

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed
Faculté des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département des Sciences de la Terre

Mémoire

Présenté pour l'obtention du Grade
De Master en Sciences de la Terre

Option : **Géologie des Bassins Sédimentaires**

Thème

ETUDE LITHOSTRATIGRAPHIQUE ET SEDIMENTOLOGIQUE DU CENOMANO-TURONIEN DE LA REGION DE LAGHOUAT ET LABIAD SIDI CHEIKH

Présenté par :

REGUIEG ANISSA ICHRAK

Soutenu le: 12/07/2021 devant la commission d'examen :

Mr. Boualem Nouredine

Maître de Conférences B

Président

Mr. Bendella Mohamed

Professeur

Rapporteur

Mr. Belkhedim Salim

Maître de Conférences B

Examineur

Dédicace

Je dédie ce travail à

Mon cher père et ma chère mère

Pour leur amour inestimable, leur confiance, leur conseils leur soutien inconditionnel à la fois moral et économique, qui m'a permis de réaliser les études que je voulais et par conséquent ce mémoire, et toutes les valeurs qu'ils ont su m'inculquer.

A mes frères : Abd El Kader, Abd Nour et Nkhlal Jana

A ma chère tante Amiri Khadidja et son mari Hadjidj Rachid et leur enfants : Sabrina, Ikram, Iues, Marwan et Ghafour. Ils ont joué un rôle fondamental dans mes études Merci pour m'avoir aidé, soutenu, et pour vos précieux encouragements.

A mes chères amis proche Hassani Kheira et Hassani Rofeida Pour vos soutiens moral, vos encouragements et vos conseils précieux tous au long de mes études. Aussi à toute la famille Hassani

Mes sincères remerciements s'adressent aussi à toutes mes tantes et oncles de la famille Reguieg et la famille Amiri.

A toutes personnes que j'aime beaucoup.

Dieu soit remercié de m'avoir aidé, orienté et me donné la foi et le courage pour terminer ce travail

Au terme de la réalisation de ce travail, il m'est très agréable de remercier tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans sa réalisation. Je citerai particulièrement :

Il m'est agréable de remercier Monsieur **BENDELLA Mohamed**, professeur à l'Université d'Oran 2 qui a accepté de m'encadrer et diriger ce mémoire de master. Je le remercié pour sa confiance, ses connaissances géologiques, ses conseils et enseignements. Merci pour votre disponibilité et son encouragement incessants.

Je tiens à remercier Monsieur **BOUALEM Nourdine** Maitre de Conférences B à l'université d'Oran 2 me fait l'honneur d'avoir accepté de présider ce jury merci encore pour toutes les remarques et les conseils.

Un grand remerciement à Monsieur **BELKHEDIM Salim** Maitre de Conférences B à l'université d'Oran 2 d'avoir accepté de faire partie de mon jury de mémoire.

Mes remerciements à **Madame ZAOUI D**, de l'université de Tlemcen pour la détermination des Ammonites.

Je remercie **MONJON P-O**, de l'Université de Genève Pour la détermination des Ostracodes.

Une reconnaissance particulière à Monsieur **GAMAL EL QOT** de l'université de Benha, Egypte, pour la détermination des Oursins et des Gastéropodes.

Toute ma gratitude à Monsieur **FERRE Bruno** (chercheur indépendant, France), un grand merci pour la détermination des d'Ophiurides e des Crinoïdes.

GHENIM Asma trouve ici tous mes respects pour votre collaboration pour la détermination de la riche faune de Bivalves (Université de Tlemcen)

Un grand remerciement à Monsieur **REZKALAH Walid**, et Monsieur **BOUCHEMLA Imad** de m'avoir accompagné sur le terrain.

J'ajoute un remerciement spécial à **Melle ZENNOUCHE Mellissa** pour les moments que j'ai passés avec elle et le soutien moral.

Je remercie l'ensemble des enseignants du département des Sciences de la Terre de **l'Université d'Oran 2** qui ont contribué à ma formation.

Enfin je tiens à remercier la promotion de **Master 2 GBS 2020/2021**, Enfin j'exprime ma gratitude à toutes les personnes ayant collaboré à la rédaction de ce mémoire.

A tous Merci
Reguieg Anissa Ichrak

Résumé

Le présent travail concerne une étude des dépôts Cénomano-Turonien dans la région de Laghouat et la Labiad Sidi Cheikh (l'Atlas Saharien central). L'étude lithostatigraphique est consacrée spécialement aux deux Formations lithologiques bien distincts.

La Formation de Mdaouer débute par l'apparition du premier niveau de gypse et s'achève par le changement lithologique de la Formation de Rhoundjaïa. Le découpage lithostratigraphique montre quatre membres. L'étude sédimentologique révèle trois associations de faciès. Association **A** concerné la partie basale de la formation d'âge Cénomaniens inférieur, et apparaît à Djebel Milok. Elle montre toutes les caractéristiques d'une sédimentation fluviale en tresse. La deuxième Association **B** correspond au Cénomaniens inférieur à moyen, elle coïncide avec tout le reste de la formation (3 membres) et elle est enregistrée à Djebel Milok et Djebel Dakhla. Elle reflète une sédimentation évaporitique et carbonatée assimilable à un milieu sebkhaïque mis en place sur une plateforme côtière peu profonde (intertidal haut à supratidal).

La Formation de Rhoundjaïa débute au-dessus des calcaires à algues brunâtres du membre supérieur de la Formation de Mdaouer, elle faite de l'empilement de trois membres. Le premier et le troisième correspond à des calcaires inférieurs et supérieurs séparés par le membre des Marnes médians. Sur le plan sédimentologique toute la formation est caractérisée par une seule association **A**. Elle correspond à un milieu de plateforme subtidale bien oxygéné et à salinité normale. Elle est présentée par des ammonites (*Vascoceras gamai* Choffat), (*Neolobites vibrayanus*), d'âge Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur.

Mots clés: Atlas saharien, Laghouat, Labiad Sidi Cheikh, Cénomaniens, Turonien, Lithostratigraphie, Sédimentologie, Ammonite.

INTRODUCTION

L'Algérie fait partie de l'ensemble Nord-Ouest africain, qui correspond à une zone ayant subi plusieurs phases de déformation et de sédimentation depuis les temps géologiques (Kazi-Tani, 1986). La géologie de sa partie septentrionale est marquée par l'empreinte de l'orogénèse alpine (domaines tellien et atlasique).

Sur le plan structural, le linéament majeur correspond à la Flexure Sud-Atlasique qui sépare l'Algérie Alpine au Nord de la Plate-Forme Saharienne au Sud. Les objectifs visés par ce travail sont :

- Préciser le contexte paléoenvironnemental des différentes unités lithologiques notre travail apporte aussi une contribution à la connaissance de la limite Céno-mano-Turonien dans l'Atlas Saharien.
- Affiner l'aspect biostratigraphique et réviser les attributions stratigraphiques grâce à de nouvelles récoltes paléontologiques telles que des restes d'ammonites.

D)- LES GRANDS DOMAINES DE L'ALGERIE :

A)-Le domaine méridional :

1)- Le Sahara :

La plateforme saharienne est située au sud de l'Algérie alpine et appartient au craton Nord-africain. Elle comprend un socle précambrien le Hoggar au centre et celui des Eglab Yetti à l'Ouest (Caby, 1970). Au-dessus, repose en discordance une puissante série sédimentaire, structurée au Paléo-zoïque (orogénèse hercynienne). Le secondaire est marqué surtout par le Continental intercalaire et correspond à une sédimentation marine, margino-littorale et continentale. Sur lequel s'installe la sédimentation carbonatée céno-manienne transgressive. Les dépôts crétacés La sédimentation tertiaire est purement continentale (Benyoucef, 2012 ; Benyoucef *et al.*, 2015, 2017).

2)- Le domaine septentrional :

Le Nord de l'Algérie est composé par deux systèmes structuraux, telliens et atlasique comprenant plusieurs domaines géologiques séparés par des déformations majeurs (Ritter, 1902). Dans ce travail notre intérêt sera focalisé sur l'Atlas saharien.

- L'Atlas Saharien : (Fig. 1)

L'Atlas saharien est séparé du Sahara par l'Accident Sud Atlasique appelé communément (ASA). Elle correspond à une faille majeure d'ampleur continentale, elle débute au Maroc

(Agadir) traversant l'Algérie par Biskra, Laghouat jusqu'en Tunisie (Gabès) (**Fig. 1**). Cet accident majeur limite au Nord l'Atlas Saharien (domaine plissé) de la plate-forme peu ou pas plissée (Kazi-Tani, 1986). Vers le Nord, il est séparé des hauts plateaux par des failles en échelon qui se suivent d'Ouest en Est, elles forment L'Accident Nord Atlasique (ASA). En général, l'Atlas Saharien est marqué par une série sédimentaire qui s'étale du Trias à l'Eocène avec un Mio-Pilo-Quaternaire discordant. Il est structuré respectivement d'Est en Ouest Nememcha, Aurès, Hodna, Monts des OuledNaïl, Djebel Amour et Djebel Ksour.

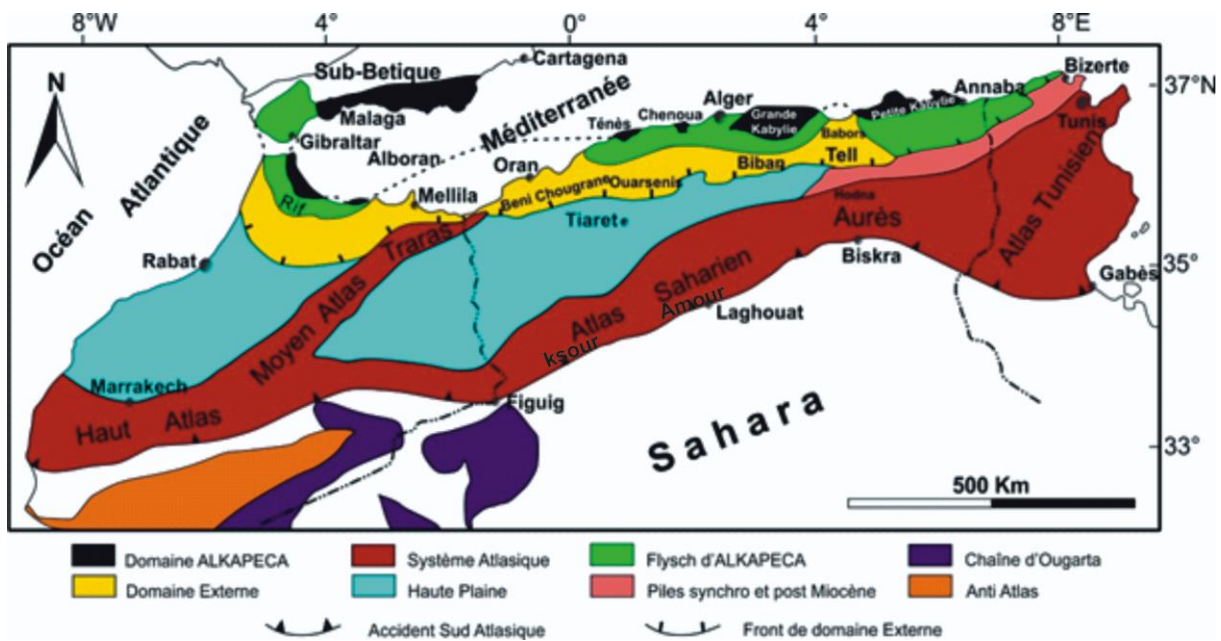


Figure. 1. Grands traits géographiques de la chaîne alpine en Méditerranée occidentale (Benest, 1985).

2)- CADRE GEOGRAPHIQUE :

1)- Cadre géographique général :

Notre région d'étude fait partie de l'Atlas Saharien, il correspond à un vaste ensemble montagneux de direction générale SW-NE (N65°), qui s'allonge sur près de 1200 Km. C'est une chaîne montagneuse où les caractéristiques sont fondamentalement semblables sur toute l'étendue du Maroc au Nemmemcha.

Ritter, 1902 est subdivisé l'Atlas Saharien en trois unités géographiques qui sont d'Ouest vers l'Est :

- Unité occidentale formée par les Monts des Ksour (Ain-Sefra);
- Unité centrale dominée par le Djebel Amour (El Bayadh);
- Unité orientale est occupée par les Monts des OuledNaïl (Les Aurès).

2)- Cadre géographique local :

Djebel Amour :

Djebel Amour est situé à 350 km au SE de la ville d'Oran, il fait partie de l'Atlas saharien central. Il est inséré entre les Monts des Ksour à l'Ouest et les Monts de Ouled Naïl à l'Est, au Sud par la plateforme saharienne et au Nord par les Hautes plaines et les Hauts Plateaux.

Monts des Ksours :

Les Monts des Ksour occupent la partie occidentale de l'Atlas saharien (Ritter, 1902). Elles s'intercalent entre deux domaines relativement stables, la plateforme saharienne au Sud et les Hauts Plateaux au Nord.

3)- CADRE GEOLOGIQUE :

1)- Cadre géologique général :

Djebel Amour est un bassin subsident, de 1000 km de long et d'une centaine de km de large. Ces dimensions favorisent le dépôt d'une épaisse série sédimentaire s'échelonnant du Trias au Mio-Pilo-quadernaire. L'âge des dépôts devient de plus en plus ancien vers l'Ouest, l'environnement de dépôt continental s'accroît d'Est en Ouest montre une sédimentation.

Le Trias

Dans tous l'Atlas saharien le Trias est diapirique représenté essentiellement par des argiles gypseuses et salifères versicolores accompagné d'un volcanisme tholéitique (Trias supérieur) (El Berrichi, 2017).

Le Jurassique

Les affleurements les plus anciens de l'Atlas saharien central sont d'âge Jurassique supérieur et sont en général situés au cœur des anticlinaux très allongés. Ils appartiennent aux séries gréseuses d'El Bayadh et de Brezina et aux séries à prédominances argileuses de Laghouat et d'Ain Rich.

Le Dogger :

Constitue l'affleurement le plus ancien de la région. Il correspond à "la Formation des Argiles Silteuses d'El Aouidja"(Abed, 1982) il est représenté par: La formation dite Zone Passage est constituée de combes argilo-silteuses où s'intercalent des bancs gréseux décimétriques; elle est délimitée à la base et au sommet par des barres gréseuses massives. La Formation des

Grès et Dolomies de Kerakda (Grès Inférieurs) correspond à une formation de grès massifs à intercalations argileuses.

Le Malm :

Le Malm est représenté par 3 séries qui sont de bas en haut :

Série de Brezina : cette série est très étalée son épaisseur varie de 500 à 1000 m, elle a été définie dans la région de Brezina et comporte

- un ensemble marno-calcaire basal,
- un ensemble gréseux massif intermédiaire,
- un ensemble argilo-gréseux rouge supérieur.

Série de Laghouat : elle est également très épaisse de l'ordre de 900 m d'épaisseur, et elle est représentée par :

- un ensemble marno-calcaire très épais à la base,
- un ensemble gréseux au sommet.

Série d'Ain Rich : cette série est relativement la moins épaisse, elle montre 250 m d'épaisseur et comporte deux formations: La Formation des Marnes à gypse de Taouiala : elle montre une épaisseur de 50 à 200m représentée lorsqu'elle affleure sous forme de combe marno-gypseuse, Formation des Calcaires oolithiques du Zerga : épaisseur de 50m géomorphologiquement elle apparaît sous forme d'une corniche qui domine les formations plus tendres appartenant aux séries inférieures.

Le Crétacé

Le Crétacé inférieur : Il montre deux séries détritiques: Néocomien-Barrémien et Albien inférieur, séparées par l'intervalle carbonaté de l'Aptien.

- Formation continentale représentée par une épaisse série fluviale faite de grès grossiers à dragées de quartz intercalés de minces niveaux argileux souvent rouges ;
- Formation carbonatée dont l'épaisseur varie entre 20 à 30 m qui apparaît sous forme d'une corniche repère. Elle disparaît au fur et à mesure qu'on s'approche de la série crétacée du Djebel Milok de Laghouat, qui laisse place à une combe argileuse (Argiles gypsifères vertes) d'âge Aptien ;
- Formation inférieure fluviale elle est purement silico-clastique formée par des grès à dragées de quartz à grandes stratifications obliques ;
- Formation supérieure : elle est essentiellement marneuse où s'intercalent des bancs calcaires fins, blancs, parfois dolomitiques à laminations algaires de type Stromatolithiques.

Le Crétacé supérieur : il est caractérisé par des dépôts de plateforme carbonatée :

Le Cénomaniens est représenté essentiellement par la Formation d'El Medaouer. Il s'agit de 150 à 200 m d'argiles gypsifère, marnes et calcaires marneux, jaunes ou roses en petite banc bien régulier.

Turonien c'est la Formation d'El Roundjaïa. Il s'agit des calcaires dolomitiques, à cassure blanche et à grains fins et cristallins. De rares bancs calcaires-marneux séparent les assises de calcaire dur. Les ammonites sont fréquentes mais en mauvais état de conservation.

Le Sénonien: il est composé de trois ensembles:

- un ensemble inférieur qui comprend des calcaires crayeux à silex;
- un ensemble médian constitué de marnes gypseuses, admettant des intercalations de bancs de gypse, de calcaires dolomitiques ou de cargneules ;
- un ensemble supérieur qui débute par une succession de bancs calcaires bioclastiques puis comprend des niveaux de calcaires bréchiques.

Les sédiments du Cénomano-Turonien documentent une plateforme marine qui s'est développée sur la marge passive Nord-Africaine connecté à l'océan Téthys au Nord.

Le Tertiaire continental

Il correspond aux terrains d'âge Eo-Oligocène essentiellement continentaux avec des argiles rouges, des grès et des conglomérats, dans lesquels s'intercalent des bancs de calcaires lacustres.

Les terrains quaternaires couvrent une importante superficie dans l'Atlas Saharien au sens large, constitués principalement de dépôts alluviaux parfois très épais.

2)- Cadre géologique de secteur (Fig. 2)

Djebel Amour

Représente l'un des faisceaux de L'Atlas Saharien. Il englobe l'âge Cénomano-Turonien qui est caractérisé par des dépôts de plate-forme carbonatée. Le Cénomaniens est composé de trois formations qui sont de bas en haut :

- a. Formation marneuse noirâtre intercalée de bancs calcaire;
- b. Formation marneuse à gypse caractéristique du cénomaniens;
- c. Formation des barres calcaires plus ou moins dolomitisées, riches en bioclastes avec des nodules et lits de silex.

