

N° d'ordre :

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université d'Oran 2 Mohamed Ben Ahmed  
Faculté de Sciences de la Terre & de l'Univers  
Département de Sciences de la Terre  
Laboratoire de Paléontologie Stratigraphique et de Paléoenvironnement



## Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de Master en Sciences de la Terre.

**Option :** Géologie des Bassins Sédimentaires

**Thème :**

### **DESCRIPTION LITHOSTRATIGRAPHIQUE & INTERPRÉTATION SÉDIMENTOLOGIQUE DE LA FORMATION DES *QUARTZITES D'AIN EN NÉCHÉA* (CAMBRIEN SUPÉRIEUR) DANS LE SECTEUR DU KHENEG TLAIA (MONTS D'OUGARTA, SAHARA NORD-OCCIDENTAL)**

Présenté et soutenu par :

**M. SEGHIER Sid Ahmed.**

Soutenu le 05/ 11 / 2020 devant la commission d'examination :

**M. ATIF K.F.T.**

MC-A. Université d'Oran 2

Président

**M. BOUTERFA B.**

MA-A. Université d'Oran 2

Rapporteur

**M. BENDELLA M.**

MC-A. Université d'Oran 2

Examineur

Oran, 2020

## AVANT PROPOS

*« Celui qui ne remercie pas les gens n'a pas remercié le bon dieu ».*

Tous d'abord, je tiens à exprimer toutes mes émotions de remerciement et de gratitude à mes chers parents pour leurs efforts, amours et soutiens inconditionnels. Qui m'ont permis d'arriver à ce moment important dans ma vie. Je prie pour **DIEU** le tout puissent pour qu'il les garde pour moi et garde leur santé et leur bonheur, et J'espère que je serai toujours à la hauteur de les honorer et les rendrais fières.

Un grand merci à mon rapporteur Monsieur **BOUTERFA B.** pour m'avoir encadré, orienté, aidé et conseillé. Je suis très reconnaissante pour tous les efforts précieux qu'il a fournis pour m'aider à réaliser ce modeste travail. Sans oublier son rôle d'enseignant pendant le parcours universitaire.

J'adresse mes sincères remerciements à Monsieur **ATIF K.F.T.** pour avoir accepté de présider le jury. Je le remercie infiniment pour la qualité de ces cours de paléontologie et de stratigraphie et ses connaissances rentables durant l'année qui nous a enseignés.

Je remercie infiniment Monsieur **BENDELLA M.** pour sa présence dans ce jury et pour avoir consacré son temps à examiner ce mémoire. Je le remercie également pour ces informations et déterminations sur les ichnofossiles, et pour son soutien moral, sans oublier de le remercier encore une fois pour sa qualité d'enseignement pendant notre parcours d'étude.

Je souhaite particulièrement remercier mes chères amis **NEMRA. A,** et **NACEL. O,** qui m'ont aidé énormément dans la réalisation de ce travail.

Je présente mes énormes remerciements, mon respect et ma gratitude à tous les enseignants du département de géologie (**OUALI MEHADJI A.E.K ; BENHAMOU M., et MANSOUR B, ...**). Qui ont toujours partagé avec nous leurs connaissances et savoir-faire durant toute notre parcours d'étude.

Enfin, je tiens à remercier le respectueux personnel du Département des Sciences de la Terre notamment Mme **HADJAL. S** (administration), et Mme **HOURIA** (bibliothèque), pour leurs aides et leurs disponibilités.

**Sid Ahmed SEGHIER**

## DÉDICACE

**J**'adresse mes sincères remerciements et salutations à tous ceux qui m'ont aidé ou contribué, de près ou de loin, pour la réalisation de ce travail.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude à **ma famille, chacun à son nom**, pour l'amour, les conseils ainsi que leur soutien inconditionnel, à la fois moral et économique, qui m'a permis d'atteindre ce niveau, Un grand merci à **Nacel. O**, et **SARDI. R** pour leur présence, depuis le début jusqu'à la fin de ce mémoire.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers mes amis et mes collègues de **la promotion 2020**, pour toute la joie et l'esprit de famille qui m'ont offerts.

Je souhaite particulièrement remercier, **BRADAI. M, CHEKALI. C, NAIMI N, HAMIDOU. N, TADJEDINE. F, BOUSMAHA. F, BENGUEDACH. I, LARBI. B I, BELKHIR. C, CHATRI. R, BESSEKRI. T, REZKALLAH. W, TAMA.A, RUFINO.D, CARINA.S, ELMOUMEN.N...** pour leurs soutien inestimable et leur amitié.

## RÉSUMÉ

Ce travail représente une étude géologique de la formation des *Quartzite d'Ain en Néchéa*, (Cambrien supérieur) dans la région du Kheneg Tlaia, près du Djebel Bou-Kbaissat (Monts d'Ougarta).

L'étude lithostratigraphique de cette formation nous a permis de la subdivisée en 4 ensembles notés A B C et D.

Les ensemble A et C représentés par une alternance argilo-quartzitique, tandis que les deux autres ensembles B, et D, sont représentés par une superposition des bancs de quartzites qui forment des barres quartzitiques. Ces bancs s'enrichissent souvent en structures hydrodynamiques et en traces ichnologiques, particulièrement de type *Skolithos*.

L'étude sédimentologique, basée sur la description et l'interprétation des faciès et des sous-faciès ainsi que les ichnofossiles, nous a permis de définir 2 associations de faciès traduisant un environnement *d'offshore supérieur à shoreface*.

L'évolution séquentielle des dépôts montre une succession de 2 groupements de séquences génétiques plus ou moins complets, cycliques et périodiques, qui indiquent un empilement vertical par progradation et aggradation. L'ensemble montre une tendance vers le comblement.

**Mots-clés** : Monts d'Ougarta, Kheneg Tlaia, Quartzites d'Ain en Néchéa , Cambrien supérieur, Lithostratigraphie, Sédimentologie.

# SOMMAIRE

AVANT PROPOS.....	I
DÉDICACE .....	II
RÉSUMÉ .....	01
SOMMAIRE .....	02

## Premier chapitre : généralités.

INTRODUCTION .....	04
I- CADRE GÉOGRAPHIQUE.....	04
A- Cadre géographique de la Chaîne d'Ougarta. ....	04
B- Cadre géographique du secteur d'étude .....	04
II- CADRE GÉOLOGIQUE .....	04
A- Cadre géologique de la Chaîne d'Ougarta. ....	04
B- Cadre géologique de la région d'étude .....	07
III- APERÇU GÉOLOGIQUE SUR LE CAMBRIEN DES MONTS D'OUGARTA. ....	07
A- Formation des conglomérats du Djebel Ben Tadjine.....	07
B- Formation de Sebkhah el Mellah .....	10
C- Formation des Quartzites d'Ain en Néchéa. ....	10
III- HISTORIQUE SUR LES TRAVAUX CAMBRO-ORDOVICIENS .....	10
IV- BUT & METHODE DE TRAVAIL .....	13
A- But de travail.....	13
B- Méthode de travail.....	13

## Deuxième chapitre : lithostratigraphie.

INTRODUCTION.....	15
I- DESCRIPTION LITHOSTRATIGRAPHIQUE.....	15
A- Localisation de la coupe .....	15
B-Description de la coupe .....	15
1- L'ensemble A .....	15
2- L'ensemble B. ....	19
3- L'ensemble C .....	20
4- L'ensemble D .....	22
II – ATTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE .....	23

## **Troisième chapitre: sédimentologie.**

### **S O M M A I R E**

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>23</b>
<b>I- DESCRIPTION DES FACIES &amp; LEURS INTERPRÉTATIONS.....</b>	<b>23</b>
<b>A- Faciès argiles (F I).....</b>	<b>23</b>
<b>B- Faciès gréseux (F II).....</b>	<b>24</b>
<b>1- Sous-faciès de grès à litages horizontaux ou subhorizontaux (F II-1).....</b>	<b>24</b>
<b>2- Sous-faciès de grès à litages obliques (tabulaires et tangentiels) (F II-2).....</b>	<b>25</b>
<b>3- Sous-faciès de grès à litages obliques en mamelons et en creux (F II-3).....</b>	<b>26</b>
<b>4- Sous-faciès des grès à litages en "arêtes de poissons" (F I).....</b>	<b>27</b>
<b>5- Facies des quartzites massives (F II- 5).....</b>	<b>28</b>
<b>II- INVENTAIRE &amp; INTERPRÉTATION DES ICHNOFOSSILES.....</b>	<b>28</b>
<b>III- ASSOCIATIONS DE FACIES &amp; MILIEUX DE DÉPÔT.....</b>	<b>30</b>
<b>A- Association A.....</b>	<b>30</b>
<b>B- Association B.....</b>	<b>31</b>
<b>IV- ORGANISATION SÉQUENTIELLE DES FACIES.....</b>	<b>31</b>
<b>A- Introduction.....</b>	<b>31</b>
<b>B- Définition des groupements de séquences génétiques.....</b>	<b>31</b>
<b>C- Tendance évolutive.....</b>	<b>32</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>34</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>	<b>36</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>41</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES.....</b>	<b>43</b>

## **PREMIER CHAPITRE**

### **GÉNIALITÉS**

## INTRODUCTION

Ce chapitre sera consacré à la présentation (1) des cadres géographiques et géologiques de la Chaîne d'Ougarta et de notre secteur d'étude, (2) d'un aperçu lithostratigraphique sur les différentes formations de cette chaîne montagneuse et (3) d'un historique sur les principaux travaux réalisés sur les formations cambro-ordoviciennes de cette région.

## I- CADRE GÉOGRAPHIQUE

### A- Cadre géographique de la Chaîne d'Ougarta

La Chaîne d'Ougarta fait partie des plus importants reliefs du Sahara nord-occidental. D'une orientation générale NW-SE, elle est située à environ 1000 km au Sud de la ville d'Oran et 250 km de celle de Béchar. Cette Chaîne s'étend sur 450 km de longueur et 200 km de largeur. Elle est limitée au Nord par la Hamada du Guir, au Sud par Erg Chech, à l'Ouest par la Hamada du Draa et, enfin à l'Est, par le Grand Erg occidental (Fig. 1).

La Chaîne d'Ougarta représente le prolongement de l'Anti-Atlas marocain dans sa partie orientale. Elle est subdivisée morphologiquement en 2 faisceaux : le faisceau de la Saoura à l'Ouest, et celui de la Daoura à l'Est. Ces 2 faisceaux sont séparés par Erg er Raoui (Fig. 1).

### B- Cadre géographique du secteur d'étude

Notre secteur d'étude est situé à l'Ouest du Djebel Bou Kbaissat, à environ 70 km au SW de la ville de Béni-abbés et 22 km du village de Zeghamra (Fig. 2). Pour y accéder, nous devons traverser un passage connu dans la région sous l'appellation de Kheneg Tlaia (Fig. 3).

