



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique et Populaire
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Faculté de Sciences de la Terre & de l'Univers
Université d'Oran 2
Département de Sciences de la Terre

Mémoire pour l'obtention du Diplôme de Master 2

Option : Géologie des bassins sédimentaires

Thème :

**Le Jurassique supérieur des Monts de Ksour et du Djebel Amour :
Synthèse stratigraphique et conséquences paléogéographiques**

Présenté par : Melle. Telli Nesrine Bouchra

Devant le jury composé de :

- **Président : M. BOUTERFA BOUMEDIENE (MA-A).**
- **Encadreur : M. MAHBOUBI MOHAMMED (Professeur).**
- **Examineur : M. MAHBOUBI CHIKH YOUNES (MA-B).**

Année universitaire : 2021/202

AVANT PROPOS

Je tiens avant tout à remercier, Dieu qui m'a donné la force, le courage et la patience pour réaliser ce travail, Ainsi que la volonté et la détermination pour poursuivre mon cursus.

J'exprime également mes sincères remerciements à mon encadrant monsieur, **MAHBOUBI MAHAMMED**, Professeur à l'université d'Oran 02, pour m'avoir proposé ce sujet. J'aimerais encore remercier l'humain en lui comme l'encadrant qui a toujours été présent, encore pour sa patience, sa confiance et son encouragement afin d'achever ce travail. Je ne pourrai jamais exprimer le respect et la gratitude que j'ai envers vous, ces quelques lignes ne suffiront pas. Merci infiniment pour tous ce que vous m'avez appris sur tous les plans.

Mon attention se portera particulièrement à remercier Monsieur, **BOUTERFA BOUMEDIEN**, Maitre-assistant à l'université d'Oran 02, de m'avoir fait l'honneur, d'accepter de présider notre jury. J'espère que vous trouvez ici l'expression de mon respect et ma reconnaissance pour avoir évalué ce travail.

Je remercie également, Monsieur **MAHBOUBI CHIKH YOUNES** , Maitre de conférence à l'université d'Oran 2 d'avoir accepté d'examiner ce travail et pour les conseils et les orientations qu'il m'a prodigué.

Mes remerciements s'adressent aussi à tout le corps professoral du département de science de la terre et à toutes les personnes qui ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Résumé

Cette étude se focalise sur les dépôts d'âge jurassique supérieur dans l'Atlas saharien occidental et central. Pendant ce laps de temps l'Atlas saharien occidental est le siège d'une sédimentation à dominance détritique, par contre l'Atlas saharien central est caractérisé par une sédimentation mixte grésos-carbonatée.

La synthèse lithostratigraphique a permis de définir trois formations dans l'Atlas saharien occidental : on distingue la Formation de Djara, la Formation d'Aïssa et la Formation de Tiloula. Dans l'Atlas saharien central : la Formation de Oued El Bayadh, la Formation de Theniet Et Tamar, la Formation de Ksel, la Formation de Laguermin, la Formation de Boualem et la Formation de Sfisifa.

L'étude sédimentologique basée sur la description et l'interprétation des faciès et sous-faciès à partir des travaux antérieurs nous a permis de définir 3 associations de faciès dans l'Atlas saharien occidental; A, B et C correspondant respectivement à un environnement de dépôt ; fluvio-deltaïque pour la Formation de Djara, supra-deltaïque pour la Formation d'Aïssa et margino-littoral (lagunaire) pour la Formation de Tiloula et six autres ont été identifiées dans l'Atlas saharien central ; A, B, C, D, E, F qui traduisent un environnement ; Fluvio-marin (front de delta) pour la Formation d'Oued El Bayadh, Plateforme interne pour la Formation de Theniet Et Tamar, Supra deltaïque pour la Formation de Ksel, lagunaire pour la Formation de Laguermin, fluvial pour la Formation de Boualem et en fin une plateforme interne pour la Formation de Sfisifa.

De point de vue paléogéographique, à partir du Lias supérieur, une distension entraîne l'élargissement et l'approfondissement des bassins précédemment formés, avec une sédimentation marno-calcaire à faunes en partie pélagiques, puis, au Dogger, des dépôts silicoclastiques de nature deltaïque commencent à se répandre. Au cours du Jurassique supérieur les bassins atlasiques occidentaux se comblent progressivement par ces apports deltaïques à caractère fluvial intercalés de quelques épisodes marins (transgression d'origine téthysienne) au Nord-Est (Atlas saharien central).

Mots clés Atlas saharien, jurassique supérieur, synthèse lithostratigraphique, paléogéographique.

Abstract

This study focuses on the Upper Jurassic age deposits in the Western and Central Saharan Atlas.

During this period, the Western Saharan Atlas is characterized by a sedimentation dominated by detritus, while the Central Saharan Atlas is characterized by a mixed sedimentation of sandstone and carbonate.

The lithostratigraphic synthesis allowed to define three formations in the Western Saharan Atlas: the Djara Formation, the Aissa Formation and the Tiloula Formation, and for the Central Saharan Atlas: the Oued El Bayadh Formation, the Theniet Et Tamar Formation, the Ksel Formation, the Laguermin Formation, the Boualem Formation and the Sfisifa Formation.

The sedimentological study based on the description and interpretation of facies and sub-facies from previous works allowed us to define 3 facies associations in the Western Saharan Atlas; A, B and C corresponding respectively to a depositional environment; fluvio-deltaic for the Djara Formation, supra-deltaic for the Aissa Formation and margino-littoral (lagoon) for the Tiloula Formation. and six others have been identified in the central Saharan Atlas; A, B, C, D, E, F which translates an environment; Fluvio marine (delta front) for the Oued El Bayadh Formation, Plateforme interne for the Theniet Et Tamar Formation, Supra deltaic for the Ksel Formation, lagoon for the Laguermi Formation, fluvial for the Boualem Formation and Plateforme interne for the Sfisifa Formation.

From a palaeogeographical point of view, from the upper Lias, distension leads to the widening and deepening of the previously formed basins, with marl-limestone sedimentation with partly pelagic faunas, then, at the Dogger, silicoclastic deposits of a deltaic nature begin to spread ; during the Upper Jurassic the western Atlas basins are gradually filled by these deltaic contributions of a fluvial nature interspersed with a few marine episodes (transgression of Tethysian origin) in the North-East (central Saharan Atlas).

keywords : Saharan atlas, Upper Jurassic, lithostratigraphiy, paleogéography

Table de matières

Avant-propos

Résumé

Abstract

Chapitre I :Généralités	7
➤ Introduction	8
1 Contexte géographique	9
1.1 Cadre géographique général.....	9
1.2 Cadre géographique local :	11
1.2.1 - Les Monts des Ksour.....	11
1.2.2 - Djebel Amour	12
2 Contexte géologique	13
2.1 Cadre géologique général.....	13
2.2 Cadre géologique local.....	14
2.2.1 Cadre géologique des Monts des Ksour.....	14
2.2.2 Cadre géologique de Djebel Amour	15
3 Contexte structural.....	16
4 Historique des travaux	18
Chapitre II : SYNTHÈSE STRATIGRAPHIQUE	20
➤ Introduction	22
1 Les Monts des Ksour : Secteur d'Ain sefra	22
1.2 Description des formations	22
1.2.1 La Formation de Djara	23
1.2.2 La Formation d'Aissa.....	24
1.2.3 la Formation de Tiloula.....	24
2 Djebel Amour : Secteur d'El Bayadh	26
2.1 Description des formations.....	27
2.1.1 La Formation d' Oued El Bayadh	27
2.1.2 La Formation de Theniet Et-Temar	28
2.1.3 La Formation de Ksel	28
2.1.4 La Formation de Laguermi	28

2.1.5 La Formation de Boualem.....	28
2.1.6 La Formation de Sfissifa	28
Chapitre III:Environnement de dépôt et reconstitution paléogéographique.....	31
➤ Introduction	33
1. Notion de facies	32
2. Descriptions & interpretation des facies.....	36
2.1 Facies et sous facies	36
2.2 Association de facies et environnement de dépôt	42
2.2.1 Secteur d'Ain Sefra (Monts de Ksour).....	42
2.2.2 secteur d'El Bayadh (Djebel Amour).....	43
3. Paleogeographie et modele sédimentologique.....	47
Conclusion	45
Références Bibliographiques.....	49

Chapitre I

Généralité

Introduction :

Le Jurassique supérieur, ou Malm, est un sous-système appartenant à l'Ere Mésozoïque qui s'étend de $-163,5$ à -145 millions d'années (Ma). Il est subdivisé en 3 étages :

- l'Oxfordien : de 163.5 ± 1 à 157.3 ± 1 Ma ;
- le Kimméridgien : de 157.3 ± 1 à 152.1 ± 0.9 Ma ;
- le Tithonien : de 152.1 ± 0.9 à 145.0 Ma.

Il est bien connu dans le domaine téthysien, dans ses parties nord (e.g., Italie, France, Espagne) et sud (e.g., Algérie, Tunisie, Maroc).(Fig.1)

Le Jurassique supérieur en Algérie a fait l'objet des études de plusieurs géologues notamment : (Chérif ,2017) dans le domaine Tlemcenien, (Sadji, 2021) dans le domaine Tellien, (Limam, 2022) dans le domaine pré-atlasique, (Kacemi, 2013) dans l'Atlas saharien occidental et (Bassoullet, 1973 ; Douihasni, 1976 ; Mahboubi, 2021) dans l'Atlas saharien central.

Au Jurassique supérieur, l'Atlas saharien a été localisé dans la marge nord du Gondwana et forme la partie sud de la Téthys occidentale. Elle était caractérisée par une sédimentation épisodique des milieux marins peu profonds et continentaux (Mahboubi, 2021). Plus au nord, l'Atlas tellien se caractérise un es milieux marins profond.

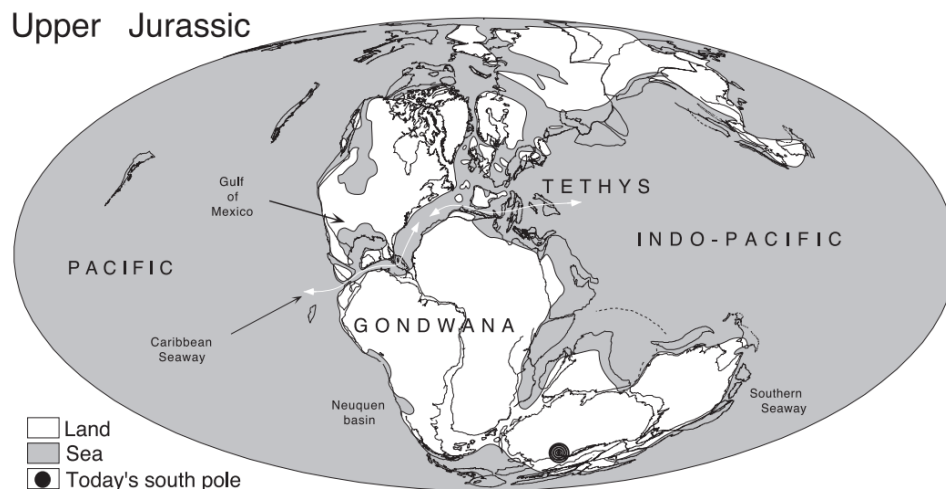


Fig. 01: Carte paléogéographique du Jurassique supérieur, modifiée d'après (Scores, 1998 ; Blakey, 2010).

Notre étude a pour objectif de tracer les grandes lignes litho-biostratigraphiques et sédimentologiques du Jurassique supérieur dans l'Atlas saharien occidental (Monts des Ksour) et central (Djebel Amour), afin de tracer la paléogéographie de cette partie de Sud-Ouest de l'Oranie pendant cet intervalle.

1 Contexte géographique :

1.1 Cadre géographique général :

L'Atlas saharien correspond à une chaîne de montagnes, de direction générale NE-SW ($N65^\circ$), qui s'allonge sur 1200 Km environ, depuis la frontière Algéro-Marocaine à l'Ouest jusqu'aux Monts des Nementcha à l'Est et qui s'intercale entre deux domaines géographiques, celui des Hautes plaines et hauts Plateaux au Nord et le Sahara au Sud (Fig. 2).

