

République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبو بكر بلقايد- تلمسان
Université ABOUBEKR BELKAID – TLEMEN
كلية علوم الطبيعة والحياة، وعلوم الأرض والكون
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, et Sciences de la Terre et de
l'Univers
Département des Sciences de la Terre et de l'Univers



MÉMOIRE

Présenté par

Par

BENDDINE ABDESSALEM et BENAOUA SAMIR

En vue de l'obtention du

Diplôme de MASTER

En : Géologie des Bassins Sédimentaires

**Lithostratigraphie et paléo environnement de la « Formation de Aïssa »,
Coupes de Rouis El Djir et Djebel Larouia, Sillon pré-atlasique
- Monts des Ksour – (Atlas Saharien)**

Soutenu le

devant le jury composé de :

Président : M^{er}Hebib Hakim

MCB Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen

Encadreur : M^{er} Kacemi Ali

MCB Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen

Co-Encadreur : M^{me} Kazi Tani Soumia

MCB Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen

Examineur : M^{er}Boucif Abdelkader

MAA Université Abou Bekr Belkaïd Tlemcen

Année universitaire 2021/2022

DEDICACES

JE DÉDIE MON TRAVAIL À:

Ma très chère mère "Rekia" qui m'a toujours soutenu. Vous m'avez toujours aidé en assurant ma réussite dans mes études et dans ma vie. Elle m'a tant donné sans s'attendre à l'obtenir. Je voulais lui donner un peu parce que je ne pouvais pas lui donner tout ce qu'il m'a donné.

Mon père "Abderrahman", que je remercie pour son grand soutien matériel et moral. Je ne trouve pas d'expressions pour décrire toute la satisfaction qu'elle m'a procurée tout au long de ma carrière dans les études et dans la vie.

Mes frères et sœurs "Abdelrazzaq, Muhammad, Abdelmajid, Abdelatif, Hanan et Fatima al-Zahra" que j'aime beaucoup et je leur souhaite du succès dans leur vie et les remercie pour tout ce qu'ils m'ont apporté de soutien et de soutien, qu'elles soient matérielles ou morales, chacun selon ses capacités.

Ma petite fille "houria" que j'aime beaucoup et je leur souhaite du succès dans leur vie ,m'a beaucoup soutenu, moralement et financièrement en tout cas.

Mes amis «samir, Hamza, Rahim, Belkacem, Dr. abdessalam, Hicham,... » et collègues que je remercie de m'avoir toujours demandé et qui m'ont soutenu.

Mes professeurs qui m'ont aidé tout au long de mon parcours depuis mon retour à l'école primaire en passant par le CEM et le lycée

leDr.Alikacemi qui est très apprécié pour tout ce qu'il m'a apporté en termes de connaissances et l'excellent travail qu'il a fait pour nous

BENEDDINE Abdessalam

Je dédie ce modeste travail:

À ceux qui m'ont donné la vie, Le symbole de tendresse, qui ont sacrifié pour mon bonheur et ma réussite, À mes chers parents.

A ma sœur, mes frères Khaled ,ibrahim et yasser, mes amis abdessalam , youcef , sami3o , mouli .

A tous ceux qui nous ont aidés et donné un coup de main pour terminer cette mémoire , M. Mustafa benadla , M . boucif , M . Kacemi e Mme .kazitanisoumia .

*A tous ceux qui me sont chères.
Je dédie ce travail.*

BENEOUDA Samir

TABLE DES MATIERES

Dédicaces.....	P. II
Table des matières.....	IV
Avant-propos.....	VI
Résumé.....	VII

Premier Chapitre :Généralités

Introduction.....	02
1. Aperçu géographique et géologique sur la région des Mont des Ksour (Atlas Saharien Occidental).....	03
2. Présentation des secteurs d'étude.....	08
3. Objectifs et la méthode de travail.....	12
4. Historique des recherches dans les Monts des Ksour.....	15

Deuxième Chapitre : Etude lithostratigraphique

Introduction.....	18
A. La coupe de Rouis el Djir.....	18
1. Situation de la coupe.....	18
2. description de La coupe.....	19
B. La coupe de DjebelLarouia.....	32
1. Situation de La coupe	32
2. description de La coupe.....	32
Conclusion.....	44

Troisième Chapitre : Etude Micropaléontologique etEnvironnementale

Introduction.....	45
A. Répartition des ostracodes.....	45

B. Conclusion et synthèse paléoécologique.....	50
Conclusion générale	51
Références bibliographies	53
Liste des planches	55
Liste des figures	56
Liste des Tableaux	58

AVANT-PROPOS

A travers cette occasion que nous avons eu à remercier tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'aboutissement de cette heureuse conclusion, qu'il s'agisse de la thèse de fin d'étude ou des études elles-mêmes

Tout d'abord, nous voudrions remercier le Dieu omniscient pour ses conseils et ses conseils tout au long de notre long voyage depuis nos tout débuts. Nous ne pouvons que le remercier de nous avoir guidés vers cette science qui nous a apporté tant de connaissances et de satisfaction et de nous avoir donné ces honorables professeurs qui nous ont aidés à la comprendre en profondeur.

Deuxièmement, nous tenons à adresser nos sincères remerciements au professeur respecté et humble Ali Kassemi, maître de conférences à l'Université Abou BakrBelkaid de Tlemcen, pour avoir accepté de nous encadrer. Ses conseils, son orientation, ses recommandations, son orientation et sa motivation sur le terrain ont facilité notre travail.

Nous tenons à remercier Mme KaziTaniSomaya de nous avoir accordé ses connaissances et son temps tout au long de notre étude de la thèse et pendant les études elles-mêmes.

Nous remercions et honorons les membres du jury:

Nous tenons à remercier Monsieur Habib Hakim, Maître de Conférences et Chef du Département STU à l'Université Abou BakrBelkaid de Tlemcen pour l'honneur de son désir de présider le jury.

Nous tenons à remercier Monsieur Boussif Abdelkader, Maître de Conférences et Vice-Président du Département STU à l'Université Abou BakrBelkaid de Tlemcen de nous avoir fait l'honneur de vouloir étudier notre thèse.

Enfin, nous ne pouvons pas oublier de remercier tous nos amis pour notre promotion.

الملخص:

يتطابق جبل العروية ورويس الجير مع خط متزامن موجه نحو جنوب غرب-شمال شرق ، أي أوراك-أولاك-العروية. تقع في ثلم ما قبل أطلس في الجزء الغربي من جبال القصور ، على بعد حوالي 55 كم غرب عين الصفراء ، باتجاه الحدود المغربية.

في القسمين ، قسم رويس الجير والعروية ، تُظهر الدراسة الطباقية الصخرية (1) أن "تكوين عيسى" يتكون من عدة مجموعات شاملة ؛ طرف سفلياً و " مناوب رويس الجير " وطرف علوي يحتوي على " مناوب العروية " و " مناوب اوراك ". (2) تتكون كل مجموعة من كل عضو في هذا التكوين بشكل عام من تناوب مكون من حجر رملي طيني ، وأحياناً حجر رملي طيني جبسو مارل أو حجر رملي طيني جبسو مارل وقضيب رملي بشكل خاص. هذا التكوين يعود إلى العصر الجوراسي العلوي (مالم).

أظهر تحليل الأحياء الدقيقة والحفريات الدقيقة المعتمد بشكل أساسي على أقسام رويس الجير وبداية حزام البقرة (آخر مجموعة من قسم العروية) أن الرواسب الرسوبية تطورت في بيئة بحيرة بيئية قديمة ، تتوافق مع مناخ شبه جاف

الكلمات المفتاحية: رويس الجير - العروية - جبال القصور - تكوين عيسى - العصر الجوراسي العلوي - الرسم الطبقي الصخري - علم الأحياء الدقيقة - البيئة القديمة

Résumé :

Djebel Larouia et Rouis El Djir correspondent à un synclinal orienté SW-NE, celui d'Aourak-Oulakak-Larouia. Il est situé dans le sillon préatlasique dans la partie occidentale des Monts des Ksour, à environ 55km à l'Ouest d'Aïn Séfra, en allant vers la frontière marocaine.

Dans les deux coupes celles de Rouis El Djir et de Larouia, l'étude lithostratigraphique montre (i) que la « Formation de Aïssa » est constituée de plusieurs ensembles englobant ; un membre inférieur (ou « Alternances de Rouis El Djir ») et un membre supérieur contenant les « Alternances de Larouia » et les « Alternances d'Aourak ». (ii) Chaque ensemble de chaque membre de cette formation est constitué généralement d'une alternance formée d'une combe argilo-gréseuse, parfois argilo-gypso-marno-gréseuse ou enfin argilo-gypso-marno-carbonatée gréseuse et d'une barre particulièrement gréseuse. Cette formation est d'âge Jurassique supérieur (Malm).

L'analyse des microfaciès et micropaléontologique basée surtout sur les coupes de Rouis El Djir et du début de H'Zam El Bagra (dernier ensemble de la coupe de Larouia) ont montré que les dépôts sédimentaires ont évolué dans un milieu paléo-environnemental lagunaire, correspondant à un climat semi-aride

Mots clés : Rouis El Djir – Larouia – Monts des Ksour - Formation de Aïssa - Jurassique supérieur – lithostratigraphie – micropaléontologie – paléoenvironnement

Abstrac:

Djebel Larouia and Rouis El Djir correspond to a syncline oriented SW-NE, that of Aourak-Oulakak-Larouia. It is located in the pre-Atlas furrow in the western part of the Ksour Mountains, about 55 km west of Ain Séfra, going towards the Moroccan border.

In the two sections, those of Rouis El Djir and Larouia, the lithostratigraphic study shows (i) that the “Aïssa Formation” is made up of several encompassing sets; a lower limb (or “Alternances de Rouis El Djir”) and an upper limb containing the “Alternances de Larouia” and the “Alternances d’Aourak”. (ii) Each set of each member of this formation generally consists of an alternation formed of a clay-sandstone coomb, sometimes clay-gypso-marl-sandstone or finally clay-gypso-marl-carbonated sandstone and a bar particularly sandy. This formation is of Upper Jurassic age (Malm).

The analysis of the microfacies and micropaleontological based mainly on the sections of Rouis El Djir and the beginning of H'Zam El Bagra (last set of the section of Larouia) showed that the sedimentary deposits evolved in a paleo-environmental lagoon environment, corresponding to a semi-arid climate

Key words : Rouis El Djir – Larouia – Ksour Mountains - Aïssa Formation - Upper Jurassic – lithostratigraphy – micropaleontology – paleoenvironment

Premier Chapitre : Généralités

Introduction générale

1. Aperçu géographique et géologique de l'Atlas saharien occidental (Monts des Ksour)
 2. Présentation de la zone d'étude
 3. Objectifs et méthodes
 4. Historique des recherches

Introduction générale

Les Monts des Ksour appartiennent au domaine alpin et font partie de l'Atlas Saharien, bâti au cours du Tertiaire qui demeure encore instable jusqu'à l'actuel. Il s'agit d'une chaîne intracratonique édiflée au cours du Tertiaire et qui constitue l'avant-pays de la chaîne alpine d'Afrique du Nord (les Maghrébides). L'Atlas Saharien occidental (ou monts des Ksour) est constitué d'une série sédimentaire très épaisse d'âge Secondaire subdivisée en quatorze (14) formations (Bassoullet, 1973 ; Douihasni, 1976 ; Delfaud, 1978, 1986 ; Mekahli, 1995). Ces formations sont du Trias au Crétacé moyen et qui sont :

(a) **Le Trias** : (1) le complexe triasique,

(b) **Le Lias** : (2) Dolomies de Chémariikh (Lias inférieur), (3) Alternances de Aïn Ouarka (Lias moyen), (4) Marno-calcaires de Aïn Rhézala (Lias supérieur),

(c) **Le début Dogger** : (5) la Brèche de la Raknet El Kahla, (6) la formation de Teniet El Klakh,

(d) **Le Dogger** : (7) la formation de Tifkirt, (8) la formation de Djara (Dogger),

(e) **Le Malm** : (9) la formation d'Aïssa (Malm),

(f) **Le passage Jurassique–Crétacé** : (10) la formation de Tiloula,

(g) **Le Crétacé inférieur** : (11) la formation de Tiout,

(h) **Le Crétacé moyen** : (12) la formation de Rhelida, (13) la formation de Medaouar et enfin (14) la formation de Rhoundjaïa (Cénomaniens-Turonien).

La succession qui précède la grande transgression cénomaniens, peut être divisée en deux ensembles bien distincts :

- Un ensemble **inférieur** à dominance carbonatée-marneuse (infra-Lias-Bathonien inférieur).
- Un ensemble **supérieur** essentiellement détritique (Bathonien supérieur à la fin du crétacé inférieur).

Le thème de notre étude est intitulé : « Lithostratigraphie et paléo environnement de la « Formation de Aïssa », Coupes de Rouis El Djir et Djebel Larouia, Sillon pré-atlasique - Monts des Ksour – (Atlas Saharien) ». Ce travail s'intéresse à la zone SSE du flanc SE du synclinal de Oulakak – Aourak - Larouia.

Pour cette présente étude nous avons scindé ce travail en trois chapitres. Nous présentons dans un premier chapitre des généralités, dans un deuxième chapitre une étude lithostratigraphique, dans un troisième chapitre une étude micropaléontologique et paléoenvironnementale et enfin une conclusion générale.

1. Aperçu géographique et géologique de l'Atlas Saharien Occidental (Monts des Ksour)

1.1. Le cadre géographique

Les Monts des Ksour correspondent à l'Atlas Saharien occidental, ils sont situés dans la partie nord occidentale de l'Algérie, à environ 300km au sud de Tlemcen (à 425km au sud d'Oran). Ils sont constitués de reliefs orientés en gros SW-NE et culminent à plus de 2000m dans le sillon atlasique (tel que Dj. Aïssa : 2236m) et à moins de 1600m dans le sillon préatlasique (tel que Dj. Larouia ; 1594m). L'Atlas Saharien Occidental (ASO) est limité au Nord par les Hautes plaines oranaises, au Sud par la plateforme saharienne, à l'Ouest par le Haut Atlas Oriental marocain et à l'Est par l'Atlas Saharien Central (ou Djebel Amour) (Fig. 01).

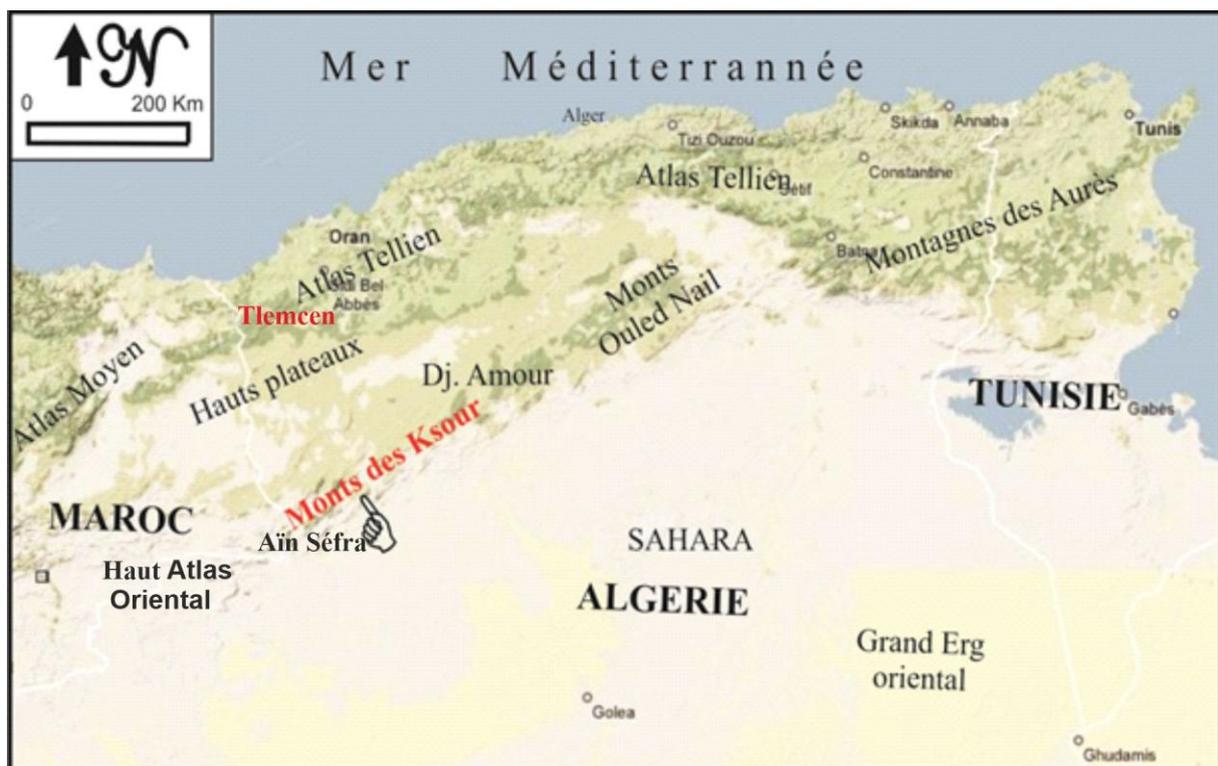


Fig. 01 : Carte de situation des Monts des Ksour

Le secteur d'étude concerne la zone nord-ouest des Monts des Ksour (Fig. 02), dans le sillon préatlasique au sens de Kazi Tani, 1986. Il s'agit d'une zone géomorphologiquement moins élevée et moins accidentée relativement au sillon atlasique. Ce dernier correspond à une région montagneuse d'altitude très élevée (plus de

2000m) tels que : djebel Aïssa (2236m), djebel M'Zi (2145m), djebel Mekther (2020m) etc. (Fig. 02). Djebel Aïssa est topographiquement parmi les affleurements les plus élevés de l'Atlas Saharien.

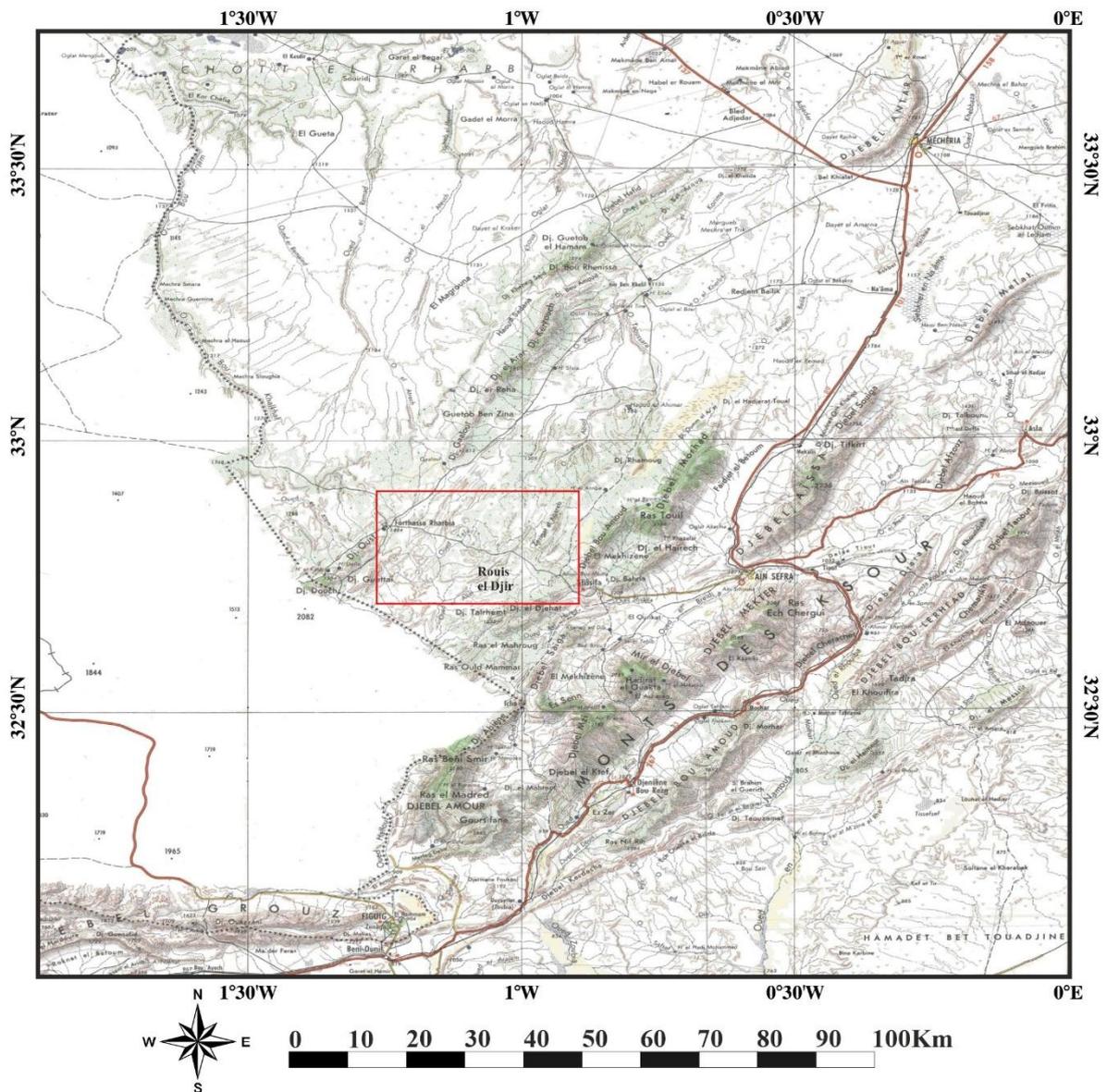


Fig. 02 : Fond topographique de la feuille d'Aïn Séfra au 1/500.000^{ème} montrant la zone d'étude (rectangle rouge) Région de Rouis el Djir et Dj Larouia.