## II- CADRE GÉOLOGIQUE

### A- Cadre géologique de la Chaîne d'Ougarta (Fig. 4)

D'après HERVOUET et DUÉE (1996), la Chaîne d'Ougarta est une chaîne hercynienne chevauchante à plis passifs. Elle est constituée par des terrains d'âge précambrien (socle) et paléozoïque (couverture) qui se positionnent entre deux domaines géologiques différents: (1) à l'Ouest, le Craton Ouest-africain (200 Ma) et à l'Est, (2) le domaine panafricain représenté par le Bouclier Targui (GHIENNE *et al.*, 2007).

Le socle, d'âge précambrien, est représenté par des terrains volcaniques ou volcano-sédimentaires (Rhyolites, ignimbrites, andésites, ...) qui se positionnent au cœur des anticlinaux (CHIKHAOUI, 1974; 1981) (Fig. 4).



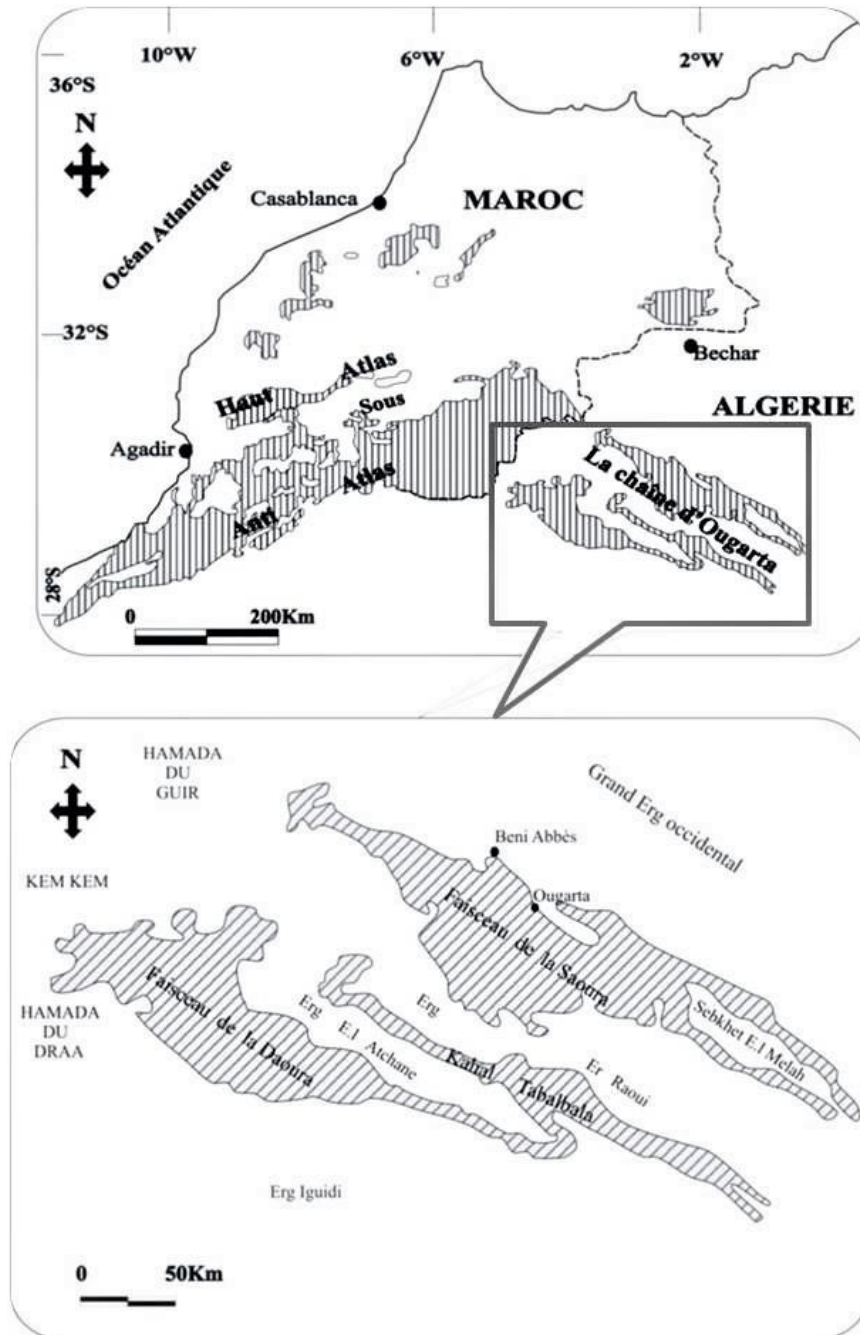


Fig. 1 : Position géographique et morphologique de la Chaîne d'Ougarta (In BERRABAH, 2012).

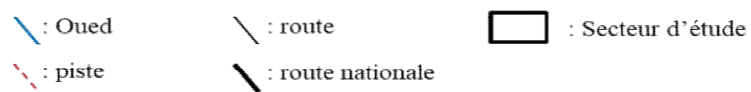
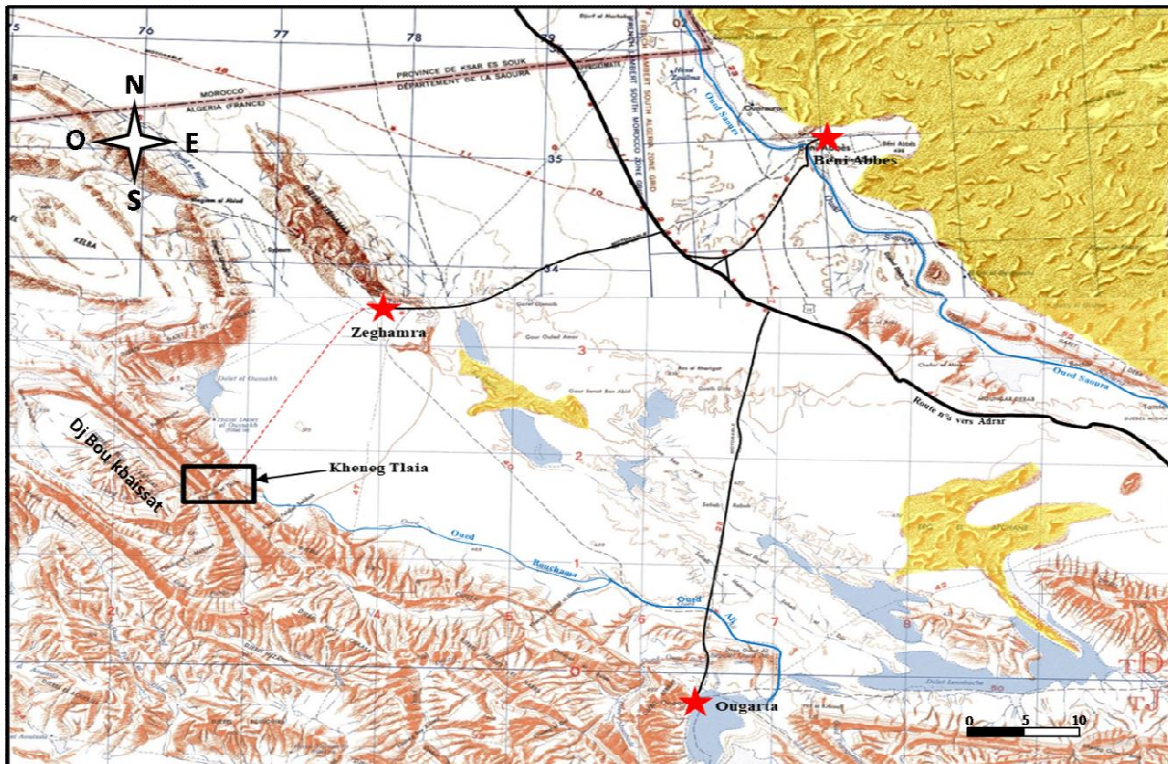


Fig. 2 : Localisation géographique de la région d'étude (d'après les cartes topographiques au 250 000<sup>e</sup> de Béni Abbès et d'Ougarta).



Fig. 3 : Photo montrant Kheneg Tlaia, passage permettant l'accès au secteur d'étude.

La couverture est discordante sur le substratum. Elle est d'épaisseur kilométrique et débute par des terrains d'âge cambrien matérialisés par des grès et des arkoses à la base, et se termine jusqu'au Carbonifère (HERVOUET et DUÉE, 1996) (Fig. 4).

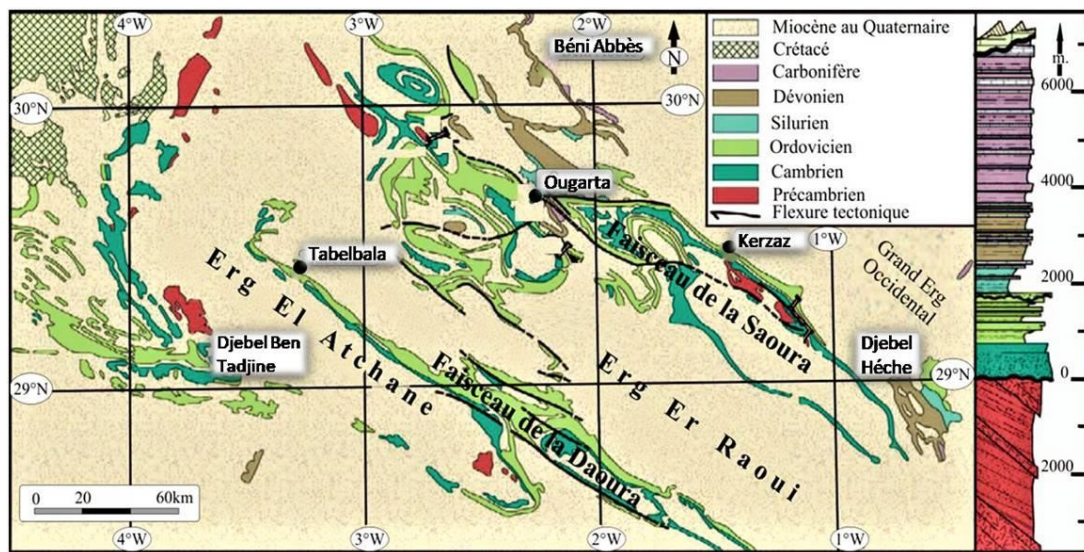


Fig. 4 : Carte géologique de la Chaîne d'Ougarta et colonne synthétique (CHIKHAOUI & DONZEAU, 1972 ; GHIENNE *et al.*, 2007 ; modifié in ABBACHE, 2019).