Le Turonien est Composé de deux ensembles calcaires surmontés par une barre massive dolomitique.

La transgression cénomanienne met fin à la sédimentation continentale du Barrémo-Albo-Aptien. Le Vraconien, constitue la base des synclinaux perchés au niveau de l'Atlas Saharien Occidental.

Les Monts des Ksours :

La lithostratigraphie de cette série se résume comme suit (Bassollet, 1973 ; Douihasni, 1976 ; KaziTani, 1986 ; Delfaudet *al.*, 1973-1987 ; Ait Ouali, 1991 ; Mékahli, 1995 ; Kacemi, 2005). Le Trias affleure à la faveur des diapirs (il est reconnu sondage dans le sillon préatlasique au SE de Mécheria 1000m d'épaisseur). Il est argilo-gypso-salin accompagné d'un volcanisme tholéitique du Trias supérieur.

Le Jurassique inférieure (Lias) marin carbonaté puis marneux.

Le Jurassique moyen et supérieur caractérisé par l'installation du complexe deltaïque des Ksour, à partir du Bathonien-Callovien.

Le Crétacé inférieur qui correspond à plus de 1000m de dépôt fluviatile.

Le Crétacé supérieur est représenté à la base par des argiles gypseuses et des marnes, surmontées par des calcaires et des calcaires marneux à rudistes, le tout est d'âge Céno-mano-Turonien.

L'ensemble est coiffé en discordance par des dépôts post-turonien. Ces dépôts mal datés sont représentés par des unités continentales grés-conglomératiques (molasses). Ces dépôts précèdent les paroxysmes alpins.

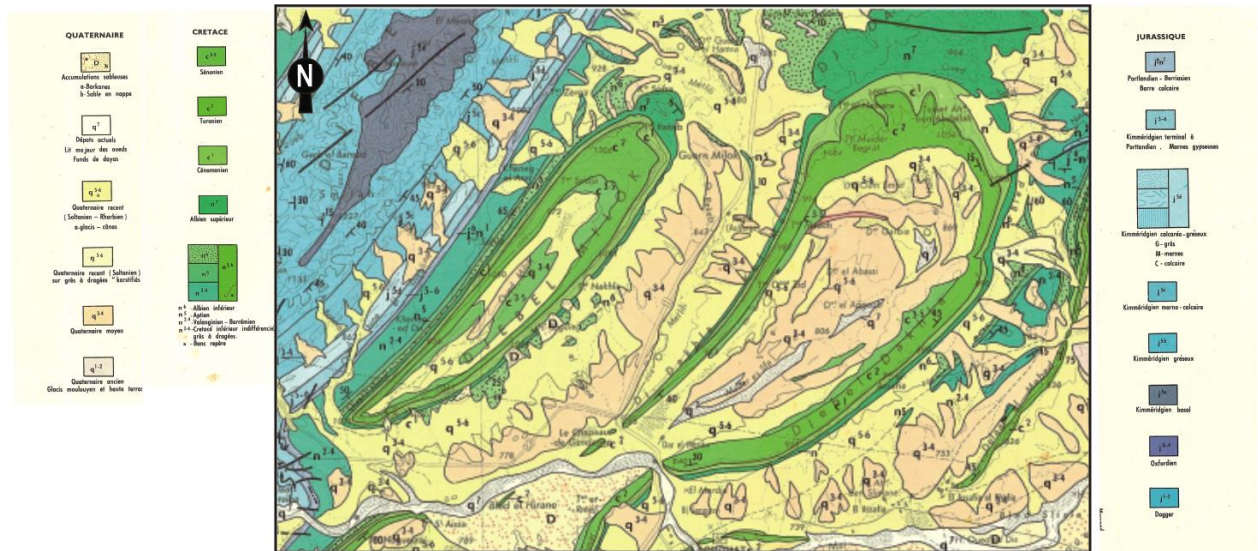


Figure. 2. Carte géologique de la région de Laghouat.

4)- Cadre structural :

L'Atlas saharien correspond à une chaîne intracratonique plissée, orientée du SW au NE, il montre deux séries détritiques: Néocomien-Barrémien et Albien inférieur, séparées par l'intervalle carbonaté de l'Aptien sur plus de 1000 km de long. Il est limité latéralement par deux grands accidents.

Accident nord-atlasique appelé également « accident sud mésétien » Cette appellation revient à Laffitte (1939). Il sépare les Hautes Plaines oranaises de Djebel Amour. Au Nord-Ouest d'El Bayadh, Il est représenté par une faille à fort rejet limitée vers le Nord-Ouest par l'anticlinal de Chebket Tikechkah et Djebel Tarf.

Accident Sud-atlasique « flexure saharienne ». Cette ligne tectonique presque continue depuis Agadir au Maroc jusqu'à Gabès en Tunisie. Il sépare la plateforme saharienne de l'Atlas Saharien. Il est né lors de la phase varisque éovisienne (Legrand, 1974).

L'Atlas Saharien est représenté d'Ouest en Est, Monts des Ksour, Dj Amour, Monts des Ouled Naïl, Ziban, Aurès et enfin les Monts de Nememcha de Tebessa et la dorsale tunisienne. Ce sont des chaînes d'âge Tertiaire, aux plis autochtones affectant la couverture du socle hercynien (Bettaheret *et al.*, 1996).

L'évolution tectonique des Monts des Ksour est caractérisée par l'acquisition de structures géologiques complexes dues à l'intervention à une tectonique d'intensive à la fin du Paléozoïque et pendant le Mésozoïque.

Le Djebel Amour fait partie de l'Atlas saharien, il est situé entre les monts des Ksour à l'ouest et ceux des Ouled Naïl à l'est. Il étend sur une centaine de kilomètres de long, du Sud-Ouest au Nord-Est, pour une largeur de 60 kilomètres, il est limité par la plate-forme saharienne au sud et les Hauts Plateaux au Nord.

5)- Histoire des travaux :

Ritter, 1902. Donna une description stratigraphique du Djebel Amour et les Monts des Ouled Naïl.

Flamand, 1911. Présenta une première synthèse stratigraphique de l'Atlas saharien occidental et des hautes plaines oranaises. Il réalisa plusieurs cartes géologiques au 1/800.000 et 1/400.000. Il distingue un Cénomaniens formé de marnes à gypse et de calcaires et un Turonien calcaéro-dolomitiques massifs. Les marnes à gypse sont placées dans le «Vraconien supérieur» .La faune citée à la base des calcaires cénomaniens est représentée par des huîtres «*Exogyraolisiponensis*» des échinides «*Heterodiademalibycum*» des lamellibranches.L'auteur a cité aussi une ammonite cénomaniens «*Neolobitesvibrayeanus*» a kheneg Namous.

Durand, 1949. Établi la carte géologique du Djebel Amour au 1/200.000. Il attribue ainsi au Portlandien les calcaires des Djebel Djahaifa, Chebka, El Mezara et El Kousia et à l'Albien les grès d'Aflou.

Cornet, 1952. Fait un relevé de carte géologique de Djebel Amour et attribua un âge Cénomaniens supérieur à la suite de la découverte d'une faune d'Ammonoïdes au Sud d'El Bayadh (Djebel Tismert).

Cornet, 1952. Apporta des modifications à l'échelle stratigraphique publiée au paravant par Flamand, 1911, ainsi qu'une analyse structurale globale. Il interpréta la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000ème où il note la diminution des terrains Jurassiques vers le Nord-Est.

Cornet *et al.*, 1953 (*in benyoucef et al.*, 2017). Attribuèrent la série de RahaZerga au Jurassique inférieur qui correspondait auparavant au Cénomaniens de Flamand, 1911.

Emberger, 1960. Donna une esquisse géologique de la partie orientale des Monts des Ouled Naïl, il a donné de nombreux détails lithologiques et stratigraphique des différentes séries.

Caratini, 1961. En étudiant les formations du Djebel Sidi Okba, il attribue aux calcaires et grès d'Aflou un âge Barrémo-Albo-Aptien.

Bassoull et Iliou, 1967. Découvrent les restes de dinosauriens, de crocodiliens et de poissons dans l'Oued Boudjihane.

En 1967, une Mission Soviétique chargée de l'étude des formations aquifères du bassin versant de l'Oued Touil dresse une carte géologique à l'échelle 1/200.000 qui confirme les travaux de Caratini. La même année Bassoull et Coumes, révisent la stratigraphie de la région. La coupe levée dans le Djebel Azreg au Nord de Laghouat leur permet d'identifier le Kimméridgien, le Portlandien et le Berriasien.

Busson, 1970. Réalisa une synthèse fondamentale sur le Mésozoïque saharien et le domaine atlasique.

Marks *et al.*, 1972. Ont publié un article sur la structure d'Ain El Harfi située près d'Aflou.

Bassoullet, 1973. Présenta sa thèse sur la stratigraphie des Monts des Ksour avec une subdivision lithostratigraphique en liaison avec l'évolution sédimentaire du bassin des Ksour, il a retracé l'histoire des Monts des Ksour durant le Mésozoïque.

Delfaud *et al.*, 1973. Mettent en évidence les grands traits de la paléogéographie de l'Algérie septentrionale durant le Mésozoïque en prenant en considération l'Atlas saharien

Delfaud, 1974. Étudie la sédimentation deltaïque ancienne de la série gréseuse des Ksour comme un modèle d'un delta de plateforme déposé dans un sillon sans pente sédimentaire. En appliquant l'analyse séquentielle, il utilisa le terme de delta ksourien pour les formations de Téniet el Klakh, Tifkirt, Djara, Aissa, Tiloula, et Tiout.

Douihassni, 1976. Compléta la partie stratigraphique de Bassoullet (1973), dans sa thèse intitulée « l'étude géologique de la région Aïn Ouarka-Bousseghoun ».

Abed & Harket, 1982. Ont réalisé de nombreux travaux concernant la lithostratigraphie et la sédimentologie du Jurassique moyen et supérieur du Djebel Mimouna (Djebel Amour).

Mahboubi, 1983. Entama une étude géologique et paléontologique du Crétacé post-aptien et du Tertiaire continental de la bordure méridionale du Djebel Amour (Atlas Saharien Central, Algérie). Il a donné des précisions stratigraphiques sur l'Albien supérieur, le Turonien

inférieur et le Tertiaire ancien (cf.1955). Sur la base des coupes établies dans la région d'El khol (Sud Est de Brézina).

Dans la même année Stamboul a réalisé une thèse de Magister sur l'étude hydrogéologique de la haute vallée du Sebgag (Djebel Amour, Atlas Saharien Central, Algérie).

KaziTani, 1986. Décrit les séries du Jurassique et du Crétacé de la région.

Nouar, 1992. En utilisant les images satellitaires, il réalisa une étude de la télédétection sur Djebel Amour.

Stamboul, 2002. Cet auteur a préparé sa thèse de doctorat sur la contribution à l'étude hydrogéologique de l'Atlas Saharien.

Kacemi, 2005. Étudié la dynamique sédimentaire de la série fin Dogger-début Crétacé; lithostratigraphie, sédimentologie, analyse et stratigraphie séquentielle, il réalise une carte géologique du secteur Ouest de l'Atlas saharien Occidental.

Mebarki *et al*, 2016. Ont présenté une étude Lithostratigraphique, paléoenvironnementales et une évolution séquentielle du Cénomano-Turonien dans le Bassin de Guir (sud-ouest de l'Algérie).

Dans la même année, Mebarki *et al*. Ont fait une autre étude biostratigraphique basée sur les Ostracodes cénomano-turonien dans l'Atlas saharien occidental et le Bassin du Guir (sud-ouest de l'Algérie).

Benyoucef *et al*, 2017. Ont présenté une étude lith-biostratigraphique et sédimentologique des terrains Cénomano-Turonien qui affleurent entre les villes de Ain Sefra et de Labiod Sidi Cheikh.

Benadla *et al*, 2019. Ont présenté une étude sur les ostracodes de la transition Cénomano-Turonien (Zone White inellaarchaeo cretacea) dans les monts ksour et Amour (Atlas saharien occidental, Algérie).

6)- But et la méthodologique :

A. But d'étude :

L'étude entamée dans la région de Laghouat a pour but la réalisation des coupe lithostratigraphique détaillés afin d'aboutir à la sédimentologie des dépôts d'âge Cénomano-Turonien et d'essayer de retracer l'histoire géologique de ce laps de temps.

B. Méthodologie :

1. Sur terrain :

Le travail de terrain se base essentiellement sur un levé de coupe détaille banc par banc. Il se base essentiellement sur la lithologie (grès ou calcaires, argiles), les figures sédimentaires hydrodynamique et biologique. Un échantillonnage systématique a été réalisé pour des lavages (micro-faune), lames minces (microfaciès) et pour les traces fossiles (ichnologie). Plusieurs photos de terrain ont été faites sur terrain comme au laboratoire.

2. Au laboratoire :

Etude plutôt descriptive au microscope polarisant de 6 lames minces: une étude pétro-sédimentaire pour déterminer la texture, la composition minéralogique, la morphoscopie, les pourcentages en minéraux, les contacts entre les grains et la classification silico-clastique. Folk 1959, Dunham 1962.

Les niveaux meubles on a 11 échantillons, traités pour déliter les marnes, et tamisés pour séparer les fractions à revoir.

























	Calcaire
	Gypse
	Argile verdâtre ou rougeâtre
	Grès
	Laminations cryptoalgaires
	Passée de microconglomérat
	Passée à dragée de quartz
	Stratifications contournées
	Laminations convolutées
	Stratifications rebroussées
	Drapages de boue
	Rides de courant
	Stratifications obliques en auge
	Stratifications obliques tangentielles
	Stratifications obliques angulaires
	Laminations obliques angulaires dans une seule direction d'écoulement
	Stratifications parallèles
	Bivalves
	Gastéropodes
	Trace d'origine marine
	Huitres
	Ammonite
	Oursin
	Galets d'argile verte

Figure.3. Liste des figurés utilisés (figures sédimentaires, lithologie et la faune).

INTRODUCTION

La première synthèse stratigraphique et la nomenclature des dépôts mésozoïques qui affleurent entre Laghouat et Béchar (Atlas saharien) ont été introduites par Bassoulet (1973): la succession sédimentaire recouvrant la Formation de Tiout du Crétacé inférieur, appelée partie supérieure du groupe « Continental intercalaire », peut être classée en trois formations lithostratigraphiques principales: la Formation d'El Rhelida (Vraconnien = Albien supérieur), la Formation de Mdaouer (Cénomaniens inférieur-moyen) et la Formation de Rhoundjaïa (Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur).

Dans le cadre du présent travail, la série du Crétacé supérieur a été étudiée à partir de trois coupes géologiques orientées selon un axe Sud-Ouest-Nord-Est, sur une distance d'environ 285 km (Fig. 4). Il s'agit de :

- La coupe de Djebel Rhelida ($X = 32^{\circ}52'10.41''N$; $Y = 0^{\circ}18'32.87''E$) ;
- La coupe du Djebel Milok ($33^{\circ}51'43.07''N$; $2^{\circ}44'11.14''E$) ;
- La coupe de Djebel Dakhla ($33^{\circ}59'17.93''N$; $3^{\circ}0'48.77''E$).



Figure. 4. Image satellitaire (d'après "Google earth") présentant la position géographique des coupes étudiées.

I) DESCRIPTION DE LA SERIE LITHOSTRATIGRAPHIQUE

A)- Coupe du Djebel Rhelida

1)- Localisation géographique de la coupe

La coupe levée au niveau du Djebel Rhelida se situe à environ 20 km ouest de la ville de Labiad Sidi Cheikh. Elle est limitée au nord par Oued Boudjihane et Djebel Es-Som ; au sud par Djebel Tismert ; à l'est par Oued Ladjraf et à l'Ouest par Oued Tafarahit (**Fig. 5**).

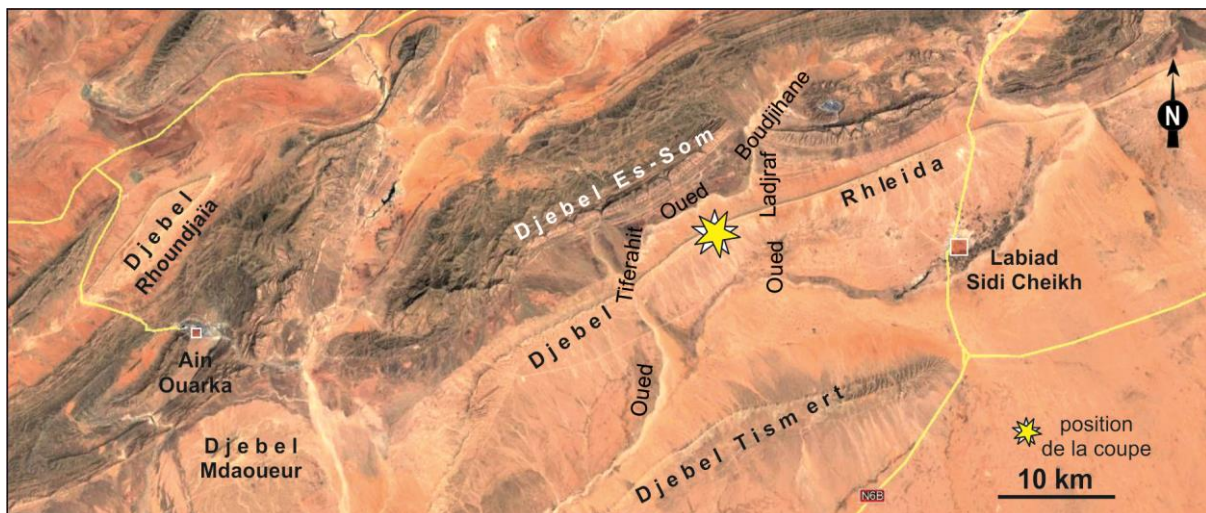


Figure. 5. Image satellitaire (d'après "Google earth") présentant la position géographique de la coupe de Djebel Rhelida.