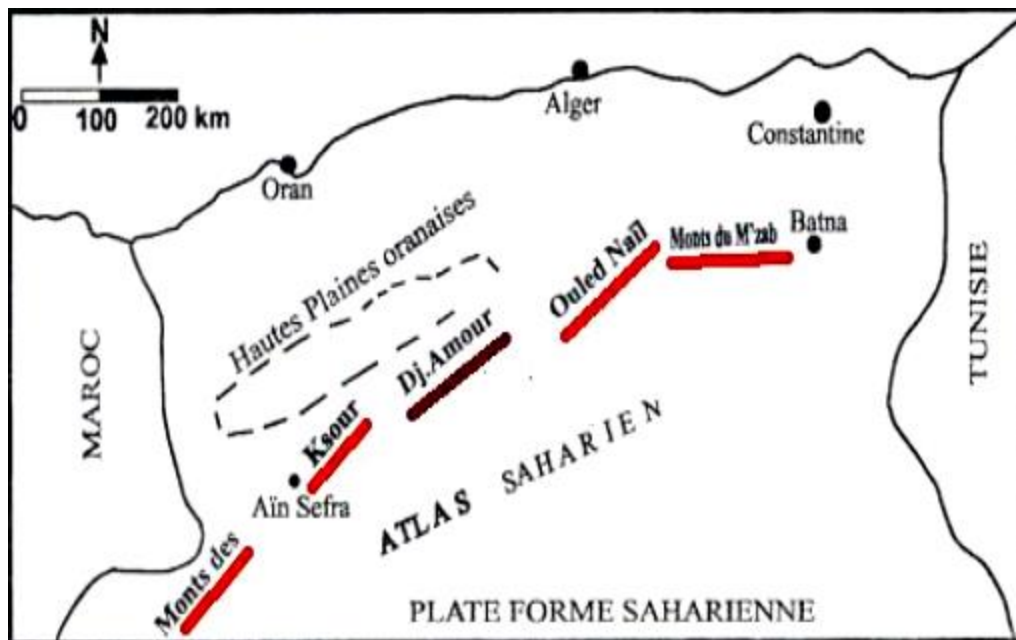


Fig. 2: Position géographique et répartition de l'Atlas Saharien en Algérie d'après (Benest, 1985)

Selon Ritter (1902) subdivise ces reliefs en 3 parties principales : l'Atlas saharien occidental (Monts des Ksour), l'Atlas du Sahara central, ou Djebel Amour et Atlas Saharien oriental ou Monts de Ouled Nail

Kazi-Tani (1986) avait noté deux autres subdivisions, l'une longitudinale et l'autre transversale.

- **Longitudinalement**, l'auteur a distingué deux zones :
 - Zone préatlasique bordée au Nord par les chainons de l'Antar-Guettar, les Monts du Nador de Tiaret et les Monts de Chellala et au Sud par l'alignement des Djebels Aïssa-Souiga-Melah, d'Ain Sefra jusqu'au Djebel Chebeibita de Zahrez.
 - L'autre zone est comprise entre l'alignement Aïssa-Chebeibita et celui de Bou Amoud-Zerga d'Ain Rich.
- **Transversalement**, cet auteur cite deux compartiments, l'un méridionale Sud-Ouest à affleurements jurassiques dominants, l'autre septentrional Nord-Est, ouvert dans le Crétacé et séparé par une ride sub Est-Ouest, individualisée au Dogger (Seuil de Tadjerouna).

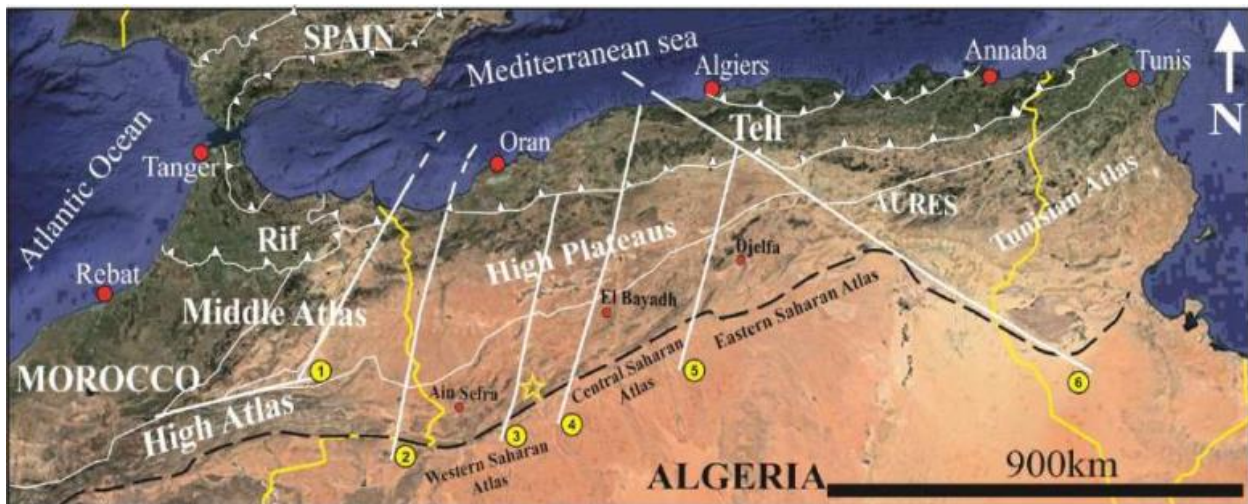


Fig. 3- Les grands traits structuraux de la mosaïque de l'Afrique du Nord-Ouest.

(D'après Elmi, 1978; in Mahboubi, 2021)

1. La transversale de Moulouya ; 2. La transversale de Tafna-Magoura ; 3. La transversale d'Ain Sefra- Saida ; 4. La transversale d'El Bayadh- Tiaret ; 5. La transversale de Teniet El Had ; 6. La transversale de Aures – Hodna.

1.2 Cadre géographique local :

1.2.1 - Les Monts des Ksour :

Les Monts des Ksour ou Atlas saharien occidental sont situés dans une région d’une altitude dépassant souvent les 2000 m. Ils sont composés de chaînons allongés du SW vers le NE qui forment une barrière topographique et climatique entre le Nord et le Sahara. Progressivement, les reliefs passent à d’autres plus doux des Hautes-Plaines oranaises. Cependant, les géologues et les géographes, notamment (Flamand, 1911), ont distingués sensiblement vers le Sud, une rupture tranchée entre l’Atlas saharien et le Sahara (fig.4)

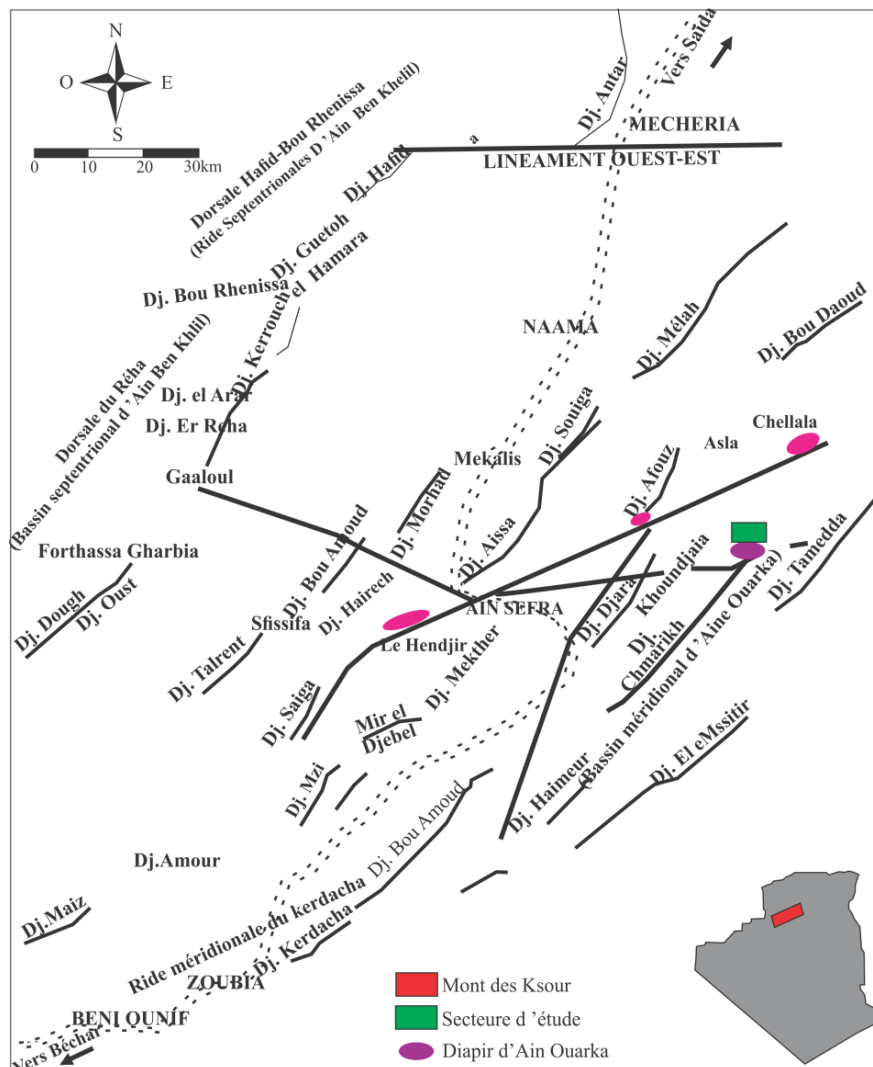


Fig. 4: Principaux reliefs du des Monts des Ksour d’après (Mekahli, 1998).

1.2.2 - Djebel Amour :

L'Atlas central est connu également par le nom de Djebel Amour (Région d'El Bayadh). C'est une région montagneuse se situant à environ 400 Km au Sud d'Oran. Elle est limitée à l'Ouest par les Monts des Ksour, à l'Est par les Ouled Nail, au Nord par les Haut Plateaux et vers le Sud par le Sahara. Cet immense édifice s'organise suivant une transversale N-S, et présente une succession de lignes de reliefs du Nord au Sud (Fig.4) :

- Djebels Boudaoud et Megress ; Djebel El Beïod, Mekter, Zouireg et Taref au Nord ;
- Djebels Bouderga, Elouastani, Ksel El Ktef et Taref au centre ;
- Djebel Bounokta, Slim, Cherak, Mimouna au Sud.

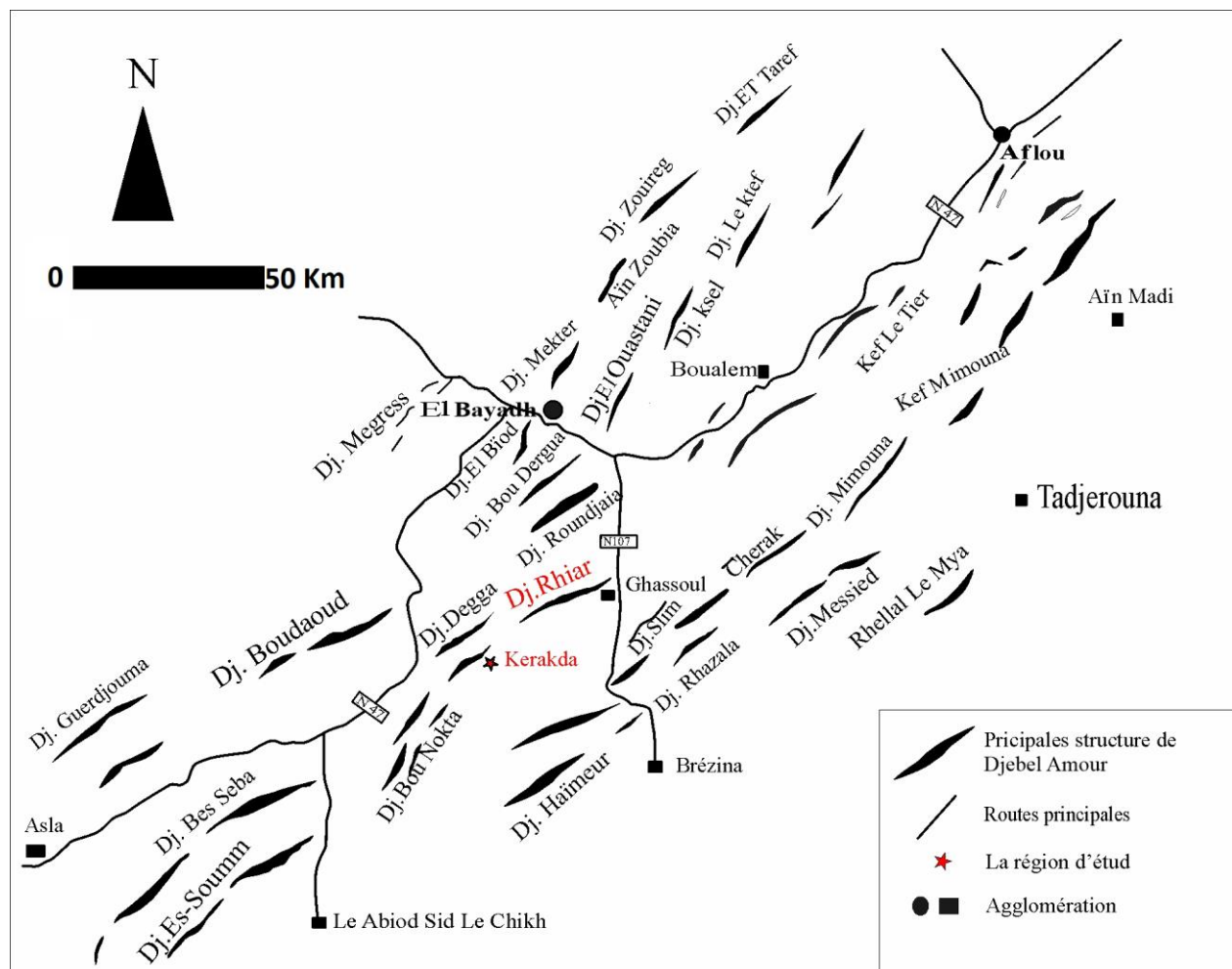


Fig. 5 : Principaux reliefs du Djebel Amour (Reggabgba, 2006)

2 Contexte géologique :

2.1 Cadre géologique général :

L'Atlas saharien correspond à une chaîne intracratonique formée de terrains méso-cénozoïques plissés lors de l'orogénèse alpine.

