à stratifications obliques vers la base et vers le sommet. Aucune figure d'encroûtement nette n'a été observée sur le terrain.

La morphologie chenalissante du membre supérieur est sous forme de relique et témoigne ainsi de l'origine fluviatile (certaines parties du chenal ne sont pas touchées par l'épigénie et restent gréseuses). Cette dalle est parcourue également par un réseau de fentes pluridirectionnelles qui facilitent son débitage en nodules et en polyèdres. Elle est affectée aussi par une silicification. Ce niveau constitue, de façons fortes semblables au Glib Zegdou, une séquence d'"encroûtement" complète.



— Echantillons réalisés en Lames Minces

Fig. 33 : Coupe de la Gara HGL61 (faciès et séquences d'"encroûtements").

c- Microfaciès

A cette échelle, on distingue des épigénies successives affectant le sédiment originel détritique (Pl. 16, Ph. 5 à 8).

Les lentilles inférieures, du membre intermédiaire, sont formées d'un grès calcitique à charophytes et à nombreux peloïdes. Ces structures ovoïdes micritiques montrent à l'intérieur quelques grains de quartz et des plages microsparitiques sous forme de fentes. Les niveaux supérieurs montrent un grès quartzeux, avec de rares plagioclases, à ciment micritique.

Le membre supérieur montre les mêmes phases d'épigénies décrites dans les précédentes coupes. Une phase calcitique micritique attaquant les grains de quartz suivie d'une phase microsparitique et sparitique calcitique. Enfin, dans certains endroits de la lame, de très belles plages de calcédoine à extinction roulante apparaissent dans les fentes et enrobant les grains de quartz (Pl. 16, Ph. 5 à 8).

Certains endroits de la lame montrent du quartz grignoté et auréolé et des glaebules micritiques dans lesquelles les quelques grains de quartz qui subsistent sont fortement corrodés par une auréole calcitique (Pl. 16, Ph. 7-8). Ces glaebules sont affectés également par de la silice microcristalline.

1.4- Conclusion

L'étude sédimentologique de la formation continentale de Glib Zegdou a mis en évidence des phénomènes d'épigénie polyphasée calcitique à partir du sédiment originel silto-argileux et gréseux, d'origine fluviatile, notamment dans le membre supérieur décrit autrefois comme calcaire lacustre. Ceux-ci sont attestés par l'individualisation de structures très particulières : débits en glaebules, en nodules, en boules, en desquamations et par la morphologie relique chenalisante du membre supérieur, qui témoigne ainsi de son origine fluviatile. Les grains de quartz sont corrodés par une auréole calcitique avec la néoformation de palygorskite.

Sur le plan minéralogique, Paquet (1983) et Paquet *et al.* (1993) ont démontré l'authigénèse de la palygorskite qui apparaît avant et pendant l'installation de calcite et décroît avec le maximum de CaCO_3 dans le milieu. Cette interprétation concorde bien avec les résultats que nous avons obtenus dans l'analyse de la roche totale.

A la lumière de ces nouveaux résultats et grâce aux reliques qui ont résisté aux processus d'encroûtements, on peut reconstituer la série originelle du membre intermédiaire et supérieur. Elle est essentiellement formée de dépôts détritiques fluviatiles et de plaine d'inondation. La barre gréso-carbonaté n'est pas un calcaire lacustre, elle est plutôt constituée d'un calcaire d'épigénie calcitique souvent silicifié vers le sommet.

2- Hammada du Guir rive droite (Meridja-Dermchane)

Trois coupes ont été levées sur la rive droite de l'oued Guir dont deux sont étudiées sur le plan épigénique: la première est localisée à proximité du village de Mériджа et la seconde plus à l'ouest dans la Hammada de Dermchane.

2.1- Coupe de Meridja

a- Niveaux épigénisés

Le membre inférieur n'a pas montré de niveaux épigénisés. Néanmoins, la partie sommitale du membre intermédiaire et le membre supérieur montrent des phénomènes d'"encroûtements" nets (Fig. 34).

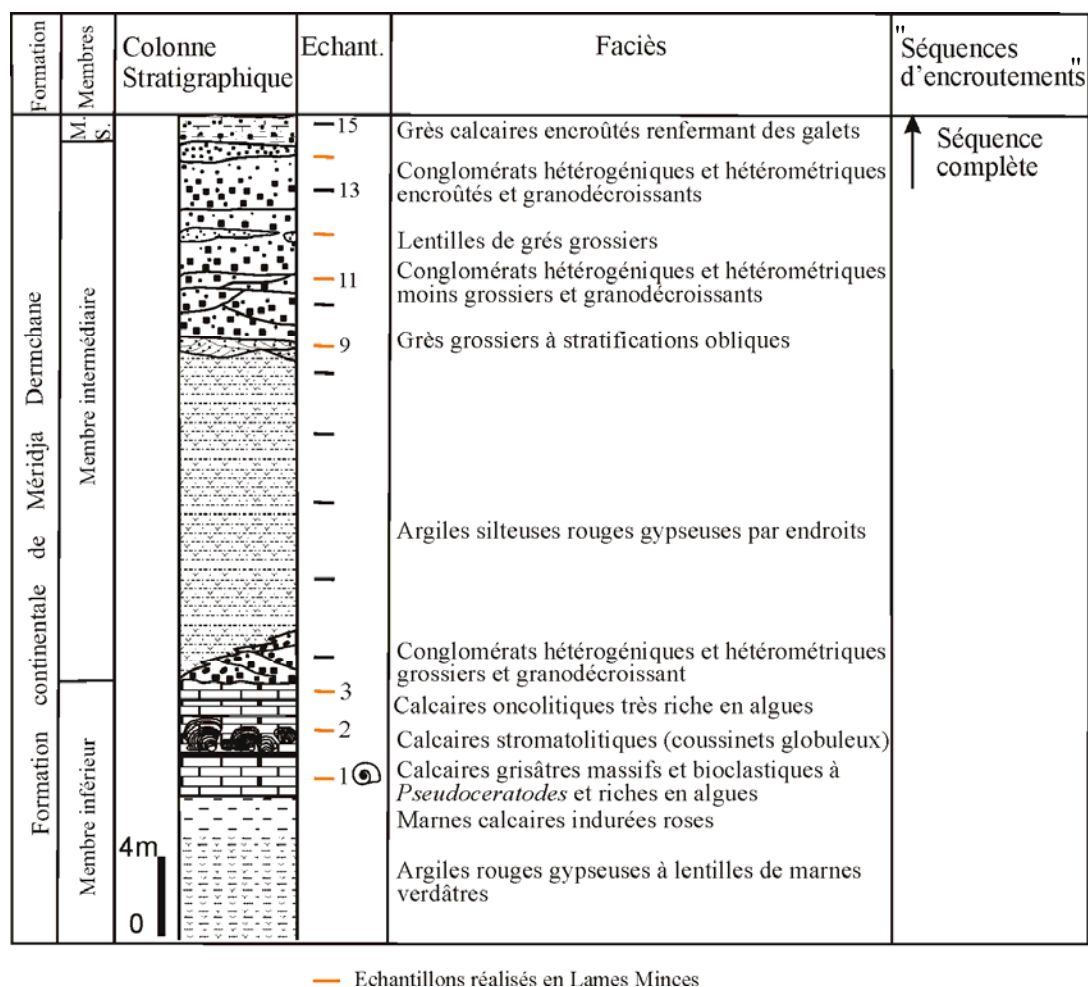


Fig. 34 : Coupe de Mériджа (faciès et séquences d'"encroûtements").

b- Macrofaciès (affleurements)

Un calcaire lacustre stromatolitique voire palustre caractérise le membre inférieur où on observe de bas en haut (Pl. 11, Ph. A et B):

- un calcaire gris verdâtre lacustre bioclastique à gastéropodes ;

- un calcaire stromatolitique se présentant sous forme de coussinets globuleux;
- les laminations stromatolitiques sont perturbées perpendiculairement par des vacuoles observables sur les surfaces polies (Pl. 17, Ph. 3).
- enfin, un dernier banc de calcaire très oncolitique (oncolites aplatis atteignant 15 mm) et bioclastique renfermant de gros bouts de stromatolites probablement remaniés avec des passées de débris d'oncolites et de coquilles (Pl. 17, Ph. 2).

La surface supérieure du dernier banc calcaire montre un aspect bréchique, fentes de dessiccations (Pl. 17, Ph. 4) et une surface d'érosion ravinée, dans certains endroits de l'affleurement, par un conglomérat (poudingue) chenalisé grossier.

Le membre intermédiaire ne montre pas de figures d'encroûtement nettes dans cette coupe, mais latéralement et plus à l'Ouest dans la coupe de la bordure sud de Méridja, il montre, dans un grès riche en fragments de *Bulimes*, des structures en colonnettes dont la coalescence engendre la mise en place d'une barre d'aspect colonnaire.

Le membre supérieur gréso-conglomératique montre un débit noduleux et en blocs de tailles variables.

c- Microfaciès

La pétrographie des calcaires lacustre-palustres du membre inférieur montre à la base un calcaire micritique comportant quelques charophytes et bioclastes complètement recristallisés (Pl. 17, Ph. 5).

Les stromatolites montrent des laminations en plans sombres micritiques et claires microsparitiques renfermant de minuscules débris organiques où la composante détritique est très faible. Ces structures sont recoupées perpendiculairement par de nombreuses vacuoles, recristallisées en sparite, vraisemblablement d'origine gazeuses ; plus rarement, des lamines irrégulières composées de sparite claire s'intercalent dans la lamination et constituent des discontinuités de laminations témoignant de périodes d'interruption de croissance (Pl. 17, Ph. 6 à 8).

Des colonies de microcodium « en épi de maïs » sont mises en évidence (Pl. 18, Ph. 5 à 7) dans la partie sommitale de ce calcaire témoignant aussi de l'émersion de cette sédimentation. On note également la présence de petits oncolites aplatis (Pl. 18, Ph. 1 à 4), dont le centre est recristallisé en sparite, et des microfossiles avec des fragments de coquilles, de bivalves et de gastéropodes.

Les passées gréseuses et gréso-conglomératiques du membre intermédiaire révèlent un grès quartzeux micritique à péloïdes renfermant, notamment dans la coupe de la bordure sud de Méridja, des charophytes et des fragments de *Bulimes*. Vers le sommet, certaines lames minces montrent un grès encrouté où on note la présence de quartz corrodé, de glaebules et de

lithoclastes de calcaire oolitique (mésozoïque ; Pl. 18, Ph. 8) et de calcaire Palustre (arraché au membre inférieur) remanié où on observe des colonies de microcodium « en épi de maïs » et « en rosettes » attaquant l'encaissant (Pl. 19, Ph. 1 et 2). On note également la présence de silice fibreuse (calcédoine) remplissant parfois les pores et les fissures.

Le microfaciès du membre supérieur correspond à une calcrète comportant des glaebules où le quartz restant est fortement corrodé (Pl. 19, Ph. 3 à 5). En effet, certains endroits de la lame présentent des croûtes zonaires laminaires (rubanements) caractérisées par des laminations sombres micritiques et claires microsparitiques où se trouvent encore des glaebules et des grains de quartz détritiques dispersés. Ceci serait dû à des phénomènes de pédogénèse terminale.

2.2- Coupe de Dermchane

a- Niveaux épigénisés

Deux ensembles, dans cette coupe, montre des indices d'épigénie : la partie haute du membre intermédiaire et le membre supérieur. Ces faciès sont analysés à différentes échelles (Fig. 35).

b- Macrofaciès (affleurements)

Les niveaux épigénisés du membre inférieur possèdent des limites inférieures et supérieures ondulées, un débit noduleux et admettent des passées conglomératiques encroûtées. Ils sont intensément dolomitisés de teinte crème à ocre claire.

Une double corniche forme la puissante dalle du membre supérieur. Elle est massive à base irrégulière, fortement calcitisée, se débite par endroits en boules et en colonnettes. De teinte crème, elle garde encore des reliques roses qui témoignent de la couleur rouge du sédiment initial.

c- Microfaciès

L'étude a été réalisée dans les différents horizons sains ou affectés par l'épigénie grâce à la coloration à l'alizarine des lames minces. L'épigénie, dans cette coupe, est caractérisée par une phase de dolomitisation qui n'a pas été observé dans le complexe des Gour lazib.

Les niveaux de base du membre intermédiaire sont irrégulièrement dolomitisés, par contre les niveaux supérieurs sont fortement dolomitisés. Dans les premiers deux microfaciès sont relevés : un grès à ciment micritique irrégulièrement dolomitisé avec présence de plages calcitique microsparitique ; un grès quartzeux microconglomératique renfermant des glaebules dont le fond est micritique où est dispersé du quartz détritique corrodé et auréolé de microspartite. Des fissures remplies de sparite affecte les glaebules.

Les niveaux supérieurs de ce membre montrent une dolomitisation quasi générale, une dolocrète où le quartz corrodé est auréolé de rhomboèdres de dolomites zonés (Pl. 20, Ph. 7). En effet, une première phase dolomitique matérialisée par une dolosparite attaque les grains de quartz. Une deuxième phase dolomicritique épigénise la première en affectant également les grains de quartz. On note également la persistance de plages calcitiques microsparitiques et la présence de sparite tardive dans les fentes et pores.

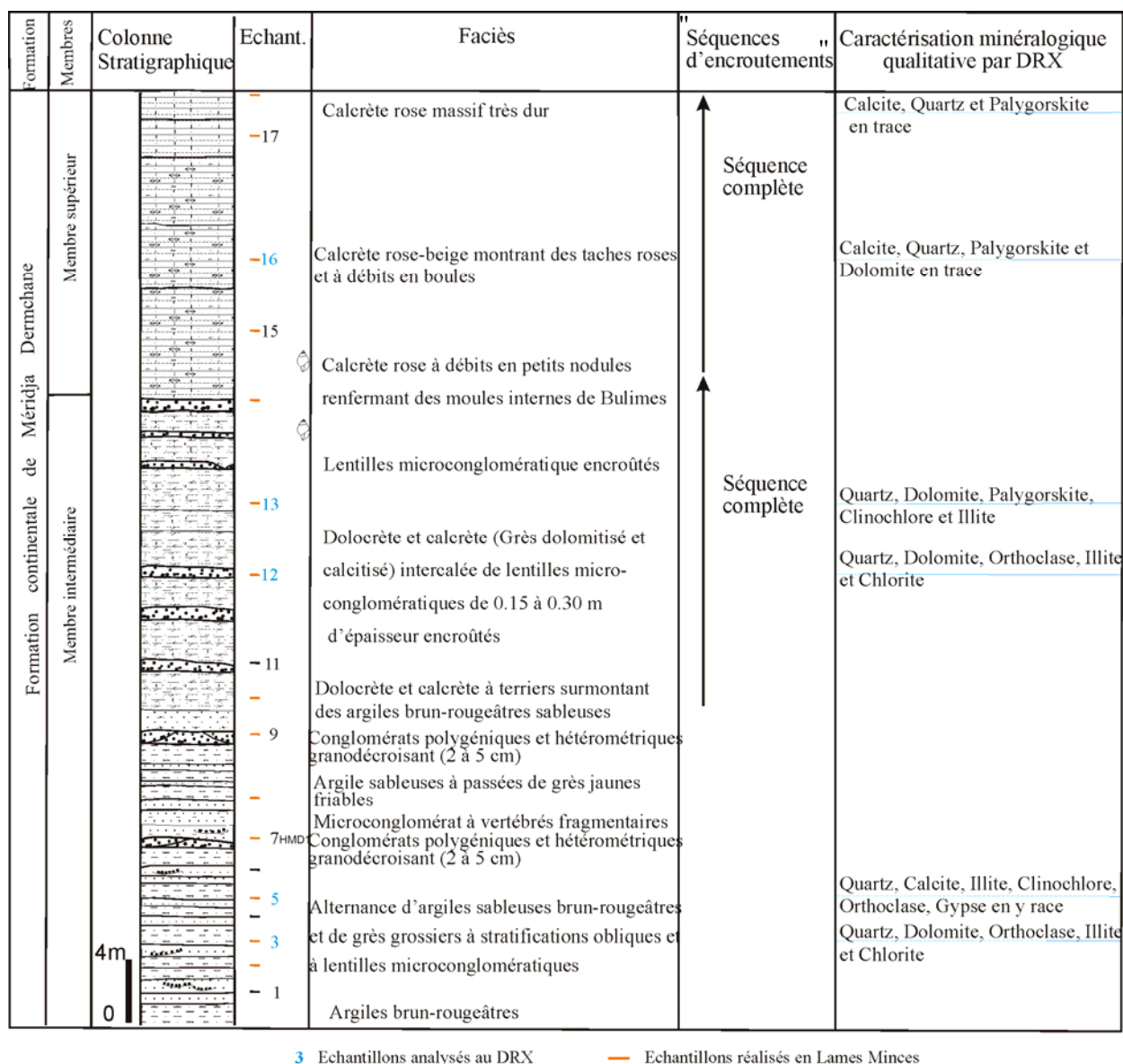


Fig. 35 : Coupe de Dermchane (faciès, séquences d'encroûtements et minéralogie).

Le membre supérieur est fortement calcitisé, il est formé d'une calcrète massif renfermant parfois des glaebules comportant du quartz corrodé et de petites plages reliques, non coloré, de rhomboèdres dolomitiques. On peut observer trois phases carbonatées et une phase siliceuse. Une première phase micritique affectant les glaebules, suivie d'une deuxième

phase microsparitique attaquant les grains de quartz. Une troisième phase sparitique tardive, empruntant les fissures, affecte l'ensemble des phases précédentes, même les grains de quartz. Enfin, la dernière phase est siliceuse sous forme de calcédoine qui attaque tout ce qui précède.

d- Minéralogie

L'analyse minéralogique en roche totale dans les niveaux silto-gréseux et grésocarbonatés confirme les observations observés en lames minces. Il révèle les associations suivantes :

Dans le membre intermédiaire

Echantillon D3 : Quartz, Dolomite, Orthoclase, Illite et chlorite.

Echantillon D5 : Quartz, Calcite, Dolomite, Illite, Clinochlore, Orthoclase (trace) et Gypse (trace).

Echantillon D12 : Quartz, Dolomite, Orthoclase, Illite et Chlorite.

Echantillon D13 : Quartz, Dolomite, Palygorskite, Clinochlore et l'Illite.

Dans le membre supérieur

Echantillon D16 : Calcite, Quartz, Palygorskite et Dolomite en trace.

Ainsi, il est relevé l'omniprésence du quartz, de la Dolomite, de la chlorite et de l'Illite jusqu'au sommet du membre intermédiaire où la palygorskite fait sa première apparition. Cette dernière continue sa présence dans le membre supérieur avec l'apparition et la prédominance de la calcite et la disparition de la Dolomite (en trace, éch. D16).

2.3- Conclusion

Deux types de calcaire ont été différenciés dans la formation continentale, d'origine fluvio-lacustre, de Méridja-Dermchane située dans la rive droite d'Oued Guir :

- un calcaire lacustre lité et stromatolitique devenant palustre vers le sommet. Ce dernier limité vers le sommet par une surface d'érosion, il est affecté par des colonies de microcodium et des fentes de dessiccation ce qui implique une activité d'origine pédogénitique.

- un calcaire, décrit anciennement comme lacustre, de type encroûtement carbonaté issus de phénomènes de remplacement par épigénie dolomitique et calcitique (dolocrète et calcrète), où l'argile néoformée Palygorskite est omniprésente.

Ces phénomènes d'épigénie polyphasée dolomitique et calcitique ont affecté le sédiment originel silto-argileux et gréseux, d'origine fluvatile, notamment vers le sommet du membre intermédiaire et le membre supérieur. Ces carbonates sont caractérisés par des

structures très caractéristiques dans ce secteur : débits en glaebules, en nodules et par la morphologie relique chenalisante du membre supérieur.

III- MECANISMES DE LA GENESE DES CARBONATES PAR ENCROUTEMENTS PEDOGENETIQUE OU SOUS COUVERTURE.

Les carbonates, désignés sous les termes calcrètes et dolocrètes, observés dans les différents profils géologiques des formations continentales du Sud-ouest algérien ne correspondent ni à une dynamique sédimentaire ni à une diagénèse d'enfouissement. Ils résultent d'encroûtements pédogénétiques et/ou de néogénèses sous couverture.

1- Encroûtements de type pédogénétique

Ce sont des encroûtements polyphasés liés à la pédogénèse et ainsi à l'activité des microorganismes (Truc, 1975). Cette activité microbiologique est marquée par la présence de pellicules rubanées et notamment de microcodiums. Ces derniers sont rares dans les formations continentales du Sud-ouest algérien, ils ont été observés en place, uniquement dans le calcaire palustre du membre inférieur de Méridja. Ils influent sur la mobilité ou la fixation du CaCO_3 (Adolphe et Billy, 1974 ; Abdeldjaoued, 1991). Ainsi, les microcodiums qui constituent un critère d'identification continentale et d'exposition subaérienne en assurant la bio-corrosion du calcaire des roches et la biosynthèse de prismes calcitiques (Plaziat, 1984), se comportent comme agent destructeur d'encroûtements calcaires. En même temps, le polyphasage carbonaté décrit dans les niveaux encroûtés, observés en Tunisie et au Maroc implique, d'après Abdeldjaoued (1991) et El Youssi (1993), la quasi-permanence du contrôle aquifère et biologique lors de la néoformation de la palygorskite et du remplacement des matériaux quartzo-phylliteux par la calcite et/ou la dolomite. Ceci pourrait être rattaché à un modèle de sols à caractère « hydromorphe confiné » où l'influence des variations climatiques est déterminante. Selon les autres cas étudiés dans les différentes régions d'Algérie et du Maghreb (Halitim *et al.*, 1983 ; Bensalah, 1989 ; Abdeldjaoued, 1991 et El Youssi, 1993), le mécanisme d'encroûtement se manifeste en deux périodes :

- une période humide, où les solutions carbonatées dissolvent le quartz détritique et les phyllites. Les ions en solutions sont transportés par la circulation latérale des eaux de nappes à travers la perméabilité des sédiments détritiques silto-gréseux.

- une phase sèche, pendant laquelle les éléments en solution (silice, magnésium, fer, aluminium, ...) favorisent le développement de la palygorskite. Puis, à pH élevé, les solutions carbonatées sursaturées provoquent la précipitation de calcite ou de la dolomite.

Enfin, il y'a une alternance de phases d' "humidité-dissolution" et de "dessication-recristallisation " sans que ces auteurs fournissent une échelle de temps de cette alternance. Néanmoins, selon Alonzo-Zara (2003), contrairement au calcaire palustre qui nécessite probablement une petite durée d'exposition en surface par saison, les alternances de phase

humide et sèche, nécessitent une durée d'exposition plus longue (plusieurs années à plusieurs millions d'années) pour la formation des calcrètes pédogéniques.

2- Encroûtements sous couverture

Les épaisses barres carbonatées, qui couvrent plusieurs centaines de kilomètres carrées dans les Hammada de Méridja-Dermchane et du Dra, sont attribués aux encroûtements sous couverture ou de nappe aquifère. Dans ces faciès, aucune disposition pédologique ou biologique n'a été observée. Ils sont caractérisés par une épigénie carbonatée dolomitique et calcitique dans la Hammada de Méridja, calcitique et parfois siliceuse dans la Hammada du Dra.

Ce type d'encroûtements est caractérisé par la néogénèse de la palygorskite (argilogénèse) suivie par l'épigénisation carbonatée, et parfois siliceuse, qui s'effectue d'abord à travers les fractures, diaclases, fissures et discontinuités de l'affleurement. La silicification (génèse des silcrètes) résulte de la précipitation des silicates issus de la dissolution du quartz et qui sont transportés par les battements des nappes aquifères.

Macroscopiquement, la roche présente un aspect bréchique avec un débit en boules avec desquamation où persiste encore des reliques (témoins) du sédiment détritique originel.

En plaque mince, le quartz restant présente des golfes de corrosion et il est entouré par une auréole microsparitique et/ou dolomicrosparitique. On note également la présence de témoins (reliques) du matériel originel sous forme d'îlots non affecté par l'épigénisé.

A l'exception de quelques niveaux à encroûtements laminaires et à des niveaux à gastéropodes continentaux et à quelques traces d'activités biologiques (microcodiums, bioturbations) localisés dans certains niveaux, l'ensemble des autres barres carbonatées de la région d'étude peuvent être attribuées à l'action des battements de nappes phréatiques.

Enfin, tant l'observation de terrain comme les analyses lithologiques et microscopiques prouvent que les dalles carbonatées qui arment les formations continentales du Glib Zegdou et de Méridja-Dermchane ne sont pas d'origine lacustre. Elles sont issues de phénomènes d'épigénies de type pédogénitique et/ou sous couverture.

IV- FACIES ET ENVIRONNEMENTS DE DEPOTS

1- Introduction

Au cours du Paléogène, la bordure Sud-ouest atlasique et le Sud-ouest du Sahara algérien a été le siège d'une sédimentation continentale très variée : lacustre, palustre, de plaine à drainage fluvial. La description lithostratigraphique, paléontologique et sédimentologique a permis de préciser les conditions de la mise en place de ces dépôts notamment fluvio-lacustre.

2- Dépôts lacustres

Ce type de sédiment se dépose dans des dépressions peu profondes et d'extension locale sous une eau stagnante permanente. Leur identification est souvent délicate, elle est basée sur la pétrographie du sédiment et sur leur peuplement biologique (Plaziat, 1984). Contrairement à ce qu'ont décrit les anciens auteurs, dans la région d'étude, comme dépôts lacustre, notamment les dalles grés-carbonatées armant les formations continentales de la Hammada du Dra et de Méridja-Dermchane, ce type de faciès n'existe que dans la partie supérieure du membre inférieur de la série continentale étudiée :

- Dans la région de Méridja, le faciès lacustre est représenté par un calcaire micritique gris verdâtre, bioclastique à gastéropodes et à charophytes, surmonté de calcaire stromatolitique. Ces faciès permettent de mettre en évidence le paléolac Eocène de Méridja orienté sensiblement Est-Ouest (Adaci *et al.*, 2005) et dont la ligne de rivage est dessinée par les calcaires stromatolitiques.

- Dans la Hammada du Dra, les dépôts lacustres sont représentés par la succession des marnes à poissons et tortues ainsi que les calcaires silicifiés (épigénisés) et à gastéropodes du membre inférieur. Ces dépôts sont recouverts par une sédimentation marneuse à sel gemme et à restes fragmentaires de poissons qui marque la phase finale du comblement lacustre. Sur le plan paléoenvironnemental, ces faciès permettent de mettre en évidence le paléolac d'âge Eocène du Glib Zegdou et dont les limites géographiques sont bien dessinées par la ride paléozoïque de l'Oussada (Fig.3, Pl. 21).

3- Dépôts palustres

Ces faciès correspondent aux dépôts de marécages permanents ou périodiquement asséchés (Plaziat, 1984), Ils sont affectés par une exposition subaérienne. Dans ces environnements, Il existe un passage continu entre les environnements lacustres permanent à des environnements totalement palustres subaériens (Fig. 36). Les boues carbonatées lacustres à charophytes, mollusques, ostracodes..., peuvent être exposées à l'air libre suite à une baisse du niveau lacustre. Ainsi, les processus pédogénitiques peuvent modifier cette boue en donnant une variété de faciès palustre (Alonso-Zara, 2003).

Dans la Hammada de Méridja, les calcaires lacustres du membre inférieur passent en continu à des calcaires palustres à microcodium et à fentes de dessiccations. Cette

sédimentation carbonatée s'est exposé à l'air libre suite à l'assèchement du lac provoqué probablement par les mouvements de soulèvements de la phase tectonique d'âge Eocène moyen-supérieur largement reconnue dans le Maghreb et dans le Sud de l'Europe occidentale (Adaci *et al.*, 2005). L'ondulation de ces dalles carbonatées ainsi que la lithologie du membre intermédiaire vont à l'appui de cette hypothèse.