1.2. Le cadre géologique

Le domaine atlasique correspond à un vaste bassin mésozoïque, qui s'est individualisé au Trias, entre le craton saharien au Sud et la zone mobile, tellienne (ou alpine) au Nord, entre le prolongement atlantique à l'Ouest et la vraie Téthys à l'Est. Son ouverture, contemporaine de la naissance de l'atlantique et de la Téthys est guidée par des failles normales d'orientation N 75 et des accidents obliques N110 à N120 qui auraient un jeu de mouvement décrochant (Aït Ouali, 1991 ; Frizon de Lamotte al 2001).

cet accident se trouve ramener sur le flanc ouest de Djebel Antar où une autre ligne tectonique Est-Ouest semble le déplacer vers l'Est).

➤ -L'Accident Sud Atlasique :

Il est plus net dans la nature, il sépare la plateforme saharienne de l'Atlas saharien, il correspond à une série continue d'accidents depuis Agadir au Maroc jusqu'à Gabès en Tunisie (Galmier,1970). Cet accident est nommé aussi « flexure saharienne » (Laffite,1939).

Les Monts des Ksour sont marqués par des accidents de direction E-W et NE-SW qui jouent en décrochements dextres et senestres et en failles normales et failles inverses jalonnés parfois par des époinçements ou des lames diapiriques qui apparaissent généralement au cœur des plis anticlinaux (Djebel Djara, Djebel Boulrhfad, Djebel Souiga, etc.)

Le style de la tectonique souple est bien marqué, il est représenté par des plis coffrés qui sont intercalés par des aires synclinoïdes les terrains jurassiques constituent les grande structures anticlinales

Le style atlasique se reconnaît aussi par la discontinuité des anticlinaux donnant une disposition en « chenilles processionnaires » (Ritter, 1902 in Kacemi, 2005) prenant naissance et s'éteignant rapidement (**Fig. 04**).

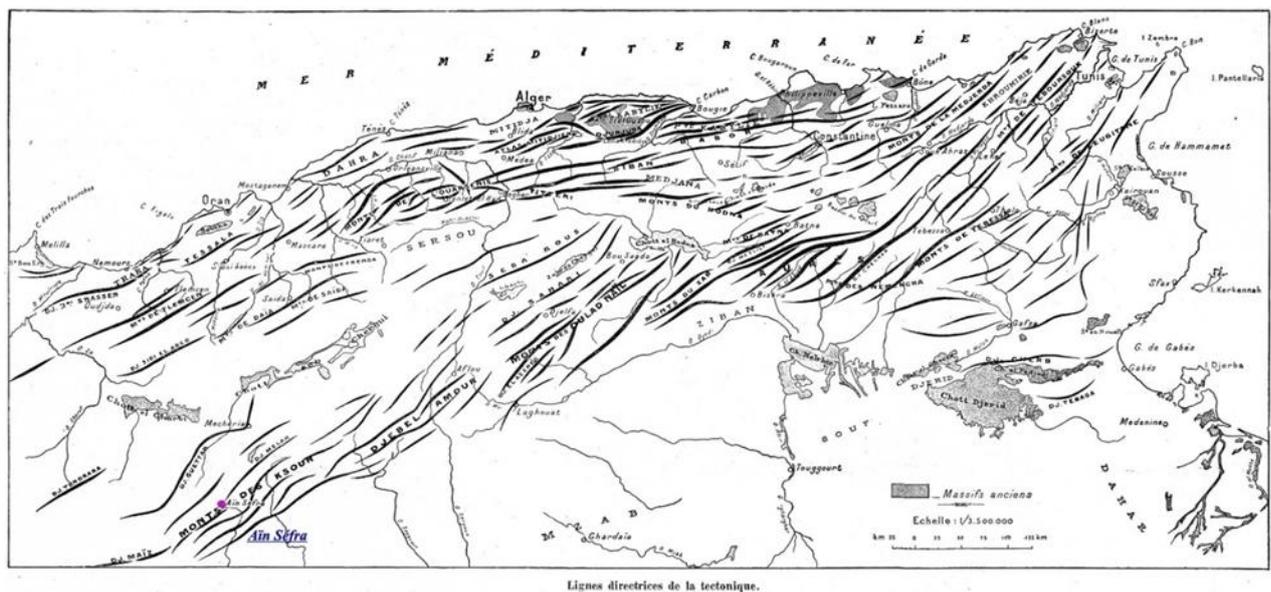


Fig. 04 : Lignes directrices de la tectonique, Ritter (1902)
Disposition des plis en « chenilles processionnaires »

1.2.2. Sur le plan lithostratigraphique

A partir des travaux géologiques de Bassoullet (1973) ; Douihasni (1976) ; Mekahli (1995) et Meddah (2007) et Kacemi (2005 et 2013) la série géologique type de l'Atlas Saharien Occidental présente la succession lithostratigraphique suivante :

❖ **Le Mésozoïque**

Il est représenté par trois systèmes (**Fig. 05**) :

• **Le Trias**

Il s'agit des terrains les plus anciens qui affleurent dans les Monts des Ksour. Il occupe surtout le cœur des anticlinaux. Il est caractérisé par des argiles versicolores gypso-salines et des roches volcaniques de couleur verte (basalte) à texture ophitique. Les principaux affleurements sont observés généralement en extrusion le long des failles favorisant ainsi sa remonté au niveau des anticlinaux. Il s'agit d'un volcanisme tholéïtique du Trias supérieur (Meddah, 2007).

• **Le Jurassique**

La série sédimentaire jurassique représente essentiellement des faciès carbonatés, carbonatés-marneux qui deviennent détritiques vers la fin du jurassique moyen et le Jurassique supérieur, il comprend de bas en haut :

- Le jurassique inférieur(Lias) :il est caractérisé généralement en début par des faciès carbonaté à la base (des dolomies, suivi par des calcaires).Ces carbonates deviennent de plus en plus marneux vers le sommet.

- Le jurassique moyen et supérieur : ces intervalles du temps présente un faciès détritique formé essentiellement d'une série argilo-gréseuse avec quelques niveaux carbonatés en intercalation surtout dans la partie inférieure « Formation de Djara et Aïssa ». Cette série suggère une installation d'un complexe deltaïque (delta des Ksour), à partir du Bathonien-Callovien, (Kacemi, 2005).

• **Le Crétacé**

Il est caractérisé par un ensemble silicoclastique à la base devenant carbonaté vers le sommet. De bas en haut nous relevons la succession suivante :

- Crétacé inférieur : qui présente une épaisseur de plus de 1600m de dépôts continentaux, caractérisé par des faciès argileux et gréseux et très peu de carbonates. Ces dernières sont représentées par des fines passées de dolomies « Formation de Tiloula»

- Crétacé supérieur : cet intervalle chronologique est constitué de trois types de faciès (Bassoullet, 1973). D'abord, un faciès détritique celui de la « Formation de Rhelida » surmonté par un faciès lagunaire renfermant une alternance de calcaires parfois dolomitique de gypse et d'argile, c'est la «formation de Medaouar ». Ensuite viennent des faciès

essentiellement carbonatés admettant des niveaux marneux ; la « Formation de Rhoundjaïa » (Douihasni, 1976)

❖ **Le Cénozoïque :**

• **Le Tertiaire :**

Il est caractérisé généralement par des dépôts terrigènes, mal datés et englobés essentiellement par des unités continentales grés-conglomératiques. Ces dernières recouvrent localement en discordance les formations terminales du Mésozoïque.

• **Le Quaternaire :**

Ce sont essentiellement des sables représentant des ensembles dunaires (les dunes d'Aïn Séfra).

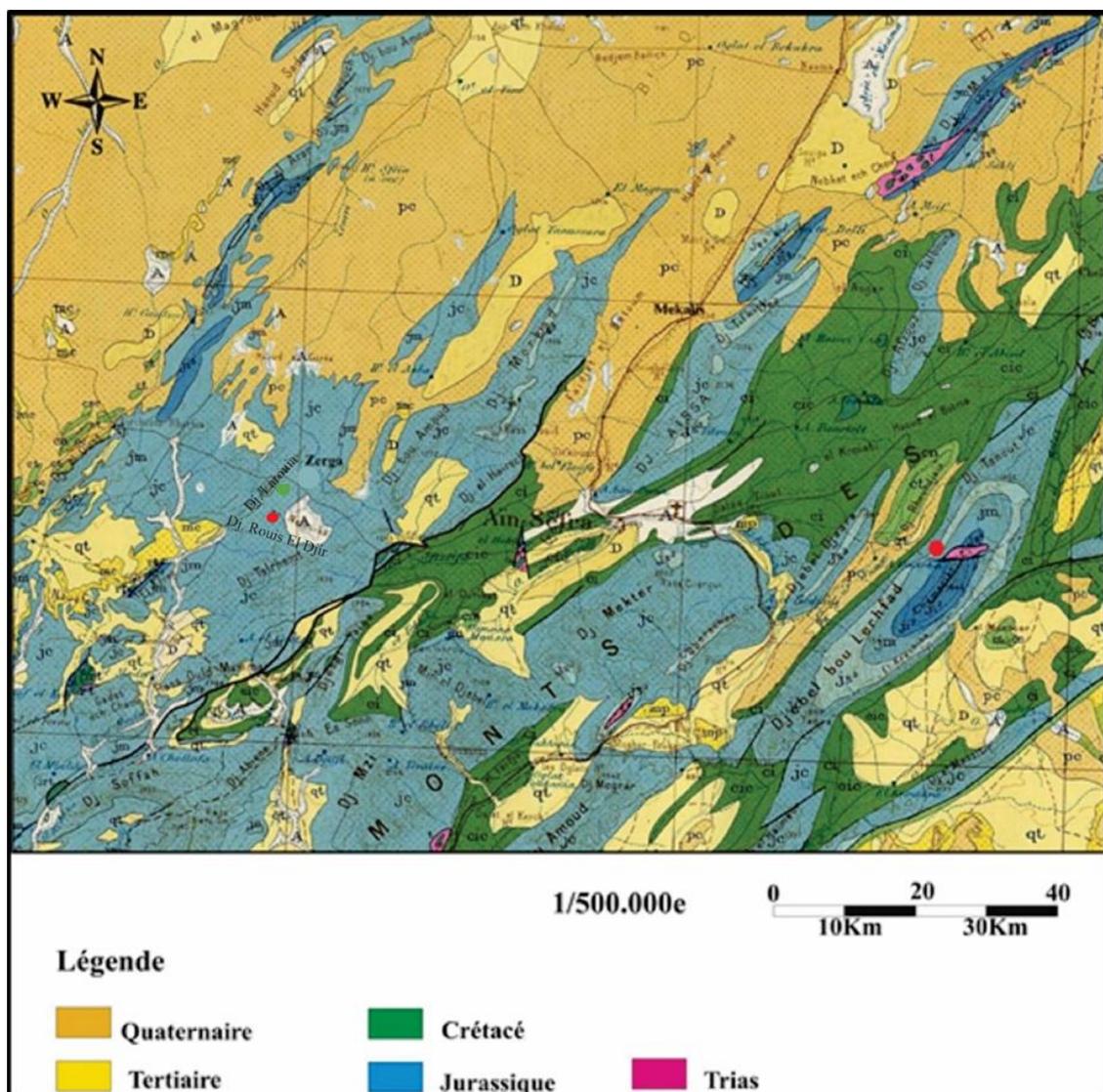


Fig. 05 : Carte géologique des Monts des Ksour (extrait de la carte de l'Algérie) (Cornet et al. 1951)

2. Présentation de la zone d'étude

Le secteur de Rouis El Djir, Larouia, Aourak, Oulakak constitue le cœur et le flanc Est d'un grand synclinal. Cet ensemble structural est situé à 16km à l'Ouest de Sfisifa. Le chemin de Sfisifa-Forthassa traverse ce grand massif topographiquement peu élevé. Il s'agit d'un grand synclinal de 14 km de large qui est limité au Sud par le village d'Oulakak, au Nord-Ouest par Zerga de Forthassa et à l'Est par Zerga de Sfisifa (Zerigat el Agareb). Les altitudes de cette structure atteignent 1594m à Larouia (flanc Est), 1419 à Rouis el Djir, 1406m à Aourak, dans sa partie Sud (sud de l'axe du synclinal)(Kacemi, 2005) et 1510m à Oum el Arar (flanc Ouest) (**Fig. 06**).



Fig. 06 : Morceau d'un fond topographique (non calé) de Forthassa au 1/200.000^{ème}, montrant la position des coupes levées (cercles rouge et vert).

Rouis El Djir (1419m) et Djebel Larouia (1594m) occupent la partie Est et Sud-Est du flanc SE du synclinal d'Aourak-Oulakak-Larouia (figure 06 et 07).

Notre travail débute par l'étude d'une première coupe celle de Rouis El Djir (coupe complète déjà levée par notre encadreur, (Kacemi, 2005) et étudiée par d'autres auteurs (Kacemi, 2005 ; Ahsini et Yahiaoui, 2017 ; Chekhnaba et Lamri, 2020). Cette coupe, se situe à l'Ouest de Sfisifa, au bord de la route menant à Oulakak (fig. 06). Dans une deuxième coupe, celle de Djebel Larouia qui se situe à 2 Km au NNE de Rouis El Djir (levée par Kacemi, inédite) (fig. 06 et 07) et **photos N°**, nous avons repris cette coupe où, nous avons

fait un échantillonnage dans le but d'une étude micropaléontologique et minéralogique (méthode de lavage et de tri).

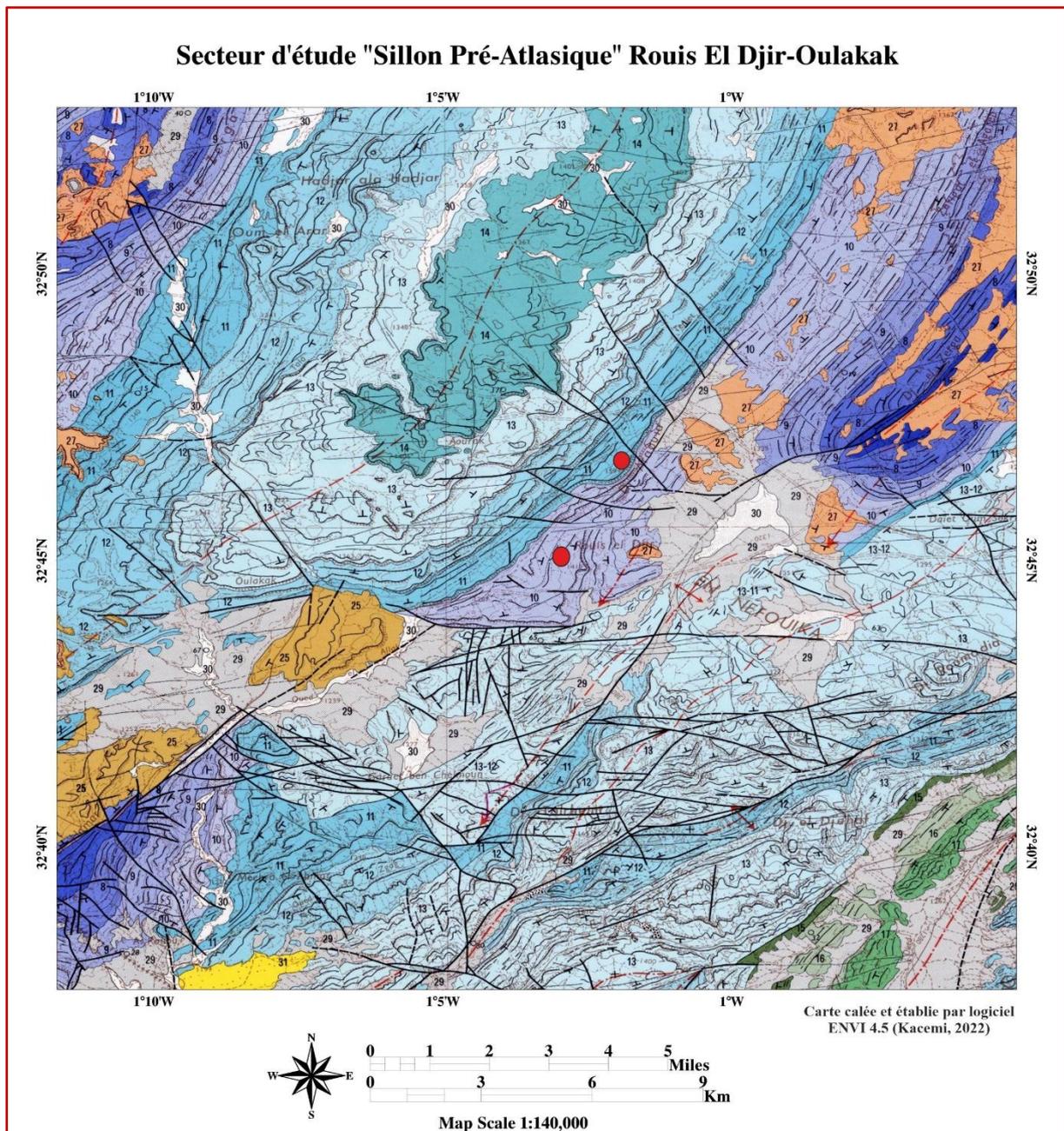


Fig. 07a : Partie d'une carte photogéologique (calé) de Forthassa au 1/100.000^{ème}, montrant le grand synclinal « Aourak-Oulakak-Larouia » et la position des coupes de Rouis el Djir et Djebel Larouia (cercles rouge).

Légende

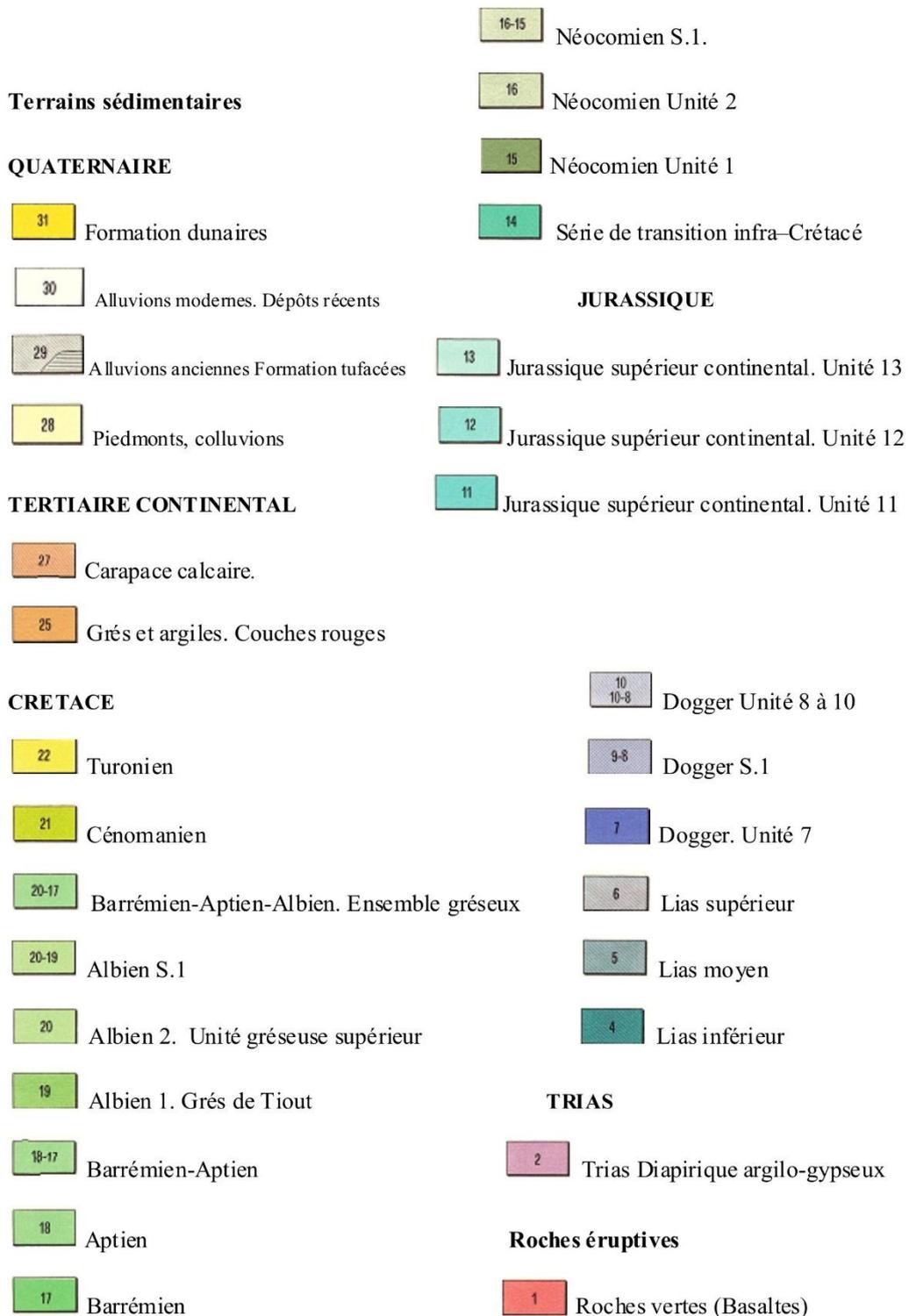


Fig. 07b : Légende de la carte photogéologique

3. Objectifs et méthodes de travail (fig. 08)

L'étude qui a été proposée dans un premier temps (2019-2020) dans le cadre d'un mémoire (PFE) de Master, concernait le sillon pré-atlasique et est intitulée : « Dynamique sédimentaire et paléo-environnement de la « Formation de Aïssa », Sillon pré-atlasique - Monts des Ksour – (Atlas Saharien) ».