Paléogéographiquement, (Elmi, 1978) considère l'Atlas saharien comme un long sillon subsidant, mésozoïque, intercalé entre deux domaines stables : les Hautes Plaines oranaïses, au Nord et la Plate-forme saharienne, au Sud. Ce sillon a fonctionné du Trias jusqu'à l'Éocène moyen. L'Atlas saharien occidental et central s'étend depuis le Trias jusqu'au Crétacé, en plus d'une partie du Cénozoïque et du Quaternaire (fig. 6)

La lithostratigraphie des formations géologiques de l'Atlas saharien occidental et central est connue depuis les travaux de (Flamand, 1911 ; Cornet, 1952 ; Bassoullet, 1973 ; Mekahli, 1998 ; Mahboubi, 2021).

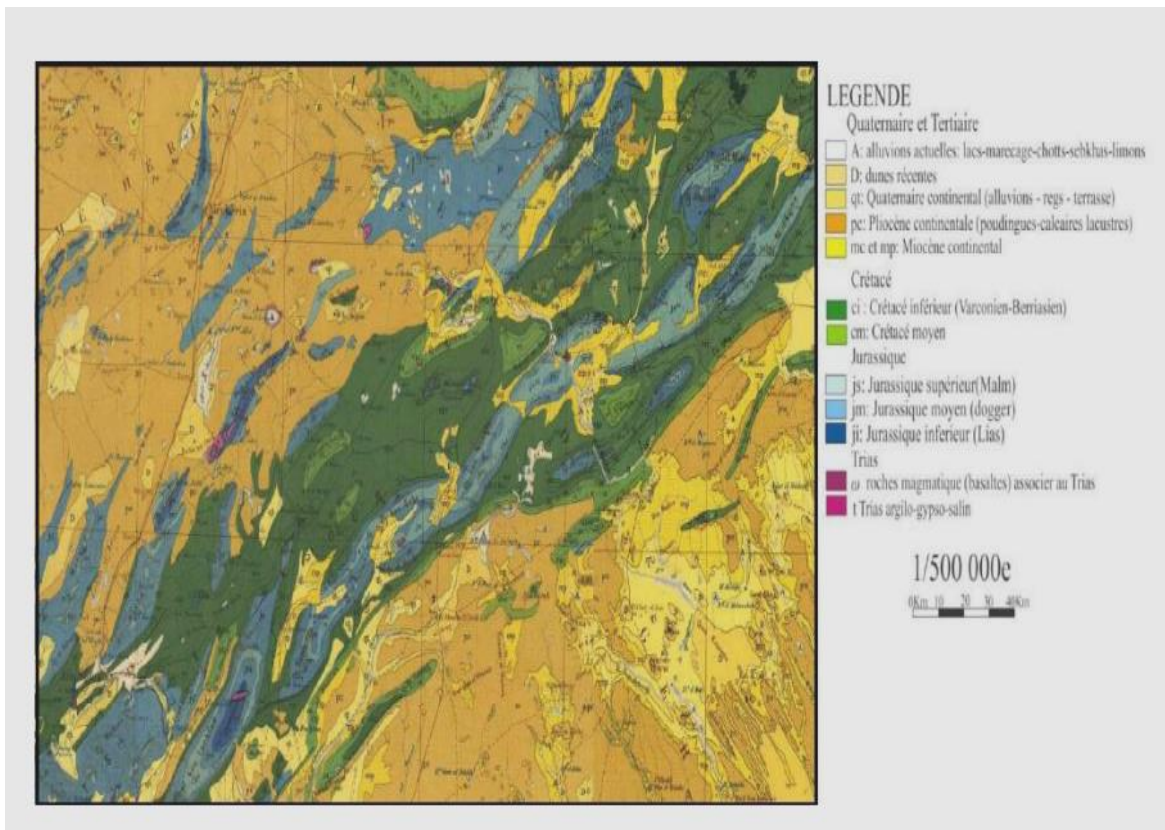


Fig. 6 : Carte géologique de l'Atlas saharien occidental et central.

Dans l'Atlas saharien occidental et central, on distingue plusieurs groupes :

- **Un groupe triasique** : ce groupe affleure sous forme de diapirs avec des roches argileuses, évaporitiques et basaltiques (Meddah, 2010).
- **Un groupe carbonaté inférieur** : D'âge jurassique inférieur-moyen, il comprend des calcaires dolomitiques et dolomie à la base, suivis par des calcaires et des marno-calcaires riches en faune représentée par des ammonites, bélemnites et brachiopodes. Enfin, des bio constructions apparaissent vers le haut et sont bien représentées dans la région d'Ain Ouarka (Mekahli, 1998).
- **Un groupe essentiellement détritique** : D'âge jurassique supérieur, il est formé par des séries argilo-gréseuses avec quelques passées carbonates dans l'Atlas saharien central (Bassoullet, 1973).
- **Un groupe totalement détritique** : D'âge crétacé inférieur, il est appelé aussi «Continental intercalaire ». C'est une série gréseuse de transition, d'environ 300 m d'épaisseur, représentée par des synclinaux relativement plats (Bassoullet, 1973).
- **Un groupe carbonaté supérieur** : D'âge crétacé supérieur, il est composé d'une formation mixte siliciclastique-carbonatée, qui affleure sous forme d'un synclinal perché (Benyoucef, 2017).

2.2 . Cadre géologique local :

2.2.1 . Cadre géologique des Monts des Ksour :

Notre description sera surtout basée sur les travaux effectués dans le secteur d'Ain Ouarka par les différents auteurs sur le Jurassique moyen à supérieur (Bassoullet, 1973 ; Douihasni ,1974,1976 ; Mekahli, 1995, 1998 ; Tlili, 1995 ; Meddah ,2010 ; Kacemi, 2013), (Fig.7)

- **Formation du Tifkirt** (Bassoullet ,1973) : Cette formation débute par des calcaires récifaux ou leurs équivalents latéraux, puis passe à une alternance de calcaires bioclastiques, oolitiques, de grès et de marnes ou d'argiles. Elle a été attribuée au Bajocien supérieur-Bathonien inférieur par (Bassoullet ,1973 ;Almeras et al., 1994et Ouali Mehadji ,1995).
- **Formation du Djara** (Bassoullet, 1973) : C'est une alternance de barres de grès à base dolomitique, métriques, discontinues latéralement, et d'argiles ou de marnes admettant par endroits des bancs ou des passées gréseux. L'âge de cette formation serait du Bathonien moyen et probablement du Callovien-Oxfordien.

D'après les travaux géologiques antérieures de : (Cornet, 1945,194); Bassoullet, 1973; Abed ,1982et Regagba, 2006 ; Maameri ,2018 ; Mahboubi ,2021). Le jurassique moyen à supérieur de l'Atlas saharien central est de :

- **Callovien inférieur:**

Il est représenté par la Formation de Kheneg. il s'agit d'une alternance de calcaire oolithique et ou biocalastique, d'argiles et de grès . Cette Formation est caractérisée par une accumulation de gastéropodes brachiopodes et d'ammonites (*macrocephalites macrocephalus*).

-**Le passage callovo-oxfordien :**

Il est représenté par la Formation d'Oued Bayadh .Cette formation est caractérisé par une alternance de grès, d'argiles et de dolomies, Elle est riche en figures sédimentaires avec la rareté ou l'absence de un contenu fossilifère.

- **Oxfordien moyen :**

Il est représenté par la Formation de Theniet Et-Temar , C'est une alternance d'argile et calcaire de couleur grisâtre, dont les calcaires sont riches en faune benthique notamment des brachiopodes.

- **Oxfordien supérieur- Kimméridgien inférieur :**

Il est représenté par trois formations :

- La Formation de Ksel: c'est une alternance de grès massif chenalisé avec des argile rougeâtre. Cette formation est très riche en bois fossile.

- La Formation de Laguermi: Elle est représentée par des marnes versicolores (rouge, verte, violette) à intercalation de gypse et des de calcaires bioclastique.

-La Formation de Boualem : Elle est constitué essentiellement par une alternance des grès massifs chenalisés et des d'argile rougeâtres à verdâtre.

• **Kimméridgien supérieur**

Il est représenté par la Formation de Sfisifa, : c'est une alternance marno-calcaire très fossilifère (les bivalves, les gastéropodes, les brachiopodes, les oursin).

3 - **Contexte structural :**

- **Accident Nord-atlasique :** « accident sud mésétien » élaboré pour la première fois par (Laffitte ,1939). Il sépare les Hautes Plaines oranaises de Djebel Amour. Au Nord-Ouest d'El Bayadh, Il

4 -Historique des travaux :

- **Période 1900-1970**

Flamand (1911) : Il est à noter que ce dernier à consigner dans sa thèse sur l'Oranie Sud Occidental l'initial de la stratigraphie et la structure du Lias et du Dogger dans la région du Djebel Melah, Djebel Souiga, Djebel Chémarikh et dans le chaînon de l'Antar-Guettai.

Savornin (1931)/Russo (1934-1939)/ Laffitte (1939): Ces trois travaux de stratigraphie conviennent au contenu de l'Atlas saharien et ses prolongements à l'Ouest Ainsi qu'à l'Est notamment le Maroc et la Tunisie.

Cornet (1950-1952) : Les trois études précédentes sont suivies par des modifications apportées par ce dernier à l'échelle stratigraphique qui ont été publiées préalablement par Flamand avec une analyse structurale globale. Cornet, interpréta la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000^{ème} et désigna par la suite la diminution des épaisseurs des terrains du Jurassique vers le NE. Ces derniers sont marins au Jurassique inférieur, devenant gréseux au Jurassique moyen et persistent jusqu'au Crétacé inférieur.

Lasnier (1965) : Il élaborera une étude stratigraphique et micropaléontologique du Jurassique (Djebel Melah et Djebel Chémarikh).

Bassoullet (1966) : Il identifia le Sinémurien supérieur à partir de la découverte d'un *Asteroceras*.

Lucas et Galmier: Ils expriment la tectonique du Djebel Kardacha où ils mettent le point sur la complication structurale de la bordure méridionale de l'Atlas saharien qui est jalonnée par plusieurs accidents produits dans la même année.

Bassoullet et Iliou (1967) : Ils signalent des restes dinosauriens, de crocodiliens et de poissons dans l'Oued Boujihane.

- **Période 1970 jusqu'à nos jours**

Galmier (1970) : A établi La synthèse géologique et il a réalisé 9 cartes photo-géologiques au 1/100 000^{ème} de la région d'Ain Sefra, pour avoir une idée sur la tectonique de l'ensemble des Monts des Ksour.

Bassoullet (1973) :Présente sa thèse sur la stratigraphie des Monts des Ksour avec une subdivision lithostratigraphique en liaison avec l'évolution sédimentaire du bassin des Ksour où il a retracé l'histoire de cette région durant le Mésozoïque.

Douhasni (1976) : A complété le travail de (Bassoullet,1973) dans sa thèse portant sur «l'étude géologique de la région Ain Ouarka -Boussemghoun », avec une analyse structurale.

Abed (1982) ; Realisa une étude détaillée sur les séries du Jurassique du Djebe Amour.

Kazi Tani (1986) : Présente une synthèse sur l'évolution géodynamique de la bordure Nord – africaine, mettant en évidence deux grands groupes à caractères opposés : transgressif du Trias au Liasmoyen et régressif du Toarcien à l'Oxfordien.

Ait Ouali (1991) : Présenta un travail sur le Rifting et la diagenèse des assises carbonatées du Lias des Monts des Ksour. Il réalisa une étude sédimentologique et géodynamique basée sur une approche séquentielle couplée à une analyse par stade des phénomènes diagénétiques.

Almeras et al (1994) ; Présentent une échelle bio stratigraphiques du Jurassique moyen grâce aux levés de plusieurs coupes de références avec leurs faunes de brachiopodes et d'ammonites, Dans le cadre des précisions stratigraphiques dans les Monts des Ksour.

Ouali Mehadji (1994) : A soutenu un mémoire de magister sur la Stratigraphie des terrains du-Bajocien supérieur - Bathonien dans les Monts des Ksour (Atlas saharien occidental) sur la base des brachiopodes.

Tlili (1995) : Le sujet primordial de son mémoire de Magister s'intéresse aux édifices récifaux de la formation de Tifkirt afin d'élaborer une étude paléo-écologique et paléogéographique.

Mekahli (1995) : Son travail se base sur l'évolution des Monts des Ksour de l'Hettangien au Bajocien supérieur «Biostratigraphie, sédimentologie, stratigraphie séquentielle et paléogéographie», la région est subdivisée en quatre secteurs (Ain Benkhellil, Ain Ouarka, Mékalis, Kerdacha. Ainsi que d'autres formations dans l'Infra Lias–Bajocien au niveau de ces secteurs.

Meddah (1998) : Il accomplit une étude géologique des appareils diapiriques de l'Atlas Saharien Occidental (Monts des Ksour) et le volcanisme triasique.

Kacemi (2005) : Il élaborera une étude sur la dynamique sédimentaire de la série fin Dogger début Crétacé dont la Lithostratigraphie, la sédimentologie et l'analyse séquentielle des formations du Jurassique moyen au Crétacé. Il illustra son étude par le moyen d'une carte géologique de la localité Ouest de l'Atlas Saharien Occidental. Tous ces travaux sont Ainsi employables dans la synthèse d'**Elmi et al (1998)**.