### B- Cadre géologique de la région d'étude (Fig. 5)

Notre travail a été réalisé dans le secteur du "Djebel Bou Kbaissat" (Fig. 2), Ce relief forme un anticlinal orienté essentiellement NW-SE, dont l'accès se fait par le "Kheneg Et Tlaia" à l'Est (Fig. 3). Ce dernier est représenté par une ouverture (un Oued), qui mène vers le cœur de l'anticlinal, causée par une faille.

## III- APERÇU GÉOLOGIQUE SUR LE CAMBRIEN DES MONTS D'OUGARTA

Sur un socle d'âge précambrien, correspondant à des terrains volcaniques ou volcano-sédimentaires (rhyolites, ignimbrites, andésites, etc.), vient une couverture sédimentaire constituée des formations cambro-ordoviciennes (Fig. 6, 7 et 8).

Le Cambrien de l'Ougarta repose en discordance sur le socle précambrien. Il est formé généralement par un matériel détritique. Il est représenté par 3 formations.

### A- Formation des conglomérats du Djebel Ben Tadjine

Cette formation se trouve uniquement dans le faisceau de la Daoura (CHIKHAOUI et DONZEAU, 1972). Son épaisseur peut atteindre plusieurs centaines de mètres. Il s'agit généralement de poudingues polygéniques ou monogéniques, à galets arrondis et mal classés de roches volcaniques, de granites et/ou quartzites, en proportion variable, avec des intercalations d'arkoses rougeâtres (AIT KACI, 1990).

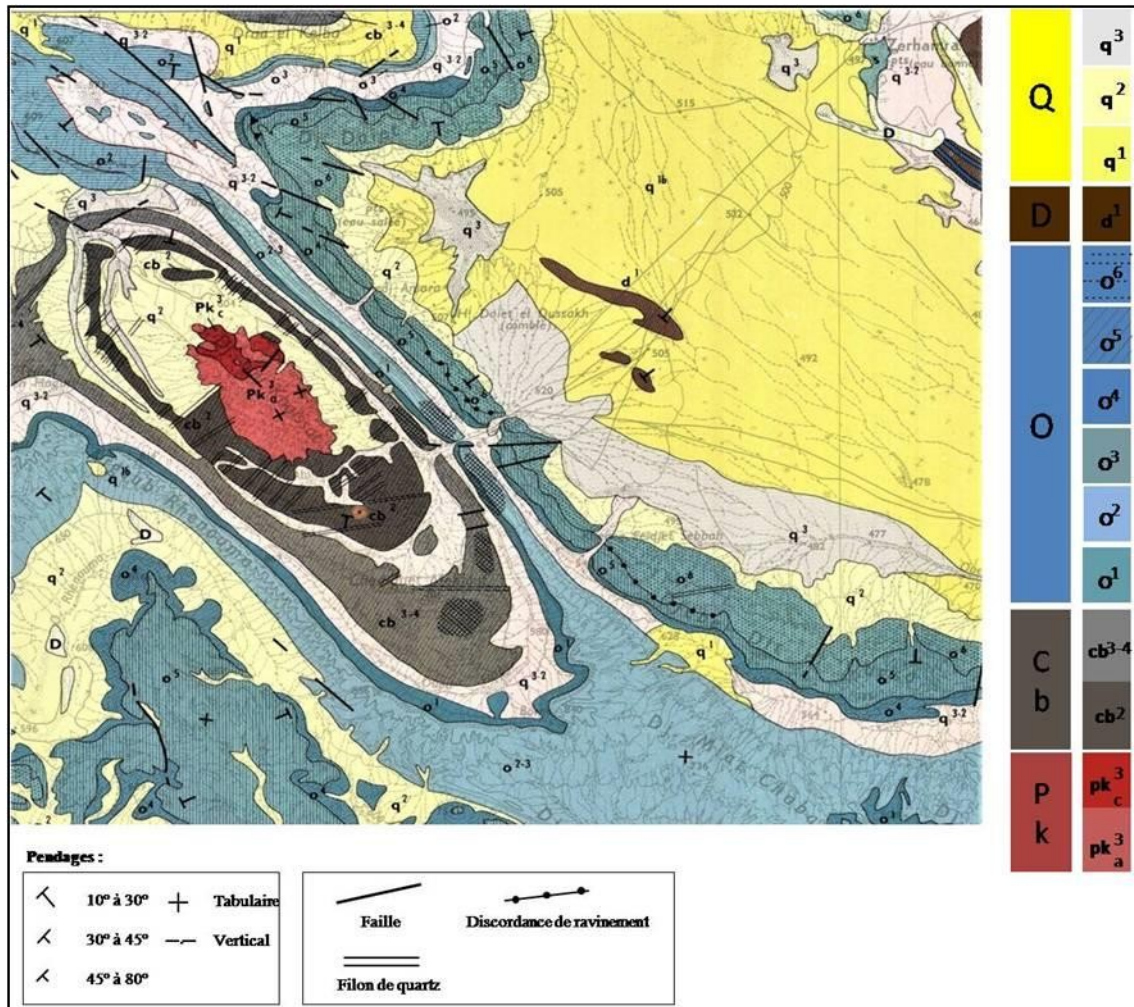


Fig. 5 : Carte géologique du secteur d'étude  
(Extrait de la feuille n° NH-30-X 200 000<sup>e</sup> d'Ougarta).

Q : Quaternaire / q<sup>1</sup> : Quaternaire ancien ; q<sup>2</sup> : Quaternaire moyen ; q<sup>3</sup> : Quaternaire récent.

D : Dévonien / d<sup>1</sup> : Dévonien inférieur.

O : Ordovicien/ O<sup>1</sup> : Foug Tineslem ; O<sup>2</sup> : Kheneg el Aatène ; O<sup>3</sup> : Foug Zaidiya ; O<sup>4</sup> : Bou M'Haoud ; O<sup>5</sup> : Djebel Serraf.

Cb : Cambrien/ cb<sup>1</sup> : Sebkh el Mellah ; cb<sup>2</sup> : Quartzites d'Ain En Néchéa.

Pk : Précambrien/ pk<sup>1</sup>, pk<sup>2</sup> : Ignimbrites.

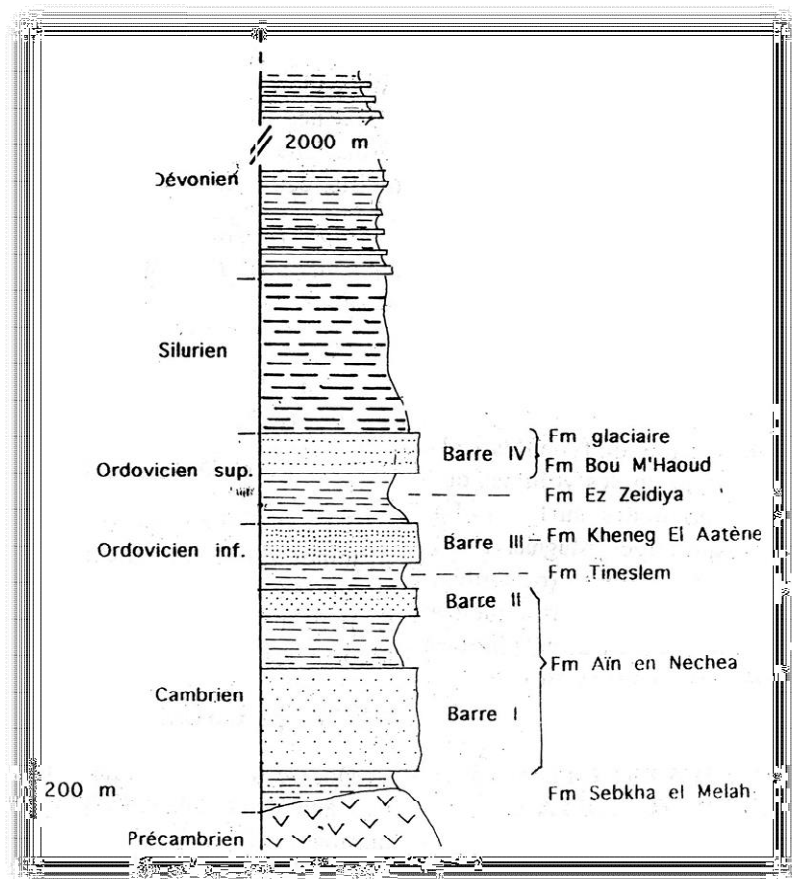


Fig. 6 : Colonne lithostratigraphique synthétique des formations du Paléozoïque des Monts d'Ougarta (DONZEAU, 1971b ; FABRE, 1976, *in* HERVOUET & DUÉE, 1996).

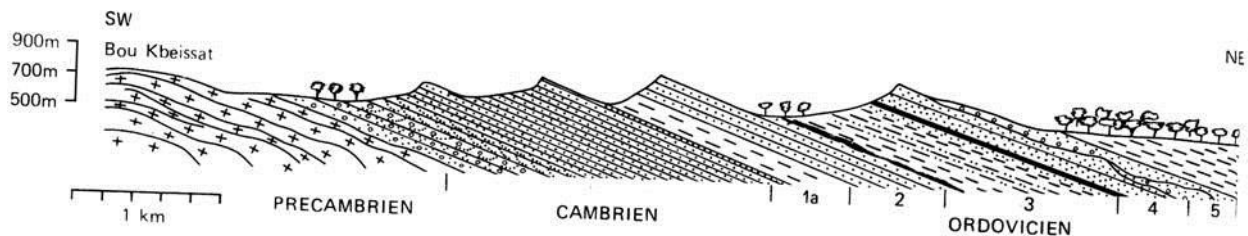


Fig. 7 : Coupe schématique du Précambrien - Ordovicien de Kheneg Tlaia (FABRE, 2005).

### Légende:

- 1: Dalle à Lingules (Tremadoc), surmontée par les Argiles de Fom Tineslem.
- 2: Grès du Khneg El Atène (Arenig), L'horizon ferrugineux du sommet n'est pas toujours visible.
- 3: Argilo-gréseux de Fom Ez Zeidiya, membre inférieur argileux fossilifère (Arenig supérieur), membre médian grés-micacé (Llanvirn), membre supérieur argilo-gréseux terminé par un horizon ferrugineux
- 4: Argilo-gréseux à croûte ferrugineuse de Bou M'haoud (Llandeilo et Caradoc ?).
- 5: Formation glaciaire du Djebel Serraf.

**B- Formation de Sebkha el Mellah (Fig. 6, 7 et 8)**

La seconde formation est présentée par des grès arkosiques peu indurés qui peuvent atteindre les 350 à 400 m d'épaisseur (AIT KACI, 1990).