2)- Description de la coupe de Rhelida

Coupe
Djebel Le Rhelida

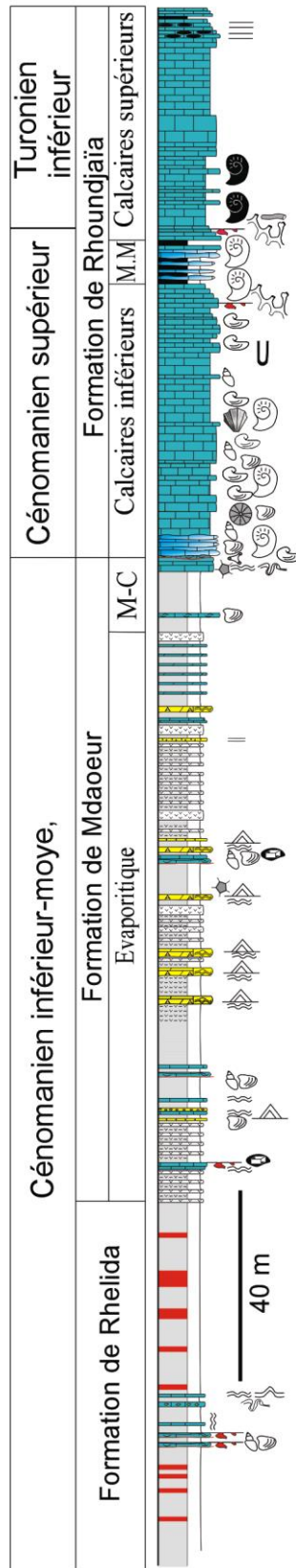


Figure. 6. Colonnes litho-stratigraphiques du Cénomano-Turonien de Djebel Rhelida.

a- La Formation de Mdaouer

La coupe de référence de la Formation de Mdaouer a été localisée à l'origine par Bassoullet (1973), autour de Djebel Mdaouer. Sa limite inférieure coïncide avec l'apparition du premier lit de gypse dans la série. Sa limite supérieure avec la Formation de Rhoundjaïa sus-jacente est très nette représentée par un brusque changement lithologique et paléo-environnemental. Ici, la Formation de Mdaouer peut être largement subdivisée en deux unités informelles:

a1)- Membre argilo-gypsifère

Ce membre correspond à la composante majeure de la Formation de Mdaouer d'épaisseur de 30m. Il est principalement composé d'argiles gypsifères non fossilifères de couleur rouge ou verdâtre, admettant des intercalations millimétriques à métriques de gypses massifs, ou parfois des lits de gypse à lamines algaires (Fig. 7D), de grès à grain fin, de dolomie à structures fenestraes, et de dolomie à moules cubiques de sel. Des intercalations de bancs calcaires bioclastiques (bivalves et gastéropodes) se trouvent aussi dans les parties médiane et supérieure de l'unité.

a2)- Membre argilo-calcaire

Il est reconnu comme un intervalle de 5 mètres d'épaisseur composé de deux bancs calcaires brunâtres à grisâtres, durs partiellement dolomités, intercalés avec des marnes jaunâtres (Fig.7B). Le banc calcaire inférieur est riche en bivalves et contient de rares moules de gastéropodes. Le banc calcaire supérieur est bien stratifié, présentant des lamines algaires et des polygones de dessiccation bien préservés (Fig. 7E). L'intervalle marneux entre les bancs de calcaires contient quelques assemblages d'Ostracodes à coquille lisse et de faible diversité (*Paracypris* cf. *dubertreti* Bassoullet et Damotte et *Pterygocythere neknaffiensis* Andreu et Ettachfini).

b. La Formation de Rhoundjaïa

La limite entre les deux formations étudiées peut être tracée dans tout l'Atlas saharien occidental en raison d'un changement de lithofaciès vertical marqué des calcaires brunâtres du membre supérieur de la Formation de Mdaouer au calcaire bioturbé et fossilifères de la Formation de Rhoundjaïa. La formation sus-jacente est couverte par des dépôts quaternaires. Nous avons identifié trois unités informelles, principalement basées sur des caractéristiques lithologiques, comme suit:

b1)- Membre des calcaires inférieurs

Il correspond à la «corniche calcaire inférieure» d'anciens auteurs. Leur base est constituée d'un mince lit de calcaire brun intensivement bioturbé (Fig. 7C) avec des réseaux de terriers de *Thalassinoides*. Sur la base de sa composition lithologique et de sa teneur faunique, le membre des calcaires inférieurs peut être subdivisé en deux parties distinctes :

La partie inférieure est principalement constituée de bancs calcaires gris (0,8–5m d'épaisseur), présentant un aspect très homogène et pseudo-nodulaire (Fig. 8A) avec des surfaces de stratification irrégulières. Il est généralement très fossilifère. Les composants fossiles sont dominés par Huîtres gryphaeidé [*Costagyaolisiponensis* Lamarck, *Ceratostreonflabellatum* (Goldfuss) et *Ilymatogyraafricana* (Lamarck)] et d'autres Bivalves [*Plicatula auresensis* Coquand, *Plicatula ferryi* Coquand, *Neithea* sp., *Granocardium productum* (Sowerby), et *Pholadomya* (*Pholadomya*) *vignesi* Lartet], Gastéropodes [Cerithiinae indet., *Cimolithium tenouklense* (Coquand), et *Tylostoma* sp.] et Echinoides [*Tetragramma variolare* (Brongniart), *Heterodiadema libycum* (Agassiz and Desor) et *Mecaster batnensis* Coquand]. L'Ammonite *Neolobites vibrayeanus* (d'Obigny) est moins abondante.

Le microfacies documente une prépondérance de composants squelettiques, un manque de grains non squelettiques. Il révèle une texture wackestone (Fig. 8B) et de packstone à valves d'ostracodes, ophiurides, foraminifères benthiques, foraminifères planctoniques, crinoïdes pélagiques (Roveacrinidaeindet.).

A Djebel El Rhelida, la partie inférieure du membre des calcaires inférieurs est coiffée d'un banc (40 cm d'épaisseur), massif, beige, riche en bivalves pectinidés du genre *Neithea* [*Neithea* (*Neithea*) *quinquecostata* Sowerby et *Neithea* (*Neithella*) *notabilis* (Münster dans Goldfuss)] (Fig.8C). Les éléments fauniques sont les Bivalves *Costagyaolisiponensis*, et *Plicatulaferryi*.

La partie supérieure du membre des calcaires inférieurs est composée d'une succession de calcaires durs bruns à gris contenant des moules internes de gastéropodes *Strombusincertus* et des Huîtres, telles que *Costagyraolisiponensis* et *Ilymatogyraafricana*. La succession présente un aspect très homogène et massif.

b2)- Membre des marnes médianes

L'unité marneuse moyenne varie en épaisseur de moins de 8 m à Djebel El Rhelida (présent travail) à plus de 25 m au Djebel Rhoundjaïa et au Djebel Mdaouer (Bassoulet, 1973). Elle se compose d'une alternance de marnes fossilifères blanches à jaunâtres avec cinq bancs (0,50 à 0.8) calcaires bioclastiques riches en Ammonites [*Vascocerasgamai* Choffat) et moules internes de gastéropodes, en particulier *Tylostomacossini* Thomas et Péron (Fig. 8D), et de rares Bivalves et Echinides d'une texture wackestone à foraminifères planctoniques et benthoniques, valves d'Ostracodes, Osselets d'Ophiurides, Crinoïdes pélagiques, calcisphères, plaques d'Echinoderme, Gastéropodes et fragments de Bivalves (Fig. 9A).

Les intercalations marneuses ont livré d'abondants foraminifères benthoniques, des foraminifères planctoniques (*Heterohelix*) et des valves d'Ostracodes très bien conservées.



Figure. 8. A, Calcaires à aspect très homogène et pseudo-nodulaire. B, Calcaire laminé à faune pélagique. C, calcaire massif à bivalve du genre *Neithea*. D, calcaire bioclastique à moules internes de gastéropodes *Tylostomacossini*.

b3)- Membre des calcaires supérieurs

Ce membre est bien développé au Djebel El Rhelida et mesure environ 50 m d'épaisseur. Il est entièrement constitué de carbonates présentant des variations verticales du contenu faunique et de la stratonomie. Il peut être divisé en trois parties distinctes:

La partie basale de cette unité mesure environ 18 m d'épaisseur. Il se compose principalement d'un calcaire gris, jaune à crème, dur, qui contient des Ammonites aplaties [*Vascoceratidae*, *Pseudotissotianigeriensis* (Woods) et *Choffaticerassinaiticum* Douvillé]. Avec une texture wackestone à rares Foraminifères benthiques, à Foraminifères planctoniques (hétérohélicides et hedbergellidés), valves d'Ostracodes, calcisphères, Crinoïdes pélagiques (*Roveacrinus* sp.), Ophiurides et divers bioclastes d'Echinoderme (plaques et épines), bivalves et Gastéropodes.

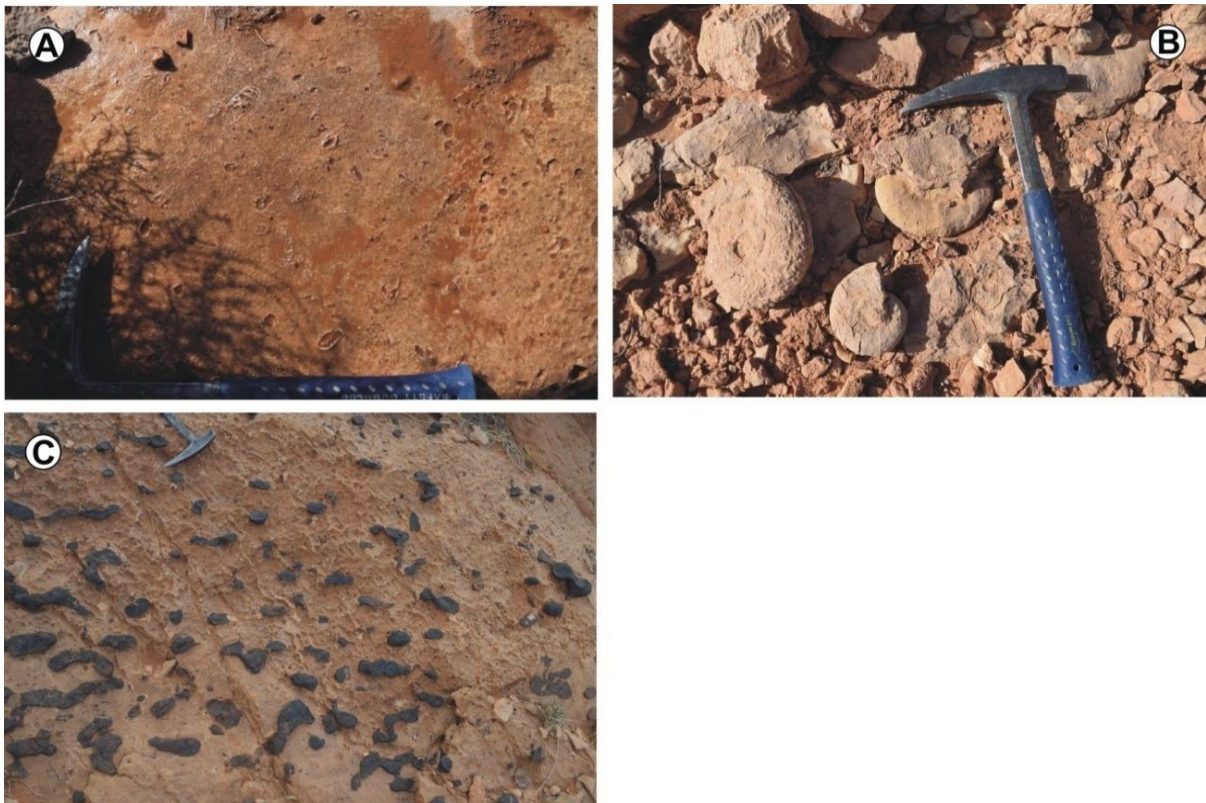


Figure 9. **A**, surface de banc calcaire à rares Bivalves et Echinides. **B**, calcaire stratifié à Ammonites. **C**, calcaire à silex.

La partie médiane est d'environ 22m d'épaisseur, elle est principalement composée de calcaire jaune brunâtre, très dur, dépourvu de macrofossiles à l'exception de quelques débris Bivalves.

La partie supérieure du dernier membre est d'environ 10m d'épaisseur, elle se compose principalement de minces couches de calcaires stratifiés gris foncés à bleuâtres à Ammonites de petites tailles (Fig. 9B) et présentant de fines bandes continues de silex. (Fig. 9C).

B)- Coupe du Djebel Milok

1)- Localisation géographique de la coupe

Cette coupe se situe à l'extrême partie Sud-Ouest du Djebel Milok, à quelques centaines de kilomètres du bord de la route nationale RN 23. Elle est limitée au nord par Djebel El Azreg, au Sud par la plaine de Metlili, et à l'Ouest par Oued Metlili (Fig. 10).



Figure. 10. Image satellitaire (d'après "Google earth") présentant la position géographique de la coupe de Djebel Milok.

2)- Description de la coupe

Selon la nature lithologique, on peut subdivisée la coupe de Djebel Milok en deux formations bien distinctes (Fig. 2.3, 2.4) :

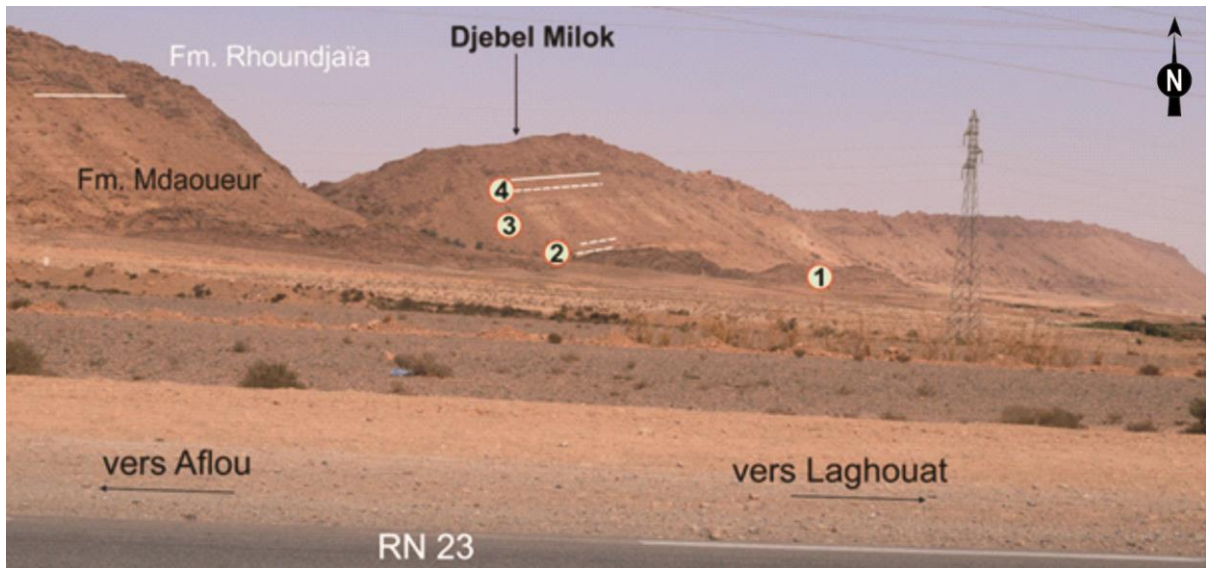


Figure. 11. Vue panoramique présente les formations lithostratigraphiques du Djebel Milok. 1, barre gréseuse. 2, alternance argilo-calcaire. 3, alternance argilo-gypsifère. 4, calcaires à lamines algaires.

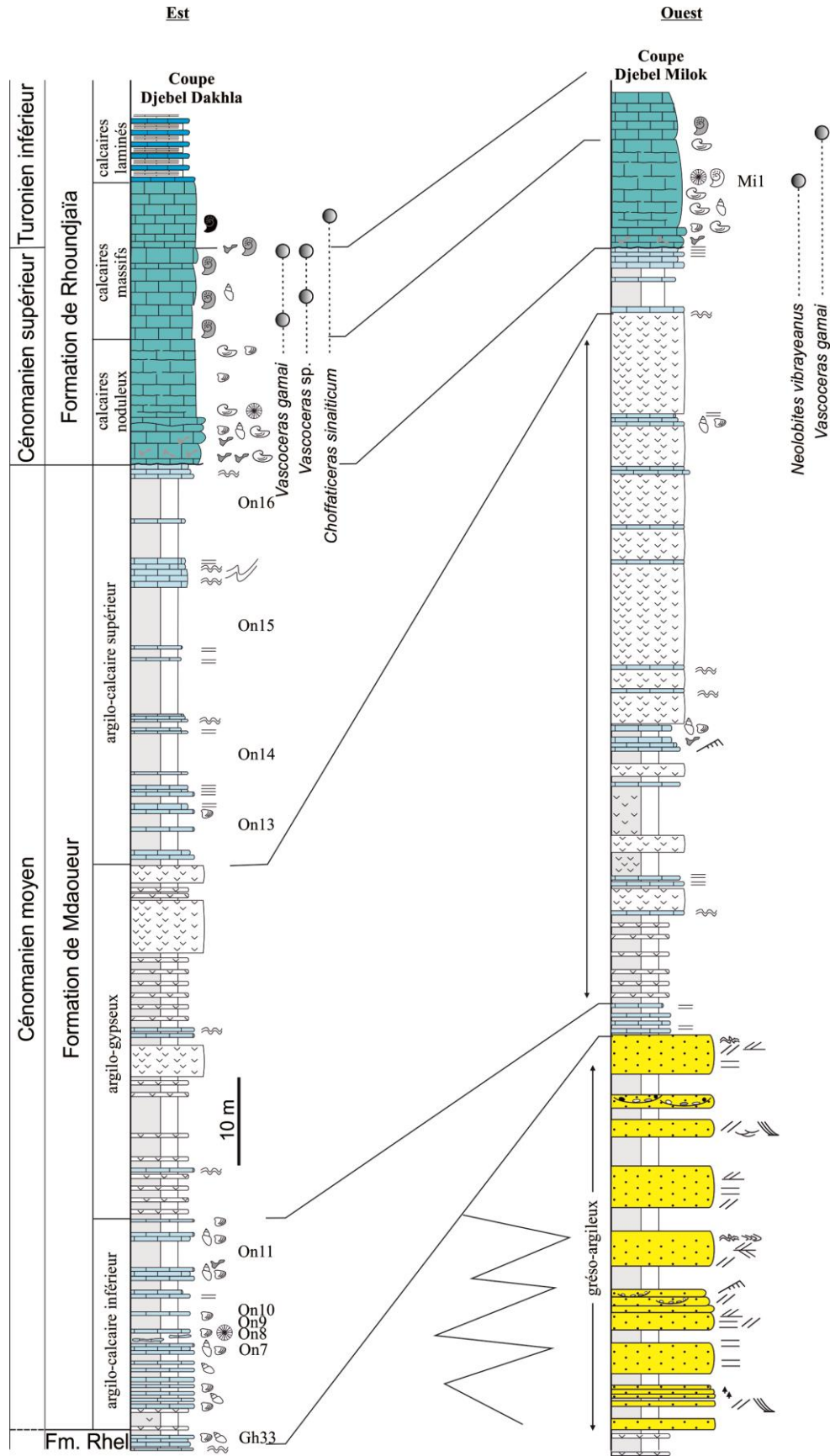


Figure. 12. Colonnes litho-stratigraphiques du Cénomano-Turonien des Djebel Milok et Djebel Dakhla.

a)- La Formation de Mdaouer

A l'extrémité occidentale du Djebel Milok, la base de la Formation de Mdaouer est recouverte par une plaine agricole. Cette formation peut être divisée en quatre membres bien distincts (Fig. 11, 12):

a1)- Membre grés-argileux (45 m)

Ce membre dont l'épaisseur est estimée entre 40 et 45 m n'affleure plus au-delà de Djebel Milok. Il est formé d'une alternance rougeâtre, dépourvue de faune, de bancs grésieux (0.20-6 m) avec des argiles (0.8-4 m) (Fig. 13A). Les bancs grésieux montrent une géométrie chenalisée. Leur interface présente des stratifications planes, des stratifications obliques angulaires ou tangentielles, des stratifications en auge de grande ampleur, des stratifications rebroussées et convolutées (Fig. 13B-E). La surface sommitale des bancs montre des rides de courant asymétriques. Les stratifications obliques montrent parfois un sens opposé du paléocourant.