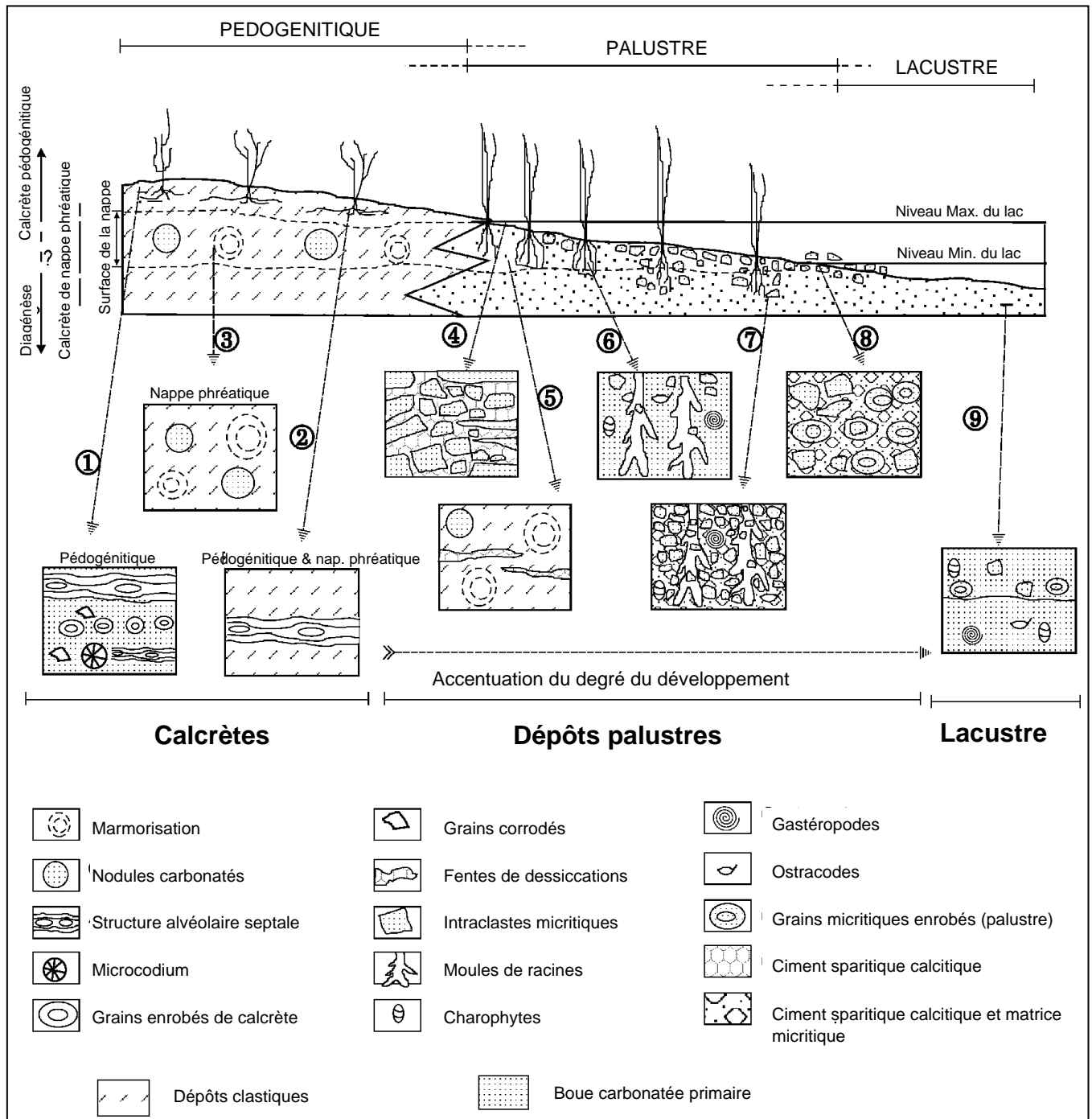


Fig. 36: Schéma des environnements de dépôt des calcrètes et des carbonates palustre et lacustre. Schémas des cinq principaux faciès palustre (4-8) et lacustre (8). La plus part des caractères spécifiques des calcrètes sont schématisés dans les figures 1-3. (Alonso-Zara, 2003 modifiée).

Dans la région des Gour Lazib, le faciès palustre n'apparaît pas. Néanmoins, les silts rouges et les marnes à gypse brun-rougeâtres salifères, de la partie supérieure du membre inférieur, peuvent être attribués à un milieu fermé à forte évaporation suite au comblement du lac Eocène de Zegdou. Ces faciès indiquent un milieu calme où la sédimentation s'effectue sous une mince tranche d'eau avec une forte évaporation. Ceux-ci marquent le passage d'une sédimentation lacustre à une sédimentation fluvatile qui caractérise le membre intermédiaire.

4- Dépôts fluvatiles (dépôts de plaines à drainage fluvatile)

Dans la série étudiée, le domaine fluvatile est caractérisé par deux styles : système en tresse, caractérisant généralement l'amont ; et le système méandrique indiquant l'aval (Fig. 37 et 38). Il est regroupé dans ce type de dépôts : les dépôts de chenaux fluvatiles et de plaines d'inondation.

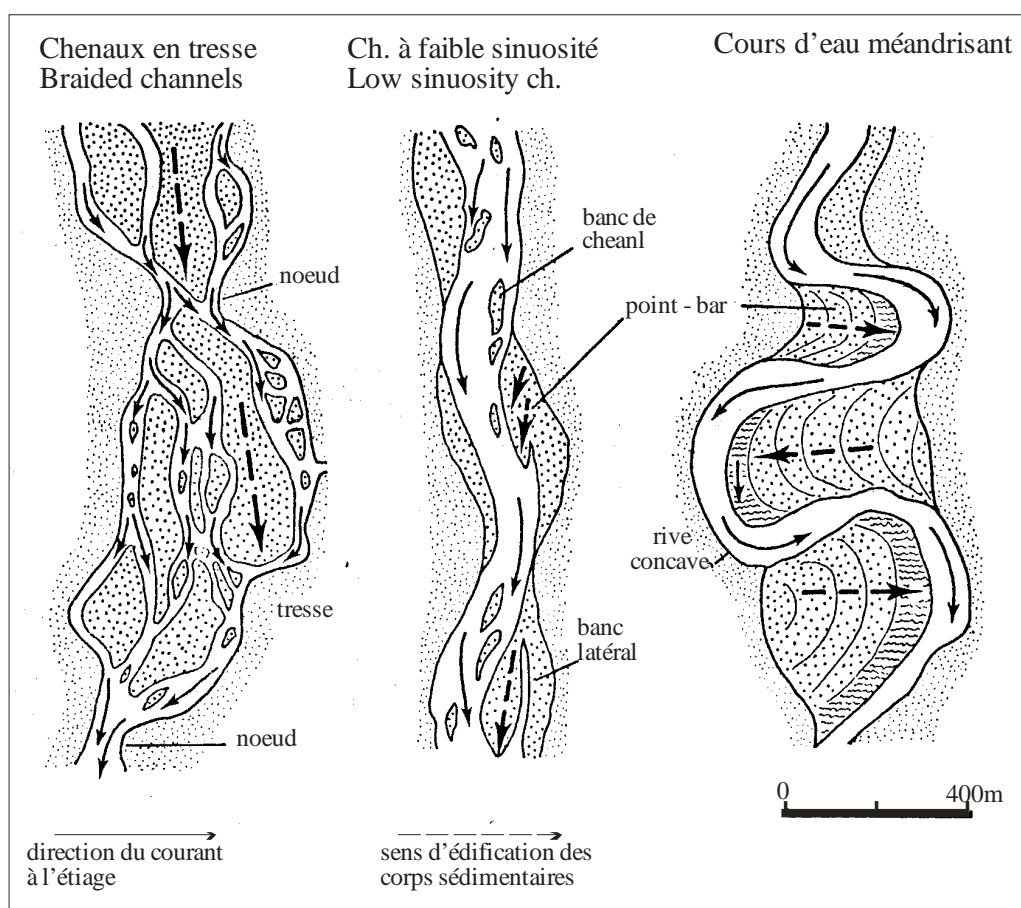


Fig. 37: Les principaux types de chenaux : à l'intérieur du chenal, la circulation de l'eau varie considérablement entre l'étiage et la crue. L'édification de bancs de sédiment grossier (sable, galets) et le creusement de nouveaux axes d'écoulement se produit essentiellement pendant les crues, selon l'axe du cours ou presque ; mais la croissance des points-bars de méandres est compliquée par la pente du lobe. La dimension de ces chenaux est très variable, mais il ne constitue généralement pas la totalité des formations alluviales (Plaziat, 1984).

La formation continentale de Glib Zegdou et celle de Mériidja-Dermchane sont qualifiées de « fluvio-lacustre » car les dépôts lacustres ne dépassent guère les 10% du volume sédimentaire continental.

4.1- Dépôts de chenaux

L'ensemble des dépôts conglomératiques (à éléments arrondis) et gréseux du Paléogène continental du Sud-ouest algérien montrent des structures chenalisesantes.

A Mériidja, les lentilles conglomératiques granodécroissantes formées de galets (2 à 20 cm de diamètre) bien roulés hérités du Mésozoïque et du Tertiaire atlasique, ravinant les argiles silteuses, renferment des lentilles gréseuses. Les mesures effectuées sur les galets indiquent une direction d'apport du Nord-est vers le Sud-ouest (N55°). Cette sédimentation est interprétée comme un réseau tressé de la zone plus ou moins distale selon l'arrondi des éléments (poudingue). Le remplissage des chenaux devient moins grossier en allant vers Dermchane (vers l'Ouest) où il est représenté par des grès microconglomératique à gastéropodes. L'épaisse décharge conglomératique ravinant les calcaires lacustres à *Pseudoceratodes* de Mériidja pourraient correspondre aux événements tectoniques intra-Eocène (Adaci *et al.*, 2005).

Au complexe de Gour Lazib, le remplissage des chenaux est de nature gréseuse avec une granulométrie grossière à moyenne. Ils présentent un litage entrecroisé suivi de lamines faiblement obliques puis parallèles. Ces corps sédimentaires peuvent être traduits comme des barres de méandre issu d'un système fluvial méandrique. La direction des courants et du système fluvial indique un écoulement global du Nord-est vers le Sud-ouest.

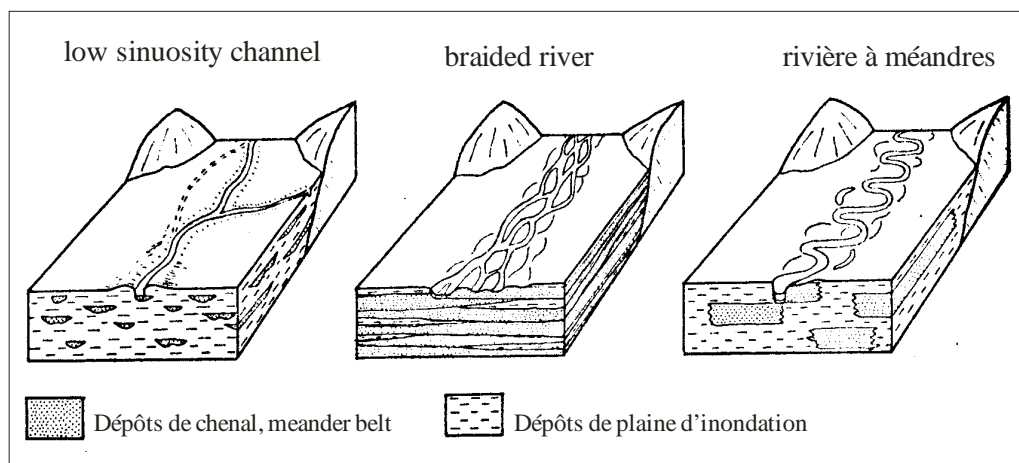


Fig. 38: Proportions entre les dépôts de chenaux et ceux de la plaine d'inondation dans les trois types classiques de sédimentation fluviales. L'influence de la pente des chenaux se combine à celle de la charge en matériel grossier (notion d'encombrement) pour expliquer l'ampleur des divagations de chenaux et leur part dans l'alluvionnement. Les réseaux en tresse actuels sont fort mal connus en dehors des vallées de montagnes et des fleuves périglaciaires. Ils correspondent à une forte charge et à un régime hydraulique très contrasté. Réduction de pente et fort encombrement favorisent un allongement du cours : méandres et réseau anastomosé (*in* Plaziat, 1984).

4.2- Dépôts de plaine d'inondation

On regroupe dans cette catégorie les dépôts fins de débordement de chenaux qui forment des passages latéraux : argiles, silts et grès fins. Ces faciès caractérisent le membre intermédiaire des formations continentales du Sud-ouest algérien. Ici, ces dépôts réputés riches en gisements fossilifères, ils sont très pauvres en fossiles, les seuls témoins observés sont des terriers.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Le Paléogène continental du Sud-Ouest algérien, à la fois dans les domaines sud-ouest saharien (complexe des Gour Lazib) et ouest atlasique (Méridja-Dermchane) se présente sous forme de vastes étendues tabulaires appelées Hammada. Ces terrains, réputés pauvres en documents paléontologiques, nous ont livré une très riche faune de gastéropodes et de vertébrés, notamment de mammifères, associée à une flore variée de characées.

Le complexe des Gour Lazib (Glib Zegdou, Gour Lazib et Gour Idergane) est situé dans la partie occidentale du Sahara algérien. Il est constitué de terrains continentaux sous forme d'un ensemble de buttes-témoins.

La Hammada de Méridja-Dermchane correspond à de vastes plateaux désertiques et pierreux, s'étalant sur la rive droite d'Oued Guir.

Depuis 2004, les prospections géologiques et paléontologiques annuelles dans ces localités, ont conduit à la découverte d'une quinzaine de sites fossilifères remarquables à Gastéropodes et à Vertébrés (mammifères, poissons, chéloniens, reptiles, oiseaux) associés à un nombre parfois impressionnant de gyrogonites de charophytes. Ainsi, ces résultats ont permis d'enrichir le bilan paléontologique de ces formations, de compléter et d'affiner leur lithostratigraphie, de reconstituer leurs milieux de dépôts, de décrire pour la première fois les différents phénomènes d'épigénies ayant affectés ces dépôts fluvio-lacustres et de mettre en évidence les lacs éocènes de Glib Zegdou et de Méridja.

Sur le plan lithostratigraphique et paléontologique, l'étude de plusieurs coupes dans le complexe des Gour Lazib, dont la célèbre gara de Glib Zegdou, a permis de compléter les données de la formation continentale du Glib Zegdou vers sa base, de remettre en cause l'âge cénomano-turonien des calcaires roses silicifiés du membre inférieur, de découvrir de nouveaux sites à vertébrés et à charophytes et d'établir des corrélations lithologiques. Cette formation affleure sur plus de 50 Km, depuis le Glib Zegdou au Nord-Est jusqu'aux Gour Idergane au Sud-Ouest; elle est divisée en trois membres : un membre inférieur argilo-marno-gypseux riche en restes de poissons et de tortues reposant en discontinuité sur un substratum paléozoïque, un membre intermédiaire détritique très riche en restes de vertébrés, notamment en mammifères, et un membre supérieur grés-carbonaté. Ce dernier avait été décrit comme lacustre par l'ensemble des anciens auteurs ; cette étude détaillée a montré qu'il s'agit plutôt d'un calcaire formé par épigénie calcitique et souvent silicifiée. L'étude paléontologique a permis de recenser plus de 27 espèces de mammifères bien préservées, avec de nouveaux taxons en cours de description (au moins six taxons de poissons, une espèce de chélonien et

un oiseau). La faune mammalienne documente la grande majorité des ordres modernes de placentaires connus en Afrique au cours du Paléogène ancien: rongeurs, primates, insectivores, hyracoides, chauve-souris, condylarthres, macroscélidés, carnivores créodontes. Seule l'absence des proboscidiens est à signaler.

Dans la Hammada de Méridja-Dermchane, une formation continentale fluvio-lacustre est également subdivisée en trois membres. Un membre inférieur argilo-carbonaté, un membre intermédiaire détritique et un membre supérieur grés-carbonaté. L'étude paléontologique annonce la première découverte de charophytes, de coquilles de gastéropodes et de restes fragmentaires de vertébrés dans ce secteur.

Sur le plan biostratigraphique, les attributions stratigraphiques et biochronologiques sont discutées à partir des résultats obtenus sur le terrain et de ceux de l'étude lithologique et paléontologique. Elles sont basées, pour le Glib Zegdou, sur l'intérêt biochronologique des charophytes et des mammifères. Ces groupes proposent un âge fini Yprésien-Lutétien basal au membre intermédiaire du Glib Zegdou. Cet âge est soutenu par les analyses magnétostratigraphiques qui indiquent un âge d'environ 49 Ma. Il s'agit là de la première étude magnétostratigraphique pour l'Eocène continental d'Afrique du Nord-Ouest. Par ailleurs, les données paléontologiques attestent de la contemporanéité des sites à mammifères du complexe des Gour Lazib et de Chambi en Tunisie. Ces résultats sont très importants car le Paléogène d'Afrique du Nord est une période encore très mal documentée en matière d'histoire évolutive des mammifères. Les mammifères découverts vont par ailleurs éclairer d'un jour nouveau notre connaissance de la radiation initiale des placentaires sur le continent Africain. A Méridja-Dermchane, les attributions sont fondées sur les charophytes et les gastéropodes du genre *Pseudoceratodes*, *Romanella* et *Vicentinia* (« Bulimes ») et *Palaeocyclotus* (Hélicidé). Le premier genre infère un âge Yprésien au membre carbonaté lacustre, les trois derniers en association avec les characées proposent un âge Lutétien-Bartonien, qui pourrait être attesté par la phase tectonique du même âge reconnue à Méridja. La présence de « Bulimes » et d'Hélicidés, dans ces coupes, assure par ailleurs des corrélations entre les principales formations continentales paléogènes de l'Afrique du Nord, notamment avec la Hammada de Boudenib au Maroc.

Sur le plan paléoenvironnemental, une reconstitution du paléo-habitat de la communauté mammalienne du complexe des Gour a été réalisée en utilisant la méthode des cénogrammes de la communauté des mammifères. Ce travail est complété par la méthode des taxons arboricoles et la diversité écologique, méthodes utiles pour reconstituer les couvertures de végétations des localités fossilifères. Ces résultats, associés à ceux obtenus sur le terrain, suggèrent un milieu forestier tropical, chaud et humide, soumis à des saisons marquées pour la faune des Gour Lazib; la présence d'un vaste lac (comme suggéré jusqu'à présent) reste

possible, mais un système fluvatile avec méandres à faible courant, bordé d'une forêt galerie et de milieux plus ouverts en périphérie, est plus plausible pour la faune du membre intermédiaire.

Sur le plan de la sédimentologie et des milieux de dépôts, l'étude de la formation continentale de Glib Zegdou est basée sur les observations de terrain, les lames minces et l'analyse minéralogique (DRX). Elle a mis en évidence des encroûtements d'épigénie polyphasée calcitique à partir du sédiment originel silto-argileux et gréseux, d'origine fluvatile, notamment dans le membre supérieur décrit autrefois comme calcaire lacustre. Ceux-ci sont attestés par l'individualisation de structures très particulières : débits en glaebules, en nodules, en boules, en desquamations et par la morphologie relique chenalisante du membre supérieur, qui témoigne ainsi de son origine fluvatile. En plus, les grains de quartz sont corrodés par une auréole calcitique avec néoformation de palygorskite. Les mêmes phases d'encroûtements calcitiques (calcrètes) ont été observées à Méridja-Dermchane en plus de phénomènes de remplacement par épigénie dolomitique (dolocrètes). Sur le plan des milieux de dépôts, le membre inférieur des formations continentales du Sud-ouest algérien est lacustre-palustre, ce qui a permis de mettre en évidence la présence d'un lac Eocène au Glib Zegdou et à Méridja. Enfin, la sédimentation du membre intermédiaire et supérieur de Méridja est interprétée comme un réseau tressé de la zone plus ou moins distale; les mesures effectuées indiquent une direction d'apport du Nord-Est vers le Sud-Ouest (N55°). La sédimentation du Glib Zegdou est interprétée comme un système fluvatile méandriforme ; la direction des courants et du système fluvatile indique un écoulement global du Nord-Est vers le Sud-Ouest.

Enfin, sur le plan tectonique, une phase d'orogénèse d'âge Eocène moyen-supérieur, est enregistrée dans la Hammada de Méridja grâce à l'ondulation de la dalle calcaire lacustre et les épaisses lentilles conglomératiques grossières qui la ravinent. Cette phase tectonique est largement reconnue dans le Maghreb et dans le Sud de l'Europe occidentale.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdeljaoued S. 1983.** Etude sédimentologique et structurale de la partie Est de la Chaîne nord des Chotts (Tunisie méridionale) ; *Thèse 3^{ème} 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.
- Abdeljaoued S. 1997.** Mode de genèse des palygorskites dans la série continentale éocène de Tunisie méridionale. *Notes du Service Géologique de Tunisie*, 63, 15 –27.
- Abdeljaouad S., Sassi S., Triat J.-M. et Truc G. 1984.** Nouvelles précisions stratigraphiques et biostratigraphiques (Mollusques et charophytes) sur "l'Eocène continental" de Tunisie centrale et méridionale: intervalle Paléocène supérieur-Ludien. *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Lyon*, 22: 73-77.
- Abdeljaoued S., Bensalah M. et Truc G. 1998.** L'Eocène continental en Afrique du Nord: Essai de corrélations biostratigraphique et paléoclimatique. Impact régional périméditerranéen. *Notes du Service Géologique de Tunisie*. 64: 85-101.
- Adaci M. 2001.** Les Hammadas paléogènes à l'Ouest de Béchar (Hammada de Oum Es Sebâa et de Méridja). Biostratigraphie, sédimentologie et corrélation. *Magister, Univ. Oran* (Algérie), 104p., 15fig., 11pl.
- Adaci M., Bensalah M., Mahboubi M. et Kazi-Tani O. 2005.** Découpage lithostratigraphique des hammadas tertiaires de la région de Bechar et de Beni Abbes (Sud-Ouest algerien) . *Revista de la Sociedad Geológica de España, ISSN 0214-2708*, Vol. 18, N°. 3-4, 2006, pp. 145-149.
- Adaci M., Tabuce R., Mebrouk F., Bensalah M., Fabre P.-H., Hautier L., Jaeger J.-J., Lazzari V., Mahboubi M., Marivaux L., Otero O., Peigné S et Tong H. 2007.** Découverte de nouveaux sites à vertébrés dans les formations paléogènes de la région des Gour Lazib/Glib Zegdou (Sahara Nord-occidental, Algérie). *Comptes rendus Palévol* 6, 535-544.
- Adaci, M., Ramdarshan, A., Mebrouk, F., Bensalah, M., Mahboubi, M., Zaoui, D., Marivaux, L. et Tabuce, R. 2009.** Extension géographique de la formation continentale Eocène du Glib Zegdou et reconstitution paléoenvironnementale de sa faune de mammifères (Eocene inférieur à moyen, Algérie). *Algeria. 1er Congrès International sur la Paléontologie des Vertébrés du Nord de l'Afrique. NAVEP1, Marrakech 25-27 mai 2009*. p. 63.
- Adolphe J. PP. et Billy C. 1974.** Biosynthèse de calcite par une association bactérienne aérobie. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 278, n° 23, pp. 1873-1875.
- Agafonoff W. 1936.** Les sols bruns et rouges à croûtes carbonatées en Tunisie. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 202, D, pp. 1597-1599.
- Aguilar J-P, Legendre S and Michaux J. 1997.** Actes du congrès BiochroM'97: Mém. Trav. EPHE, Inst. Montpellier ; 818p.
- Alonzo-Zara A. M. 2003.** Palaeoenvironmental significance of palustrine carbonates and calcretes in geological record. *Earth-Sciences Reviews* 60 (2003), pp. 261-298.

Andrews P. J. M. et Evans E. M. 1979. Pattern of ecological diversity in fossil and modern mammalian faunas. *Biological Journal of the Linnnean Society* 11 : 177-205.

Arambourg C. & Magnier Ph. 1961. – Gisement de vertébrés dans le bassin de Syrte (Libye). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 252, 1181-1183.

Bellair P., Freulon C. et Lefranc J.-Ph. 1954. Découverte d'une formation à vertébrés et végétaux d'âge Tertiaire du désert libyque (Sahara oriental). *C. R. Acad. Sc. Paris*, **239**: 1822-1824.

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'épigénie dans leur transformation. *Dipl. Doc.*, Lyon, 147 p.

Bensalah M., Benest M., Gaouar A., Truc G. et Morel J.-L. 1987. Découverte de l'Eocène continental à Bulimes dans les Hautes Plaines Oranaises (Algérie): conséquences paléogéographiques et structurales. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 305 (1): 35-38.

Bensalah M., Benest M. et Truc G. 1988. Relation entre phase d'émersion et tectonique compressive au Lutétien sur la bordure sud du bassin Tellien (Algérie). *C. R. Acad. Sc. Paris*, **307**: 785-788.

Beaudet G. 1986. À propos des croûtes et encroûtements calcaires. In: *Annales de Géographie*. 1986, t. 95, n°531. pp. 617-627.

Bock L. 1983. L'intégration chronospatiale des accumulations calcaires. Approche morphopédologique et géochimique dans un paysage semi-aride de l'Atlas tellien (Algérie). *Thèse Sci. Agronomiques*, Gembloux (Belgique), 448 p.

Bolle M.P., Adatte T., Keller G., Von Salis K. & Burns S. 1999. The Paleocene-Eocene transition in the southern Tethys (Tunisia): climatic and environmental fluctuations. *Bull. Soc. géol. Fr.*, 170, 661-680.

Boulaine J. 1957. Sur la formation des carapaces calcaires. Accumulation de carbonates et de sulfates dans les sols bien drainés. *Bull. Serv. Carte Géol., Algérie*, 20, pp. 1-19.

Bowen, G. J., Clyde W. C, Koch P. L., Ting S., Alroy J., Tsubamoto T., Wang Y., and Wang Y.. 2002. Mammalian dispersal at the Paleocene/Eocene boundary. *Science* 295.

Bown T.M. and Kraus M.J. 1988. Geology and Paleoenvironment of the Oligocene Jebel Qatrani Formation and Adjacent Rocks, Fayum Depression, Egypt. *U.S Geological Survey Professional Paper*. 1452: 1-64.

Branner J. 1911. Aggraded limistones Plains of the interior of Bahia and the climatic changes suggested by them. *Geol. Soc. America Bull.*, 22, pp. 187-206.

Bourcart J. 1938. La marge continentale. Essai sur les régressions et transgressions marines. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, (5), 9, pp. 393-474.

Bradley W. H. 1929. Algae reefs and oolites of the Green River Formation. *U. S. Geol. Surv. Prof. Paper* 154-G, 20-223.

Capetta H. , Jaeger J.-J., Sigé B. , Sudre J. & Vianey-Liaud M. 1987. Compléments et précisions biostratigraphiques sur la faune paléocène à mammifères et sélaciens du Bassin d'Ouarzazate (Maroc) – *Géobios* **8** (4) : 147-157, 4 fig., Lyon.

Casanova J. 1986. Les stromatolites continentaux : Paléoécologie, paléohydrologie, paléoclimatologie. Application au rift Gregory. *Thèse Doc. D'état-Sciences*. 256p, 83 fig.

Choubert G. 1945. Note préliminaire sur le Pontien du Maroc (essai de synthèse orogénique du Maroc Atlasique). *Bull. Soc. Géol. France*, 5^{ème} série, t. XV, et Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc.

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.

Clariond L. 1939.- Note sur la géologie des environs de Kenadza. *Rapport inédit du Bureau de Recherche et de participations minières*, Juin 1939.

Coiffait P.-E., Coiffait B., Jaeger J.-J. et Mahboubi M. 1984. Un nouveau gisement à Mammifères fossiles d'âge Eocène supérieur sur le versant Sud des Nementcha (Algérie orientale): découverte des plus anciens Rongeurs d'Afrique. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 299 (13): 893-898.

Conrad G. 1969. L'évolution continentale post-hercynienne du Sahara algérien (Saours, Ergs, Cheche-Tanezrouft, Ahnet-Mouydir). *Thèse Doct. Es Sciences, C. Rech. Zones arides, Sér. Géol.*, n° 10, 527 p., 274 fig., 10 tabl., 6 cartes, 11 pl..

Coster; P., Benammi. M., Adaci, M., Tabuce, R., Marivaux, L., Mahboubi, M., Bensalah, M., Mahboubi, S., Mahboubi, A., Maameri, C. et Jaeger, J.J. (soumis). Magnetic polarity stratigraphy and age of the Early-middle continental Eocene deposits of el Kohol and Gour Lazib (Algeria).

Court N. and Hartenberger J.-L. 1992. A new species of the hyracoid mammal Titanohyrax from the Eocene of Tunisia. *Palaeontology*, 345, 309-317.

Court N. and Mahboubi M. 1993. Reassessment of lower Eocene Seggeurius amourensis : aspect of primitive dental morphology in the mammalian order Hyracoidea. – *J. Paleont.*, 67-893.

Coque R. 1962. La Tunisie présaharienne. Etude géomorphologique. *Thèse Lettres, Paris*, 476 p., 85 fig., 30 pl., 4 cartes h. t..

Crochet J.-Y., Peigné 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.

Curial A. 1986. La sédimentation salifère et suprasalifère du paléogène bressan (France) Comparaison entre les données diagraphiques et lithologiques. Etude diagraphique du Champ d'Etretz et synthèse du bassin, 252p., 70 fig., 22 tabl.