**C- Formation des Quartzites d'Aïn en Néchéa (Fig. 6, 7 et 8)**

C'est une formation quartzitique avec des intercalations de grès et d'argiles. A la base, elle comprend 5 barres quartzitiques de couleur rougeâtre, à stratifications obliques, ensuite viennent les grès pour occuper la partie médiane de la formation, et enfin, un niveau à brachiopodes appelé *Dalle à Lingules*, microconglomératique. L'épaisseur totale de cette formation est de 800 m (Gomez Silva *et al.*, 1963). Elle est attribuée au Trémadocien inférieur (AIT KACI, 1990).

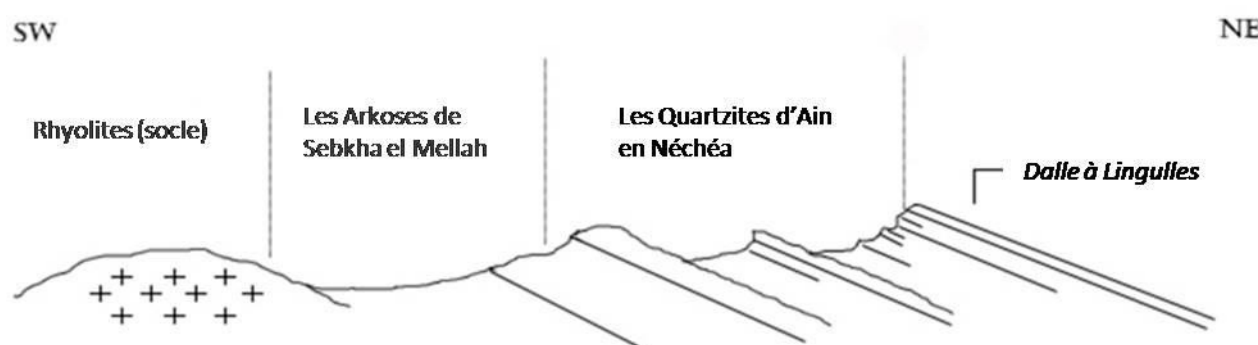


Fig. 8 : Coupe schématique de Précambrien et le Cambrien à Sebkha el Mellah (AIT KACI, 1990).

**III- HISTORIQUE SUR LES TRAVAUX CAMBRO-ORDOVICIENS D'OUGARTA**

Cet historique peut être subdivisé en 2 périodes : une première période coloniale, et une seconde postcoloniale.

**A- La période coloniale**

Cette période s'étend depuis le début du siècle dernier jusqu'à 1962.

**GAUTHIER** (1902) réalise un ouvrage intitulé « Sahara algérien », là où il donne un aperçu géologique sur les Monts d'Ougarta.

**FLAMAND** (1911) puis **REY** (1915) ont été parmi les premiers à réaliser une étude sur les grands traits géologiques de la Chaîne de l'Ougarta.

À partir de l'année 1924, **MENCHIKOFF** réalise des études systématiques sur le Paléozoïque du Sahara. Il réalise une échelle stratigraphique détaillée en incluant les "Grès d'Ougarta" dans le Cambro-Ordovicien. Cet auteur décrit ces assises dans la coupe de Foug Tlaïa où il note des bancs

quartzeux très durs, alternés avec des grès à aspect schisteux et/ou en plaquettes, souvent riches en micas.

En 1952, **POUEYTO** s'intéresse aux terrains ordoviciens du faisceau de la Saoura et note 4 grands ensembles, marqués chacun par 3 épisodes (schisteux, gréseux et quartzitique).

### **B- La période post-coloniale**

Dès 1962, **ARBEY** décrit une coupe d'ensemble mettant en évidence quatre corniches superposées. Les deux premières, s'achevant avec la *Dalle à Lingules* d'âge Trémadocien, ont été attribuées au Cambrien. Les deux dernières corniches sont datées de l'Ordovicien.

En 1963, **GOMEZ SILVA et al.**, réalisent plusieurs coupes dans le Cambro-Ordovicien d'Ougarta. C'est à ces auteurs que revient la nomenclature de la plupart des formations dont celle qui fait l'objet de notre étude, à savoir les *Quartzites d'Ain en Néchéa* (Cambrien). Ils distinguent 5 formations dans l'Ordovicien, bien connues actuellement, qui débutent par la *Dalle à Lingules* et qui se terminent par les argiles à graptolithes rapportées au Silurien.

(1) Formation de « Foum-Tineslem », d'une sédimentation argilo-gréseuse et dont la partie supérieure a révélé la présence de débris fossilifères donnant un âge Trémadocien ;

(2) Formation de « Kheneg el Aatène », représentée par une sédimentation gréseuse, renfermant un membre inférieur gréseux ferrugineux et un membre supérieur à grès quartzitiques, admettant quelques bancs à Tigilites et brachiopodes (*Lingulidae* et *Obolidae*), d'âge Arinig ;

(3) Formation de « Foum ez Zeïdiya », représentée par une sédimentation argilo-gréseuse ;

(4) Formation de « Bou M'haoud », argilo-gréseuse subdivisée en 2 membres, inférieur grésos-ferrugineux et supérieur argileux gréseux ;

(5) Formation de « Djebel Serraf », souvent en discordante sur les couches sous-jacentes. Elle consiste à 3 membres :

- membre inférieur grésos-conglomératique, fossilifère (brachiopodes et trilobites), attribué au Caradoc supérieur ;
- membre médian ou « Argiles d'el Kseib » ;
- membre supérieur ou « Grès du Ksar d'Ougarta ».

Un groupe de géologues russes dirigé par ALIEV réalisent, en 1971, des études sur la stratigraphie du Paléozoïque dans un but de recherche pétrolière.

DONZEAU (1971 et 1974) travaille sur la tectonique des terrains paléozoïque de l'Ougarta.

En 1976, **FABRE** réalise un ouvrage sur la géologie du Sahara, notamment des terrains paléozoïques de la Saoura.

Trois ans plus tard (1988), **FABRE** édite un lexique stratigraphique international sur les formations de l'Afrique de l'Ouest.

La même année, cet auteur s'intéresse à l'histoire géologique du Sahara au Paléozoïque. Il présente un essai sur la paléogéographie au cours de l'Ordovicien.

En 1985a, **LEGRAND** donne un âge Ashgillien terminal au Grès du Ksar d'Ougarta.

La même année (1985b), cet auteur s'intéresse à la relation entre la fonte des glaciers de l'Ordovicien terminal et la transgression silurienne en Afrique du Nord et reprend la coupe classique d'El Kseib, dans les Monts d'Ougarta.

Toujours au cours de cette année (1985c), il présente une étude descriptive sur l'Ordovicien des Monts d'Ougarta. Selon les travaux effectués sur cette région, notamment ceux de **POUEYTO** (1952), **ARBÉY** (1962) et **GOMES SILVA *et al.***, (1963), cet auteur note 4 cycles sédimentaires majeurs:

- le 1<sup>er</sup> cycle ordovicien correspond à 2 formations : « Foum Tineslem » et « Kheneg el Aatène » ;

- le 2<sup>ème</sup> cycle correspond à la formation de « Foum ez Zeïdiya » ;

- le 3<sup>ème</sup> cycle correspond à la formation argilo-gréseuse de « Bou M'haoud » qui englobe un membre inférieur caractérisé par des argiles à la base ; surmontées par deux ensembles gréseux et un membre supérieur, matérialisé par des argiles silteuses et des siltstones argileux à quelques passées gréseuses ;

- le 4<sup>e</sup> cycle englobe toute la formation de « Djebel Serraf » avec ses 3 membres : inférieur (gréso-conglomératique), moyen (ou « Argiles d'el Kseib ») formés par des argiles mauves ou grisâtres à grains de quartz et lentilles silteuses, désignant une sédimentation périglaciaire, et supérieur (ou « Grès du Ksar d'Ougarta »).



En 1988, **GUERRAK** présente une publication sur la sédimentation des roches ferrugineuses d'âge ordovicien dans les Monts d'Ougarta (Sahara nord-occidental).

À partir de 2001, **GRAINE** s'intéresse aux minéralisations de la Chaîne d'Ougarta et leurs relations avec le volcanisme de la région.

Cet auteur propose, en 2002, la définition et l'application de la limite cambro-ordovicienne du Sahara algérien (bordure septentrionale de l'Ahaggar, Monts d'Ougarta, forage nord-saharien). Cette limite coïncide avec l'apparition de conodontes et se situe au-dessous de l'apparition des premiers graptolites planctoniques.

En 2005, **FABRE** édite un travail volumineux sur la géologie du Sahara. Une partie de ce travail a été consacrée au Cambro-Ordovicien des Monts d'Ougarta.

Deux années plus tard, **GHIENNE et al.**, reconnaissent 6 séquences transgressives/régressives dans les terrains cambro-ordoviciens des Monts d'Ougarta :

- Séquence 1 (Cambrien inférieur) : comporte des dépôts fluviatiles ;
- Séquence 2 (Cambrien moyen) : comporte des dépôts marins ;
- Séquence 3 (Cambrien moyen et supérieur).
- Séquence 4 (Ordovicien inférieur) : comporte des dépôts fluviatiles.
- Séquence 5 et 6 (Ordovicien moyen et supérieur).

Au cours de cette même année 2007, **ARBÉY** cite l'englacement progressif de la Chaîne d'Ougarta qui s'est fait sentir dès le Caradocien supérieur par de petites régressions glacio-eustatiques.

#### **IV- BUT & METHODE DE TRAVAIL**

##### **A- But de travail**

L'objectif de ce mémoire est de réaliser une étude lithostratigraphique et sédimentologique sur la formation des *Quartzites d'Ain en Néchéa*, dans la région Kheneg Tlaia (Mont d'Ougarta).

##### **B- Méthode de travail**

Ce travail est basé sur un levé d'une coupe détaillée au cours duquel les caractéristiques lithologiques, granulométriques, stratigraphiques et l'inventaire de figures sédimentaires ont été pris en considération.

**DEUXIÈME CHAPITRE**  
**LITHOSTRATIGRAPHIE**

## INTRODUCTION

Ce second chapitre sera consacré à la description lithostratigraphique de la coupe levée dans le secteur de Kheneg Tlaia.

## I- DESCRIPTION LITHOSTRATIGRAPHIQUE

### A- Localisation de la coupe

La coupe (Fig. 10 et 11) a été levée sur le flanc oriental de la première crête de l'anticlinal de Djebel Bou Kbaissat, à l'Ouest du Kheneg Tlaia (Fig. 2, p. 6). Ses coordonnées GPS sont présentées sur la fig. 9.

	Latitude	Longitude	Altitude	Distance
La base	N 29° 50' 10.6 "	W 02° 39' 56.7"	550 m	80 m
Le sommet	N 29°50' 22.59 "	W 2°39' 45.38"	630 m	

Fig. 9 : Cordonnées GPS de la coupe étudiée.