Certains bancs grésieux à stratifications horizontales sont soulignés par une alternance de lamines de 1-4 cm d'épaisseur de matériel sableux grossier et de matériel plus fin, engendrant un granoclassement répétitif.

Le faciès grésieux peut être intercalé par des lits micro-conglomératiques, d'épaisseur décimétrique, et dépourvus de structures physiques internes. Les fragments constituant la fabrique sont des argiles subanguleux à bien arrondis avec des dimensions entre 0.2 et 3 cm. Ils ne montrent aucune orientation particulière et ou un granoclassement (Fig. 13F).

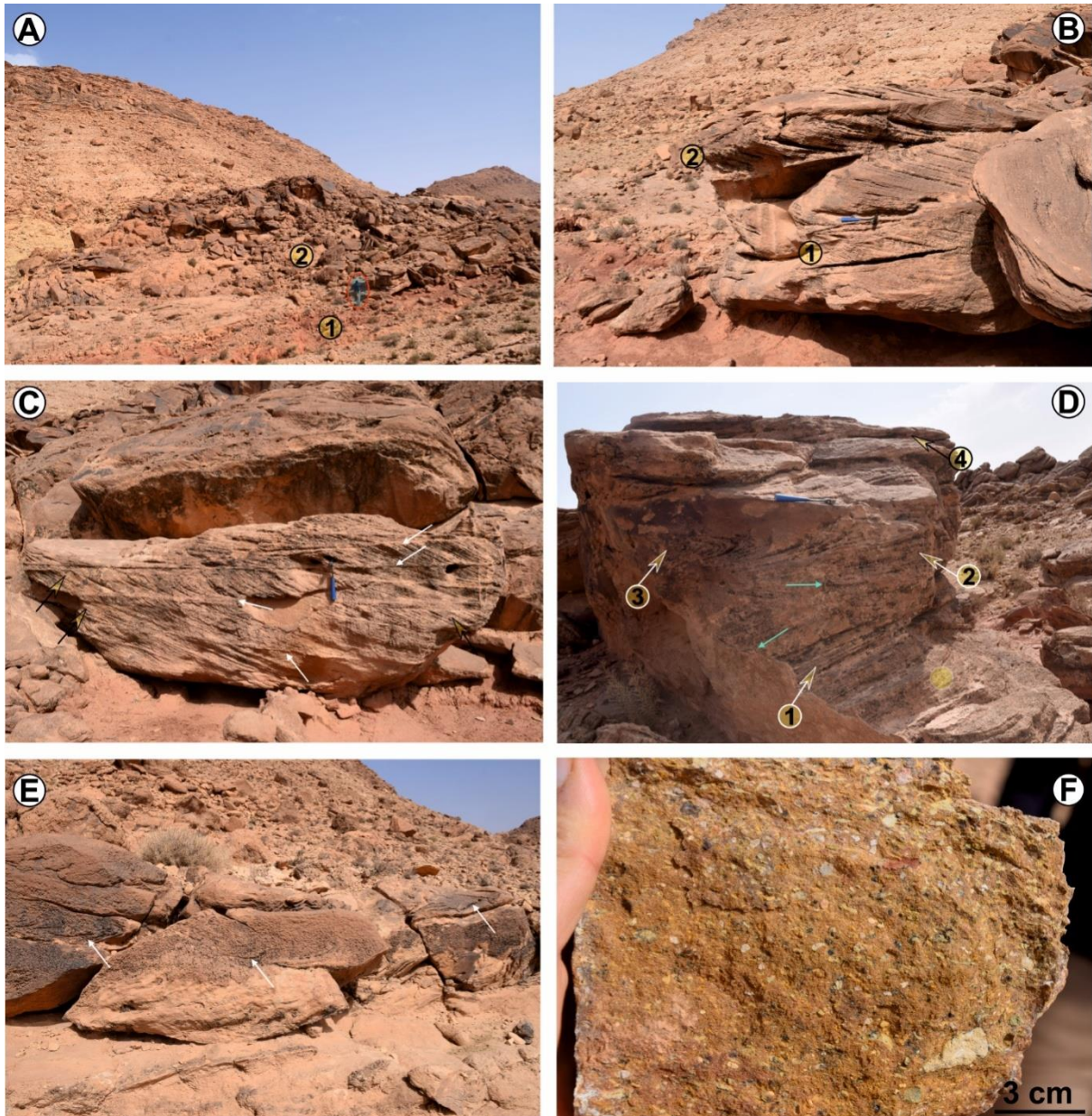


Figure. 13. Photos de terrain présentent les principaux caractères lithologiques du membre grés-argileux. **A**, Barre formée d'alternance d'argile (1) et de bancs gréseux (2). **B**, Banc gréseux à stratifications obliques angulaires (1) et stratifications rebroussées (2). **C**, Banc gréseux à laminations obliques angulaires interrompues par des surfaces de réactivation (flèches). **D**, Banc gréseux à stratifications obliques angulaires (1) surmontées par des stratifications à sens de courant opposés (2, voir flèches), stratifications rebroussées (3) et stratifications planes et parallèles (4). **E**, Banc gréseux à laminations convolutées au sommet du membre grés-argileux. **F**, Banc gréseux à galets anguleux dominés par une lithologie d'argiles verdâtres.

a2)- Membre argilo-calcaire inférieur (10 m)

Ce membre se présente en faible épaisseur par rapport à la coupe du Djebel Dakhla, sous forme d'une alternance d'argiles verdâtres avec des bancs calcaires dolomitiques à lamines crypto-algaires planes.

a3)- Membre argilo-gypseux (80 m)

Il correspond un ensemble argilo-gypsifère verdâtre avec de rares bancs minces de calcaires dolomitiques massifs, de calcaires à lamines algaires et de calcaires bioclastiques. La surface basale d'un banc calcaire offre un réseau horizontal formé de terriers attribués à l'ichnogène *Thalassinoides*. Les bancs gypseux sont fibreux ou laminés, montrant une épaisseur centimétrique à décimétriques et une bonne continuité latérale.

a4)- Membre argilo-calcaire supérieur (10 m)

Il est formé de bancs calcaires à lamines algaires planes ou rubanées intercalés de deux vires argileuses verdâtres. Le contact supérieur du membre est une surface irrégulière limitant la Formation de Rhoundjaïa.

b)- La Formation de Rhoundjaïa

Vue l'accès difficile, seulement la partie basale de la formation qui a été étudiée à Djebel Milok. Elle est composée de deux parties: La partie inférieure (12 m) est une masse grisâtre de calcaire bioclastique à Oursin, Gastéropodes, Bivalves et de rares Ammonites (*Neolobites vibrayanus*); la partie supérieure est une succession de bancs calcaires massifs livrant trois exemplaires de *Vascoceras gamai*.

C)- Coupe du Djebel Dakhla

1)- Localisation géographique de la coupe

Cette coupe se situe sur le flanc nord-est du Djebel Dakhla, à environ 20 km nord-nord-est de la ville de Laghouat. Elle est limitée au nord par Djebel Dahouane et Oued Selj, à l'est par Bled Naouamis, au sud par Dait Oum Smiet (Fig. 14).

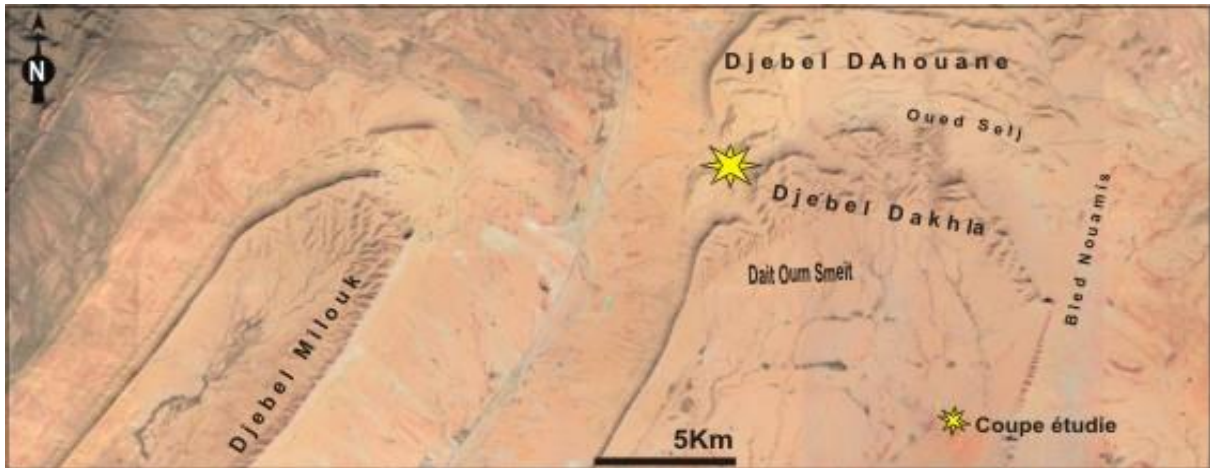


Figure. 14. Image satellitaire (d'après "Google earth") présentant la localisation de la coupe de Djebel Dakhla.

2)- Description de la coupe

La coupe levée à Djebel Dakhla regroupe deux formations lithostratigraphiques (Figs. 12, 15):

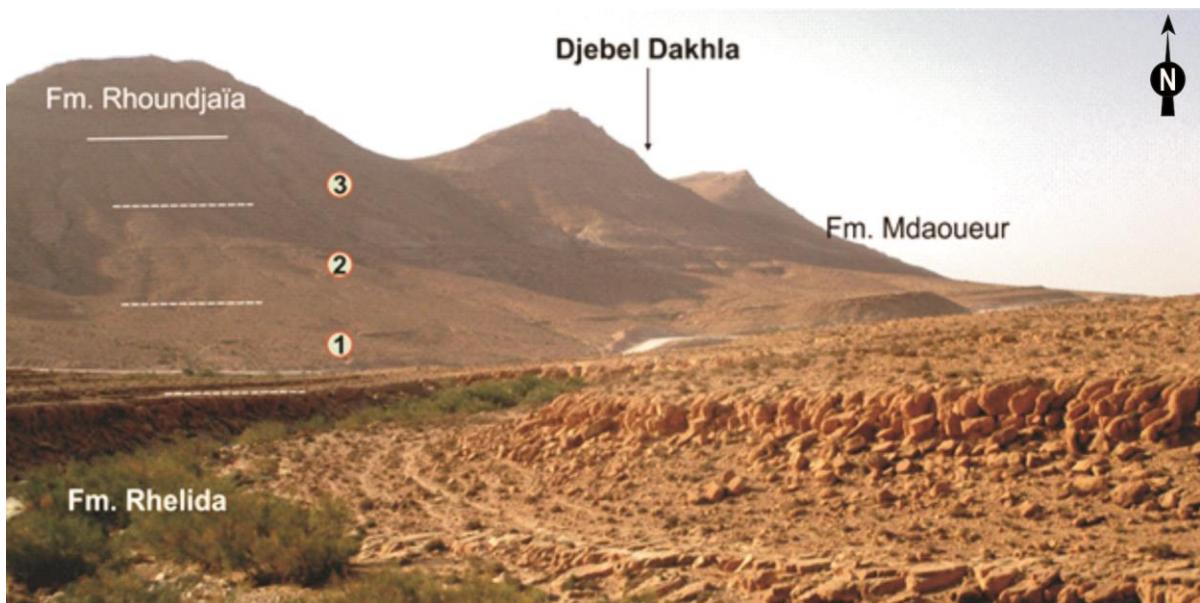


Figure. 15. Panorama présente les différents ensembles lithostratigraphiques de la coupe de Djebel Dakhla. 1 et 3, alternance argilo-calcaire. 2, alternance argilo-gypseuse.

a)- La Formation de Mdaouer

Cette formation débute sous le premier niveau gypseux qui apparaît dans la série et se termine sous les calcaires bioturbés qui marquent la base de la Formation de Rhoundjaïa. Selon les caractères lithologiques et stratigraphiques, cette formation peut être subdivisée en trois membres :

a1)- Membre argilo-calcaire inférieur (24 m)

Cette unité litho-stratigraphique est composée d'une alternance d'argiles verdâtres (0.20 à 3 m d'épaisseur) avec des bancs (de 0.10 à 0.60 m d'épaisseur) de calcaires beiges à jaunâtres, bioclastiques à Bivalves et Gastéropodes (Fig. 16A). Cette faune s'organise à l'intérieur du banc sous forme de séquences grano-décroissantes et à base érosive (Fig. 16B). La surface sommitale des bancs est modelée par des rides de courant asymétriques et peut remanier une concentration d'oursins et de pectens de petite taille.

Les argiles verdâtres peuvent être intercalées aussi par des bancs de calcaires à lamines algaires planes (Fig. 16C) par un banc calcaire bioturbé par des terriers ramifiés de l'ichno genre *Thalassinoides*.

Les résidus des lavages ont révélé des grains de quartz de la taille de sable émoussés luisants (EL).

a2)- Membre argilo-gypseux (40 m)

Ce membre consiste en une alternance d'argiles gypsifères verdâtres ou rougeâtres (0.20-3m) avec des bancs gypseux (Fig. 16D) d'épaisseur centimétrique à métrique (0.03m à 6m). Ils s'intercalent aussi de rares bancs gypso-calcaires à lamines algaires planes ou ondulés présentant des structures en tente indienne (*tepee*) (Fig.17A).

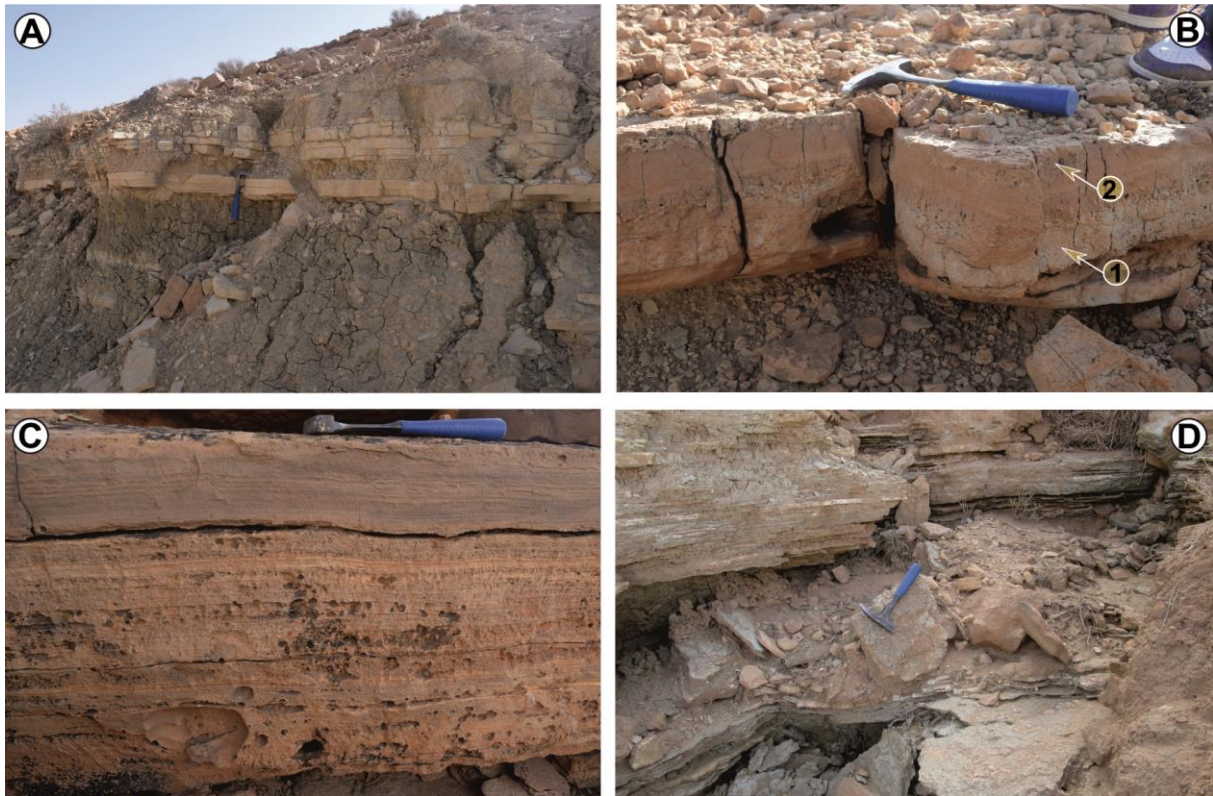


Figure. 16. **A**, Panorama montrant une alternance argilo-calcaire à base de la Formation de Mdaouer. **B**, Calcaire dolomitique présentant deux passées (1 et 2) riches en bivalves et gastéropodes. **C**, Calcaire dolomitique à lamines algaires planes et ondulées. **D**, Vue de détail d'une alternance d'argile avec des bancs gypseux.

a3)- Membre argilo-calcaire supérieur (46 m)

Ce membre correspond à une alternance d'argiles (0.20-5 m) verdâtres avec des bancs de calcaire (0.10-0.80 m) à lamines algaires planes et ondulées. Certains bancs calcaires sont affectés par des *slumps* (Fig.16B).

b)- La Formation de Rhoundjaïa

Cette formation a été définie par Bassoulet (1973), dans le Djebel Rhoundjaïa (région d'Ain Ouarka). Elle débute avec l'apparition du premier niveau calcaire qui surmonte la Formation de Mdaouer et se termine sous les dépôts quaternaires (ou Eocène, voir Mennad *et al.*, 2021). Elle peut être divisée dans le secteur de Sidi Tayfor en deux membres informels :

Sur la base des caractéristiques lithologiques paléontologiques et stratigraphiques, la Formation de Rhoundjaïa est divisée dans le Djebel Dakhla, en trois membres informels :

b1)- Membre des calcaires noduleux

Ce membre est d'environ 11 m d'épaisseur, il succède à la dalle calcaire à lamines algaires qui coiffe la Formation de Mdaouer. La base du membre est un banc calcaire bioturbé par des *Thalassinoides* et à fragments d'huîtres du genre *Exogyra*. Ce banc calcaire bioturbé est surmonté par une succession de bancs calcaires décimétriques à métriques, de couleur beige à grisâtre, noduleux à pseudonoduleux, renfermant des Bivalves [*Plicatulaaurensensis* Coquand, *Pferryi* (Coquand), *Granocardiumproductum* (Sowerby), *Arcticapicteti* (Coquand), *Paraseafaba* (Sowerby), *Pholadomyavignesi* Lartet], Huîtres [*ostagyaolisiponensis* (Sharpe), *Ceratostreonflabellatum* (Goldfuss), *Curvostreorouvillei* (Coquand), *Ilymatogyraafricana* (Lamarck)], gastéropodes [*Aporrhaisdutrugi* (Coquand), *Harpagodesheberti* (Thomas & Péron), *Cimolithiumtenouklense* (Coquand)], et Echinoides [*Heterodiademalibycum* (Desor), *Tetragrammavariolare* (Brongniart), *Mecasterbatnensis* (Coquand)].