Daguin F. 1923. Compte rendu sommaire d'excursions dans le cercle Sud (feuille Boudenib, Bou Anane, Rich). *Archives Serv. Géol. Maroc*.

Daguin F. 1931. Sur le Crétacé de la vallée de l'Oued Ziz (Maroc du Sud, Confins du Tafilalt). *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5^{ème} série, t. I.

De Muizon C. and Cifelli R. L. 2000. The "condylarths" (archaic Ungulata, Mammalia) from early Palaeocene of Tiupampa (Bolivia) : implication on the origin of South American ungulates. *Geodiversitas* 2000 22 (1) v. 22, n°1, p. 47-150, 22 figs. 16 tables, 2000.

De Serres M. 1827. Note sur la série des terrains tertiaires du Sud de la France. *Ann. Sci. Nat., t. XI, pp. 329.*

Deleau P. 1951. Les bassins houillers du sud-oranais dans la région de Colomb-Béchar-Abadla. Livre I : Stratigraphie-Sédimentation-Paléogéographie. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, 2^{ème} Série, n° 20, pp 277.

Deleau P. 1952. La région de Béchar. *Publ. XIXème Congr. Géol. Intern. Alger, monogr. rég.*, 1^{er} série, n° 8.

Demarest H. JR. 1983. Error analysis for the determination of tectonic rotation from paleomagnetic data. *Journal of Geophysical Research*, 88: 4321-4328.

Ducrocq S. 1997. The anthracotheriid genus *Bothriogenys* (Mammalia, Artiodactyla) in Africa and Asia during the Palaeogene: phylogenetical and paleobiogeographical relationships. *Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde. (B)* 250: 1-44.

Durand J. H. 1952. Les différents types de croûtes, leurs caractères principaux, leur signification climatique : *Actes Congr. Panafricain Préhistoire, 11^{ème} sess.*, Alger 1952, pp. 275-278.

Durand J. H. 1963. Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie : formation et âge. *Bull. Soc. Géol. Fr. Paris*, sér. 7, t. 5, pp. 959-968.

Durant A., Fontes J. Ch., Casse F., Icole M. & Lang J. 1984. Le Nord Ouest du lac Tchad au Quaternaire : étude de paléoenvironnements alluviaux, éoliens, palustres et lacustres in : *paleoecology of Africa and the surrounding islands, vol. 16, edited by., J. Acoettee and E. M. Van Zinderen Baker, A. A. Balken M. A., Rotterdam, Boston, pp. 215-243.*

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

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

Fabre J. 2005. Géologie du Sahara occidental et central. *Tervuren African Geosciences Collection*, Tervuren, Belgique. vol. 108.

Fisher R. A., 1953. Dispersion on a sphere: *Proceedings of the Royal Society London*, v. 217, p. 295-305.

Fleming, T. H. 1973. Numbers of mammal species in North and Central American forest communities. *Ecology* 54 : 555-563.

Gaffney E.S. 2002. D.D. Deblieux, E.L. Simons, M.R. Sanchez-Villagra, P.A. Meylan, Redescription of the skull of *Dacquemys* Williams, 1954, a Podocnemidid side-necked turtle from the Late Eocene of Egypt, *Am. Mus. Novitat.* 3372 (2002) 1–16.

Gagnon M. 1997. Ecological diversity and community ecology in the Fayum sequence (Egypt). *Journal of Human Evolution*. 32: 133-160.

Gaouar S. 2009. La Malacofaune à *Bulimes* de Djebel Mékaïdou et de la Hammada de Méridja (analyse biométrique, biostratigraphie et corrélation). *Mém. Magister, Univ. Oran* (Algérie), 76p., 73fig., 4pl.

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

Geiller M. 1997. Sédimentologie de faciès, minéralogie et stratigraphie génétique des réservoirs silicoclastiques du Lias Inférieur de Céré-La-Ronde (D'après les données de forages GDF de Sologne - SW du Bassin de Paris). Thèse Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 218 p.

Gentil L. 1913. Carte du Maroc à l'échelle de 1000000 è. Vue d'ensemble sur le relief du Maroc. *Henri Barrerre (Ed)*. Paris.

Gevin P., Feist M. 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.

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

Gheerbrant E. 1992. Les mammifères paléocènes du bassin d'Ouarzazate Maroc). I : Introduction générale et Palaeoryctidae. – *Palaeontographica*, 224, 67-132.

Gheerbrant E. 1993. Premières données sur les mammifères "Insectivores" de l'Yprésien du Bassin d'Ouarzazate (Maroc : site de N'Tagourt 2). *N. Jb. Geol. Paläont. Abh.*, 187, (2):225-242.

Gheerbrant E 1995. Les mammifères paléocènes du bassin d'Ouarzazate (Maroc). III : Adapisoriculidae et autres mammifères (Carnivora, ?Creodonta, Condylarthra, ?Ungulata et incertae sedis). *Palaeontographica*, 237, 39-132.

Gheerbrant E., Sudre J., Sen J., Abrial C., Marandat B., Sigé B. and Vianey-Liaud M. 1998. Nouvelles données sur les mammifères du Thanétien et de l'Yprésien du Bassin d'Ouarzazate (Maroc) et leur contexte stratigraphique. – *Palaeovertebrata*, 27, 155-202.

Gheerbrant E, Sudre J, Cappetta H, Mourer-Chauviré C, Bourdon E, Iarochene M, Amaghaz 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.

Gile L. H., Peterson F. F., and Grossman R. B. 1965. The K horizon: a master soil of carbonate accumulation. *Soil Sci.*, 99, pp. 74-82.

Gile L. H., Peterson F. F., and Grossman R. B. 1966. Morphological and genetic sequences of carbonate accumulation in desert soils. *Soil Sci.*, 101, pp. 347-360.

Gingerich P. D. 1974. Size variability of the teeth of living mammals and the diagnosis of closely related sympatric fossil species. *J. Paleont.*, vol. 48, pp. 895-903.

Gingerich P. D., Smith B. H. and Rosenberg K. 1982. Allometric scaling on the dentition of primates and prediction of body weight from tooth size fossils. *Am. Journ. Phys. Anthropol.*, vol. 58, p.81-100.

Godinot M. 1983. Contribution à l'étude des primates paléogènes d'Europe - Systematique, Locomotion. Thèse Doctorat d'état. Univ. Sciences et Techniques Languedoc. pp., 59 figures, 4 planches, 19 tableaux

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 simiiformes de Glib Zegdou (Éocène inférieur à moyen d'Algérie), *C. R. Acad. Sci. Paris, Ser. II*, 319 pp. 357–364.

Gómez Cano A.R., García Yelo B.A. y Hernández Fernández M. 2006. Cenogramas, análisis bioclimático y muestreo en faunas de mamíferos: implicaciones para la aplicación de métodos de análisis paleoecológico. *Estudios Geológicos* 62, 135–144.

Goudie A. 1973. Duricrusts in tropical and subtropical landscapes. *Clarendon Press*, Oxford, 174 p., 45 fig., 11 tabl..

Gradstein F. M., Ogg J. G. and Smith A. G. 2004. (eds.), *A Geological Time Scale 2004* (pp. 63–86). Cambridge University Press, Cambridge.

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.

Greenwood P. H. 1983. The Zoogeography of African Freshwater Fishes: Bioaccountancy or Biogeography?, in: R.W. Sims, J.H. Price, P.E.S. Whalley, (Eds.), *Evolution, Time and Space: The Emergence of the Biosphere*, Academic Press for Systematics Association, *Spec. Vol. 23*, 1983, pp. 179-199.

Gauthier H. 1960. Contribution à l'étude géologique des formations post-liasiques des bassins du Dadès et du Haut Todra (Maroc méridional), *Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, Rabat* 119 (1957–1960) 212 p.

Guerin C. et Rage J.C. 1987. Dégagement des Vertébrés. In: *Géologie de la préhistoire: méthodes, techniques, applications* (J.C. MISKOVSKV éd.), *Géopré, Paris*, pp.737-741.

Guillemot J. 1952. La Bordure Sud-Tellienne dans le Titterie. *XIXème Congr.Géol. Intern. Alger, monogr. région. 1ère série: Algérie - n° 9.*

Hartenberger J-L. 1986. Hypothèse paléontologique sur l'origine des Macroscelidea (Mammalia). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* 302: 247-249.

Hartenberger J.-L. and Marandat B. (1992).- A new genus and species of an early Eocene Primate from North Africa. *Human Evolution*, 7 (1): 9-16.

Hartenberger J.-L. , Crochet J.-Y., Martinez C., Feist M., Godinot M., Mannai Tayech, Marandat B. et Sige B. (1998).- Les mammifères de Chambi (Eocène, Tunisie centrale) : Apport à la compréhension de l'histoire du peuplement mammalien dans la région

sud-téthysienne : contribution à la biochronologie des formations continentales du Maghreb. *Notes du Service Géologique de Tunisie*, n°64, pp. 5-24.

Hay R. L. and Wiggins B. 1980. Pellets, ooïd, sepiolite and silica in three calcretes of the south –western United States. *Sedimentology*, vol. 27, n° 5, pp. 559-576, 8 fig..

Herbig H. G. 1991. Das Paläogen am Südrand des zentralen Hohen Atlas und im Mittleren Atlas Marokkos. Stratigraphie, Fazies, Paläogeographie und Paläotektonik. *Berliner geowiss. Abh., (A)*, 135, 286 pp., 52 fig., 1 tabl., 40 pl., app. 1-3, Berlin.

Herbig H. G. et Trappe J. (1994). Stratigraphy of the Subatlas Group (Maastrichtian–Middle Eocene, Morocco). *Newsl Stratigr* 30:125–165

Hernandez Fernandez M., Alberdi M. T., Azanza B., Montoya P., Morales J., Nieto M. y Pelaez-Campomanes P. 2006. Identification problems of arid environments in the Neogene-Quaternary mammal record of Spain. *J. Arid Environ.*, 66: 585-608.

Holling C. S. 1992. Cross-Scale Morphology, Geometry, and Dynamics of Ecosystems. Vol. 62, No. 4, pp. 447-502.

C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / Earth and Planetary Sciences 333 (2001) 329–335

Jamoussi F., Abbès C., Fakhfakha E., Bédir M., Kharbachic S., Soussic M., Zargounid F. et López-Galindo A. 2001. Découverte de l'Éocène continental autour de l'archipel de Kasserine, aux Jebels Rhéouis, Boudinar et Chamsi en Tunisie centro-méridionale: nouvelles implications paléogéographiques. *C. R. Acad. Sci. Paris, Sciences de la Terre et des planètes / Earth and Planetary Sciences* 333 (2001) 329–335

Jodot P. 1938. Recherches sur les mollusques continentaux : un nouveau *Clavator* fossile dans les calcaires hammadiens des confins algéro-marocains du Sud. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 5^{ème} série, t. 8.

Jodot P. 1952. Sur le Sparnacien fluvio-saumâtre et le Lutétien terrestre de Brésina (Sud-oranais). *C. R. Acad. Sci.*, 234, pp. 2548-2550 ; Paris.

Jodot P. 1953a. Les Pseudoceratodes du Nummulitique continental circumsaharien. *Bull. Serv. carte Géol. Algérie*, 17: p. 124p.

Jodot P. (1953 b).- Les mollusques continentaux aquitaniens du Maroc. *Bull. Serv. carte Géol. Maroc*, 117: 174-240.

Jodot P. 1957a. Le nouveau genre *Vicentina* et ses espèces dans l'Eocène de Timhadit (Moyen Atlas marocain). *Extr. Bull. Soc. Hist. Nat. A. F. N.*, t. 48, n° 3-4, Alger.

Jodot P. 1957b. Sur la nomenclature de quelques *Helicidae* *Bulimoïdes* de l'Eocène. *Journ. Conchyliologie*, 97 (3): 89-101.

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.

Kay R. F. 1977. The evolution of molar occlusion in the Cercopithecidae and early Catarrhines. *American Journal of Physical Anthropology* 46 : 327-352.

Kay R. F. & Covert H. H. 1984. Anatomy and behavior of extinct primates. In (D. J. Chivers, B. A. Wood & A. Bilsborough, Eds) *Food Acquisition and Processing in Primates*, pp. 467–508. New York: Plenum Press.

Kay R.F. and Simons E.L. 1980. The Ecology of Oligocene African Anthropoidea. *International Journal of Primatology*. 1(1): 21-37

Kirk E.C. and Simons E.L. 2001. Diets of fossil primates from the Fayum Depression of Egypt: a quantitative analysis of molar shearing. *Journal of Human Evolution*. 40: 203-229.

Laffitte R. 1939. Etude géologique de l'Aurès, Bulletin du Service de la Carte géologique de l'Algérie 2 (15)

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 algéro-marocains du Sud. *Notes et Mém. Serv. cart. Géol. Maroc*, 116: p. 148 .

Legendre S. 1986. Analysis of mammalian communities from the late Eocene and Oligocene of southern France. *Palaeovertebrata*, Montpellier, vol. 16, pp.191-212.

Legendre S. 1989. Les communautés de mammifères du paléogène (éocène supérieur à oligocène) d'Europe occidentale: structures, milieux et évolution. *Münchner Geowissenschaftliche Abhandlungen*. Série A, 16: 1–110.

Lofty H. and Van der Voo R. 2007. Tropical northeast Africa in the middle-late Eocene: 12 Paleomagnetism of the marine mammals sites and basalts in the Fayum province, Egypt. *Journal of African Earth Sciences*. 47: 135-152.

Mahboubi M. 1995. Étude géologique et paléontologique des formations continentales paléocènes et éocènes d'Algérie, Université d'Oran, Institut des sciences de la Terre.

Mahboubi M., Ameur R., Crochet J.-Y. and Jaeger J.-J. 1984. Earliest known proboscidean from Early Eocene of north-west Africa. *Nature*, 308: 543-544.

Mahboubi M., Ameur R., Crochet J.-Y. and Jaeger J.-J. 1986. El Kohol (Saharan Atlas, Algeria): a new Eocene mammal locality in Northwestern Africa. *Palaeontographica A* 192, 15–49.

Mahboubi M., Tabuce R., Mebrouk F. et Jaeger J.-J. (2001)- L'Eocène continental de la bordure sud des Nementcha (Atlas saharien oriental, Algérie). Précisions stratigraphiques et implications paléobiogéographiques. *Bull. Serv. Géol. de l'Algérie*.

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 sedimentation. Encroûtements carbonatés dans les séries rouges jurassique du Haut Atlas Central (Maroc). *Thèse 3^{ème} 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. (sous presse). Zegdoumyidae (Rodentia, Mammalia), the stem anomaluroid rodents from the early to middle Eocene of Algeria (Gour

Lazib, Western Sahara): new dental evidence. *Journal of Systematic Palaeontology*. URL: <http://mc.manuscriptcentral.com/tjssp>

Martin T. 1993. Early rodent incisor enamel evolution: phylogenetic implications. *Journal of Mammalian Evolution* 1:227–253.

Matsumoto H. 1926. Contribution to the knowledge of the fossil hyracoidea of the fayum, Egypt, with the description of several new species. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. 56: 253–350.

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., Mahboubi M., Adaci .M, Bensalah M. et Nadji A. M. 2004. Les charophytes fossiles de l'Algérie: Bilan paléontologique, conséquences, stratigraphie, intérêt paléoécologique et paléoclimatique. 1^{er} séminaire des Sciences de la Terre au service du développement durable. Tébessa 26 & 27 avril 2004.

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.

Menchikoff N. 1936. Etudes géologiques sur les confins algéro-marocains du Sud. Bull. Soc. Géol. Fr., 5^{ème} série, t. 6.

Menchikoff N. 1946. Sur les dépôts post-turonien des confins algéro-marocains du Sud. *C. R. Somm. Géol. France*, 53-54.

Meyer G.E. 1978. Hyracoidea. In: V.J. Maglio and H.B.S. Cooke (eds.), *Evolution of African Mammals*, Harvard University Press, Cambridge. 284–314.

Miller R. PP. 1937. Drainage lines in bas-relief. *J. Geol.*, 45, pp. 432-438.

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 Anti-Atlas subaride Maroc Sciences Géologiques 1977 129-152.

Murray A.M. (2000). The Palaeozoic, Mesozoic and Early Cenozoic fishes of Africa, *Fish Fish.* 1 111–145.

Noubhani Abdelmajid , Hautier Lionel, Jaeger Jean-Jacques, Mahboubi Mohammed et Tabuce Rodolphe 2008. Variabilité dentaire et crânienne de *Numidotherium koholense* (Mammalia, Proboscidea) de l'Éocène d'El Kohol, Algérie. *Geobios* 41 (2008) pp. 515–531. doi:10.1016/j.geobios.2007.09.002.

Otero O. and Gayet M. 2001. Palaeoichthyofauna from the Oligocene and Miocene of the Arabic Plate, Palaeoecological and Palaeobiogeographical implications, *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 165, pp.141–169.

Robinson P. & Williams B. A. 1997. Species diversity, tooth size, and shape of *Haplomylus* (Condylarthra, Hyopsodontidae) from the powder River Basin, northeastern Wyoming. *Contribution to Geology, University of Wyoming*, v. 31, n°2, p. 59-78, 6 figs., 11 tables, May, 1997.

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

Paquet H. et Ruellan A. 1993. Epigénie et encroûtements calcaires (calcrètes). Les colloques de l'Académie des sciences et du cadastre. *Coll. « sédimentologie et géochimie de la surface »* à la mémoire de Georges Millot. pp. 19-39.

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.

Plaziat J. C. 1973. *Vidaliella gerundensis* (Vidal) et les autres Bulimoïdes de l'Eocène du Nord de l'Espagne et du Sud de France. Caractérisation paléobiométrique et descriptive de l'espèce et répartition stratigraphique des *Vidaliella* et *Romanella* de ce domaine. *Paléobiologie Continentale*, 4 (3) :1-34.

Plaziat J.-C. 1974. *Vidaliella geundensis* (Vidal) et les autres bulimoïdes de l'Eocène du Nord de l'Espagne et du Sud de la France. Répartition stratigraphique des *Vidaliella* et des *Romanella* dans ce domaine. – *Paléobiol. Continental. T. 4 (3)*, 1973, pp. 1-34.

Plaziat J.-C. 1984. Le domaine pyrénéen de la fin du Crétacé à la fin de l'Eocène. Stratigraphie, paléoenvironnements et évolution paléogéographique. *Thèse d'état*, Paris-Sud, 471 p.

Ramdarshan, A. 2007. Reconstitution paléoenvironnementale de la faune de mammifères des Gour Lazib (Eocène inférieur, Algérie). Mémoire de Master 1, Université Montpellier II, 13 p., 7fig, 4 tab..

Rasmussen D.T 1989. The evolution of the hyracoidea: a review of the fossil evidence. In: D.R. Prothero & R.M. Schoch (eds) *the evolution of Perissodactyls*, Oxford University Press. 57-78.

Rasmussen D.T. and Simons E.L. 1988. New Oligocene hyracoids from Egypt, *Journal of vertebrate palaeontology*. 8(1): 67-83.

Rasmussen D. T., Bown T. M. and Simons E. L. 1992. The Eocene-Oligocene transition in continental Africa. In: Prothero, D. R., and Berggren, W. A., (eds.), *Eocene-Oligocene Climatic and Biotic Evolution* (pp. 548–566). Princeton University Press, Princeton

Rasmussen D.T. and Simons E.L. 2000. Ecomorphological diversity among paleogene hyracoids (Mammalia): a new cursorial browser from the Fayum, Egypt. *Journal of Vertebrate Palaeontology*. 20(1):167-176.

Ravel Anthony, Marivaux Laurent, Tabuce Rodolphe, Mahboubi Mohammed 2010. Oldest bat (Chiroptera, Eochiroptera) from Africa: early Eocene from el Kohol (Algeria). 70th Anniversary Meeting, Society of Vertebrate Paleontology, Pittsburgh, Pennsylvania USA. October 10–13, 2010 p. 149A.

Reeves C. C. J. 1976. Calich, origin, classification, morphology and uses. Estacado Books *edit.*, Lubbock, Texas, 233 p., 78 fig..

Rio M. 1982. Les accidents siliceux dans le Crétacé du Bassin Vocontien (Sud-Est de la France). Condition à l'étude de la classification des formation calcaires. *Thèse Doct. Es-Sciences*, Univ. Cl. Bernard, Lyon 1 (1981) et Doc. Lab. Géol. Lyon, 178 p., 80 fig., 38 tabl., 6 pl., 1 carte h. t..

Riveline J. 1983. Proposition d'une échelle zonale de charophytes pour le Tertiaire (Danien à Burdigalien) de l'Europe occidentale.- *C.R. Acad. Sci.*, Paris, **296**, 1077-1080.

Riveline J. 1986. Les Charophytes du Paléogène et du Miocène inférieur d'Europe occidentale. Biostratigraphie des formations continentales. - Cahiers de Paléontologie, Ed. du C.N.R.S., Paris 227 p.

Rodríguez J. 1999. Use of cenograms in mammalian palaeocology. A critical review. *Lethaia* 32, 331–347.

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

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 Thèse Doct. Es-Sciences*, Strasbourg, 482 p., 41 fig., 19 tabl., 8 pl. h. t..

Ruellan A. (1971). Les Sols profil calcaire différencié dans les plaines de la Basse Moulouya Maroc Oriental) Paris O.R.S.T.O.M. 1971 302p Sperling C.H.B. Cooke R.U. Laboratory simulation.

Ruellan A., Nahon D., Paquet H. et Millot G. 1977. Géochimie de surface et formes de relief – Rôlet des encroûtements et épigénies calcaires dans le façonnement du modèle en pays aride. *Sci. Géol. Bull.* 30, fasc. 4, pp. 283-288, Strasbourg.

Savage R.J.C. 1969. Early Tertiary mammal locality in Southern Libya. *Proc. Geol. Soc. London*, **1657**: 167-171.

Sassi S., Triat J-M., Truc G. et Millot G. 1984a. 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.

Seiffert E. R. 2010. Chronology of Paleogene mammal localities. In Werdelin L and Sanders WJ (eds.) *Cenozoic Mammals of Africa*. Berkeley: University of California Press, pp. 19-26.

Smith R. J. & Jungers W. L. 1997. Body mass in comparative primatology. *J. hum. Evol.* **32**, 523–559.

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

Sudre, J. 1979. Nouveaux mammifères eocènes du Sahara occidental. *Palaeovertebrata*, 9:83-115.

Tabuce R., Coiffait B., Coiffait P.-E., Mahboubi M. et Jaeger J.-J. 2000. A new species of *Bunohyrax* (Hyracoidea, Mammalia) from the Eocene of Bir El Ater (Algeria). *Cptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris* **331**, pp. 61-66.

Tabuce R., Coiffait B., Coiffait P.-E., Mahboubi M. and Jaeger J.-J. 2001. A new genus of Macroscelidea (Mammalia) from the Eocene of Algeria: a possible origin for Elephant-shrews. *Journal of Vertebrate Paleontology* 21 (3): 535-546.

Tabuce, R., Mahboubi M. and J. Sudre. 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. 2002. Mammifères du paléogène ancien d'Afrique du nord occidentale : Systématique, Paléobiogéographie et apport à la phylogénie des « ordres » endémiques africains. *Thèse, université Montpellier II*. 2323p.

Tabuce R., Mahboubi M., Tafforeau P. and Sudre J. 2004. Discovery of a highly specialized Plesiadapiformes (Mammalia, Primates) in the Eocene of Africa. *Journal of Human Evolution* 47 : 305-321.

Tabuce R. and Marivaux L. 2005. Mammalian interchanges between Africa and Eurasia: an analysis of temporal constraints for the plausible Paleogene anthropoid dispersions. *Anthropological Sciences* 113 : 27-32.

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 Gour Lazib, 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., Peigné, S., Sudre, J., Tafforeau, P., Valentin, X. and Mahboubi M. 2009. Anthropoid vs. strepsirrhine status of the African Eocene primates *Algeripithecus* and *Azibius*: craniodental evidence. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Science* 276, 4087–4094

Thomas E. W. and Spencer G. L. 1992. *Meniscotherium* Mammalia, "Condylarthra") from the Paleocene-Eocene of Western North America. *New Mexico Museum of Natural History and Science. Bulletin* 1, p. 1-75, 58 figs., 24 tables.

Tong H. and Buffetaut E. 1996. A new genus and species of pleurodiran turtle from the Cretaceous of southern Morocco, *N. Jahrb. Geol. Palaeontol.* 199 (1996) 133–150.

Torsvik T.H., Muller R.D., Van der Voo R., Steinberger B., and Gaina C. 2008. Global plate motion frames: Toward a unified model: *Reviews of Geophysics*, v. 46, p. 1–44, doi: 10.1029/2007RG000227.

Travouillon K. J. et Legendre S. 2009. Using cenograms to investigate gaps in mammalian body mass distributions in Australian mammals. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 272 (2009) 69–84

Truc G. 1988. Les malacofaunes à *Bulimes* (Mollusques terrestres) dans l'Eocène périméditerranéen : peuplements, migration, extinctions. "Biogéographie historique de la distribution verticale dans les océans et sur les continents". *Réunion de la Soc. de Biogéographie et de la Soc. Géol. De France, Lyon*.

Truc G. 1989. Les malacofaunes à *Bulimes* du Maghreb. Révision des données paléontologiques, stratigraphiques et paléoclimatiques relatives à ces mollusques terrestres de l'Eocène moyen et supérieur. *Soc. Géol. de l'Afrique, 8^{ème} conférence, Rabat*.

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 YOUSSEFI 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).

Thewissen J. G. M. 1990. Evolution of Paleocene and Eocene Phenacodontidae (Mammalia, Condylarthra). University of Michigan, Papers on Paleontology n°29, p. 1-107, 59 figs., 33 tables.

Valverde, J. A. 1964. Remarques sur la structure et l'évolution des communautés de vertébrés terrestres. 1. Structure d'une communauté 2. Rapport entre prédateurs et proies. *La Terre et la Vie*. 111: 121–154.

Valverde J. A. 1967. Estructura de una comunidad de vertebrados terrestres. Monographia de la Estacion biologica de Donana, (1) : 1-129.

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.

Vogt T. 1989. Quelques éléments de discussion au sujet des croûtes calcaires. In: *Annales de Géographie*. 1989, t. 98, n°545. pp. 71-79.

Watts N. L. 1980. Quaternary pedogenic calcretes from the Klahari (Southern Africa): mineralogy, genesis and diagenesis. *Sedimentology*, Oxford, vol. 27, n° 6, pp. 661-686, 11 fig..

Wight A. W. R. 1980. Palaeogene vertebrate fauna and regressive sediments of Dor et Talha, southern Syrt basin, Libya. In. M.J. Salem and M.T. Busrewil, Eds., *The geology of Libya*, I: 309-325, Academic Press, London.

Wolff R. G. 1975. Sampling and sample size in ecological analyses of fossil mammals. *Paleobiology* 1, 195–204.

Woodburne M. O. 2004. *The First North American Land Mammal Ages of the Cenozoic Era*. New York: Columbia University Press; 391p.

