

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed



Faculté des Sciences de la Terre & de l'Univers  
Département des Sciences de la Terre  
Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et Paléoenvironnement

### **Mémoire de fin d'étude**

Pour l'obtention du diplôme de Master  
En Science de la Terre  
**Option** : Géologie des Bassin Sédimentaires

#### **THÈME**

LITHOSTRATIGRAPHIE ET ENVIRONNEMENTS SÉDIMENTAIRES DU  
JURASSIQUE SUPERIEUR DANS LE SECTEUR D'AIN OUARKA  
(DJ. TENIET BOU-RDOUD), ATLAS SAHARIEN OCCIDENTAL, ALGERIE

Présenté par :

**M. BOUAZZA Salih**

Soutenu le 06 / 10 / 2022 devant la commission d'examination :

Devant le jury composé de :

<b>M. OUALI MEHADJI AEK</b>	Professeur	Université d'Oran 2	Président
<b>M. MAHBOUBI Cheikh Younes</b>	M.C.B	Université d'Oran 2	Rapporteur
<b>M. BOUTARFA B</b>	M.A.A	Université d'Oran 2	Examineur

Oran, 2022

## REMERCIEMENT

Je remercie avant tout Allah, Tout-Puissant et le remercie pour son succès dans la réalisation de cette recherche

Je dédie cette recherche à mes parents et frères et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à mon soutien.

Je tiens à exprimer toute une grande reconnaissance à l'endroit de mon encadreur Monsieur **Mahboubi Chikh Younes** pour ces encouragements, ces conseils sa rigueur dans le travail et surtout ses qualités humaines qui nous ont permis de travailler avec confiance dans un climat détendu.

Je tiens à exprimer mes plus sincères remerciements et ma gratitude à mon distingué professeur, Monsieur **Ouali Mehadji Abdelkader** pour son grand et influent soutien tout au long de la période d'achèvement de ce mémorandum.

Je remercie sincèrement Monsieur **Boumediene Bouterfa** pour sa générosité, son soutien et son partage de toutes les possibilités et de précieux conseils avec moi.

Je tiens à remercier **Zache Walid, Salim belkhedim** et **Radouane Sadji** pour le partage d'informations précieuses et leur soutien merveilleux et encourageant.

Je voudrais remercier tous mes collègues et amis, en particulier **Bouhadjera Mohamed Chakib, Bendjerd Houari, Guerbouz Mouaad, Sahnoune Tahar, Sanaa Yassin, Mansouri Larbi**.

Je remercie également tous les professeurs distingués pour leur veillée à fournir toutes les expériences et informations tout au long de l'étude.

Il m'est très agréable de remercier Messieurs **Bouza Houcine** et **Makhloufi Rachid** pour leur aide à la préparation des lames minces.

## **Résumé:**

Notre contribution s'inscrit dans les terrains d'âge Jurassique supérieur de l'Atlas saharien occidental, dans la région d'Ain Ouarka « Teniet-Bou Rdoud », à environ 30 km à l'Ouest de la ville de Boussemeghoun.

L'étude lithostratigraphique nous a permis de définir deux formations : la formation de Tifkirt (partie supérieur) et la Formation de Djara. La Formation de Tifkirt (11m).

La Formation de Djara est subdivisée en quatre membres: le membre 1 (45 m), est caractérisé par une alternance argilo-gréseuse avec des passé de calcaire dolomitique. Les grès sont d'épaisseur plus importante vers le sommet dans ce membre et contient du bioturbations, bois silicifié et des figures sédimentaires telles que :les rides courant ( mégarides) et des laminations horizontales et obliques. Le membre 2 (60 m), ce membre est caractérisé par de grès chenalisée, sous forme des barres métrique avec la présence des les mégarides, bioturbations et des surface durcie. Le membre 3 (45 m), ce membre commence par un banc de calcaire bleu dolomitisé bioclastique avec des traces de bivalves, des gastéropodes et bois fossile silicifié. On remarque dans ce membre une légère augmentation de l'épaisseur de l'argile avec l'intercalation de quelques minces bancs dolomitiques, ainsi que la présence de silt. Le membre 4 (68 m) il est représenté par des barres chenalisées riche en lamination horizontale, les mégarides et quelques restes de bois fossile

La partie sédimentologie, basée sur la description et l'interprétation des faciès et sous-faciès en terme surtout hydrodynamique, nous permis de définir 2 associations :association I pour la Formation de Tifkirt qui traduit un environnement intertidal et association II pour la Formation de Djara qui traduit un environnement de Front de delta à influence fluviale.

**Mots-clés:** Jurassique supérieur, Atlas saharien occidental, Formation de Tifkirt, Aïn Ouarka, Front de Delta, Intertidal.

## **Abstract**

Our work is in the Upper Jurassic age of the Western Saharan Atlas, in the Ain Ouarka region (Teniet-Bou Rdoud), about 30 km west of the Boussemghoun town.

The lithostratigraphic study allowed to define two formations: the Tifkirt Formation (upper part) and the Djara Formation. The Tifkirt Formation (11 m) characterized by an alternation of sandstone, clay and limestone beds rich in benthic fossils such as: brachiopods and bivalves.

The Djara Formation is subdivided into four members: Member 1 (45 m), is characterized by clay-sandstone alternation with dolomite levels, the sandstone is thicker towards the top of this member and contains bioturbations, silicified wood and sedimentary structures such as ripple marks, megarides and the presence of horizontal and oblique laminations. The member 2 (60 m) is characterized by channelized sandstone, in the form of metric bars with the presence of megarides, bioturbations and hard-ground. The member 3 (45 m), this member begins with a blue bioclastic dolomitized limestone bed with traces of bivalves, gastropods and silicified fossil wood. We notice in this member a slight increase in the thickness of the clay with the intercalation of some thin dolomitic beds, as well as the presence of silt. The member 4 (68 m) It is represented by channelized bars rich in horizontal lamination and some remains of fossil wood.

The sedimentology part, based on the description and interpretation of facies and sub-facies in terms of hydrodynamics, allowed us to define 2 associations: association I for the Tifkirt Formation which indicate an intertidal environment and association II for the Djara Formation which indicate a delta front environment with fluvial influence.

**Keywords:** Upper Jurassic, Western Saharan Atlas, Tifkirt Formation, Ain Ouarka, Delta Front, Intertidal.

# Sommaire

## Remerciement

## Didicas

## Résumé

### CHAPITRE I GENERALITE

I. Introduction :.....	1
L'objectif de travail :.....	1
II. Cadre géographique :.....	1
II.1 Cadre géographique général :.....	1
II.2 Cadre géographique local :.....	2
III. Cadre géologique :.....	2
III.1 Cadre géologique générale :.....	2
III.2 Cadre géologique locale :.....	5
IV. Cadre structural :.....	6
V. Historique des travaux :.....	7

### CHAPITRE II LITHOSTRATIGRAPHIE

I. Etude lithostratigraphique :.....	12
II. Localisation de la coupe levée :.....	12
III. Description de la coupe :.....	13
III.1 La partie du membre supérieur de la formation du Tifkirt (11m):.....	13
III.2 La formation du Djara (238m) :.....	13
A) -1 <sup>ère</sup> membre (45m) :.....	13
B) -2 <sup>ème</sup> membre (60m) :.....	14
C) -3 <sup>ème</sup> membre (45m) :.....	15
D) -4 <sup>ème</sup> membre (68m) :.....	16

### CHAPITRE III SEDIMENTOLOGIE

I. Introduction :.....	25
II. Description des faciès et interprétation :.....	27
II.1 Faciès A : L'argile :.....	27
II.2 Faciès S : Silts :.....	27
II.3 Faciès G : le Grès :.....	28
II.3.1 Sous-faciès G1 : Grès massive :.....	28

II.3.2 Sous-faciès G2 : Grès a lamination oblique :.....	29
II.3.3 Sous-faciès G3 : Grès a lamination horizontal :.....	29
II.3.4 Sous-faciès G4 : Grès a rides de courant : .....	30
II.3.5 Sous-faciès G5 : Grès a mégarides : .....	31
II.3.6 Sous-faciès G6 : Grès rouge fin en plaquette : .....	32
II.3.7 Sous-faciès G7 : Grès a lamination entre-croisée :.....	33
II.3.8 Sous-faciès G8 : Grès a arrête de poisson :.....	34
II.3.9 Sous-faciès G9 : Grès a surface de bioturbation :.....	35
II.4 Faciès C : Le Calcaire :.....	35
II.4.1 Sous-faciès C1 : Calcaire Grainstone a packstone (Lame 01) :.....	35
II.5 Faciès D : Les dolomies :.....	36
III. Association de faciès & milieux de dépôt : .....	37
III.1 Association A : Haut fond (shoal) :.....	37
III.2 Association B : .....	38
Conclusion:.....	41
Références bibliographiques : .....	43
Liste des figures.....	47

# **CHAPITRE I**

## **GENERALITE**

# CHAPITRE I GENERALITE

## I. Introduction :

L'Atlas saharien occidental est formé par une série essentiellement sédimentaire d'âge Mésozoïque représentée par des formations essentiellement carbonatées dans le Jurassique inférieur et des formations essentiellement détritiques d'âge Jurassique moyen à supérieur. Le présent travail est consacré à l'étude d'une formation d'âge Jurassique supérieur dite « Formation de Djara » de nature détritico-sédimentaire. Cette formation a été étudiée dans le secteur de Teniet-Bou Rdoud à l'est de la ville d'Ain Ouarka.

## L'objectif de travail :

Ce travail vise à l'étude lithostratigraphique des caractéristiques des faciès et description de la formation étudiée.

- Affiner la description lithostratigraphique de la Formation de Djara (Bassoulet 1973)
- Donner le cadre paléo-environnemental des différentes unités lithostratigraphiques.

## II. Cadre géographique :

### II.1 Cadre géographique général :

L'Atlas saharien située environ 400 km au sud de la ville d'Oran, limitée au nord par les hautes plaines oranaises et au sud par la plate-forme saharienne, l'Atlas saharien correspond à un alignement de relief orienté NE-SW qui s'étend sur plus de 1000 km depuis la terminaison orientale du Haut Atlas marocain jusqu'à la bordure occidentale des Aurès (Fig.1)

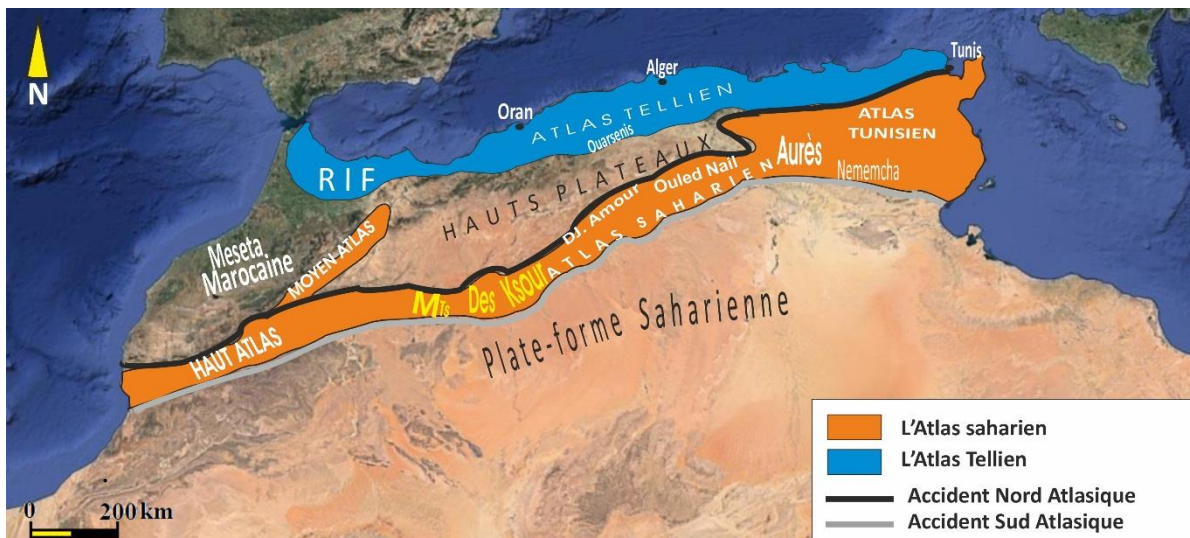


Fig. 1 : Les grands ensembles géographiques de la chaîne alpine en méditerranée occidentale.



# CHAPITRE I GENERALITE

L'Atlas saharien constitue un édifice plissé formé de trois faisceaux de plis (Ritter, 1902) :

- les Monts des Ouled Nail (Atlas saharien oriental).
- le Djebel Amour (Atlas saharien central).
- les Monts des Ksour (Atlas saharien occidental).

## II.2 Cadre géographique local :

La région des Monts des Ksour (l'Atlas saharien occidental) est une région assez élevée, avec certaines culminations dépassant souvent 2000 m d'altitude, constitués de chaînons allongés du Sud-Ouest vers le Nord-Est, sur 30 à 50 km et se relayant rapidement. Le secteur d'étude se trouve dans la partie médiane des Monts des Ksour. Il concerne la région d'Ain Ouarka. Celle-ci est située à environ 60 km à l'ESE de la ville d'Ain Sefra (Fig.2).

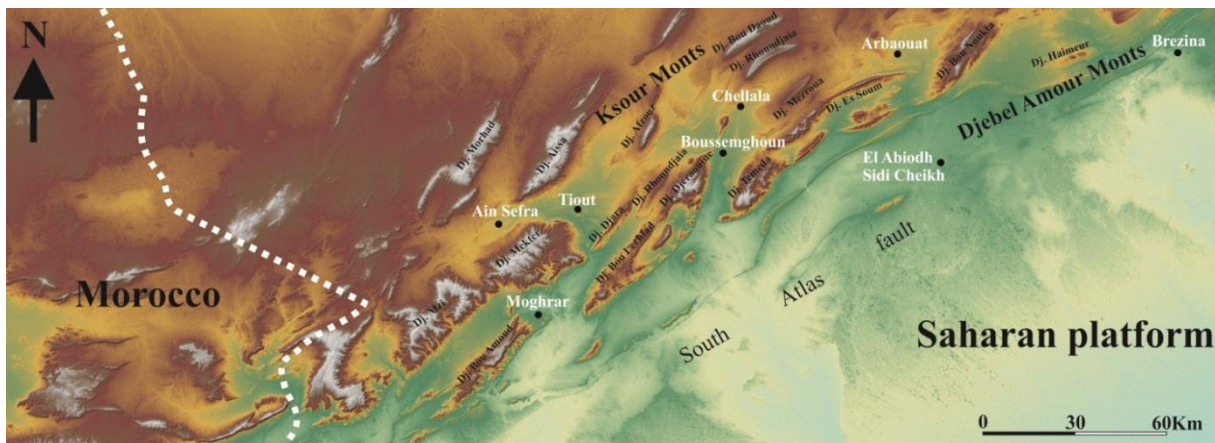


Fig. 2 : Les grands traits morphologiques de l'Atlas saharien occidental (Naimi et al., 2021).