Vu les circonstances de la Covid-19 dans ces deux dernières années, il a été impossible d'entamer une étude paléontologique et micropaléontologique, à cause des difficultés des travaux de terrain et de laboratoire (laboratoire N°25 était fermé). Nos encadreurs ont été obligés de changer le thème. Un thème a été proposé dans le cadre d'un premier mémoire déjà soutenu en 2020 est intitulé : « Lithostratigraphie et organisation Sédimentaire de la « Formation de Aïssa » : corrélation entre deux coupes - coupe de djebel Larouia et coupe de Rouis El Djir ».

Après amélioration de la situation sanitaire (la Covid-19), un deuxième thème a été proposé par nos encadreurs toujours dans la même région, afin de compléter ces travaux d'investigation. Ce travail est intitulé : « Lithostratigraphie et paléo environnement de la « Formation de Aïssa », Coupes de Rouis El Djir et Djebel Larouia, Sillon pré-atlasique - Monts des Ksour – (Atlas Saharien) ».

A. Les objectifs(Fig. 08)

L'étude concerne toujours la partie SSE du flanc SE du synclinal de Oulakak – Aourak - Larouia. Ce travail de terrain vise deux objectifs en reprenant des coupes déjà levées et étudiées antérieurement :

- Reprendre la Coupe de Larouia et celle de H'Zam El Bagra (coupes levées par notre encadreur, Kacemi, inédite).
- Reprendre la coupe de Rouis el Djir complète, (Coupe déjà étudiée par notre encadreur dans le cadre d'un Magister, 2004). Une partie de cette coupe a été étudiée par d'autres étudiants dans des PFE du Master « Géologie des Bassins Sédimentaires » pour d'autres buts, et que nous l'avons aussi exploité.

a) Le premier objectif :

- Comprendre la lithologie et la stratigraphie de la « Formation d'Aïssa »,
- Identifier les différentes unités lithostratigraphiques existantes dans ces deux coupes, (termes, et membres) de cette formation.

- Préciser les caractéristiques lithologiques, sédimentologiques et paléontologiques des dépôts à partir de l'étude du microfaciès (lames minces), et porter les corrections sur les coupes.

b) Le deuxième objectif :

- Procéder à une étude paléontologique et micropaléontologique du membre inférieur (les Alternances de Rouis El Djir) et une partie du membre supérieur (Terme des Alternances de Larouia) et la partie basale du terme des « Alternances d'Aourak » de la « Formation d'Aïssa » pour une étude paléoenvironnementale et une éventuelle datation à partir de la microfaune.

B. Méthodes de travail (Fig. 08)

Ce travail a été réalisé en quatre étapes :

a) Des travaux d'investigations préliminaires ont été effectués : Une recherche détaillée des travaux antérieurs sur toute la région d'étude (Atlas saharien occidental) telles que les thèses, les mémoires d'ingénieur et de Master, les cartes topographiques de Forthassa Gharbia au 1/500 000ème et 1/200 000ème, les cartes photogéologiques de Forthassa Gharbia au 1/100 000ème et les images satellitaires à partir de Google Earth. Ces travaux nous ont permis d'avoir une idée sur la géomorphologie et la géologie de la région d'étude.

b) Les travaux de terrain : ce travail a été basé sur les trois coupes : coupe de Rouis El Djir, celle de Larouia et celle de H'Zam El Bagra. En plus des échantillons que nos encadreurs nous ont donnés, nous avons effectué un échantillonnage micropaléontologique dans les marnes et les argiles sur la coupe de Larouia.

c) Travaux de Laboratoire : C'est au laboratoire N° 25 que nous avons accomplis le lavage et les tris pour l'étude micropaléontologique, l'analyse micropaléontologique au microscope pour déterminer la microfaune a été réalisée au laboratoire de géologie du département STU.

d) Nous avons réétudié quelques lames minces et nous avons pris des photos des LM avec nos téléphones portables (dont le résultat été médiocre).

(Voir organigramme, une récapitulation sur le plan de travail des objectifs et méthodes dans le tableau de la figure 08).

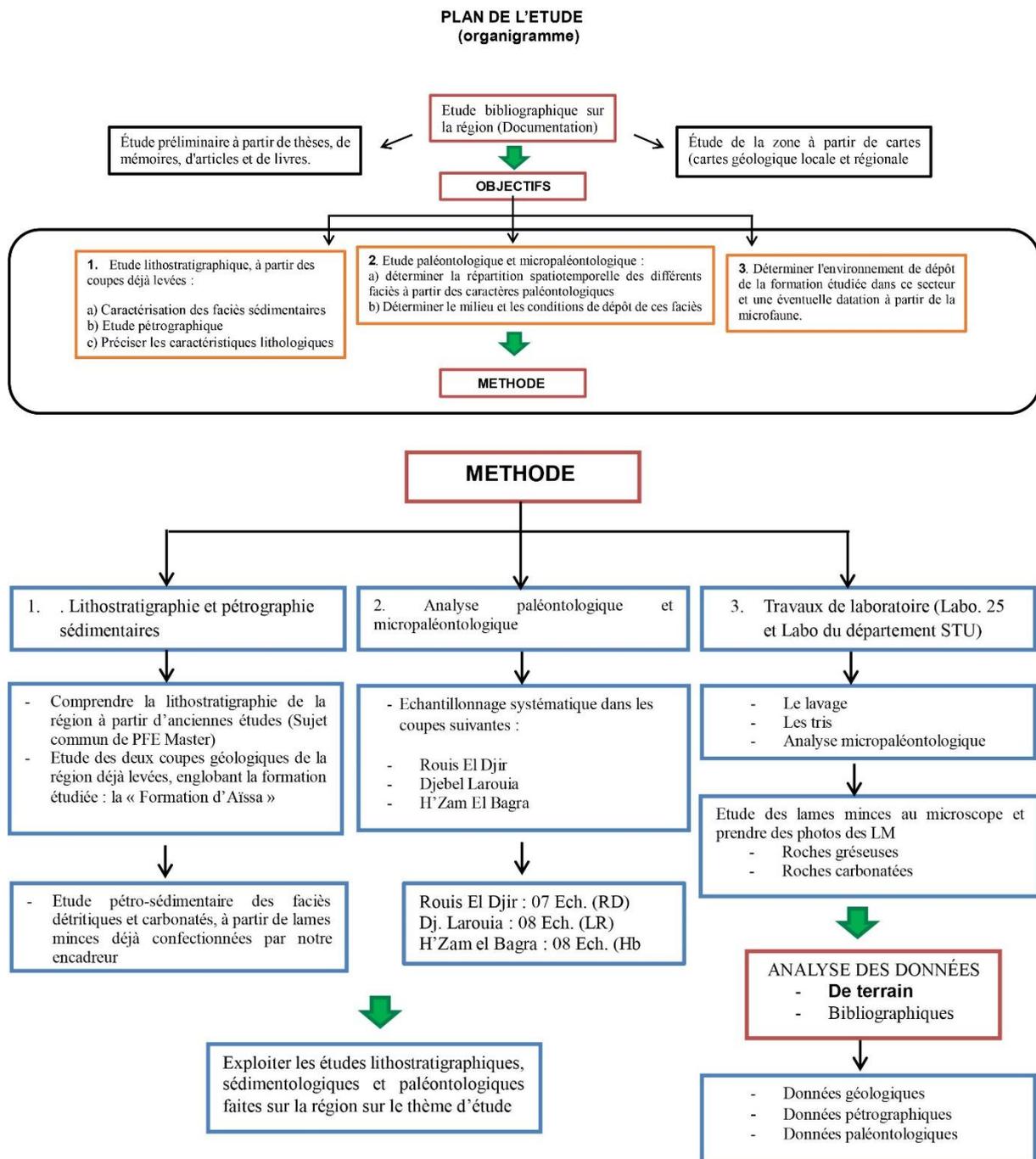


Figure .08 : Tableau Organigramme du plan de travail (Objectifs et méthode)

4. Historique des travaux de recherches dans les monts des Ksour (sillon préatlasique)

De nombreux travaux ont été réalisés dans cette partie de l'Atlas Saharien durant la période du Jurassique et qui fait encore l'objet de plusieurs recherches :

- J.WELSCH (1889) étudia la faune d'El Harchaïa (Naâma). qui prouve l'existence du Jurassique moyen
- POUYANNE en 1886 a attribué les dolomies du Djebel Antar au Dogger.
- En 1911, FLAMAND présenta une importante thèse sur l'Atlas saharien, le Tell et les régions frontalières Algéro-marocaines dans laquelle il traita plusieurs domaines ; la géomorphologie, la tectonique et la paléontologie. L'auteur établira des cartes géologiques aux 1/200 000ème, 1/400 000ème et au 1/800 000ème. La stratigraphie a été aussi abordée dans son œuvre, il réalisa une échelle stratigraphique de base au sein de laquelle le Jurassique a été étudié en détail dans la région de Djebel Mélah, Djebel Souiga, Djebel Chémariikh et dans le chaînon de l'Antar Guettaï. Il attribua le complexe des grès, d'argiles sableuses, de pseudo cargneules et des lumachelles au Jurassique supérieur tout en signalant des calcaires au Kimméridgien dans l'Atlas saharien occidental.
- Durant la période 1950-1952, CORNET apporta des modifications à l'échelle stratigraphique publiée auparavant par FLAMAND ainsi qu'une analyse structurale globale. Il interpréta la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000ème où il montra la diminution des terrains jurassiques vers le NE qui sont marins au Jurassique inférieur au fur et à mesure qu'on monte dans la série et les dépôts gréseux apparaissent depuis le Jurassique moyen et persistent jusqu'au Crétacé inférieur.
- LASNIER effectua en 1965 une étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique d'Aïn Séfra et Mécheria.
- Par la suite, GALMIER en 1970, réalisa neuf cartes photogéologiques au 1/100.000^{ème} en se basant sur l'interprétation des photos aériennes. Cette étude comporta des unités lithostratigraphique de 1 à 31 et permet d'avoir une idée sur la tectonique de l'ensemble des Monts des Ksour.
- L'année 1973 verra la présentation de la thèse de BASSOULET. Ce travail constitue incontestablement une référence d'une grande importance pour tous les géologues qui s'intéressent aux séries mésozoïques des Monts des Ksour. Il présente une subdivision lithostratigraphique. Cette dernière est en liaison avec l'évolution sédimentaire du bassin des Ksour.
- Dans une étude stratigraphique et structurale de la partie Est des Monts des Ksour (de Boussemgoun jusqu'à Aïn Ouarka), DOUIHASNI (1976) compléta la partie stratigraphique de BASSOULET et donna une analyse structurale et procéda à une analyse de la fracturation.

- En 1986, KAZI TANI présente une synthèse sur l'évolution géodynamique de la bordure Nord-Africaine dont laquelle il proposa deux grands groupes : - «Un groupe éoalpin inférieur I », à caractère transgressif depuis le Trias jusqu'au Lias. - «Un groupe éoalpin médian II », à caractère régressif qui va du Toarcien à l'Oxfordien.
- DELFAUD (1973, 1987), présente de nombreuses notes et publications sur le thème de la sédimentologie, l'analyse séquentielle, le remplissage du bassin atlasique et le complexe deltaïque des Ksour.
- En 1986 et dans une note intitulée « Le remplissage des bassins » DELFAUD a effectué une étude générale de delta des Ksour sur la stratigraphie du jurassique moyen au crétacé inférieur.
- En 1991, AÏT OUALI a étudié les séries du Lias des Ksour dans le cadre du rifting liasique de l'Atlas saharien occidental.
- En 1994, ALMERAS et al, présentent une échelle biostratigraphique, basée sur les brachiopodes du Jurassique moyen et citent grâce aux levées de plusieurs coupes de références, des faunes de brachiopodes et d'ammonites dans les Monts des Ksour.
- En 1995, MEKAHLI dans le cadre de sa thèse d'état réalise un travail important sur l'évolution des Monts des Ksour de l'Hettangien au Bajocien supérieur : biostratigraphie, sédimentologie et stratigraphie séquentielle.
- KACEMI (2005) réalisa une carte géologique du secteur ouest de l'Atlas saharien occidental et étudia la dynamique sédimentaire de la série fin Dogger – début Crétacé ; lithostratigraphie, sédimentologie, analyse séquentielle et stratigraphie séquentielle des différentes formations du Jurassique moyen au Crétacé en donnant un modèle du delta des Ksour. Il subdivisa les Monts des Ksour en secteur occidental et secteur oriental selon un axe orienté SSW-NNE.
- En 2010, MEDDAH dans une thèse de doctorat a étudié la province magmatique de l'Atlantique Central (CAMP) dans le bassin des Ksour (Atlas Saharien Occidental, Algérie)
- En 2013, KACEMI dans une thèse de Doctorat en sciences intitulée « Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas Saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection », étudia la dynamique tectono-sédimentaire (litho-structurale) et établit un modèle tectonique de fonctionnement de ces bassins des Ksour.
- De 2005 à 2021, plusieurs publications, mémoires d'ingénierats et de Masters ont été réalisés dans cette région.

Deuxième Chapitre :

Etude lithostratigraphique

Introduction

C. La coupe de Rouis el Djir

1. Situation de la coupe

2. Description de la coupe

D. La coupe de Djebel Larouia

1. Situation de la coupe

2. Description de la coupe

Conclusion

Deuxième chapitre : Etude lithostratigraphique

Introduction

Notre étude concerne la « Formation de Aïssa » dans le sillon préatlasique définie auparavant dans cette région par Kacemi, 2005 et 2013. Deux coupes, seront étudiées ; celle de Rouis el Djir et celle de Larouia (fig. 06 chap. 01). Ces dernières sont déjà levées et étudiées par notre encadreur et d'autres étudiants (Ahsini et Yahiaoui (2017), Chekhnaba et Lamri (2020) pour d'autres objectifs. L'objectif principal du sujet qui nous a été proposé, c'est l'étude paléoenvironnementale de la « Formation de Aïssa » dans le sillon préatlasique. Elle sera basée sur l'étude lithostratigraphique et l'étude paléontologique et micropaléontologique des deux coupes citées ci-dessus.

Rouis el Djir et Djebel Larouia, deux endroits situés dans la partie Sud-Est à Est du flanc SE d'un vaste synclinal orienté NNE-SSW d'environ 15km de large et 30km de long ; le synclinal de « Larouia-Aourak-Oulakak », (Kacemi 2005). Ce dernier est situé à l'Ouest de la ville de Sfisifa en allant vers la frontière marocaine. Il est limité au Sud par le village d'Oulakak, au Nord-Ouest par Zerga de Forthassa et à l'Est par Zerga de Sfisifa et Djebel Larouia. Cet ensemble atteint 1594 m d'altitude à Djebel Larouia (flanc Est) et 1406m à Aourak, (partie Sud de l'axe central du synclinal).

A. La coupe de Rouis el Djir

1. Situation de la coupe (Fig. 09) :

Rouis El Djir est situé au SSE du synclinal de Larouia-Aourak-Oulakak et dans la continuité SW de Djebel Larouia. Il s'élève à 1419 m d'altitude. La coupe levée est de direction globale SE-NW (fig. 09).

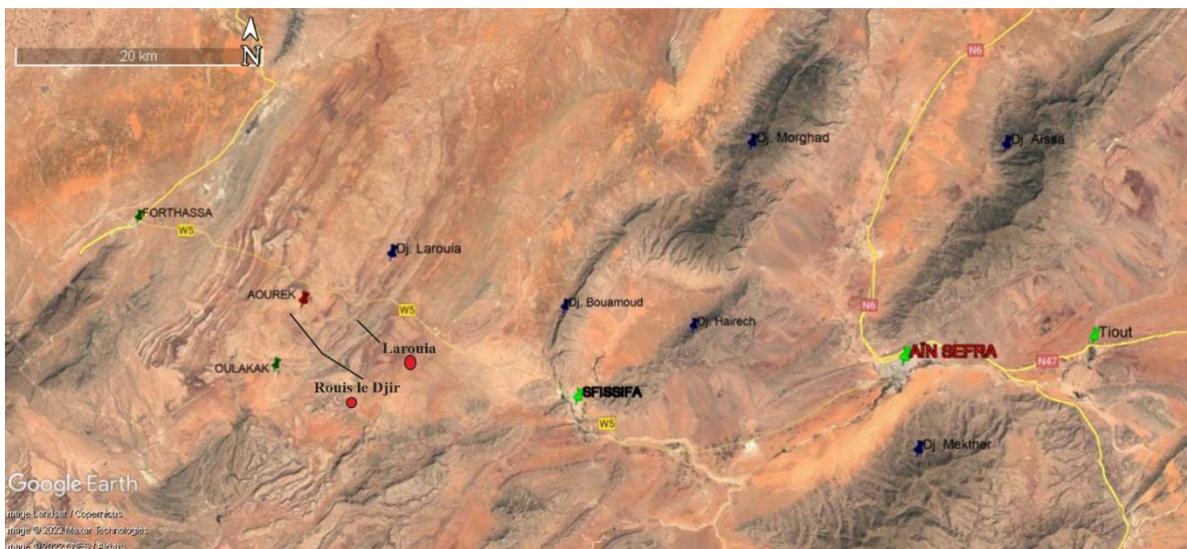


Fig. 09 : secteur d'étude avec les traits de coupe ; coupe de Rouis El Djir et coupe de Dj. Larouia

2. Description de la coupe : (fig. 10 et 12)

La coupe sera décrite appartient en totalité à la « Formation d'Aïssa », définie et étudiée par Kacemi, 2005 dans une coupe levée à partir du SSE de Rouis El Djir, déjà étudiée (**fig. 12**).

Elle englobe **neuf (09) ensembles** (ou **9** niveaux) (**fig. 10 et 12**). Géomorphologiquement, chaque ensemble dessine dans la nature une combe surmontée d'une barre sur des reliefs dispersés çà et là, plus ou moins élevés (1404m d'altitude max. et 1314 m d'altitude min.), appelés « H'Zam ou Kef » par les autochtones.

Cette coupe débute au SE de la base de Rouis El Djir, situé au Sud-Ouest de Djebel Larouia et se termine à Djebel Aourak, le cœur du synclinal (**fig. 06, 09 et 10**). Le découpage lithostratigraphique de cette coupe (364m) a permis de dénombrer un membre inférieur ou membre des « Alternances de Rouis el Djir » (124m), constitué des quatre premiers ensembles (Ens. 1, 2, 3 et 4) et un membre supérieur (240m) subdivisé en deux termes ; le terme des « Alternances de Larouia » à la base, contenant trois ensembles (Ens. 1, 2 et 3) et le terme des « Alternances d'Aourak » au sommet, contenant les deux derniers ensembles (Ens. 4 et 5).