Regagba (2006) : Il concrète une étude sédimentologique et stratigraphique du Jurassique moyen et supérieur de la région d'El Bayadh s'étendant vers l'Est

Kacemi (2013) : Il s'agit d'une thèse de Doctorat où il détaille une l'évolution litho-structurale des Monts des Ksours (Atlas saharien, Algérien) au cours du Trias et du Jurassique et présente l'aspect géodynamique du bassin.

Mahboubi chikh Younes (2021); Proposa une nouvelle nomenclature lithostratigraphique sur la base de repères lithologique et de niveaux à brachiopodes dans des séries argilo-gréseuses avec quelques passés carbonates, à l'Atlas Saharien Central plus précisément dans la région d'El Bayadh, qui font fourni des lignes temps dans la série jurassique supérieur.

Chapitre II

Synthèse

lithostratigraphique

Introduction :

Ce chapitre consiste à mettre en évidence une étude comparative entre l'Atlas Saharien Occidentale (Monts des Ksour) et l'Atlas saharien central (Djebel Amour) au Jurassique supérieur ; les formations de Djara, Aissa et Tiloula à l'Ouest (secteur de Ain Sefra) et au centre ; les formations de Oued El Bayadh, de Theniet Et Tamar, de Ksel, de Laguermi, de Boualem et de Sfisifa, (secteur d'El Bayadh)

1 Les Monts des Ksour : Secteur d'Ain sefra

La géologie des Monts des Ksour a fait l'objet de plusieurs travaux (Fig.7), à l'image de ceux de (Flamand, 1911 ; Cornet, 1952 ; Galmier, 1970 ; Bassoullet, 1973 ; Douihasni, 1973 ; Kazi Tani, 1986 ; Aït Ouali, 1991 ; Mekahli, 1995 ; Sebane, 2007 ; Kacemi, 2013 ; Mammeri, 2018 ; Salhi, 2021 ; Mahboubi, 2021). D'autres travaux, ont été effectués en parallèle, telles les publications de (Delfaud, 1973,1987 ; Kolli, 1984 ; Ben youcef et al., 2017 ; Mahboubi et al., 2021 ; Naimi et al., 2021), Ainsi que des travaux de Magistère de (Tlili, 1994) ; Ouali Mehadji, 1995 ; Kacemi, 2005).

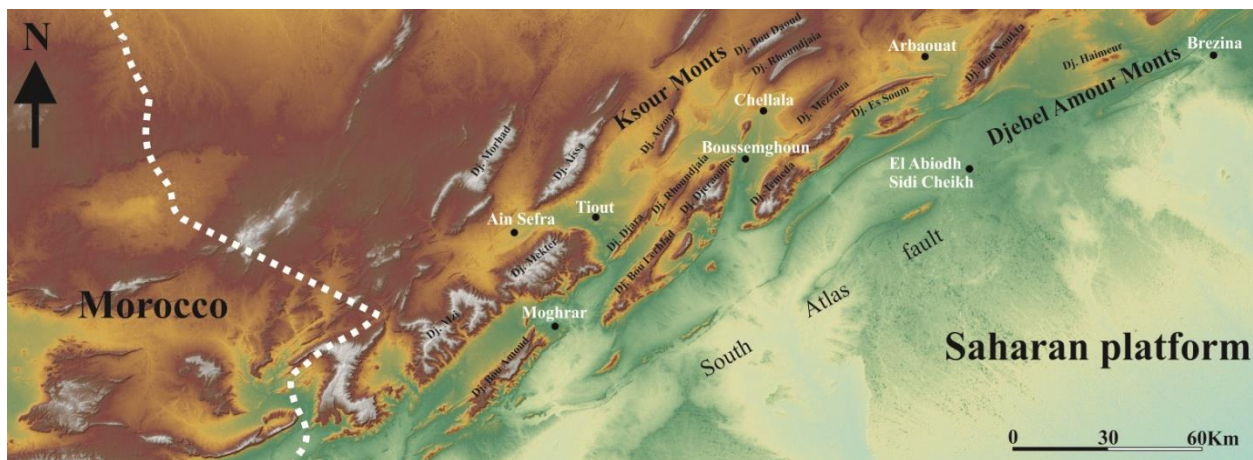


Fig.8 : Les grands traits morphologiques de l'Atlas saharien occidental (Naimi et al., 2021).

1.2 Description des formations :

1.2.1 La Formation de Djara

Djara est le nom d'un anticlinal d'altitude moyenne situé au NO du grand anticlinal d'Ain Ouarka (Djebel Boulerhfad). Il est allongé SO-NE depuis Ain El Hadjadj au SO jusqu'à El Melabed et Méhirize au NE. Ces deux terminaisons périclinales sont occupées grossièrement par des affleurements triasiques et infra-liasiques.

Elle débute par des niveaux noduleux de dolomie gréseuse. Cet ensemble est formé d'une alternance de grès, d'argilites, et de dolomies, avec parfois des niveaux de dolomie bioclastique, lumachellique et oolithique. La limite inférieure a été placée à l'endroit où disparaissent les bancs de calcaires, tandis que la limite supérieure est marquée par la disparition des bancs dolomitiques. Cette formation a été attribuée au Bathonien supérieur-Callovien sur la base d'une faune de brachiopodes et de gastéropodes (Bassoullet, 1973). De son côté, (Kacemi, 2005, 2013) pense qu'elle doit être plutôt attribuée au Bathonien inférieur à Callovien. Son épaisseur est d'environ 472 m. Elle est subdivisée en deux membres ; un membre inférieur à dominance carbonate et un autre supérieur à dominance gréseuse.

Le Membre inférieur (242 m)

Ce membre est marqué par une alternance importante de calcaires de dolomies, d'argiles et de grès. Ce membre débute par une dolomie gréseuse. Ce dernier est surmonté par des argiles (lie-de-vin) coiffées par un niveau de dolomie de couleur jaunâtre à la patine et grisâtre à la cassure d'ordre centimétriques à décimétriques, de nature bioclastique, lumachéllique à fentes de dessiccation. Les grès sont de couleur noirâtre à la patine, blanchâtre à la cassure à grains moyens, bien classés, à ciment carbonaté et riche en structures hydrodynamiques (stratifications obliques, entrecoupées, les rides de courant, des structures mamelonnées (HCS) ; des stratifications madrées (flaser-bedding) ; des litages obliques en arête de poissons (heringbone) litages ondulés (convolutes laminations).) ou parfois massif chenalisé (+de 10m d'ép.).

Le Membre supérieur (230m)

Il est caractérisé par la diminution des épaisseurs des alternances (grès, argiles et dolomies). Les grès deviennent importants vers le sommet (atteignent plus de 15m d'épaisseur) à la différence des dolomies qui étaient importantes dans le premier membre, Les argiles sont presque

identiques à celui du premier membre, Elles sont de couleur lie-de-vin avec quelques passées verdâtres. Les grès sont à aspect massif et riche en figures d'hydrodynamisme et riche en traces de végétaux (bois silicifiés).

1.2.2 Formation d'Aïssa :

Les travaux de ([kacemi,2013](#)) et ([Bassoullet,1973](#)) indique que cette formation est de 500m d'épaisseur et subdivisée en deux membres :

Membre inférieur (270m)

Il est marqué par la présence d'argile, peu de dolomie et de grès. Ce membre débute par des argiles rougeâtres rarement verdâtres d'une trentaine de mètres d'épaisseur qui caractérisent la base de cette Formation. Les grès sont de noirâtre à la patine (patine du désert) et jaune blanchâtre à la cassure et parfois rougeâtre, au milieu de ce membre, à grains fins à moyens. Ils se présentent en barres massifs de 2m à 5m d'épaisseur, souvent chenalisées et parfois en plaquettes riches en figures hydrodynamiques (stratifications horizontales ou entrecoupées, des litages mamelonnés (*HCS*) et en arêtes de poisson, les méga rides.) et des traces de bois fossiles. Les dolomies sont rare et d'épaisseur centimétriques (15 cm à 65 cm).

Membre supérieur (230m)

Il est caractérisé par la rareté des argiles et quand elles existent, elles sont de faible épaisseur. Les bancs de grès peuvent atteindre une puissance d'une soixantaine de mètres. La partie supérieure de ce membre est caractérisée par la couleur rosâtre des grès et la présence de dragées de quartz.

1.2.3 Formation de Tiloula:

Selon les travaux ([Bassoullet ,1973](#) ;[Kacemi ,2013](#) ; [Azil ,2021](#)),

Le Membre inférieur (300m)

Il est caractérisé par une alternance de grès et d'argiles à dominance argileuse. Les argiles sont d'épaisseur décamétrique de couleur rougeâtre à la base et verdâtre au sommet, intercalées par des petits bancs de grès, de dolomie ferrugineuse centimétrique de couleur jaunâtre et de rares bancs gypseux.

Le Membre supérieur (215m)

C'est une alternance serrée d'argile et de grès, à dominance gréseuse. Les grès sont en plaquettes d'épaisseur métrique (4m à 10m) à grains moyens, riche minéralisation cuprifère (malachite et azurite). Les argiles affleurent se forment des combes d'épaisseur métrique, elle est intercalée par de rares petits bancs de dolomies lumachelliques de couleur jaunâtre. Cette combe est coiffée par un banc de grès (10m) massifs à la base et en plaquettes au sommet, de couleur blanchâtre à la cassure et à grains fins à moyens à «flaser-bedding», ce sont les «grès de Tiloula», ces grès blanchâtres (blanc neige) sont présents uniquement dans cette formation.

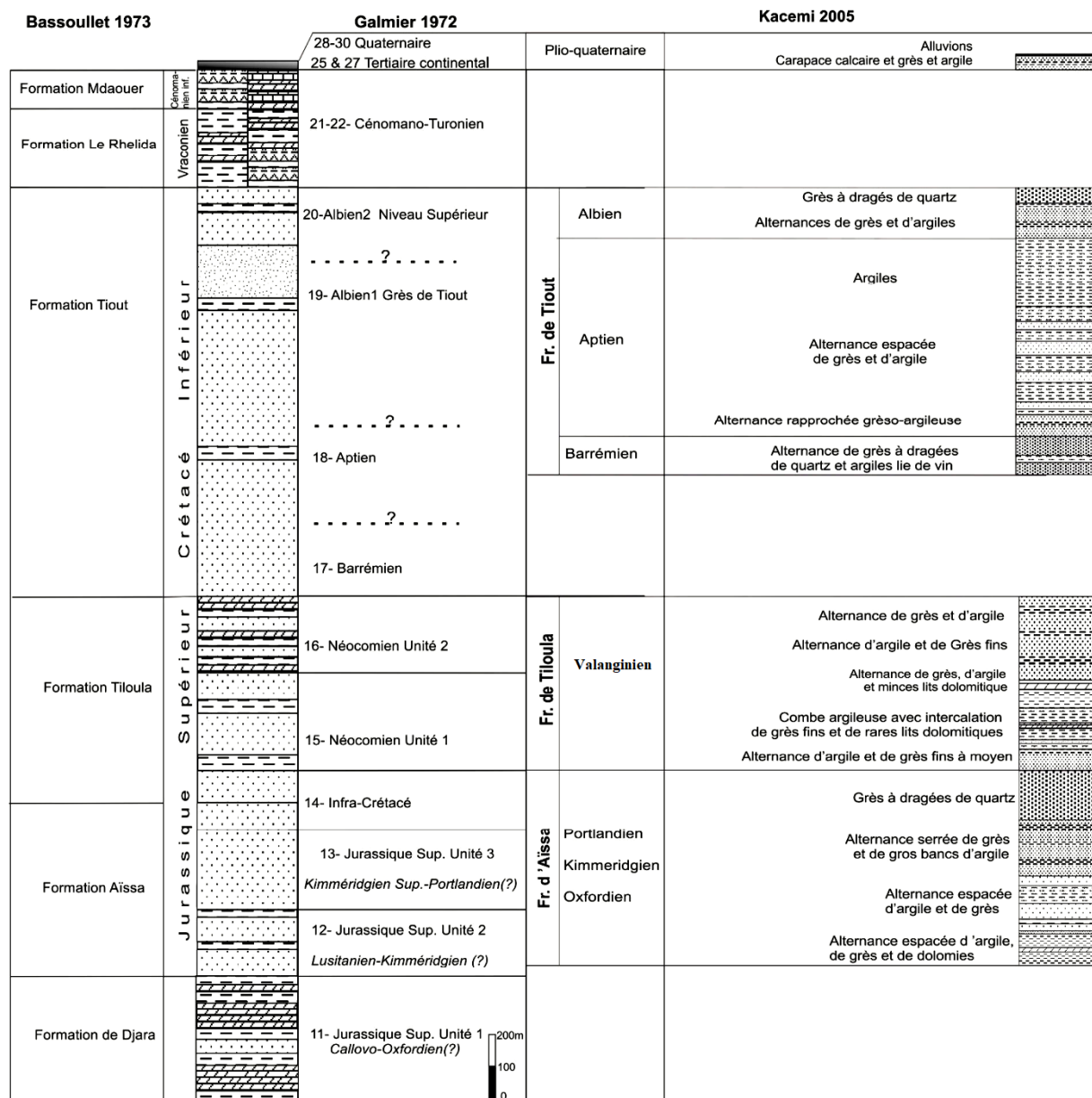


Fig. 9 : Lithostratigraphie et Attribution stratigraphique des formations d'âge Jurassique supérieur dans l'atlas saharien occidentale (Yousfi, 2014).