## III. Cadre géologique :

### III.1 Cadre géologique générale :

De nombreuses études ont mis en évidence les différentes formations de l'Atlas saharien (Bassoullet, 1973 ; Douhasni, 1976 ; Delfaud et al, 1974 ; Kazi Tani, 1986 ; Ait Ouali, 1991 ; Ouali Mehadji, 1995 ; Mekahli, 1998 ; Kacemi, 2013, MAHBOUBI C Y, 2021). L'âge des séries de l'Atlas saharien s'étend depuis le Trias jusqu'au Crétacé, en plus d'une partie du Cénozoïque et du Quaternaire (Fig. 3) :

- Un Trias qui affleure sous forme de diapirs formé de couches rouges argileuses riches en gypse et en sel d'épaisseur importante et recoupés par basaltes tholéïtiques à texture ophitique (Meddah, 2010).

## **CHAPITRE I GENERALITE**

---

- Le Jurassique inférieur (Lias) marin carbonaté puis marneux (Mekahli, 1998).
- Le jurassique moyen (Dogger) et supérieur (Malm) caractérisé par l'installation du complexe deltaïque des Ksour, à partir du Bathonien-Callovien (Bassoullet, 1973).
- Le Crétacé inférieur est formé par des formations argileuses gréseuses (Bassoullet, 1973). Ces formations correspondent à plus de 1000m de dépôts fluviatiles (Kacemi, 2013).
- Le Crétacé moyen représenté par les dépôts siliciclastiques et carbonatés de la Formation d'El Rhelida, les dépôts évaporitiques, argileux et carbonatés de la Formation de M'daouer et enfin les assises à dominance carbonatée correspondant à la Formation de Rhoundjaia.
- Une série continentale d'âge Tertiaire, constituée de grès, d'argiles rouges et de conglomérats. Ces formations détritiques affleurent au sud du Djebel Rhelida, à proximité de Djebel Boulerhfad et au Sud de l'Abiodh Sidi Cheikh (Mahboubi, 1983).

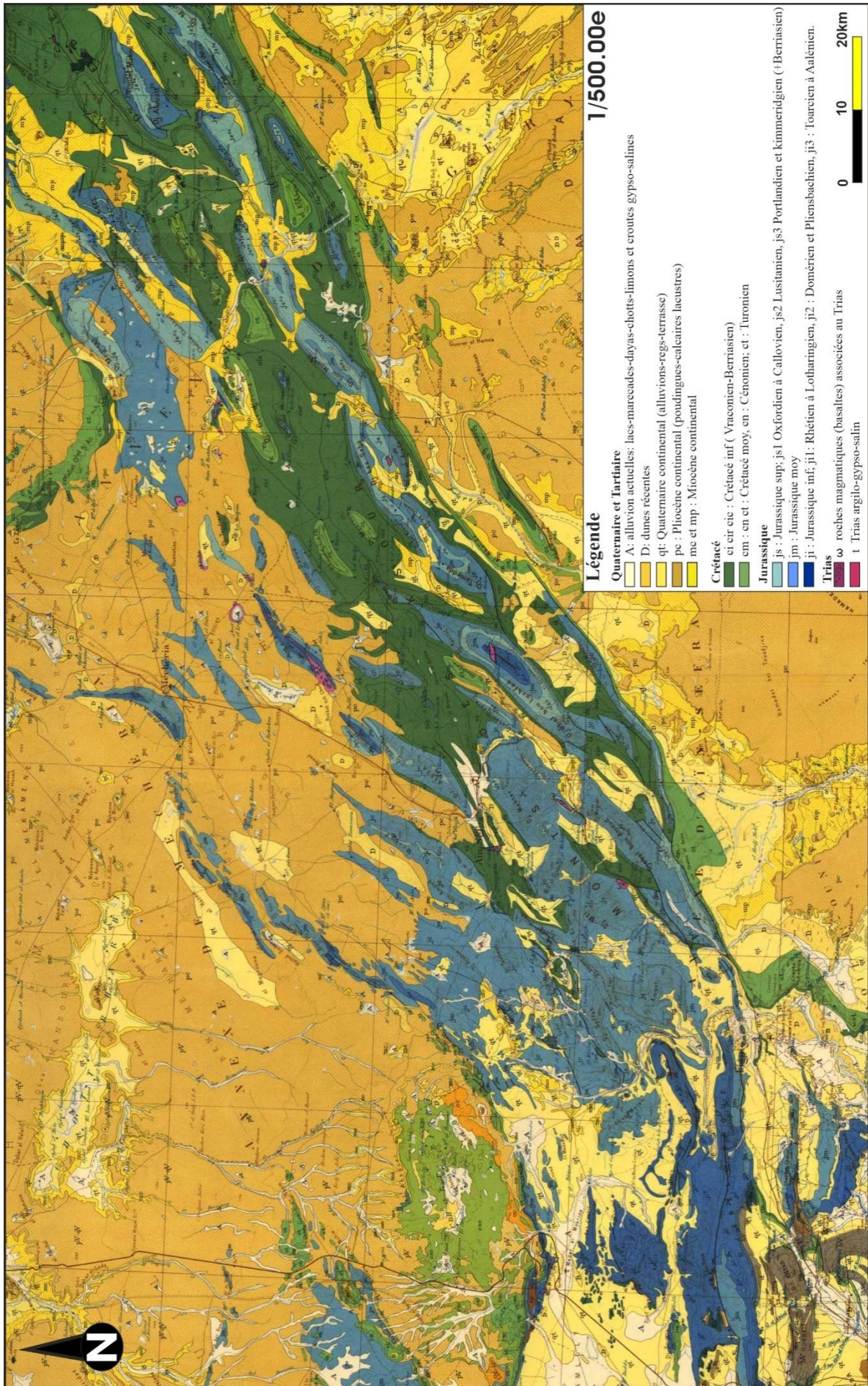


Fig. 3 : Carte géologique des Monts des Ksour (extrait de la carte de l' Algérie) (Cornet et al. 1951).

# CHAPITRE I GENERALITE

## III.2 Cadre géologique locale :

D'après les travaux géologiques antérieures de : (Flamand (1911), Bassoullet (1973), Ouali Mehadj (1995). Le jurassique moyen à supérieur de l'Atlas saharien occidental est de (Fig. 4) :

### a-Formation du Tifkirt (Bassoullet, 1973) :

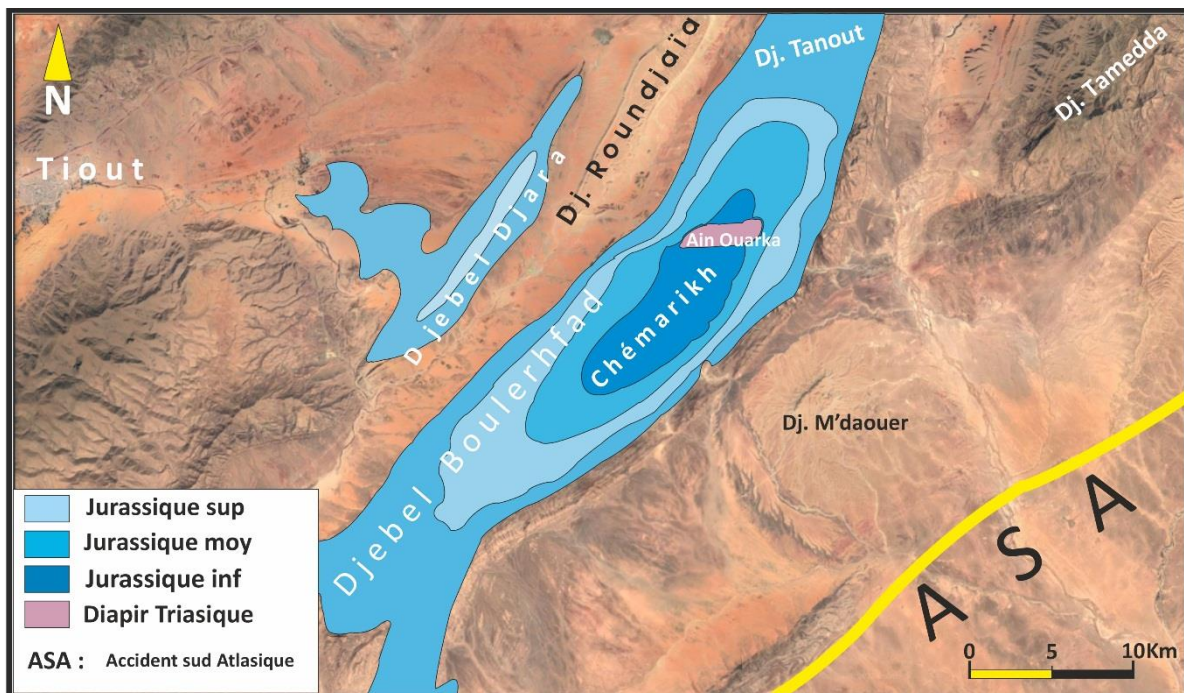
Cette formation commence par les récifs (Bioherms R1 R2 et R3) d'après Tlili, 1995. Elle se poursuit par une alternance de marnes et d'argilites, de grès et de calcaires bioclastique et/ou oolithiques (700 m). Cette formation est d'âge : Bajocien supérieur - Bathonien inférieur.

### b-Formation du Djara (Bassoullet, 1973) :

C'est une alternance de grès, d'argilites pelitiques et de dolomies (470 m). L'âge de cette formation c'est : Bathonien inférieur à Callovien Oxfordien.

### c-Formation d'Aïssa (Bassoullet, 1973) :

Elle est matérialisée par des grès massifs à passées d'argilites rouges (550 m). L'âge de cette formation c'est : Kimméridgien-Portlandien.



**Fig. 4:** image satellitaire (d'après Google Earth) montrant la position géographique et les grandes unités lithostratigraphiques du Jurassique dans l'anticlinal d'Ain Ouarka.

## CHAPITRE I GENERALITE

---

### IV. Cadre structural (Fig. 5) :

L'évolution tectonique des Monts des Ksour est caractérisée par l'acquisition de structures géologiques complexes dues à l'intervention à une tectonique distensive à la fin du Paléozoïque et pendant le Mésozoïque. La phase majeure qui a structuré l'édifice atlasique est datée fin Lutétien-Priabonien (Coifait et al. 1984). Deux styles tectoniques peuvent être distingués (Galmier, 1951): une tectonique cassante représentée par des failles obliques de direction SW-NE, dite atlasique; une tectonique souple représentée par des plis de structures variables, dont les anticlinaux sont à flancs redressés et à une voute plus moins horizontale (plis coffrés), étroits ou larges et allongés (géomorphologie de type jurassien). Les synclinaux sont de type perché, correspondant à de vastes dépressions et de plaines. Le style atlasique se reconnaît aussi par la discontinuité des anticlinaux, donnant une disposition en «chenilles processionnaires» (Ritter, 1902).

Les Monts des Ksour sont encadrés par deux accidents tectoniques majeurs délimitant le Sahara au sud et le domaine des Hauts Plateau au nord.

- l'accident nord-atlasique ou accident sud-mésétien au sens Kazi-Tani (1986) est orienté SW-NE. Cet accident a été décrit par Galmier (1951) comme étant un tracé tectonique discontinu, à changement rapide de direction. Selon Cornet (1974), il s'agit d'une flexure d'origine profonde qui fonctionne probablement depuis le Permo-Trias ;
- l'accident sud-atlasique de même orientation que le précédent, c'est la flexure saharienne (Laffite, 1939), allant d'Agadir au Maroc jusqu'à Gabès en Tunisie. Elle correspond à une série d'accidents en coulisse qui se présentent en forme de flexure, de plis-failles ou de failles.

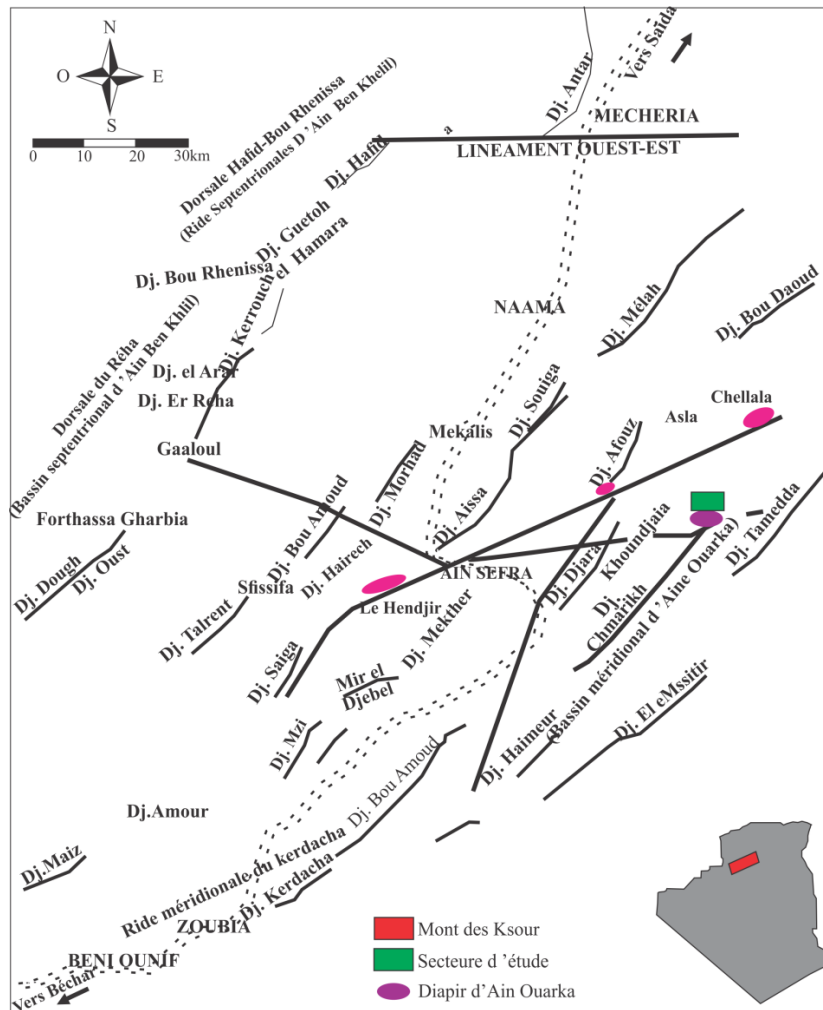


Fig. 5 : Carte structurale des Monts des Ksour (d'après Mekahli, 1998).

## V. Historique des travaux :

La période entre 1874 et 1883 marque le début des premières études dans l'Atlas saharien par Boyan et Beron, plus précisément dans la région de Tiout près d'Aïn-Séfra., où cette étude a ciblé des sédiments datant de la période du Crétacé.

En 1890, Welsch a étudié le Djebel Mélah dans la région du Méchéria. Il a pu identifier la période du Jurassique moyen sur la base d'association de la faune d'el Harchaïa. Cette étude a été suivie d'études ultérieures qui ont classé la région dans la période du Jurassique inférieur.

En 1911, Flamand a étudié plusieurs régions, dont les hauts plateaux Oranais et le désert, et ces études ont été la pierre angulaire de la plupart des recherches modernes et ont contribué à la création de nombreuses cartes géologiques. Les études de Flamand ont abouti à une thèse riche en informations importantes sur le Tell, l'Atlas saharien et les zones frontalières Algéro-

## CHAPITRE I GENERALITE

---

marocaines, où cette étude a inclus les domaines de la tectonique, géomorphologie et de la paléontologie, et a également réussi à aborder la stratigraphie des couches jurassiques dans plusieurs zones de l'Atlas saharien.