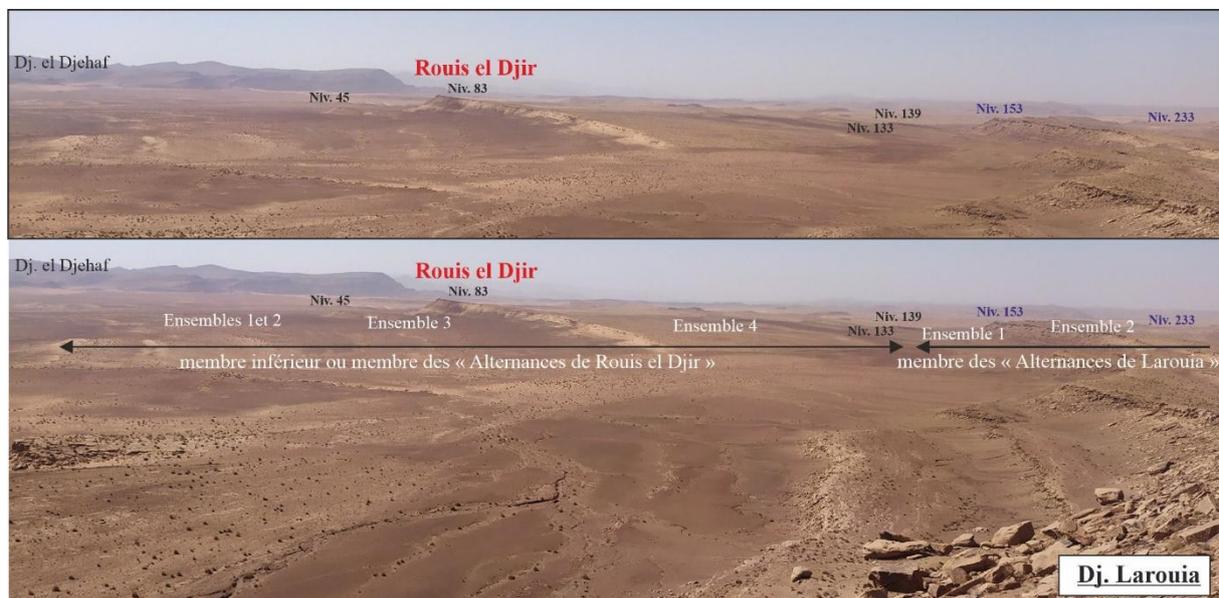


Fig. 10 : photo montrant le relief, les niveaux, les ensembles et les membres de la coupe de Rouis el Djir (photo prise à partir de Dj. Larouia)

1. Le membre inférieur ou « membre des Alternances de Rouis el Djir » (fig. 10 et 12)

La coupe a été commencée par les premiers affleurements qui apparaissent. Les couches sont de direction N010° et plongent de 10° vers l'Ouest (flanc ouest du synclinal). Ce

membreest représenté par 4 ensembles chenalisés. Le premier est à raz avec le sol, dont l’affleurement est difficilement observable dans le paysage. Les trois autres sont représentés par des reliefs qui se terminent par des falaises métriques ne dépassant pas les 1420m d’altitude, et qui caractérisent bien cette région (Fig. 10), (Pl. A ; ph. 1, 2 et 3).

Planche A



Planche A : photos montrant les différents affleurements de la coupe de Rouis el Djir (explication dans le texte)

La disposition de ces ensembles se distingue par l’arrangement, la géomorphologie et la composition minéralogique de leur lithofaciès. L’agencement global dans l’espace se caractérise par une combe surmontée d’une barre, ces niveaux se répètent et sont strato-grano-croissants.

L'ensemble 1 : (du niv. 1 au niv. 15 ; 10m environ), formé d'une combe intercalée d'une alternance d'argiles de couleur lie de vin et de grès à grains fins à terriers verticaux et subhorizontaux, d'épaisseur centimétrique (35cm max.). La barre débute par des grès massifs blanchâtres à la patine et à la cassure (niv. 11 ; 1,10m) plus ou moins friables à grains fins à moyens, à galets mous d'argiles verdâtres. Un deuxième niveau chenalisé de grès massif, (niv. 12 ; 1,5m) de couleur rougeâtre à la cassure, conglomératique à la base (0,60m) et qui s'affine au sommet (**Ok 02/12**), ravine le premier. La surface supérieure de ce banc est marquée par un « Hard Ground » et des figures de contournement. Sur un niveau argileux rougeâtre (40cm), évolue un autre niveau de grès (niv. 15 ; 1,35m) massif et microconglomératique à la base qui devient en plaquettes et blanchâtre au sommet (**Ok 03/15**) (Fig. 11).

L'ensemble 2 : (du niv. 16 au niv. 45 ; 26m environ), formé d'une combe intercalée à la base, d'une alternance d'argiles de couleur rouge et de grès de couleur variable ; rouge, jaune ou blanche à laminations horizontales, riches en terriers et toujours de faibles épaisseurs. Un niveau argileux (niv. 33 ; 4,5m), sépare cette première alternance d'une dolomie jaunâtre, cargneulée, gypsifère et bioturbée au sommet (niv. 34 ; 3m), surmontée d'un grès (0,2m) à grains fins verdâtre à « flaser bedding » (laminations verdâtres de marnes). Plus à l'ouest des ossements de dinosaures ont été observés dans des argiles marneuses carbonatées verdâtres bioturbées (**marno-calcaires biodétritiques verdâtres, bioturbés à flaser**)(niv. 36 ; 3m). Sur ce dernier se développent une alternance d'argiles (épaisseur à 2,5m) et de grès (épaisseur à 0,25m). La barre est constituée d'un grès (niv. 45 ; 4m) à grains fins, jaunâtre à blanchâtre, en plaquettes millimétriques à décimétriques qui s'accroît au sommet, à laminations parallèles et à bois silicifiés à la base et rides de courant au sommet (Ech. **Ok 05/45**).

L'ensemble 3 : (du niv. 46 au niv. 83 ; 44m environ), formé d'une combe intercalée à la base, d'une alternance d'argiles de couleur rouge et de grès de couleur marron et verdâtre à grains fins d'épaisseur millimétrique à centimétrique, à surface supérieure tarudée. Les bancs de grès qui dépassent les 0,50m (de 0,5 à 1m), sont à grains fins, débités en plaquettes millimétriques et présentent des stratifications parallèles et entrecoupées. Sur des argiles rouges (niv. 71 ; 4,5m), évolue une alternance d'argiles verdâtres et de dolomies verdâtres, de dolomies gypseuses et de gypses (Pl. A, ph. 5) (du niv. 72 au niv. 78). Le niveau 78 est constitué d'argiles marneuses verdâtres, indurées et bioturbées (**marno-calcaires biodétritiques verdâtres, bioturbés à flaser**). C'est le niveau où a été découvert le dinosaure des Monts des Ksour, le «Géant des Ksour» (Mahammed et al. 2001, 2002) (ou Chebsaurus, Mahammed et al, 2005) (Pl. A, ph.4) Sept échantillons ont été prélevés dans cette partie de l'ensemble 3, du niveau 73 au niveau 78 pour une étude micropaléontologique (RD.01 et

01'/73, RD.02 et 02'/75, RD.03 et 03'/77 et RD.04/78). La combe se termine par un niveau important d'argile rouge (niv. 79 ; 8m).

La barre est formée de quatre niveaux (7,50m) (Pl. A ; ph. 6). Elle représente le sommet de Rouis el Djir. Le niveau 80 (1,80m), est constitué de grès laminés en plaquettes, de couleur blanchâtre, à grains fins et à traces de végétaux, bois fossile et galets mous. Sur une surface de ravinement se dépose un niveau chenalisé, niv. 81 (0,8m). Il s'agit d'un grès microconglomératique, jaunâtre à rougeâtre (Ech. **Ok 07/81**) (Fig. 11). Sur ce dernier se superpose un autre niveau microconglomératique (niv. 82 ; 1,5m), à ciment siliceux (Ech. **Ok 08/82**) (Fig. 11), chenalisé et riche en bois fossiles (jusqu'à 30cm de diamètre). Le tout est coiffé par un niveau gréseux (niv. 83 ; 3,50m), à stratifications obliques et entrecoupées, à surface supérieure noirâtre (HG). C'est un grès blanchâtre à grains fins et à bois silicifiés. Le contact entre les niveaux 82 et 83 (**Ok 09/83**) (Fig. 11), est très riche en bois fossiles de couleur marron jaunâtre (limonite).

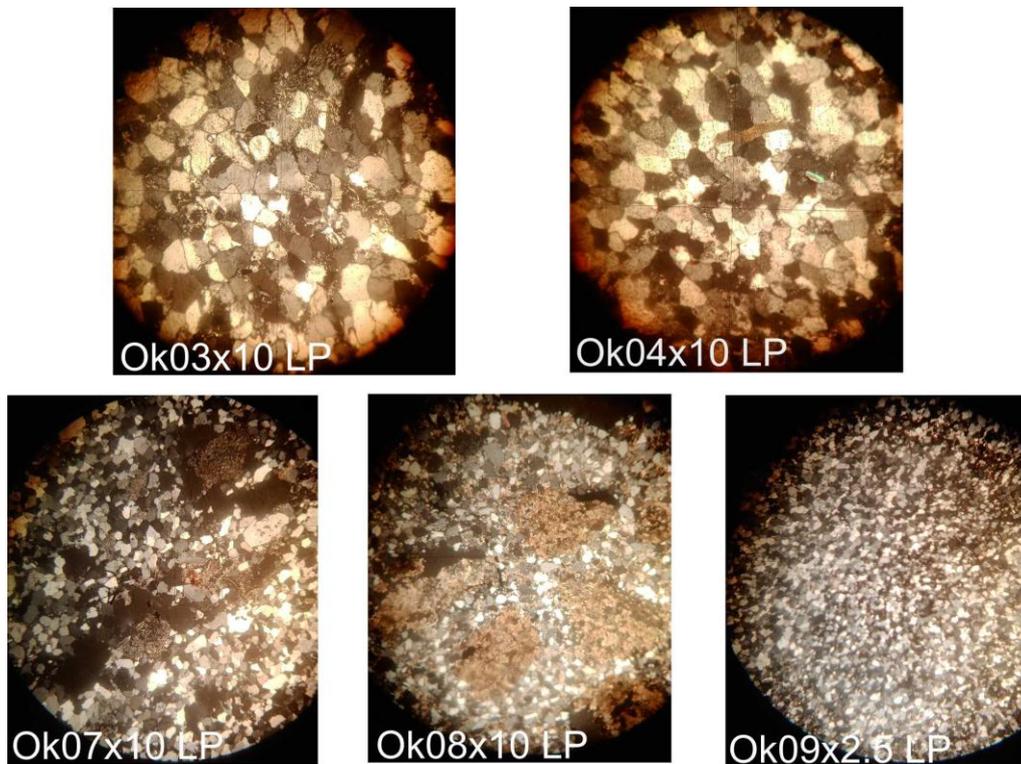


Fig. 11 : Lames minces de l'ensemble 1, 2 et 3 des « Alternances de Rouis El Djir »

L'ensemble 4 : (du niv. 84 au niv. 133 ; 45m environ) (Pl. B, ph. 1), c'est le dernier ensemble du membre inférieur (ou « Alternances de Rouis el Djir »).

A la base, cette combe est formée d'une alternance (niv. 84 à 94 ; 5m) d'argiles rouges et vertes et de grès marrons et verts, de dolomie grisâtre, de dolomie jaunâtre gypsifère et cargneulée (niv. 92 ; 0.25m) et de dolomie jaunâtre. Des calcaires marneux verdâtres indurés

(des calcaires biodétritiques à bioclastes (Ech. **Ok10/95**) (6,5m)(Fig. 13) coiffent cette alternance. C'est calcaires sont surmontés de grès (niv. 96 à niv. 99 ; 8m environ), qui débutent par des grès verdâtres en plaquettes millimétriques, à grains fins micacés et à HCS (niv. 96 à 98 ; 3,5m). Sur ces derniers vient un grès massif à grains fins siliceux, blanchâtre (niv. 99 ; 4,5m), à surface supérieure noirâtre (HG) et riche en bois fossiles.

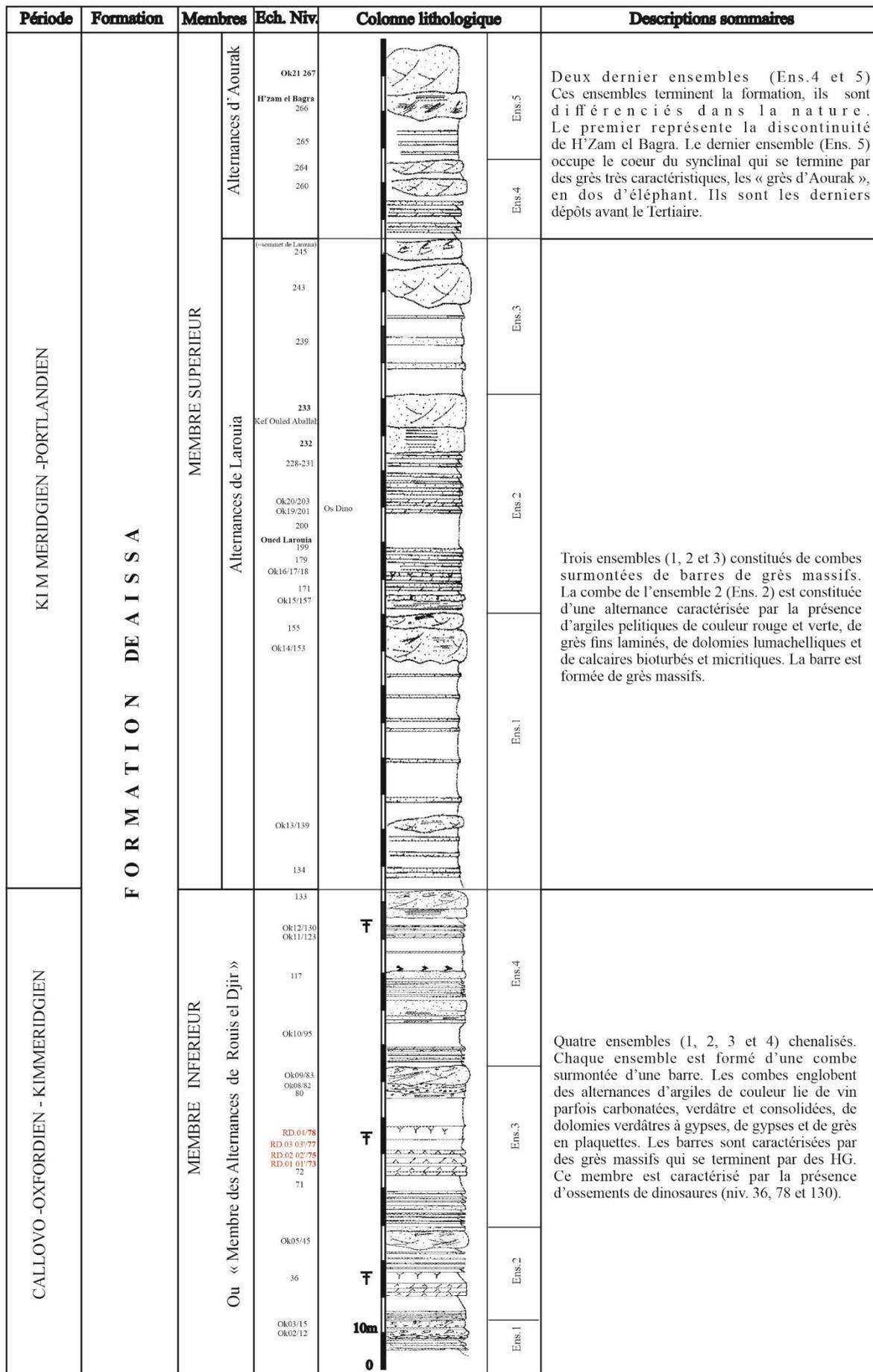


Fig. 12 : Coupe lithostratigraphique de Rouis El Djir (A. Kacemi, 2005 et 2013)

La partie médiane de cette combe enferme une alternance de grès marron et d'argiles de couleur rouge de faibles épaisseurs (0,05m à 0,9m) (niv. 100 à niv. 116 ; 6,25m). Cette dernière est surmontée par un grès blanchâtre (niv. 117 ; 1,5m) à grains fins à moyens, à rides de courant à son sommet. Des argiles marneuses vertes (niv. 118 à niv. 122 ; 10m), viennent après. À leur base latéralement à 600m vers le nord, il faut signaler la présence d'une forêt fossilifère ; des troncs d'arbres fossiles de couleur gris verdâtres de 0,50m (en moyenne) de diamètre et pouvant atteindre 4m de long, Kacemi (2005), (Pl. B. ph. 2 et 3). Ces dernières sont intercalées par un niveau carbonaté verdâtre (niv. 119 ; 0,6m).

Planche B

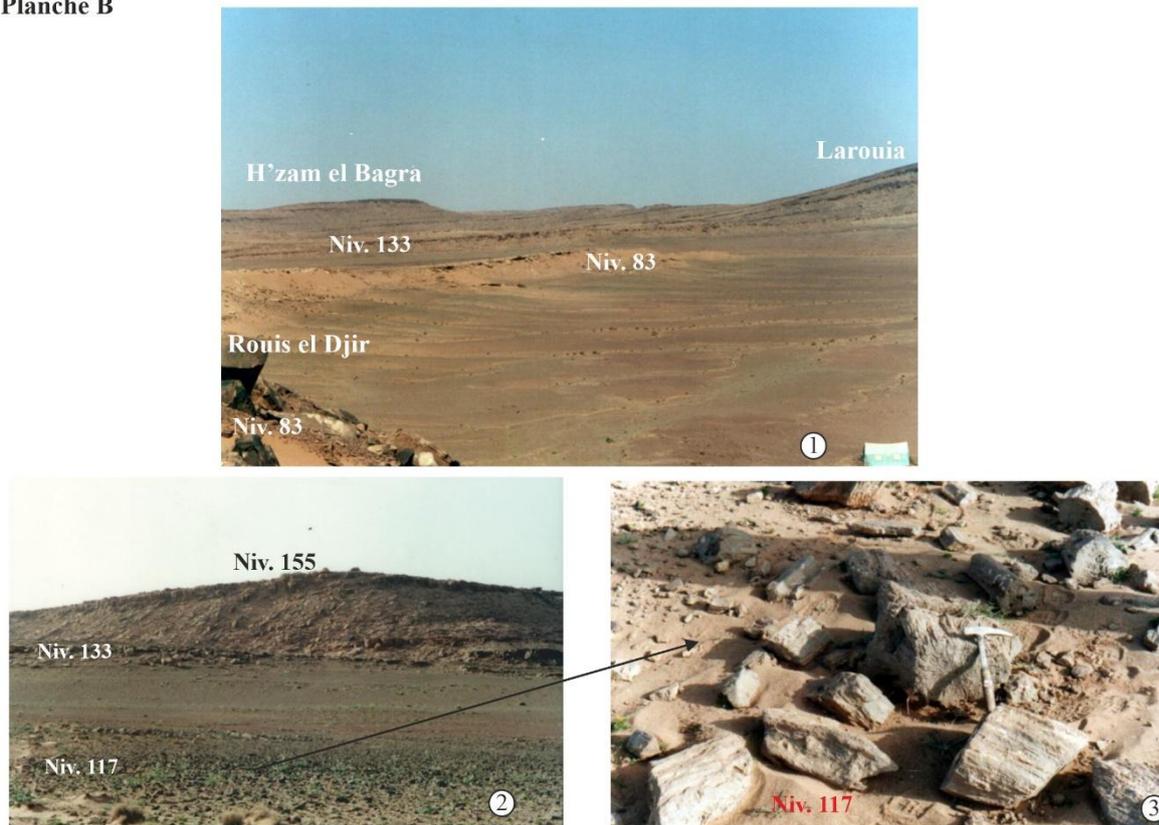


Planche B : Ensemble 4 du membre inférieur et ensemble 1 du membre supérieur de la formation de Aïssa de la coupe de Rouis el Djir (explication dans le texte)

La partie sommitale de la combe englobe une alternance d'argiles verdâtres, de calcaires de couleur grisâtre (**Ok11/123**) (Fig. 13), c'est un calcaire gréseux à gypse, dont le microfaciès définit une micrite à pseudomorphose de gypse, à texture packstone ainsi que les niveaux 124 et 126.

Il faut signaler la présence d'une lumachelle jaunâtre (**Ok12/130**) (Fig. 13), il s'agit d'un calcaire bioclastique, à bioclastes de bivalves, d'échinodermes, à foraminifères et ostracodes. Dans ce niveau de calcaires lumachelliques (à bivalves et huitres), les huitres correspondent à des Ostreidae (*Lopha Costata* Sowerby), Kacemi, (2005). Sur ce niveau vient une brèche

ossifère à ossement de dinosaures (site de dinosaures), surmontée par des argiles marneuses verdâtres (niv. 131 ; 2m).

La barre de cet ensemble (niv. 132-133 ; 4m), débute par des grès verdâtres à blanchâtres en plaquettes, à grains moyens et stratifications obliques et à bois fossiles à la base (niv. 132 ; 2,7m), coiffé par un grès massif gris à la cassure à grains moyens à fins (niv. 133 ; 1,20m) et riches en bois fossiles. La surface supérieure est marquée par un Hard ground (HG), marquant une discontinuité importante. C'est le sommet et la fin du membre inférieur.

La présence des Lophinae caractérise le jurassique moyen (Bajocien à Callovien) ; (Kacemi, 2005).

On peut en déduire que dans cette partie inférieure de la formation (jusqu'à l'ensemble 4 de Rouis El Djir) nous sommes toujours dans le Jurassique moyen (Dogger) ? Mais l'âge Kimméridgien est beaucoup plus probable, si nous nous référons à la « Formation d'Aïssa » de la région orientale.