2 Djebel Amour:

La stratigraphie des Formations du Jurassique supérieur de l'Atlas saharien central ont été étudiées depuis le début du XX^{ème} siècle par (Flamand ,1911) et (Cornet ,1952).D'un travail

de synthèse sur la stratigraphie et un aperçu structural avec essais paléoenvironnementales ont été présentés par (Abed, 1982), et plus récemment des contributions ont été apportées par (Regagba, 2006 ; Mahboubi, 2014), où les unités lithostratigraphiques sont décrites brièvement, usant d'une nomenclature lithostratigraphique de l'Atlas saharien occidental et / ou de l'Atlas saharien oriental.

En considérant les nouvelles modalités paléontologiques et de repères lithologiques précis, (Mahboubi, 2021) a suggéré une nomenclature inédite relative à une ligne de temps basée sur la faune récoltée ; La série étudiée est subdivisée en 7 nouvelles formations : Formation du Kheneg, Formation de l'Oued El-Bayadh, Formation de Theniet Et-Temar ; Formation de Ksel, Formation de Laguermi ; Formation de Boualem et Formation de Sfissifa. Ces nouvelles Formations lithostratigraphiques proposées sont conformes aux recommandations de l'International Stratigraphic Guide (ISG). (Fig.9)

2.1 Description des formations:

2.1.1 -Formation d'Oued El Bayadh (300m) :

D'après (Mahboubi, 2021), cette formation est représentée par une alternance de grès, d'argiles et de dolomies, et riche en figures sédimentaires avec un contenu fossilifère présentée par des bivalves en mauvais état de conservation et traces d'activités biologiques. Les grès sont de couleur noirâtre à la patine et verdâtre à la cassure d'épaisseur décimétrique à métrique. Elle est subdivisée en deux membres : un membre inférieur et un autre supérieur.

Membre inférieur (120 m)

A dominance argileuse. ce dernier est de couleur verte avec des intercalations de grès (stratocroissance) et de dolomies. Les grès sont de couleur jaunâtre parfois noirâtre à la patine et jaune blanchâtre à la cassure, à grains fin à moyen, en bancs massifs, métrique à surface raviné, parfois en plaquettes centimétriques. Ces grès sont riches en figures hydrodynamiques telles que les rides de courants (lingoïdes, oscillatoires, méga rides). Les bancs de dolomies sont d'épaisseur centimétriques à métriques de couleur jaune à grise à la patine, blanchâtre à la cassure.

Membre supérieur (180 m)

Est caractérisé par la rareté des bancs de dolomie et l'augmentation de l'épaisseur des grès. Les argiles affleurent en combes de couleur généralement. Les grès se présentent en plaquettes à

grains, de couleur blanchâtre, ou en bancs d'épaisseur métrique, riches en figures hydrodynamiques (les rides) et bioturbation.

2.1.2 La Formation de Theniet Et-Temar (70 m) :

C'est une alternance d'argile et calcaire de couleur grisâtre, Les argiles sont d'épaisseur décimétrique de couleur grisâtres parfois noirâtre devient verdâtre vers le sommet avec intercalation des bancs centimétriques de grès. Les calcaires sont de forme des bancs décimétrique à métrique riche en faune benthique telle que : les bivalves, les gastéropodes, les brachiopodes, les oursins et polypiers solitaire. Microscopiquement ces carbonates (parfois partiellement dolomitiques) sont des mudstones, wackestone à packestone riche en bioblastes.

2.1.3 La Formation de Ksel (300 m) :

La partie inférieure de cette formation débute par 10 m d'argile rouge, azoïque, avec quelques passées minces, de gréseux roux, à empreintes de dinosaures et les rides de courant. Vers le haut, les passées gréseuses deviennent strato-croissantes affleure se forme des barres massives, chenalisées, à fragments de bois silicifiés. Ces bancs de grès sont caractérisés par une surface basale érosive, des laminations parallèles, obliques, et des rides de courant. Les argiles contiennent parfois des intercalations de grès à grain fin à moyen,. La limite supérieure de la formation de Ksel est marquée par une couche d'argile rouge (lie-de-vin) de 5 à 7m.

2.1.4 La Formation de Laguermi (170 m):

Cette formation est caractérisée par des marnes à intercalations de calcaires dans la partie inférieure. Ces intercalations contiennent des fragments de coquille d'huîtres, des empreintes de dinosaures tridactyles et des os de crocodiles ([Mahboubi et al.,2007](#); [Bessedik et al., 2020](#)). Les 70 m supérieurs de cette formation contiennent des marnes versicolores (rouge, verte, violette) intercalées par des calcaires bioclastiques avec des horizons de gypse. La limite supérieure est marquée par la première apparition des bancs de grès massif chenalisés.

2.1.5 La Formation de Boualem (120 m)

La Formation de Boualem est composée essentiellement par de grès massifs intercalés par des argiles rouges parfois verdâtre .les grès massifs sont riche en structures primaires telles que («flaser bedding», les stratifications obliques, les laminations oblique et la stratification entrecroisée, avec des fragments de bois silicifiés, mal conservés).

2.1.6 La Formation de Sfisifa (40 m)

Cette Formation est étudiée par ([Dahmani, 2022](#)). C'est une alternance marno-calcaire. Les calcaires sont de couleur jaunâtre, Les marnes sont d'épaisseur centimétrique à décimétrique de couleur grisâtres parfois noirâtre. Les calcaires sont de forme des barres décimétrique à métrique riche en faune benthique telle que : les bivalves, les gastéropodes, les brachiopodes, les oursins et polypiers solitaire. Microscopiquement ces carbonates (parfois partiellement dolomitiques) sont des wackestone à packestone riche en bioclastes.

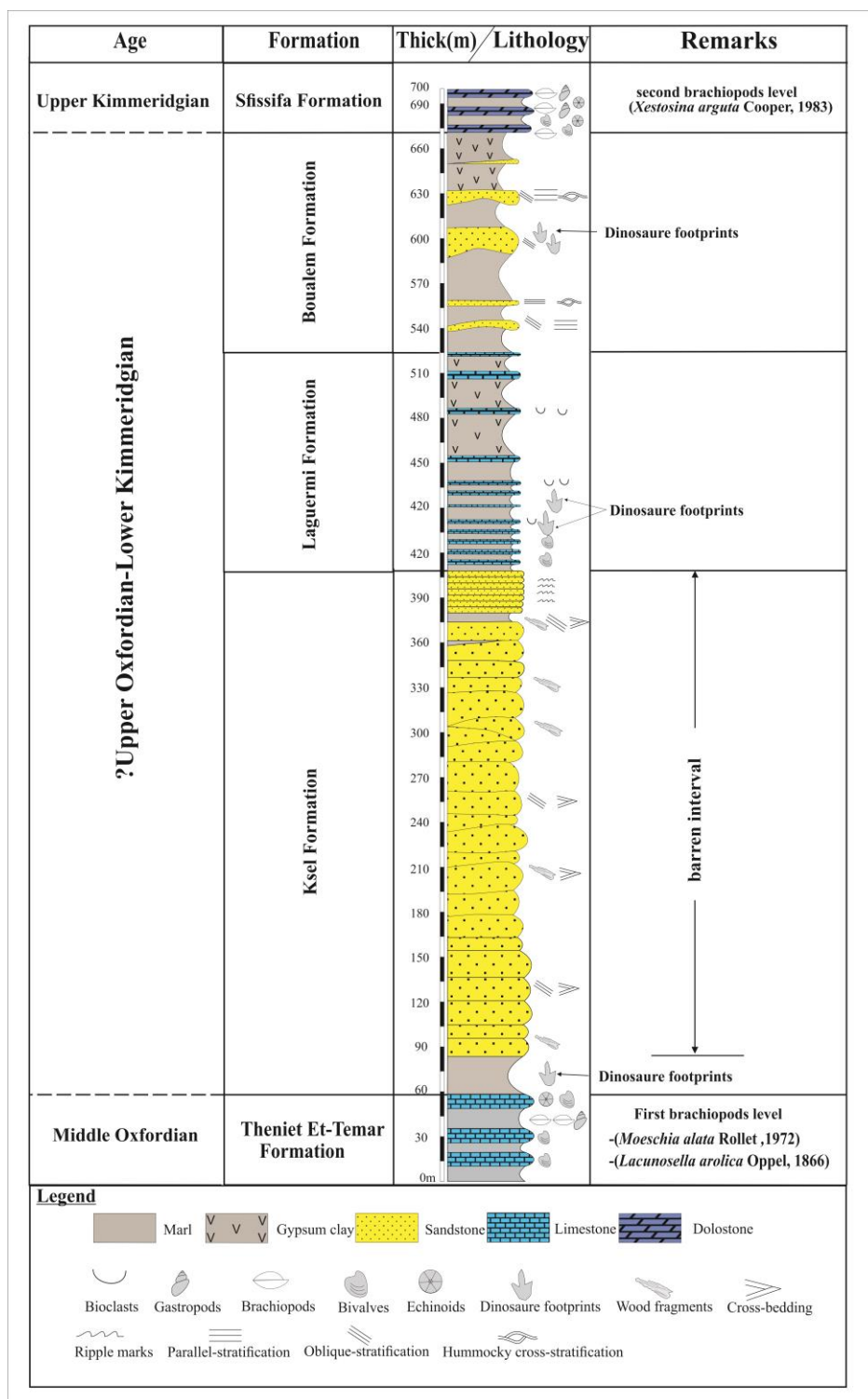


Fig. 9 : Nouvelle subdivision lithostratigraphique du Jurassique supérieur de l'Atlas du Sahara central, région d'El-Bayadh d'après (Mahboubi et al, 2021)

Nomenclature utilisée :

Le tableau ci-dessous représente les principaux travaux effectués sur l’atlas saharien occidental et central.

Atlas saharien occidental		Atlas saharien central	
Subdivisions (Bassoullet, 1973)		Subdivisions (Mahboubi, 2021)	
Formation	Age	Formation	Age
<i>Continental Intercalaire</i>		<i>Continental Intercalaire</i>	
Formation de Tiloula	Jurassique supérieur/Crétacé inférieur	Formation de Sfisifa	Kimmerdgien supérieur (Eudoxus zone)
		Formation de Boualem	? Oxfordien supérieur à Kimmerdgian inférieur
		Formation de Laguermi	
Formation d’Aïssa	Jurassique sup supérieur	Formation de Ksel	Oxfordien Moyen
		Formation de Theniet Et-Temar	
Formation de Djara	Fin Athonien inférieur à Callovo-Oxfordien	Formation de Oued El Bayadh	Callovien inférieur à Oxfordien inférieur
Formation de Tifkirt	Bathonien inférieur Élevé	Formation de Kheneg	Callovien inférieur
Formation de Teniet El Kelakh	Bathonien inférieur à Callovien inférieur		

Chapitre III:
Environnement dépôt
et reconstitution
paléogéographique

INTRODUCTION :

Dans ce chapitre nous traitons l'étude sédimentologique du faciès qui permet de déterminer d'une les mécanismes et l'organisation des dépôts.

L'objectif de ce chapitre est de :

- Reconstituer les paléoenvironnements et l'architecture des corps sédimentaires associés.
- Définir un modèle sédimentologique de chaque formation.
- Placer la région d'étude dans un cadre paléogéographique.

Pour cela, nous avons consacré une étude sédimentologique. Elle est basée sur la définition et l'interprétation des faciès et leurs associations à partir des caractéristiques suivantes :

- Lithologie.
- Stratonomie.
- Figure sédimentaire.
- La définition des associations de faciès permet d'identifier les environnements et un modèle de faciès qui reflète la paléogéographie de notre secteur d'étude durant le Jurassique supérieur.

1. Rappelle :

Le terme faciès a été introduit pour la première fois par (Stenon ,1669). Il a été développé, par la suite, par (Gressley ,1838). Les recherches entreprises par (Haug ,1906) représentent l'essor de cette notion.

Le faciès représente l'ensemble des caractères macroscopiques propres aux sédiments tels que le lithofaciès (y compris les figures sédimentaires), le biofaciès, le stratofaciès et l'ichnofaciès. Ces informations sont complétées par le microfaciès qui englobe l'ensemble des caractères sédimentologiques visibles en lames minces à l'aide d'un microscope optique (Flugel, 1982) et en sections polies à l'aide de microscope optique. Les études macroscopiques et microscopiques des faciès sédimentaires indiquent les conditions physiques et chimiques des environnements de dépôt, l'écologie (température, salinité, énergie et profondeur de l'eau) des organismes responsables à la production des carbonates et les caractères génétiques.

1 Notion de milieu de dépôt :

L'environnement de dépôt est le rapport entre l'ensemble des conditions et des exigences bioécologiques, physico-chimiques (dynamiques, climatiques), eustatiques et topographiques qui

se sont maintenues durant une période de temps au moment duquel s'est effectué le dépôt sédimentaire (Elf Aquitaine, 1977).

-Les plates-formes détritiques à appareil deltaïques

Les plate-formes siliciclastiques à appareil deltaïque est un domaine côtier où l'agitation de l'eau est importante (haute énergie). C'est un environnement généralement très peu profond entre le domaine continental et le domaine marin peu profond et/ou profond. Il est caractérisé par des influences marines qui se traduisent par la présence de traces d'activités d'organismes marins et des influences continentales par des apports terrigènes (sables et argiles). Les dépôts détritiques terrigènes et les dépôts fluvio-marins deltaïques sont les principaux édificateurs de corps sédimentaires variés : chenaux fluviaux, chenaux de marées, cordons littoraux, etc....