LISTES DES FIGURES ET TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

	Page
Fig. 1 : Localisation géographique des régions d'études, Zegdou et Meridja.	09
Fig. 2 : Extrait de la carte géologique de Bouhaïra Zegdou au 1/200 000 (A) ; Schéma structurale au 1/150 000 (B) (D'après M. Bensaïd <i>et al.</i> , 1977).	11
Fig. 3 : Localisation géographique de la région de Zegdou et des sites à vertébrés.	15
Fig. 4 : Coupe lithologique de Glib Zegdou.	16
Fig. 5 : Coupe lithologique de la butte rouge (HGL89).	22
Fig. 6 : Coupe lithologique de la Gara Azibius (HGL10).	24
Fig. 7 : Coupe lithologique de la Gara HGL90.	27
Fig. 8: Coupe lithologique de la Gara HGL04.	29
Fig. 9: Coupe lithologique de la Gara HGL11.	31
Fig. 10 : Coupe lithologique de la Gara HGL60-61.	33
Fig. 11 : Coupe lithologique de la Gara HGL62.	36
Fig. 12 : Corrélation lithologique, NE-SO, de la région des Gour Lazib.	39
Fig. 13 : Localisation géographique de la région de Méridja et des coupes lithologiques.....	47
Fig. 14 : Coupe lithologique de Méridja.	48
Fig. 15 : Coupe lithologique de la bordure sud de la Hammada de Méridja.	50
Fig. 16: Coupe lithologique de la Gara Dermchane.	52
Fig. 17 : Corrélation lithologique, SE-NO, de la région de Méridja.	54
Fig. 18 : Corrélation entre les principales formations continentales paléogènes de l'Afrique du Nord.	64
Fig. 19 : Les prélèvements magnétostratigraphiques de la coupe de Glib Zegdou. 66	66
Fig. 20: Inversion stratigraphique paléomagnétique de la coupe du Glib Zegdou A : coupe stratigraphique du Glib Zegdou ; B : les latitudes du pôle géomagnétique virtuel (PGV) sont projetées en fonction des niveaux stratigraphiques ; C : colonne de polarité (les noir et blanc représentent respectivement les zones de polarité normale et inverse). Selon Coster <i>et al.</i> (soumis).	67
Fig. 21 : Les corrélations privilégiées des coupes d'El Kohol et du Glib Zegdou avec l'échelle de polarité géomagnétique (GPTS) de Gradstein <i>et al.</i> (2004) selon Coster <i>et al.</i> (soumis).	68 74
Fig. 22 : Modèles de cénogrammes identifiés par Legendre (1986, 1989).	
Fig. 23 : Coefficient de corrélation longueur et la largeur de la M/1 à celles de la M1/ chez Les Hyracoïdes, Condylarthres et Primates.	77
Fig. 24 : M/2 de <i>Galago crassicaudatus</i> (Primate Lorisiforme actuel) montrant les crêtes molaires 1 à 6 mesurées (Kirk et Simon, 2001).	79
Fig. 25 : M/2 d' <i>Azibius trecki</i> avec représentation des crêtes molaires qui ont été mesurées (1 à 6).	79

Fig. 26 : Cénogrammes. (a) Communauté de mammifères du membre intermédiaire de la formation continentale du Glib Zegdou. (b) Communauté de mammifères de la partie supérieure de Jebel Qatrani. (c) Communauté de mammifères de la partie inférieure de Jebel Qatrani (d'après Ducrocq, 1997).	81
Fig. 27 : Pourcentage des taxons dans chacune des catégories de poids choisies avec les espèces supposées arboricoles de la faune mammalienne des Gour Lazib.	81
Fig. 28 : Analyse de la diversité écologique du Glib Zegdou et comparaison avec les Niveaux fossilifères de Jebel Qatrani au Fayoum (Gagnon, 1997).	84
Fig. 29 : Position du continent africain à l'Eocène moyen-Oligocène inférieur, comparée à la position actuelle (Lotfy, 2007).	86
Fig. 30 : Diversité générique (a, b, c) et spécifique (d, e, f) des primates, des ongulés et des mammifères. En noir, les environnements forestiers africain actuels : 1-Irangi, 2-Amani, 3-Seredou , 4-Ruwenzori, 5-Sangmelina, 6-Mt Nimba. En hachuré, les environnements ouverts africain actuels: 7-Karmoja, 8-Jebel Marra, 9-Tsavo, 10-Ruwenzori, 11-Rukwa, 12-Zinave. En blanc, les niveaux du Jebel Qatrani: 13-FFZ1, 14- FFZ2, 15-FFZ3, 16-FFZ4. En grisé, 17-Le Glib Zegdou.	88
Fig. 31 : Coupe de Glib Zegdou (faciès, séquences d'"encroûtements" et minéralogie).	93
Fig. 32 : Coupe de la Gara Azibius, HGL10 (faciès et séquences d'"encroûtements").	96
Fig. 33 : Coupe de la Gara HGL61 (faciès et séquences d'"encroûtements").	98
Fig. 34 : Coupe de Méridja, (faciès et séquences d'"encroûtements").	100
Fig. 35 : Coupe de Dermchane (faciès, séquences d'"encroûtements" et minéralogie).	103
Fig. 36: Schéma des environnements de dépôt des calcrètes et des carbonates palustre et lacustre. Schémas des cinq principaux faciès palustre (4-8) et lacustre (8). La plus part des caractères spécifiques des calcrètes sont schématisés dans les figures 1-3. (Alonso-Zara, 2003 modifiée).	108
Fig. 37: Les principaux types de chenaux : à l'intérieur du chenal, la circulation de l'eau varie considérablement entre l'étiage et la crue. L'édification de bancs de sédiment grossier (sable, galets) et le creusement de nouveaux axes d'écoulement se produit essentiellement pendant les crues, selon l'axe du cours ou presque ; mais la croissance des points-bars de méandres est compliquée par la pente du lobe. La dimension de ces chenaux est très variable, mais il ne constitue généralement pas la totalité des formations alluviales (Plaziat, 1984).	109
Fig. 38: Proportions entre les dépôts de chenaux et ceux de la plaine d'inondation dans les trois types classiques de sédimentation fluviales. L'influence de la pente des chenaux se combine à celle de la charge en matériel grossier (notion d'encombement) pour expliquer l'ampleur des divagations de chenaux et leur part dans l'alluvionnement. Les réseaux en tresse actuels sont fort mal connus en dehors des vallées de montagnes et des fleuves périglaciaires. Ils correspondent à une forte	

charge et à un régime hydraulique très contrasté. Réduction de pente et fort encombrement favorisent un allongement du cours : méandres et réseau anastomosé (<i>in</i> Plaziat, 1984).	110
--	------------

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tab. 1-a : Liste de la faune récoltée au Glib Zegdou.	19
Tab. 1-b : Liste de la flore récoltée au Glib Zegdou.	21
Tab. 2-a: Liste de la faune récoltée au HGL89.	23
Tab. 2-b : Liste de la flore récoltée à la butte rouge.	23
Tab. 3-a : Liste de la faune récoltée au HGL10.	25
Tab. 3-b : Liste de la flore récoltée au HGL10.	26
Tab. 4-a : Liste de la faune récoltée au HGL90.	28
Tab. 4-b : Liste de flore récoltée au HGL90.	28
Tab. 5-a : Liste de la faune récoltée au HGL04.	30
Tab. 5-b : Liste de la flore récoltée au HGL04.	31
Tab. 6-a : Liste de la faune récoltée au HGL11.	32
Tab. 7-a : Liste de la faune récoltée au HGL61.	34
Tab. 7-b : Liste de flore récoltée au HGL61.	35
Tab. 8-a : Liste de la faune récoltée au HGL62.	36
Tab. 9-a : Liste de la faune récoltée aux HGL01-HGL02.	37
Tab. 10-a : Liste de la faune récoltée au HGL08.	38
Tab. 11 : Liste de la faune récoltée à Méridja.	49
Tab. 12-a : Liste de la faune récoltée dans la bordure sud de la Hammada de Méridja.	51
Tab. 12-b : Liste de la flore récoltée dans la bordure sud de la Hammada de Méridja.	51
Tab. 13: Liste de la faune récoltée à Dermchane.	53
Tab. 14: Biozonation des charophytes du Crétacé supérieur et du Paléogène (d'après Riveline <i>et al.</i> , 1996; chronostratigraphie d'après Gradstein <i>et al.</i> , 1994 <i>in</i> (Feist <i>et al.</i> , 2005). Répartition et corrélation avec les gisements de la Hammada du Dra (Algérie) <i>in</i> Mebrouk (2011) modifié. Tab. 14 : Liste faunique des mammifères des Gour Lazib.	
Tab. 15 : Liste faunique des mammifères des Gour Lazib.....	62
Tab.16 : Coefficient de corrélation longueur et la largeur de la M/1 à celles de la M1/ chez les hyracoïdes, condylarthres et primates.	76
Tab. 17 : Liste des taxons représentés sur le cénogramme. Les dimensions des M/1 sont des moyennes établies pour chaque espèce. Le poids (Y) est calculé à partir de la régression linéaire de Legendre (1989) dont l'équation est : $\ln(Y) = \ln b_1 + K_1 \ln(X)$ avec $X = L \times l$	80
Tab. 18 : « Shearing quotients » des primates des Gour Lazib.	82
Tab. 19 : Diversité taxonomique, régimes alimentaires et masses corporelles des mammifères des Gour Lazib. Taxons : R-rongeurs, I-insectivores, P-primates, O-ongulés, C-carnivores, A-autres. Régimes alimentaires : I-insectivores, F-frugivores, B-« browser », G-« grazer », C-carnivores, O-omnivores. Masse corporelle : A-moins d'1 kg, B-1 à 10 kg, C-10 à 45 kg, D-45 à 180 kg, E-plus de 180kg.	82

PLANCHES PHOTOS

Planche 1

- 1- *Titanohyrax mongereaui*, M/3 HGL61-4.
- 2- *Titanohyrax mongereaui*, M2 (ou M3), holotype HGL49-GZ1.
- 3a- ? *Megalohyrax gevini*, Humérus HGL89bis-11.
- 3b- *Procavia capensis*, Humérus d'hyracoïde actuel.
- 4- *Megalohyrax gevini*, M1/ HGL61-5.
- 5- *Titanohyrax tantulus*, M1, HGL10-12.
- 6- *Microhyrax lavocati*, maxillaire supérieur gauche portant M1-M3, HGL50-101.
- 7- *Microhyrax lavocati*, mandibule droite portant P/2-M/3, HGL50-108.
- 8- *Microhyrax lavocati*, mandibule droite portant P/1-M/2 et DP/2, HGL50-102.
- 9- *Microhyrax lavocati* , calcaneum gauche en vue dorsale, HGL90-11.
- 10- *Microhyrax lavocati* , calcanéum gauche en vue médiale, HGL90-11.
- 11- *Microhyrax lavocati*, astragale gauche en vue plantaire, HGL51-11.
- 12- *Microhyrax lavocati*, astragale droit en vue distale, HGL51-11.
- 13- *Helioseus insolitus*, crâne en vue occlusale, HGL51-53.
- 14- *Helioseus insolitus*, femur, HGL51-19.

Planche 1

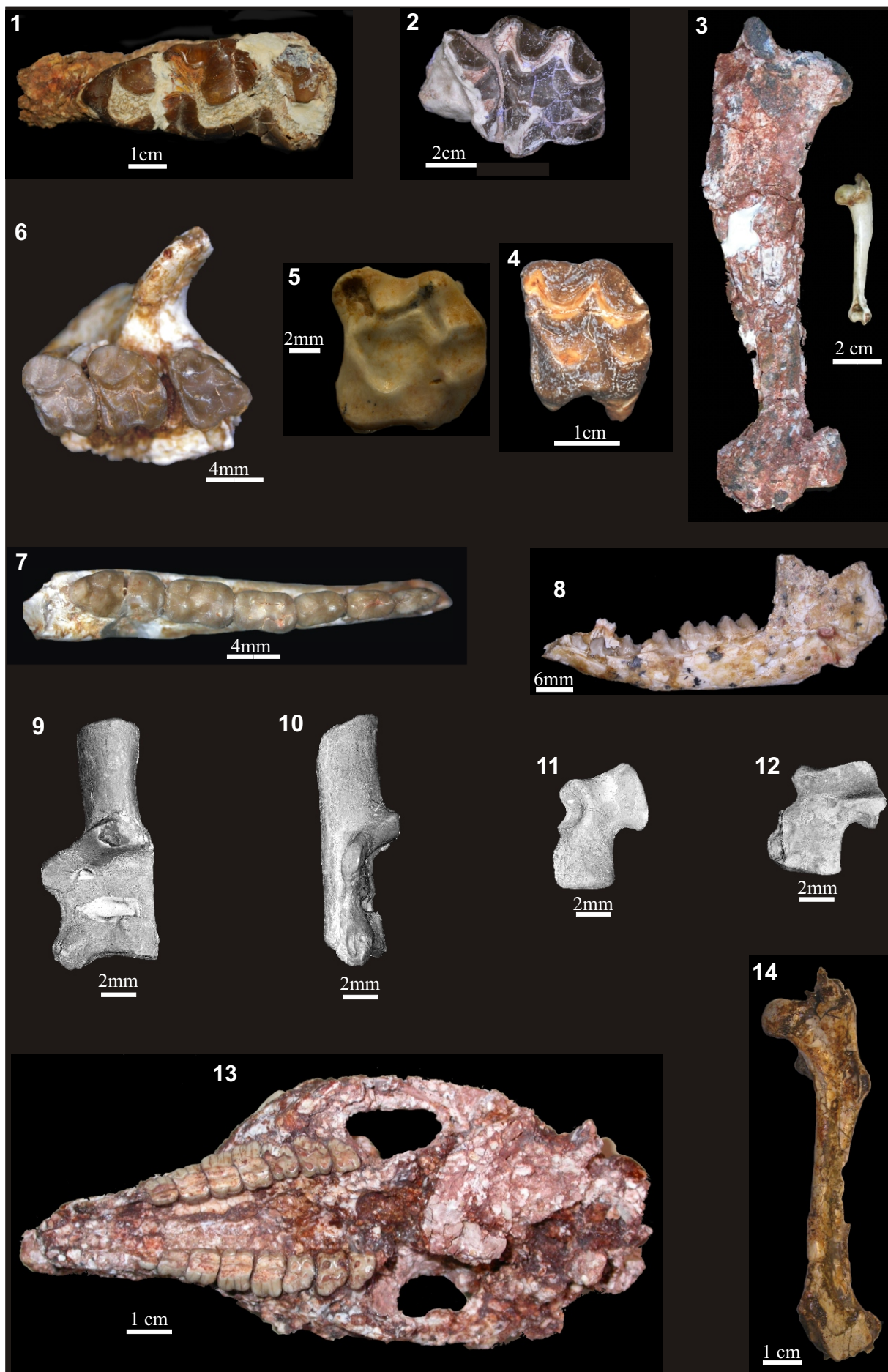


Planche 2

- 1- *Azibius trerki*, en vue linguale, holotype, HG10-GL1-1.
- 2- *Azibius trerki*, en vue occlusale, holotype, , HG10-GL1-1.
- 3- *Algeripithecus minutus*, mandibule portant P/3-M/3 et alvéole C-P/2 en vue labiale, HGL50-397.
- 4- ? *Chambius* sp., M/3 : a- en vue labiale, b- en vue occlusale, HGL04-15.
- 5- *Lazibemys zegdouensis* : a- M1 gauche, HGL50-70; b- M3 gauche, HGL50-71; c- P/4 gauche, HGL50-72.
- 6- *Glibia pentalopha*: a- M/3 droite, HGL50-68; b- M/2 droite, HGL50-61; c- M/1 droite, HGL50-53; d- P/4 droite, HGL50-51.
- 7- *Zegdoumys lavocati*: a- DP4 gauche, HGL50-01; b- M1 droite, HGL50-05; c- M2 droite, HGL50-10; d- M3 droite, HGL50-11.
- 8- *Glibemys algeriensis* : M/1 gauche, HGL52-GZC32.
- 9- Rongeur gen. et sp. Nov.
- 10- *Glibzegdouia tabelbalaensis*, holotype M/1, HGL52-GZC35.
- 11- *Glibzegdouia tabelbalaensis*, ?M/1, HGL50-411.
- 12- *Insectivora* sp.2, HGL50-350.
- 13- *Creodonta* sp., HGL50bis-56.
- 14- *Carpometacarpus* d'oiseau, en vue dorsale (a) et ventrale (b), attribué aux *Presbyornithidae* HGL50-115.
- 15- a- Oeuf presque complet attribué aux *Presbyornithidae*, HGL10A.
b- Orifices circulaires sur la face externe de la coquille d'œuf (flèche) X180 MEB.

Planche 2

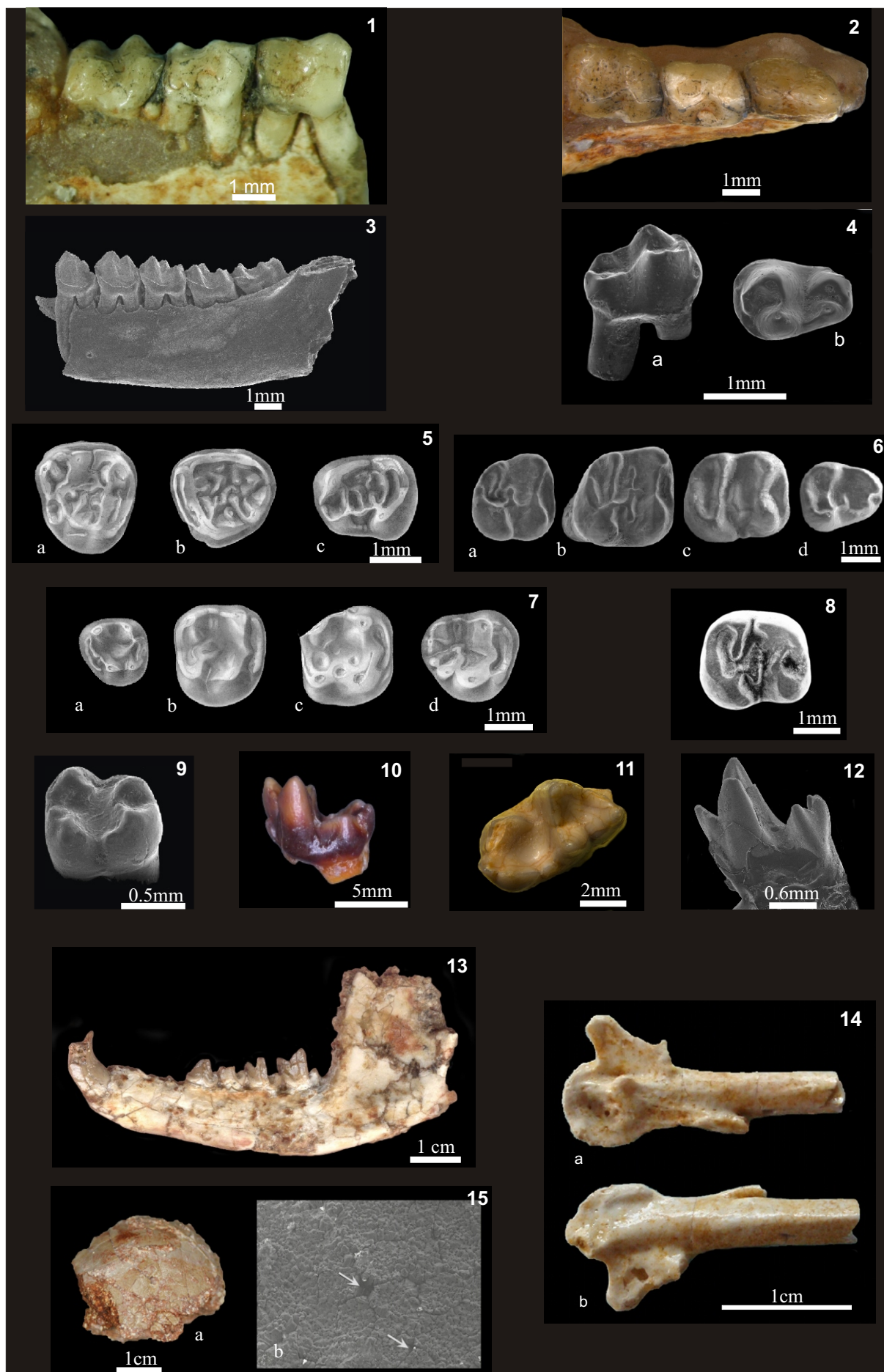


Planche 3

- 1- Podocnemididae indet. (Testudines, Pleurodira), dossière de tortue (photo prise sur le terrain), HGL45-02.
- 2- Podocnemididae indet. (Testudines, Pleurodira), crâne en vue dorsale, HGL45-01.
- 3- cf. *Polypterus* sp. (Actinopterygii, Cladistia : Polypteridae), écaille en vue externe, HGL50.
- 4- cf. *Protopterus* sp. (Sarcopterygii, Dipnoi : Protopteridae), hémi-mâchoire et pavé dentaire associé en vue externe, HGL50.
- 5- Restes de poissons fossiles dans le sédiment, tels que découverts sur le terrain, HGL50 :
 - a- épine pectorale et cleithrum de poisson chat en connexion;
 - b- os indéterminable ;
 - c- vertèbre de poisson incomplète.
- 6- Perciforme indet. (Actinopterygii, Teleostei), vertèbre abdominale 1 en vue antérieure, HGL44.
- 7- cf. *Protopterus* sp. (Sarcopterygii, Dipnoi : Protopteridae), hémi-mâchoire et pavé dentaire associé en vue sub-occusale, HGL44.
- 8- cf. *Polypterus* sp. (Actinopterygii, Cladistia : Polypteridae), écaille en vue externe, HGL50.
- 9- cf. *Polypterus* sp. (Actinopterygii, Cladistia : Polypteridae), écaille de la ligne latérale en vue externe, HGL50.
- 10- cf. *Protopterus* sp. (Sarcopterygii, Dipnoi : Protopteridae), hémi-mâchoire et pavé dentaire associé en vue occusale, HGL50.

Planche 3

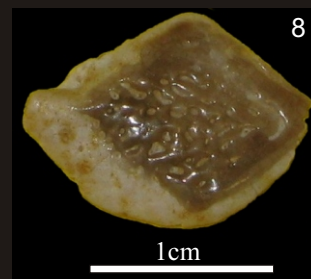
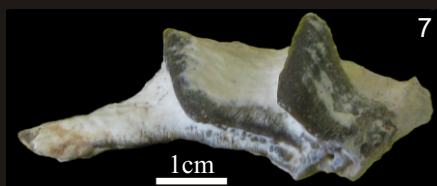
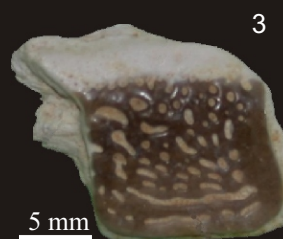
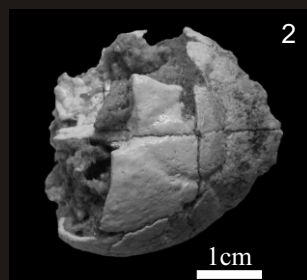
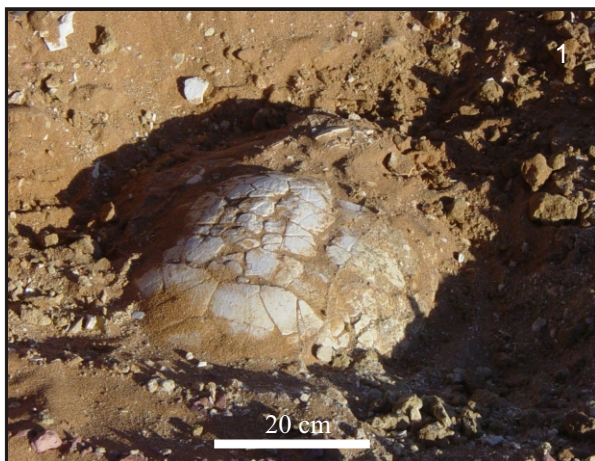


Planche 4

- 1- Siluriforme indet. (Actinopterygii, Teleostei), opercules gauche en vue externe, dans la gangue de sédiment, HGL50.
- 2- Siluriforme indet. (Actinopterygii, Teleostei), épine pectorale gauche, en vue dorsale (a), antérieure (b), ventrale (c) et postérieure (d), HGL50.
- 3- Dent pharyngiennes de téléostéens indet., HGL50. Notez la diversité de leurs formes et de leurs dimension.
- 4- Siluriforme indet. (Actinopterygii, Teleostei), dentaire gauche en vue occlusale, HGL50.
- 5- Siluriforme indet. (Actinopterygii, Teleostei), tête de trois épines dorsales en vue antérieure, HGL50. Notez la diversité des morphologies de la tête articulaire ; elle correspond à une diversité taxinomique (probablement 3 genres en présence).
- 6 et 7- Siluriforme indet. (Actinopterygii, Teleostei), vertèbres en vue entérieure, HGL50.
- 8- Siluriforme indet. (Actinopterygii, Teleostei), loquet antérieur de nageoire dorsale en vue antérieure, HGL50.
- 9- Siluriforme indet. (Actinopterygii, Teleostei), fragment de toit crânien en vue dorsale, HGL50. En position centrale, on observe le parieto-supraoccipital, os impaire, auquel il ne manque que le processus postérieur. Autour, on trouve un fragment articulé des os qui l'entourent (frontaux à l'avant, puis les sphénotiques, les ptérotiques, et un os sur-numéraire à l'arrière).
- 10- cf. *Polypterus* sp. (Actinopterygii, Cladistia : Polypteridae), écaille usée en vue externe, HMD1 (Dermchane, rive gauche de l'Oued Guir).
- 11- Os indéterminable, HMD1 (Dermchane, rive gauche de l'Oued Guir).

Planche 4

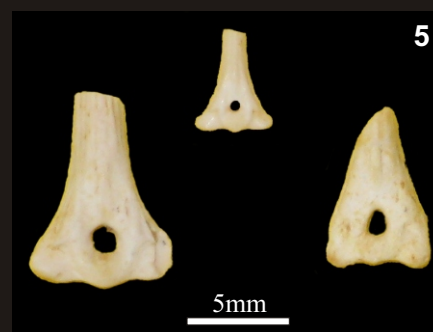
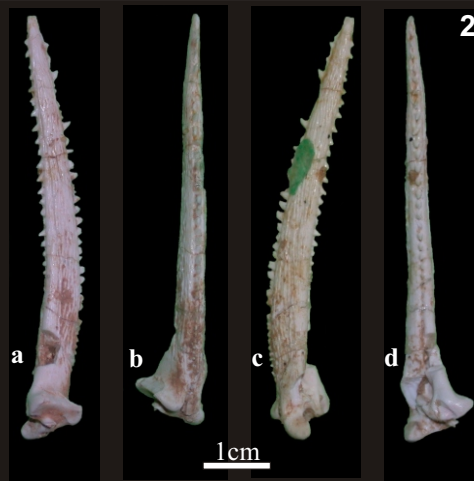
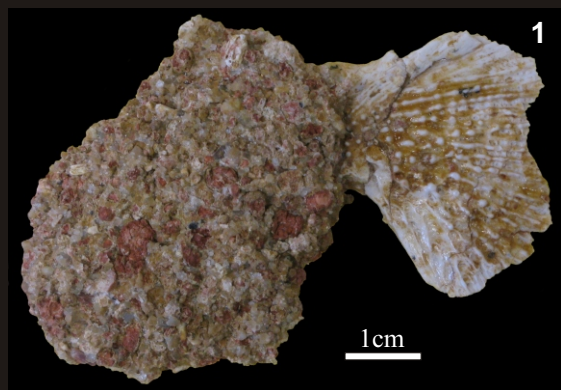


Planche 5

1 à 6- *Romanella hopii* avec une ouverture conique (Bordure Sud de la Hammada de Méridja).

7 à 9- *Romanella boriesi* (Bordure Sud de la Hammada de Méridja).

10 à 12- *Vicentinia* sp. (Gara Dermchane)

Planche 5

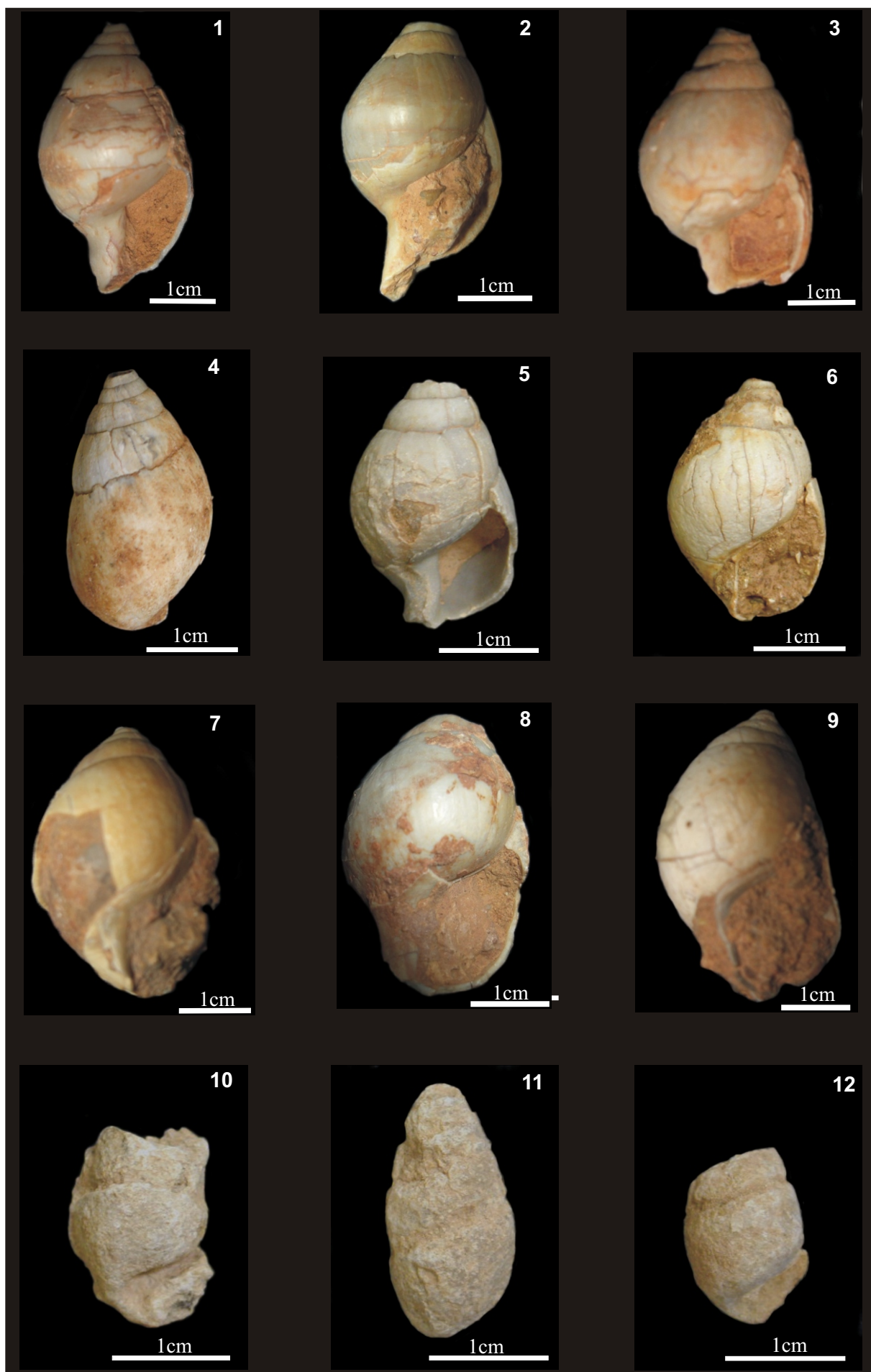


Planche 6

1 et 6- *Romanella hopii*, moule interne (Gara Dermchane).