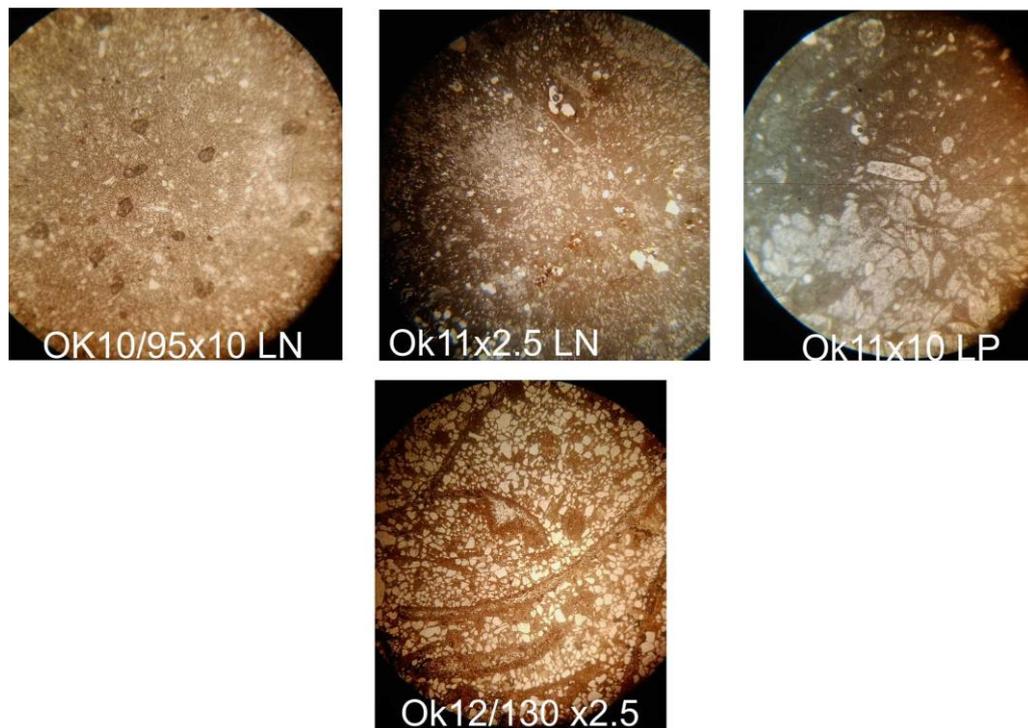


Fig. 13 : Lames minces de l'ensemble 4 des « Alternances de Rouis El Djir »

2. Le membre supérieur (240m) (fig. 10 et 12)

Ce membre a été subdivisé en deux termes ; les « Alternances de Larouia » et les « Alternances d'Aourak »

2.1. Terme des « Alternances de Larouia », (185m), relativement à Dj. Larouia car tous les niveaux de ce terme forment Dj. Larouia. Il est constitué de trois ensembles (Ens. 1, 2 et 3), généralement formé chacun d'une combe coiffée d'une barre.

L'ensemble 1 : (du niv. 134 au niv. 155 ; 75m) (Pl. B, ph. 1, 2 et 4), la combe évolue sur des grès du membre inférieur. Elle est caractérisée par une sédimentation silicoclastique et l'absence des carbonates. Elle est constituée à la base d'une alternance (15 m) d'argiles lie de vin pélitique (0,30 à 2m) et de grès marron fins micacés (0,40m en moyenne), à lamination horizontale, oblique et entrecoupée à petite échelle. Ces grès sont riches en terriers et à surface supérieure taraudée. Cette alternance est surmontée par un banc de grès verdâtre chenalisé (niv. 139 ; 3m) Ech. **Ok13/139**), à grains fins à moyens qui se débitent en plaquettes millimétriques à centimétriques à litages obliques et entrecoupés, à rides de courant. La partie supérieure de ces grès est riche en bois fossiles limonitisés, les fragments de bois peuvent atteindre 35 cm de long. Ce banc est relayé par une autre alternance régulière de grès marron et d'argiles de couleur lie de vin, sur 42 m d'épaisseur semblable à la première. La barre débute par une première assise gréseuse massive à la base, et se débite en plaquette au sommet à litage horizontale et oblique et à figures sigmoïdes (niv.153 ; 8,50m) (Ech. **Ok14/153**) (Pl. C, ph. 4 et 5). Ces grès sont à grains fins à moyens, blanchâtres et représentent le sommet de la falaise. La surface supérieure est ferrugineuse, marquant un « hard ground ». Cette assise est surmontée par 0,50 m d'argile rouge et le tout est coiffé par un deuxième niveau gréseux (niv. 155 ; 3m), chenalisée et à surface basale ravinée. Ces grès sont jaunâtres à la cassure, à grains fins et à bois silicifiés (chenal de marée). La partie supérieure montre des stratifications obliques et entrecoupées à petite échelle. La surface supérieure est matérialisée par une surface ferrugineuse, marquant un arrêt de sédimentation.

L'ensemble 2 : (du niv. 156 au niv. 233 ; 66m), à la différence des ensembles 1 et 3, il est essentiellement carbonaté. La combe débute à la base, par une alternance (niv.156-164) régulière d'argiles pélitiques rougeâtres et de grès fins de faible épaisseur, laminés à stratifications obliques et entrecoupées de petite taille et à surface supérieure taraudée. Au-dessus, évolue une autre alternance contenant des argiles verdâtres, des grès blanchâtres parfois verdâtres et des dolomies gris verdâtres (niv.165-169 ; 2,5m). Cette dernière est surmontée par une alternance (du niv. 170 au niv. 180 ; 2,65m). Il faut signaler la présence d'ossement de dinosaures dans le niveau 170 (argiles marneuses verdâtres). Ces niveaux sont principalement carbonatés. Ils sont constitués d'argiles marneuses verdâtres qui alternent avec à la base de la dolomie jaunâtre à fentes de dessiccation, dolomie lumachellique à gastéropodes et lamellibranches (niv. 171), des calcaires biodétritiques grisâtres bioturbés

(Ech. **Ok16/173**)(Fig. 14), dont le microfaciès montre une biomicrite à texture wackestone où, on note l'abondance des bivalves (environ 50%) relativement aux gastéropodes. Comme on remarque aussi la présence de foraminifères et d'ostracodes. Le taux de quartz ne dépasse pas 10%. Les endroits des bioclastes sont remplis de cristaux de sparite). On a aussi un calcaire grisâtre condensé de gastéropodes et de lamellibranches (Ech. **Ok17/175**)(Fig. 14), le microfaciès donne un « **calcaire biomicritique** » à texture wackestone, contenant des ostracodes(15%), des bivalves(5%), des échinodermes et peu de foraminifères (Fig.14). Enfin un dernier banc de calcaire (niv. 177, Ech. **Ok18/177**) (Fig. 14), dont le microfaciès a donné un calcaire biomicritique à texture wackestone, à bivalves et ostracodes. Où on note la présence de peu de quartz à grains subarrondis à arrondis dans un ciment micritique (Fig. 14). Ce dernier est suivi d'une dolomie cargneulée jaunâtre (niv. 179). Cette alternance carbonatée est surmontée par des niveaux argilo-gréseux de couleur verdâtre et de faibles épaisseurs qui s'alternent (niv. 181 à niv. 199). Les grès sont de couleur verte à blanchâtre, en plaquettes millimétriques, à laminations obliques mamelonnés (HCS) et à surface supérieure taradée (niv. 199 ; c'est « oued Larouia »). Le tout est chenalisé.

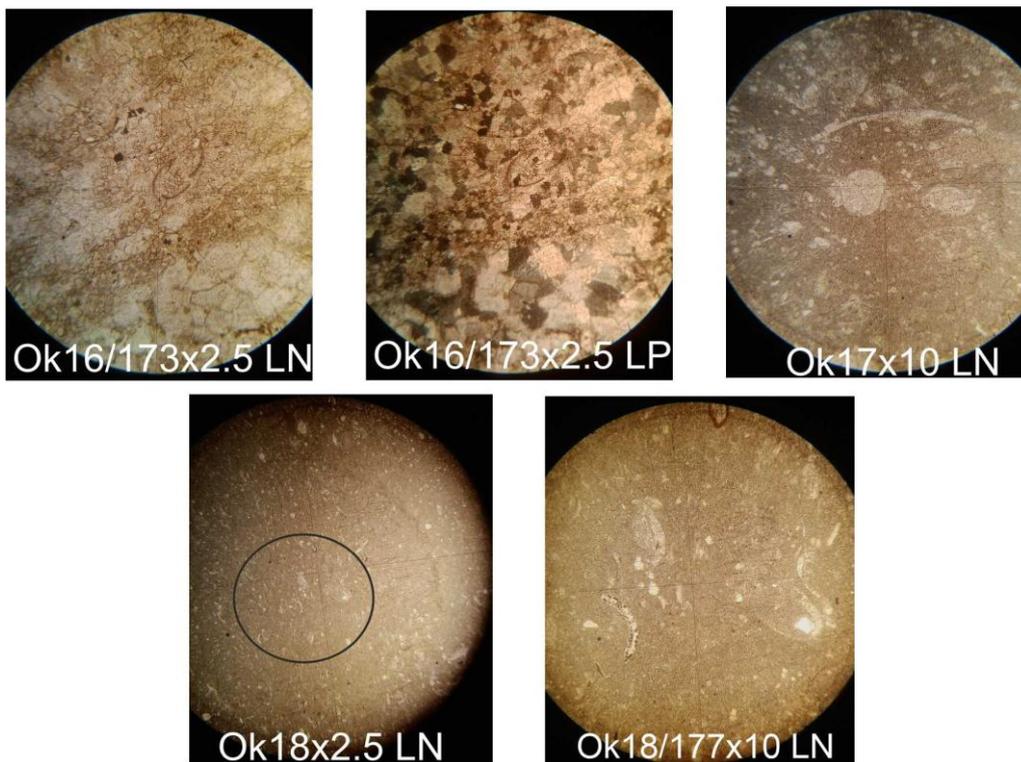


Fig.14 : Lames minces de l'ensemble 2 des « Alternances de Larouia », membre supérieur de la « Formation d'Aïssa », explication dans le texte

Planche C

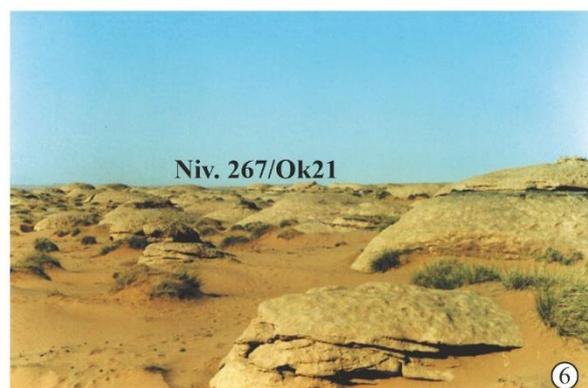
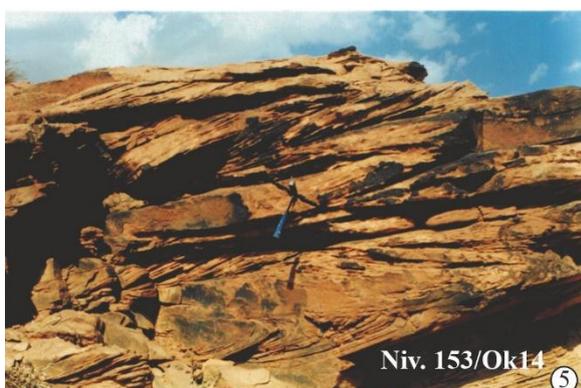
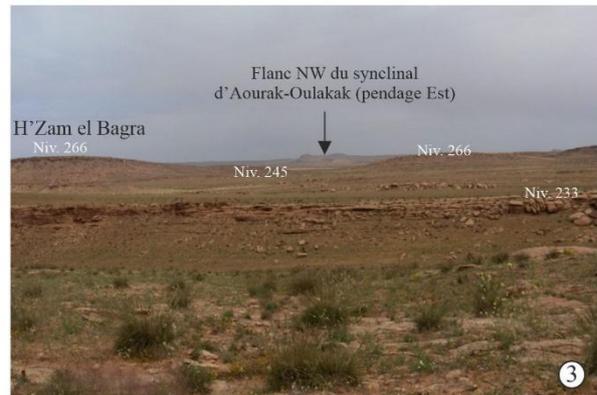
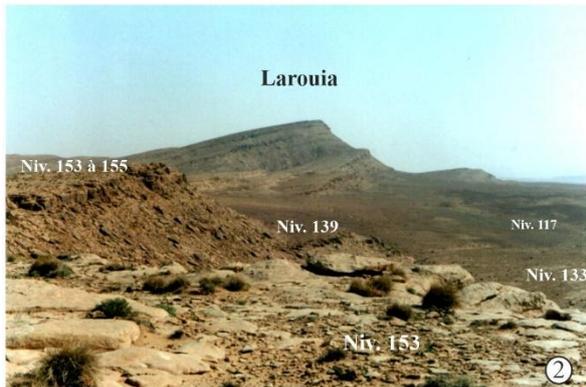


Planche C : photos montrant les affleurements du membre supérieur de la formation de Aïssa dans la coupe de Rouis el Djir (explication dans le texte).

La partie médiane de la combe débute par un niveau argileux verdâtre (niv. 200 ; 10m), suivi d'un banc de calcaire grisâtre (Ech. **Ok19/201**) (Fig. 15) ondulé, lumachellique à la base (remaniant des os de dinosaure), et slumpé au-dessus, (niv. 201 ; 1m), c'est une séquence de tempête. Cette suite est marquée par une bioturbation bien exprimée. Cette combe se termine par une alternance presque comparable à la précédente (du niv.202 au niv. 231 ; 13m). Elle est constituée d'argiles, de grès fins verdâtres argileux, laminés, d'épaisseur décimétrique, à surface supérieure taraudée, à terriers et à rides de courant et enfin de calcaires dolomitiques, de calcaires bioclastiques lumachelliques (Ech. **Ok20/203**)(Fig. 15).Ce dernier est un calcaire bioclastiques à gastéropodes (fig. 15). Le microfaciès a donné une biomicrite à texture packstone, les bioclastes sont divers : bivalves, gastéropodes, échinodermes, foraminifères et ostracodes. Les bioclastes sont presque entièrement recristallisés (fig. 15). Enfin des calcaires gréseux bioturbés vert jaunâtres de très faibles épaisseurs. Le tout est riche en figures hydrodynamiques représentées par de petites stratifications obliques et entrecoupées et des stratifications madrées (flaser bedding) et mamelonnées (HCS). Le tout est surmonté d'une barre chenalisée qui débute par des grès blanchâtres de 7 m d'épaisseur (niv. 232) se débitant en plaquettes. Ils sont à grains fins à moyens, à rides de courant et à grandes stratifications obliques. La surface supérieure est taraudée. Après un dépôt d'argiles rouges de faible épaisseur, on passe à des grès massifs (niv. 233) de 9m d'épaisseur à grains moyens donnant vers le sommet une structure « bossue » (nommé « Kef Ouled Abdallah »).

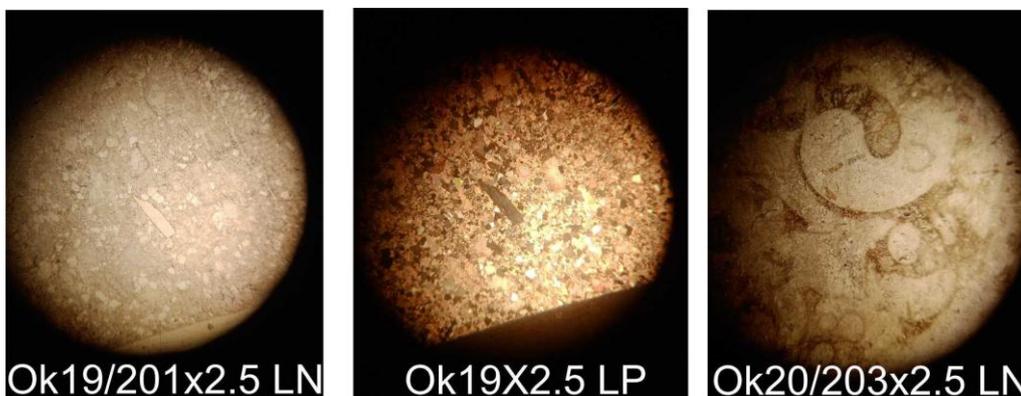


Fig.15 : Lames minces de l'ensemble 2 (Ok19 et Ok 20) des « Alternances de Larouia », membre supérieur de la « Formation d'Aïssa », explication dans le texte

L'ensemble 3 : (du niv. 234 au niv. 245 ; 44m) (Pl. C, ph. 3), chenalisé et est caractérisé par l'absence des carbonates. La combe (niv.234-240 ; 26m), est constituée d'une alternance d'argiles rouges à vertes d'épaisseur métrique, de grès fins micacés, laminés, à microlitages obliques et mamelonnés, de couleur blanchâtre à marrons, d'épaisseur décimétrique et à surface supérieure taraudée et riche en terriers. La barre est représentée par un premier niveau de grès (niv.243; 11m) chenalisé. Ces grès sont massifs à la base, fins à

moyens de couleur gris claire à blanchâtre présentent de grandes stratifications obliques surtout et à rides de courant. Ils deviennent en plaquettes vers le sommet, à surface supérieure noirâtre et perforée en quelques endroits et présente de grandes figures de contournement circulaire, marquant un arrêt de sédimentation. Une sédimentation argileuse de 5 m d'épaisseur de couleur rougeâtre vient après et le tout est surmonté par des grès moyens blanchâtres massifs (niv.245 ; 2 m), qui deviennent rougeâtres et en plaquettes au sommet avec des figures de contournement ferrugineuses.

2.2. Le Terme des « Alternances d'Aourak » :

Relativement à Djebel Aourak, tous les niveaux qui forment ce dernier sont inclus dans ce terme. Comparativement à d'autres endroits, l'épaisseur de ce terme est très réduite dans ce secteur (54m). Il est constitué de deux ensembles (Ens 4 et 5), caractérisés par une alternance de plusieurs cordons littoraux bien visibles dans la nature (planche C, ph. 3).

Ensemble 4 : (du niv. 246 au niv. 264 ; 22m) (planche C, ph. 3 et 6)

C'est un ensemble chenalisé, formé d'une combe (niv. 246 à niv. 259) formée d'argiles lie de vin, pélitiques (14m) intercalée par des grès fins blanchâtres siliceux et marron argileux, micacés, d'épaisseur décimétrique. Ces grès sont riches en terriers, à surface supérieure perforée, à rides de courant et présentent un litage horizontal, oblique et entrecoupé à petite échelle. Cette combe est surmontée d'une barre gréseuse chenalisée de 8m d'épaisseur. Elle englobe des grès moyens (niv. 260 ; 3,50m) de couleur blanchâtre, à bois limonitisés, à stratifications obliques et entrecoupées et à surface supérieure marquée par un « hard ground ». Cette barre est surmontée par une petite combe argileuse (2,30 m) intercalée par des grès fins marron micacés de faible épaisseur dont la surface supérieure est marquée par des perforations. Le tout est surmonté par un grès moyen blanchâtre (niv. 264 ; 2,20 m) affecté par des stratifications obliques.

Ensemble 5 : (du niv. 265 au niv. 267 ; 32m)(planche C, ph. 3 et 6). Il est aussi chenalisé (grandes variations des épaisseurs latéralement). C'est la continuité SW de la barre de H'Zam El Bagra. Il est formé d'une combe d'argiles rouges et vertes (niv. 265 ; 12 m), intercalée de trois bancs gréseux marron laminés de faible épaisseur, à surface supérieure taraudée. Il faut noter la présence d'une plante à graines (fossile) ; « **cycadophytebennétitale** ». Ce sont des plantes à graines, apparues durant la période du Trias (252 millions d'années) et disparues dans la plupart des régions vers la fin du Crétacé (il y a 66 millions d'années). Cette combe est surmontée d'une première barre gréseuse de 7 m d'épaisseur, verdâtre à grains fins, micacée et feuilletée à la base, qui devient blanchâtre et en plaquettes millimétriques au sommet, à litage horizontal et oblique et à rides de courant. Ce

sont les « grès inférieurs d'Aourak » (niv. 266). La surface supérieure de cette première barre représente une importante surface structurale très étendue dans la région, caractérisée par la présence de Kerboubes en abondance de 1 à 5cm de diamètre et sa richesse en bois silicifiés. Sur cette surface structurale (niveau à Kerboubes et à bois fossiles), évolue une autre barre gréseuse (niv. 267 ; 10m) se débitant en demi-boules donnant l'aspect en « dos d'éléphant » (Fig. 16). Ces grès de couleur grisâtre à pendage nul, occupe le cœur du synclinal d'Aourak-Oulakak (Pl. C ph. 3). Ces grès (**Ok21/267**) (Pl. C ph. 6) (Fig. 17) sont à grains fins à moyens, propres, blanchâtres à la cassure et siliceux, présentent de grandes stratifications obliques et entrecoupées. Ce sont des grès compactés, à grains moyens (0,4 à 1,9 mm), subanguleux à subarrondis. Le microfaciès correspond à des grès quartzeux à ciment argileux (Fig.17). Les grains sont représentés essentiellement de quartz (72%), de feldspaths (25%), et d'autres minéraux de faible taux tel que la muscovite. Ce sont les « grès supérieurs d'Aourak », appelés par les autochtones « Ras Aourak » (Pl. C ph. 6).