Ce membre est corrélable avec le Membre des Calcaires inférieurs qui affleure dans la partie occidentale des Monts des Ksour (Bassoullet, 1973; Benyoucef *et al.*, 2017).

b2)- Membre des calcaires massifs

Il fait environs 13 m d'épaisseur, il correspond à des bancs calcaires massifs, de couleur brunâtre à la patine, grisâtre à la cassure, d'épaisseur métrique et renfermant des Ammonites (*Vascoceras gamai*, *Vascoceras* sp, (Fig.17C), des Gastéropodes [*Tylostomaglobosum* Sharpe, and *Tpallaryi* (Péron & Fourtau)] et des valves d'Ostréidés indéterminés.

b3)- Membre des calcaires laminé

A l'extrémité orientale du Djebel Dakhla, ce membre présente environ 6 m d'épaisseur. Il est composé de bancs calcaires centimétriques, en plaquettes (Fig.17D), de teinte brunâtre à la patine, gris foncé à la cassure et contenant des fantômes d'Ammonites.

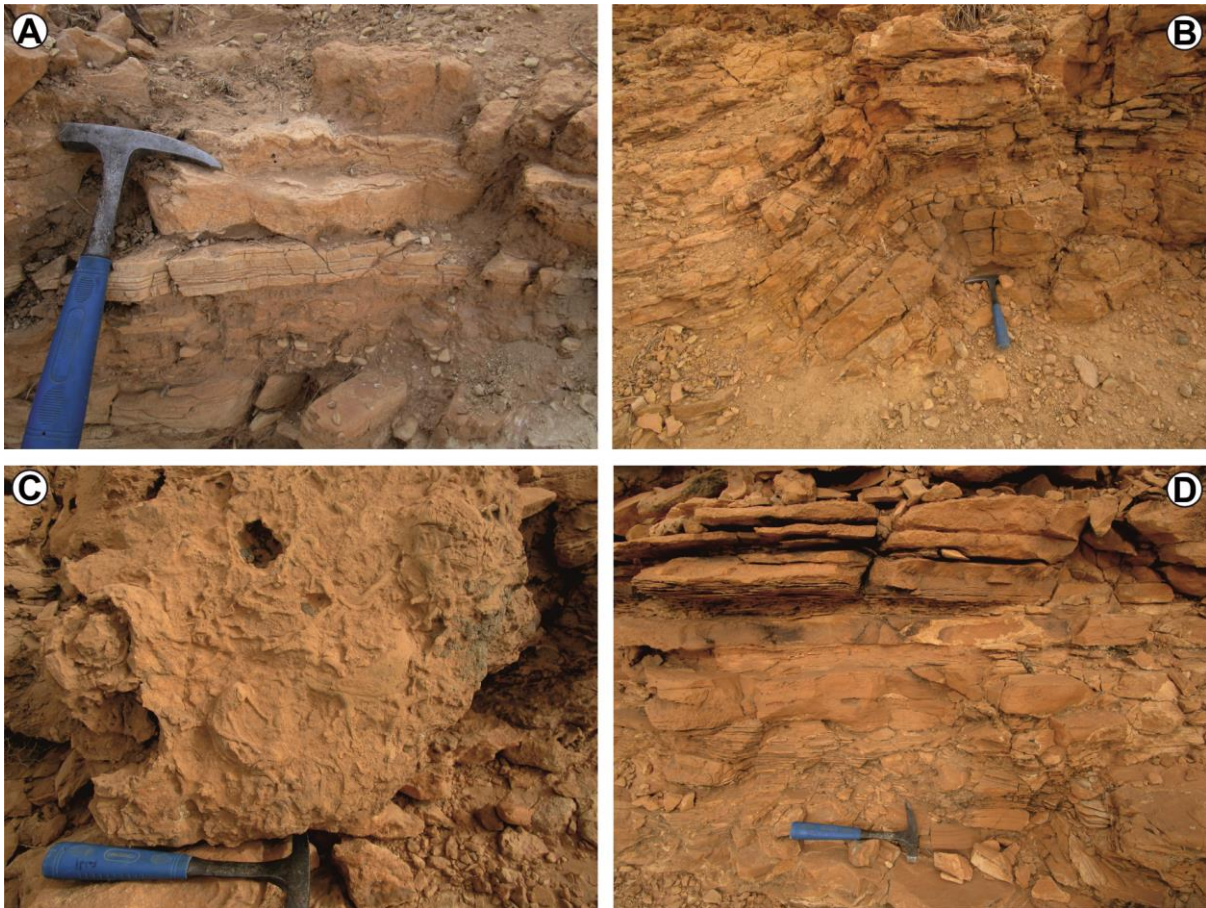


Figure. 17. A, Présentation photographique de banc calcaire à lamine gypso-algaire entente indienne. B, Calcaire slumpé au sommet de la Formation de Mdaouer. C, Calcaire bioturbé à ammonites (*Vascoceras*). D, Calcaires en bancs centimétriques (sommet de la Formation de Rhoundjaïa).

II)- ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE :

La présence des vertébrés (*Spinosaurus aegyptiacus*, *Onchopristis numidus*, *Ceratodus africanus*, cf. *Bawitius*, *Lepidotes* sp.) au sommet de la Formation de Garet el Hemmam (RezkEllah, en cours) a permis d'attribuer ces niveaux détritiques au Cénomaniens inférieur par comparaison avec la Formation de Tiout dans les Monts des Ksour (Bassoullet, 1973), la Formation des Grès rouges dans la région de Béchar (Benyoucef *et al.*, 2015), la série de Djoua dans le Sahara (Gabani *et al.*, 2016) et les couches de Kem Kem au Maroc (Cavin *et al.*, 2010).

Faute de marqueurs bio-stratigraphiques, la datation de la Formation de Mdaouer est indirecte. Cette formation sus-jacente à la Formation de Garet el Hemmam et la Formation de

Dahouane (Cénomaniens inférieur Cénomaniens moyen) et sous-jacente aux calcaires à *Neolobites* (partie basale du Cénomaniens supérieur) serait par conséquent Cénomaniens inférieur à moyen.

Par comparaison avec les travaux effectués dans la marge méridionale de la Téthys et en particulier dans le plateau du Tinrhert (Amédéo, 1996 ; Zaoui *et al.*, 2018), la présence des Ammonites a permis de préciser l'âge de la Formation de Rhoundjaïa. Ces Ammonites peuvent être réparties en deux zones d'âge Cénomaniens supérieur et une zone du Turonien inférieur (Tableau. 1)

Etage	Zonation		<i>Neolobites vibrayeanus</i> <i>Vascoceras gamai</i> <i>Choffaticeras sinaiticum</i>
	Zone	Souzone	
TURONIEN INFÉRIEUR	M. nodosoides	Mammites nodosoides	
		V.(G.) birchbyi (?= T.rollandi) (?= W.coloradoense)	
	W. coloradoense	Pseudaspidoceras flexuosum	
		Watinoceras devonense	
CENOMANIEN SUPÉRIEUR	N. juddii	Nigericeras scotti	
		Neocardioceras juddii	
	M. geslinianum = S. gracile s.l.	Burroceras clydense	
		Sciponoceras gracile	
	C. guerangeri	Metoicoceras mosbyense	
Calyoceras canitaurinum			

Tableau. 1. Tableau présentant la répartition bio-stratigraphique des Ammonites de la Formation de Rhoundjaïa.

- La présence de l'espèce indexe *Neolobites vibrayeanus* D'Orbigny marque la base de la Zone à *Calycoceras guerangeri* (sous-Zone à *Calycoceras canitaurinum*). Au point de vue lithologique cette zone coïncide avec la partie basale de la Formation de Rhoundjaïa;
- La Zone à *Neocardioceras juddii* est bien représentée dans la partie médiane de la Formation de Rhoundjaïa par la présence de l'Ammonite *Vascoceras gamai* Choffat ;
- Les calcaires lités qui marquent la partie sommitale de la Formation de Rhoundjaïa renferment un exemplaire de *Choffaticeras sinaiticum* (Douvillé, 1928). Cette Ammonite indique la Zone à *Watinoceras coloradoense* du Turonien inférieur non basal.

INTRODUCTION

Ce chapitre est une analyse faciologique des dépôts du Crétacé supérieur de la région de Laghouat.

Le terme de faciès a été introduit par Stenon, 1669, il a été développé par Gressly, 1838. Généralement un seul faciès sédimentaire n'est pas déterminant d'un milieu de dépôt donné, il faut l'association de plusieurs faciès pour définir ces milieux considérés.

La détermination des faciès se base sur certains caractères sédimentologiques et paléontologiques, à savoir, la lithologie (lithofaciès), la granulométrie, la couleur (chromofaciès), la texture, les surfaces de contact, l'épaisseur des couches, la géométrie, le contenu paléontologique (biofaciès) et ichnologique (ichnofaciès), et les structures hydrodynamiques.

I)- DESCRIPTION ET INTERPRETATION DES FACIES

Les nouvelles observations de terrain recueillies lors de notre mission de prospection (Mars 2021) permettent de définir de manière détaillée les mécanismes et l'organisation des dépôts des terrains Cénomano-Turonien qui affleurent dans région de Laghouat et la région de Labiad Sidi Cheikh grâce à la sédimentologie de faciès. Cette approche a permis la reconnaissance de sept faciès sédimentaires types, ils sont numérotés de FT 1 à FT 7.

A)- FT. 1. Gypses

Ce faciès est repéré au début de la Formation de Mdaouer (Fig. 7D), sous forme de bancs centimétriques à métriques, dépourvu de faune, d'une couleur grisâtre, beige ou blanchâtre. Il se développe sous des aspects laminés ou massifs et se trouve intercalé dans les argiles rouges ou verdâtres.

Le dépôt de ce faciès est dû à la précipitation évaporitique lors des périodes sèches et arides, dans un environnement de plaine côtière ou de plate-forme péritidale au sens de Pratt *et al.*, (1992), et Wright & Burchette (1996), analogue à une sebkha qui occupe l'étage supratidal à intertidal supérieur.

Dans la région d'étude, le faciès gypseux peut être divisé en deux sous-faciès distincts :

1)- FT 1 a : Gypses laminés (Fig. 17A)

Ce sous-faciès est représenté par des bancs gypseux d'épaisseur décimétrique, admettant des alternances millimétriques entre des lamines sombres et des lamines claires. Cette structure laminée, dite aussi varvée, est fréquemment observée dans les bassins salés modernes et anciens (Warren, 1982, 1999 ; Geisler-Cussy, 1986). Les lamines plus claires sont attribuées à la croissance des cristaux gypseux liés à la saison sèche, qui se déroule en période d'émersion certaine, et à l'homogénéisation de la colonne des saumures, tandis que les lamines foncées sont des cristaux de gypse enrichis par des inclusions floconneuses, peuvent être rapportées à la saison humide.

2)- FT 1 b : Gypse à lamines algaires (Fig. 16C)

Ce sous-faciès est déposé en strates centimétriques à lamines stromatolithiques continues, planaires ou ondulées. Ces lamines sont intercalées au sein de l'argile à gypse verdâtre ou rougeâtre. Les lamines cryptoalgaires peuvent évoluer en structures en tente indienne (« *tepees* »). Ils représentent des événements de dépôt spécifiques liés au développement et à la gypsification des tapis microbiens, ainsi que des fluctuations périodiques dans la salinité : les chutes de salinité favorisent le développement des communautés microbiennes benthiques (cyanobactérie), tandis que les élévations de salinité ont mené à la gypsification des tapis algaires accrus (Babel, 2000). Ces fluctuations de salinité sont liées soit à des conditions atmosphériques (précipitation et aridité), soit à des conditions d'émersion et d'inondation (dynamique tidale) sur les surfaces sédimentaires coincées entre intertidal haut et le supratidal.

B)- FT 2 Calcaires :

Ce faciès peut être subdivisé en neuf sous-faciès :

1)- FT 2 a : Calcaires bioclastiques à faune monospécifique

Ce sous-faciès est identifié dans la partie médiane et supérieure de la Formation de Mdaouer sous forme de bancs centimétriques, d'une couleur blanchâtre, de calcaires bioclastiques à accumulation de nombreux fragments de gastéropodes monospécifiques (*Gyroidessp.*). Ces bancs sont intercalés dans des argiles gypsifères et présentent une texture packstone qui reflète un environnement d'une énergie moyenne à forte. Il témoigne d'une sédimentation de plate-forme péritidale, subie épisodiquement des élévations brutales du niveau de la mer liées à des tempêtes.

2)- FT 2 b : Calcaires à structures en *tepee* (Fig. 15A)

Ce sous-faciès a été repéré dans la Formation de Mdaouer, sous forme de bancs d'épaisseur centimétrique, présentant des lamines stromatolithiques en structures ondulées ou pliées. Ce sous-faciès de calcaire à laminations algaires qui apparaissent comme des plis brisés, en tente indienne ou on «V» inversé. Il sont interprétées comme des *Tepees*, terme introduit pour la première fois par Adam et Frenzel (1950).

Les structures sédimentaires en "*Tepees*" sont le produit d'une lithification synsédimentaire de sédiments carbonatés ayant subis une exposition subaérienne. Certains auteurs expliquent l'origine de ces figures par la dessiccation, la dilatation thermique et la contraction de la boue carbonatée (Inden & Moore, 1983 ; Tucker & Wright, 1990; Pratt *et al*, 1992). Pratt *et al.* (2002), interprètent les *tepees* comme étant des séismites.

Les calcaires à structures en « *tepees* » sont communs dans les successions carbonatées de "tidal-flat" et des platesformes côtières tropicales.

3)- FT 2 c: Calcaires à lamines algaires (Fig. 16C)

Ce sous-faciès est enregistré dans la Formation de Mdaouer (Fig. 16C), sous forme de dalles calcaires à lamines algaires, planes à ondulées, d'épaisseur centimétrique à millimétrique, d'une couleur beige brunâtre.

Les lamines algaires évoquent l'activité des cyanobactéries vivant en communautés complexes et interprétées, de manière similaire à la lamination cryptoalgale actuelle (Golfe parisien, persique et des Bahamas), comme des tapis algaires stromatolithiques caractéristiques de la zone coincée entre l'intertidal haut et le supratidal (Logan *et al.*, 1964 ; Laporte, 1967 ; Bathurst, 1971; Ginsburg, 1975; Purser, 1980; Shinn, 1983; James, 1984a,b; Scholle *et al.*, 1983; Chaodumrong & Rao, 1992).

4)- FT 2 d : Calcaires bioturbés (Fig. 16C)

Ce Sous-faciès a été rencontré au sommet de Formations de Mdaouer et à la base de la Formation de Rhondjaïa (Fig. 17C). Il correspond à des bancs calcaires massifs, d'épaisseur centimétrique à métrique. Le contenu ichnologique est dominé par des terriers de type *Thalassinoides*.

L'abondance des traces de *Thalassinoides* dans des calcaires de texture mudstone-wackestone indique un substrat boueux de type *softground*, des eaux oxygénées, à salinité normale et un taux de sédimentation faible (Frey & Pemberton, 1984; Coffey & Read, 2004). Le milieu de dépôt pourrait être margino-littoral à littoral (Benyoucef et Meister 2015).

5)- FT 2 e : Calcaires à structures en *slumps* (Fig. 17B)

Ce sous-faciès souligne la partie terminale de la la Formation de Mdaouer (Fig. 17B) qui affleure à Djebel Dakhla, il est représenté par des bancs calcaires d'épaisseur centimétrique, présentant des plissements encadrés par des bancs non-déformés. Il s'agit d'une structure de type « *slump* ».

Ces structures sont interprétées comme étant des séismites (*soft-sediment de formation structures, SSDS*). Selon Moretti & Sabato (2007), les chocs sismiques peuvent engendrés des déséquilibres gravitaires.

6)- FT 2 f : Calcaires dolomitiques (Fig. 16B)

Ce sous-faciès caractérise la partie médiane de la Formation de Mdaouer, en bancs minces de calcaires dolomitiques massifs alternant avec un ensemble argilo-gypsifère.

Par analogie avec les environnements actuels spécialement dans le golfe persique, Purser, 1983), attribue ce type de faciès à des milieux supra littoraux en climat aride (Sebkha). La dolomitisation indique également un échange faible de l'eau avec l'océan ouvert et une élévation concomitante de la salinité (Sass & Bein, 1982).