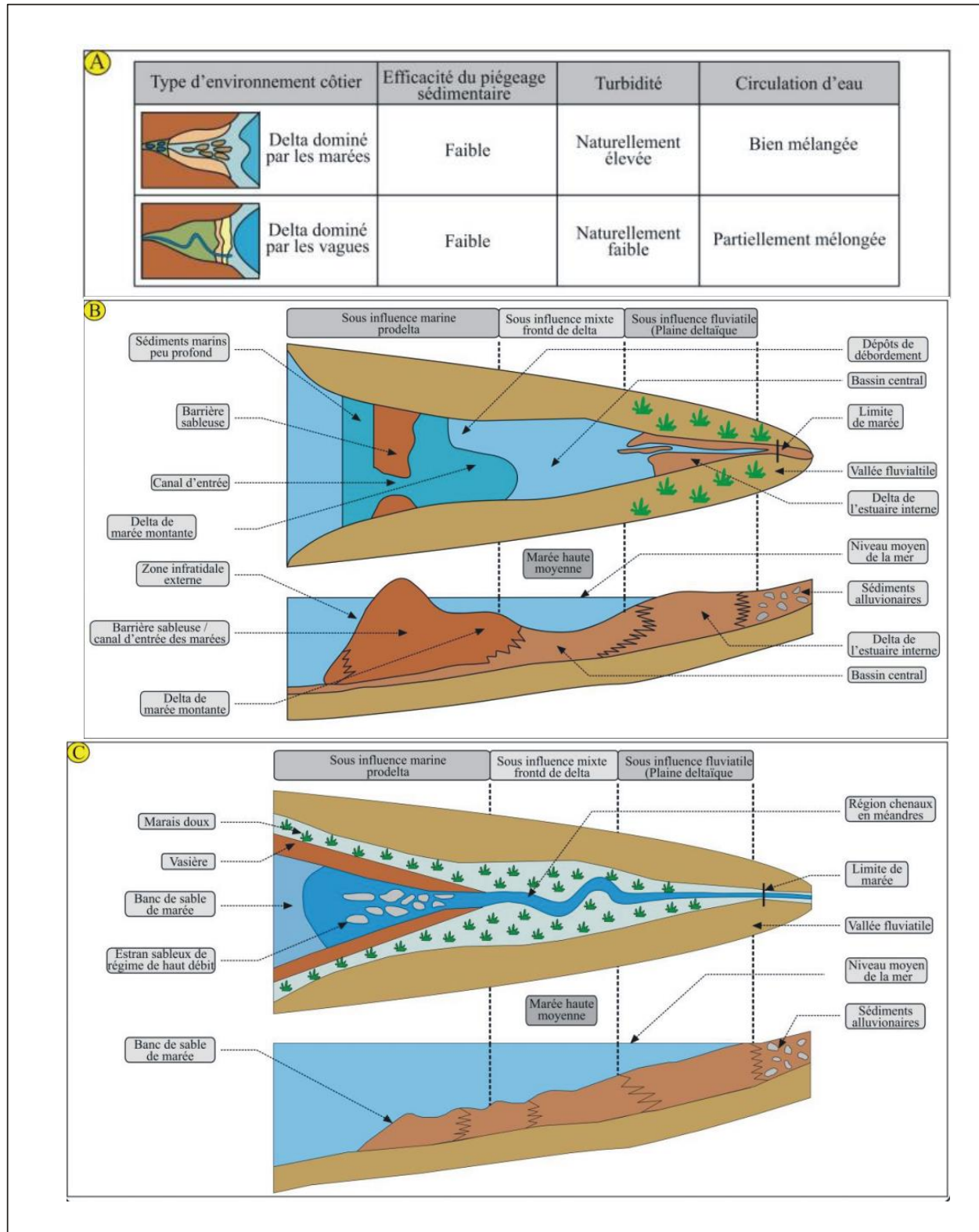


Fig. 8: Zonation et dynamique sédimentaire d'un système deltaïque d'après (Allen, 1984 ; 1985).

2. DESCRIPTIONS & INTERPRETATION DES FACIES

Cette description est basée essentiellement sur la nature lithologique, les structures sédimentaires, la granulométrie et la stratonomie. (Tab.2)

2.1 Facies et sous facies :

FA: Argile :

FA.1 : Argiles rouges

-Description : ce sous facies détritique à granulométrie fine est fréquent dans les formations de Djara, d'Aissa, de Tiloula, de Ksel et de Boualem. Ces argiles se présentent soit sous forme de grandes combes métriques à décimétriques intercalée par quelques passées gréseuses et/ou calcaires, soit constituant des intercalations centimétriques assez homogènes avec des grès et des calcaires

-Interprétation : Grâce au processus de décantation, leur texture et leur granulométrie témoignent d'un milieu de dépôt à régime hydrodynamique faible voire nul (Allen, 1985 ; Blatt *et al.*, 1980). Elle est interprétée comme d'origine marine, rougies secondairement par émergence. La présence des argiles rouges indique un climat semi-aride.

FA.2 : Argiles vertes /grisâtres

-Description : les argiles vertes parfois verdâtre caractérisent les Formations de ; Oued El Bayadh, Theniet Et Temar et Boualem à des épaisseurs décimétrique à intercalations gréseuse.

FA.3 : Argiles noires

-Description : ce sous facies est présent dans la formation de Theniet Et Temar. D'épaisseur décimétrique.

-Interprétation : Les argiles noires sont considérées comme des dépôts en phase calme, à l'abri de toute remise en mouvement. L'absence de bioturbation, de nodules ou de faune naine et pyritisée, indiqueraient des conditions dysoxique à anoxique.

FG : Grès

F2G.1 Grès massif

-Description : Ils se présentent sous forme de bancs d'ordre centimétrique à décimétrique ou en barres d'épaisseur métrique pratiquement dans toutes les formations étudiées.

-interprétation : les grès massif sont le résultat d'une sédimentation rapide d'un dépôt sableux, au cours de laquelle, les structures sédimentaires primaires antérieures ont été détruites (Simpson, 1987 ; Simpson et Eriksson, 1990). Il est considéré par les auteurs comme étant correspondant à un produit de tempêtes sur une plate-forme détritique, en milieu de *shoreface* inférieur/*offshore* supérieur ou *offshore transition*.

FG.2 Grès en plaquette

-Description : Ce faciès correspond à des niveaux gréseux d'épaisseur centimétrique à décimétrique, et des épaisseurs métrique à grain, dans membre supérieur de Tiloula.

-Interprétation : Les grès en plaquettes résultent d'un courant unidirectionnel de fond par une traction et un classement de grains. Le flot est provoqué par un régime d'écoulement supérieur, sous une forte vitesse hydrodynamique dans la zone d'action des vagues et des marées (Reineck, 1973 ; Chamley, 1987).

FG.3 : grès à HCS

-Description : ce faciès ce sous-faciès se présente sous forme de bancs gréseux, à épaisseur centimétrique, à faible extension latérale et montrant à leur interface de très belles stratifications entrecroisées en mamelons (*HCS*).

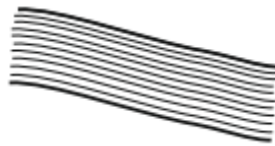
-Interprétation : Les structures *HCS* sont considérées comme diagnostique des plates-formes marines dominées par les tempêtes (Harms, 1975 ; Brenchley, 1985 ; Guillocheau & Hoffert, 1988), dans la zone située entre le *shoreface* et l'*offshore* (Walker, 1979 ; 1982 ; Bourgeois, 1980 ; Einsele & S.Eilacher, 1982). Elles peuvent se rencontrer également à plusieurs dizaines de kilomètres des côtes, dominées par un faciès silteux (Aigner, 1985).

FG.4 grès à lamination oblique :

-Description : Ce sous-faciès se présente en laminations obliques observées dans des bancs de grès micacés .Il s'agit de niveaux à grains fins à moyens, d'épaisseur d'ordre centimétrique à métrique.

-Interprétation : Ces structures correspondent à des laminations de rides unidirectionnelles de courant. Elles se forment sous un régime d'écoulement inférieur, dans tous les milieux de dépôt (Chamley, 2000 ; Cojan et Renard, 2013)

B: Laminations obliques

**FG.5 Grès à lamination horizontale :**

-Description : ces laminations gréseuses se manifeste dans la formation de Tiloula.

-Interprétation : Les laminations horizontales dans les faciès granulaires représentent un régime d'écoulement supérieur (Blatt *et al.*, 1980 ; Allen, 1985 ; Payros *et al.*, 2000). Les modèles expliquent la relation entre la taille des grains et la puissance d'écoulement, dont les laminations horizontales sont placées dans la zone du régime des rides de courant. Ce type de laminations horizontales surmontées par des HCS sont attribués à la plage proprement-dite (zone de déferlement) (Ferry, 2015).

A: Laminations horizontales

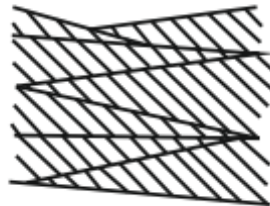
**FG.6 Grès à stratifications entrecroisées :**

-Description : ce sous faciès est bien présent dans la Formation de Boualem.

-Interprétation : Ces laminations sont le résultat de la combinaison de deux courants différents lors de la migration des rides de vagues. Elles peuvent également résulter du

remplissage en phases successives des chenaux (Cojan & Renard, 1997). En général, ce type de laminations se forme sous l'action d'un courant bidirectionnel dans un milieu à influence tidale. L'environnement de dépôt est interprété selon les faciès associés car les argiles ou les marnes se déposent dans tous les environnements sédimentaires.

C: Stratifications entrecroisées.



FG.7 Grès à rides de courants :

-Description : Ce sous-faciès est abondant dans les deux membres de la formation d'Oued El-Bayadh

-Interprétation : Les rides de courant (Ripples Marks) sont causées par un courant unidirectionnel important pour transporter des éléments détritiques sableux. Pour des vitesses et turbulences croissantes, nous obtiendrons ces rides après la déformation de la surface sédimentaire plane (Chamley, 2000).

FG.9 Grès à flaser-bedding :

-Description : Une figure sédimentaire primaire uniquement apparant membre inférieur de formation de Djara et ce de Boualem Ainsi le membre supérieur de la Formation de Tiloula .

-Interprétation : c'est une caractéristique des tidal flats, se forme par dépôt de boue dans les espaces entre les rides de courant. Si les courants de flot et de jusant ne sont pas parallèles, des rides d'interférence peuvent se former; si les vitesses des deux courants sont différentes, deux systèmes de rides de longueur d'onde différentes se marquent.

FG.10 : grès à litages ondulés (convolutes lamination)

-Description : les grès à litages ondulés sont présents dans le membre inférieur de Djara.

-Interprétation : Les laminations convolutées d'écoulement et d'échappement de fluides répondent à une déformation plastique peu après le dépôt d'un sédiment partiellement liquéfié. Elles sont observées habituellement dans les turbidites sableuses et correspondent au terme « Tc » de la séquence de Bouma (1962). Il s'agit de déformations hydroplastiques des lamines, ondulées.

FC : Carbonates

FC.1 : Calcaire bioclastique

-Description : Ce sous-faciès est identifié dans la Formation de Theniet- Et-Temar et la Formation de Sfisifa, sous forme de bancs grisâtres ou jaunâtres, d'épaisseur centimétrique à décimétrique, de calcaires bioclastiques (wackestone/packstone) riche en Bivalves désarticulés et brisés. La faune associée est composée de brachiopodes et de gastéropodes (*Nérinées*).

-Interprétation : Ce faciès témoigne d'une sédimentation soumise ponctuellement sous l'action d'un courant de haute énergie assimilé à des tempêtes. Il correspond aux niveaux coquilliers de type A au sens de (Botquelen *et al.*, 2004).

FC.2 : Dolomie

Description : Les dolomies sont d'épaisseur centimétriques à métriques de couleur jaune à grise à la patine, blanchâtre à la cassure. Il est identifié dans le membre inférieur de ; la Formation Oued El Bayadh, la formation de Tiloula et Djara et partiellement présent dans la Formation de Sfisifa.

Interprétation : Généralement, les dolomies caractérisent la zone supratidale lorsqu'elles présentent des structures d'émersion (fenestres, polygones de dessiccation et brèches de dissolution) ou la partie supérieure de la zone intertidale lorsqu'apparaissent des rides de courant ou des laminations d'origine algale. Cependant, dans notre bassin d'étude, l'aspect lenticulaire et l'épaisseur relativement mince des couches, sont les preuves qu'il s'agit plutôt, de témoins de petites dépressions dans le domaine supratidal (sebkha), qui ont fonctionné probablement comme des "pièges à vases dolomitiques".

FE : évaporites

Ce sous-faciès est identifié dans La Formation de Tiloula. Ce faciès est représenté par des gypses laminés, algaires, fibreux (aciculaires) ou saccharoïdes à pulvérulents, bréchiques ou sous forme de macro nodules massifs. Il se trouve également dispersé sous forme de paillettes ou lamelles à l'intérieur des assises marneuses.