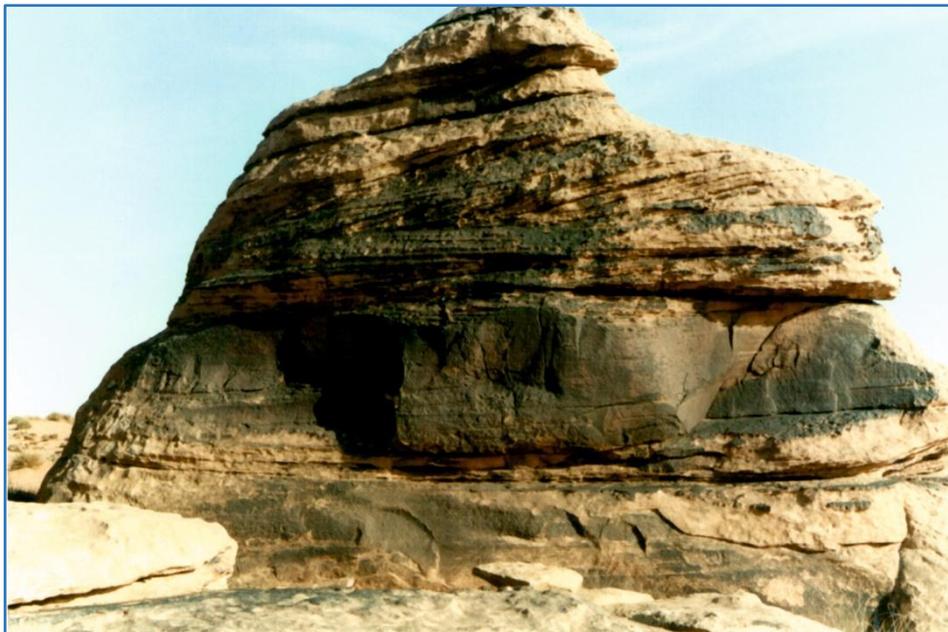


Fig. 16 : « Grès supérieurs d'Aourak » grès (**Ok21/267**)

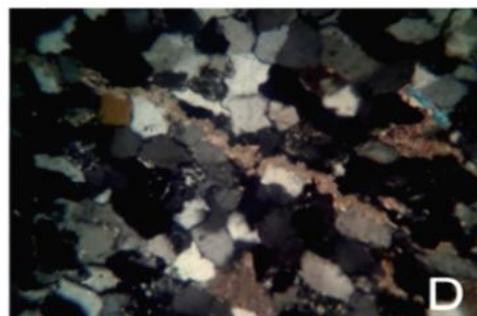


Fig. 17 : Grès supérieurs d'Aourak (**Ok 21/267**) : grès quartzeux à ciment argileux Gx2.5. Zoom.3.3
(C : en LN, D : en LP)

B. La coupe de Djebel Larouia (fig. 09)

1. Description de la coupe (fig. 20)

La coupe qui sera étudiée appartient à la « Formation d'Aïssa », définie par Kacemi, 2005 dans la coupe levée à partir du SSE de Rouis El Djir, déjà étudiée (fig. 12).

Elle englobe 6 ensembles. Géomorphologiquement, chaque ensemble dessine dans la nature une combe surmontée d'une barre sur un même relief (Djebel Larouia). Cette coupe concerne Djebel Larouia et sa continuité vers le NW c'est à dire la terminaison NE du début de H'Zam El Bagra. Djebel Larouia englobe les cinq (5) premiers ensembles (Fig. 18). Le 6^{ème} ensemble débute une autre structure, le début de H'Zam el Bagra (Fig. 19), c'est-à-dire le 1^{er} ensemble des « Alternances d'Aourak ».



Fig. 18 : Photo montrant les cinq ensembles de Djebel Larouia



Fig. 19 : Photos 1, 2 et 3 montrant la fin de l'ensemble 5 et l'ensemble 6

Le 2^{ème} ensemble du membre supérieur (ou membres des Alternances de Larouia) de cette formation ; le terme des « Alternances d'Aourak »(définie par Kacemi, 2005) n'a pas été levé dans cette coupe.

Enfin, en se basant sur les travaux antérieurs sur la coupe de Rouis el Djir (Kacemi, 2005 ; Chekhnaba et Lamri 2019), le découpage lithostratigraphique de la présente coupe (coupe de Larouia) nous a permis de dénombrer un membre inférieur englobant les deux premiers ensembles (Ens. 1 et 2) et un membre supérieur contenant les quatre derniers ensembles (Ens. 3, 4, 5 et 6).

1.1.Le membre inférieur ou « membre des Alternances de Rouis el Djir » (fig. 20)

Il commence sur une discontinuité matérialisée par une surface noire durcie à ride de courant, sur un grès en plaquettes chenalisé à grains fins à moyens de couleur grisâtre, à stratification oblique, à galets mous et riche en bois fossiles. Il est constitué de deux ensembles (Planche D).

L'ensemble 1 (du niveau 01 au niveau 12 ; 56m) (Pl. D, ph. 1 et 2), est constitué d'une combe (du niv. 01 ; au niv. 05 ; 33,50m) englobe une première alternance d'argiles rouges, de grès marrons de faible épaisseur à surface supérieure taraudée (fig. 21. 1) et de grès clairs verdâtres en plaquettes qui deviennent massifs et blanchâtres à grains fins (13m). Les grès sont de faible épaisseur et à surface supérieure taraudée. Le dernier banc de grès de cette alternance est en plaquettes, de couleur marron clair et à grains fins (niv. 04 ; 2m) (fig. 21. 2). Une deuxième alternance d'environ 21m d'épaisseur composée de six bancs grès de couleurs marron à la base, qui devient blanchâtre (fig. 21. 3 et 4) en alternance avec des argiles verdâtres et rougeâtres. En cet endroit, le pendage des couches est très faible (10° W). Cette combe est surmontée d'une barre gréseuse (du niv. 06 au niv. 12 ; 22,50m). Elle débute par un grès massif (3m), jaunâtre à la cassure, à grains fins à moyens, à galets mous verdâtres surmontés par un grès (6m) débité en fines plaquettes (grès silteux) propre à la cassure et de couleur verdâtre. Cette barre évolue en un grès massif (5,50m) à surface basale irrégulière de couleur gris verdâtre à la cassure et à grains fins. La partie supérieure de cette barre devient en plaquettes et présente des stratifications obliques et entrecoupées. Le sommet est marqué par des rides de courant et du bois fossile. Au-dessus du niveau 06, se superpose 2,80m d'argile rouge intercalée d'un grès de couleur marron de faible épaisseur (0,40m), ensuite vient un grès blanchâtre (4,50m) à galets mous verdâtres à grains fins à moyens en plaquettes décimétriques à centimétriques intercalés d'un niveau d'argile rouge (0,80m).

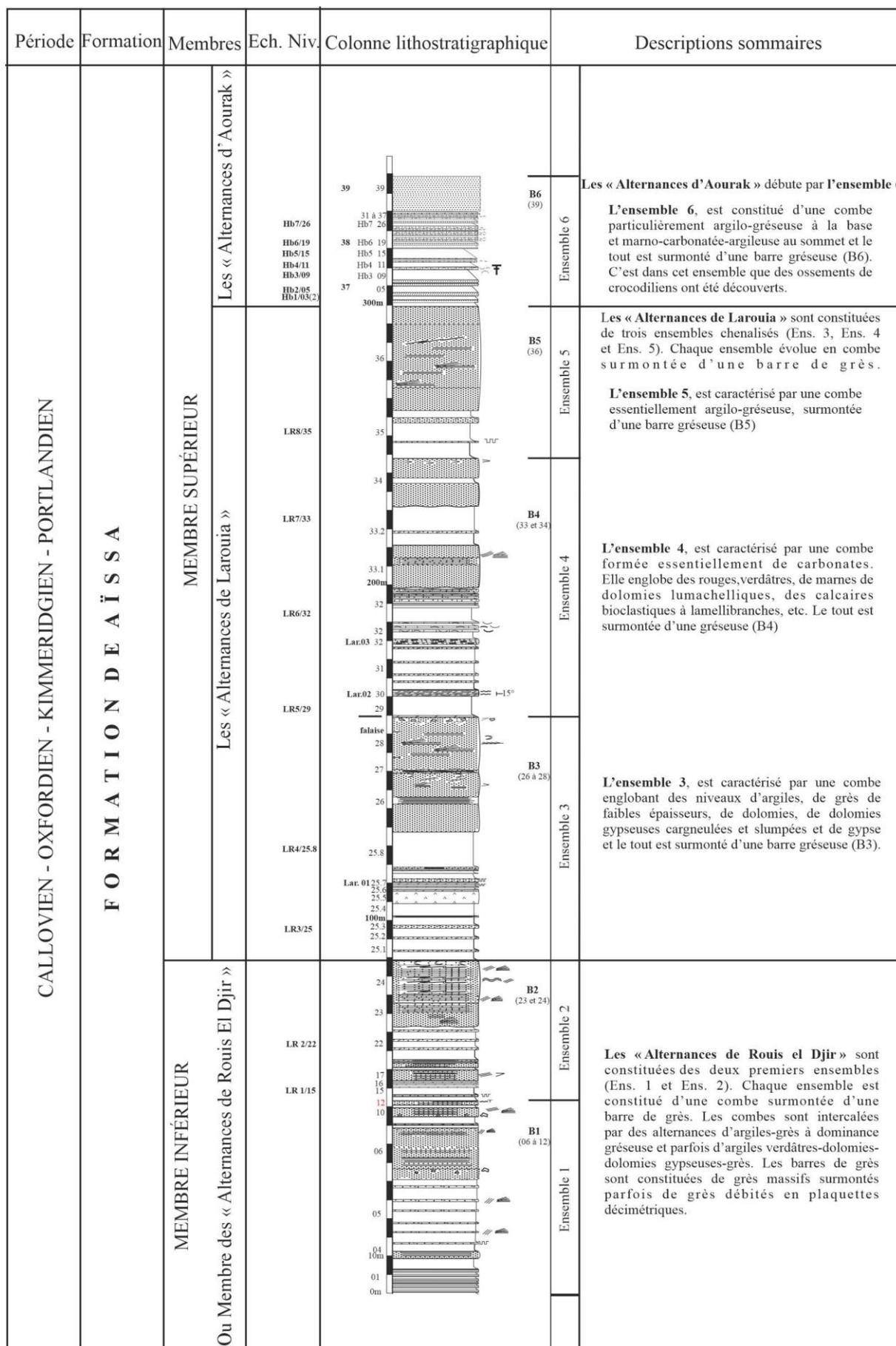


Fig. 20 : Coupe lithostratigraphique de Djebel Larouia (A. Kacemi inédite)

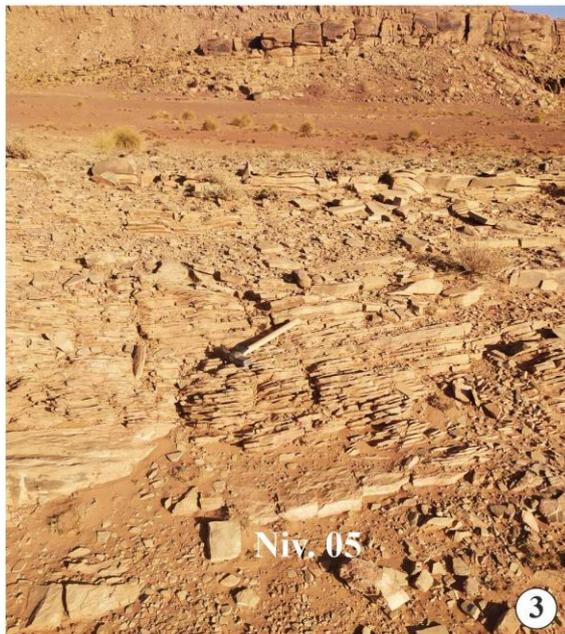
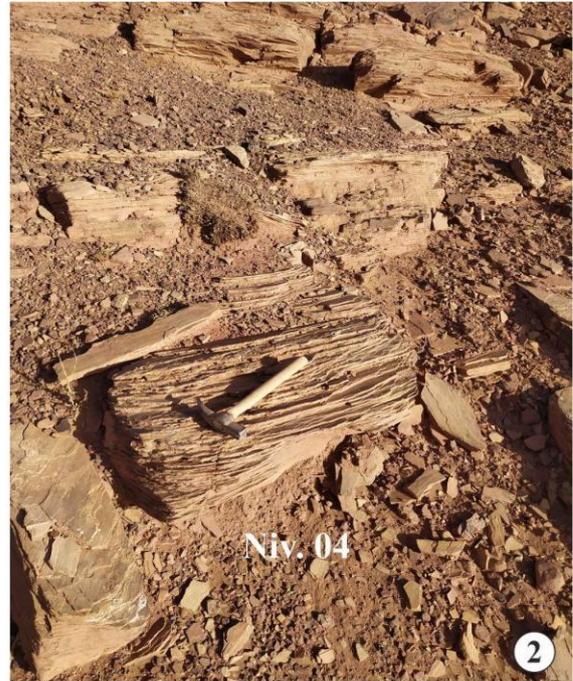


Fig. 21 : photos montrant les grès de la base de l'ensemble 1 du membre inférieur de la « Formation de Aïssa » dans la coupe de Larouia

L'ensemble 2 (du niveau 13 au niveau 24 ; 39,60m) (Pl. D, ph. 3, 4, 5 et 6), est constitué d'une combe (du niv. 13 ; au niv. 22 ; 20,60m) englobe des argiles intercalées par des bancs de grès marrons de 0,40m d'épaisseur moyenne et de bancs de dolomies jaunâtres (2m), en quelques endroits cargneulées et plus ou moins gypseuses (10 bancs de dolomies en alternances avec des argiles verdâtres). Ensuite les grès prennent de l'importance avec des épaisseurs de 1,30m à 3m. Il s'agit de grès en plaquettes centimétriques à grains fins de couleur jaunâtre à verdâtre.

Planche D

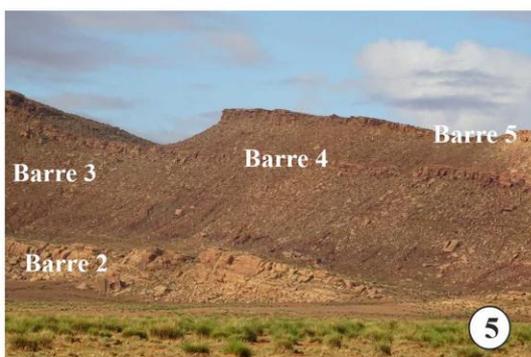
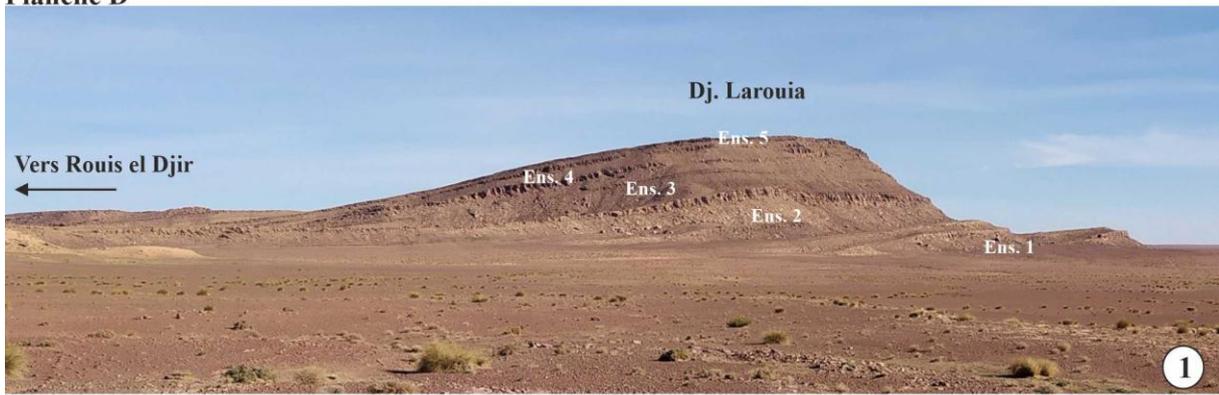


Planche D : Membre inférieur (ou membre des alternances de Rouis el Djir) de la F. d'Aïssa
ph. 1 : panorama de Dj. Larouia avec ses 5 ensembles ; ph. 2 : Ens. 1 et 2, ph. 3 : Ens 1 (combe et barre 1), ph. 4 : détail de la barre 1 ; ph. 5 : barres 2, 3, 4 et 5 vers le nord (barre 2 en couleur claire) ; ph. 6 : passage Barre 2 (Ens. 2) à la combe de l'ensemble 3.

Cette combe se termine par une dernière alternance (9m) d'argiles intercalées par 3 bancs de grès de couleur marron, à surface supérieure taraudée et de faible épaisseur (0,40m). La barre de cet ensemble contient les niveaux 23 et 24 (19m). Le premier niveau (niv. 23 ; 7m) est un grès de couleur jaune verdâtre à la cassure à grains fins et siliceux, à stratification parallèles et entrecoupées à l'échelle de l'affleurement. Vers le sommet, il se débite en plaquettes (dans les 3 derniers mètres). Le 2^{ème} niveau (niv. 24 ; 12m) est un grès en plaquettes fines, gris à marron à la cassure, à grains fins à moyens et à stratifications obliques et entrecoupées. En quelques endroits les plaquettes sont ondulées. Au sommet on note la présence de stratifications en arêtes de poissons. La surface supérieure de cette barre est marquée par un « hard ground » et des figures de contournement, définissant une discontinuité importante.

1.2.Le membre supérieur

Ce membre est subdivisé en deux termes : les « alternances de Larouia » et les « alternances d'Aourak » (Fig. 20)

a. Le premier terme : les « Alternances de Larouia » sont constituées des trois ensembles suivants (Ensembles 3, 4 et 5)(Pl. E, ph. 1a et 1b).

L'ensemble 3(du niveau 25 au niveau 28). Il est constitué d'une combe (niv. 25 ; 36m) englobant une alternance d'argile rouge et de grès marron(3 bancs de grès d'épaisseur centimétrique, à la base (12,50m) (Pl. E, ph. 2). Cette dernière est surmontée par des argiles verdâtres, du gypse (banc de 3,5m) (Pl. E ph. 3a et 3b), des dolomies, des dolomies gypseuses verdâtres (ou calcaires à pseudomorphoses de gypse), des dolomies gypseuses cargneulées et slumpées, des argiles verdâtres bioturbées et indurées et de la dolomie grisâtre ondulée dans la partie médiane (Lar.01/25.7) (Pl. E ph. 4a et 4b). Ensuite viennent des argiles vertes (niv. 25.8 ; 10m) qui terminent cette combe. Cette dernière est surmontée d'une barre gréseuse à deux niveaux. Elle débute par un premier niveau de grès massif (niv. 26 ; 8m), blanchâtre à la cassure, à grains fins à moyens à stratifications horizontales à l'échelle du banc. La partie médiane de ce niveau gréseux est de couleur verdâtre et en plaquettes (2m). Le sommet est formé de grès en plaquettes rougeâtres à la patine et verdâtres à la cassure (7m), riches en structures hydrodynamiques, en arêtes de poisson (*herringbone*) dans la partie médiane et au sommet et, entrecoupées et slumpées dans la partie supérieure. Des rides de courant et des figures de contournements terminent ce niveau de grès.

Le deuxième niveau (niv. 28 ; 15m) est un grès massif à base ravinante, à grains moyens à fins, blanchâtre et verdâtre en quelques endroits. La partie médiane est en plaquettes et riches en figures hydrodynamiques (litages obliques, entrecoupés et en arêtes de poissons).

Planche E



Planche E : Le troisième ensemble (membre supérieur : Alternances de Larouia) est caractérisé par la présence de gypse et de dolomie gypseuse, cargneulée et parfois slympée ;explication dans le texte.

Ce niveau est le sommet de la falaise. La surface supérieure de ce banc renferme du bois fossile et des galets mous marquant une discontinuité.