7)- FT 2g: Calcaires pseudonoduleux à faune benthique et pélagique (Fig. 8A)

Ce sous-faciès marque la partie inférieure de la Formation de Rhoundjaïa (Fig. 8A). Il se compose de bancs calcaires beige à grisâtre à texture mudstone-wackestone, d'épaisseur décimétrique à métrique, montrant un aspect très homogène et pseudo-noduleux. Il est généralement très fossilifère, dont le contenu paléontologique est composé d'ammonites, de bivalves, d'huîtres, de gastéropodes et d'échinoïdes.

L'abondance de la faune benthique et pélagique et la texture wackestone indiquent que le dépôt du sous-faciès FT 2g se fait dans un milieu marin ouvert, au-dessous de la limite d'action des vagues de tempêtes.

8)- FT 2 h: Calcaires laminés à faune pélagique

Ce sous-faciès marque la partie supérieure de la Formation de Roundjaïa (Fig. 8B), sous forme de bancs calcaires pluricentimétriques à pluridécimétriques *laminés*, d'une couleur brunâtre à la patine, gris foncé à la cassure, de texture wackestone à ammonites et micro-faunes pélagiques (foraminifères planctoniques, rovéacrinides, calcisphères et spicules de spongiaires).

Le contenu paléontologique et la texture du sous-faciès FT 2 g attestent d'un milieu de dépôt marin ouvert.

9)- FT 2 i : Calcaires massifs

Ce sous-faciès caractérise la partie médiane et supérieure de la Formation de Roundjaïa, il correspond à des bancs calcaires de couleur brunâtre à la patine, grisâtre à la cassure, et d'une épaisseur décimétrique à métrique. Le contenu paléontologique de ce sous-faciès est formé d'ammonites, de gastropodes et de bivalves ostréidés indéterminés. Les bancs de calcaires massifs résultent d'une sédimentation rapide et un milieu d'une forte énergie.

C)- FT 3 : Argiles

Ce faciès constitue la majeure partie de la Formation de Mdaouer, il se trouve en alternance avec les autres faciès (gypse, calcaire), d'une couleur verdâtre ou rougeâtre, d'une épaisseur centimétrique à pluri-métrique. Les argiles peuvent être divisées en deux sous-faciès :

1)- FT 3 a : Argiles gypsifères (Fig. 7D)

Ce faciès est de couleur verdâtre ou rougeâtre, sans fossiles, d'épaisseur centimétrique à métrique, intercalé entre les faciès gypseux et carbonatés.

La présence de gypse dans les argiles peut indiquer des conditions climatiques arides et un milieu de dépôt de type sebkha (supratidal).

2)- FT 3 b : Argiles rouges dépourvues de gypse

Ce sous-faciès se présente sous forme de couche rouge à la base de la Formation de Madouer qui affleure dans la coupe de Djebel Milok. Il ne montre ni structure sédimentaire apparente, aucun fossile n'a été trouvé. Grâce au processus de décantation, leur granulométrie témoigne d'un milieu de dépôt à régime hydrodynamique faible. Cette argile est ici interprétée comme d'origine continentale en raison de sa couleur rouge et le remplissage de chenaux gréseux ayant une origine fluviale (voir plus loin).

D)- FT 4 : Grès

Ce faciès affleure en particulier à la base de la Formation de Mdaouer qui affleure au pied du Djebel Milok. Il se présente sous forme de chenaux rougeâtres, d'une épaisseur décimétrique à métrique, intercalés avec argiles rouges (sous-faciès précédent).

En fonction des structures sédimentaires qui affectent les bancs gréseux, on peut distinguer les sous-faciès suivants :

1)- FT 4 a : Grès à stratifications oblique angulaire et entrecroisées (Fig. 13B)

Ce sous-faciès est représenté par des bancs gréseux à stratifications obliques angulaires (Fig. 12B). Il subit parfois des déformations syn-sédimentaires. Elles sont associées généralement à des grès massifs, des grès à stratifications horizontales ou obliques à faibles angles. La bioturbation est absente.

Selon Reineck & Singh (1973), les stratifications obliques sont des structures sédimentaires hydrodynamiques qui résultent de la migration des rides de courant. Elles apparaissent dans différents environnements de dépôt continentaux et marins, cependant, elles sont fréquentes dans la plateforme peu profonde (foreshore à shoreface supérieur) soumis à l'action des vagues et des marées.

2)- FT 4 b : Grès à stratifications planes et parallèles (Fig. 13D)

Ce sous-faciès est réparti le long de la partie inférieure de la Formation de Mdaouer qui affleure dans le Djebel Milok, sous forme de bancs décimétriques de grès à grain fin ou moyen, présentant des stratifications parallèles horizontales (Fig. 13D)

Les grès à stratifications parallèles indiquent des épisodes de dépôt rapide sous l'effet d'un régime d'écoulement unidirectionnel rapide (Wendy *et al.*, 2007)

Ce type de laminations peut être formé à des vitesses d'écoulement relativement élevées par des courants unidirectionnels, des courants oscillatoires et très probablement par un écoulement combiné (Allen, 1982 ; Arnott, 1993). Il caractérise le passage du régime d'écoulement inférieur à un régime d'écoulement supérieur (Tucker, 2003 ; Collinson *et al.*, 2006 ; Maravelis *et al.*, 2017)

3)- FT 4 c : Grès à stratifications en auge

Ce sous-faciès apparaît dans la partie inférieure de la Formation de Mdaouer, il correspond à des niveaux de grès à grain moyens et à galets mous, rougeâtres, d'épaisseur centimétrique et de forme lenticulaire. Le litage est formé de laminations entrecroisées en auges emboîtées.

Les grès à stratifications en auge sont interprétés comme des dépôts de traction de fond ou des dunes de régimes d'écoulement inférieur dans des systèmes fluviaux de rivières tressées (Miall, 1981, 1985).

4)- FT4d: Grès à stratification oblique rebroussée :(Fig.13B.D)

Ce sous-faciès est repéré au sein du membre gréseux-argileux qui apparaît à la base de la Formation de Mdaouer. Il se présente sous forme de bancs gréseux rougeâtre présentant des stratifications obliques. Ces dernières présentant des phénomènes de rebroussement des feuilles obliques où la partie supérieure des feuillettes est rebroussée ou plissotée vers l'aval de la structure (Fig. 13B-D)

Ces structures sont nommées aussi «*prolapsed cross bedding*» par Sweet (1988), et sont signalées dans des terrains de différents âges. Selon certains auteurs, les dépôts à stratifications en plis couchés sont très fréquents dans les dépôts fluviaux, ils sont le résultat d'un cisaillement pénétrant (pliage passif) plutôt que la flexion, et ce cisaillement se produit en aval, il est donc lié aux courants en aval (Allen & Banks, 1972; Allen, 1985). Le phénomène de rebroussement, connu dans les sédiments actuels, peut être d'origine multiple : choc sismique (Seed, 1968; Allen & Banks, 1972); un taux de sédimentation élevé (Roe, 1987). Doe & Dott (1980), considèrent que la traînée sous les surtensions de courant pourrait créer des différentiels de pression sur les fluides Interstitiels suffisante pour induire la liquéfaction en l'absence de tremblements de terre. Dans les accumulations sableuses des rivières à méandres (Beuf *et al.*, 1971). Il est lié au phénomène de liquéfaction (Nichols, 2009).

5)- FT 4 e : Grès à stratifications convolutées

Ce faciès a été identifié dans la partie inférieure de la Formation de Mdaouer qui affleure au pied du Djebel Milok. Il correspond à bancs gréseux décimétrique présentant des lamines perturbées (ondulées ou contournées) et des structures d'échappement de fluides.

Ce type de déformation caractérise généralement les sédiments qui ont une pression interstitielle granulaire instable. Elle a été considérée comme une structure de charge

(Dzulynski & Smith, 1963; Lowe, 1975; Mills, 1983; Rossetti, 1999) où les lamines du sédiment encore liquéfiée sont déformée. Plaziat & Ahmamou, (1998), ont suggéré une origine due à une déformation hydroplastique.

Les travaux récents sur la genèse des laminations convolutées montrent qu'elles sont le résultat des chocs sismique qui sont responsable de la liquéfaction et la fluidification (Middleton & Hampton, 1973; Allen, 1977; Chakraborty, 1977; Reineck & Singh, 1980; Cojan & Thiry, 1992; Owen, 1996; Rossetti, 1999; Samaila *et al.*, 2006).

Les structures de laminations convolutées sont enregistrées dans différents environnement de dépôts : cône détritique, milieu intertidal, plaine d'inondation fluviale, milieu fluviale, fluvio-lacustre et même dans les milieux éoliens.

6)- FT 4 f : Grès à rides de courant asymétriques

Ce faciès a été repéré dans à la base de la Formation de Mdaouer, il est caractérisé par des bancs gréseux à grain fin ou moyen, d'épaisseur centimétrique à métrique. L'interface des bancs est marquée par des litages de rides de courant, accompagnés le plus souvent de laminations horizontales.

Le litage de rides de courant indique un dépôt lié à des marées descendantes (Cojan & Renard, 1999) ou à un courant unidirectionnel (Bordy, 2011).

E)- FT 5 : Microconglomérat

Ce faciès est observable dans la partie inférieure de la Formation de Mdaouer qui affleure au pied du Djebel Milok. Il correspond à des chenaux gréseux, dépourvus de bioturbation et de structures hydrodynamiques interne, remaniant des éléments argileux sub-anguleux à sub-arrondis et de taille millimétrique à centimétrique.

La sédimentation de ce faciès résulte d'un écoulement gravitaire de type flot de débris (hydrodynamisme relativement puissant), remaniant des matériaux autochtones (clastes argileux) dans une matrice sableuse.

II)- ASSOCIATION DE FACIES

A)-Système Fluviales :

1)- Association de Faciès (AF 1)

Cette association de faciès occupe la partie basale de la Formation de Mdaouer dans la région de Laghouat au Djebel Milok. Elle est représentée par une alternance de bancs de grès avec d'argiles. Les bancs gréseux sont chenalisés et montrent des stratifications planes (FT4b), des stratifications obliques angulaires ou tangentielles, des stratifications en auge (FT4c), des stratifications rebroussées (FT4d) et convolutées (FT4e). Elle est caractérisée par l'abondance des rides de courant asymétriques (FT4f) aussi les bancs gréseux peuvent être intercalés par des lits micro-conglomératiques (FT5). Les grès à stratifications horizontales (FT) et les stratifications obliques angulaires et entrecroisées (Fig.12B) indiquent un régime d'écoulement supérieur. Cette association reflète des conditions typiques d'une sédimentation fluviatile dans un système en tresse (Miall, 1978 ; Cojean& Renard, 1999).

B)- Système Sebkhaique (intertidal à supratidal) :

1)- Association de faciès (AF 2)

Les dépôts de cette association occupent la partie médiane et supérieure de la Formation de Mdaouer à Djebel Milok et Djebel Dakhla dans la région de Laghouat. Elle est également enregistrée dans la même formation à Djebel Rhelida dans la région de Labiad Sidi Cheikh. Elle est représentée par l'apparition du premier banc de gypse (FT1) et d'une alternance d'argiles gypsifères (FT3a) avec des gypses massifs, ou parfois des lits de gypses à lamines algaires (FT1b), des bancs de calcaires bioclastiques lumacheliques (FT2a), des calcaires laminés brunâtres à grisâtres durs partiellement dolomités (FT2f), intercalés avec des marnes jaunâtres. Elle est composée de bancs calcaires à lamines algaires (FT2c) et de calcaire à *slumps*.

La co-existence des Argiles gypsifères et des Calcaires à lamines algaires reflètent des conditions de dépôts dans un domaine côtier ou de plateforme péritidal *sensu* Pratt *et al.*, 1992. Il est sous l'influence d'un climat chaud et aride favorisant une forte évaporation. Ces conditions de température favorisent la précipitation des gypses les lamines algaires présentent souvent des structures en *tepees* qui traduisent soit des moments d'émersion temporaires qui peuvent se concrétisées dans un milieu intertidal haut, soit ces structures traduisent des émerisions plus longues et le milieu peut correspondre au supratidal.

Toutes ces conditions ressemblent à une sebkha qui se développe dans un domaine intertidal haut à supratidal. Les périodes d'émersion sont matérialisées par les dépôts calcaires à lamines algaires riche en *tepees*.

C)- Système Carbonaté :

1-Association de faciès (AF 3) :

Les dépôts de cette association de faciès caractérisent la Formation de Rondjaïa. Ils sont marqués par une alternance de marnes jaunâtres, des calcaires bioturbés (FT2d) riche en *Thalassinoides*, des calcaires à lamines algaires (FT2c) et des calcaires pseudo-nodulaire à faune benthique et pélagique (FT2g) de texture mudstone-wackstone. Tous ces dépôts correspondent à une sédimentation boueuse, de faible énergie hydrodynamique. L'association de la faune benthique (huîtres, bivalves, oursins et gastéropodes) et pélagique (ammonites) confirme l'hypothèse d'un plus de plateforme relativement profonde et calme

La présence de la bioturbation de type *Thalassinoides* indique un milieu peu profond riche en matière trophique et bien oxygéné et à salinité normale (Frey & Pemberton, 1984; Benyoucef, 2012 ; Bouchemla *et al.*, 2020, 2021) tous ces conditions peuvent correspondre à un milieu de plateforme subtidale.

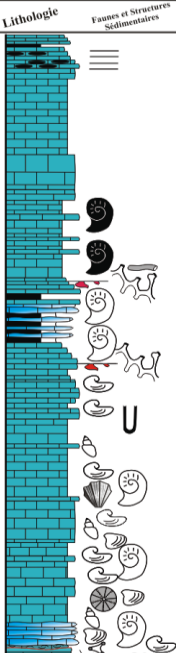

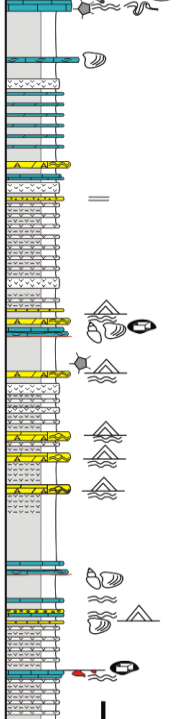

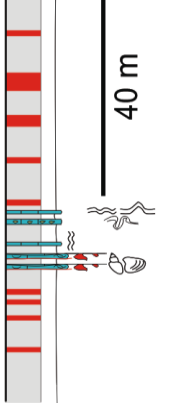

Age	Formation	Membre	Lithologie	Faunes et Structures Sédimentaires	Système	Association	Environnement
Cénomaniens inférieurs	Formation de Rhoundjaïa	Calcaires inférieurs			Carbonaté	AF 3	Plate forme Subtidale
		Calcaires supérieurs					
Cénomaniens inférieurs-moyens	Formation de Mdaoeur	M-C			Sebkhaique	AF 2	Intertidal haut à Supratidal
		Evaporitique					
Cénomaniens inférieurs-moyens					Fluviatile	AF 1	Fluviatile en tresse
Formation de Rhelida							

Figure. 18. Milieux des dépôts de Djebel Rhelida.

Age	Formation	Membre	Lithologie	Faunes et Structures sédimentaires	Système	Association	Environnement								
Cénonomanien inférieur	Formation de Rhelidha	gréso-argileux			Fluviatile	AF 1	Fluviatile en tresse								
								Cénonomanien moyen	Formation de Mdaoueur	argilo-gypseux			Sebkhaique	AF 2	Intertidal haut à Supratidal

Figure. 19. Milieux des dépôts de Djebel Milok.

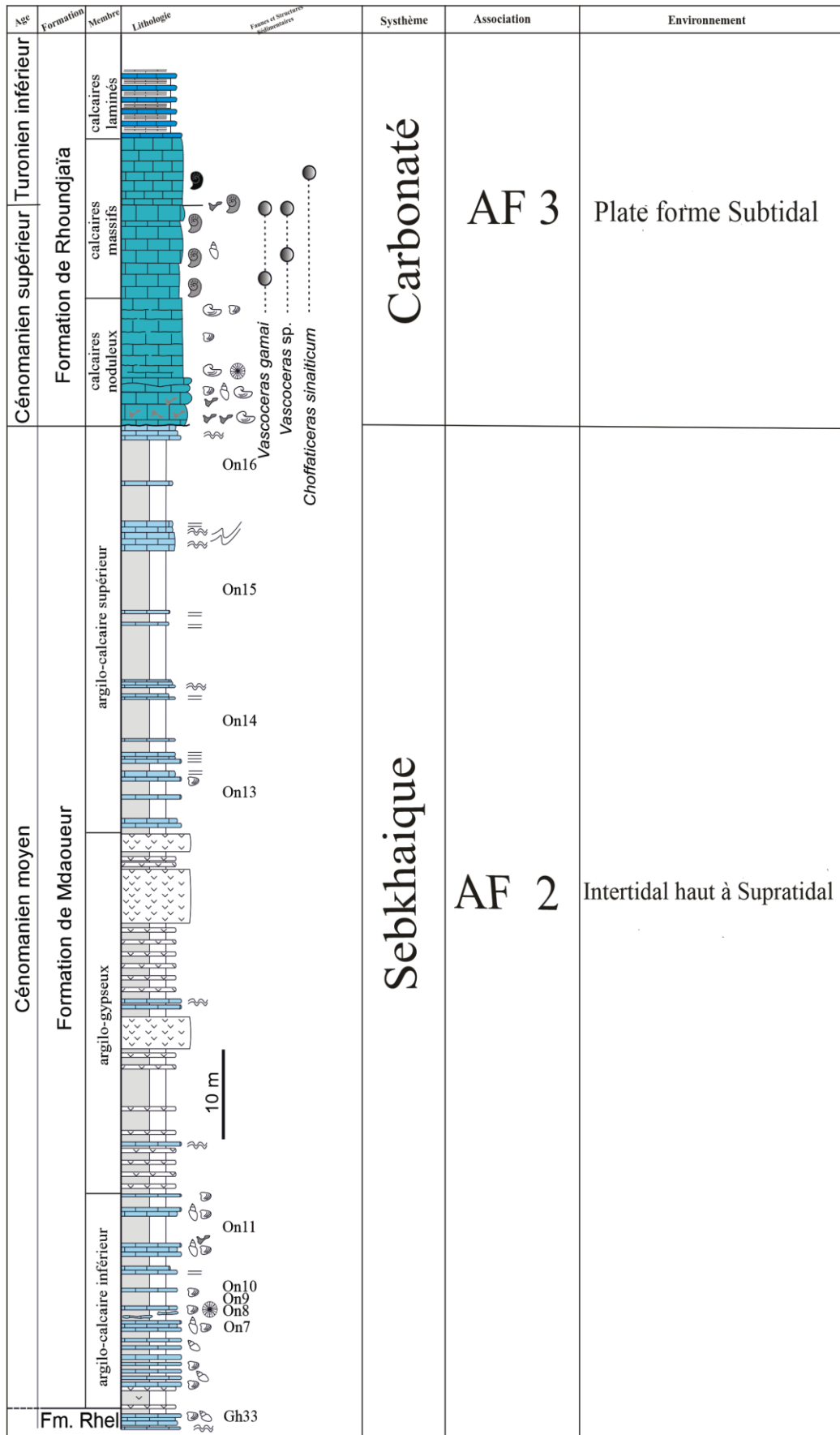


Figure. 20. Milieux des dépôts de Djebel Dakhla.