2 et 3- *Romanella hopii*, moule interne (Bordure Sud de la Hammada de Mériidja).

4 et 5- *Palaeocyclotus* sp. (Bordure Sud de la Hammada de Mériidja).

7- *Pseudoceratodes* sp. (Calcaire lacustre de Mériidja).

8 et 9- Gastéropodes indet. (Indégageable, calcaire lacustre de Mériidja).

Planche 6

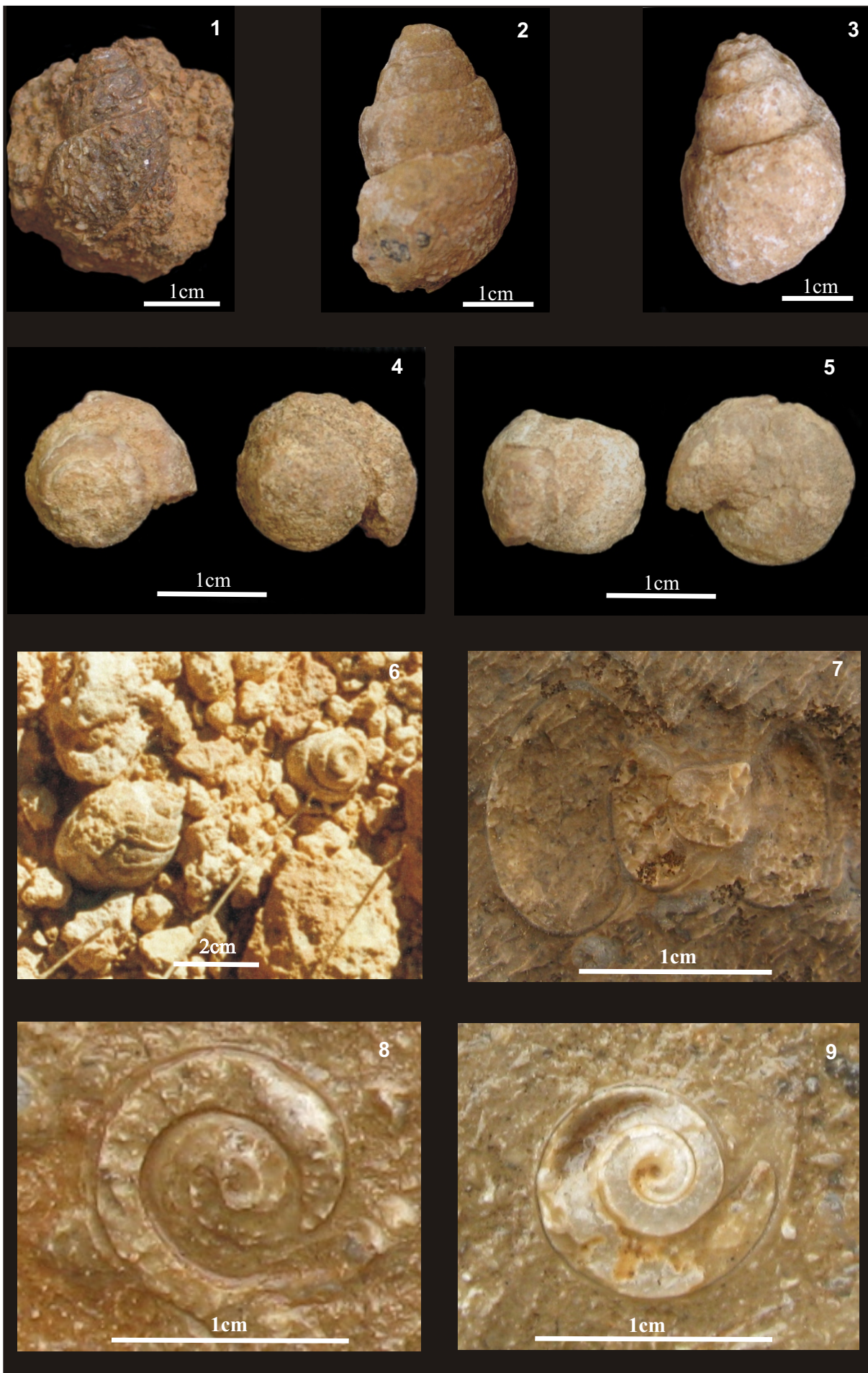


Planche 7

Gisement de charophytes de la bordure Sud de la Hammada de Mériджа

1 à 8- *Peckichara* sp.

1- profil.

2 et 3- sommet

4 et 5- profil

6- sommet

7- profil

8- sommet

9 à 12- *Nitellopsis* (*Tectochara*) aff. *Thaleri*.

9 et 11- profil

10- sommet

12- base

Planche 7

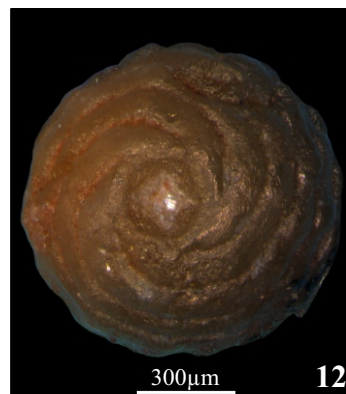
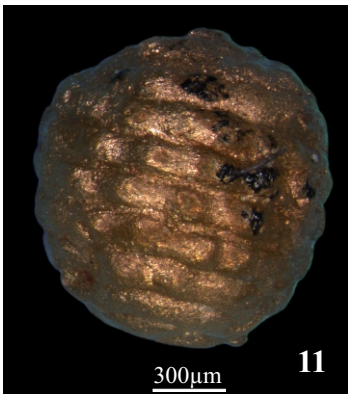
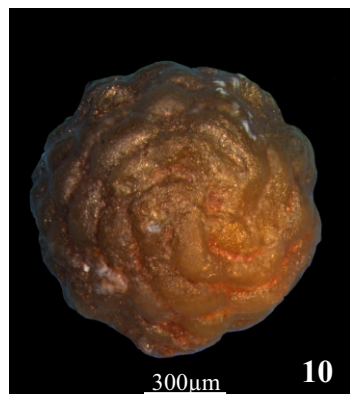
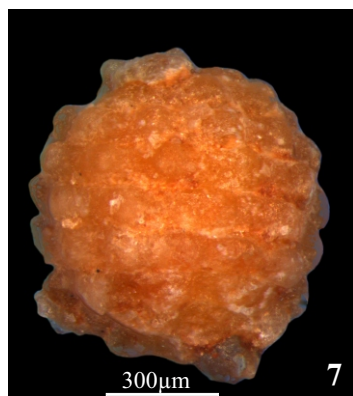
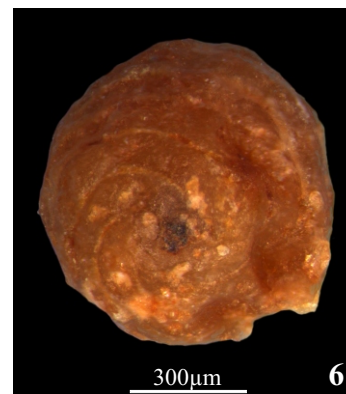
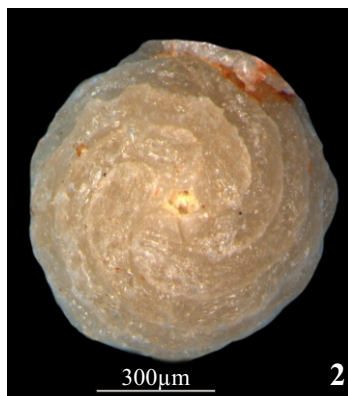
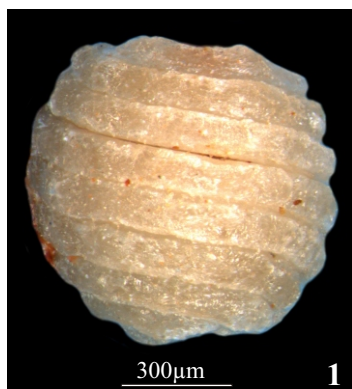


Planche 8

Paysages hammadiens

A- Vue d'ensemble du complexe des Gour Lazib.

B- Vue panoramique de la coupe du Glib Zegdou avec la localisation des différents locus fossilifères.

C- Vue panoramique de la coupe HGL90 :

D- Vue panoramique de la coupe Azibius (HGL10) :

1- calcrète du membre supérieur.

2- silcrète du membre supérieur.

3- lentille gréseuse du membre intermédiaire montrant des stratifications entrecroisées.

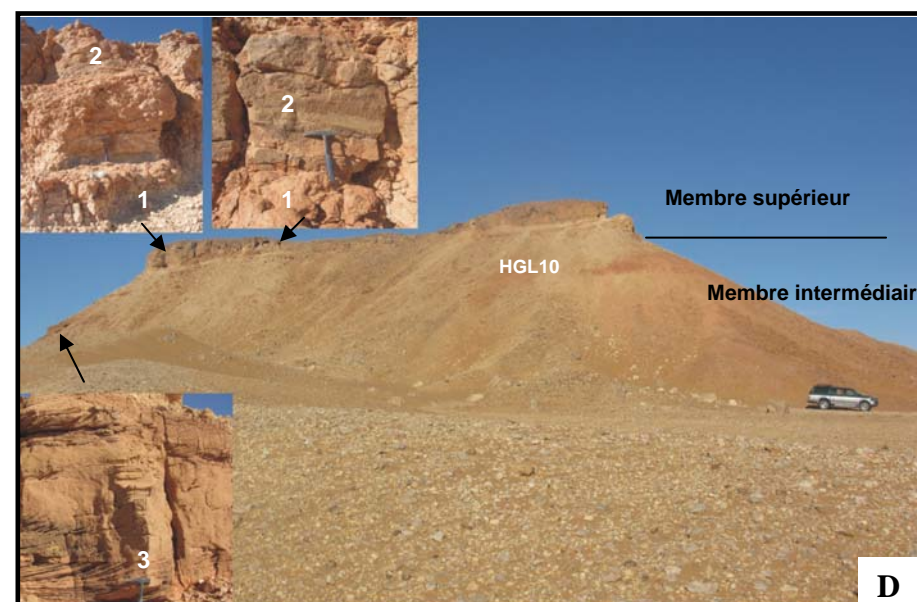
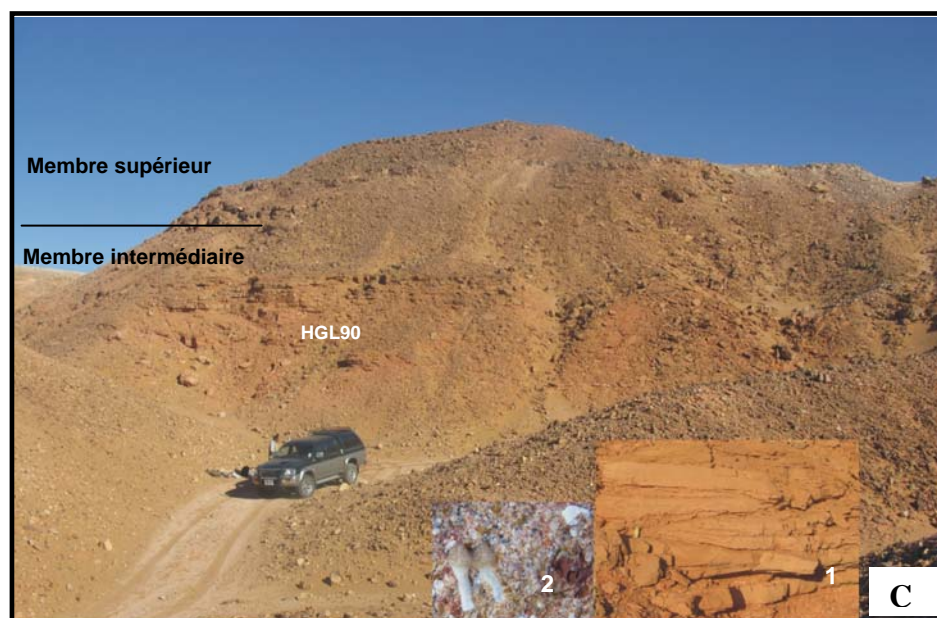
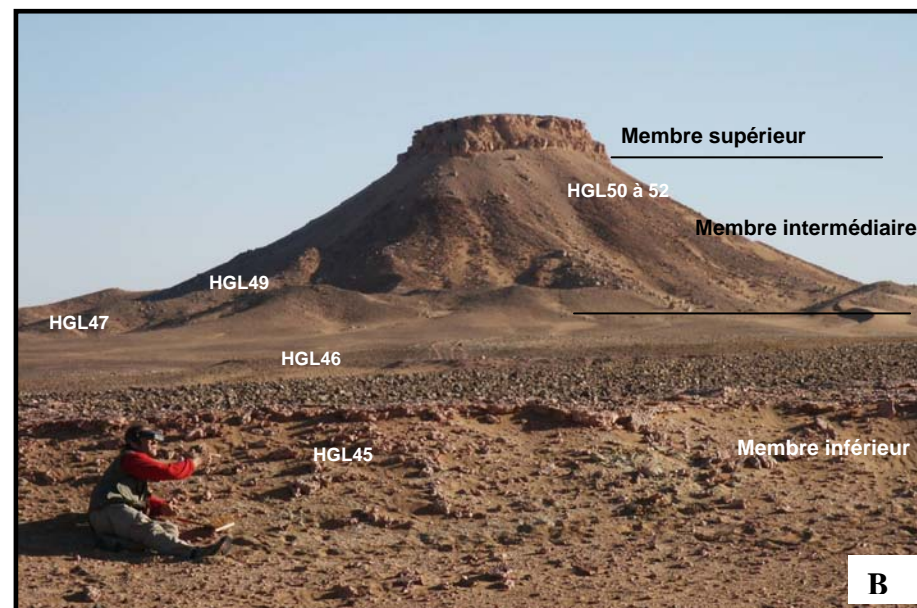
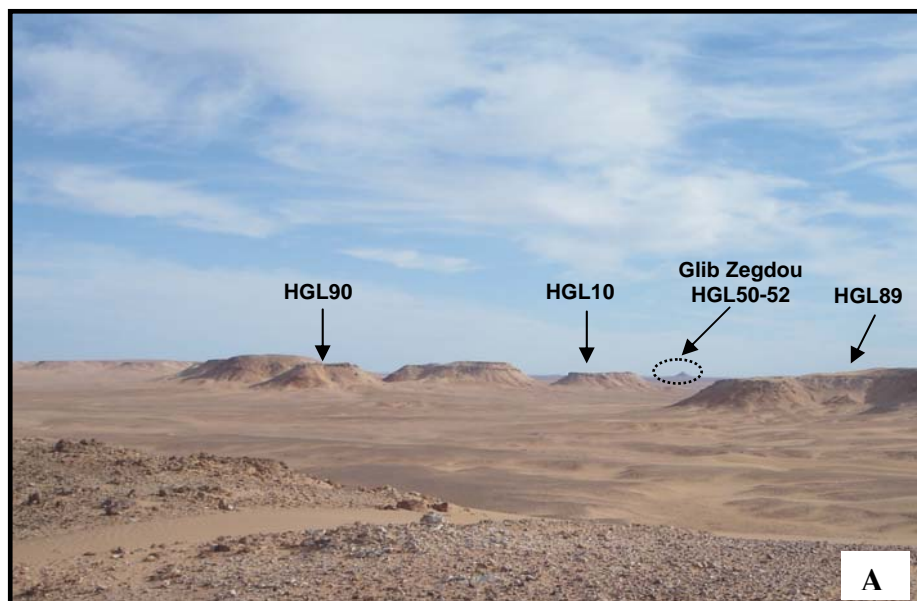


Planche 9

A- Vue panoramique de la coupe de la butte rouge (HGL89), Gour Lazib :

1- lentille microconglomératique du locus HGL89 appartenant au membre intermédiaire.

B- Vue panoramique de la coupe HGL11, Gour Lazib :

1- lentille gréseuse du membre intermédiaire montrant des stratifications entrecroisées.

2- lentilles grés-argileuses carbonatées du locus HGL11 appartenant au membre intermédiaire.

3- membre supérieur (calcrète).

C- Vue panoramique de la coupe HGL04, Gour Lazib, avec le détail du membre supérieur:

1- calcrète.

2- relique du sédiment gréseux originel non affecté par l'épigénie.

3- petites lentilles siliceuses (silcrète).

D- Vue panoramique des coupes HGL61 et HGL62, Gour Idergane :

1- lentille gréseuse du membre intermédiaire montrant des stratifications obliques.

2- molaire inférieure M/3 de *Titanohyrax mongereaui* enfouie dans le sédiment du locus HGL61.

3- membre supérieur (calcrète).

a- calcrète

b- relique du sédiment originel détritique

c- grès silicifié (silcrète).

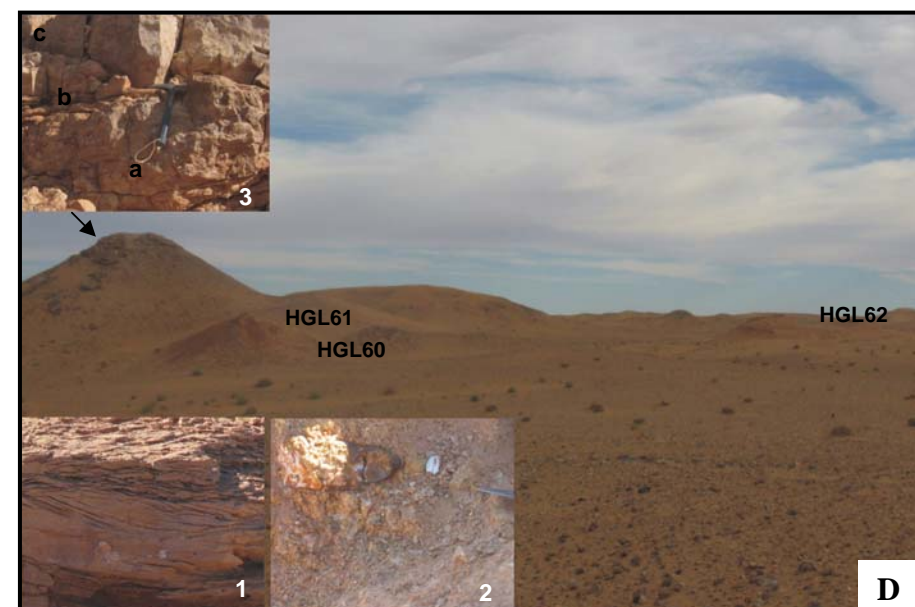
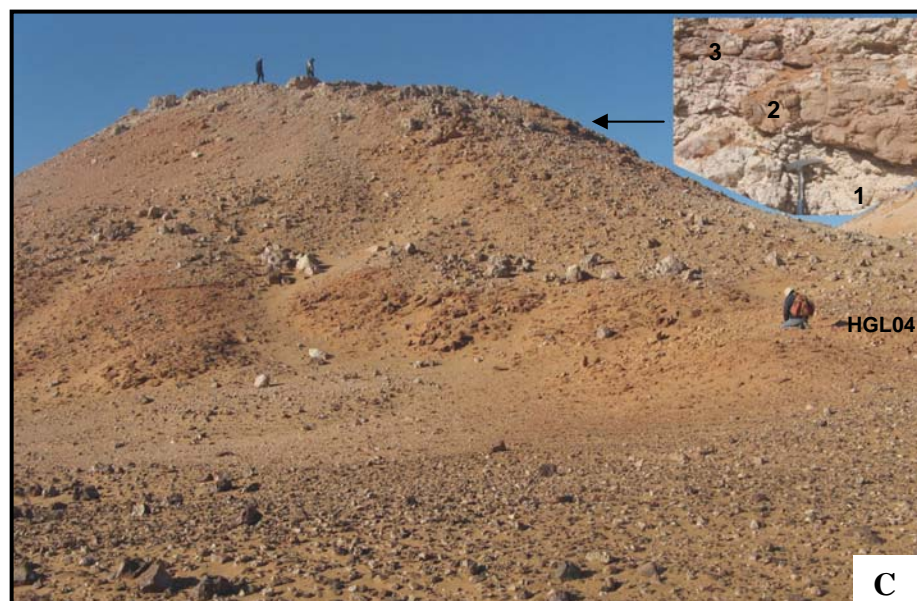
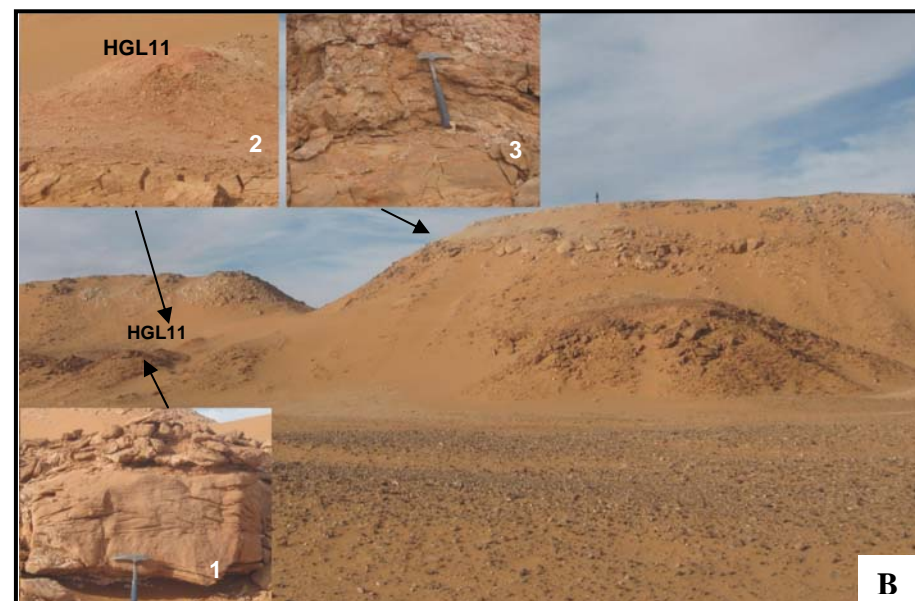
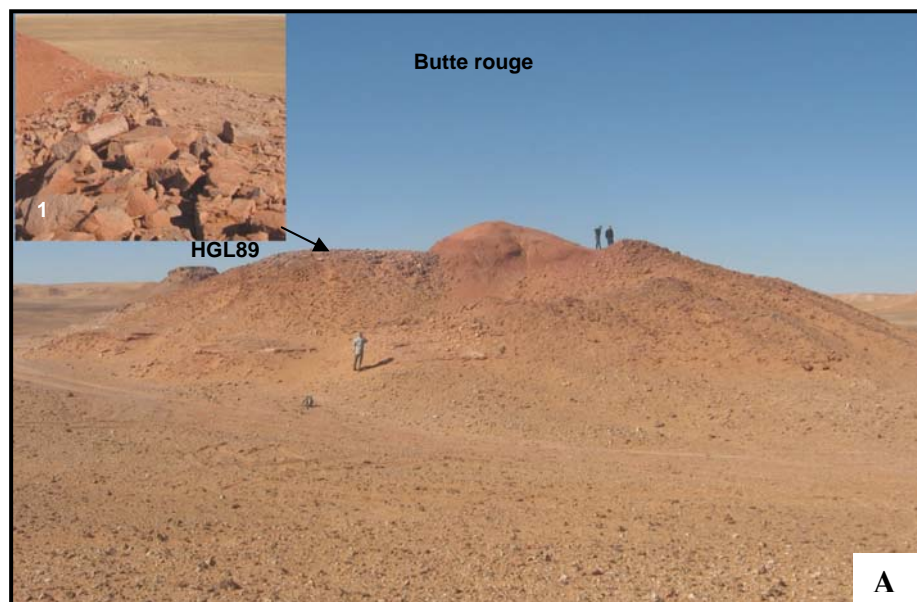


Planche 10

Faciès d'épigénie carbonatée (calcrète) et silicification (silcrète) matérialisés par diverses structures : glaebules, débits en boules, en nodules et desquamations, trahit parfois par des reliques du sédiment détritique originel.

A- Vue partielle du membre gréso-carbonaté du Glib Zegdou montrant :

- 1- calcrètes à débits en boules et en nodules.
- 2- calcrètes montrant de petites concrétions.
- 3- silcrètes où la morphologie lenticulaire (chenalisante) relique où le sédiment détritique originel persiste encore.

B- Vue partielle du membre gréso-carbonaté du Glib Zegdou montrant :

- 1- laminations planes reliques du sédiment gréseux originel dans un calcrète
- 2- débits en grosses boules avec desquamations dans un calcrète.

C- Vue partielle du membre gréso-carbonaté du Glib Zegdou montrant une succession de faciès d'épigénie carbonatée et silicifiée :

- 1- calcrète à la base
- 2- silcrète en forme de lentille.
- 3- calcrète avec un débit en petites lentilles et en nodules
- 4- silcrète

C- Vue partielle du membre gréso-carbonaté du Glib Zegdou montrant en détail des faciès d'épigénie carbonatée et silicifiée :

- 1- concrétions calcaires
- 2- débit en grosse boule avec desquamations.
- 3- laminations planes reliques du sédiment gréseux originel



Planche 11

A- Vue panoramique de la coupe de Mériджа où le calcaire lacustre du membre inférieur montre une légère ondulation :

- 1- calcaire lacustre stromatolitique du membre inférieur.
- 2- conglomérat hétérogène, hétérométrique et mal classé du membre intermédiaire.
- 3- membre supérieur (calcrète).

B- Vue partielle du calcaire lacustre-palustre du membre inférieur :

- 1- calcaire à gastéropodes lacustres.
- 2- calcaire lacustre stromatolitique du membre inférieur.
- 3- calcaire oncolitique lacustre.
- 3- calcaire palustre (voire lacustre) à aspect bréchique

C- Vue panoramique de la coupe de la bordure sud de Mériджа :

- 1- lentille gréseuse microconglomératique montrant des stratifications obliques
- 2- premier niveau à Bulimes (coquilles et moules internes) et à charophytes.
- 3 deuxième niveau à Bulimes (coquilles et moules internes) et à charophytes très riche en fragments de coquilles.

D- Vue panoramique de la coupe de Dermchane

- 1- conglomérat sous jacent au locus HMD1.
- 2- lentille conglomératique intercalé dans le dolocrète du membre intermédiaire.
- 3- moules internes de Bulimes dans le calcrète du membre supérieur.
- 4- calcrète beige avec des taches roses du sédiment détritique originel.