### B- Description de la coupe

La coupe levée concerne la formation des *Quartzites d'Ain en Néchéa*. Elle a une épaisseur visible de 80 m.

Cette formation peut être subdivisée en 4 ensembles, notés A, B, C et D (Fig. 10 et 11).

#### 1- L'ensemble A (Fig. 10 et 11)

La base de ce premier ensemble est érodée. Il est visible sur une épaisseur qui dépasse les 30 m. Il s'agit d'argiles de couleur jaunâtre à verdâtre, intercalées par plusieurs bancs de quartzites et par des grès micacés moyens à grossiers (Fig. 12), parfois lenticulaires et en plaquettes.

Les bancs de quartzites sont d'épaisseur généralement centimétrique, rarement métrique, de couleur gris sombre, verdâtre à rougeâtre à la patine et blanchâtre à rosâtre à la cassure. Les bancs de grès micacés sont de couleur verdâtres à grisâtre à la patine et blanchâtre à la cassure.

Au sein de ces bancs, des structures sédimentaires sont bien observées. Elles sont représentées par des laminations horizontales à subhorizontales, ainsi que par des litages obliques en creux ou *Swaley Cross-Stratifications* (SCS) (Fig. 13 et 14). Des traces d'activité biologique représentées par des *Skolithos* sont également observées à l'interface de certains bancs (Fig. 15). Cette figure montre 2 bancs superposés, le banc inférieur montre des traces qui ressemblent typiquement à *Skolithos verticalis* tandis que le banc sommital des *Skolithos linearis* (plus abondants). Les surfaces basales de certains bancs sont nettes et souvent irrégulières (ravinantes - Fig. 13).

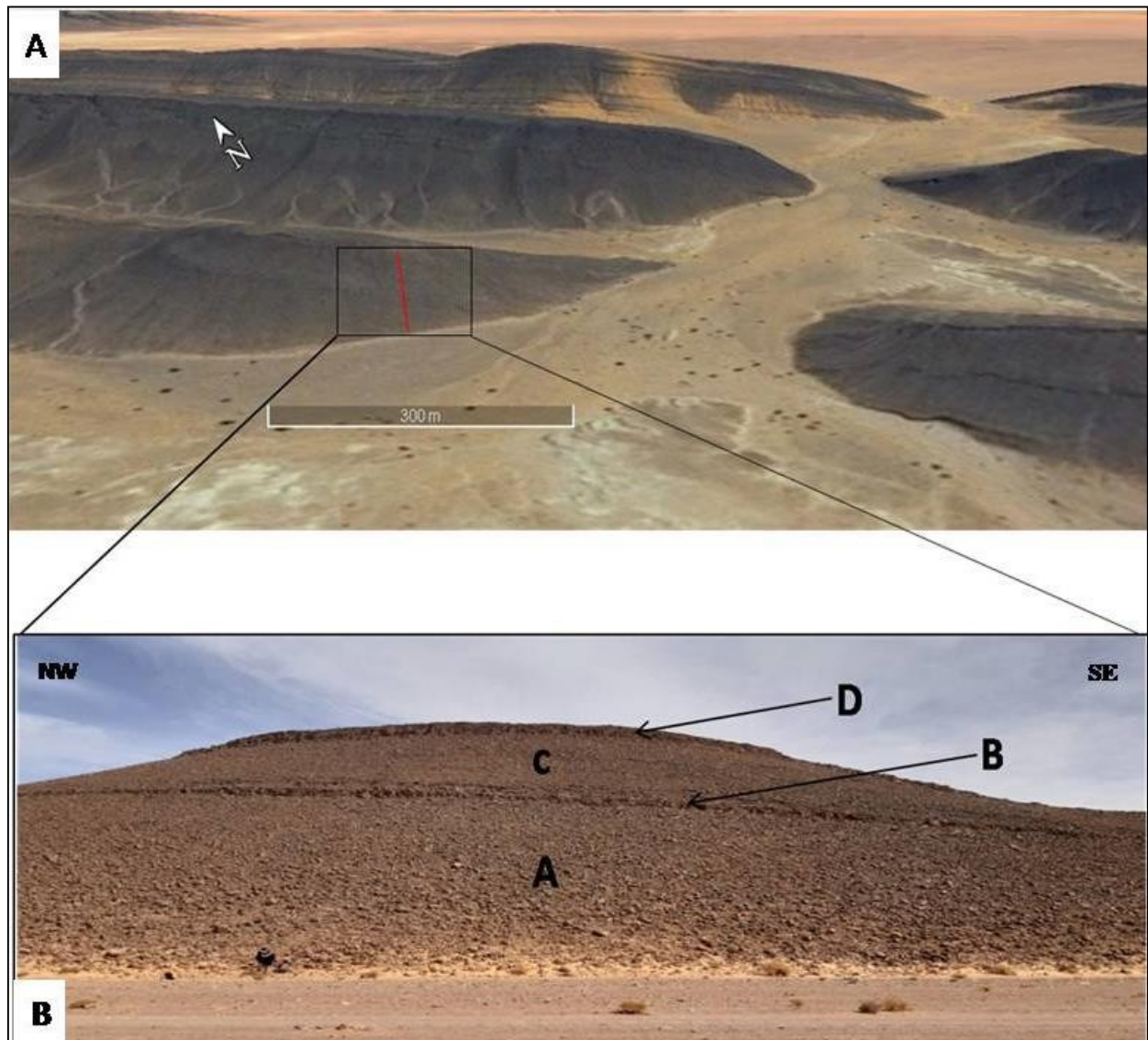


Fig. 10 : Photo satellite (A) et panoramique (B) de la coupe du secteur du Kheneg Tlaia.

Légende :

/ Trait de coupe ; A : Ensemble 1 ; B : Ensemble 2 (barre 1) ; C : Ensemble 3 ; D : Ensemble 4 (barre 2).

# LITHOSTRATIGRAPHIE

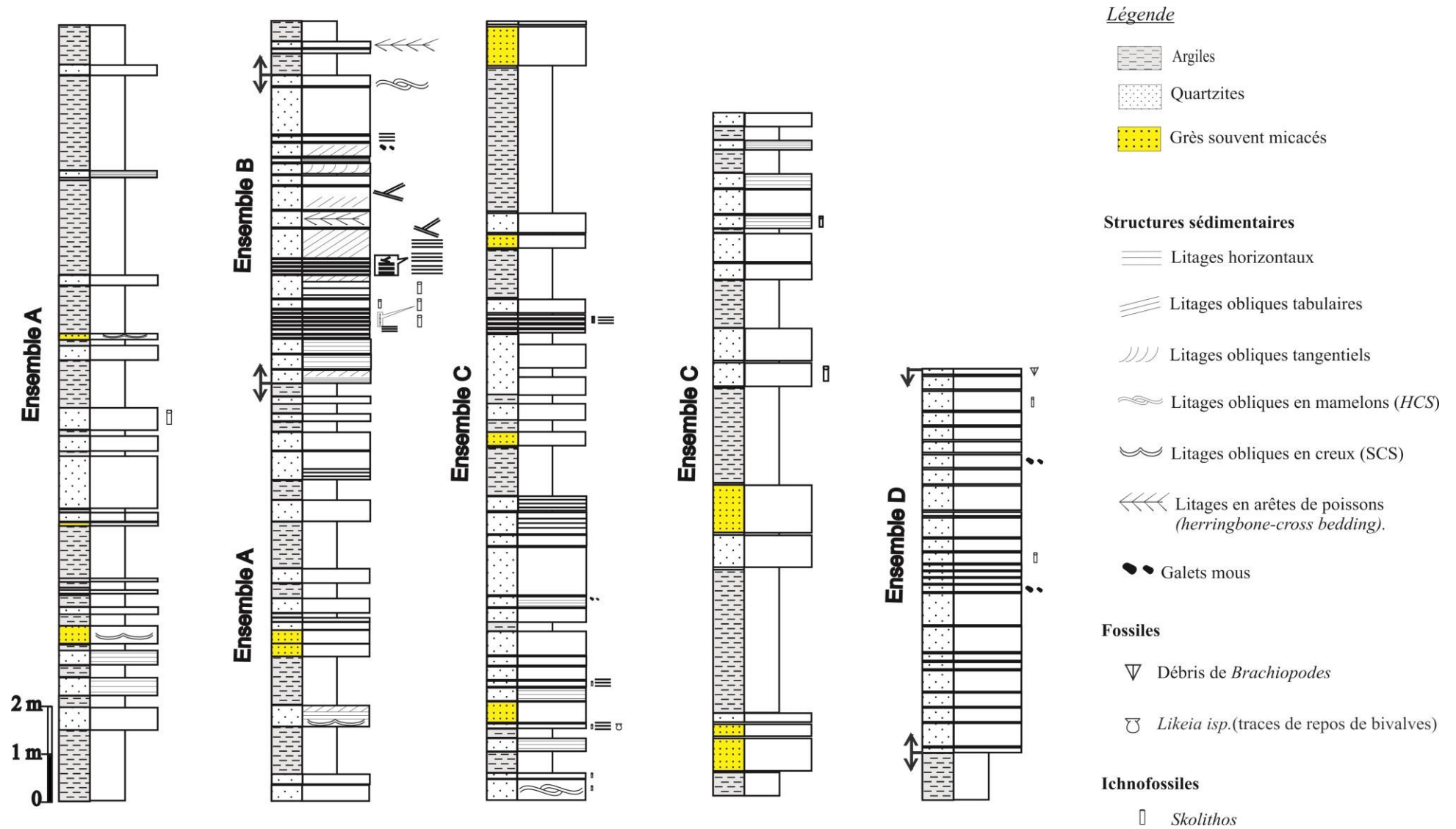


Fig. 11 : Colonne lithostratigraphique de la Formation des "Quartzites d'Ain en Néchéa" (Secteur du Kheneg Tlaia).



Fig.12 : Grès grossier altéré (Ensemble A).

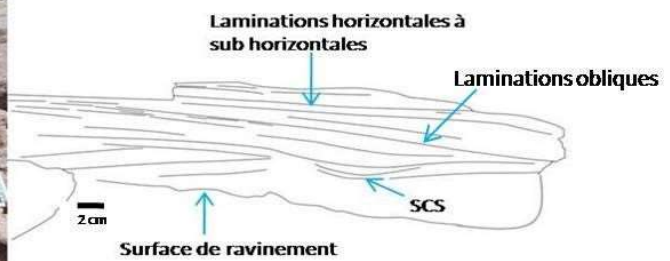


Fig. 13 : Grès lenticulaire à litages obliques en creux (SCS) (Ensemble A).