CONCLUSION

Notre étude concerne l'Atlas saharien central (Djebel Amour) qui est situé à 350 km au SE de la ville d'Oran. Plus exactement, les coupes réalisées concernent les secteurs de Laghouat et de Labiad Sidi Cheikh. Les résultats obtenus sont multiples :

Sur le plan lithostratigraphique :

L'étude lithostratigraphique montre la succession de deux formations Dans les deux secteurs Djebel Dakhla et Djebel Milok (région de Laghouat) et dans le secteur de Djebel Rhelida (région de Labiad Sidi Cheikh).

Formation de Mdaouer : Elle montre quatre membres distincts :

Membre 1 : Ce premier membre apparait uniquement à Djebel Milok (Laghouat). Il est dominé par une alternance de grès et des argiles intercalés parfois à des niveaux micro-conglomératique. Les niveaux gréseux sont riches en figures d'interfaces. Leurs surfaces supérieures montrent des rides de courant asymétriques aussi les bancs gréseux peuvent être intercalés par des lits micro-conglomératiques.

Membre 2 : il caractérise les deux coupes réalisées dans la région de Laghouat, il montre des calcaires bioclastiques, calcaires bioturbés, calcaires à lamines algaires

Membre 3 : il a été mis en évidence dans les deux régions étudiées. Il est constitué par des argiles gypsifères, lamines algaires calcaires bioclastiques, calcaires bioturbés et des structures d'émersion (*tepee*).

Membre 4 : il apparait dans les deux régions étudiées correspondant à des calcaires à lamines algaires et des argiles à structures de *slumps*.

Formation de Rhoundjaïa : elle affleure dans les deux régions, elle est subdivisée en trois membres :

Membre 1 : il est caractérisé par une barre de calcaire bioturbé, calcaire à lamines algaires et des calcaires bioclastiques.

Membre 2 : il correspond à des calcaires massifs intercalé avec des marnes.

Membre 3 : il est absent à Djebel Milok (région de Laghouat), à Djebel Rhélida et Djebel Dakhla, il est formé par des calcaires en plaquettes.

Sur le plan paléontologique :

Formation de Mdaouer :

La faune est très rare dans cette formation, quelques rares moules de gastéropodes et pectinidé (bivalve) et des oursins. Elle a été récoltée dans le deuxième membre.

Formation de Roundjaïa :

Cette formation est beaucoup plus fossilifère relativement à la formation précédente, elle montre

Membre 1 : Les calcaires pseudonoduleux et bioclastique du premier membre montre une richesse particulière en faune benthique qui sont :

- Les bivalves sont représentés par: [*Plicatula auressensis* Coquand, *P. ferryi* Coquand, *Granocardium productum* (Sowerby), *Arcticapicteti* (Coquand), *Paraseafaba* (Sowerby), *Pholadomya vignesi* Lartet] (Pl. 1.C, D),
- pectinidés du genre *Neithea* hh [*Neithea* (*Neithea*) *quinque costata* Sowerby et *Neithea* (*Neithella*) *notabilis* (Münster dans Goldfuss)] ,
- Huitres [*ostagyra olisiponensis* (Sharpe), *Ceratostreonf labellatum* (Goldfuss), *Curvostrea rouvillei* (Coquand) (Pl. 2. G, H), *Ilymatogyra africana* (Lamarck)] [*Costagyra olisiponensis* (Lamarck)],
- Les gastéropodes se montrent surtout par des moulages et qui sont : [*Aporrhais dutrugi* (Coquand), *Harpago desheberti* (Thomas & Péron), *Cimolithium tenouklense* (Coquand)],
- Echinides [*Heterodia demalibycum* (Desor), *Tetragramma variolare* (Brongniart), *Mecaster batnensis* (Coquand)] (Pl. 1.G),
- En plus de cette macrofaune, les nombreux lavages effectués révèlent une richesse particulière en microfaune, elle marquée par des ostracodes et foraminifères benthiques et planctoniques.
- L'ichnologie montre la présence de nombreux réseaux de terriers ramifiés en Y de type *Thalassinoides* reflétant des conditions de bonne oxygénation.

Membre 2 : lithologiquement ce membre montre des calcaires massifs à faune benthique et pélagique, ces derniers sont représentés par :

- Ammonites (*Neolobites vibrayeanus*) d'âge Cénomaniens Supérieur, (*Vascoceras gamai* Choffat) d'âge Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur.

La faune benthique montre :

- Moules internes de Gastéropodes, en particulier [*Tylostoma globosum* Sharpe, and *T. pallaryi* (Péron & Fourtau)]

Le microfaciès révèle une texture wackestone à foraminifères planctoniques et benthiques, Valves d'ostracodes, osselets d'ophiurides, crinoïdes pélagiques, calcisphères, plaques d'échinoderme et fragments de bivalves

Membre 3 : la partie supérieure de ce membre montre des calcaires en plaquettes riches en :

- Ammonites aplaties [Vascoceratidae, *Pseudo tissotianigeriensis* (Woods) et *Choffaticeras sinaiticum* Douvillé] d'âge Cénomaniens supérieur-Turonien inférieur.
- Foraminifères benthiques, et planctoniques (hétérohélicides et hedbergellidés),
- Valves d'Ostracodes, calcisphères, crinoïdes pélagiques (*Roveacrinus* sp.), ophiurides et divers bioclastes d'échinoderme (plaques et épines), bivalves et gastéropodes.

Sur le plan sédimentologique :

L'étude sédimentologique du Cénomano-Turonien de l'Atlas saharien centrale a permis de mettre en évidence neufs (09) faciès, regroupés en trois (3) associations. Chaque association reflète un milieu de dépôts avec ses caractéristiques sédimentologique, paléontologique et paléoécologique.

Association (AF 01) « A », correspond à la partie inférieure de la Formation de Mdaouer qui apparaît uniquement à Djebel Milok (Laghout). Elle reflète des conditions typiques d'une sédimentation fluviale dans un système en tresse

Association (AF 02) « B », elle concerne la partie médiane et supérieure de la Formation de Mdaouer et ressemblent à une sebkha qui se développe dans un domaine intertidal haut à supratidal à figures d'émersion.

Association (AF 03) « C », elle coïncide avec la Formation de Roundjaïa qui se met dans un milieu de plateforme subtidale bien oxygéné et à salinité normale.

Comparaison entre les trois secteurs :

Du point de vue comparatif entre les différents secteurs, ils montrent une différence importante de point de vue épaisseur. La Formation de Mdaouer d'âge Cénomaniens inférieur-moyen, est très réduite dans le secteur d'El Rhelida car elle ne montre que 10m d'extension. Tandis que dans le secteur de Laghouat elle est relativement développée, elle montre 110m à Djebel Dakhla et 150m à Djebel Milok. Ceci montre que l'épaisseur est assez importante suivant un axe W-E qui reflète un secteur plus subsident dans la région de Laghouat. Pour la Formation de Rhoundjaïa on remarque une tendance inversée car elle est plus étalée dans le secteur d'El Rhelida (60m) relativement du secteur de Laghouat (15m à Milok et 30m à Djebel Dakhla). Du point de vue environnemental la partie basale est fluviatile dans le Djebel Milok, ce milieu est absent dans les autres secteurs.

Coupe Djebel Le Rhelida

Coupe Djebel Dakhla

Coupe Djebel Milok

Turonien inférieur

Cénomanien supérieur

Cénomanien inférieur-moyen

Cénomanien inférieur

Formation de Rhelida

Formation de Mdaoeur

Formation de Rhooudjaïa

Formation de Mi1

Evaporitique

M-C

M.M

Calcaires inférieurs

Calcaires supérieurs

Calcaires massifs

Calcaires noduleux

Calcaires lamainés

argilo-calcaire supérieur

argilo-gypseux

argilo-calcaire inférieur

grés-argileux

On16

On15

On14

On13

On11

On10

On9

On8

On7

Gh33

10 m

40 m

Vascoceras gamai

Vascoceras sp.

Choffaticeras sinaiticum

Neolobites vibrayeanus

Vascoceras gamai

Mi1

Figure. 21. Corrélation entre les trois secteurs.

PLANCHE.1

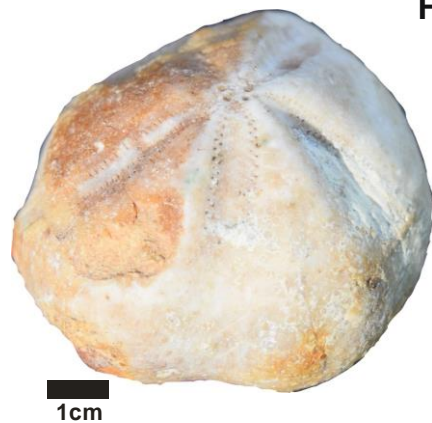
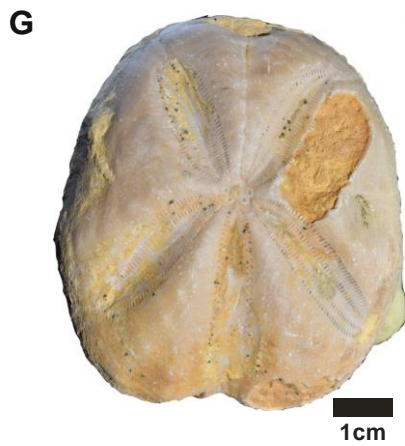


Planche. 1

A-B. *Glossus aquilinus*, x2

C-D. *Pholadomya vignesi* ; x2

E-F *Plicatula auresensis* ; x2

G. *Mecaster batnensis* ; x2

H. *Mecaster semicavitus*, x1

PLANCHE.2

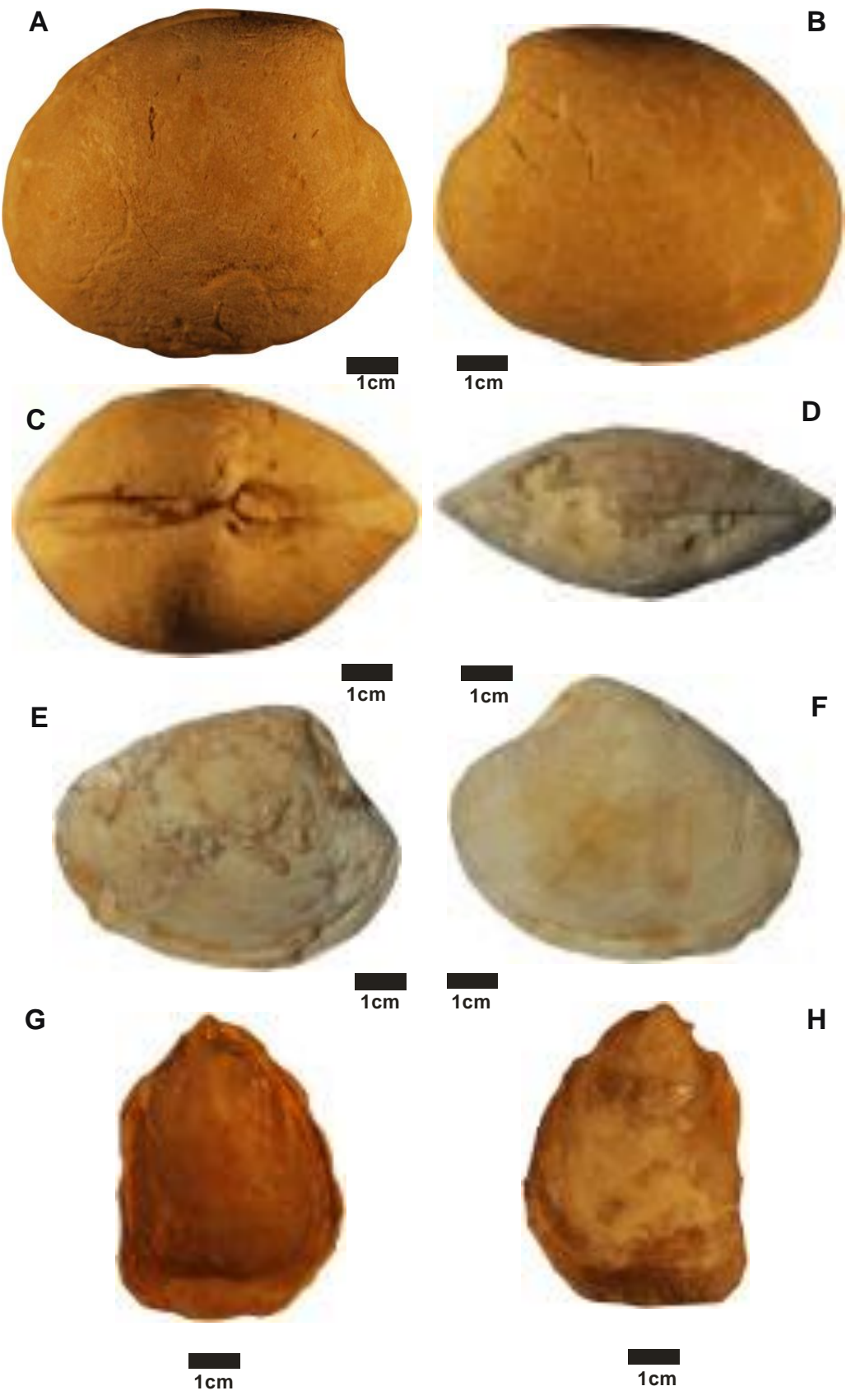


Planche. 2

A-B-C. *Aractica inornata*, x2

D-E-F. *Paresia faba*, x1

G-H. *Curvostrea rouvillei*, x1

PLANCHE.3



Planche. 3

A-B-C. *Veniella cf trapezoidalis*, x1

D. *Heterodiadema libycum*, x1

Liste des Figures

Fig. 1. Grands traits géographiques de la chaîne alpine en Méditerranée occidentale (Benest, 1985).....	3
Fig.2. Carte géologique de la région de Laghouat.....	8
Fig. 3. Liste des figurés utilisés (figures sédimentaires, lithologie et la faune).	13
Fig. 4. Image satellitaire (d'après "Google earth") présentant la position géographique des coupes étudiées.....	14
Fig. 5. Image satellitaire (d'après "Google earth") présentant la position géographique de la coupe de Djebel Rhelida.....	15
Fig. 6. Illustration d'une Colonne litho-stratigraphique du Cénomano-Turonien de Djebel Rhelida.....	16
Fig. 7. Photos de terrain montrant les principaux caractères lithologiques de la formation de Mdaouer	18
Fig. 8. Photos de terrain montrant les principaux caractères lithologiques de la partie basal de la formation de Rhoundjaïa de Djebel Rhelida	20
Fig. 9. Photos de terrain montrant les principaux caractères lithologiques de la partie sommitale de la formation de Rhounjaia de Djebel Rhelida	21
Fig. 10. Image satellitaire (d'après "Google earth") présentant la position géographique de la coupe de Djebel Milok.....	22
Fig. 11. Photos de terrain montrant une vue panoramique présente les formations lithostratigraphiques du Djebel Milok.....	23
Fig. 12. Illustration des colonnes litho-stratigraphiques du Cénomano-Turonien des Djebel Milok et Djebel Dakhla.....	24
Fig. 13. Photos de terrain présentent les principaux caractères lithologiques du membre grésos-argileux.....	26
Fig. 14. Image satellitaire (d'après "Google earth") présentant la localisation de la coupe de Djebel Dakhla.....	28
Fig. 15. Photos de terrain montrant une vue panoramique présente les formations lithostratigraphiques du Djebel Milok.....	28
Fig. 16. Photos de terrain montrant les principaux caractères lithologiques du bas de la formation de Mdaouer de Djebel Dakhla.....	30
Fig. 17. Photos de terrain montrant les principaux caractères lithologiques du sommeil de la formation de Mdaouer.....	32

Tableau. 1. Tableau présentant la répartition bio-stratigraphique des ammonites de la Formation de Rhoundjaïa.....	33
Fig. 18. Milieux des dépôts de Djebel Rhelida.....	45
Fig. 19. Milieux des dépôts de Djebel Milok.....	46
Fig. 20. Milieux des dépôts de Djebel Dakhla.....	47
Fig. 21. Corrélation entre les trois secteurs.....	52

- Abed S. (1982).** Lithostratigraphie et sédimentologie du Jurassique moyen et supérieur du Dj. Amour (Atlas saharien). *Thèse 3ème cycle, Univ. de Pau.* 242 p.
- Adams, J.E., Frenzel H.N., 1950.** Capitan barrier reef, Texas and New Mexico. *Journal of Geology*, **58**, 289-312.
- Allen, J.R.L., Banks, N.L., 1972.** An Interpretation and Analysis Of Recumbent-Folded Deformed Cross-Bedding. *Sedimentology*, 19, 257-283.
- Allen, J.R.L., 1982.** Sedimentary structures: Their Character and physical Basis. *Developments in Sedimentology*, Elsevier, 30A-B, Amsterdam, 1256p.
- Allen, J.R.L., 1985.** Principe Of Physical Sedimentology. Allen Et Unwin Ltd, London, 272p.
- Archer, A.W. & Maples, C.G., 1984.** Trace fossil distribution across a marine-to-nonmarine gradient in the Pennsylvanian of southwestern Indiana. - *Journal of Paleontology.*, 58: 448-466.
- Arnott, R.W.C., 1993.** Quasi-Planar-Laminated Sandstone Beds Of The Lower Cretaceous
- Babel, M., 1996.** Wykształcenie i warunki, stratygrafia oraz sedymentacja białych i szarych gipsów w podziemiach: P.H. Karnkowski (Ed.), *Analiza basenów sedymentacyjnych a nowoczesna sedymentologia. Materiały 5 krajowego Spotkania Sedymentologów*, Warszawa, 1-26.
- Babel, M., 1999.** Facies and depositional environments of the Nida Gypsum deposits (Middle Miocene, Carpathian Fore deep, Southern Poland). *Geological Quaternary*, 43, 405-428.
- Babel, M., 2000.** Anisotropic development of equivalent gypsum crystal faces promoted by chiral organic compounds. In : N.P YUSHKIN, V .P . LUTOEV , M.F . SAMOTOLKOVA, M.V.GAVRILIUK & G. V . PONOMAREVA (Eds), *Mineralogy and life: biomineral homologies. Third international Seminar "Mineralogy and life "*, Geoprint ; Syktyvkar, 132-133.
- Bahurst, R.G.C., 1971.** Carbonate sediments and their diagenesis. *Developments in Sedimentology*, 12. Elsevier publishing Company. 620p.
- Bassoullet, J.P., 1973.** Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). *Thèse Doct. D'Etat*, Paris, 2 vol, p. 1-497.