L'ensemble 4 (du niveau 29 au niveau 34) est constitué d'une combe (niv. 29 à 32 ; 37m) essentiellement carbonatée. Elle englobe des argiles verdâtres, violacées (niv. 29 ; 6m) à la base, surmontées d'une dolomie mielleuse parfois verdâtre, bioclastique (niv. 30 ; 1.80m). Elle est disposée en strate (de 20 à 30cm) à rides de courant entre les strates. Ces dernières sont séparées par des diastèmes. Ensuite vient une alternance d'argiles violacées et de grès marrons (4 bancs centimétriques de 40cm à 60cm) à grains fins et taraudés (riches en terriers) (niv. 31 ; 12m). Le niveau 32 (17m) est caractérisé par la présence de carbonates et de fossiles (lamellibranches, etc.) (Pl. F, ph. 1a et 1b). Ce niveau débute par des marnes verdâtres indurées, suivies d'un calcaire légèrement gréseux à traces de bivalves. On note la présence de poches (nodules) de calcites millimétriques à centimétriques (Lar. 03) et la richesse en lamellibranches et lithophages sur une épaisseur de 1,50m). Ensuite vient une alternance à dominance carbonatée (16m) ; constituée de calcaires verdâtres très riches en lamellibranches parfois bioclastiques et légèrement gréseux (de 0,25 à 1m), parfois dolomitiques de couleur jaunâtre mais toujours riches en lamellibranches. Ces niveaux carbonatés alternent avec des niveaux argileux verdâtres ne dépassant guère les 70cm. Cette alternance se termine par un niveau silteux feuilleté verdâtre (0,80m) suivi d'argile verte (0,45m). La barre de cet ensemble est constituée de deux niveaux gréseux (niv. 33 et niv. 34) séparés par un niveau argileux (33.2 ; 11m). Le premier niveau (niv.33.1 ; 12m) massif à la base (7m) et au sommet (4m), est riche en figures hydrodynamiques au milieu (litages obliques et entrecoupés sur 1m) (Pl. F, ph. 2a et 2b). Il est constitué d'un grès à grains moyens à fins blanchâtre à la cassure. La surface supérieure est noire et riche en bois fossiles. Le niveau 33.2 (11m) est constitué d'argiles rouges intercalé d'un banc de grès (0,60m) (**Pl. E, ph.3**) marrontaraudé, à grain fins. Le deuxième niveau gréseux (niv. 34 ; 13,5m) de cette 4^{ème} barre est constitué de deux bancs de grès massifs (6,5m et 5,5m), à grains moyens à fins de couleur blanchâtre séparés par des argiles rouges (1,5m). La surface supérieure de ces grès est marquée par un niveau noir (HG) et du bois silicifié, marquant une discontinuité.

Planche F

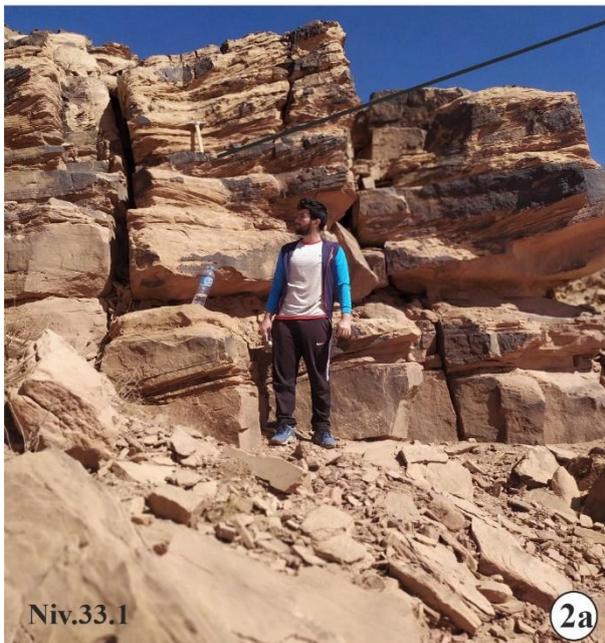


Planche F : Le quatrième ensemble (membre supérieur : Alternances de Larouia) est caractérisé par la présence de carbonates (dolomie et calcaire) ; explication dans le texte.

L'ensemble 5 (du niveau 35 au niveau 36) est constitué d'une combe (niv. 35 ; 14m) essentiellement argileux (**Pl. G, ph. 1**). Cette dernière est intercalée de deux bancs gréseux de couleur marron et taraudés, le premier à la base (0,35m) et le dernier (1,50m) à deux mètres du sommet de la combe. La barre de ce dernier ensemble et de ce membre (niv. 36 ; 30m) constitue les grès de Larouia (Barre 5) (**Pl. G, ph. 2**). Il s'agit de grès fins à moyens blancs et très propres à la cassure. A la base, ils sont massifs et à base ravinante (6,50m), ensuite, ils

renferment des stratifications obliques et entrecoupées avec des ondulations à l'intérieur des bancs sur 18m. La surface supérieure de cette partie de la barre devient noire et riche en bois fossiles. Au sommet, les grès deviennent massifs (5m), le sommet devient noirâtre (HG) et s'enrichit en bois fossiles, marquant une discontinuité importante.



Planche G :Le cinquième ensemble (membre supérieur : Alternances de Larouia) est caractérisé par une combe argileuse **ph. 1**, (Niv.35) et une barre gréseuse importante **ph. 2**, (Niv.36) qui termine les « Alternances de Larouia » ; explication dans le texte.

b. Le deuxième terme : les « Alternances d'Aourak », ce terme n'est représenté dans cette coupe que par sa partie basale (Ens. 6) (Fig. 20).

L'ensemble 6 : Du sommet du cinquième ensemble de Dj Larouia apparait le célèbre H'Zam El Bagra au Sud de Larouia (Fig. 15, ph. 1, 2 et 3) (Pl. H, ph. 1, 2 et 3). C'est sur une surface structurale très fracturée, représentant le flanc Est du synclinal « Larouia-Oulakak-Aourak », orientée SSW-NNE qu'évolue le 6^{ème} ensemble chenalisé (de 20 à 32m d'épaisseur), lui aussi composé d'une combe et d'une barre (Fig. 19, ph. 3), (Pl. H, ph. 2 et 3). C'est une zone très familière pour les étudiants en Master « Géologie des Bassins sédimentaires », car c'est la région du stage de terrain de fin de cursus (S3 M2). Nous avons repris la coupe du 6^{ème} ensemble déjà levée par notre encadreur ainsi que huit (08) échantillons (Hb1 (2) à Hb7). La coupe de direction SE-NW débute par une discontinuité matérialisée par une surface durcie noirâtre (Hard Ground) sur la dernière barre de grès de Djebel Larouia (Fig. 20) (Pl. H, ph. 2 et 3).

Cet ensemble (Ens. 6 : du niveau 37 au niveau 39) est constitué d'une combe (niv. 37 ; 9,50m et niv. 38 ; 14,50m), essentiellement argilo-gréseuse à la base et carbonatée-marno-argileuse au sommet surmontée d'une barre gréseuse (niv. 39 ; 8,50m).

Le niveau 37 qui débute la combe de cet ensemble englobe les bancs de 01 à 09. Il s'agit d'une alternance argilo-gréseuse. Les argiles sont rouges à la base (niv. 01, 03 et 05) qui deviennent vertes au sommet (niv. 07 et 09). Les grès sont marrons à la base et deviennent verdâtres au sommet (niv. 08 ; 0,35m), grès micacés verdâtres, feuilletés à petites stratifications parallèles et obliques. Les échantillons Hb1 et Hb1', Hb2 et Hb3 sont pris dans ce niveau. Le niveau 38 qui termine la combe contient les bancs de 10 à 38. Cette partie est à dominance carbonatée en alternance avec des argiles marneuses verdâtres. Il s'agit de calcaires à lamellibranche verdâtres, de calcaires dolomitiques à lamellibranches, brunâtres à bleuâtres de calcaires dolomitiques carrément grisâtres à tests et épines d'échinodermes (**Pl. H, ph. 4 et 5**) ou à géodes de calcites (**Pl. H, ph. 6**), des calcaires à lamellibranches qui dépassent parfois le 1m d'épaisseur et enfin des calcaires bioclastiques verdâtres à lamellibranches et des calcaires lumachelliques. Ce niveau carbonaté renferme trois bancs de grès parfois ondulés de très faible épaisseur à grains fins, à ciment carbonaté et de couleur blanchâtre. Les échantillons Hb4, Hb5, Hb6 et Hb7 ont été pris dans les bancs d'argiles verdâtres de ce niveau. Il faut noter que dans les niveaux 08, 09, 10 et 11 que des ossements de crocodiliens ont été découverts, (endroit, appelé site de Berrezig). Le niveau 39 représente la barre gréseuse (8,5m), c'est un grès massif chenalisé à grains moyens à fins de couleur blanchâtre à la cassure (**Pl. H, ph. 3**). La surface supérieure est marquée par un Hard ground, des rides de courant et du bois fossile.

La partie sommitale de ce dernier terme du membre supérieur de cette formation c'est-à-dire « les grès supérieur d'Aourak » n'a pas été levée.

Planche H

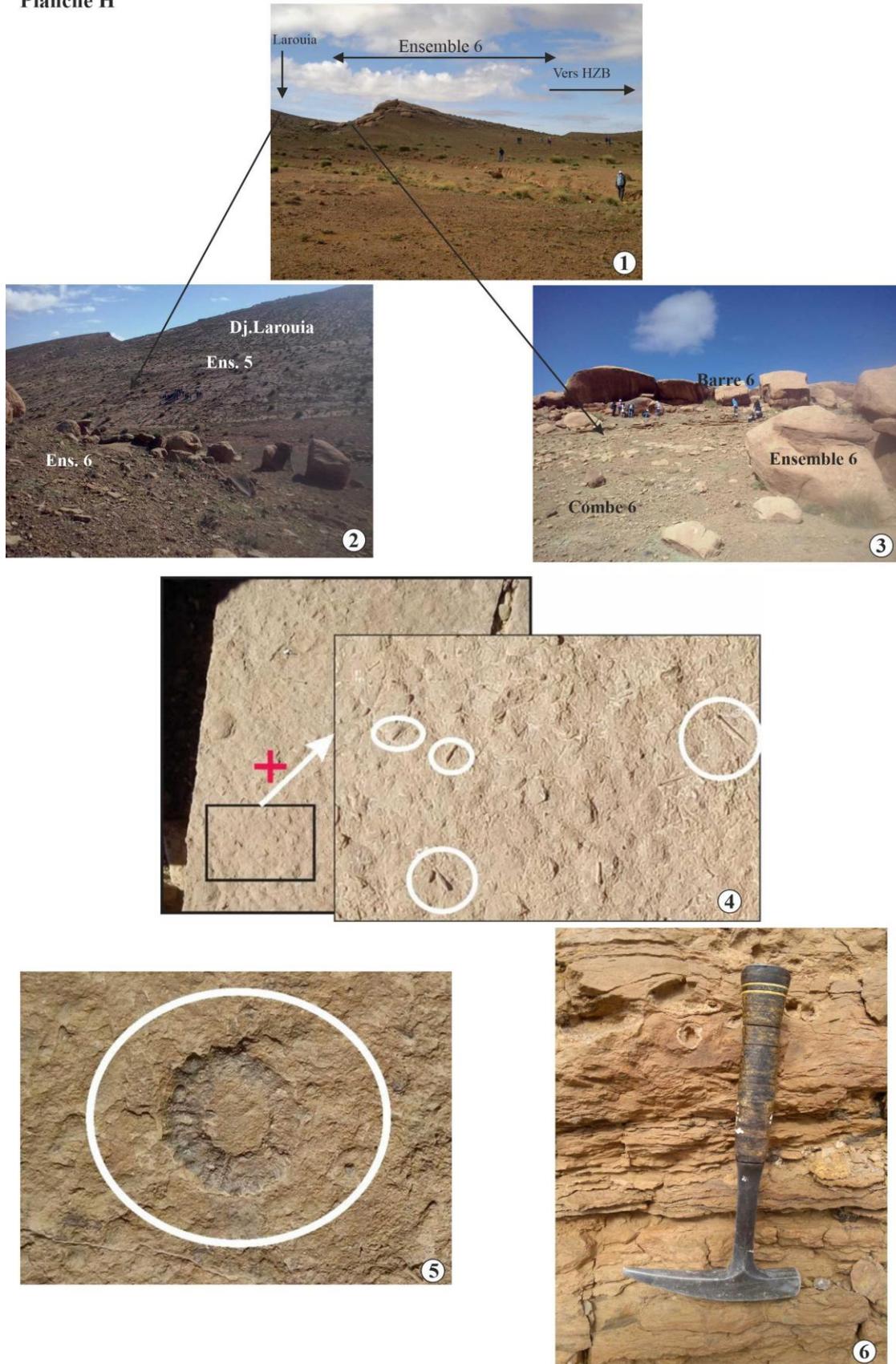


Planche H : Le sixième ensemble, **Ph. 1** (membre supérieur : 2^{ème} terme les « Alternances d'Aourak ») est caractérisé par une combe argilo-gréso-marno-carbonatée **ph. 2 et 3**, (Niv.37 et 38) et une barre gréseuse (barre 6) importante **ph. 3**, (Niv.39). **Ph. 4** représente une lumachelle à bivalves et épines d'échinodermes, **la photo 5** représente un calcaire bioclastique à tests d'oursin (lumachelle) et la **Ph. 6** est un calcaire gréseux à géode de calcite (fin de la combe).

Conclusion :

L'étude lithostratigraphique de les coupes celles de Rouis El Djir et de Larouia montre que la « Formation de Aïssa » est constituée de plusieurs ensembles englobant ; un membre inférieur (ou « Alternances de Rouis El Djir ») et un membre supérieur contenant les « Alternances de Larouia » et les « Alternances d'Aourak ». Chaque ensemble de chaque membre est constitué généralement d'une alternance formée d'une combe et d'une barre particulièrement gréseuse.

Troisième Chapitre :

Etude micropaléontologique et

Environnementale

- A. Introduction
- B. Répartition des ostracodes
- C. Conclusion et synthèse paléoécologique

Troisième chapitre : Etude micropaléontologique et environnementale

A. Introduction

Cette étude porte essentiellement sur les niveaux argileux, argilo-marneux et marneux dans les deux coupes étudiées. La première étape de notre travail était un échantillonnage systématique dans la coupe de Djebel Larouia, dans les ensembles 1 à 5 (membre inférieur et une partie du membre supérieur ; les « Alternances de Larouia »). En ce qui concerne l'ensemble 6 ; la base des « Alternances d'Aourak » (membre supérieur de la « Formation d'Aïssa », l'échantillonnage a été déjà effectué par notre encadreur.

La deuxième étape concerne le lavage. Ce dernier a été réalisé au Laboratoire N°25. Cette opération a été accompli en utilisant une série de tamis de type afnor. De bas en haut, la taille des tamis est 80 μ m, 125 μ m, 250 μ m et 500 μ m.

La troisième étape, c'est l'analyse micropaléontologique avec le microscope optique. Il s'agit de l'observation, la séparation et enfin la détermination des différents éléments micropaléontologiques et de quelques minéraux qui nous seront utiles dans la partie interprétation.

Pour une synthèse paléoécologique, on a calculé le pourcentage des fractions minéralogiques et biologiques rencontrées. Les tableaux ci-dessous (**Tab. 1**) illustrent les éléments identifiés, ainsi que leurs fréquences respectives.

Il est à souligner que les sept (07) échantillons de la coupe de Djebel Larouia, dans les ensembles 1 à 5 (membre inférieur et une partie du membre supérieur ; les « Alternances de Larouia ») que nous avons pris, malheureusement n'ont rien donné. Nous et nos encadreurs pensons qu'il faut refaire l'échantillonnage dans cette zone.

Enfin la quatrième étape, concerne l'interprétation des données.

B. Répartition des ostracodes

Dans les deux coupes les résidus des lavages ont livré une population d'ostracodes réduite, voir absente dans la plupart des niveaux. Les foraminifères sont totalement absents, bien qu'ils soient présents dans les lames minces.

Les échantillons de la coupe de Rouis El Djir sont nommés par les lettres RD (de RD1 à RD4). Les échantillons de la coupe de Larouia (l'ensemble 6 seulement) sont numérotés par les lettres HB (de HB1 à HB7). Les échantillons de la coupe de Larouia (les ensembles de 1 à

5) sont numérotés par les lettres LR (de LR1 à LR8). Ces échantillons n'ont pas donné de microfaunes voir tableau récapitulatif (**Tab. 2**).

Tab. 1 : Tableaux : Taux de quartz, Calcite, gypse, pyrite et oxyde de fer dans les résidus de lavage par secteur

Rouis El Djir

Echantillons	% Quartz	% Calcite	% Gypse	% Pyrite	Oxyde de fer
RD. 01/73	5 à 10%	5 à 10%	4%	5 à 10%	10%
RD. 01'/73	3 à 5 %	3 à 6%	5%	7%	10%
RD. 02/75	3%	1 à 2%	1%	1%	12 à 15%
RD. 02'/75	2 à 3%	3%	1%	1%	%
RD. 03/77	20%	10 à 15%	3%	2%	20%
RD. 03'/77	10%	8%	5%	3%	25%
RD. 04/78 Site de Dino	0%	1% (biomicrite)	1 à 2%	0%	15 à 20%

Dj. Larouia

Echantillons	% Quartz	% Calcite	% Gypse	% Pyrite	Oxyde de fer
LR. 1/15	0%	2%	2%	0%	95%
LR. 2/22	0%	3%	3%	0%	30%
LR. 3/25	1%	1%	5%	0%	15%
LR. 4/25.8	2%	1%	2 à 3%	0%	15 à 20%
LR. 5/29	1%	1%	2%	0%	20%
LR. 6/32	0%	1%	0%	0%	25%
LR. 7/33	3%	2 à 3%	1%	0%	95%
LR. 8/35	1%	2 à 3%	1%	0%	95%

H'Zam El Bagra

Echantillons	% Quartz	% Calcite	% Gypse	% Pyrite	Oxyde de fer
Hb. 1/03	45%	30%	10%	2%	3%
Hb. 1'/03	35%	25%	7%	1%	4%
Hb. 2/05	5%	10%	2%	3%	8 à 10%
Hb. 3/09	15%	10%	5 à 10%	0%	10%
Hb. 4/11	10%	5%	3%	1 à 2%	10%
Hb. 5/15	10%	3%	2%	4%	7%
Hb. 6/19	40%	15%	10%	5%	10%
Hb. 7/26	40 à 45%	30%	10%	3%	8%

Niveaux échantillonnés	% Quarte	% Gypse	% Pyrite	% Oxydes de fer	% Calcite détritique	% Bioclastes	Autres éléments
RD 1	3%	25%	/	10%	40%	15%	Radioles d'oursin
RD 1'	2%	25%	/	8-10%	40%	20%	Radioles d'oursin
RD 2	5%	30%	3%	10%	30%	10%	Radioles d'oursin
RD 2'	5%	30%	5%	8%	30%	5%	Radioles d'oursin
RD 3	10%	35%	7%	8%	25%	8%	Bioclastes indéterminés
RD 3'	15%	30%	5%	5%	10%	3%	Bioclastes indéterminés
RD 4	20%	30%	5%	8%	10%	/	/
HB 1	30%	2%	2%	5%	15%	5%	Bioclastes indéterminés
HB 2	20%	2%	3-4%	8%	15%	2%	Charophytes
HB 3	20%	4%	> 1%	8%	25%	/	/
HB 4	25%	3%	3%	10%	35%	/	/
HB 5	30%	10%	7%	10%	20%	/	/
HB 6	40%	10%	5%	8%	15%	/	/
HB 7	40%	10%	5%	8%	15%	5%	Charophytes

Tab. 2 : Tableau récapitulatif : Pourcentages des éléments minéraux et biologiques, rencontrés dans les résidus des lavages.

Dans la coupe de Rouis El Djir, dans les alternances de Rouis el Djir (RD), chez les ostracodes prolifèrent deux espèces *Darwinula* cf. *leguminella* Silva (Forbes, 1855) et *Timiriasevia* aff. *mackerrowi* Bate, 1965 (Fig. 21). La fraction biologique est caractérisée par une quantité importante de radioles d'oursins et de bioclastes. Ces derniers témoignent d'un hydrodynamisme relativement important.

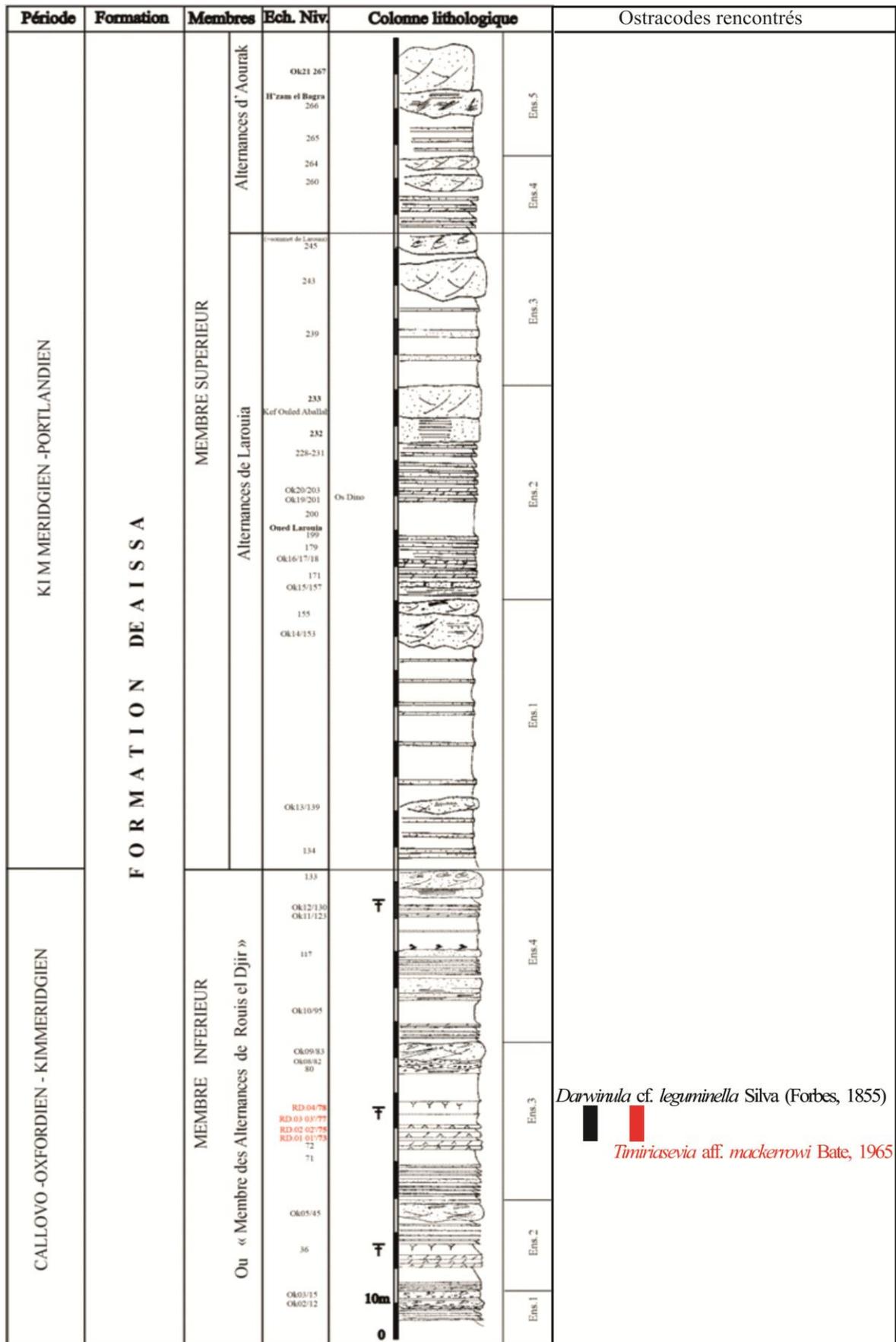


Fig. 21 : Répartition des ostracodes dans les alternances de Rouis el Djir.