Interprétation :Les évaporites se forment par précipitation d'ions en solution, dans un milieu aqueux sursaturé (saumure) soumis en principe à diverse variations thermique, indique des environnements de bassin peu profond par exemples les lagunes, ou des bassin de rift soit fermé ou à moitié isolés

Facies	Code	Sous facies
FA : Argiles	A1	argile rougeâtre
	A2	argile verdâtre /grisâtre
	A3	argile noire
FG : Grés	G1	grés en plaquette
	G2	grés massif
	G3	grés à stratifications oblique
	G4	grés à stratification horizontal
	G5	grés à HCS
	G6	grés à stratifications madrées (flaser-bedding)
	G7	grés à litages ondulés (convolutes laminations)
	G8	grés à ride de courant
FC : Carbonates	C1	calcaire bioclastique
	C2	Dolomie
FE: Evaporite	E1	

Tab 2 : Tableau récapitulatif des faciès et sous faciès de l'Atlas saharien occidental et central.

2.2 Association de faciès et environnement de dépôt :

Pour aboutir au milieu de dépôt, il faut associer les faciès rencontrés suivant leurs affinités. Plusieurs faciès et/ou sous-faciès unitaires peuvent être regroupés en associations caractéristiques d'un environnement de dépôts (Cojan et Renard, 2006).

2.2.1 L'Atlas saharien occidental :

L'analyse des faciès et sous faciès des Formations de Djara, Aissa et Tiloula dans l'Atlas saharien occidental. Il s'agit d'une plateforme carbonatée type deltaïque.

- Association A : fluvio-deltaïque

Cette association caractérise la formation de Djara, Elle est formée par assemblage des différents faciès ; argiles (A.1, A.2) grés (G.1, G.2, G.3, G.4, G.5, G.6, G.7, G.8, G.9, G.10) carbonates(C.2).

- Association B : supra-deltaïque

Elle occupe la Formation d'Aissa. Elle englobe ; les argiles(A1, A2), les grés(G.2, G.3, G.5, G.6, G.7 G.12) les dolomies (C). Elle indique un milieu supra-deltaïque.

- Association C : margino-littoral (lagunaire)

Cette association correspond à la Formation de Tiloula. Elle est constituée par l'association des sous faciès ; des argiles(A1, A2), des grés (G.1,G.2, G.8)carbonates (C2, C3), des évaporites(E1). Cette association correspond au dépôt margino-littoral.

Association de faciès	Formation	Faciès et sous faciès	Environnement de dépôt
C	Tiloula	A1 A2 G.1 G.2 G.8 E1	Margino-littoral (lagunaire)
B	Aissa	A1 A2 G.2 G.3 G.5 G.6 G.7 C1	Supra-deltaïque
A	Djara	A.1 A.2 G.1 G.2 G.3 G.4 G.5 G.6 G.7 G.8	Fluvio-deltaïque

Tab. 3 : Tableau récapitulatif des associations de faciès et des environnements de dépôt de l'Atlas saharien occidental.

2.2.2 Secteur d'El Bayadh (Djebel Amour) :

L'étude des faciès et sous faciès les Formations de ; Oued El Bayadh, de Theniet Et Temar, de Ksel, de Laguermi, Boualem et de Sfisifa dans l'Atlas saharien central a permis d'identifier un system de sédimentation de type plateforme carbonaté barré.

- Association A : supratidal

La Formation d'Oued El Bayadh il s'agit d'une sédimentation fluvio-marine (front de delta). Elle correspond aux sous faciès ; A2, G1, G2, G4, G6, G8, C1 et C2 qui se prolifère dans un milieu supratidal.

Association B : plateforme interne

Cette association caractérise la Formation de Theniet Et Temar. Elle correspond aux sous faciès ; A2, A3, Il s'agit d'un dépôt type plate forme interne

- Association C : supra-tidal

Cet assemblage appartient à la Formation de Ksel, Elle regroupe ; A1, G1, G2, G3, L'association de tous ces sous faciès se prolifère dans un milieu supratidal.

- Association D : lagunaire

Cette association marque la formation de Laguermi, elle est caractérisée par l'assemblage de C1, E, traduisant sédimentation lagunaire.

- Association E :

Cette association correspond à la Formation de Boualem , Elle regroupe de ces sous faciès A2 G1 G2 G6 G7 Les différents critères sédimentologique montrent clairement une absence de l'influence marine. Cette association caractérise un environnement continental de type fluviatile.

Association F : plateforme interne : la Formation de Sfisifa assemble les sous faciès C1, C2 à faune benthique (les bivalves, les gastéropodes, les brachiopodes, les oursins et polypiers solitaire). Il s'agit d'une plateforme interne.

Association de facies	Formation	Facies et sous facies	Environnement de dépôt
F	Sfissifa	C1 C2	Plateforme interne
E	Boualem	A2 G1 G2 G4 G6 G7	Fluvatile
D	Laguermi	C1 E	Lagunaire
C	Ksel	A1 G1 G2 G3 G5	Supra deltaïque
B	Theniet Et Temar	A3 A2 G2 G4 G8 C1 C2	Plateforme interne
A	Oued El Bayadh	A2 G1 G2 G4 G6 G8 C1 C2	Fluvio marin (front de delta)

Tab. 4 : Tableau récapitulatif des associations de faciès et des environnements de dépôt de l'Atlas saharien central.

3. PALEOGEOGRAPHIE ET MODELE SEDIMENTOLOGIQUE

La distribution des associations de faciès et des systèmes sédimentaires, Ainsi que la corrélation des séquences d'amont en aval, permettent une bonne compréhension paléogéographique.

Quatre principales phases paléogéographiques peuvent être superposées :

Phase 01 (Callovo-Oxfordien) : Ils s'installent dans tous les secteurs depuis Ain Sefra (Atlas saharien occidental) jusqu'à El Bayadh (Atlas saharien occidental) des dépôts homogènes de nature détritique qui reflète un environnement deltaïque.

Phase02 (Oxfordien moyen) : Une transgression liée à l'enfoncement de la frange nord gondwanienne ,amène un approfondissement du milieu de sédimentation et l'installation d'un complex péri-récifal de plateforme interne plus ou moins profonde0 cette sédimentation est représenté par des calcaires de Theniet-Et-Temar dans l'Atlas saharien central et qui diminuent d'épaisseur vers le SW pour disparaître entre le secteur d'Arbaouat et Ain Ouarka.

Phase 03 (Oxfordien supérieur–Kimméridgien inférieur) : La région étudiée émerge et devient le siège d’une sédimentation d’argiles et grés rougeâtres, continentaux dont l’épaisseur (600 à 700m) marquant une subsidence forte et active.

Phase 04 (Kimméridgien supérieur): l’Atlas saharien devient un siège pour une sédimentation silico-clastique formé par une alternance d’argile des dolomies (Formation de Tiloula) qui traduit un environnement lagunaire. On note que dans l’Atlas saharien central, cette formation se termine par une sédimentation carbonaté de nature plate-forme interne causé par une transgression d’âge Kimméridgien supérieur.

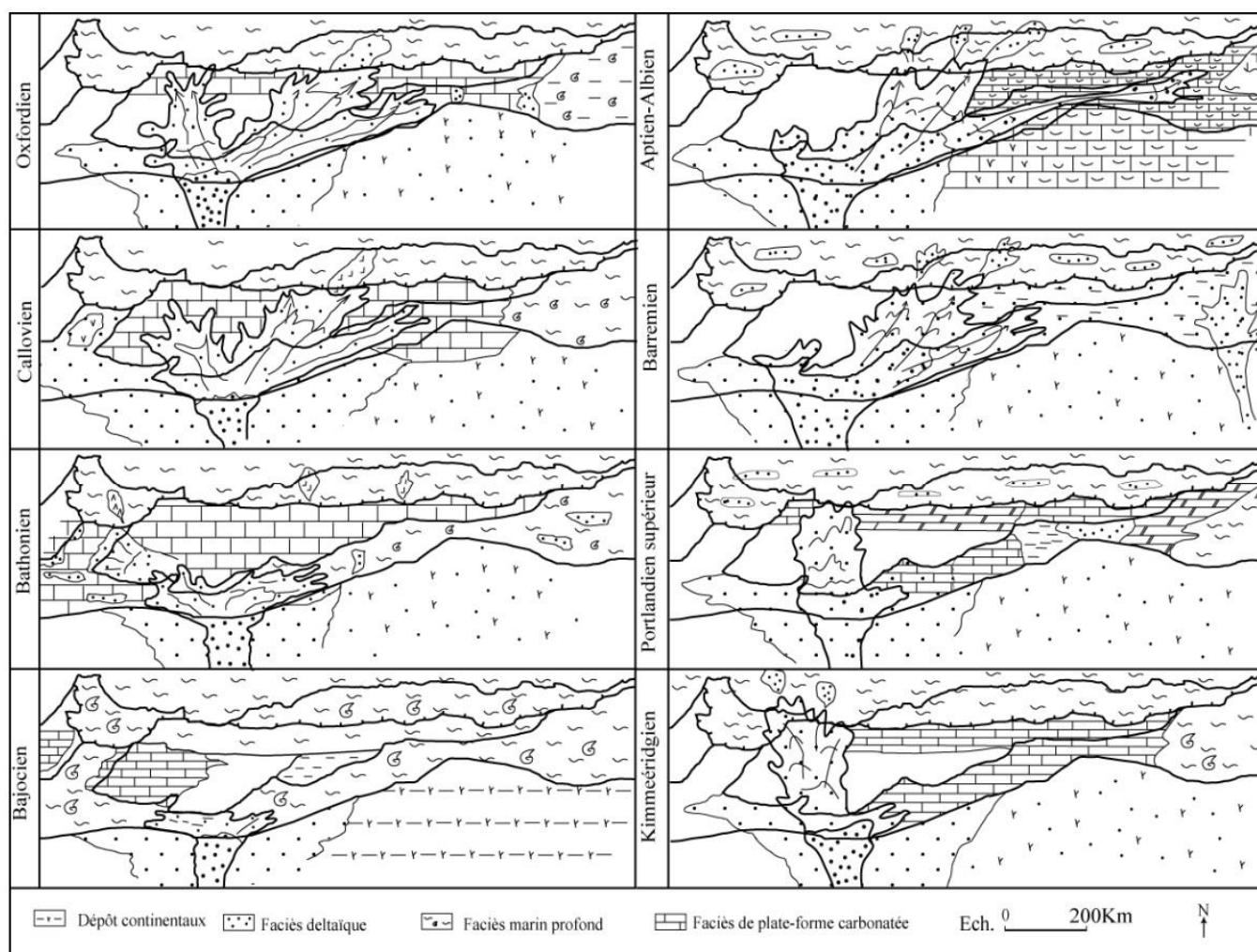


Fig. 11: Progradation du delta des Ksour (Delfaud *et al.*, 1987).

Conclusion générale

Conclusion générale

Au terme d'étude lithostratigraphique, le travail entamé dans l'Atlas saharien occidental et l'Atlas saharien central au Jurassique supérieur, nous a permis reconnaître trois Formations à dominance détritique dans les Monts des Ksour, et six Formations à Djebel Amour.

L'étude lithostratigraphique de la série du Jurassique supérieur dans l'Atlas saharien occidental a permis de subdiviser la série en trois formations

: -la Formation de Djara caractérisé par une alternance d'argile, grès et dolomie. Et elle est composée de deux membres ; membre inférieur à dominance carbonaté et un membre supérieur.

-la Formation d'Aissa : il s'agit d'une formation entièrement argilo-gréseuse, elle est subdivisée en deux membres ; un membre inférieur marqué par la présence d'argile, peu de dolomie et de grès. et un membre supérieur caractérisé par la rareté des argiles.

-la Formation de Tiloula : c'est une alternance d'argile, d'argile poliquite, de silt et de grès. d'épaisseur de 515m, elle comprend deux membres ; un membre inférieur caractérisée par une alternance de grès et d'argiles à dominance argileuse et un membre supérieur représenté une alternance serrée d'argile et de grès, à dominance gréseuse.

L'étude lithostratigraphique de la série du Jurassique supérieur dans l'Atlas saharien occidental a permis de subdiviser la série en six formations :

-la Formation d'Oued El Bayadh : c'est une alternance serrée d'argile et de grès, à dominance gréseuse, riche en figures sédimentaires. La faune est représentée par des bivalves en mauvaise état de conservation, et traces d'activités biologiques. Elle subdivisée en deux membres ; membre inférieur et un membre supérieur caractérisé par la rareté des bancs de dolomie et l'augmentation de l'épaisseur des grès.

-la Formation Theniet Et Temar : cette Formation est caractérisée par une alternance marno-calcaires.

-la Formation de Ksel : constituée par alternance de grès massif chenalisé avec des argiles rougeâtres .Cette formation est très riche en bois fossile.

-la Formation de Laguermi : Elle est représentée par des marnes versicolores avec des intercalations des gypses et des de calcaires bioclastique.

-la Formation de Boualem : Elle est composée essentiellement par une alternance des grès massifs chenalisés et des d'argile rougeâtres à verdâtre.

-la Formation de Sfisifa : il s'agit d'une alternance marno-calcaire.

Au terme d'étude sédimentologique du jurassique supérieur de l'Atlas saharien occidental et central a permis de mettre en évidence des principaux facies : facies argileux, gréseux et carbonaté .