Benyoucef, M., 2012. Le Bassin Crétacé Du Guir (Sud-Ouest Algerien) : Caracterisations Lithobiostratigraphiques, Sedimentologiques & Paleogeographiques, Thèse De Doctorat, Université De Tlemcen, 220p.

Benyoucef, M., Adaci, M., Meister, C., Läng, E., Malti, F.Z., Mebarki, K., Cherif, A., Zaoui, D., Benyoucef, A., Bensalah, M. 2014. Le "Continental Intercalaire" dans la région du Guir (Algérie) : nouvelles données paléontologiques, ichnologiques et sédimentologiques. *Revue de Paléobiologie*, Genève (juin 2014) 33 (1) : 281-297.

Benyoucef, M., Lang, M., Mebarki, K., Adaci, M., Bensalah, M., 2015. Overabundance Of Piscivorous Dinosaurs (Theropoda: Spinosauridae) In The Mid-Cretaceous Of North Africa: The Algerian Dilemma. *Cretaceous Research* 55, 44-55.

Benyoucef, M., Meister, C., 2015. Lithostratigraphic evolution, facies analysis and depositional environment of the Cenomanian-lower Turonian in the Guir area, South western Algeria. *Cretaceous Research*, Elsevier 53 (2015) 68-88.

Benyoucef, M., Mebarki, K., Ferre, B., Adaci, M., Bulot, L., Desmares, D., VillierLoi., Bensalah, M., Frau, C., Ifrim C., Malti, F-Z., 2017. Litho- And Biostratigraphy, Facies Patterns And Depositional Sequences Of The Cenomanian-Turonian Deposits In The Ksour Mountains (Saharan Atlas, Algeria) *Cretaceous Research* 78, 34-55.

Beuf, S., Biju-Duval, B., De Charpal, O., 1971. Les Grès Du Paléozoïque Inférieur Au Sahara : Sédimentation Et Discontinuités, Évolution Structurale D'un Craton. Technip (Edi). 484 P.

Bouchemla, I., Bendella, M., Benyoucef, M., Lagnaoui, A., Ferré, B., Scherzinger, A., belhaouz, W., 2020. The Upper Jurassic Faïdja Formation (Northwestern Algeria): Sedimentology, biostratigraphy and ichnology. *Journal of African Earth Sciences* 169, 103874. <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2020.103874>.

Bordy E.-M., Linkermann, S., Prevec, R., 2011. Palaeoecological Aspects Of Some Invertebrate Trace Fossils From The Mid- To.

Busson, G., Dhondt, A., Amédro, F., Néraudeau, D., & Cornée, A. 1999. La grande

transgression du Cénomanién supérieur-Turonien inférieur sur la Hamada de Tinrhert (Sahara algérien): datations biostratigraphiques, environnement de dépôt et comparaison d'un témoin épicrotonique avec les séries contemporaines à matière organique du Maghreb. *Cretaceous Research*, 20: 29–46.

Cavin, L., Tong, H., Boudad, L., Meister, M., Piuz, A., Tabouelle, J., Aarab, M., Amiot, R., Buffetaut, E., Dyke, G., Hua, S., Le Loeuff, J., 2010. Vertebrate Assemblages From The Early Late Cretaceous Of Southeastern Morocco: *An Overview. Journal Of African Earth Sciences*, 57, 391-412.

Chaodumrong, P. & Rao, P. 1992. Depositional environments of Triassic carbonates, Lampang Group, Central North Thailand. National Conference on ‘‘Geologic Resources of Thailand: Potential for Future Development’’, 17-24 November, 1992, *Bangkok, Thailand*, 355-362.

Coffey, B.P. & Read, J.F. 2004. Mixed carbonate-siliciclastic sequence stratigraphy of a Paleogene transition zone continental shelf, South eastern USA. *Sedimentary Geology*, 166: 21–57.

Cojan, I., Renard, M., 1999. *Sédimentologie*. Dunod, Paris, 418p.

Colombié, M. 2000. Sédimentologie, stratigraphie séquentielle et cyclostratigraphie du Kimméridgien du Jura suisse et du Bassin vocontien (France) : relations plate-forme – bassin et facteurs déterminants. *Thèse de Doctorat. Faculté des Sciences. Université de Fribourg* (Suisse), 196 p.

Collinson, J.D., Thompson, D.B., 2006. *Sedimentary Structures Terra Publishing, Harpenden, U.K.*, 292p.

Curran, H.A., & Frey, R.W., 1977. Pleistocene trace fossils from North Carolina (U.S.A.), and their Holocene analogues, p. 139-162. In T. P. Crimes and J. C. Harper (eds.). *Trace Fossils 2. - Geol. Journ. Spec. Issue 9. Seel House Press, Liverpool.* deposits. *Geology*, 8, 543-546p.

Doe, T.W., Dott, R.H., 1980. Genetic Significance Of Deformed Cross Bedding--With Examples From The Navajo And Weber Sandstones Of Utah. *J. Sediment. Petrol.*, 50 (3), 793-812.

Douihasni, M., 1976. Etude Géologique La Région D'aïnOuarka-Boussemghoun (Partie Centrale Des Monts Des Ksour) - Analyse Structurale -Tome I : Stratigraphie. Thèse 3è Cyc. Oran : Université D'oran, P208, Fig. 49. 115p.

Frey, R.W., Pemberton, S.G., 1984. Trace Fossil Facies Model. In: Walker R.G. (Ed.) Facies Model. - *Geoscience. Canada, Reprint Series*, 14, 189-207.

Ferry, S., Masrour, M., & Grosheny, D., 2007. Le Crétacé de lamarge atlantique marocaine (région d'Agadir). *Excursion du Groupe Français du Crétacé*, 75 p.

Gabani, A., Mammeri, C., Adaci, M., Bensalah, M., Mahboubi, M., 2016. Le Crétacé À Vertébrés De La Bordure Sud Du Plateau De Tinhert. Mémoire Du Service Geologique De L'algerie 19,39-61.

Geisler-Cussy, D., 1986. Approche sédimentologique et géochimique des mécanismes générateurs de formations évaporitiques actuelles et fossiles. Marais salant de Camargue et du levant espagnol, Messénien méditerranéen et Trias lorrain. Sciences de la Terre, Nancy, Mémoires, 48, 1-268.

Ginsburg, R. G. 1975. Tidal deposits - a case book of recent examples and fossil counterparts. *Springer-Verlag*, New York.

Hadj Fateh, A., 2014. Inventaire, Interprétation Des Structures De Déformation (Soft Deformation Structures « Ssds ») Des Grès De Marhouma (Famennien V Et VI) Dans La Cluse De Marhouma (Saoura). Mémoire d'ingénieur Université d'Oran 2. 77p.

Hadj Fateh, A., 2015. Inventaire Et Essai D'interprétation Des Structures De Déformation (Ssds), De La Formation Des Argiles De Marhouma (Famennien V Et VI) Dans Région De Tamtert (Nord-Ouest Algérie, Saoura). Mémoire de Master, Université d'Oran 2. 42p.

Inden, R.F., Moore, C.H., 1983. Beach environment. In: Scholle, P.A., Bebout, D.G., Moore, C.H. (Eds.), Carbonate Depositional Environments. *The American Association of Petroleum Geologists (AAPG), Memoir* .33, 209-265.

James, N.P. 1984a. Introduction to Carbonate facies models. In: WALKER R. G. (Ed): Facies models. *Geological Association of Canada, Geoscience Canada Reprint, Serie 1*, 209-211.

James, N.P. 1984b. Shallowing upward sequence in carbonates. In: WALKER R. G. (Ed):

Facies models. *Geological Association of Canada, Geoscience Canada Reprint*, **1**: 213-226.

Kacemi A. (2005) : Cartographie et dynamique sédimentaires de la série fin Dogger début Crétacé (Djara – Rhoundjaïa) des Monts des Ksour (Atlas saharien, Algérie). Dipl. Mag. Univ. Oran 194 p. 47 fig., 15 pl.

Kazi Tani, N., 1986. Évolution Géodynamique De La Bordure Nord-Africaine : Le Domaine Intraplaque Nord-Algérien. Approche Mégaséquentielle. Thèse Doct., Sci., N°53, Univ. Pau Et Pays De L'adour, 02, 871-970.

Kazi Tani, N. (1986) : Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intraplaque nord-algérien. Approche mégaséquentielle. Thèse Doctorat d'Etat, Pau, 2 tomes, 784 p., 361 fig.

Laffitte, R. 1939. Etude géologique de l'Aurès. In 8°, 484 p. 26 fig., 35 pl. h. -t., 10 pl. photo h. t., esquisse géologique au 1/200 000.

Laporte, L.F. 1967. Carbonate deposition near mean sea-level and resultant facies mosaic: Manlius Formation (Lower Devonian) of New York State. *The American Association of Petroleum Geologists (AAPG), Bulletin*, **51**: 73-101.

Legrand PH. (1974)-Essaie sur la paléogéographie de l'Ordovicien au Sahara Algérien. *Mem. C. Fr. Petr.* 11, 121, 138 p.

Logan, B.W., Rezak, R. & Ginsburg, R.N. 1964. Classification and environmental significance of algal stromatolites. *Journal of Geology*, 72: 68-83.

Mangano, M.G., & Buatois, L., 1991. Discontinuity surfaces in the Lower Cretaceous of the High Andes (Mendoza, Argentina) : trace fossils and environmental implications. - *Journ. Geol. Sc.*, 4, 215-229. South American.

Mekahli L. (1995) : Hettabgien, Bajocien supérieur des Monts des Ksour. Biostratigraphie, évolution paléontologique et stratigraphie séquentielle. Thèse Doctorat d'Etat. Univ. Oran, 358 p., 67 fig., 49 pl. h.t.

Miall, A.D., 1981. Analysis Of Fluvial Depositional Systems. Aapg Educ. Course Note Ser. 20-75p.

Miall, A.D. 1985. Architectural-element analysis: a new method of facies analysis applied to fluvial deposits. *Earth-Science Reviews*, 22: 261–308.

Nichols, G., 2009. *Sedimentology And Stratigraphy*. John Wiley & Sons (Edi.). 419p.

Oboh-Ikuenobe, F.E., Obi, C.G. & Jaramillo, C.A. 2005. Lithofacies, palynofacies, and sequence stratigraphy of Palaeogene strata in Southeastern Nigeria. *Journal of African Earth Sciences*, 41: 79-101.

Palmer, T.J., 1978. Burrows at certain omission surfaces on the Middle Ordovician of the Upper Mississippi Valley - *Journal of Paleontology*., 52, 109-117.

Pratt, B.R., James, N.P., Cowan, C.A., 1992. Peritidal carbonates. In: Walker, R.G., James, N.P. (Eds.), *Facies Models, Response to Sea Level Change*. *Geological Association of Canada*, St. John's. 303-322.

Pratt, B.R., 2002. Tepees in peritidal carbonates: origin via earthquake-induced deformation, with example from the Middle Cambrian of western Canada. *Sedimentary Geology*, **153**, 57–64.

Purser, B.H. 1980a. Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents (Tome 1). *Publications de l'institut Français du Pétrole*, **1**. Société des EDITIONS Technip, 366 p.

Purser, B.H. 1980b. Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents (Tome 2). *Publications de l'institut Français du Pétrole*, **2**. Société des EDITIONS Technip, 366 p.

Purser, B.H., 1983a. Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. *Edition Technip*, Paris, tome **I** et **II**, 389p

Reineck, H.E., Singh, I.B., 1973. Despositinal Sedimentary Environemnts, *Terrigenous Clastics*

Ritter, E., 1902. Le Djebel Amour et les Monts d'Ouled Nail. *Bull. Serv. Cart. Géol. Algérie*, 2° Série, N° 3, 100 p.

Roe, S.L., 1987. Cross-Strata And Bedforms Of Probable Transitional Dune To Upper-Stage Plane-Bed Origin From A Late Precambrian Fluvial Sandstone, Northern Norway. *Sedimentology*, 34 (1), 89-101.

- Sass, E., Bein A. 1982.** The Cretaceous Carbonate Platform in Israel. *Cretaceous Research*, 3, 135-144.
- Scholle, P.A., Bebout., D.G. & Moore, C.H. 1983.** Carbonate depositional environments, *The American Association of Petroleum Geologists (AAPG), Memoir, Tulsa, Oklahoma*, 33: 780p.
- Seed, H.B., 1968.** Landslides During Earthquakes Due To Soil Liquefaction. *Proc. Am. Soc. Civil Eng., J. Soil Mech. Found. Div.*, 94 (Sm5), 1055-1122.
- Shinn, E.A. 1983a.** Tidal flat environment. *In Scholle. A., Bebout. D.G., Moore. C.H (Eds) Carbonate depositional Environments. The American Association of Petroleum Geologists (AAPG), Memoir*, 33: 171-210.
- Shinn, E.A. 1983b.** Birdseyes, fenestrae, shrinkage pores, and loferites: a reevaluation. *Journal of Sedimentary and Petrology*, 56: 619-628.
- Sweet, I.P., 1988.** Early Proterozoic Stream Deposits: Braided Or Meandering--Evidence From Central Australia. *Sediment. Geol.*, 58, 277-293.
- Tucker, M.E., 2003.** *Sedimentary Rocks In The Field (Third Edition). John Wiley & Sons*
- Tucker, M.E., Wright, V.P., 1990. *Carbonate sedimentology*, Blackwell Scientific Publication, Oxford. 482p.
- Uchman, A. 1995.** Taxonomy and paleoecology of flysch trace fossils : the Marnosoarenacea Formation and associated facies (Miocene, Orthen Apennines, Italy). – *Beringeria.*, 15, 1-15.
- Uchman, A., 1998.** Taxonomy and ethology of flysch trace fossils: Revision of the Marian Ksiazkiewicz collection and studies of complementary material. - *Ann. Soc. Geol. Poloniae.*, 68, 105-218.
- Vinn, O., Bendella, M., Benyoucef, M., Zhang, L-J., Bouchemla, I., Lagnaoui, A., Ferre , B., 2020.** Abundant *Zoophycos* and *Chondrites* from the Messinian (Upper Miocene) of northwesternAlgeria. *Journal of African Earth Sciences*.
- Visser, M.J., 1980.** Neap-Spring Cycles Reflected In Holocene Subtidal Large-Scale Bedform Deposits. *Geology*, 8, 543-546.

Wright, V. P., Burchette, T.P., 1996. Shallow-water Carbonate environments. In Reading, H.G (ed.): *Sedimentary environments: Processes, facies and stratigraphy*, Oxford (Blackwell). 325-394.

Warren, J.K., 1982a. The hydrological setting, occurrence and significance of gypsum in late Quaternary salt lakes in South Australia. *Sedimentology*, 29, 609-637.

Warren, J.K., 1982b. The hydrological significance of Holocene teppes, stromatolites, and boxwork limestones in coastal salinas in South Australia. *Journal of Sedimentology and Petrology*, 52, 1171-1201.

Warren, J.K., 1999. *Evaporites. Their evolution and economics.* Blackwell Science, Oxford, 1-438.

Table des matières

Avant-propos

Résumé

CHAPITRE 1 : Généralités

Introduction	2
1. Les grands domaines de l'Algérie.....	2
2. Cadre géographique.....	3
2. 1. Cadre géographique générale	3
2. 2. Cadre géographique local	4
3. Cadre géologique.....	4
3. 1. Cadre géologique générale.....	4
3. 2. Cadre géologique local	6
4. Cadre structural	8
5. Historique des travaux	9
6. But et méthodologie de travail	11
6. 1. But d'étude.....	11
6. 2. Méthodologie.....	12
6. 2. 1. Sur le terrain.....	12
6. 2. 2. Au laboratoire.....	12

CHAPITRE 2 : lithostratigraphie

Introduction	14
1. Description de la série lithostratigraphique.....	15

1.1.Coupe du Djebel Rhelida.....	15
1.1.1.Localisation géographique de la coupe.....	15
1.1.2.Description de la coupe de Rhelida.....	16
La Formation de Mdaouer.....	17
La Formation de Rhoundjaïa.....	19
1.2.Coupe du Djebel Milok.....	22
1.2.1.Localisation géographique de la coupe.....	22
1.2.2.Description de la coupe de Djebel Milok.....	22
La Formation de Mdaouer.....	25
La Formation de Rhoundjaïa.....	27
1.3.Coupe du Djebel Dakhla.....	27
1.3.1.Localisation géographique de la coupe.....	27
1.3.2.Description de la coupe de Djebel Dakhla.....	28
La Formation de Mdaouer.....	28
La Formation de Rhoundjaïa.....	30

2. ATTRIBUTION BIOSTRATIGRAPHIQUE

Attribution biostratigraphique.....	32
--	-----------

CHAPITRE 3 : Sédimentologie

Introduction.....	35
1.Description et interprétation des faciès	35

Faciès FT 1. Gypse.....	35
Faciès FT 2. Calcaires	36
Faciès FT 3. Argiles	39
Faciès FT 4. Grès	40
Faciès FT 5. Microconglomérat.....	42
2. Associations de faciès.....	42
Association AF 1.	43
Association AF 2.	43
Association AF 3.	44

CONCLUSION

Conclusions Générales	48
Références bibliographiques	53
Planches.....	61
Liste des figures.....	66