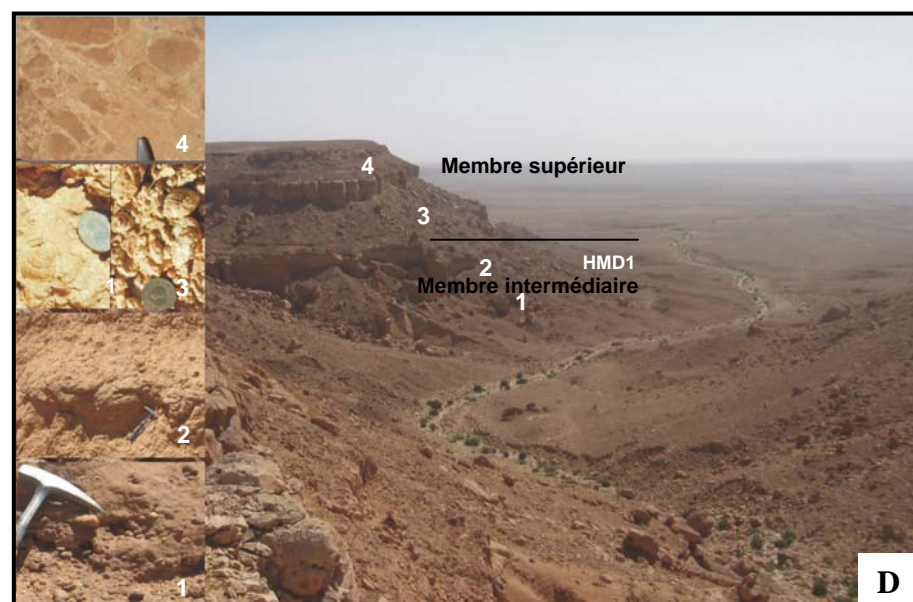
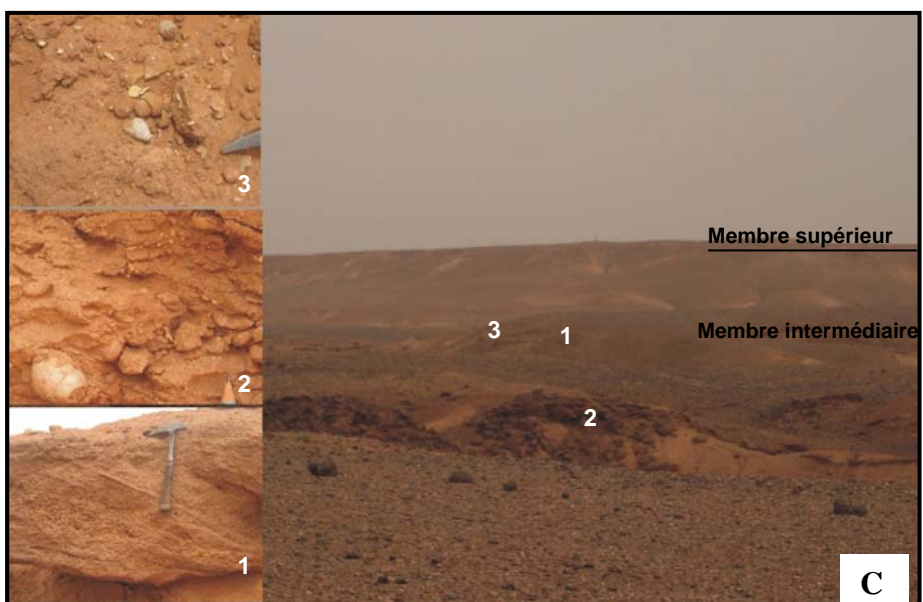
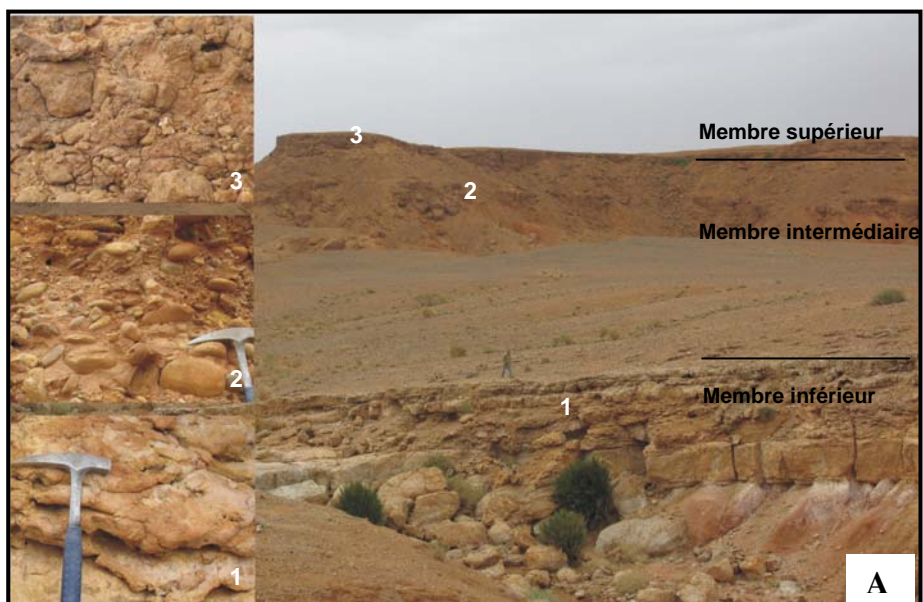


Planche 12

- 1- Microfaciès du substratum (quartzite), en lumière polarisée analysée (40X).
- 2- La même vue en lumière naturelle
- 3- Surface polie du calcaire rose silicifié, la barre d'échelle = 1 cm,
a- calcrète rose ; b- silcrète, c- fractures remplies, parfois dendriformes, de calcite sparitique.
- 4- Surface polie du calcaire rose silicifié, la barre d'échelle = 1 cm.
a- calcrète rose ; b- silcrète, c- fractures remplies, parfois dendriformes, de calcite sparitique ; f- front de calcitisation souligné par f.
- 5- Vue microscopique, en cathodoluminescence, du calcaire rose silicifié (éch. GZ 8) : front d'épigénie calcitique souligné par f ; progression de la gauche vers la droite (flèche).
a- calcrète rose ; b- silcrète grise, c- ilot de silcrète relique dans la masse du calcrète ; f- front de calcitisation.
- 6- La même vue en lumière naturelle de la lame colorée à l'alizarine
- 7- Vue microscopique, en lumière polarisé (éch. GZ 8), du calcaire rose silicifié (20X) : front d'épigénie calcitique souligné par f ; progression de la droite vers la gauche (flèche).
a- calcrète rose ; b- silcrète grise, c- sparite calcitique attaquant tout ce qui précède à travers les fractures ; d- ilot de silcrète ; f- front de calcitisation souligné par f ;.
- 8- La même vue en lumière naturelle (20X).

Planche 12

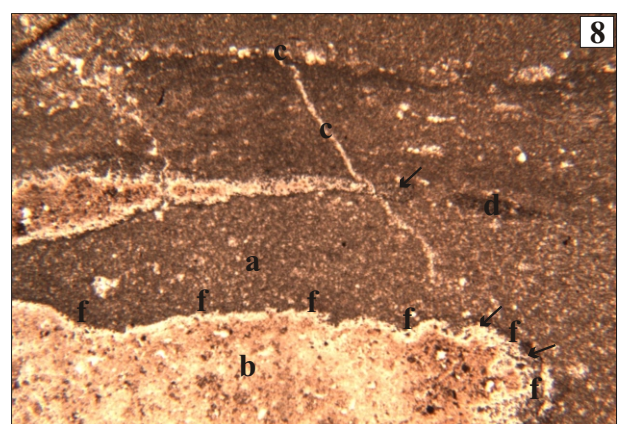
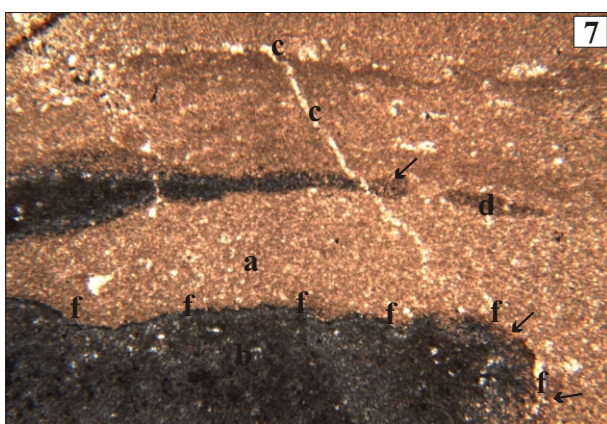
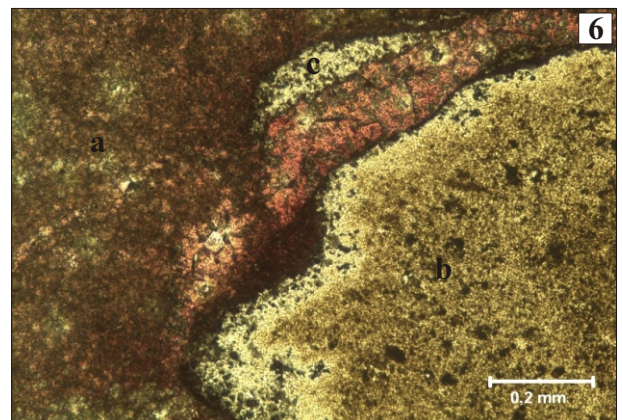
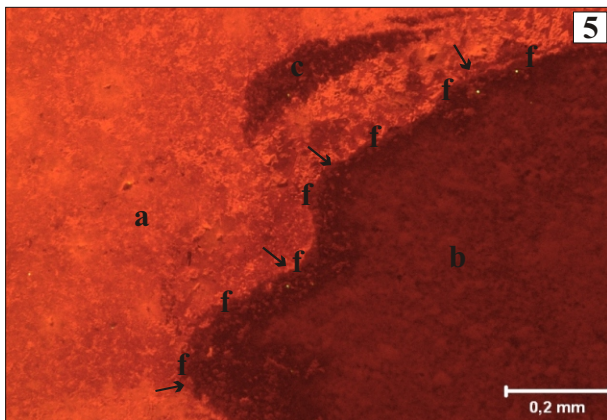
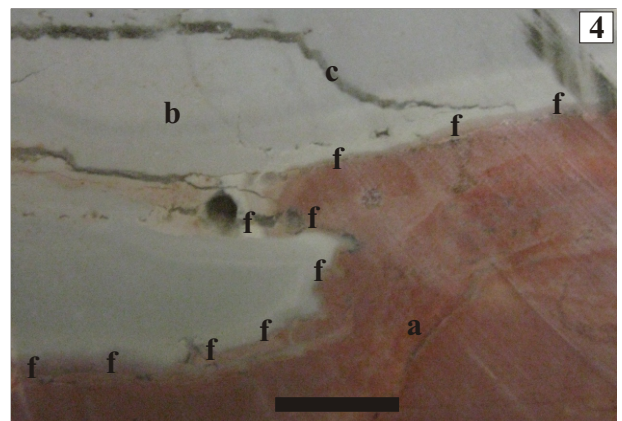
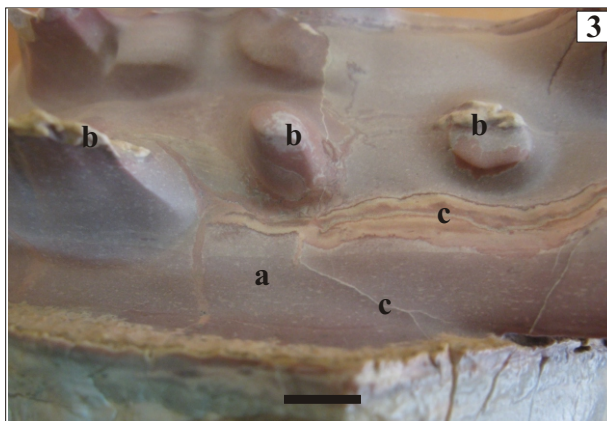
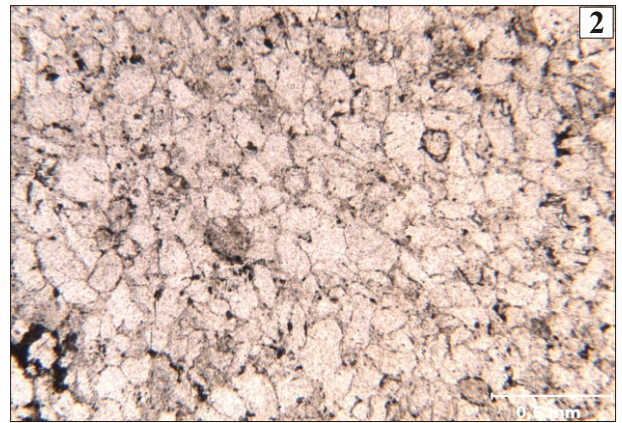
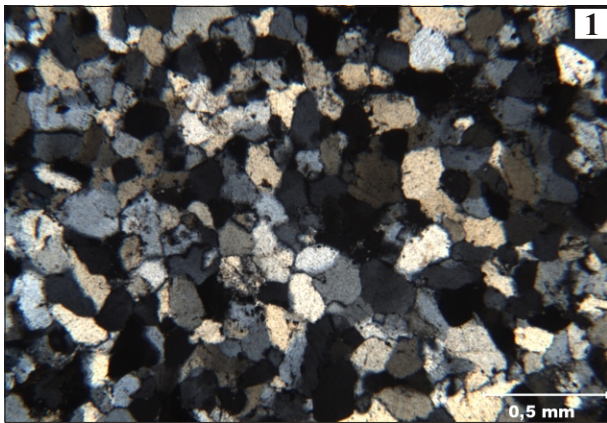


Planche 13

- 1- Calcaire sparitique renfermant quelques grains de quartz détritique (éch. GZ 11, 40X).
- 2- La même vue en lumière naturelle (40X)
- 3- Vue en cathodoluminescence du calcaire porcelané blanchâtre à gastéropodes du membre inférieur montrant deux types de calcite (éch. GZ 16), l'une non luminescente, l'autre luminescente. Cette dernière montre une zonation luminescente concentrique (bandes de croissance) jaune-orange et une zonation sectorielle (flèche).
- 4- La même vue, de la lame colorée à l'alizarine, en lumière naturelle montrant le calcaire porcelané blanchâtre à gastéropodes du membre inférieur, échelle 20X. La coquille est recristallisée en sparite.
- 5- Vue microscopique, en lumière polarisée, du grès quartzeux à charophytes (flèche) et à péloïdes ((éch. GZ 29, 20X) : Ch- charophyte ; P- péloïdes ; Q- quartz détritique.
- 6- La même vue en lumière naturelle (20X).
- 7- Vue microscopique, en lumière polarisée, du locus HGL50 : Ch- charophyte ; M- dent de mammifère ; Q- quartz détritique.
- 8- La même vue en lumière naturelle

Planche 13

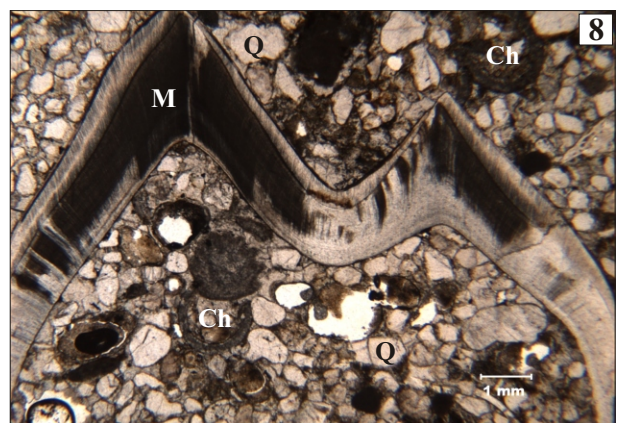
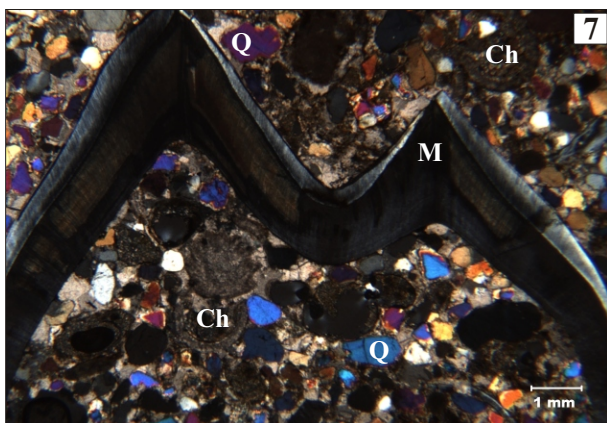
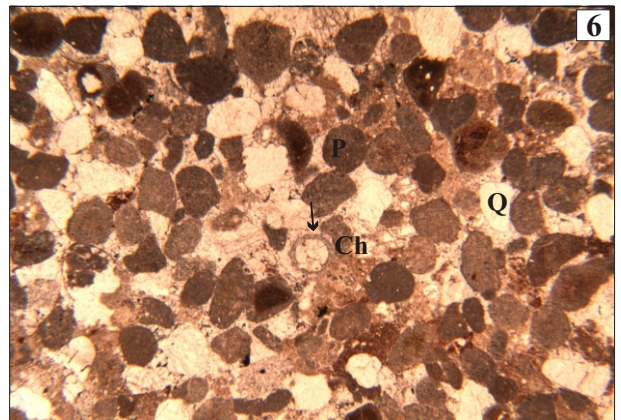
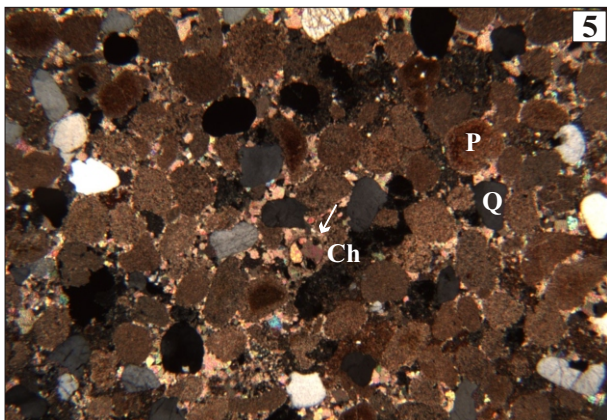
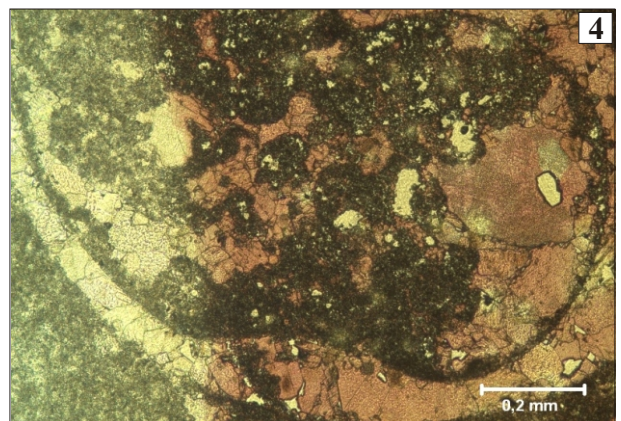
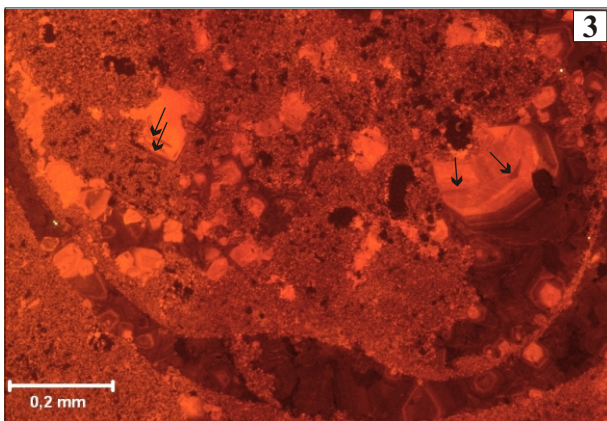
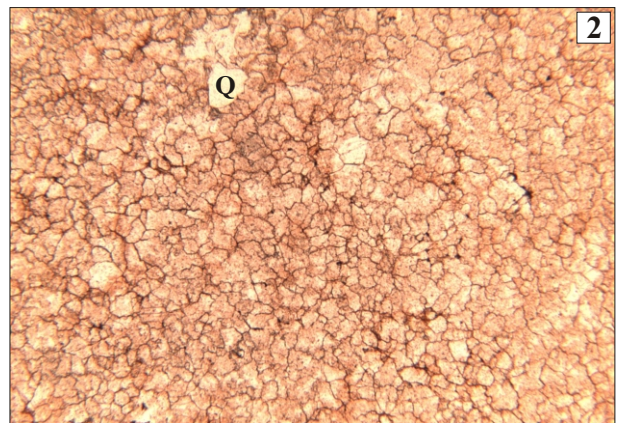
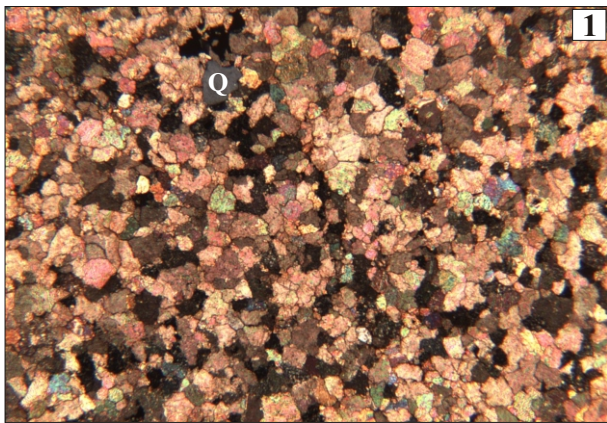


Planche 14

- 1- Surface polie du calcrète du membre supérieur de Glib Zegdou montrant des glaeboles entourés de sparite renfermant du quartz détritique.
- 2- Surface polie du calcrète du membre supérieur de la Gara Azibius (HGL10).
- 3- Calcrète du membre supérieur de Glib Zegdou vu en lumière polarisée (éch. GZ 45, 40X) où demeurent encore du quartz détritique corrodé :
 - a- relique de la phase micritique micrite ; b- phase microsparitique attaquant le quartz détritique ; c- phase sparitique affectant tout ce qui précède.
- 4- La même vue en lumière naturelle (40X).
- 5- Calcrète du membre supérieur de la formation de Glib Zegdou vue en cathodoluminescence (éch. GZ 48) :
 - b- phase microsparitique attaquant le quartz détritique ; c- phase sparitique affectant tout ce qui précède ; q- quartz détritique corrodé par de la microsparite et/ou par de la sparite. Cette dernière montre une zonation concentrique et sectorielle.
- 6- La même vue en lumière naturelle.
- 7- Corrosion du quartz détritique par la calcite (éch. GZ 48) :
 - b- phase microsparitique attaquant le quartz détritique ; c- phase sparitique affectant tout ce qui précède (quartz et la phase microsparitique) ; q- quartz détritique corrodé par de la microsparite à gauche et par de la sparite à droite.
- 8- La même vue en lumière naturelle.

Planche 14

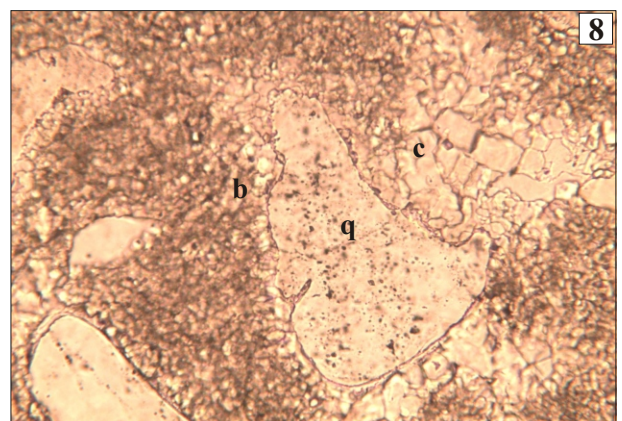
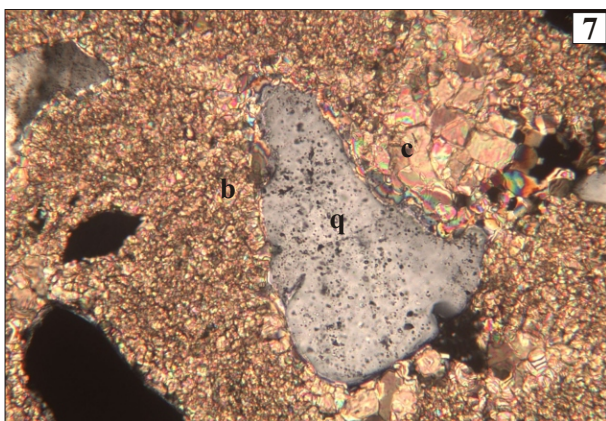
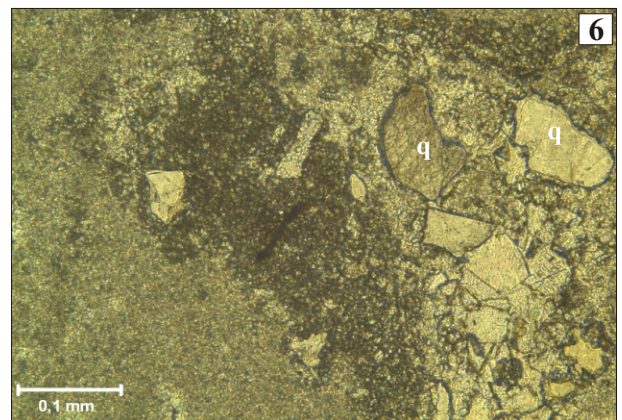
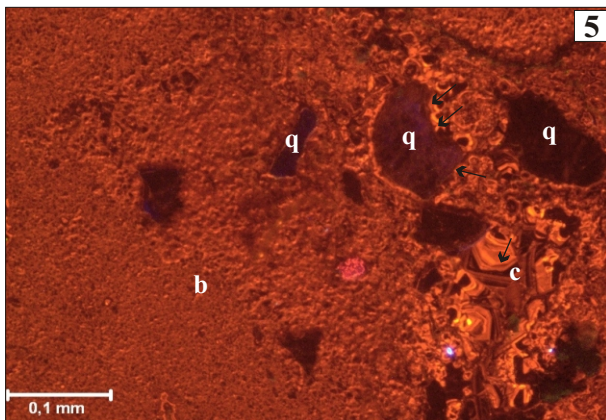
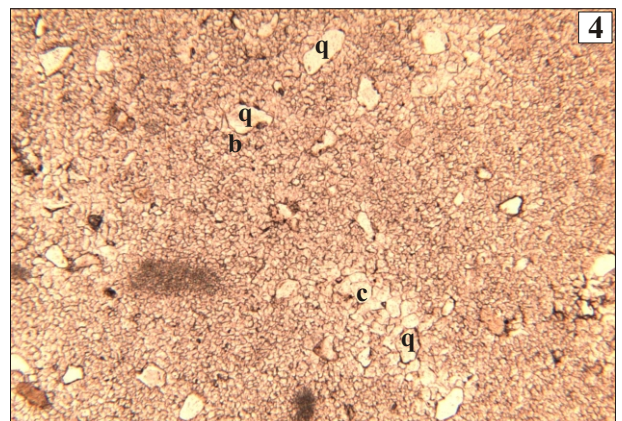
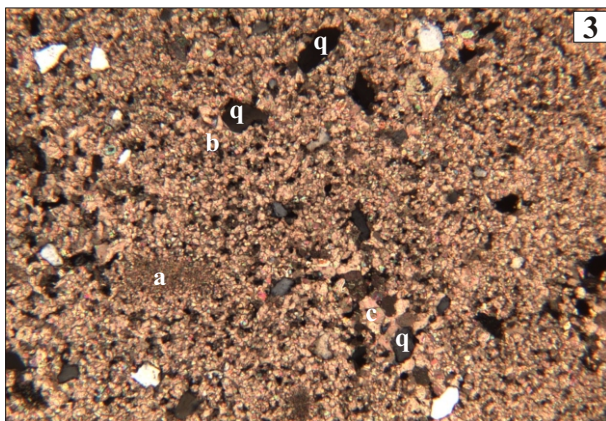
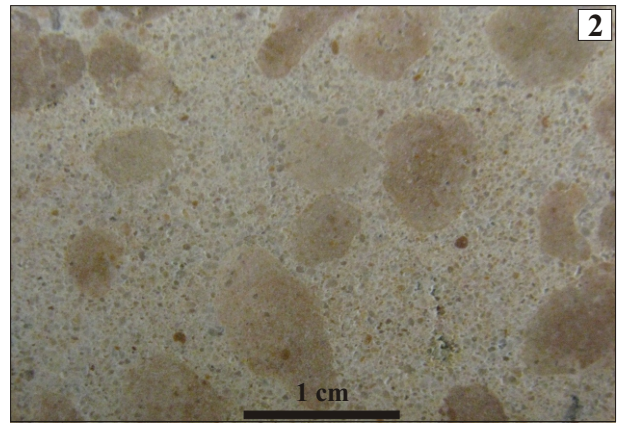
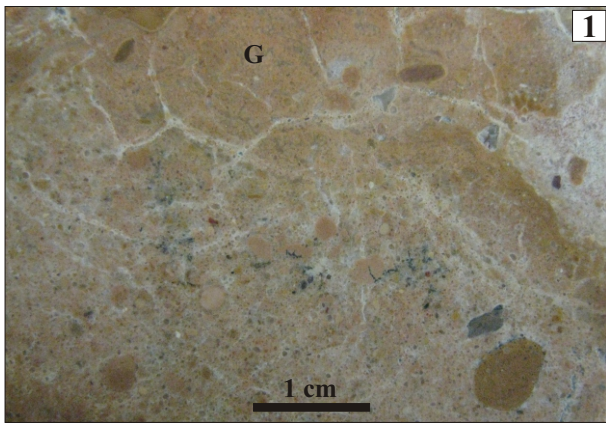


Planche 15

- 1- Front d'épigénie siliceux de la formation continentale de Glib Zegdou (éch. GZ 44), souligné par « f » ; progression de la gauche vers la droite (flèche):
a- calcrète où le quartz est corrodé ; b- silcrète; c- ilot de calcrète relique dans le silcrète ; d- deuxième phase siliceuse affectant tout ce qui précèdent, matérialisée par de la calcédoine remplissant les fissures; q- quartz détritique corrodé.
- 2- La même vue en lumière naturelle.
- 3- Silcrète situé au sommet de la première dalle du membre supérieur de la formation continentale de Glib Zegdou (éch. GZ 44) :
a- première phase siliceuse ; b- deuxième phase siliceuse affectant tout ce qui précèdent, matérialisée par de la calcédoine; c- ilot de calcrète relique dans le silcrète ; q- quartz détritique corrodé.
- 4- La même vue en lumière naturelle.
- 5- Front d'épigénie siliceux, vu en cathodoluminescence (éch. GZ 47), souligné par « f » ; progression de la droite vers la gauche (flèche) :
a- calcrète où le quartz est corrodé ; b- silcrète;
- 6- La même vue en lumière naturelle.
- 7- Silcrète, vu en lumière polarisé, au sommet du membre supérieur de la formation de Glib Zegdou (éch. GZ 47).
- 8- La même vue en lumière naturelle.