En 1949, Cornet a ajouté une touche distinctive incarnée dans de nouvelles analyses stratigraphiques et tectoniques comme une suite à ce que Flamand avait présenté.

En 1952, se tient la Conférence géologique internationale d'Alger qui aboutit à la publication de la carte géologique de l'Algérie. La même année, Cornet présente des analyses de la carte et s'intéresse aux sédiments de la période jurassique.

Depuis 1989, cette carte a connu plusieurs modifications sous l'égide de l'Office Géologique National (ONIG) avec la contribution de chercheurs algériens et étrangers.

En 1991, Ait-Ouali présente un travail sur le rifting et la diagenèse des assises carbonatées du Lias des Monts des Ksour.

En 1995, Mekahli réalise un travail sur l'évolution des Monts des Ksour de l'Hettangien au Bajocien supérieur. Ce travail sera publié en 1998 dans les Documents du Laboratoire de Lyon.

La même année, Ouali Mehadji présente une étude paléontologique, biostratigraphique et paléoécologique basée sur les brachiopodes du Dogger de certaines parties des Monts des Ksour dont la région d'Ain Ouarka.

En 2005, Kacemi étudia la dynamique sédimentaire de la série fin Dogger-début Crétacé. Il réalise également une carte géologique de la partie occidentale des Monts des Ksour.

En 2010, Meddah s'intéresse au volcanisme triasico-liasique des appareils diapiriques de l'Atlas Saharien occidental (Monts des Ksour) dont celui d'Ain Ouarka.

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

En 2017, Benyoucef et al. Ont présenté une étude litho-biostratigraphique et sédimentologique des terrains cénomano-turonien qui affleurent entre les villes de Ain Sefra et de L'Abiodh Sidi Cheikh.

# CHAPITRE I GENERALITE

---

En 2021, Mahboubi C présente une étude lithostratigraphique et géochimique dans la région d'Ain Ouarka.

## **VI. Méthodologie du travail**

### **VI.1. Méthodologie**

La méthode approuvée pour la réalisation de notre étude se base sur les données de terrain et l'analyse microscopique des lames minces au laboratoire.

#### ***VI.1.1. Sur le terrain***

- Notre effort essentiel était consacré au levée de coupe détaillée (banc par banc), avec détermination de toutes les particularités sédimentaires de chaque formation lithologique ; épaisseurs, couleur, granulométrie, texture, structure et figures sédimentaires dans la Formation de Djara dans le secteur de Teniet-Bou Rdoud à l'est de la ville d'Ain Ouarka.
- Un échantillonnage systématique pour quelques bancs carbonaté.
- Le matériel utilisé pour cette étude : Un carnet de terrain, un marteau, un appareil photo.

#### ***VI.1.2. Au laboratoire***

Le travail a été réalisé en deux étapes ;

- Préparation des lames minces (10 lames minces).
- Étude microscopique des lames minces au laboratoire de géologie à l'université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed.



# **CHAPITRE II**

## **LITHOSTRATIGRAPHIE**

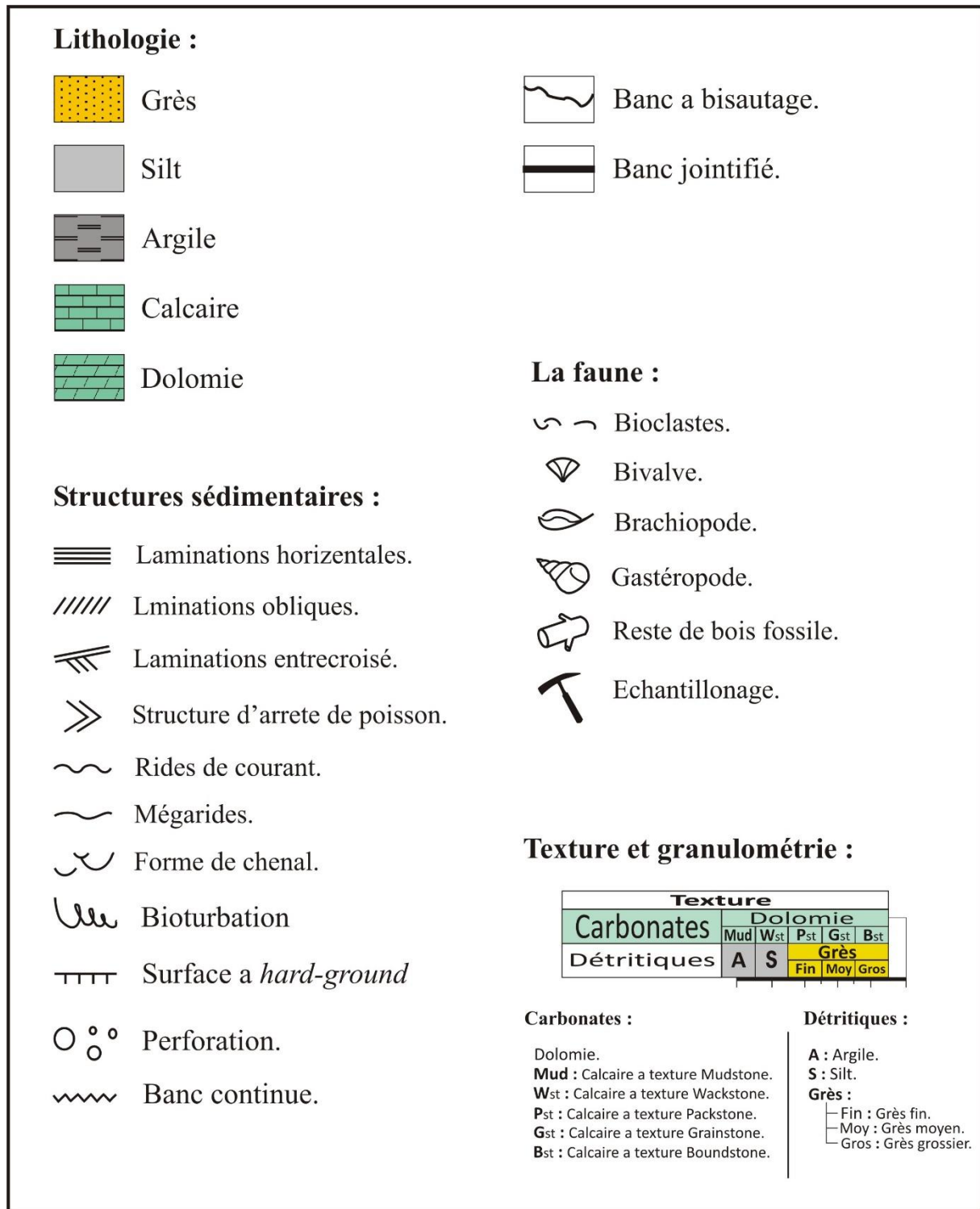


Fig. 6 : Légendes et figures utilisées.

### I. Etude lithostratigraphique :

Ce chapitre est fondé par l'aspect lithostratigraphique du Jurassique supérieur de l'Atlas saharien Occidental dans la région d'Ain Ouarka, mettant en évidence l'ensemble des caractéristiques paléontologiques et sédimentologiques observées pendant notre travail une coupe détaillée a été levée en prenant en considération l'observation détaillée de chaque concrétion (lithologie, forme, l'épaisseur, le contenu fossilifère et la distribution latérale)

### II. Localisation de la coupe levée :

Cette coupe orientée SW-NE est localisée dans le secteur d' «Teniet Bou-Rdoud» parallèle à la route qui relie Ain Ouarka à Bousseghoun (Fig. 7).

De coordonnées géographiques :

Sur latitude  $32^{\circ}44'11.60''$  Nord longitude  $00^{\circ}05'29.31$  W

UTM :  $x = 772556$  ;  $y = 3625825$



**Fig. 7:** image satellitaire représente la coupe étudiée.

**III. Description de la coupe :****III.1 La partie du membre supérieur de la formation du Tifkirt (11m):**

Nous avons étudié que les derniers 11 m de cette Formation. La partie sommitale cette Formation d'épaisseur, contient des bancs de grès, d'argile et de calcaire dolomitiques, le grès montrent la présence certaines structures sédimentaires telles que : les rides de courant, des bioturbation et ou perforation, arrête de poisson.

Les Faciès calcaire représenté par le calcaire bleu, riche en bioclastes (brachiopodes et bivalves) dans certaines de ses bancs. Un banc d'une épaisseur centimétrique contenant un niveau remarquable de gastéropodes (niveau repère).

**III.2 La formation du Djara (238m) :**

A partir des informations recueillies sur le terrain et des mesures d'épaisseur Les caractères lithologiques et géomorphologiques, ainsi que l'identification du contenu fossile nous ont permis de reconnaître quatre membres comme suit :

**A)-1<sup>ère</sup> membre (45m) :**

Son épaisseur est estimée à environ 45 m. C'est une alternance, de grès, d'argile et de dolomie. La dominance de l'argile est bien évidente dans ce membre avec des passé gréseux et des dolomies sous forme chenalisé.

L'épaisseur des bancs de grès est centimétrique à métrique et commence à progressivement augmenté vers le sommet de ce membre.

Les bancs de grès contient du bioturbations, bois silicifié et des figures sédimentaires telles que : les rides courant, méga rides et une légère présence des laminations horizontales et obliques.



**Fig. 8:** une photo montrant le début de la formation du Djara (1<sup>er</sup> membre).

**B) -2<sup>ème</sup> membre (60m) :**

L'épaisseur de ce membre est estimée à environ 60 m. C'est alternance grès et d'argile. Les grès affleure se forme des barres d'épaisseur décimétrique à métrique, de couleur jaunâtre a la patine à grisâtre a la cassure. Le grès comprend des lamination horizontaux et obliques, et parfois massifs chenalisé, en surface de ces barres on remarque la présence des les mégarides, bioturbations et des hard-grounds et des. Les argiles sont d'épaisseur métrique avec des passés de grès de couleur rouge et de dolomies.

Le contenu fossile se limitait à des restes de bois fossiles surtout dans la partie supérieure de ce membre.



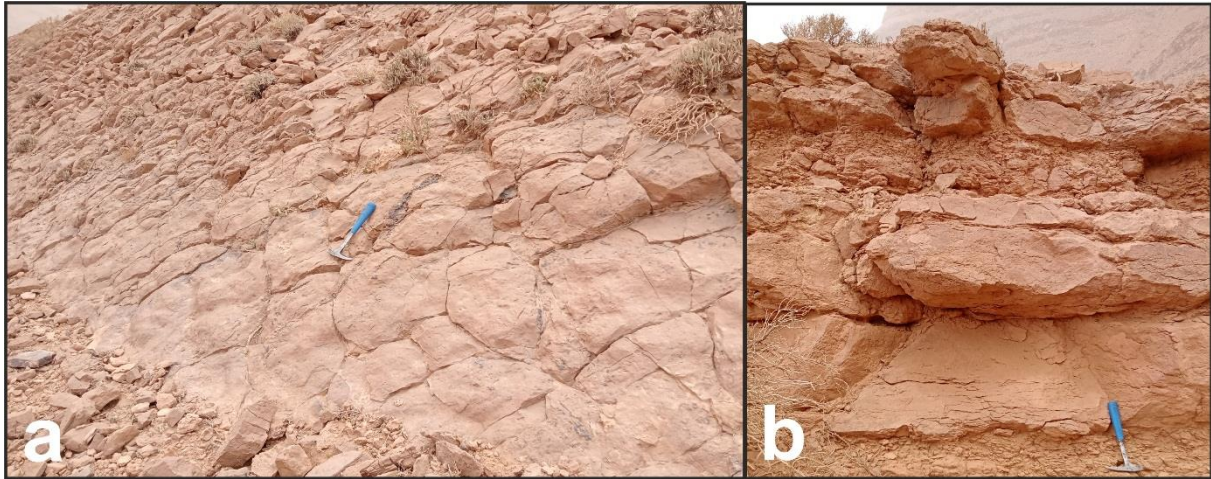
**Fig. 9:** cette photo montre la fin du premier membre (n°1) et le début du deuxième membre (n°2) avec une barre de grès.

**C) -3<sup>ème</sup> membre (45m) :**

L'épaisseur de ce membre est estimée à environ 45 m.

Ce membre commence par un banc de calcaire bleu dolomitisé bioclastique avec des traces de bivalves, des gastéropodes et bois fossile silicifié. On remarque dans ce membre une légère augmentation de l'épaisseur de l'argile avec l'intercalation de quelques minces bancs dolomitiques, ainsi que la présence de silt.

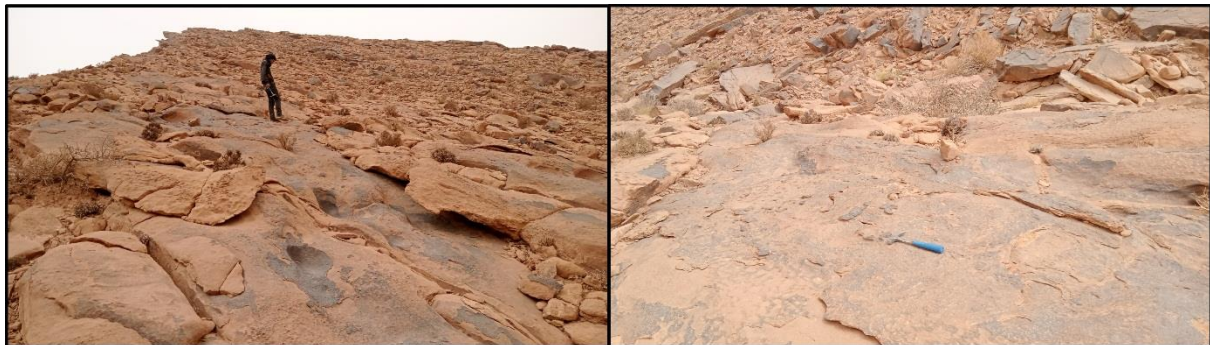
Les grès étaient parfois massifs d'épaisseur métrique et contenaient des laminations horizontales ainsi que des restes de bois fossile, notamment au sommet des bancs.



**Fig. 10:** a: banc de calcaire dolomitique (partie inférieure du 3<sup>ème</sup> membre) ; b: banc dolomitique jointifié (partie sommitale du 3<sup>ème</sup> membre).

**D) -4<sup>ème</sup> membre (68m) :**

Ce membre est marqué par la dominance de grès de couleur gris claire. Les bancs de grès montrent la présence de la lamination horizontale, lamination oblique, parfois massifs. Il contient également les méga rides et quelques bioturbations en particulier dans la partie inférieure de ce membre. Le contenu fossilifère est rare et se limite à quelques restes de bois fossile.