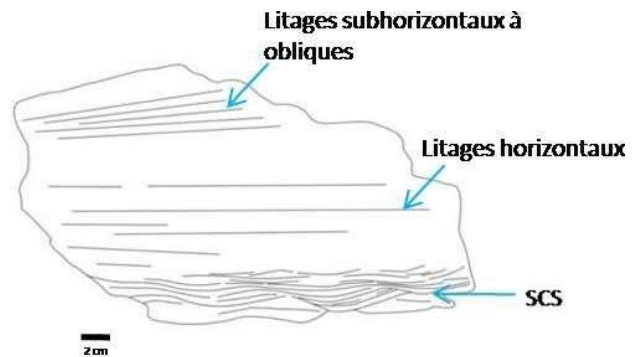


Fig. 14 : Banc de quartzite à litages obliques en creux (SCS) à sa base (Ensemble A).

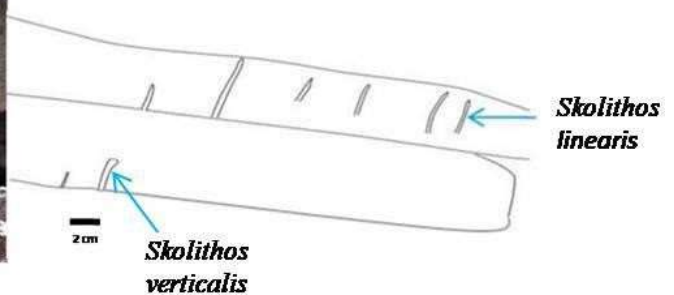


Fig. 15 : Bancs de quartzite montrant 2 types de traces d'organismes (*Skolithos*).

## 2- L'ensemble B (8 m) (Fig. 10 et 11)

Cet ensemble forme une barre sortante bien visible en affleurement (Fig. 10 et 16). C'est en réalité une superposition de plusieurs bancs massifs ou en plaquettes de quartzites, d'épaisseur centimétrique à décimétrique. Ces bancs sont séparés par des diastèmes, rarement par des joints argileux. Leur majorité montre des laminations horizontales à subhorizontales, obliques tabulaires (Fig. 17) et tangentielles (Pl. I, Fig. e, f), Parfois on note 2 associations de laminations dans le même banc (Fig. 18). Les traces d'ichnogène *Skolithos* sont également observées dans plusieurs bancs, notamment *Skolithos linearis* (Fig. 19). Il y a lieu de signaler, enfin, la présence d'un niveau de quartzite à gales mous (Fig. 20).



Fig.16 : Photos panoramiques de l'ensemble B (Première barre). Notez la présence de bancs de quartzite lenticulaires à la base.

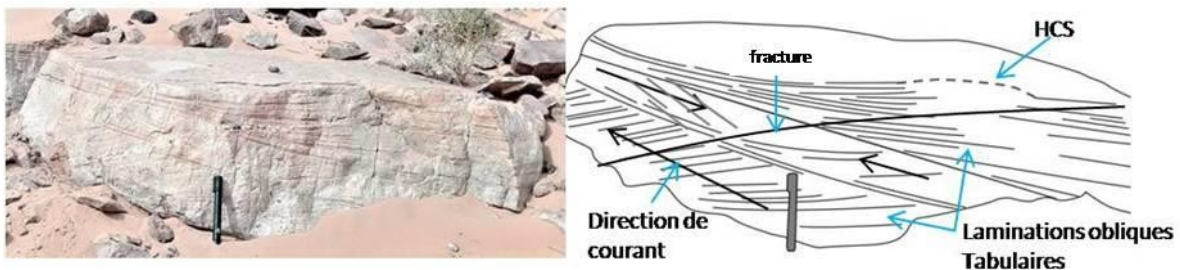


Fig. 17 : Banc de quartzite à litages bidirectionnels et litages obliques en mamelons (HCS) au sommet (Ensemble B).

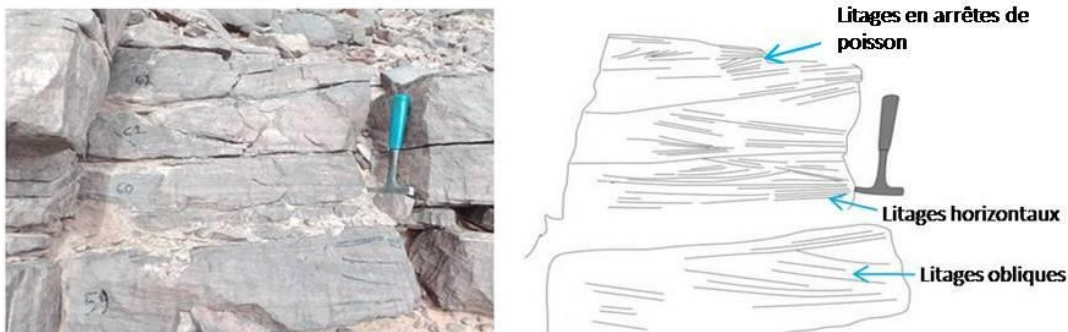


Fig. 18 : Bancs de quartzites à figures hydrodynamiques (Ensemble B).

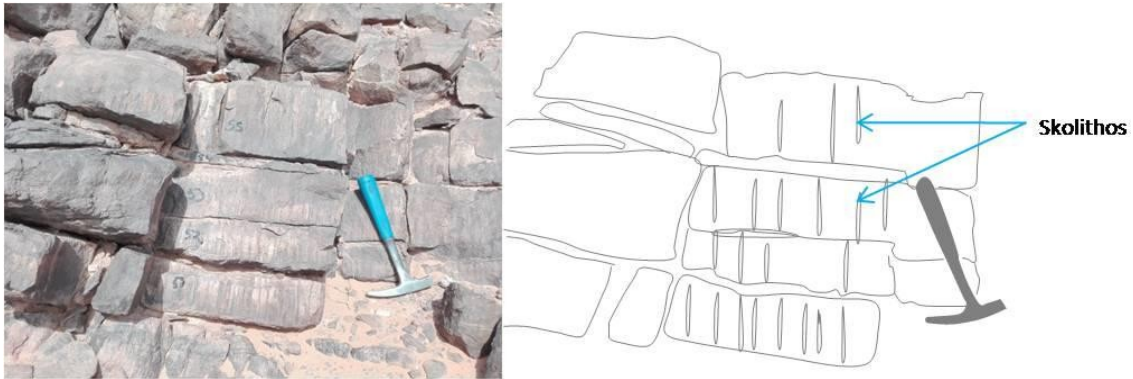


Fig. 19 : Ensemble de bancs de quartzites à *Skolithos liniaris* (Ensemble B).



Fig. 20 : Banc de quartzite à gales mous (Ensemble B).

### 3- L'ensemble C (Fig. 10 et 11)

Il s'agit d'argiles de même nature que celles du premier ensemble (A). Elles sont de couleur jaunâtre à verdâtre, intercalées par plusieurs bancs centimétriques à décimétriques de quartzites massifs ou en plaquettes et de grès micacés. Ces bancs forment parfois de petites barres métriques. Quelques bancs de grès grossier sont également observés. Ces bancs sont de couleur verdâtres à grisâtres à la patine et blanchâtres à la cassure, Ils sont souvent altérés et lenticulaires (Pl. II, fig. a et c).

Les structures sédimentaires hydrodynamiques sont représentées, au sein de ces bancs, par des laminations horizontales à subhorizontales (Fig. 21 et Pl. II, fig. f), des litages obliques en mamelons (*HCS* – Fig. 22) et d'autres obliques et en arêtes de poissons (*Herring-bonne cross-stratifications* - Fig. 23). On remarque également la présence de *Skolithos linearis* dans la majorité de ces bancs (Fig. 21 et 22) ; associés parfois à d'autres structures amygdalaires de *Likeia isp.* (Traces de repos de bivalves) (Fig. 21).



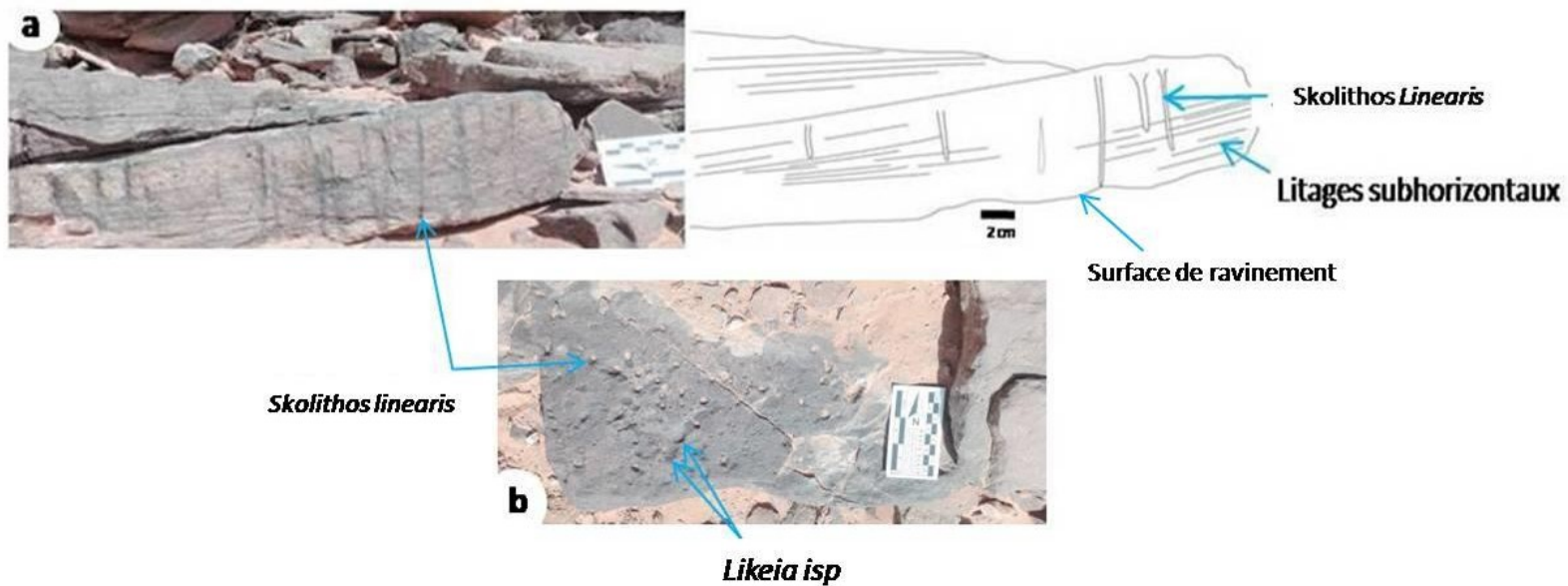


Fig. 21 : Banc de quartzite à traces d'activité organiques. (a : en section ; b : surface du banc) (Ensemble C).