Planche 15

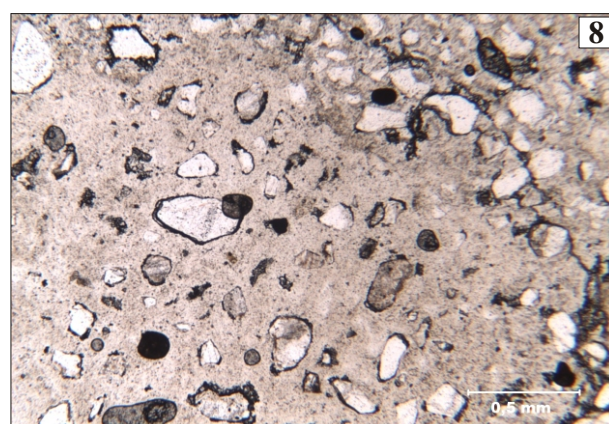
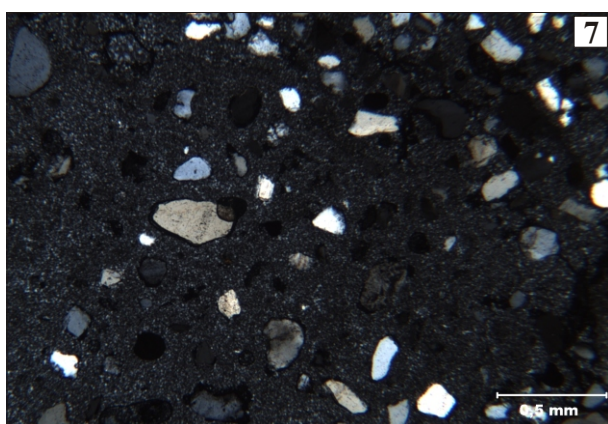
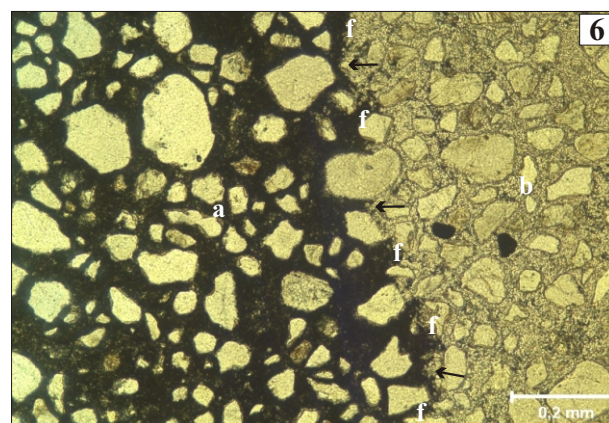
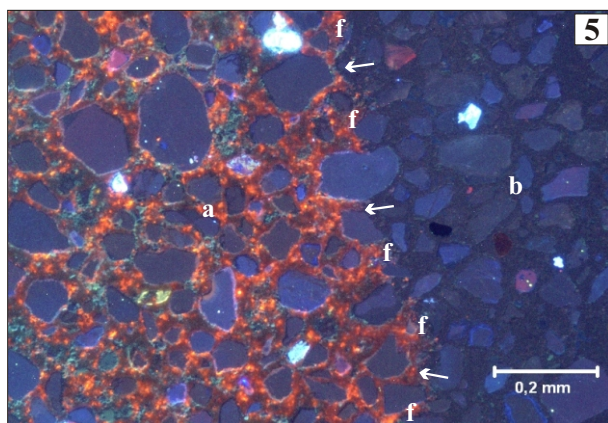
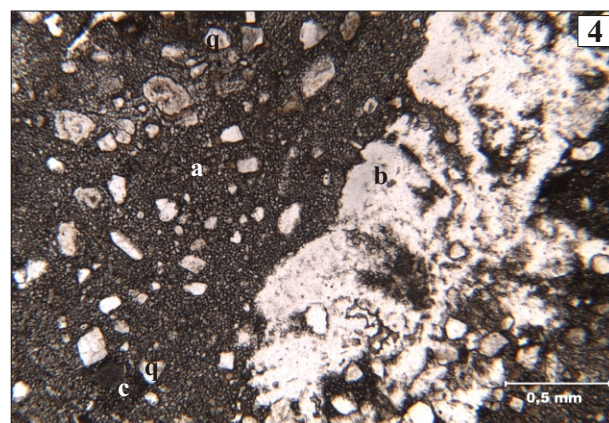
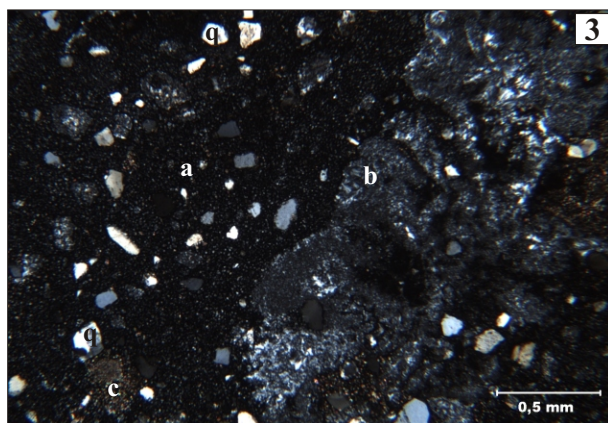
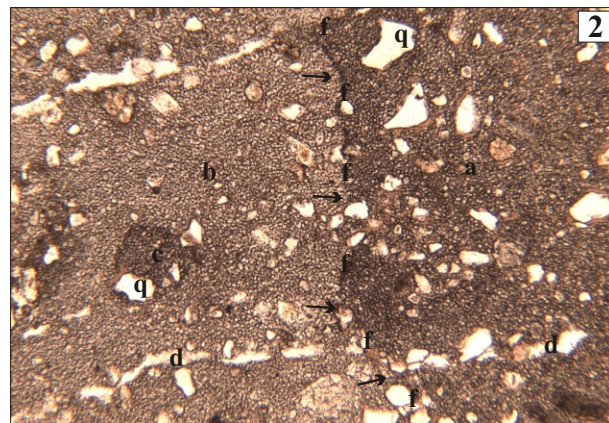
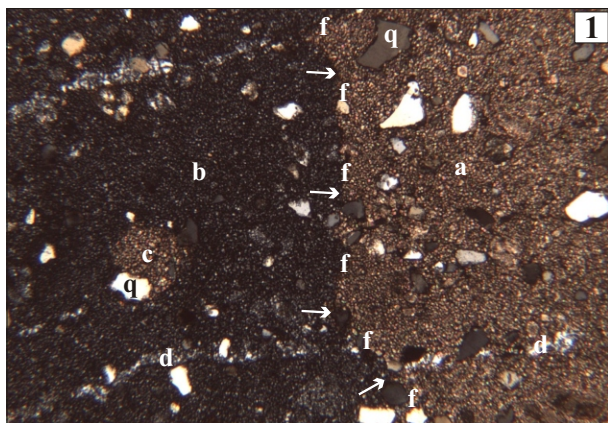


Planche 16

- 1- Front d'épigénie siliceux de la formation continentale de Glib Zegdou (éch. GZ 47), souligné par « f » ; progression du bas vers le haut (flèche) :
 - a- calcrète où le quartz est corrodé ; b- silcrète correspondant à la première phase de silicification ; c- deuxième phase siliceuse, formée par la calcédoine fibreuse, affectant tout ce qui précède notamment le quartz détritique (q).
- 2- La même vue en lumière naturelle.
- 3- Vue microscopique en cathodoluminescence de la calcitisation quasi-générale du membre supérieur de la Gara Azibius (éch. AZ 26), il subsiste quelques grains de quartz largement corrodés par de la calcite microsparitique luminescente et sparitique non luminescente dans la partie gauche de la lame mince.
- 4- La même vue en lumière naturelle.
- 5- Calcrère à Glaebules, dans le membre supérieur des Gour Idergane (éch. HGL61_26), affecté par une phase de silicification tardive matérialisée par de la calcédoine fibreuse :
 - a- calcrète où le quartz est corrodé ; b- calcédoine fibreuse affectant l'ensemble de la roche ; G- Glaebules.
- 6- La même vue en lumière naturelle.
- 7- Grès quartzeux affecté par la carbonatation indiqué par la présence d'une glaebule (G) où les grains de quartz restants sont fortement corrodés (éch. HGL 61_25).
- 8- La même vue en lumière naturelle.

Planche 16

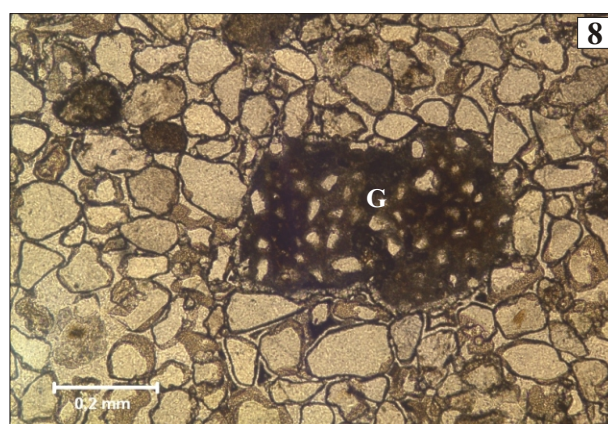
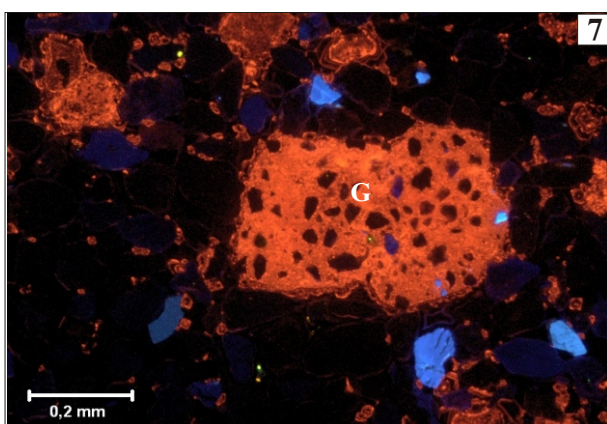
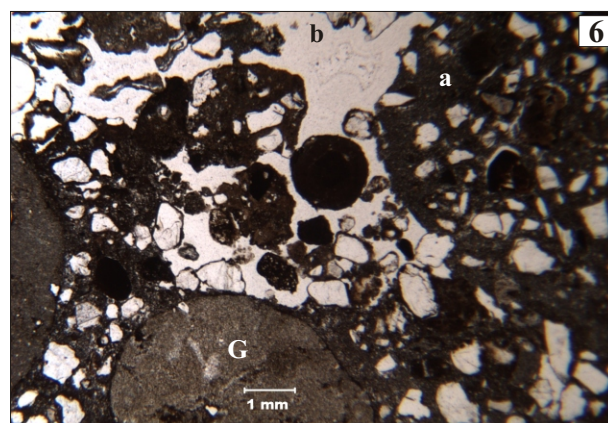
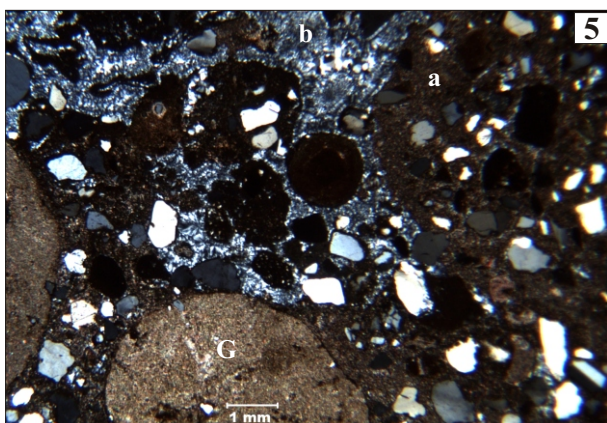
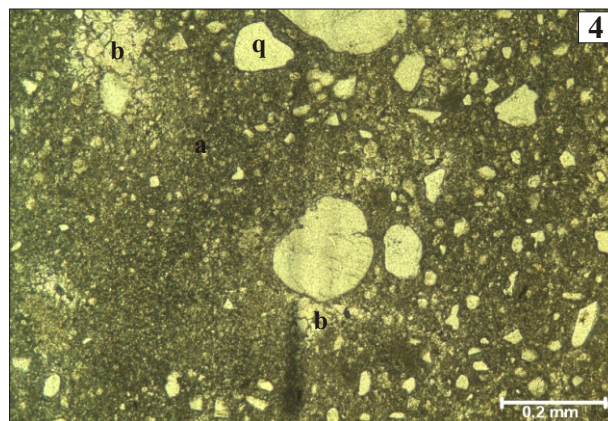
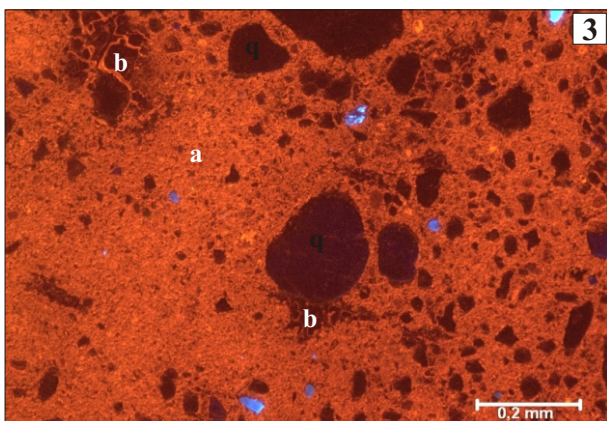
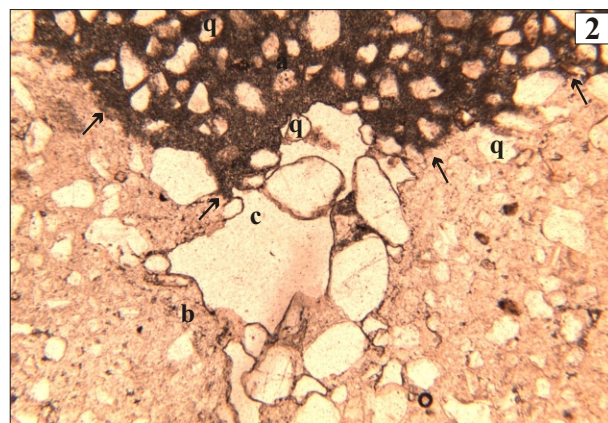
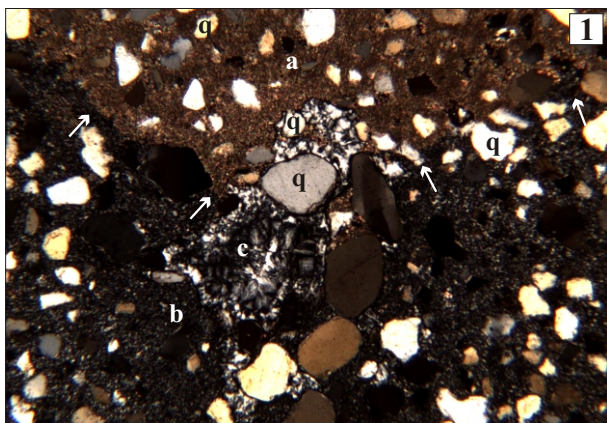


Planche 17

- 1- Calcaire lacustre bioclastique et oncolitique de Mériidja
- 2- Calcaire lacustre oncolitique de Mériidja.
- 3- Calcaire lacustre stromatolitique de Mériidja : les laminations stromatolitiques sont perturbées perpendiculairement par des vacuoles (v).
- 4- Calcaire palustre d'aspect bréchique (fentes de dessiccations) clôturant le membre inférieur de la formation continentale de Mériidja, la pointe du marteau fait l'échelle.
- 5- Vue microscopique en lumière naturelle du calcaire lacustre micritique (éch. MJ 1), situé à la base de la dalle calcaire du membre inférieur de Mériidja, comportant des charophytes (c) et des bioclastes (b) complètement recristallisés.
- 6- Vue microscopique en lumière polarisée du calcaire lacustre stromatolitique de Mériidja (éch. MJ 2): les laminations stromatolitiques sont perturbées perpendiculairement par des vacuoles (v) recristallisées en sparite.
- 7- Laminations plans sombres (micritiques) et claires (microsparitiques), du calcaire stromatolitique (éch. MJ 2) où une lamine irrégulière (a) composée de sparite claire s'intercalent et constitue une discontinuité de laminations témoignant de périodes d'interruption de croissance.
- 8- Vacuoles perturbants les laminations et renfermants de minuscules débris organiques (éch. MJ 2).

Planche 17

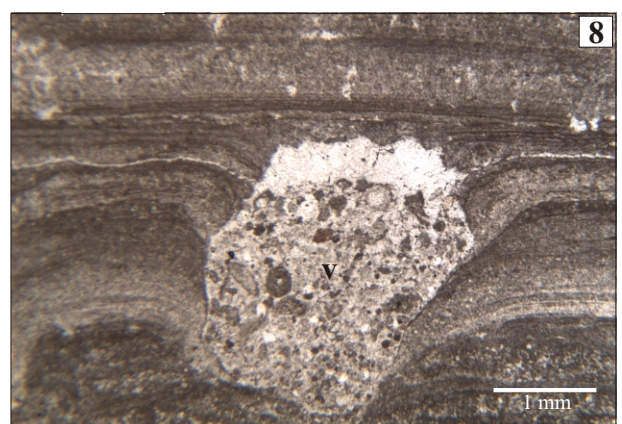
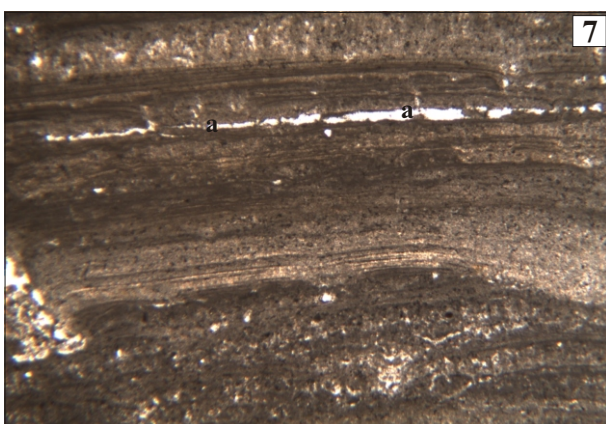
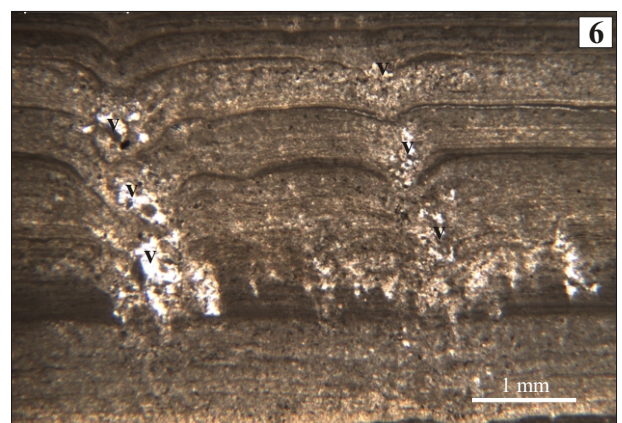
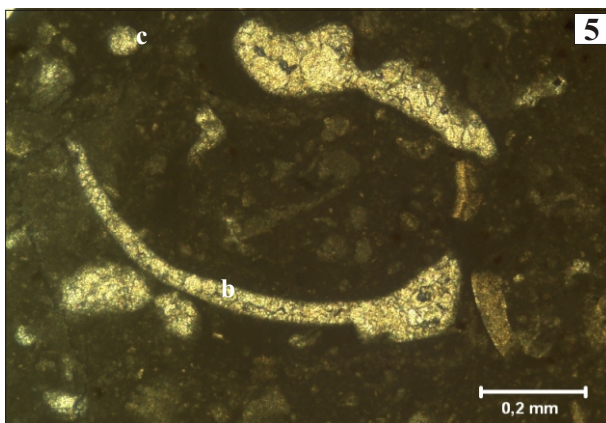
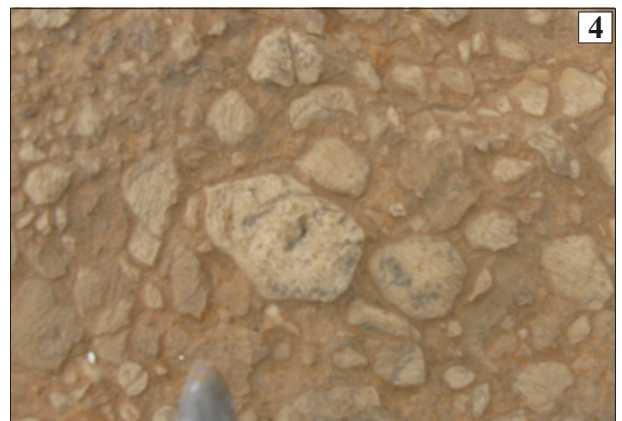
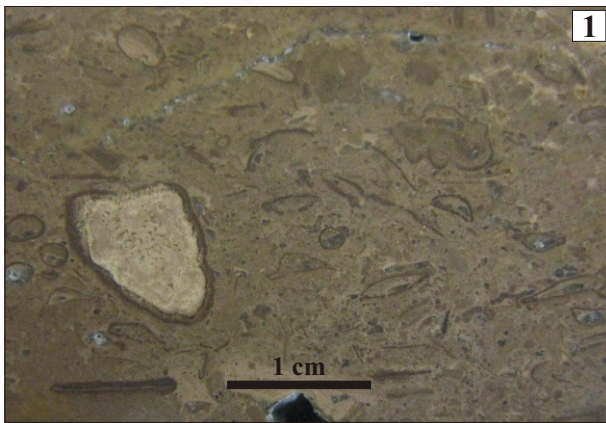


Planche 18

- 1- Vue microscopique en cathodoluminescence montrant un oncolite où le centre est recristallisé par une sparite tardive à croissance syntaxiale (éch. MJ 3).
- 2- La même vue en lumière naturelle de la lame colorée à l'alizarine.
- 3- Vue microscopique en cathodoluminescence montrant un oncolite aplatie (éch. MJ 3).
- 4- La même vue en lumière naturelle
- 5- Colonies de microcodium (mic) « en épi de maïs » sont mises en évidence en lumière naturelle dans la partie sommitale du calcaire palustre (éch. MJ 3).
- 6- La même vue en en cathodoluminescence, notez qu'il existe une calcite luminescente et une autre non luminescente.
- 7- Colonies de microcodium (mic) « en épi de maïs » en lumière naturelle (éch. MJ 3).
- 8- Vue microscopique en lumière naturelle montrant un grès quartzeux comportant (éch. P9) :
 - a- glaebules circonscrit, quelquefois, par des fentes sparitiques.
 - b- lithoclaste de calcaire oolitique mésozoïque.

Planche 18

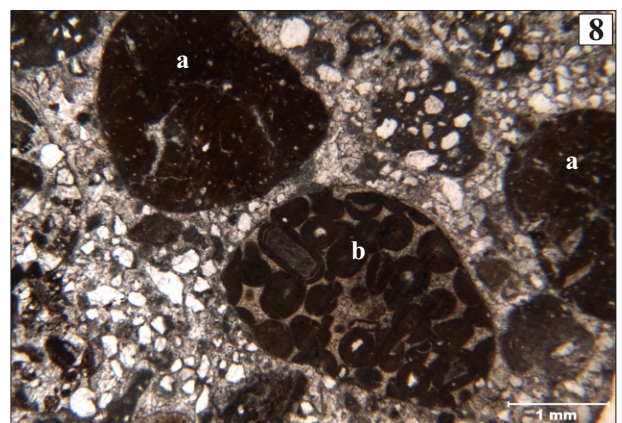
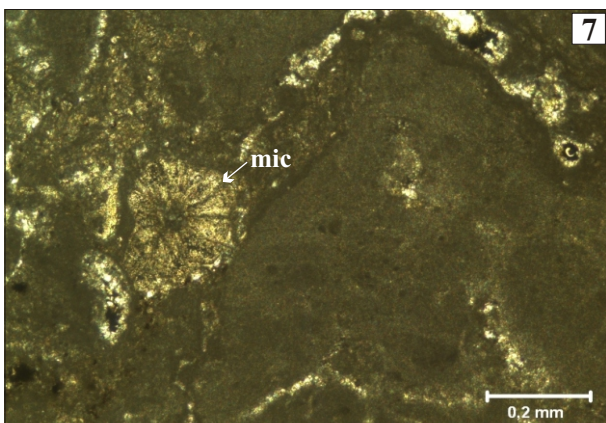
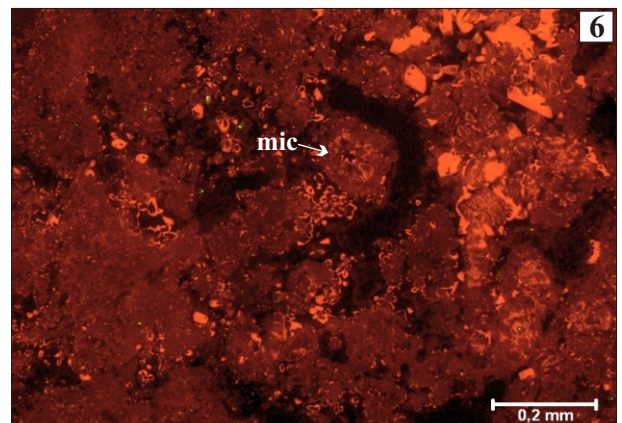
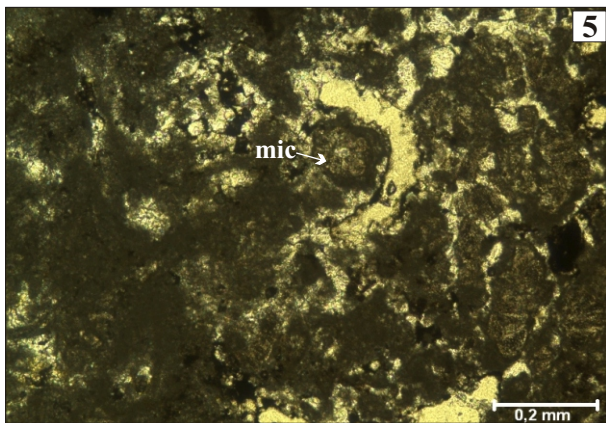
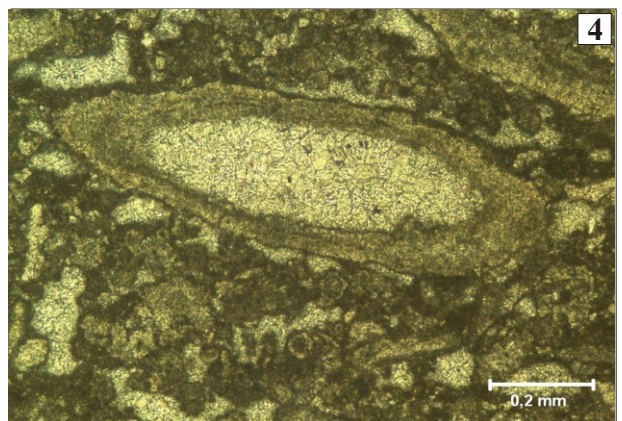
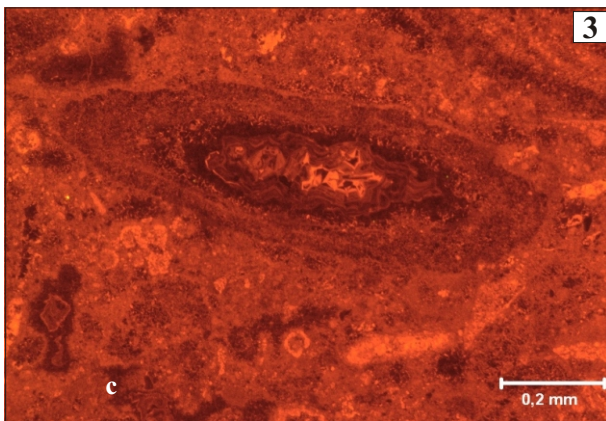
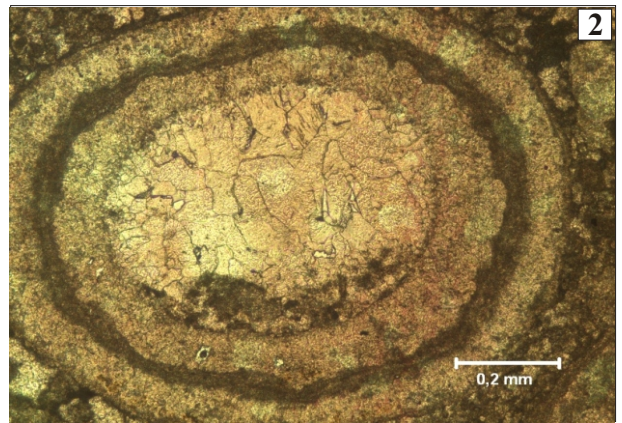
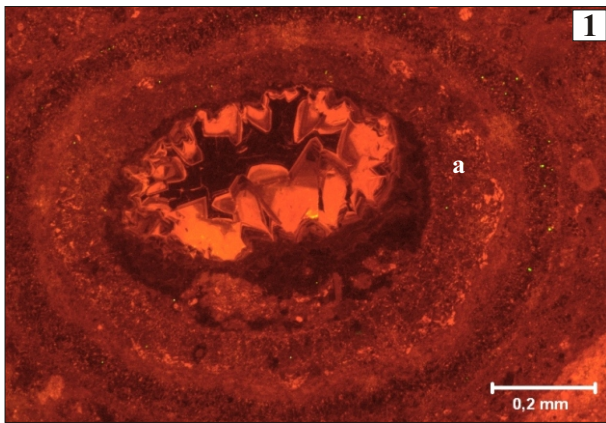


Planche 19

- 1 et 2- Vue microscopique en lumière naturelle montrant un calcrète comportant des fragments de calcaire lacustre remanié (arraché au membre inférieur de Méridja) où on observe des colonies de microcodium « en épi de maïs » et « en rosettes » (mic) attaquant l'encaissant (sommet du membre intermédiaire de la Bordure Sud de Méridja, éch. P9).
- 3- Vue microscopique en cathodoluminescence d'un calcrète où apparaît un quartz corrodé avec une auréole microsparitique luminescente. Notez la zonation concentrique (flèche) de la calcite (sommet du membre intermédiaire de la Bordure Sud de Méridja, éch. P10).
- 4 et 5- Vue microscopique en lumière naturelle d'une lame colorée à l'alizarine, d'un grès épigénisé, où on note la présence de glaebule (G) et le quartz (q) restant est fortement corrodé. La sparite tardive (Sp) occupe généralement les fissures. (sommet du membre intermédiaire de la Bordure Sud de Méridja, éch. P11).
- 6- Calcrète en cathodoluminescence comportant des glaebules où le quartz détritique restant est corrodé (membre supérieur de la coupe de Méridja).
- 7- Faciès du membre supérieur carbonaté de Dermchane où on observe encore des palges reliques roses qui témoignent de la couleur du sédiment initial.
- 8- grès quartzeux, parfois microconglomératique, renfermant des glaebules (G) dont le fond est micritique où est dispersés du quartz détritique (q) corrodé et auréolé de microspartite (membre intermédiaire de Dermchane, éch. D7).