**Fig. 11 :** Le début du quatrième membre avec une barre de grès.

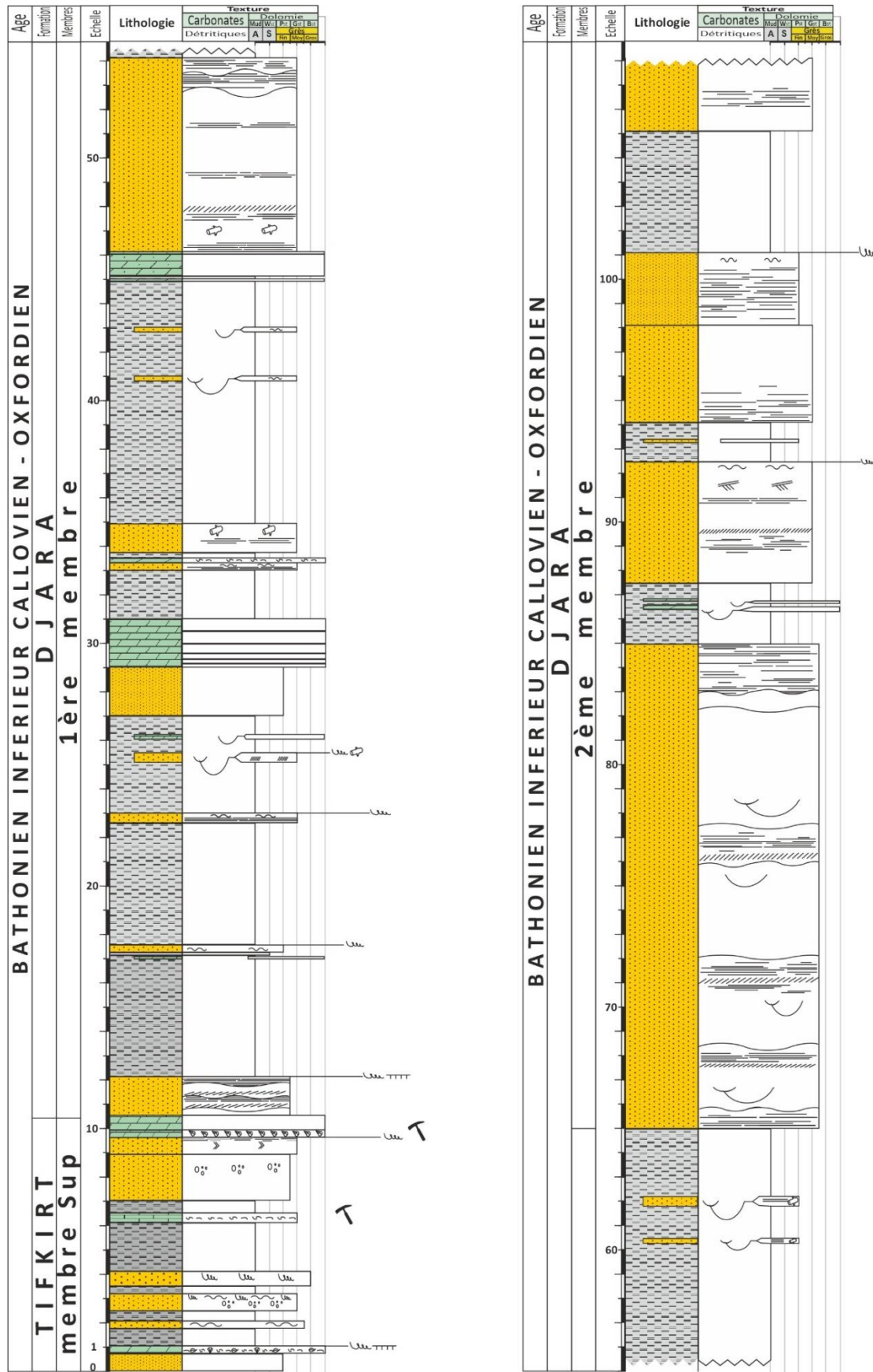


Fig.12 : Colonne lithostratigraphique de Formation de Tifkirt (membre sup) et Formation de Djara (1<sup>er</sup> membre et 2<sup>ème</sup> membre) dans le secteur d' «Teniet Bou-Rdoud».



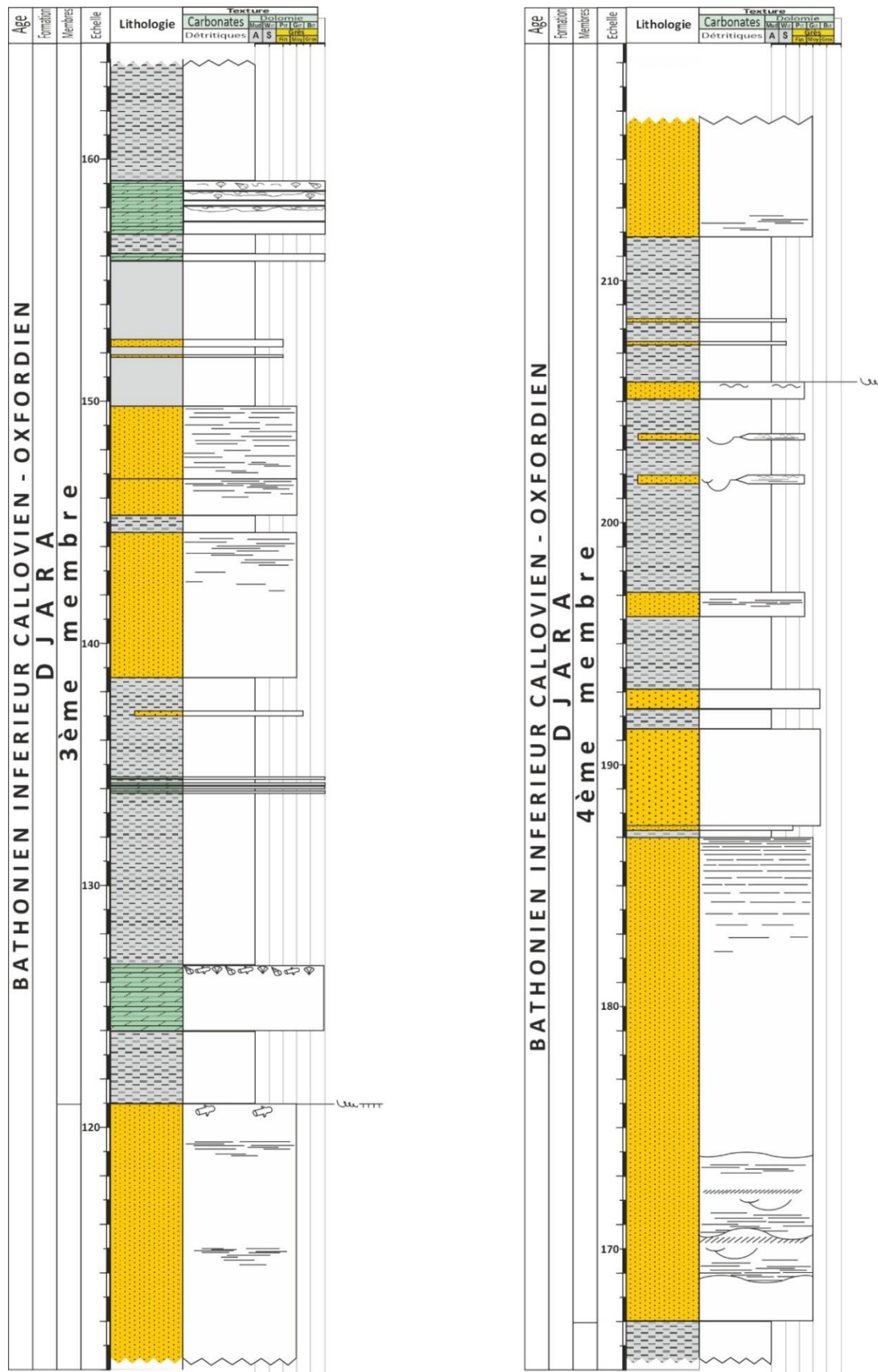
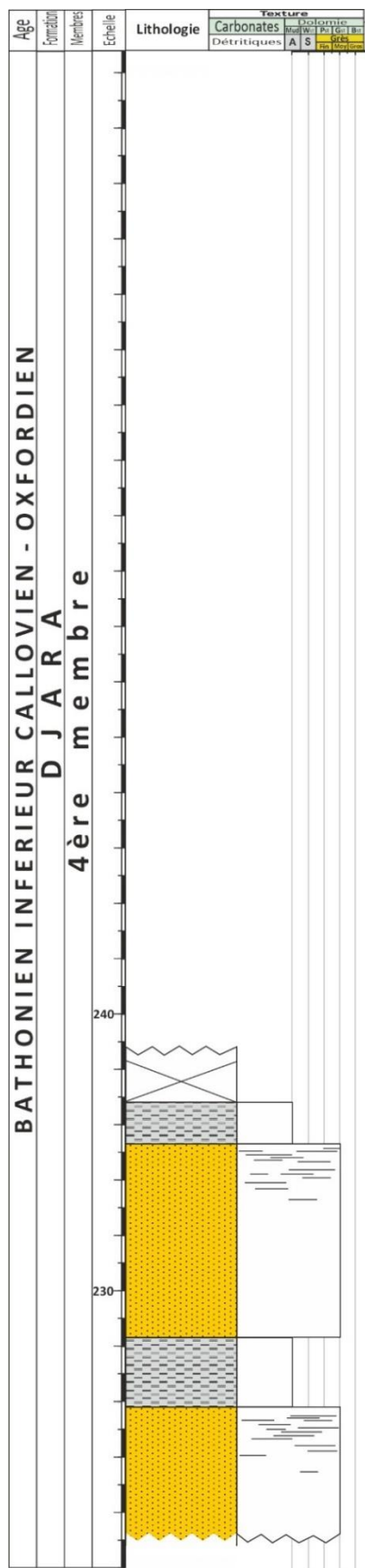
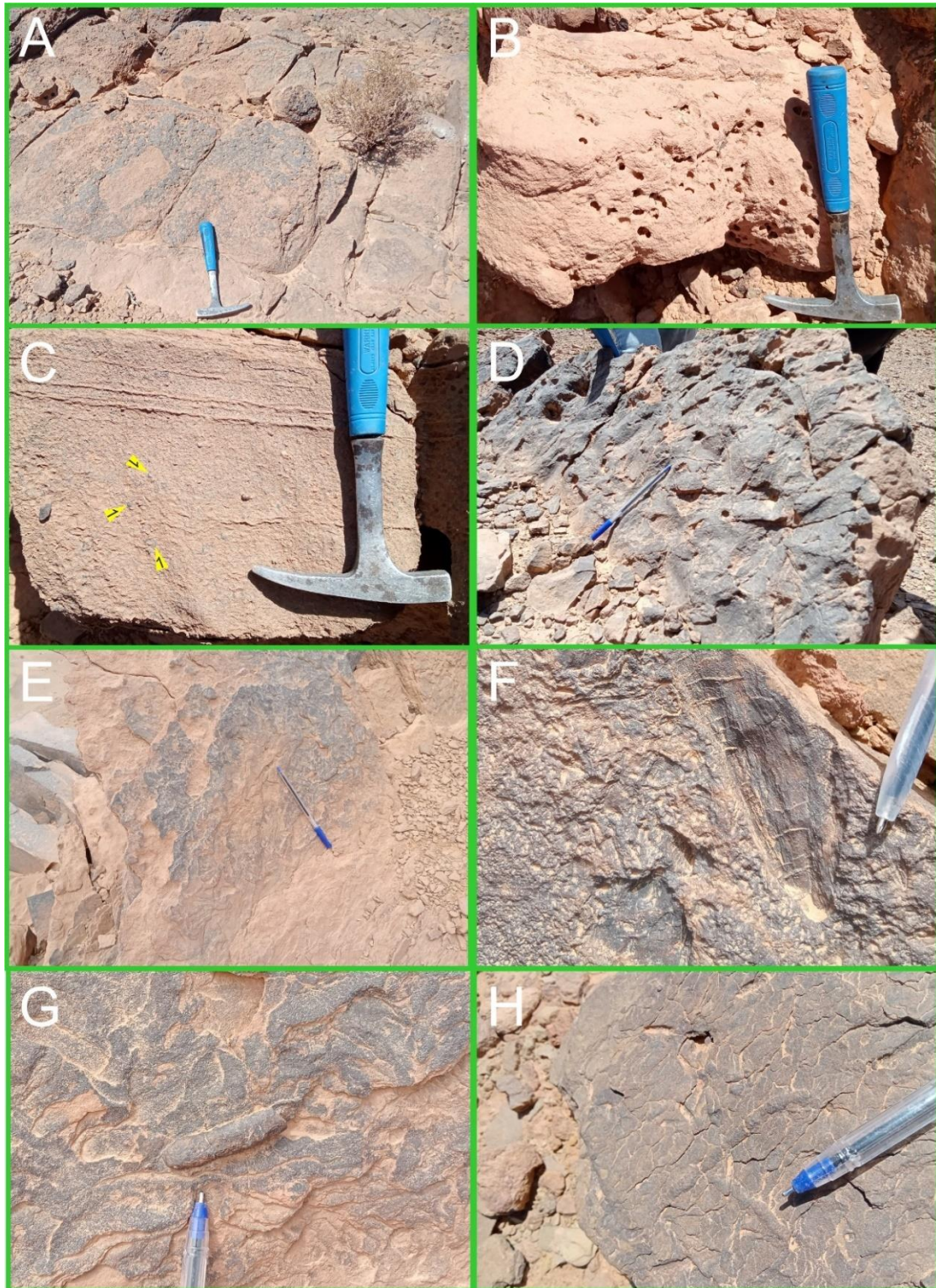


Fig. 13 : Colonne lithostratigraphique de Formation de Djara ((3<sup>ème</sup> membre et 4<sup>ème</sup> membre) dans le secteur d' «Teniet Bou-Rdoud»