Dans l'Atlas saharien occidental on a regroupé trois associations :

-Une association (A) ; qui coïncide avec la Formation de Djara ; le milieu correspond à un milieu continental de type fluvio-deltaïque.

-Une association (B) qui s'accord avec la Formation d'Aïssa ; environnement supra-deltaïque.

-Une Association (C) correspondant à la Formation de Tiloula ; environnement Margino-littoral (lagunaire).

Dans l'Atlas saharien central on a rassemblé six associations :

-**Association A** : correspond à la Formation d'Oued El Bayadhet se traduit un environnement de dépôt fluvio marin (front de delta).

-**Association B** : s'harmonise avec la Formation de Theniet Et Temar il s'agit d'un environnement de dépôt type plate forme interne.

-**Association C** : s'accord avec la Formation de Ksel. Elle se manifeste d'un dépôt supra-deltaïque.

Association D : coïncidant avec la Formation de Laguermi indiquant un environnement lagunaire.

-Association E : représente la Formation de Boualem est traduit un dépôt fluviatile.

-Association F : correspond à la Formation de Sfisifa. L'environnement de dépôt est attribué à une plateforme externe.

Quatre principales phases paléogéographiques peuvent être superposées :

phase 01 d'âge Callovo-Oxfordien , phase02 d'âge Oxfordien moyen, phase 03 d'âge Oxfordien supérieur –Kimméridgien inférieur et en fin phase 04 d'âge Kimméridgien supérieur.

*Références
bibliographiques*

ABED, S(1982) : Lithostratigraphie et sédimentologie du jurassique moyen et supérieur du Djebel Amour (Atlas saharien central, Algérie). Thèse 3ème cycle, PAU, 242p.

AIT OUALI, (1991) : Le rifting des monts des Ksour au lias. Organisation du bassin, diagenèse des assises carbonatées. Place dans les ouvertures mésozoïque du Maghreb, thèse de Doctorantes_ sciences, Alger, 297 p., 297 p., 147 fig., 16tab., 16 pl.

ALMERAS, Y., ELMI, S., MEKAHLI L., OUALI MEHADJI, A., SADKI, D., & TLILI, M (1994) : Biostratigraphie des Brachiopodes du Jurassique moyen dans le domaine atlasique (Maroc Algérie). Contraintes environnementales et relation avec l'évolution verticale des peuplements d'ammonites. In: Cresta, S., Pavia, S. (Eds.), Proceedings of 3rd International Meeting on Aalenian and Bajocian Stratigraphy, Marrakech, 25–31 May 1994. Miscellanea 5, Roma 219–241.

AZIL, A., AIT OUALI, R. (2021). Lithostratigraphy and evolution of the lower cretaceous Basins. In Western Saharien Atlas Algeria. In Journal of African Earth Sciences (Vol. 175, p.1041112). Elsevier Bv.

BASSOULLET, J.P (1966) : Présence de Lotharingien daté par ammonites dans l'Atlas Saharien sud oranais (Algérie). C. R. Som. Soc. Géol. France. Vol. 4. P : 157-158.

BASSOULLET, J.P (1973) : Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). Thèse. Sci. Nat., Paris VI, 497 p. 50, 32pl.

BESSEDIK, M., MAHBOUBI, M., MAMMERI, C., & BELKEBIR, L (2020) : Les restes de dinosaures et leurs traces en Algérie. Mém Bull ServGéol Nat Algérie.21:19–28.

BENYOUCEF, M., MEBARKI, K., FERRE, B., ADACI, M., BULOT, L. G., DESMARES, D., VILLIER, L., 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). In Cretaceous Research (Vol. 78, pp.34–55).

BETTAHAR A. HABANI H. ET MEDAOURI M. (1996) : Analyse structurale d'un tronçon de l'ASA. El Kohol, Brézina. Atlas saharien central. *Bulletin de service géologique de l'Algérie*, 8 (I) : 81 – 94.

BLATT H., MIDDLETON G. & MURRAY R. (1980) : Origin of sedimentary rocks. Second edition. Prentice. Hall, Englewood cliffs, New Jersey, 782 p.

BOTQUELEN A., LOI A., GOURVENNEC R., LEONE F. & DABARD M. P. (2004) -
Formation
et signification paléo-environnementale des concentrations coquillières: exemples de l'Ordovicien de Sardaigne et du Dévonien du Massif armoricAin. *Comptes Rendus Palevol*, 3 (5), pp.353-360.

CHAMLEY, H (1987) :Sédimentologie. Editions Dunod, Paris, 175 p.

COJAN, I., & RENARD, M. (2006). Sédimentologie-2ème édition.

DELFAUD, R.J (1974) la sédimentation deltaïque ancienne. Exemples sahariens. Bull. centre. Recherche, Pau, SNPA, 8, 1, pp.241-263.

DOUIHASNI, M (1976) : Etude géologique la région d'Ain Ouarka-Boussemgoun (partie centrale des Monts des Ksour) - Analyse structurale -Tome I : Stratigraphie. Thèse 3ème cyc. Oran : Université d'Oran, 115p, p208, fig. 49.

DOUIHASNI, M (1973) : Etude structural de la terminaison nord-orientale de l'anticlinale d'Ain Ouarka (Atlas saharien occidental). Mém. D.E.A., Oran, 113p., inéd

DUNHAM, R.J (1962): Classification of carbonate rocks according to depositionaleise texture. AAPG. Mem 1:108–12.

LF AQUITAINE (1977) : Essai de caractérisation sédimentologique des dépôts carbonatés. Eléments d'interprétation. *Centre de Recherches de Baussens et de Pau*. 76 fig., 28 tabl., 17 pl., 231 p.

ELMI, S., ALMERAS, Y., AMEUR, M., BASSOULLET, J.B., BOUTAKIOUT, M., BENHAMOU, M., MAROK, A., MEKAHLI, L., MEKKAOUI, A., & MOUTERDE, R (1998) : Stratigraphic and palaeogeographic survey of the Lower and Middle Jurassic along a north-south transect in western Algeria. *Mémoire du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris*, 179, 145-211.

FLAMAND, G.B.M (1911) Recherches géologiques et géographiques sur le «Haut Pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et Territoires du sud). Thèse Sci. Lyon, n°47, A. Rey (édit), Lyon. 1001 p., 157 Figure, 6 cartes et dpt, 16 pl.

FLÜGEL E. (1982) Evolution of Triassic reefs: current concepts and problems. *Facies*, 6 (1), pp. 297-327.

FLÜGEL, E (2010) Microfacies of carbonate rocks: analysis, interpretation and application. Springer, Heidelberg.

GALMIER, D (1970) Photogéologie de la région d'Ain Sefra (Algérie). Thèse Doctorat d'Etat. Fac. Sci. Paris, 320 p., 9 cartes h.t. ronéot.

GRESSLY A. (1838) Observations géologiques sur le Jura soleurois. *Nouveau Mémoire De la Société Helvétique des Sciences Naturelles*. Neuchâtel., **II**, 12 pl. 241 P.

HANDFORD, C.R., & LOUCKS, R.G (1993) Carbonate Depositional Sequences and Systems Tracts—Responses of Carbonate Platforms to Relative Sea-Level Changes, in: Loucks, R.G., Sarg, J.F. (Rick) (Eds.), *Carbonate Sequence*

HAUG E. (1906) Nouvelles données paléontologiques sur le Dévonien de l’Ahnet occidental. Mission Chudeau et Gautier. *C. R.*, 141, p. 732.

KACEMI, A. (2005) Cartographie et dynamique sédimentaire de la série fin Dogger début Crétacé (Djara - Rhoundjaia) des Monts des Ksour (Atlas saharien, Algérie).Mém. Magister, Univ. Oran, 212 p., 49 fig., 15 pl.

KACEMI, A (2013) Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas saharien, Algérie) au cours du Trias et du Jurassique : Géodynamique, Typologie du bassin et Télédétection. Thèse Doc. Sci. Tlemcen : Université a.b.b Tlemcen, 229p, p 32, fig. 06.

KAZI TANI, (1986) Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine : le domaine intraplaque nord-algérien. Approche méga-séquentielle. Thèse Doctorat d’Etat, Pau, 2 tomes, 784 p., 361 fig.

LAFFITTE, (1939) Etude géologique de l’Aurès. Thèse es science, Paris, Bull. Paris, Pub. Serv.cartes géol. Nouv. Série, N°46, t.I, 217p, et t.II 281p.

LIMAM, H. (2022) Bioturbation en contexte de paléo émission, des fluides dans les séries du Dévonien de la Saoura (Sahara Algérien) et du Jurassique (passage Dogger-Malm) des Monts de Nador (Domaine pré-Atlasique). Thèse Doctorat d’Etat. Univ. Oran 2.

MEDDAH, A. (2010) La Province magmatique de l’atlantique central (CAMP) dans le bassin des ksour (Atlas saharien occidental, Algérie) Thèse Doctorat d’Etat, Univ. Oran.

MAHBOUBI, C, Y. (2014) Environnements sédimentaires du Callovo–Oxfordien de l’Atlas Saharien central (région d’El Bayadh, Algérie).Mém.de master. Université d’Oran.

MAHBOUBI,C, Y. (2021) Les indices de fluides et diagenèse précoce dans les terrains du Jurassique de la région d’Ain Ouarka et d’El Bayadh (Atlas Saharien, Algérie) Thèse doctorat d’Etat, Univ. Oran 2.

MAHBOUBI. C, Y., OUALI MEHADJI. AEK., CHEVALIER.N (2021) microfacies and stable isotope features of the Lower-Middle Jurassic carbonate rocks of Western Saharan Atlas (Aïn Ouarka area, Algeria).

MAAMERI. C. (2018) Les empreintes de pas de dinosaures de l'Atlas saharien (Rhétien à Cenomanien): ichnosystématique et paléobiogéographique. These Doctorat d'Etat, Univ. Oran 2. 136p.

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

MEKAHLI, L. (1998) Evolution des Monts des Ksour (Algérie) de l'Hettangien au Bajocien. Biostratigraphie, sédimentologie, évolution paléogéographique stratigraphique.

NAIMI, M, N., MAHBOUBI, C. Y., CHERIF, A. (2021). Lithostratigraphy and evolution of the lower cretaceous basins, in Western Saharan Atlas, Algeria : A comment. In Journal of African Earth Sciences (vol.183, p.104304). Elsevier BV.

OUALI MEHADJI, A (1995) Brachiopodes des Monts des Ksour (Bajocien supérieur, Bathonien inférieur) (Atlas saharien occidental, Algérie). Mémoire de Magister Univ. Oran. 220p, 90fig, 3pl.

READ, J. F (1985): Carbonate platform facies models. AAPG bulletin, 69(1), pp. 1-21.

REGAGBA, A (2006) : Etude sédimentologique et stratigraphique de la série du Jurassique moyen et supérieur de la région d'El-Bayadh (Atlas saharien central, Algérie). Mém magistère univ Oran, Algérie; p.113.

REINECK, H.-E., & SINGH, I.B (1973) : Depositional Sedimentary Environments: With Reference to Terrigenous Clastics. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg.

RITTER, E. (1901) : Le Djebel Amour et les Monts des Oulad Nail. Mémoires et Bulletins du Service de la Carte Géologique de l'Algérie, 2ème série :stratigraphie. In-8°, 102 p., 16 fig, 4 pl. h.t.

RUSSO, P. et RUSSO, L. (1934): Le grand accident Sud Atlasien. Bull. Soc. Géol. Fr., (5), 4, (4-5), 28 mai, p. 375-384.

SADJI, R (2021) Calcaire noduleux rouges du Jurassique supérieur (Ammonitico rosso) du DomAine tellien externe (Algerie NW) : approches sédimentologique, biochimiostratigraphique et paléoclimatique. Thèse. Doct. Univ. Oran, 136p, 59fig.

SAVORNIN, J, ROMAN, F., DARESTE de la CHAVANNE, J., (1931) La région d'Oujda. Esquisse géologique et étude paléontologique. Notes et Mem. Serv. Mines et Carte géol. Maroc (16).

SEBANE, A (2007) Les foraminifères du Jurassique des monts des Ksour. Etude biostratigraphique et paléoécologique. (Atlas saharien occidental, Algérie). Thèse de Doctorat d'Etat Es-Sciences, Université d'Oran. 212 p., 45 fig. et 25 pl.

SIMPSON, E.L., & ERIKSSON, K.A (1990): Early Cambrian progradational and transgressive sedimentation patterns in Virginia: an example of the early history of a passive margin. J. Sediment. Petrol., 60: 84-100.

SIMPSON, J. (1987) Mud-Dominated Storm Deposits From A Lower Carboniferous Ramp. Geological Journal 22, 191–205.

TLILI, M (1995) Le phénomène récifal du Bajocien de la bordure méridionale de l'Atlas saharien Occidental (secteur d'Ain Ouarka). - Mém. Magister, Univ., Oran, Algérie, 154 p.

TUCKER, M.E., & WRIGHT, V.P (1990) Carbonate Sedimentology. Blackwell. Sci. publ Oxford: 482 p.

YOUSFI, S. (2014) Etude hydrodynamique et modélisation des écoulements souterrains dans les gouttières synclinale gréseuses du Barrémo- Albo-Aptien d'Ain Sefra (partie centrale des Monts des Ksour – Atlas Saharien, Nord-Ouest Algérie). These. Doctorat d'Etat. Université. oran 1. 100p.