Planche 19

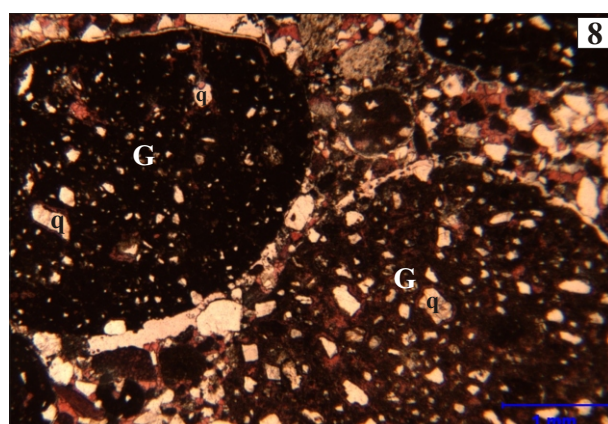
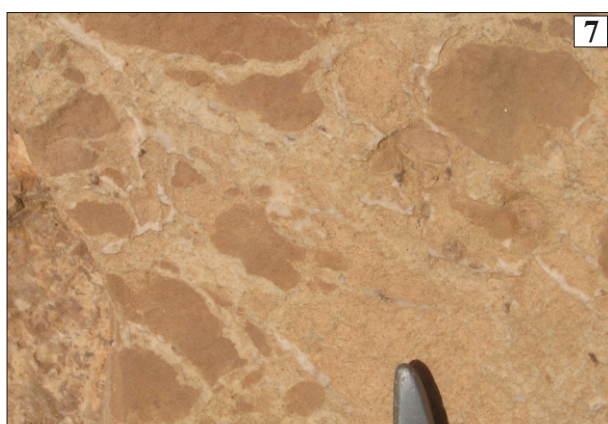
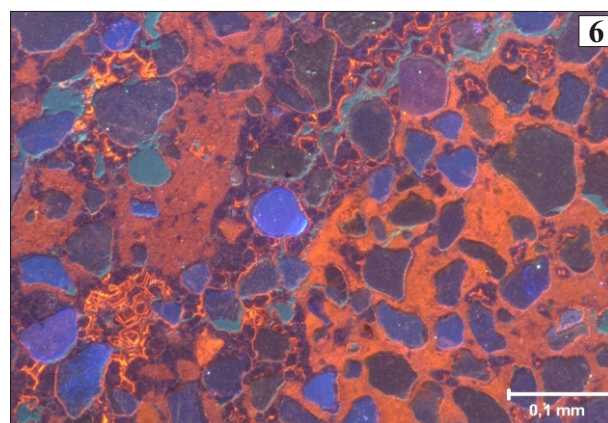
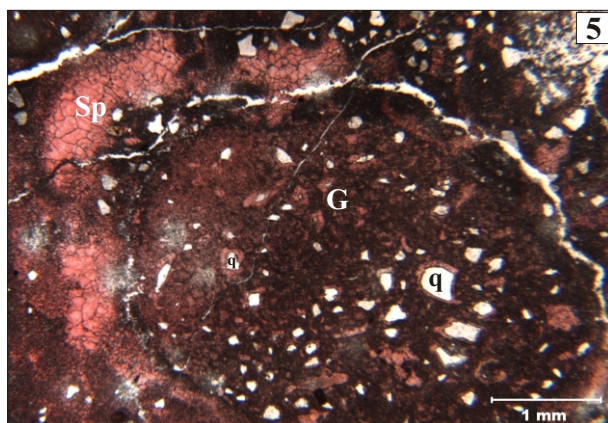
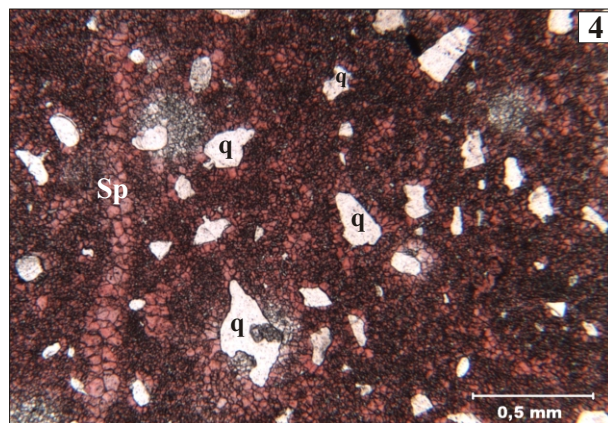
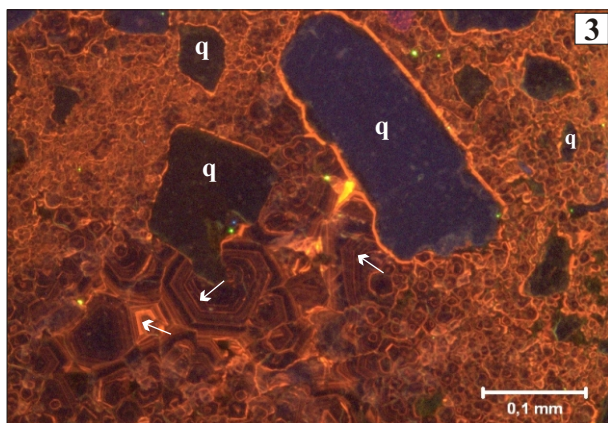
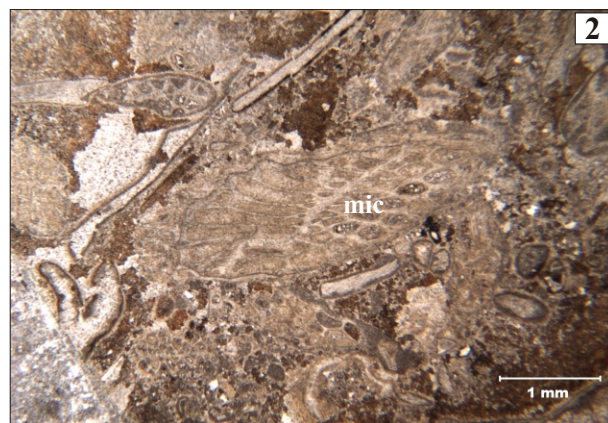
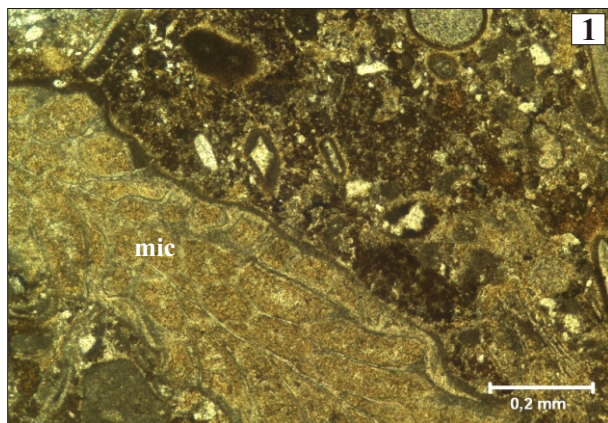
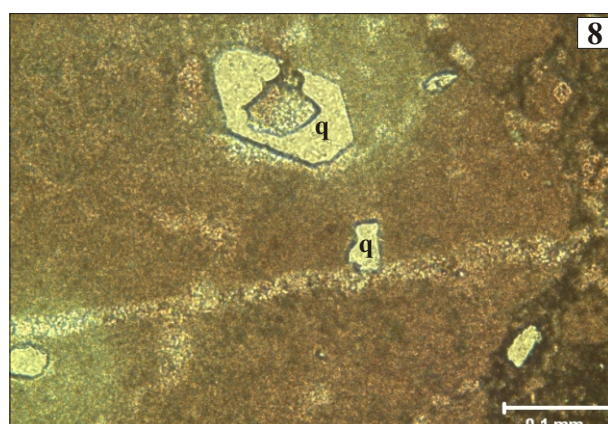
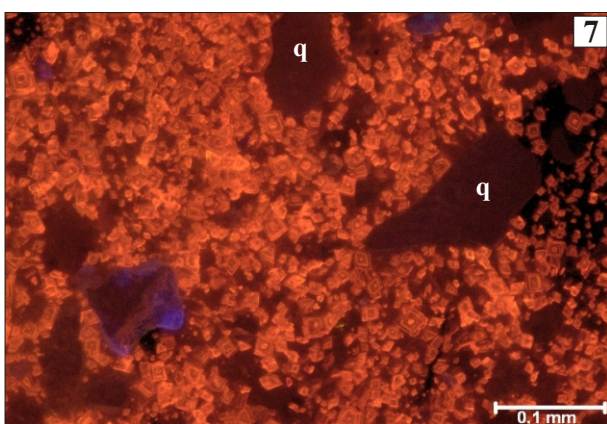
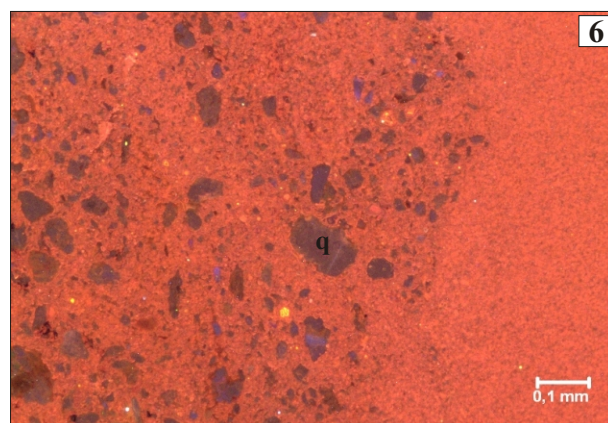
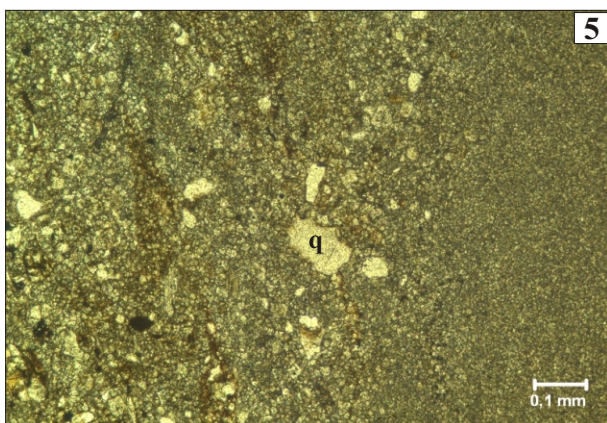
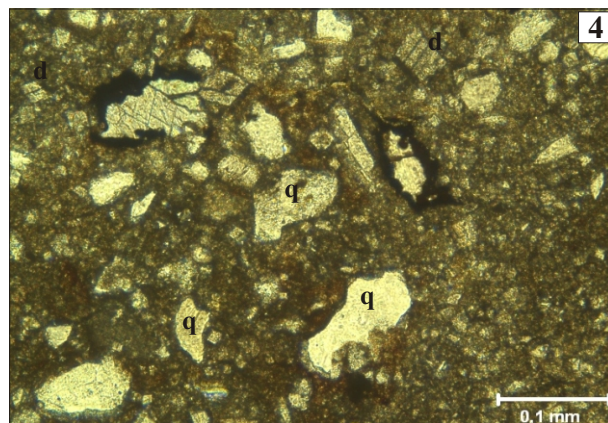
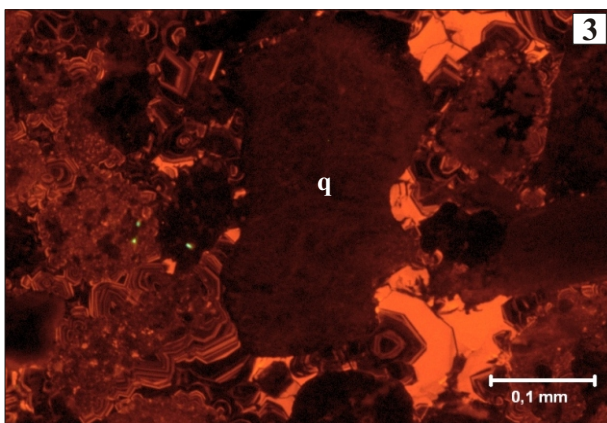
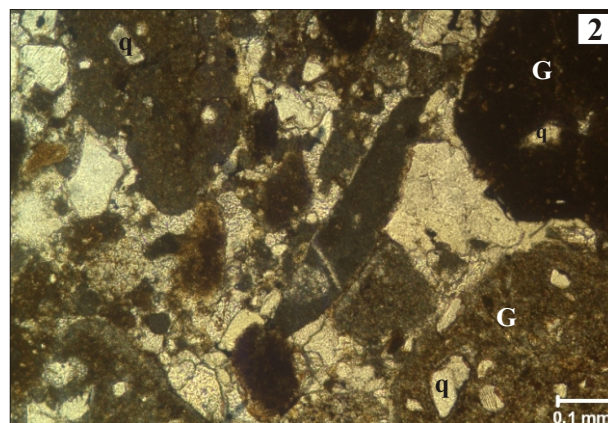
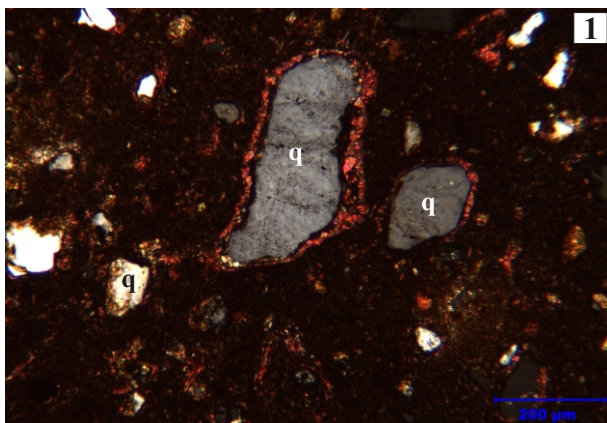


Planche 20

- 1- Vue Microscopique en lumière polarisée où le quartz est auréolé par de la calcite colorée à l'alizarine (membre intermédiaire de Dermchane, éch. D7).
- 2- Grès quartzeux microconglomératique renfermant des glaebules (G) dont le fond est micritique où est dispersés du quartz détritique corrodé et auréolé de microspartite (membre intermédiaire de Dermchane, éch. D8).
- 3- Vue microscopique en cathodoluminescence d'un quartz auréolé d'une calcite luminescente à zonation concentrique à droite et syntaxiale à gauche (membre intermédiaire de Dermchane, éch. D9).
- 4- Vue microscopique en lumière naturelle de la Dolomitisation et de la corrosion du quartz détritique (q) par la dolomite (d) (sommet du membre intermédiaire de Dermchane, éch. D12)
- 5- Vue microscopique en lumière naturelle de la dolomitisation (grains losangiques) générale à droite de la lame mince (dolocrète), à gauche il subsiste quelques grains de quartz largement corrodés par la dolomite (sommet du membre intermédiaire de Dermchane, éch. D12)
- 6- La même vue en cathodoluminescence (sommet du membre intermédiaire de Dermchane, éch. D12).
- 7- Vue microscopique en cathodoluminescence du quartz (q) corrodé est auréolé de rhomboèdres de dolomites zonés (sommet du membre intermédiaire de Dermchane, éch. D13).
- 8- Calcrète massif où subsiste encore du quartz corrodé et de petites plages reliques, non coloré, de rhomboèdres dolomitiques (membre supérieur de Dermchane, éch. D18).

Planche 20



ملخص: يدرس هذا البحث العصر الباليوجيني القاري لبعض المناطق في جنوب غرب الجزائر من ناحية الطبقات الصخرية وبقايا الكائنات المتحجرة بالإضافة إلى دراسة البيئة القديمة لتلك الكائنات. تختص هذه دراسة الطبقات الرسوبية القارية المتواجدة بقور لعزيب (حدرد) ومريجة. هاته الترسبات متصفة بفقرها من حيث المستحاثات وتشكل مساحات كبيرة في كلا المنطقتين على شكل هضاب صخرية تدعى حَمَد.

* منذ ألفين وأربعة (2004) البحوث الجيولوجية التي خصت هاته المناطق سمحت باكتشاف عدة مواقع نظم متحجرات ذات أهمية تاريخية كبيرة. الدراسة الجيولوجية لقور لعزيب سمحت بإكمال الجزء السفلي لمقطع قلب زغدو المشهور من الناحية الستراتيغرافية. هذا الجزء كان ينسب في ما قبل إلى العصر السينوماني، الاكتشافات الجديدة سمحت بتصحيح ونسب هاته الطبقات إلى العصر الباليوجيني. مقطع قلب زغدو قسم إلى ثلاث وحدات ذات أصل ترسيبي بحري وبحري: وحدة سفلى ذات أصل بحري مكونة من طبقات طينية جسيمة ترسبت فوق طبقات تعود إلى الحقبة الجيولوجية الأولى، وحدة متوسطة وأخرى عليا ذات أصل بحري مكونة من طبقات حجر رملي كلسي.

* التنقيب والبحث المتواصل في الطبقات الوحدية المتوسطة أدى إلى اكتشاف عدة مواقع للمتحجرات قارية فقارية (أسماك، سلحفاة، طيور، وخاصة الثدييات) بالإضافة إلى بقايا نباتية على شكل مستحاثات تنسب إلى العصر الحديث السابق (إيوسين) القاري. هذا التاريخ تؤكد دراسة باليومغناطيسية لقلب زغدو بعمر قدره 49 مليون سنة.

* المقطع الجيولوجي لمريجة-درمشان قسم أيضا إلى ثلاث وحدات: وحدة سفلى طينية كلسية ذات أصل بحري، وحدة متوسطة وأخرى عليا ذات أصل بحري مكونة من طبقات طينية، حجر رملي وكلسي. المستحاثات المتواجدة بهذه الترسبات نسبت الوحدة السفلى إلى العصر الحديث السابق السفلي (إيوسين القديم). نسبت الوحدتان المتوسطة والعليا إلى العصر الحديث السابق المتوسط والعلوي (إيوسين الحديث).

* دراسة البيئة القديمة للحيوانات الثديية المتحجرة بقور لعزيب منحتها بيئة غاية ذات مناخ مداري ساخن ورطب متضمن التواء بحري محاط بغاية مفتوحة.

إن دراسة هذه الرسوبيات اعتمدت على الدراسة الميدانية والشرائح الصخرية ودراسة المعادن بالأشعة السينية (DRX). كل هذا سمح بوصف للمرة الأولى في جنوب غرب الجزائر ظاهرة تحويل الرسوبيات عن طريق الاستبدال الكلسي. عملية كانت وراء تكوين ما يسمى بكلكريت ودولوكريت، وتحديد بحري زغدو ومريجة. في العصر الحديث السابق.

أخيرا تم الكشف عن مرحلة تكتونية مسجلة في طبقات العصر الحديث السابق لمريجة - درمشان. هذه المرحلة التكتونية معروفة في المناطق المغرب العربي وفي جنوب أوروبا الغربية الكلمات المفتاحية:

الجزائر، الباليوجين القاري، قور لعزيب، مريجة، ستراتيفرافيا، الفقارية، كاروفيت، بوليم بيئة قديمة، كلكريت.

Résumé: Une description lithologique, paléontologique et sédimentologique ainsi qu'une interprétation paléoenvironnementale sont effectuées sur le Paléogène continental du Sud-Ouest algérien. Il s'agit notamment des séries continentales du complexe des Gour Lazib (Hammada du Dra) et de la Hammada de Méridja-Dermchane (rive droite du Guir). Ces dépôts, réputés pauvres en documents paléontologiques, couvrent dans ces deux secteurs de larges étendues sous forme d'un ensemble de buttes-témoins aux sommets tabulaires et de vastes plateaux désertiques et pierreux appelés Hammadas.

Depuis 2004, les prospections géologiques et paléontologiques y ont conduit à la découverte de plusieurs sites fossilifères remarquables. L'étude de plusieurs coupes dans le complexe des Gour Lazib a permis de compléter la lithostratigraphie de la formation continentale du Glib Zegdou vers sa base où ont été découverts des vertébrés continentaux permettant de reconsidérer l'âge paléogène de ces niveaux, autrefois attribués au Cénomano-Turonien. Cette formation est subdivisée en trois membres d'origine fluvio-lacustre: un membre inférieur argilo-marneux gypseux lacustre reposant en discontinuité sur un substratum paléozoïque, un membre intermédiaire détritique et un membre supérieur grés-carbonaté. Les fouilles systématiques, dans le membre intermédiaire de cette série sédimentaire, ont permis de découvrir plusieurs sites à vertébrés (dipneustes, actinoptérygiens, chéloniens, oiseaux et mammifères notamment), associés à des oogones de charophytes d'âge Yprésien terminal-Lutétien basal. Cet âge est confirmé par les analyses magnétostratigraphiques qui indiquent un âge d'environ 49 Ma.

La formation continentale fluviale de Méridja-Dermchane est aussi subdivisée en trois membres: un inférieur argilo-carbonaté lacustre, un intermédiaire détritique et un supérieur grés-carbonaté. La malacofaune et la flore récoltées permettent d'y attribuer un âge yprésien au membre carbonaté, lutétien-bartonien aux autres membres.

La reconstitution du paléo-habitat de la communauté mammalienne du complexe des Gour Lazib (réalisée par la méthode des cénogrammes et complétée par celle des taxons arboricoles et la diversité écologique) suggère un milieu forestier tropical, chaud et humide, soumis à des saisons marquées. La présence d'un système fluvial avec méandres à faible courant bordé d'une forêt galerie et de milieux plus ouverts en périphérie est plus plausible.

L'étude sédimentologique, basée sur les observations de terrain, les lames minces et l'analyse minéralogique (DRX), a permis de décrire pour la première fois les différents phénomènes d'épigenèses ayant affectés ces dépôts d'origine fluvio-lacustres, décrit autrefois comme lacustre, et de mettre en évidence les lacs éocènes de Glib Zegdou et de Méridja.

Enfin, sur le plan tectonique, une phase d'orogénèse d'âge Eocène moyen-supérieur, est enregistrée dans la Hammada de Méridja. Cette phase tectonique est largement reconnue dans le Maghreb et dans le sud de l'Europe occidentale.

Mots clés: Algérie, Paléogène continental, Gour Lazib, Méridja, Stratigraphie, Vertébrés, Charophytes, Bulimes, Paléoenvironnements, Cénogrammes, Calcrète, Silcrète.

Abstract: Lithological, paleontological and sedimentological descriptions with palaeoenvironmental interpretation have been realized on the continental Palaeogene of the South-western Algeria. These include continental series of the Gour Lazib complex (Hammada du Dra) and the Hammada of Meridja (right bank of the Guir). These deposits are known poor in paleontological documents; they cover in this both regions large areas in the form of a buttes and vast desert and stony plateau called Hammada.

Since 2004, the paleontological and geological prospections have led to the discovery a several remarkable fossiliferous localities. The study of several outcrops in the Gour Lazib area has led to complement the lithostratigraphy of the continental formation of Glib Zegdou. The continental vertebrate remains discovered in his base allowed us to attribute these layers to the Palaeogene, previously attributed to the Cenomanian-turonian. This formation is subdivided in three fluvial and lacustrine sedimentary members: A lacustrine lower member, containing clay, marl and gypsum, unconformably overlies a Palaeozoic substratum, a detrital intermediate member, and a carbonate sandstone upper member. The prospecting-exploration works in the middle member of this sedimentary formation allowed us to discover several new vertebrate sites (with lungfish, actinopterygians, chelonians, birds, and notably mammals), associated with Early to Middle Eocene charophyte. This age is confirmed by magnetostratigraphic study which indicates an age of about 49 Ma.

The fluvial and lacustrine continental formation of Meridja-Dermchane is also subdivided in three members: a lacustrine clay-carbonate lower member, a detrital middle member and a clastic carbonate upper member. The malacofauna and flora collected can assign an ypresian age to the carbonate member, and Lutetian-Bartonian to the other members.

The palaeoenvironmental reconstruction of fossil mammalian community, by means of cenograms method, supplemented by tree taxa and ecological diversity analysis, suggest a tropical forest environment, hot, wet and prone to marked seasonality for this fauna. The presence of a meandering fluvial system with low current bordered by a forest gallery and more open environments in the periphery is likely.

The sedimentological study based on field observations, the thin section and mineralogical analysis (XRD), allowed to describe for the first time the various phenomena of epigenesis which have affected the fluvio-lacustrine deposits, once described as lacustrine, and highlights the Eocene lakes of Glib Zegdou and Meridja.

Finally, in terms of tectonics, an Middle-Upper Eocene orogeny phase is recorded in the Hammada of Meridja. This tectonic phase is widely recognized in the Maghreb and south of Western Europe.

Keywords: Algeria, Continental Paleogene, Gour Lazib, Méridja, Stratigraphy, Vertebrates, Charophytes, Bulimes, Palaeoenvironment, Cenograms, Calcrete, Silcrete.