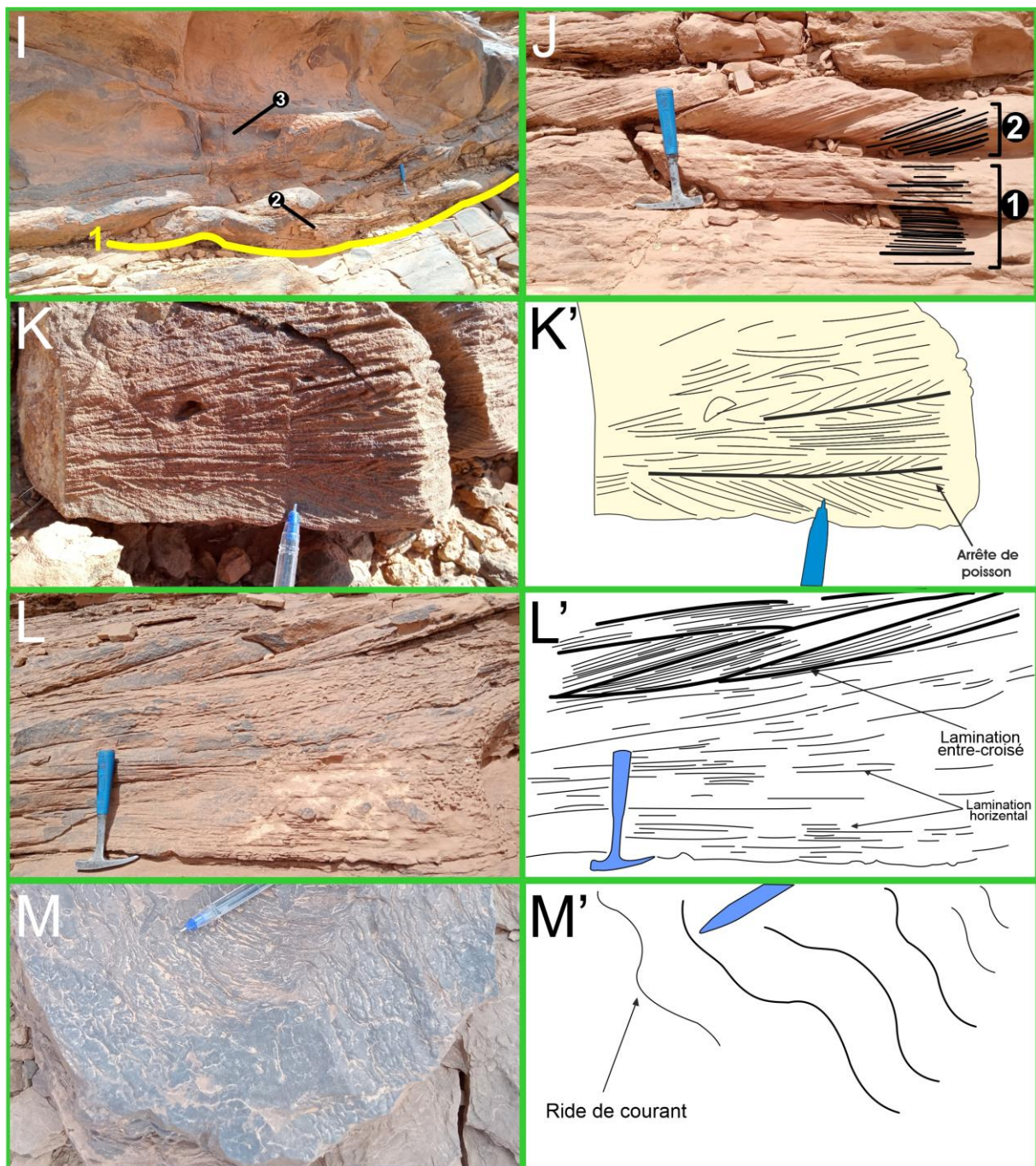
**Fig.14** : Colonne lithostratigraphique de Formation de Djara (la continuité de 4<sup>ème</sup> membre) dans le secteur d'«Teniet Bou-Rdoud»

Planche 01 :



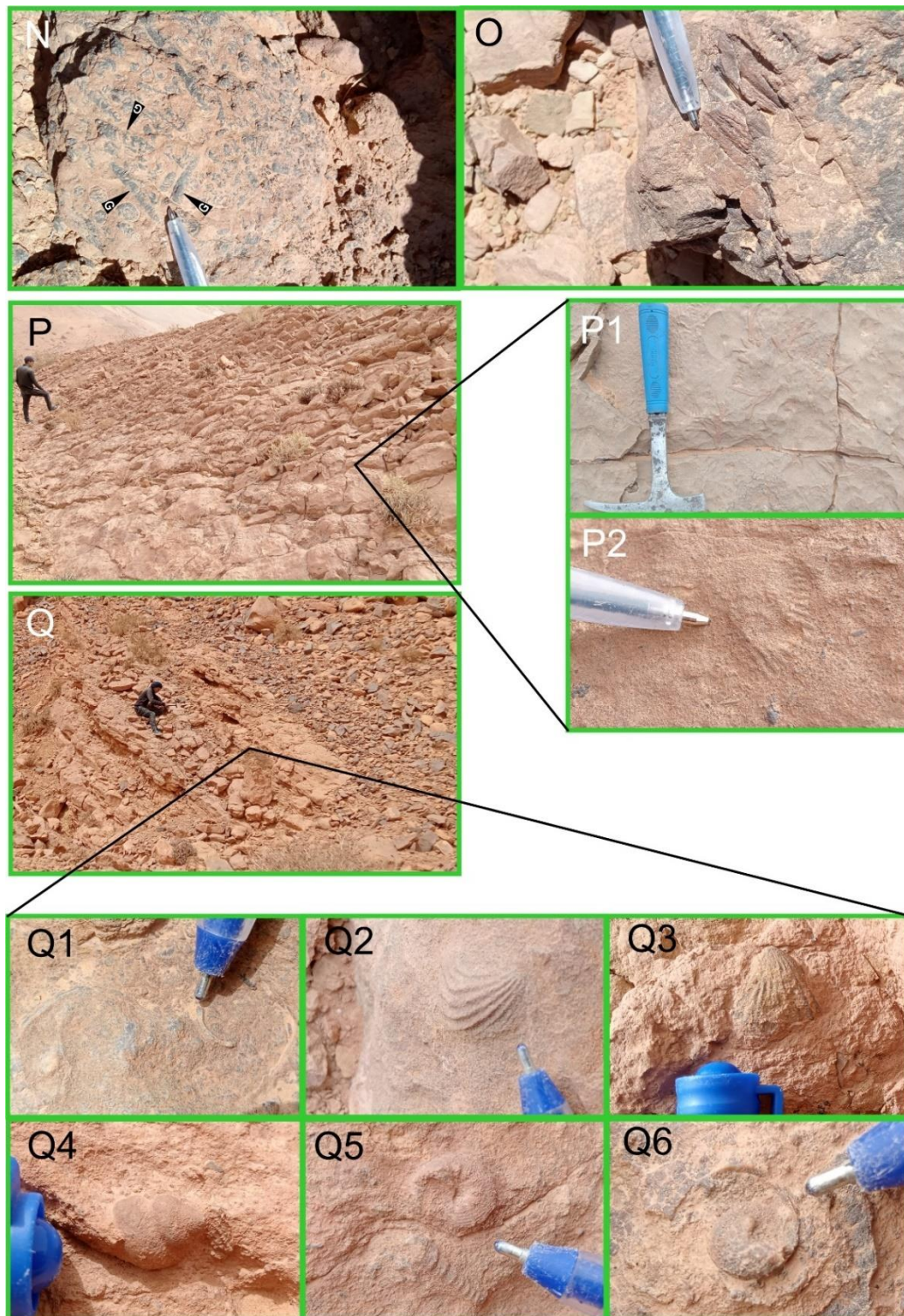
**Fig.15-A** : Surface de *hard-grounds*; **B**: grès a Perforation; **C** : Calcaire avec bioclastes (1);  
**D&E&F&G&H**:bancsgréseux a Surfaces bioturbé avec perforation.

Planche 02 :

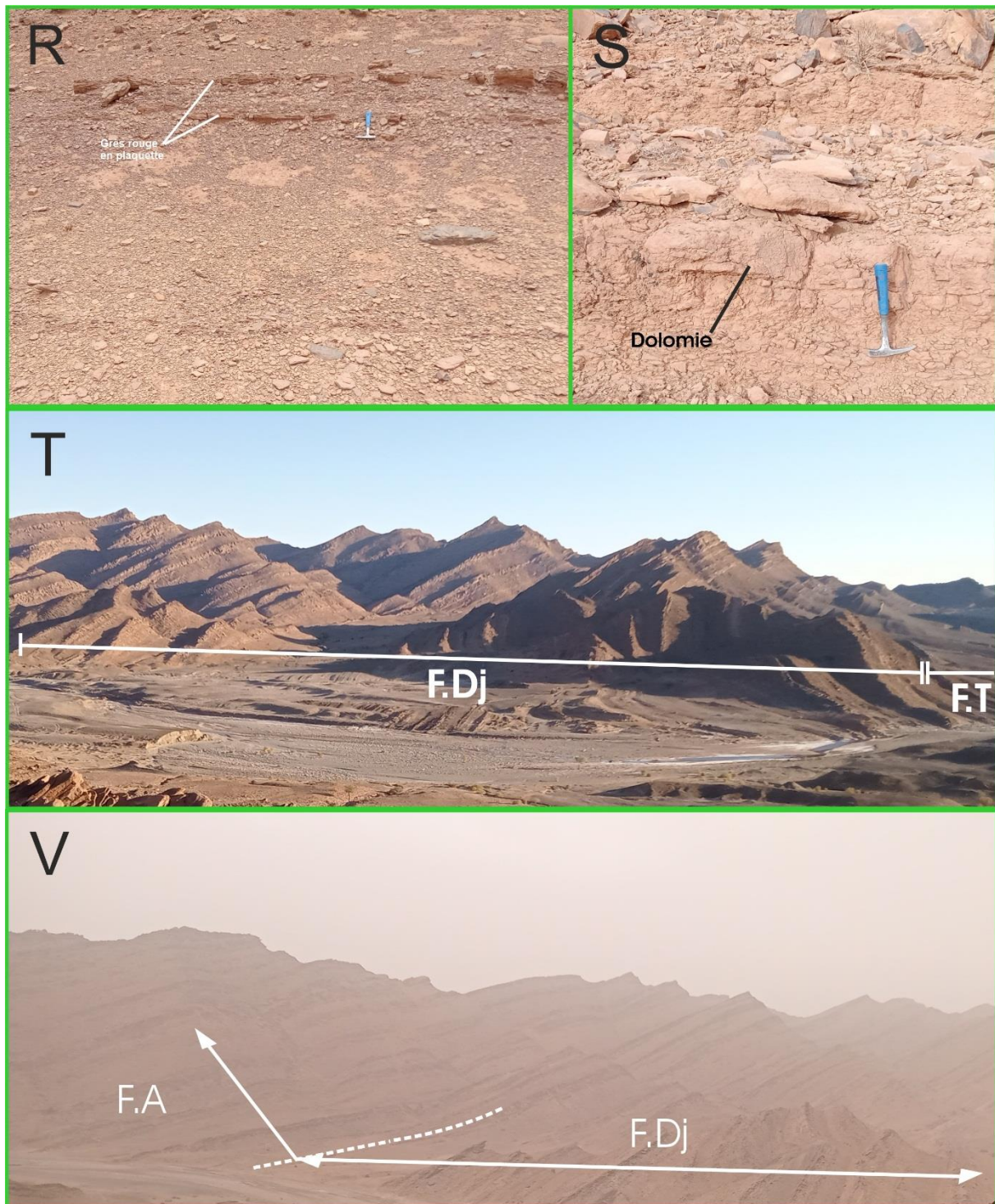


**Fig. 16 :** I : la ligne jaune représente une forme de chenal (1), avec lamination oblique (2), grès massif (3) ; J : Lamination horizontale (1), laminations oblique (2) ; k & k' : Structure d'arrête de poisson ; L&L' :Lamination entre-croisé ; M & M' : les rides de courant.

Planche 03 :



**Fig. 17** :N :banc centimétrique de calcaire riche en gastéropodes (g) ; O :trace des bois fossile silicifié ; P :banc de calcaire dolomitique de 3<sup>ème</sup> membre ; P1 : restes des plantes (3<sup>ème</sup> membre) ; P2 : trace de bivalve ; Q : banc dolomitique de 3<sup>ème</sup> membre ; Q1 : bioclastes ; Q2&Q3 : bivalves ; Q4&Q5&Q6 :coquilles des gastéropodes.



**Fig. 18 :** **R** : Une combe silteuse a deux petite niveaux gréseux a plaquettes (3<sup>ème</sup> membre) ; **S** : un banc dolomitique (3<sup>ème</sup> membre) ; **T** : Photo panoramique montrant la partie surélevée de la formation de Tifkirt(F.T) et de la formation de Djara (F.Dj) ; **V** : Une photo montrant la limite entre la formation de Djara (F.Dj) et la formation d'Aïssa (F.A) qui suit.

# **CHAPITRE III**

## **SEDIMENTOLOGIE**

**I. Introduction :**

La formation étudiée est caractérisée par une sédimentation mixte à prédominance gréseuse. Pour définir les environnements sédimentaires de ces formations on s'est basé essentiellement sur l'identification et l'interprétation des principaux faciès et sous faciès. Cette interprétation sera basée sur la lithologie, (granulométrie), la couleur (chromofaciès, les figures sédimentaires hydrodynamiques et biologiques (traces fossiles et biofaciès).

**La notion du faciès :**

Le faciès est un terme introduit en XVIIème siècle, utilisé ensuite plus largement dans les études sédimentaires, avec des sens diversifiés. C'est à Gressly (1838) qu'on doit la notion moderne du faciès désignant l'aspect de chaque groupement de roches contemporaines.

Haug (1903) a défini le faciès comme étant l'ensemble des caractères lithologiques (lithofaciès) et paléontologiques (biofaciès) d'un dépôt. Selley (1970) définit le faciès selon les paramètres suivants: la géométrie, la lithologie, le contenu paléontologique, les structures sédimentaires et le type du paléo-courant.

**Les plates-formes détritiques à appareil deltaïques:**

Les plateformes 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.....



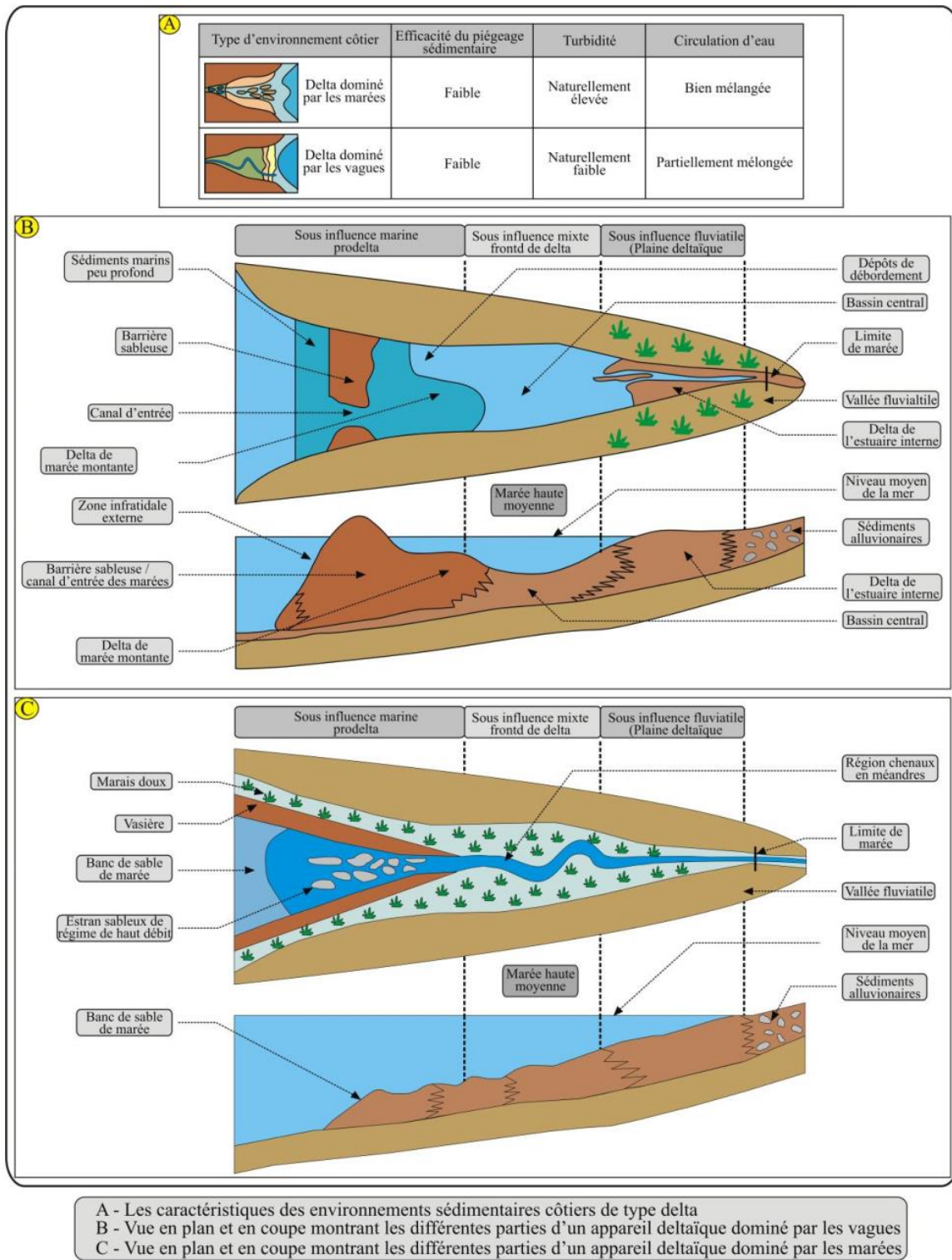


Fig. 19 : Zonation et dynamique sédimentaire d'un système deltaïque (Allen, 1984 ; 1985) in Abbache, 2019.