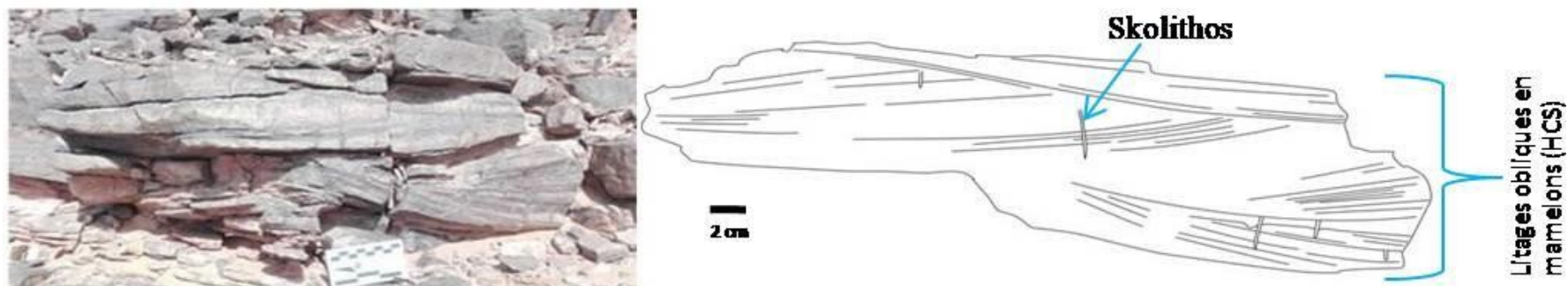


Fig. 22 : Banc de quartzite lenticulaire à HCS et à *Skolithos* (Ensemble C). Notez la surface de ravinement à la base du banc.

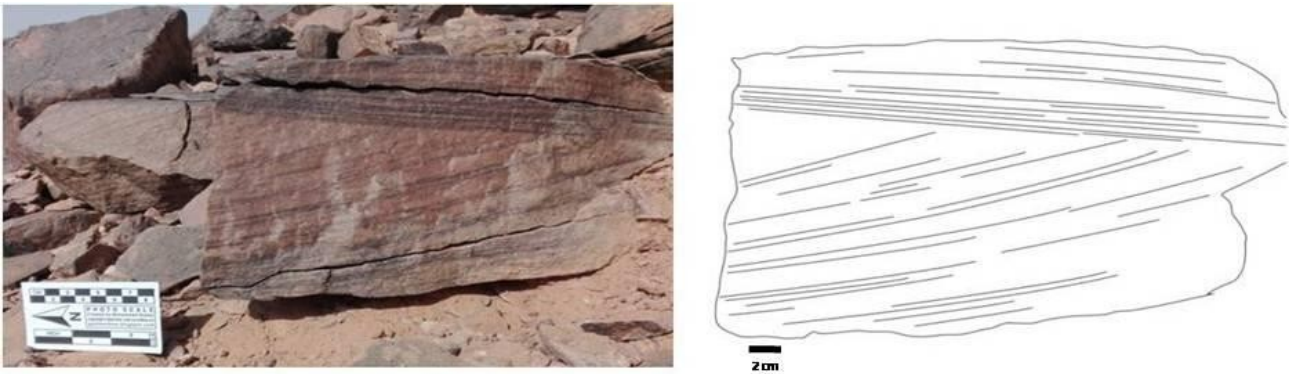


Fig. 23 : Banc de quartzite à laminations en "arêtes de poissons" (Ensemble C).

#### 4- L'ensemble D (11 m) (Fig. 10 et 11)

Cet ensemble correspond à la seconde barre bien visible en affleurement (Fig. 10 et 24). D'une puissance d'environ 11 m, cette barre est composée par la superposition de bancs centimétriques à décimétriques de quartzites massifs (Fig. 25), séparés entre eux par des joints ou des diastèmes. Contrairement à la première barre (Ensemble B), celle-ci ne montre aucune structure sédimentaire hydrodynamique, à l'exception de galets mous dans deux de ces bancs ainsi quelques structures biogéniques de type *Skolithos*.

Cette barre est couronnée par un niveau microconglomératique, riche en restes de brachiopodes inarticulés mal conservés et montrant à la surface des traces d'ichnofossiles qui semblent être des *Gastrochaenolithes*. Ce niveau repère est connu sous le nom de *Dalle à Lingules* (Pl. III).



Fig. 24 : Photo panoramique de l'ensemble D (Seconde barre) montrant la superposition de bancs de quartzites.



Fig. 25 : Banc massif de quartzite (Ensemble D).

## II- ATTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE

Dans le faisceau de la Saoura, ARBEY (1962) et GOMEZ SILVA *et al.* (1963) ont distingués 2 formations: la formation des *Arkoses de Sebkhah el Mellah* et celle des *Quartzites d'Ain en Néchéa*. Cette deuxième formation a été attribuée au Cambrien supérieur, sans aucun indice paléontologique.

**TROISIÈME CHAPITRE**  
**SÉDIMENTOLOGIE**

## INTRODUCTION

Ce chapitre consiste à réaliser l'étude sédimentologique de la formation des *Quartzites d'Ain en Néchéa*. Cette étude est basée sur la définition et l'interprétation des faciès, à partir des caractéristiques lithologiques, granulométriques et des figures sédimentaires hydrodynamiques et biologiques. Elle nous permettra de proposer les environnements de dépôt pour cette formation.

Un essai d'application du concept de la stratigraphie séquentielle sera proposé à la fin pour comprendre la répartition spatio-temporelle des faciès de cette formation.

## I- DESCRIPTION DES FACIES & LEURS INTERPRÉTATIONS

Deux principaux faciès, notés F I et F II, ont été distingués dans notre coupe.

### A- Faciès argiles (F I)

#### 1- Description

Ce faciès est présent tout au long de notre formation. Il est de teinte verdâtre à jaunâtre, généralement d'épaisseur décimétrique à métrique au niveau des deux ensembles argileux A et C (souvent caché par les éboulis) et centimétrique dans les deux barres quartzitiques qui forment les autres ensembles B et D (Fig. 10 et 11, p. 15 et 16). Les deux ensembles argileux, A et C, s'enrichissent souvent en bancs ou en passées de grès quartzitiques et micacés.

#### 2- Interprétation

Ce faciès est le résultat d'un dépôt long et vertical, mis en place par décantation, dans un milieu à faible hydrodynamisme, là où la force des courants n'est pas suffisante pour maintenir les particules en suspension (l'arrêt de transport des particules détritiques).

On peut expliquer la présence des bancs de quartzites et de grès au niveau des ensembles argileux décimétriques par un changement positif de régime hydrodynamique. Ce changement peut être le résultat des actions de tempêtes qui donne des « tempestites proximales » (des dépôts résultant d'un événement de tempêtes dans un environnement distal « offshore supérieur »). Cette interprétation est argumentée par la présence des figures sédimentaires liées à l'action de tempêtes comme les laminations en mamelons et en creux (*HCS et SCS*) Laminations horizontales et en arêtes de poissons.

## B- Faciès gréseux (F II)

Ce second faciès est rencontré dans les 4 ensembles de notre formation. Il se présente généralement sous une nature quartzitique ou micacée. Dans ce dernier cas, il est de granulométrie moyenne à grossière. Selon la nature des figures sédimentaires, il peut être subdivisé en plusieurs sous-faciès.

### 1- Sous-faciès de grès à litages horizontaux ou subhorizontaux (F II-1)

#### 1.1- Description

Ce sous faciès est observé dans plusieurs niveaux quartzitiques (Fig. 14, 21, p.17 et 20 ; Pl. I, ph. e et e' et Pl. II, ph. f) et au sein de quelques niveaux de grès moyen à grossier (Fig. 13 ; Pl. II, ph. a et c). Il est d'épaisseur centimétrique à décimétrique et montre en section à l'interface des bancs des laminations horizontales à subhorizontales, nettes ou discrètes.

#### 1.2- Interprétation

Ce type de structures sédimentaires est le résultat de l'action d'un courant unidirectionnel. Dans notre cas, il reflète plutôt un régime d'écoulement supérieur (*upperflow regime* - Fig. 26) vu l'importance de la granulométrie des grains de quartz (quartzite moyenne à grossière). Le courant est trop rapide pour permettre la formation des mégarides (Fig. 26). Les particules de sables sont entraînées ou déplacées par charriage, petits sauts et glissements contre le fond (CHAMELY, 2000 ; COJAN et RENARD, 2013) et forment une couche continue à la surface du fond marin. Ce faciès peut se former par des courants unidirectionnels, des courants oscillatoires et très probablement par un écoulement combiné (ARNOTT, 1993)

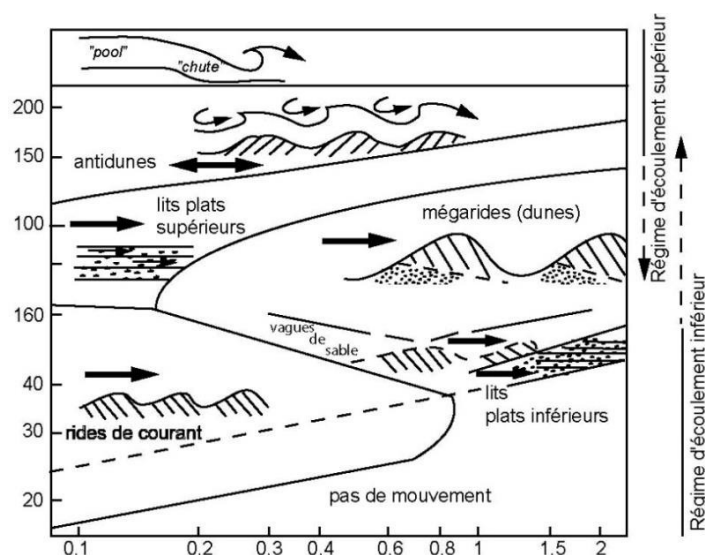


Fig. 26 : Relations entre les différents types de structures, la granulométrie et la puissance d'écoulement (ALLEN, 1985, in DEVLEESCHOUWER, 2008, 2009).

## 2- Sous-faciès de grès à litages obliques (tabulaires et tangentiels) (F II-2)

### 2.1- Description

Les litages obliques tabulaires (*Tabular cross-bedding*) sont présents en abondances au sein des bancs quartzitiques (Fig. 17, p. 18) et de grès micacés, d'épaisseurs centimétrique et décimétrique. Les litages obliques tangentiels (*Tangential Cross-bedding*) sont aussi présents dans notre coupe mais relativement moins abondants (Pl. I, ph. e et e').