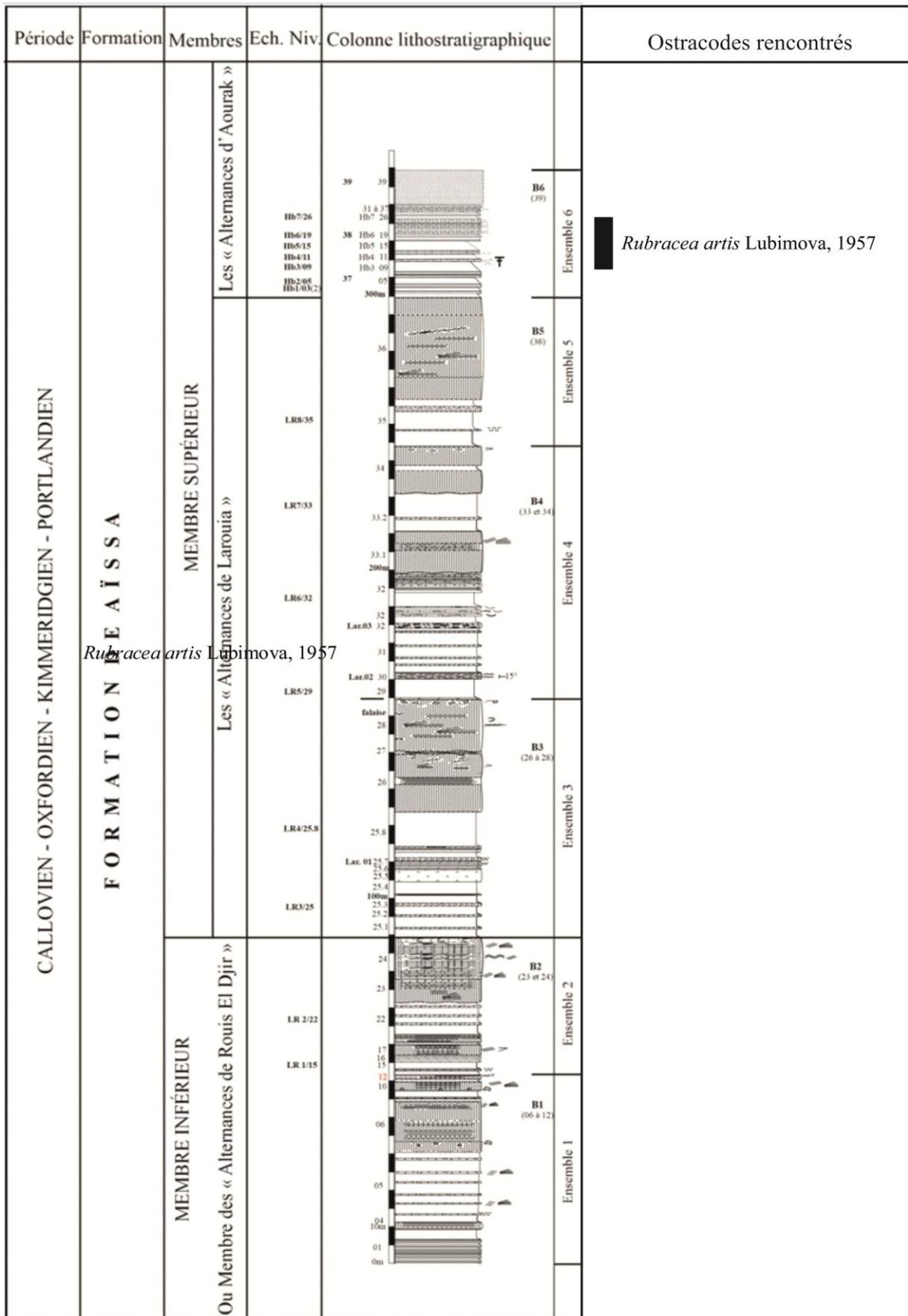


Fig. 22: Répartition des ostracodes dans les alternances d'Aourak.

La sédimentation s'enrichi en gypse et en quartz en allant vers les derniers niveaux, contrairement à la calcite. La pyrite est moins fréquente.

Il est à remarquer que c'est dans les niveaux 2 et surtout 3 du membre des « Alternances de Rouis El Djir » (Formation de Aïssa) qu'ont été trouvés les ossements de dinosaures (celui de *Chebsaurus*, dans l'ensemble 3)

Dans la coupe de Larouia, dans les « Alternances d'Aourak » membre supérieur de la formation (Ensemble 6) les premiers niveaux de H'Zamel Bagra (HB), l'ostracofaune est marqué par une population monospécifique, représentée par *Rubraceaartis* Lubimova, 1957 (**Fig. 22**). On note la présence de charophytes (HB2) ou de bioclastes sont rares (**Tab. 2**).

La fraction minérale montre une faible quantité de pyrite, de gypse et d'oxydes de fer. La calcite détritique est moyennement présente. Le quartz augmente de fréquence en allant vers le sommet pour atteindre les 40%.

C'est dans cet ensemble 6, base des « Alternances d'Aourak » qu'ont été trouvés des ossements de crocodiliens.

C. Conclusion et synthèse paléocéologique

Les niveaux argileux des deux alternances, celle de « Rouis el Djir » et celle « d'Aourak » (début de H'Zam El Bagra), la microfaune est très faiblement représentée, témoignant de conditions défavorables au développement des microorganismes, tels que les ostracodes et les foraminifères. Ces derniers sont totalement absents.

A Rouis el Djir, les ostracodes comptent les deux espèces *Darwinula cf. leguminella* Silva et *Timiriasevia aff. mackerrowi* Bate, 1965, proliférant chacune dans les eaux saumâtres (Donze, 1960, In Oertli, 1985).

Dans la coupe de H'Zam El Bagra, les ostracodes sont représentés par la seule espèce *Rubraceaartis* Lubimova, 1957, connue parmi les associations d'ostracodes d'eau peu profonde (5 et 20m) (Tesakova, 2013).

La synthèse des données lithologiques et micropaléontologiques indique un milieu lagunaire, défavorable à l'épanouissement de la vie biologique. Il est toute fois plus profond à Rouis el Djir.

L'absence d'espèces communes entre les deux coupes, révélerait deux milieux paléogéographiques restreints séparés probablement par des cordons littoraux.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Notre étude concerne la région de Oulakak, Rouis El Djir, Djebel Larouia, H'Zam El Bagra et Djebel Aourak. Cette zone correspond à un synclinal orienté SW-NE, nommé « synclinal de Larouia-Aourak-Oulakak », Kacemi, 2005. Cette structure est située dans le sillon préatlasique ; dans la partie occidentale des Monts des Ksour, à environ 55km à l'Ouest d'Aïn Séfra, en allant vers Sfissifa et Forthassa (la frontière marocaine).

Notre travail s'est intéressé à l'étude lithostratigraphique de la « Formation de Aïssa » d'âge Jurassique supérieur (Malm), dans de deux coupes déjà étudiées par notre encadreur et par d'autres étudiants pour d'autres objectifs (Ahsini et Yahiaoui, 2017 ; Chekhnaba et Lamri, 2020). En ce qui nous concerne et selon nos objectifs, nous avons entamé l'étude en subdivisant chaque coupe en plusieurs ensembles. Chaque ensemble est formé d'une combe surmontée d'une barre. Il s'agit de séquences sédimentaires régressives de deuxième ordre (Kacemi, 2005), appelée « Séquences Ksourienne », (J. Delfaud, 1972, 1975, 1986). Ensuite on a procédé au découpage lithostratigraphique en membre et terme de la formation, en portant des corrections dans les anciens travaux. Dans les corrections nous avons pris aussi en considération l'étude pétrographique des roches (les microfaciès à partir des lames minces).

Dans les deux coupes celles de Rouis El Djir et de Larouia, l'étude lithostratigraphique a montré (i) que la « Formation de Aïssa » est constituée de plusieurs ensembles englobant ; un membre inférieur (ou « Alternances de Rouis El Djir ») et un membre supérieur comprenant les « Alternances de Larouia » et les « Alternances d'Aourak ». (ii) Chaque ensemble de chaque membre de cette formation est constitué généralement d'une alternance formée d'une combe surmontée d'une barre particulièrement gréseuse. Il est à noter que chaque combe est constituée d'une alternance soit argilo-gréseuse, soit argilo-gypso-marno-gréseuse ou soit argilo-gypso-marno-carbonatée gréseuse. Les barres sont principalement gréseuses à granulométrie fine à moyenne et d'épaisseur variable et plus ou moins riches en structures hydrodynamiques.

Les microfaciès des grès et des carbonates à partir de l'analyse pétrographique des lames minces et l'étude micropaléontologique basées surtout sur les coupes de Rouis El Djir et du début de H'Zam El Bagra (dernier ensemble de la coupe de Larouia) ont montré que les dépôts sédimentaires ont évolué dans un milieu paléo-environnemental lagunaire, correspondant à un climat semi-aride (présence de gypse).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AHSINI NEDJWA et YAHIAOUI HAFIDA, (2017)** : Etude comparative des grès de la «Formation de Aïssa» (jurassique supérieur) des sillons atlasique et pré-atlasique Monts des Ksour, atlas saharien. Dipl. Master Acad. Univ. Tlemcen, 75 p., 39 fig.
- AIT OUALI, R. (1991)** : Le rifting des monts au Lias. Organisations du Bassin, diagenèse des assises carbonatées. Place dans les couvertures mésozoïques au Maghreb. Dipl. Doc. Univ. Alger, 297 p., 147. 16 Tab., 6 pl.
- BASSOULET, J. P. (1973)** : Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). The. Sci. Nat. Univ. Paris VI, 497 p., 50 fig., 32pl.
- BEKHTI, T., & KHELLOUFI, F. (2010)** : Contribution à la cartographie géologie du secteur occidentale des monts de Ksour : flanc occidental du synclinal de Larouia–Aourak-Oulakak. Dipl. Ing. Univ. Tlemcen, 50 p., 10fig.
- CHEKHNABA, A. ET LAMRI B. (2020)** : Lithostratigraphie et organisation Sédimentaire desDjebels Larouia et Rouis El Djir ; Sillon préatlasique, Monts des Ksour, Atlas Saharien.Dipl. Master Acad. Univ. Tlemcen, 62 p., 23fig.
- CORNET, A. (1952)** : L'atlas saharien sud-oranaise. XIX Congr. Géol. Intern. Alger, Monographies régionales 1ère série, 51 p., 9 fig., 1pl.
- DELFAUD, J. (1972)** : Application de l'analyse séquentielle à l'exploration lithostratigraphique d'un bassin sédimentaire. Mém. Bur. Rech. Géol. Min, n° 77 p. 593-611.
- DELFAUD, J. (1975)** : Les grès des Ksour- un delta de plate-forme stable. XI° congr. Intern., p. 159 - 162.
- DELFAUD, J. (1986)** : Les séquences d'échelle moyenne de plate-forme résultant du passage vertical de la sédimentation silicoclastique à la sédimentation carbonatée. Publ. A.S.F., n° 4, p. 33-49.
- DOUIHASNI, M. (1976)** : Etude géologique la région d'Ain Ouarka- Bousseghoun (partie centrale des monts des Ksour). Analyse structurale. Univ. Oran, 2t. 272 p., 52fig. 4pl.
- EMILIE LÄNG ET FARIDA MAHAMMED (2010)** : New anatomical data and phylogenetic Relationship of Chebsaurusalgeriensis (Dinosauria, Sauropoda) from the Middle Jurassic of Algeria, Historical Biology, Taylor & Francis, 2010, 22, pp.142-164
- GALMIER D. (1970)** : Photogéologie de la région d'Ain Séfra (Algérie). Thèse Doct. Etat Fac. Sci., Paris, 320 p., 9 cartes h.t. ronéot.
- KACEMI, A. (2005)** : Cartographie et dynamique sédimentaire de la série fin Dogger début Crétacé (Djara-Rhoundjaia) des monts des Ksour (Atlas saharien. Algérie). Dipl. Mag. Dipl. Mag. Univ. Oran, 194p. 47 fig., 15pl.
- KACEMI, A. (2013)** : Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas Saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection. Dipl. Doc. - Sciences Univ. Tlemcen, 229 p., 88 fig., 05 Tab., 18pl.

KAZI TANI, N. (1986) : Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intraplaque nord-algérien. Approche méga séquentielle. Dipl. Doc., Pau., 2t., 871 p., 361 fig.

MAHAMMED F., MAMI L., MEKAHLI L., BENHAMOU M., BOUTERFA B., KACEMI A., CHERIEF S.A., (2002) : Le géant des Ksour : un dinosaure sauropode dans le Jurassique moyen de l'ouest de l'Algérie. *Bull. Ser. géol. (Algérie)*. Vol. 13, n°1, pp.3 – 19, 3fig., 4pl.

MAHAMMED F., LÄNG E., MAMI L., MEKAHLI L., BENHAMOU M., BOUTERFA B., KACEMI A., CHERIEF S.A., CHAOUATI H., TAQUET PH. (2005) : The « Giant of Ksour », a Middle Jurassic sauropod dinosaur from Algeria. *C. R. Systematic Palaeontology (VertebratePalaeontology)*, Palevol 4 (2005) 707–714

MEDDAH, A. (2007) : La province magmatique de l'Atlantique central dans le bassin des Ksour (Atlas saharien, Algérie). *C. R. Géoscience*, 339 24-30, Science direct Elsevier.

MEDDAH A. (1998) : Étude géologique des appareils diapiriques de l'Atlas saharien occidental (Monts des Ksour). Essai de synthèse sur les diapirs atlasiques. *Thèse Magister, USTHB, Alger*. 174 p, 52fig.

MEKAHLI, L. (1995) : Hettangien, Bajocien supérieur des Monts des Ksour. Biostratigraphie, évolution paléogéographique et stratigraphie séquentielle. Dipl. Doc. Univ. Oran, 358 p., 67 fig., 49 pl.

Liste des planches :

Nom de planche	Page
Planche A : photos montrant les différents affleurements de la coupe de Rouis el Djir.	20
Planche B : Ensemble 4 du membre inférieur et ensemble 1 du membre supérieur de la formation de Aïssa de la coupe de Rouis el Djir.	24
Planche C : photos montrant les affleurements du membre supérieur de la formation de Aïssa dans la coupe de Rouis el Djir.	28
Planche D : Membre inférieur (ou membre des alternances de Rouis el Djir) de la F. d'Aïssaph. 1 : panorama de Dj. Larouia avec ses 5 ensembles ; ph. 2 : Ens. 1 et 2, ph. 3 : Ens 1 (combe et barre 1), ph. 4 : détail de la barre 1 ; ph. 5 : barres 2, 3, 4 et 5 vers le nord (barre 2 en couleur claire) ; ph. 6 : passage Barre 2 (Ens. 2) à la combe de l'ensemble 3.	36
Planche E : Le troisième ensemble (membre supérieur : Alternances de Larouia) est caractérisé par la présence de gypse et de dolomie gypseuse, cargneulée et parfois slympée	38
Planche F : Le quatrième ensemble (membre supérieur : Alternances de Larouia) est caractérisé par la présence de carbonates (dolomie et calcaire)	40
Planche G : Le cinquième ensemble (membre supérieur : Alternances de Larouia) est caractérisé par une combe argileuse ph. 1 , (Niv.35) et une barre gréseuse importante ph. 2 , (Niv.36) qui termine les « Alternances de Larouia »	41
Planche H : Le sixième ensemble, Ph. 1 (membre supérieur : 2 ^{ème} terme les « Alternances d'Aourak ») est caractérisé par une combe argilo-gréso-marno-carbonatée ph. 2 et 3 , (Niv.37 et 38) et une barre gréseuse (barre 6) importante ph. 3 , (Niv.39). Ph. 4 représente une lumachelle à bivalves et épines d'échinodermes, la photo 5 représente un calcaire bioclastique à tests d'oursin (lumachelle) et la Ph. 6 est un calcaire gréseux à géode de calcite	43

Listes des figuers

Nome de tableau	Page
Fig. 01 : Carte de situation des Monts des Ksour	03
Fig. 02 : Fond topographique de la feuille d'AïnSéfra au 1/500.000 ^{ème} montrant la zone d'étude (rectangle rouge) Région de Rouis el Djir et Dj Larouia.	04
Fig. 03 : Les grands affleurements tectoniques des Monts Ksour (Douihasni, 1976 ; Mekahli, 1995 ; Meddah, 2008 ; Kacemi, 2013).	05
Fig. 04 : Lignes directrices de la tectonique, Ritter (1902) Disposition des plis en « chenilles processionnaires »	06
Fig. 05 : Carte géologique des Monts des Ksour (extrait de la carte de l'Algérie) (Cornet et al. 1951)	08
Fig. 06 : Morceau d'un fond topographique (non calé) de Forthassa au 1/200.000 ^{ème} , montrant la position des coupes levées (cercles rouge et vert).	09
Fig. 07a : Partie d'une carte photogéologique (calé) de Forthassa au 1/100.000 ^{ème} , montrant le grand synclinal « Aourak-Oulakak-Larouia » et la position des coupes de Rouis el Djir et Djebel Larouia (cercles rouge).	10
Fig. 07b : Légende de la carte photogéologique	11
Fig. 08 : Tableau Organigramme du plan de travail (Objectifs et méthode)	14
Fig. 09 : secteur d'étude avec les traits de coupe ; coupe de Rouis El Djir et coupe de Dj. Larouia	18
Fig. 10 : photo montrant le relief, les niveaux, les ensembles et les membres de la coupe de Rouis el Djir (photo prise à partir de Dj. Larouia)	19
Fig. 11 : Lames minces de l'ensemble 1, 2 et 3 des « Alternances de Rouis El Djir »	22
Fig. 12 : Coupe lithostratigraphique de Rouis El Djir (A. Kacemi, 2005 et 2013)	23
Fig. 13 : Lames minces de l'ensemble 4 des « Alternances de Rouis El Djir »	25
Fig.14 : Lames minces de l'ensemble 2 des « Alternances de Larouia », membre supérieur de la « Formation d'Aïssa »	27
Fig.15 : Lames minces de l'ensemble 2 (Ok19 et Ok 20) des « Alternances de Larouia », membre supérieur de la « Formation d'Aïssa »	29

Fig. 16 : « Grès supérieurs d'Aourak » grès (Ok21/267)	31
Fig. 17 : Grès supérieurs d'Aourak(Ok 21/267) :grès quartzeux à ciment • argileux Gx2.5. Zoom.3.3 (C : en LN, D : en LP)	31
Fig. 18 : Photo montrant les cinq ensembles de Djebel Larouia	32
Fig. 19 : Photos 1, 2 et 3 montrant la fin de l'ensemble 5 et l'ensemble 6	32
Fig. 20 : Coupe lithostratigraphique de Djebel Larouia (A. Kacemi inédite)	34
Fig. 21 : photos montrant les grès de la base de l'ensemble 1 du membre inférieur de la « Formation de Aïssa » dans la coupe de Larouia	35
Fig. 22 : Répartition des ostracodes dans les alternances de Rouis el Djir.	49
Fig. 23 : Répartition des ostracodes dans les alternances d'Aourak.	50

Nome de tableau	Page
Tab. 1 : Tableaux : Taux de quartz, Calcite, gypse, pyrite et oxyde de fer dans les résidus de lavage par secteur	47
Tab. 2 : Tableau récapitulatif : Pourcentages des éléments minéraux et biologiques, rencontrés dans les résidus des lavages	48

Listes des tableaux