**II. Description des faciès et interprétation :**

Dans cette description, nous nous attacherons à décrire les faciès et à diviser chacun d'eux selon les caractéristiques qui s'y trouvent en sous-faciès, puis à mentionner l'explication typique acceptée qui correspond aux caractéristiques de chaque faciès.

La nature du faciès est caractérisée par la prédominance du grès et de l'argile, surtout dans les parties médiane et supérieure, alors que la présence de sédiments carbonatés reste importante dans la première partie et très rare dans les autres membres, ces sédiments comprennent du calcaire et de la dolomie.

Dans la zone étudiée, on distingue quatre faciès différents et on les divise en sous-faciès:

**II.1 Faciès A : L'argile :****Description :**

Ce faciès est présent dans les membres, mais il était dominant dans les premier et troisième membres, alors qu'il restait moins dominant chez les autres membres

**Interprétation :**

L'argile est une roche sédimentaire meuble composée principalement de silicates d'aluminium hydratés. Il est produit par la décomposition de roches contenant du feldspath.

L'Argile est connue pour précipiter par décantation en raison de ses fines particules en plus de sa charge négative qui est neutralisée par des ions lorsqu'ils sont présents dans l'eau. Selon la loi des stocks, les particules restent en suspension si l'eau est agitée, alors que dans l'eau stagnante elles se déposent très lentement et dans l'eau salée elles se déposent rapidement. En conséquence, le mode de formation d'argile dépend d'un milieu calme et stable, et à partir de là, ce dernier a été considéré comme un repère pour connaître la stabilité des environnements.

**II.2 Faciès S : Silts :****Description :**

Ce sous-faciès a été observé une fois dans le troisième membre et très rarement dans le reste des membres ce faciès avait un aspect feuilleté.

**Interprétation :**

Le silt ou *Siltstone* (en anglais), c'est une roche sédimentaire intrusive classée entre grès fin et argile. Où la taille de ses granules varie de 0,002 mm à 0,063 mm.

Le silt se forme lorsque l'altération mécanique des grains fins de sable se produit par le mouvement continu des courants d'eau, Ce mécanisme provoque la division et la décomposition de ces grains fins en grains de plus en plus petits, et lorsqu'ils se rassemblent, ils forment des siltes. Le modèle de formation de silts correspond à la présence des chenaux et des fonds des lacs c'est pourquoi il reste souvent aux domaines fluviaux.

**II.3 Faciès G : le Grès :**

La coupe étudiée connaît une forte présence de faciès gréseux, notamment dans les deuxième et quatrième membres, car elle est passée dans les premier et troisième membres d'épaisseurs métriques à des épaisseurs de plusieurs dizaines de mètres dans les deuxième et quatrième membres.

Les structures présentes dans ce faciès ont permis de diviser ce dernier en sous-faciès comme suit :

**II.3.1 Sous-faciès G1 : Grès massive :****Description :**

Le grès massif était présent dans presque tous les bancs, en particulier dans les bancs de grande épaisseur sous forme de gros blocs à côté de structures sédimentaires, tandis que dans les bancs de faible épaisseur, ils étaient presque dépourvus de structures.

**Interprétation :**

Ce type de faciès résulte souvent de forts courants d'eau (Mulder & al, 2001), ce qui conduit à son tour à une sédimentation rapide, et comme la sédimentation est rapide, les structures sédimentaires n'ont pas eu le temps d'assurer leur formation et n'apparaissent donc généralement pas dans ce type de faciès (SIMPSON, 1987 ; SIMPSON et ERIKSSON, 1990). De nombreux auteurs considèrent que ce faciès est causé par des tempêtes sur une plate-forme et donc les environnements qu'ils interprètent sont soit shoreface inférieur, offshore supérieur ou offshore transition.

### II.3.2 Sous-faciès G2 : Grès à lamination oblique :

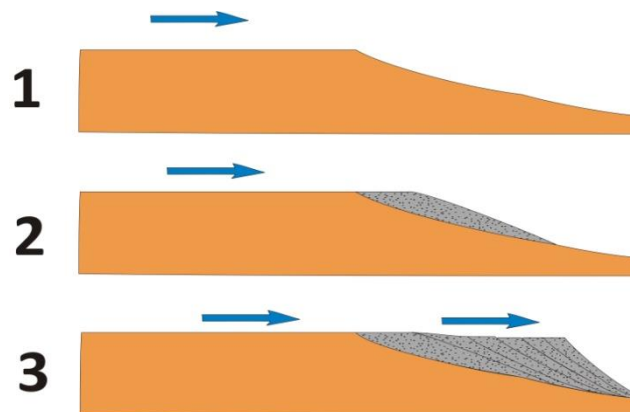
#### Description :

Ce sous-faciès est plus présent dans les grands bancs, où elle était généralement accompagnée de quelques autres structures sédimentaires, contrairement aux petits bancs dans lesquels on la retrouvait très peu.

#### Interprétation :

Ce sous-faciès se forme lorsqu'un courant d'eau très rapide passe à la surface d'un substrat contenant du sable, et ce courant le transporte,

En atteignant un point légèrement plus profond, le courant et la vitesse de transport diminuent, ainsi les granulés se déposent et prennent la forme d'une pente si le processus se poursuit plus longtemps, plusieurs couches inclinées sont placées.



**Fig. 20 :** 1 : Un courant d'eau (Flèche bleue) passe à la surface d'un substrat. 2: Les particules (couleur grisâtre) sont placées sur la pente ; 3: De nombreuses couches inclinées sont placées au fil du temps.

Ces positions s'arrêtent si l'énergie du milieu diminue. La présence de la forme en pente est ce qui aide à laminations obliques et donc cette sous-faciès indique le remplissage des chenaux et aussi à la stabilité relative de la direction du courant.

### II.3.3 Sous-faciès G3 : Grès à lamination horizontale :

#### Description :

Ce sous-faciès était presque complètement dans les bancs de grès d'une manière importante, en particulier dans les bancs à grande épaisseur.

**Interprétation :**

Ces structures sont formées par la présence de deux types d'écoulements un régime d'écoulement supérieur (Upper flow regime) et un autre d'écoulement inférieur (Lower flow regime), ce courant est généralement dans une seule direction (unidirectionnel) (COJAN et RENARD, 2013).

Par le passage des coulées sur un lit horizontal, les grains de sable s'alignent horizontalement et sont de poids, de forme et de densité égaux (Reineck & Singh, 1973).

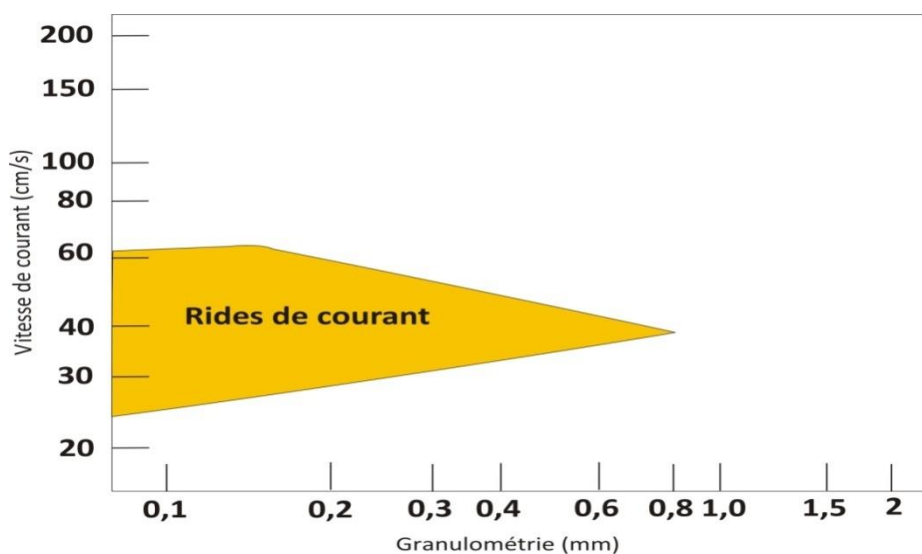
**II.3.4 Sous-faciès G4 : Grès a rides de courant :**

**Description :**

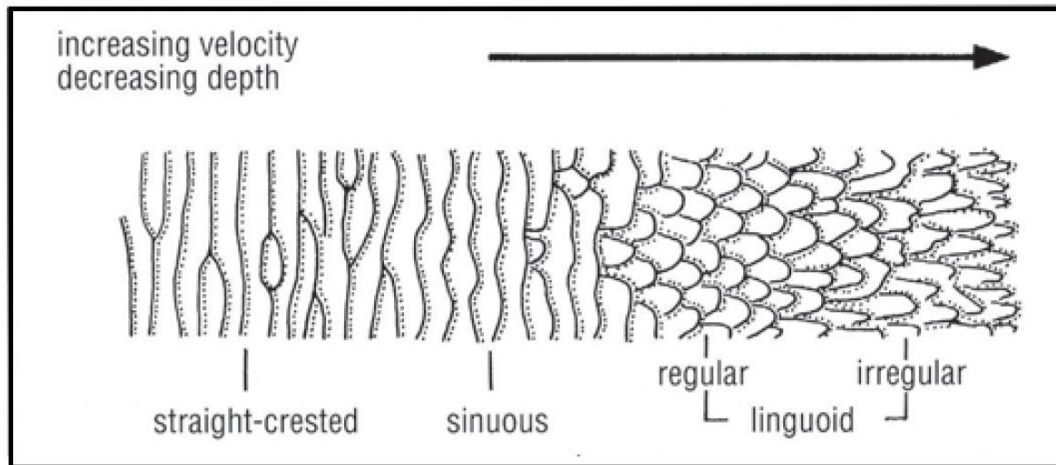
Cette structure était abondante dans les sommets de certains bancs, mais elle était abondante dans les bancs de faible épaisseur. Cette présence comprenait le premier et le deuxième membre, alors que nous n'avons pas remarqué sa présence dans le reste des bancs.

**Interprétation :**

Les rides de courant sont des structures qui ont généralement une longueur de 30 cm ou moins et ne jamais dépasser 60 cm de longueur (Reineck et Singh, 1973), sont le résultat du passage d'un écoulement d'eau qui commence généralement à partir d'une vitesse de 20 cm/s jusqu'à 60 cm/s et une taille de particules allant de 0,1 mm à 0,8 millimètre, les formes d'onde changent à mesure que la vitesse d'écoulement augmente (Chamley, 1990).



**Fig. 21 :** Schéma montrant la zone de formation des rides (zone jaune) en fonction de la vitesse du courant et granulométrie.



**Fig. 22 :** Un schéma montrant l'évolution de la forme des rides en fonction de l'augmentation de la vitesse de l'écoulement, (d'après Chamley, 1990, modifié).

Les rides de courant indiquent l'existence d'un courant unidirectionnel et sa forme permet également d'expliquer la vitesse du courant, on le trouve également dans la plupart des environnements continentaux et marins (Chamley, 2000 ; Hints&Miidel, 2008), mais les ondulations de courant sont courantes dans les eaux peu profondes. C'est aussi une indication de la zone Shoreface.

### II.3.5 Sous-faciès G5 : Grès a mégarides :

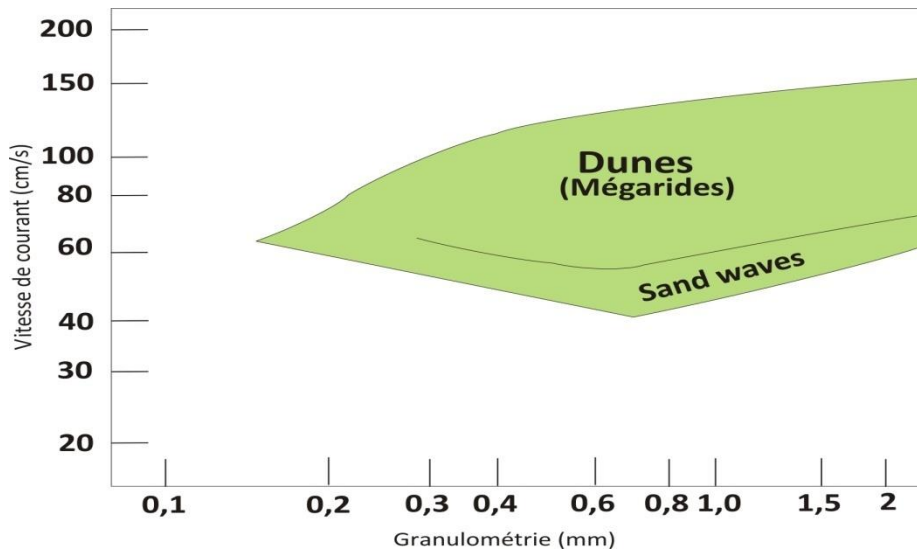
#### Description :

Ce sous-faciès était visiblement présent dans les grandes banques et était rare dans les petites banques, où il émergeait en évidence du haut du premier membre et des deuxième et quatrième membres et rarement du troisième membre.

#### Interprétation :

La genèse de ce sous-faciès est due à des facteurs distinctifs, ces derniers étant de petites vagues avant qu'elles ne soient soumises à un changement soudain de vitesse d'écoulement et grossissent ainsi pour former des vagues plus grandes, qui sont les mégarides (Chamley, 1990), Contrairement aux petites ondulations, la longueur des mégarides peut augmenter avec l'augmentation de la profondeur.

Il a également été observé que lors de courants élevés, les particules plus fines sont constituées de plus de mégagrilles que les particules moyennes et grossières (Reineck et Singh, 1973).



**Fig. 23 :** Schéma montrant la zone de formation du mégagrilles (la zone verte) Correspondant à la vitesse du courant et granulométrie.

Les mégagrilles se trouvent le plus souvent dans des environnements à haute énergie et peu profonds tels que les rivières, les estuaires et les plages (Chamley, 1990).

### II.3.6 Sous-faciès G6 : Grès rouge fin en plaquette :

#### Description :

Ce sous-faciès apparaissait rarement sous la forme de couches minces continues, en particulier dans les troisième et quatrième membres et il n'a été observé qu'une seule fois dans le deuxième membre sous la forme d'une fine couche discontinue.

#### Interprétation :

Cette structure est formée par la présence de courants unidirectionnels qui transportent des grains fins alignés horizontalement, Il existe deux types d'écoulements responsables de la formation de ce type de sous faciès, l'écoulement supérieur dit «Upper flow regime » et un écoulement inférieure est connue sous le nom de « Lower flow regime ».

Ils apparaissent souvent entre 60 cm/sec et 130 cm/sec de vitesse d'écoulement et la taille des particules varient de 0,1 mm à plus de 2 mm, et leur formation diminue chaque fois que la vitesse d'écoulement dépasse environ 130 cm/sec et que la taille des particules dépasse 2 mm.

**II.3.7 Sous-faciès G7 : Grès a lamination entre-croisée :**

**Description :**

Ce sous-faciès a été observé une fois dans le deuxième membre et vous n'avez pas remarqué dans le reste des membres.

**Interprétation :**

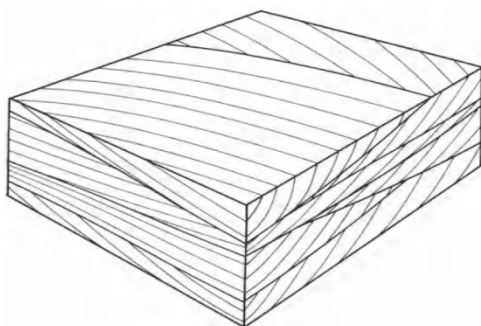
Ce sous-faciès est formé lorsqu'un courant bidirectionnel est présent.

Dans le cas où le courant passe dans un sens, il forme des alignements inclinés dans un sens, et lorsque le courant passe dans le sens opposé au premier sens, d'autres laminations se forment dans une direction opposée, cette fois aux alignements précédents et sont placés au-dessus d'eux, le processus se poursuit pour former la lamination entre-croisée.

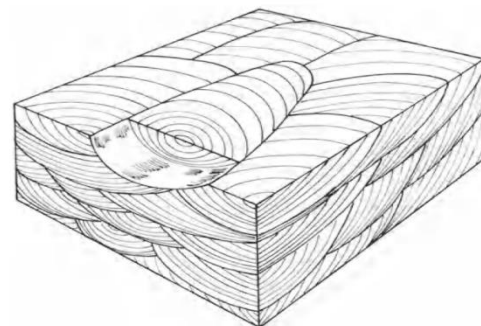
Selon (Reineck et Singh, 1973), il existe deux types de familles qui se croisent :

1<sup>ère</sup> Type d'unité à stratification entre-croisé dont les surfaces de délimitation forment des surfaces plus ou moins planes.

2<sup>ème</sup> Type d'unité à stratification entre-croisé dont les surfaces de délimitation sont des surfaces courbes et l'unité est en forme d'auge.



**Type 1**



**Type 2**

**Fig. 24:** montrant les deux types de lamination entre-croisés, (d'après Reineck et Singh, 1973).



### II.3.8 Sous-faciès G8 : Grès à arrête de poisson :

#### Description :

Cette sous-faciès était autrefois enregistrée dans la partie du Tifkirt, car elle a été trouvée dans un banc de grès, ce banc se distinguait par son épaisseur centimétrique.

#### Interprétation :

Il s'agit de stratifications progradantes obliques, alternativement dans un sens et dans un autre, donnant une allure d'arêtes de poisson à chaque doublet de couches (Pierre. T, 2008).

Cette structure est formée par les courants de marée en fonction de la forme de la stratification, car ces courants ont deux directions différentes et avec la présence de dépressions sur la plage, les grains de sable prennent des positions inclinées et s'opposent à chaque fois que le courant change entre les marées.

En conséquence, cette structure indique l'existence d'une zone spécifique aux Tidalite.

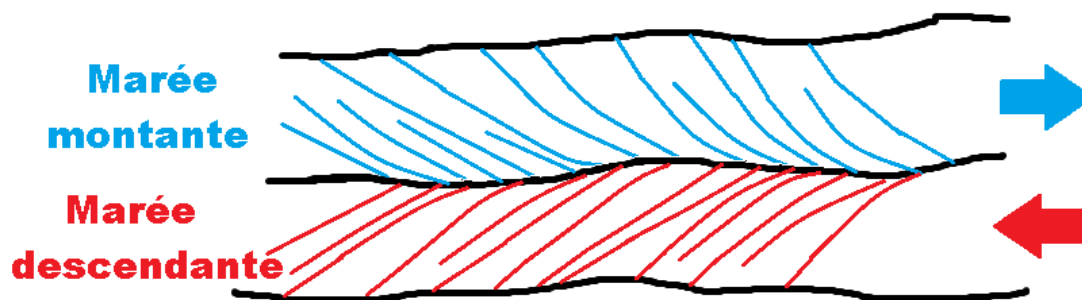


Fig. 25: montrant les composants de la structure d'arête de poisson (la flèche bleue et rouge indique le sens du courant).

**II.3.9 Sous-faciès G9 : Grès a surface de bioturbation :****Description :**

Cette structure était présente dans presque tous les membres, mais elle était présente en abondance dans le premier membre et rarement dans le reste des membres. Elle était associée à de petits bancs de grès, tandis qu'avec une légère présence dans les grandes barres.

**Interprétation :**

La bioturbation est une structure sédimentaire qui résulte des mécanismes mis en œuvre par les organismes vivants tels que les plantes, les vers et autres. Ces organismes creusent et mélangent les sédiments, formant des motifs irréguliers de trous, de stries ou un mélange de résidus organiques ou minéraux avec les sédiments. Il est possible de distinguer des traces d'organismes si le degré de bioturbation est faible, et cela est difficile si son degré est élevé.

La bioturbation a des indications sur l'état des sédiments et l'activité des organismes, ainsi que quelques indications sur la stabilité des milieux.

**II.4 Faciès C : Le Calcaire :****Description :**

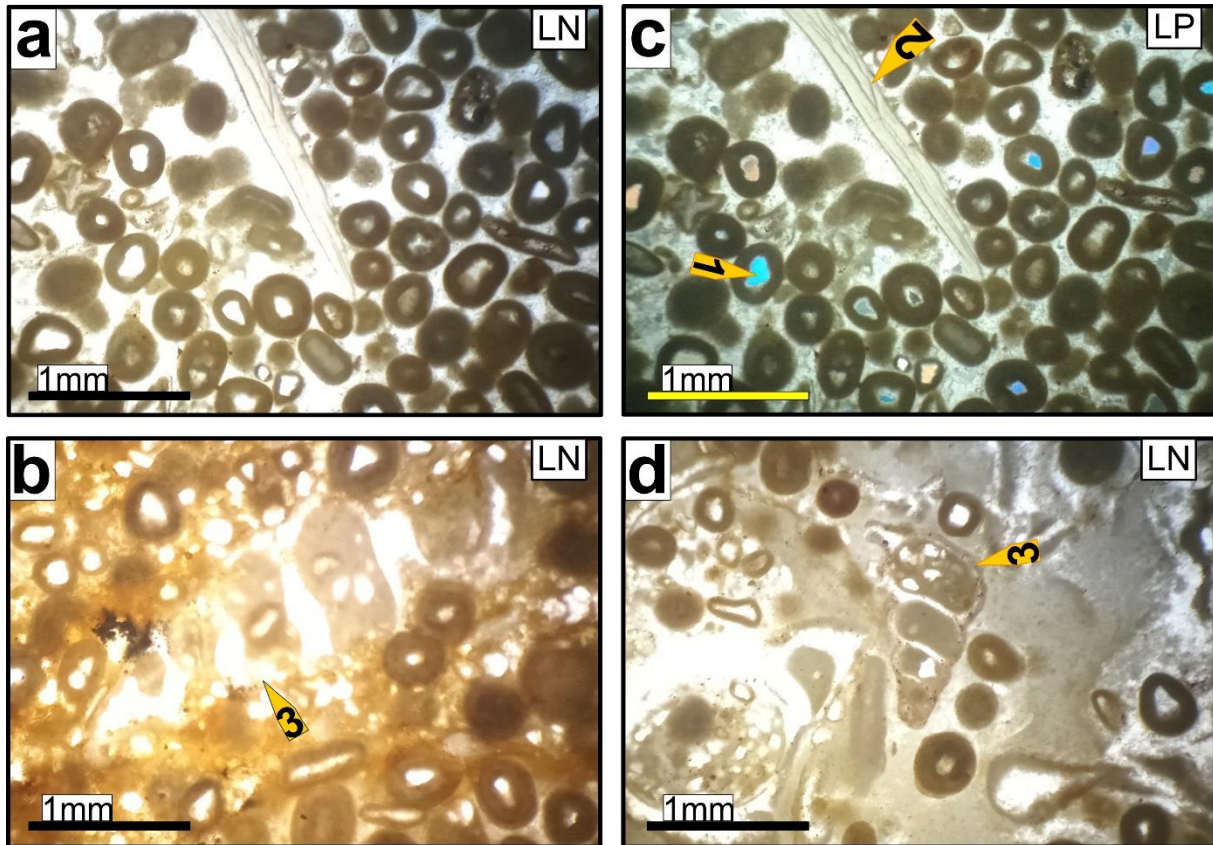
Ce faciès est aperçu dans la partie supérieure de la Formation Tifkirt, il se présente se forme petit banc de calcaire bleu d'épaisseur centimétrique.

**II.4.1 Sous-faciès C1 : Calcaire Grainstone a packstone (Lame 01) :**

Il s'agit de calcaire oolithique de couleur bleuâtre à la cassure et beige à jaunâtre à la patine bien visible dans la Formation de Tifkirt. Ce faciès est d'épaisseur, présentent des tiges des crinoïdes à sa partie sommitale. Le prélèvement de cet échantillon correspond à la huitième barre.

**Interprétation :**

Les grains non squelettiques « ooïdes » de texture grainstone résultent un environnement à haute énergie hydrodynamique (Flügel, 2010).



**Fig. 26 :** a : Cette figure de la lame 01, les photo a, b, c, d prises de certaines parties de la lame, a : Une partie a texture Grainstone ; b : une partie a texture Packstone a gastéropode à coquille recristallisée (n°3) ; c : le même partie de la photo a avec une lumière polarisé montre des nucleus quartziques (n°1) et un fragment de bioclaste (n°2) ; d : gastéropode à coquille recristallisée (n°3).

**II.5 Faciès D : Les dolomies :****Description :**

Ce faciès était réparti entre les bancs continus et non continus dans la majorité des membres à l'exception du quatrième membre, dont la présence n'a pas été remarquée.

Dans les premier et deuxième membres, les bancs continus étaient rares et certains ne dépassaient pas un mètre d'épaisseur, et certains étaient de fines couches centimétriques,

tandis que les bancs discontinus existaient également sous forme de petites couches et accompagnaient certains bancs de grès.

Contrairement aux premier et deuxième membres, le troisième membre a enregistré une présence distinguée pour ce mien, où un banc a été enregistrée avec une épaisseur d'environ deux mètres.

**Interprétation :**

La dolomite est un type de roche sédimentaire carbonatée qui contient 50 % de dolomite et est connue sous la formule chimique  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ .

La dolomite est constituée de carbonate double de calcium avec du magnésium et quelques traces de fer (Fe) et de zinc (Zn) parfois.

La dolomite se forme lorsque le calcaire entre en contact avec de l'eau riche en magnésium et décompose partiellement la calcite et est remplacée par de la dolomite.

Il existe deux modes de formation dolomitique soit lors de la sédimentation dans des eaux riches en sels de fer magnétiques (dolomites primaires), soit par circulation d'eau de magnésite plus ou moins chaude, le long de fissures (dolomitique secondaire ou tardive).

Les Dolomites se trouvent dans des environnements hypersalins tels que les environnements de marée. Il est également formé par la pluie tombant sur l'eau de mer.

La dolomitisation suggère également l'existence d'un environnement supratidal (Bourrouilh-Le Jan, 1972, 1973 a et b) désigne une mer peu profonde sujette à une forte évaporation.

**III. Association de faciès & milieux de dépôt :**

Pour déterminer le 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).

**III.1 Association A :**

Cette association de faciès occupe la partie supérieure de Formation de Tifkirt. Elle rassemble principalement le faciès A (argile), G4 (Grès à rides de courant), G8 (grès arrêté de poisson), G9 (Grès à bioturbation), C1 (le calcaire Grainstone à Packstone). Les critères sédimentologiques et hydrodynamiques indiquent un milieu énergétique (Intertidal).

**III.2 Association B :**

Le dépôt de cette association (B) correspond aux membres 1, 2, 3 et 4 de la Formation de Djara. Elle regroupe les faciès suivants : faciès A (argile), faciès G (le grès) qui est subdivisé en sous-faciès : G3 (grès à lamination h), G2 (grès à lamination oblique), G5 (grès à mégarides), G4 (Grès à rides de courant), G9 (Grès à bioturbation), Faciès D (dolomie).. La présence de bois de fossile et l'absence de la bioturbation, la rareté de la faune et les rides de courant inique un environnement de front de delta à influence fluviale.

**Conclusion :**

A partir des données sédimentologiques, on peut tirer d'importants éléments de diagnostic qui sont les suivants :

- Les bancs ou les barres des grès caractérisé par une base ravinante ou érosive, à structures hydrodynamiques (stratification obliques ou entrecroisées, mégarides....)
- La rareté des fossiles marins et la présence des bois silicifié;
- La dominance des sédiments détritiques ;
- La fréquence de la géométrie lenticulaire;
- L'absence des figures de marée (flaser-bedding, herringbone structures) ;

Sur la base de ces éléments susmentionnés, on peut conclure qu'il s'agit des séquences du milieu Front de Delta à dominance fluviale.

Faciès et/ou sous-faciès	Associations	Environnements de dépôts
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Argile (Faciès A)</li> <li>-Silt (Faciès S)</li> <li>-Grès massif (G1)</li> <li>-Grès a lamination horizontale (G3)</li> <li>-Grès a lamination oblique (G2)</li> <li>-Grès a mégarides (G5)</li> <li>-Grès a lamination entre-croisé (G7)</li> <li>-Grès a rides de courant (G4)</li> <li>-Grès a bioturbation (G9)</li> <li>-Dolomie (Faciès D)</li> </ul>	<p><b>B</b></p>	<p>Front de Delta à dominance fluviale.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>-Argile (Faciès A)</li> <li>-Grès a rides de courant. (G4)</li> <li>-Grès arrête de poisson (G8)</li> <li>-Grès a bioturbation (G9)</li> <li>-Le calcaire (Faciès C) et C1</li> </ul>	<p><b>A</b></p>	<p>Intertidal.</p>

# **CONCLUSION GENERAL**

## **Conclusion général**

---

### **Conclusion:**

Une coupe lithologique a été levée en détail dans le secteur d'Ain Ouarka (Atlas saharien occidental) plus précisément dans un anticlinal dit « Teniet Bou-Rdoud ». Les résultats ainsi obtenus sont les suivantes :

### **1. Sur le plan lithostratigraphique**

L'étude lithostratigraphique de secteur d'étude a permis de subdiviser la série en deux formations :

La Formation de Tifkirt : c'est alternance de grès, d'argile et de calcaire et quelque bancs dolomitiques, le grès comprenait certaines structures sédimentaires telles que des rides de courant, et certaines bancs à bioturbation et/ ou perforation aussi un banc a été observée contenant d'arrêt de poisson. Les calcaires sont représentés par le calcaire bleu, riche en bioclastes et des brachiopodes en position de vie.

-la Formation de Djara : est caractérisée par une alternance de grès, d'argiles et de dolomie. Elle peut être subdivisée en quatre membres.

### **2. Sur le plan sédimentologique**

Les faciès et les sous-faciès ont été distingués. La définition, puis l'interprétation des faciès et de leurs associations étaient principalement basées sur la nature des structures car celles-ci ne sont que le résultat d'un certain nombre de processus (hydro-dynamique). a révélé la présence de 3 principaux faciès, des argiles (faciès A) , les Grés (G) et les carbonates (C). Le faciès (G) a été subdivisé à son tour en plusieurs sous-faciès : laminations horizontales (G3), laminations obliques (G2), stratifications entrecroisées (G7), litages et /ou rides de courant(G4) et massifs (G1).

Cette approche nous a permis de définir les milieux et de dépôts des différentes formations :

- La Formation de Tifkirt est mise en place dans un milieu intertidal.
- La Formation de Djara est définit dans un milieu Front de Delta a influence fluviatile.



## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## Références bibliographiques

---

### Références bibliographiques :

**ABBACHE, A. (2019).** -Paléobiodiversité et évènements eustatiques du Dévonien supérieur de Ben-Zireg et Gourara (Sahara nord ouest; Algérie) (Doctoral dissertation, Université d'Oran2 Mohamed ben Ahmed).

**AIT OUALI R. (1991) :** Le rifting des Monts des Ksour au Lias. Organisation du bassin, diagénèse des assises carbonatées. Place dans les ouvertures mésozoïques du Maghreb. *Thèse de Doctorat-ès-Sciences, Alger.*

**ALLEN, J. R. L. (1985).** –Principles of Physical Sedimentology, *Unwin-Hyman, London.*

**BASSOULET J.P (1973) :** Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas saharien occidental (Algérie). *Thèse. Sci. Nat., Paris VI.*

**BENADLA. M., MAROK. A., MATIAS. R. 2019.** Ostracods of the Cenomanian-Turonian Transition (*Whiteinella archaeocretacea* Zone) in the Ksour and Amour Mountains (Saharan Atlas, Algeria): *Paleobiogeographic Implication: IEREK Interdisciplinary Series for Sustainable Development.*

**BENYOUCEF, M., MEBARKI, K., FERRE, B., ADACI, M., BULOT, L. G., DESMARES, D., VILLIER, L., BENSALAH, M., ZAOUÏ, D. 2017.** Litho - and biostratigraphy, facial patterns and depositional sequences of the Cenomanian-Turonian deposits in the Ksour Mountains (Saharan Atlas, Algeria). *Cretaceous Research. (submit.).*

**BOURROUILH-LE JAN .F 1972, 1973 A ET B.** Dolomie, roches dolomitiques et dolomitisation bilan de presque deux siècles de recherches françaises : 1791-1971). Comité français d'Histoire de la Géologie, 1996, 3ème série (tome 10), pp.7-35.

**CHAMLEY, H. 2000.** Base de sédimentologie. *Dunod (édit). Paris, France.*

**COIFAIT, B., JAEGER, J., MAHBOUBI, M., 1984.** Un Nouveau Gisement À Mammifères Fossiles D'âge Éocène Supérieure Sur Le Versant Sud Des Nementcha (Algérie Orientale). *Comptes-Rendus Des Séances De L'Académie Des Sciences. Paris ., Sér 2., 893-898.*

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

## Références bibliographiques

---

- COJAN, I., & RENARD, M. (2013).** *Sédimentologie*-3e édition. Dunod.
- CORNET. A., 1952,** l'Atlas saharien sud-oranais. *XIX congr. Géol. Intern. Alger, Monographies régionales, 1ère série*
- CORNET, A., 1974.** Essai de cartographie bioclimatique à Madagascar, Tananarive, ORSTOM, notice explicative, no55.
- CHAMLEY, 1990.** Sedimentology, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1990.
- DOUIHASNI M. (1976) :** Etude géologique de la région d'Aïn Ouarka – Boussemghoun (Partie centrale des Monts des Ksour). Stratigraphie et Analyse structurale. *Thèse 3<sup>ème</sup> cyc., Univ. Oran, 2t.*
- DELFAUD, J., 1974.** La Sédimentation Deltaïque Ancienne. Exemples Sahariens. Bull. Centre. Recherches, Pau, Snpa, 8, 1,241-263.
- DELFAUD, J., MICHAUX, J., NEURDIN, J., REVERT, J., 1973.** Un Modèle Paleogéographique De La Bordure Méditerranéenne Evolutive De La Région Oranaise (Algérie) Au Miocene Supérieur .Bull.Soc.Hist.Nat.Afr.Nord 46, 219-241.
- FLAMAND G.B.M (1911):** Recherches géologiques et géographiques sur le « Haut Pays del'Oranie et sur le Sahara (Algérie et Territoires du sud). *Thèse Sci. Lyon, n°47 et A. Rey(edit)., Lyon.*
- FLÜGEL, E. (2010) -** Microfacies of Carbonate Rocks Analysis, Interpretation and Application Second Edition,. Springer- Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2010.
- GALMIER D. (1951) -** Sur l'existence d'un accident tectonique nord atlasique dans la région de Fort-Hassass. C.R.Acad. Sci., Paris, 232
- GRESSLY, A, 1838.** Observations géologiques sur le Jura soleurois. *Nouveau Mémoire.*
- HAUG, E., 1903.** Le cycle des phénomènes géologiques. *In la Science au XIX<sup>ème</sup> siècle,* 1: 343-349 .
- KACEMI. A, 2005.** Cartographie et dynamique sédimentaire de la série fin Dogger début Crétacé (Djara - Rhoundjaïa) des Monts des Ksour (Atlas saharien, Algérie). *Dipl. Mag.*

## Références bibliographiques

---

**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.

**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.

**LAFFITE 1939**– Etude géologique de l'Aurès. Thèse Paris et Bull.Serv.Carte Géol. Algérie. Alger 2<sup>ème</sup> Ser.15.484p.

**MAHBOUBI, M.1983.** Etude géologique et paléontologique du Crétacé post-Aptien et du Tertiaire de la bordure méridionale du Djebel Amour (Atlas saharien central, Algérie). Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Oran.

**MAHBOUBI C Y.2021.** Les indices de fluides et diagenèse dans les terrains du Jurassique de la région d'Aïn-Ouarka et d'El-Bayadh (Atlas saharien, Algérie) Thèse 3<sup>ème</sup> cycle, Univ. Oran.

**MEBARKI, K., SAUVAGNAT, J., BENYOUCEF, M., ZAOUI, D., BENACHOUR, H.B., ADACI, M., MAHBOUBI, M., BENSALAH, M., 2016B.** Ostracodes Céno-manoturonien Dans l'Atlas Saharien Occidental Et Le Bassin Du Guir (Sud-Ouest De l'Algérie). *Revue de Paléobiologie*.

**MEDDAH A. (2010)** – La province magmatique de l'Atlantique central (CAMP) Dans le bassin des Ksour (Atlas saharien occidental algérie). Thèse Doc. Sci. Univ Oran.

**MEDDAH ET AL., (2017)** - The Triassic-Liassic volcanic sequence and rift evolution in the Saharan Atlas basins (Algeria). Eastward vanishing of the Central Atlantic magmatic province. *Geological Acta*, Vol.15, N° 1, March 2017, 11-23, I.

**MEKAHLI L. (1998)** – Evolution des Monts des Ksour (Algérie) de l'Hettangien au Bajocien. Biostratigraphie, sédimentologie, évolution paléogéographique et stratigraphique séquentielle. Docum. Lab.Géo.Lyon, France, n°147.

**MULDER, T., ALEXANDER, J. (2001).** –The physical character of sub-aqueous sedimentary density flows and their deposits. *Sedimentology* 48, 269– 99. (3).

**NAIMI ET AL., 2021**

## Références bibliographiques

---

**OUALI MEHADJI. A. (1995) :** Brachiopodes des Monts des Ksour (Bajocien supérieur, Bathonien inférieur) (Atlas saharien occidental, Algérie). *Mémoire de Magister Univ. Oran.*

**REINECK. E ET SINGH. I, 1973,** Depositional Sedimentary Environments, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1973.

**RITTER E. (1902) -** Le Djebel Amour et Monts des Ouleds Nail. Bull. Serv. Carte Géol. Algérie, 2<sup>o</sup> série, n<sup>o</sup>3.

**SELLEY. A. C, 1970.** Ancient sedimentary environments: Ithaca. N.Y. Cornell.

**SIMPSON E.L. (1987).** Sedimentology and tectonic implications of the late Proterozoic and Early Cambrian Chilhowee Group in southern and central Virginia. Ph.D. Dissert, Blacksburg, VA, Virginia Polytech. Inst, and State Univ.

**SIMPSON E.L. & ERIKSOON K.A. (1990).** Early Cambrian progradational transgressive sedimentation patterns in Virginia: An example of the early history of passive margin. *J. Sedim. Petrol.*, v. 60, N<sup>o</sup>1

**TECHENAR. S, 2001.** Etude des Foraminifères Benthiques des Séries Liasique et de la base du Dogger de la région d'Ain Ouarka (Monts des Ksour, Atlas Saharien Occidental). Mém. Ingén. Etat, Univ Oran.

**PIERRE. T, 2008.** Stratifications en arêtes de poisson dans des tidalites du groupe de Moodies, vallée du Sheba Creek, région de Barberton (Afrique du Sud), Laboratoire de Sciences de la Terre / ENS de Lyon.

## Liste des figures

<b>Fig. 1 :</b> Les grands ensembles géographiques de la chaîne alpine en méditerranée occidentale .....	1
<b>Fig. 2 :</b> Image satellitaire montre la localisation du secteur étudié.....	2
<b>Fig. 3 :</b> Carte géologique des Monts des Ksour (Cornet et al. 1951).....	4
<b>Fig. 4:</b> image satellitaire (d'après Google Earth) montrant la position géographique et les grandes unités lithostratigraphiques du Jurassique dans l'anticlinal d'Ain Ouarka.....	5
<b>Fig. 5 :</b> Carte structurale des Monts des Ksour (d'après Mekahli, 1998). ....	7
<b>Fig. 6 :</b> Légendes de figures utilisées. ....	11
<b>Fig. 7:</b> image satellitaire représente la coupe étudiée. ....	12
<b>Fig. 8:</b> une photo montrant le début de la formation du Djara (1 <sup>er</sup> membre). ....	14
<b>Fig. 9:</b> cette photo montre la fin du premier membre (n°1) et le début du deuxième membre (n°2) avec une barre de grès. ....	15
<b>Fig. 10:</b> a: banc de calcaire dolomitique (partie inférieure du 3 <sup>ème</sup> membre) ; b: banc dolomitique jointifié (partie sommitale du 3 <sup>ème</sup> membre).....	16
<b>Fig. 11 :</b> Le début du quatrième membre avec une barre de grès. ....	16
Fig. 22 : Colonne lithostratigraphique de Formation de Tifkirt(membre sup) et Formation de Djara(1 <sup>er</sup> membre et 2 <sup>ème</sup> membre) dans le secteur d' «Teniet-Bou Rdoud».....	17
Fig. 13 : Colonne lithostratigraphique de Formation de Djara((3 <sup>ème</sup> membre et 4 <sup>ème</sup> membre) dans le secteur d' «Teniet-Bou Rdoud».....	18
Fig.14 : Colonne lithostratigraphique de Formation de Djara (la continuité de 4 <sup>ème</sup> membre) dans le secteur d'«Teniet-Bou Rdoud» .....	19
<b>Fig. 15</b> -A : Surface de hard-grounds; B: grès a Perforation; C : Calcaire avec bioclastes (1); D&E&F&G&H: bancs gréseux a Surfaces bioturbé avec perforation. ....	20

**Fig. 16** : I : la ligne jaune représente une forme de chenal (1), avec lamination oblique (2), grès massif (3) ; J : Lamination horizontale (1), laminations oblique (2) ; k & k' : Structure d'arrête de poisson ; L&L' : Lamination entre-croisé ; M & M' : les rides de courant. 21

**Fig. 17** : N : banc centimétrique de calcaire riche en gastéropodes (g) ; O : trace des bois fossile silicifié ; P : banc de calcaire dolomitique de 3<sup>ème</sup> membre ; P1 : restes des plantes (3<sup>ème</sup> membre) ; P2 : trace de bivalve ; Q : banc dolomitique de 3<sup>ème</sup> membre ; Q1 : bioclastes ; Q2&Q3 : bivalves ; Q4&Q5&Q6 : coquilles des gastéropodes..... 22

**Fig. 18** : R : Une combe silteuse a deux petite niveaux gréseux a plaquettes (3<sup>ème</sup> membre) ; S : un banc dolomitique (3<sup>ème</sup> membre) ; T : Photo panoramique montrant la partie surélevée de la formation de Tifkirt(F.T) et de la formation de Djara (F.Dj) ; V : Une photo montrant la limite entre la formation de Djara (F.Dj) et la formation d'Aïssa (F.A) qui suit..... 23

**Fig. 19** : Zonation et dynamique sédimentaire d'un système deltaïque (Allen, 1984 ; 1985) in Abbache, 2019..... 26

**Fig. 20** : 1 : Un courant d'eau (Flèche bleue) passe à la surface d'un substrat. 2: Les particules (couleur grisâtre) sont placées sur la pente ; 3: De nombreuses couches inclinées sont placées au fil du temps..... 29

**Fig. 21** : Schéma montrant la zone de formation des rides (zone jaune) en fonction de la vitesse du courant et granulométrie..... 30

**Fig. 22** : Un schéma montrant l'évolution de la forme des rides en fonction de l'augmentation de la vitesse de l'écoulement, (d'après Chamley, 1990, modifié)..... 31

**Fig. 23** : Schéma montrant la zone de formation du mégagrades (la zone verte) Correspondant à la vitesse du courant et granulométrie..... 32

**Fig. 24** : montrant les deux types de lamination entre-croisés, (d'après Reineck et Singh, 1973)..... 33

**Fig. 25** : montrant les composants de la structure d'arrête de poisson (la flèche bleue et rouge indique le sens du courant)..... 34

**Fig. 26** : a : Cettfigure de la lame 01, les photo a,b,c,d prises de certaines parties de la lame, a :Une partie a texture Grainstone ; b : une partie a texture Packstone a gastéropode à coquille recristallisée(n°3) ; c : le meme partie de la photo a avec une lumière polarisé montre des

nucleus quartziques (n°1) et un fragment de bioclaste (n°2) ; d : gastéropode à coquille  
recristallisée (n°3). ..... 36