### 2.2- Interprétation

Les laminations obliques (*cross laminations, cross bedding ou cross stratification*) sont fréquentes dans les sédiments détritiques (sables, grès ou calcaires détritiques), à granulométrie moyenne à grossière et, en particulier, dans les grès. Ils se forment sous l'action d'un régime d'écoulement supérieur (*upper flower regime* - Fig. 26). Ils représentent l'arrangement des grains, dans une strate, sous forme de laminations conformes, inclinées, formant un angle avec les plans de stratifications. Ces laminations sont soit rectilignes dont le contact avec la surface basale est anguleux, soit arquées en auges avec un contact tangentiel avec la base (Fig. 27) (BUGNICOURT *et al.*, 1996, ALLEN, 1977; TUCKER, 2003; COLLINSON *et al.*, 2006).

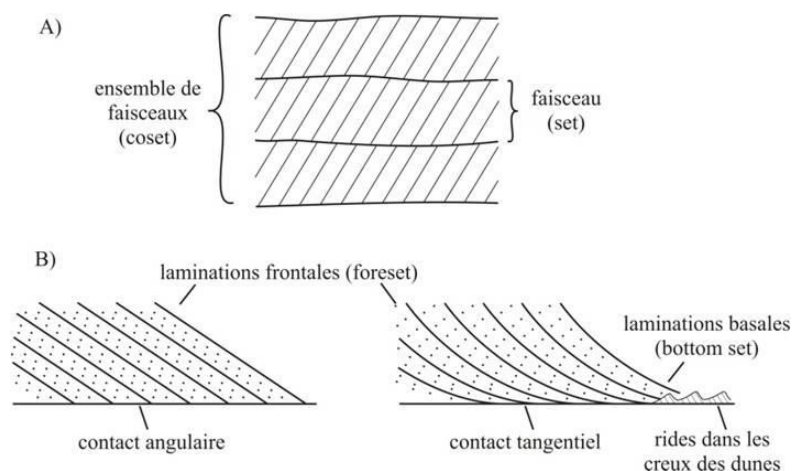


Fig. 27 : Caractères des laminations obliques (TUCKER, 2003).

A) Superposition de trois faisceaux. B) Litages obliques tabulaires à contact angulaire ; C) Litages obliques arqués à contact tangentiel.

Quel que soit le type de litages, obliques tabulaires ou tangentiels, ils correspondent à des litages de mégarides (DARLRYMPLE *et al.* 1978), structures équivalentes des "petites dunes" (*small dunes*) d'ASHLEY (1990).

Ces structures se forment sous l'action d'un courant unidirectionnel dont la vitesse est supérieure en moyenne à celle qui façonne les vagues de sable (à partir de 60 cm/s). Leur mode de formation et leur structure sont semblables de ceux des autres rides. Elles sont fréquentes dans des milieux peu profonds, soumis à une forte énergie (fleuves, estuaires, baies exposées, etc.), mais existent

également à plus grande profondeur lorsque les courants sont violents (*ex.* courants de marée en Manche) (CHAMLEY et DECONINCK, 2011).

### 3- Sous-faciès de grès à litages obliques en mamelons et en creux (F II-3)

#### 3.1- Description

Les litages obliques en mamelon ou HCS (*Hummocky Cross-Stratifications*) sont présents dans un deux bancs décimétriques de quartzite faisant partie de l'ensemble B (Fig. 17, p. 18) et C (Fig. 22, p 20), tandis que les litages obliques en creux ou SCS (*Swaley Cross-Stratifications*) ont été observés dans l'ensemble A, au sein de deux niveaux de grès (Fig. 13, et 14, p 17).

#### 3.2- Interprétation

Les *HCS* et *SCS* (Fig. 28) appartiennent aux stratifications obliques entrecroisées qui sont observables au niveau des sédiments sableux ou gréseux et carbonatés (TUCKER, 2003) dont la taille des grains varie entre les grains fins à moyens (DEVLEESCHOUWER, 2009).

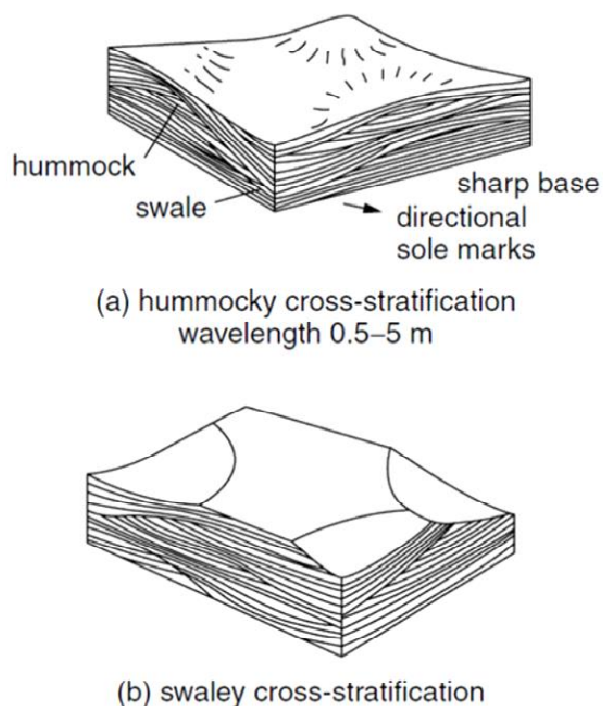


Fig. 28 : a : Litages obliques en mamelons, b : Litages obliques en creux (TUCKER, 2003).

Les *HCS* sont interprétés comme le résultat de la combinaison d'un mouvement oscillatoire (houle) et d'un courant unidirectionnel (FERRY, 2002). Elles se forment par l'action des tempêtes et correspondent à des laminations parallèles à tangentielles donnant une forme concave (mamelons), et convexe (creux) (AURELIEN, 2009) (Fig. 28a).



La présence de ravinements notés à la base des deux bancs cités précédemment plaide pour des tempestites relativement proximales.

La mise en place s'est effectuée dans l'*offshore* supérieur proximal (Fig. 29).

Les SCS sont souvent associés à des *HCS* dont les dômes ont été tronqués par un courant érosif. Ces structures sont fréquentes dans la *shoreface* et dans les barres littorales (OUALI MEHADJI *et al.*, 2011).

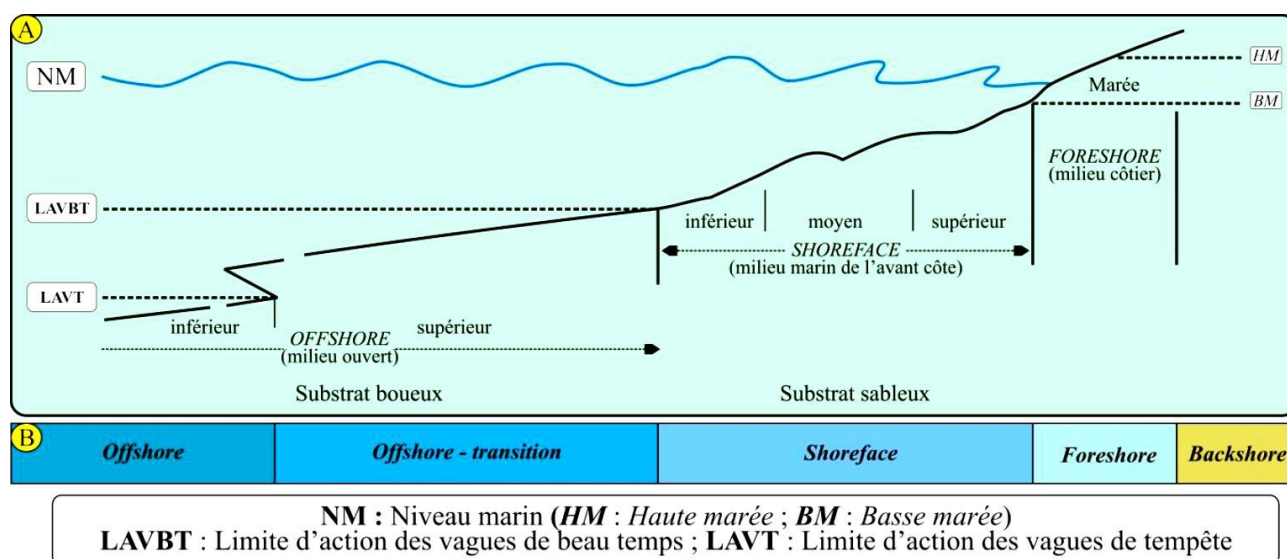


Fig. 29: Profil de la plate-forme (nomenclature en fonction de l'hydrodynamisme). A : Subdivision de GUILLOCHEAU *et al.*, 1983 et PLINT *et al.*, 1992. B : Subdivision de KOMAR, 1976, READING & COLLINSON, 1996 (In ABBACHE, 2019).

#### 4- Sous-faciès des grès à litages en "arêtes de poissons" (F II-4)

##### 4.1- Description

Le sous-faciès des grès à litages en "arêtes de poissons" (*Herringbone cross-stratifications*) est observé dans la première barre de quartzites (ensemble B), (Pl. I, Fig. C), et dans l'ensemble C, (Fig. 23, p. 21), au sein d'un banc décimétrique,

##### 4.2- Interprétation

Ce type de structures est attribué à des courants de marées (ALLEN, 1980 ; BRISTOW, 1995). Ce type de courants est le seul capable de produire de telles structures, car leurs formes reflètent une réversibilité des courants à cause des mouvements de flot (*flood*) et de jusant (*ebb*).

## 5- Facies des quartzites massives (F II- 5)

### 5.1- Description

Ce sous-faciès est observé un peu partout dans la coupe mais occupe la majorité de l'ensemble D (Barre 2). Il est caractérisé par des bancs de quartzites d'épaisseur variable (centimétrique à décimétrique), de couleur grisâtre à gris-sombre à la patine et blanchâtre à grisâtre à la cassure (Fig. 24, 25, p. 21 et 22). Ces strates ne montrent aucunes structures hydrodynamiques. Il est à noter la présence des gales mous et des ichnofossiles, notamment des *Skolithos* dans certains bancs.

### 5.2- Interprétation

Les quartzites massifs est un faciès homogène qui se forment à partir ou par l'effet d'une sédimentation détritique rapide d'un matériel en suspension et en saltation dans un laps de temps réduit, qui empêche le développement des structures primaires ou même le classement des grains (TUCKER, 2003 ; STOW, 2010). La diagenèse peut être aussi la cause de la disparition des structures primaires (TUCKER, 2003 ; STOW, 2010).

Ce type d'événement peut être observé dans le domaine littoral (Fig. 29) (KUMAR et SANDERS, 1976 - *in* BOUTERFA, 1999).

Par ailleurs, ichnogène *Skolithos* dans certains bancs sont liés aux conditions paléoenvironnementales (bathymétrie, salinité, la nature de substrat, l'oxygénation) (BENDELLA, 2012) et s'inscrivent dans les milieux littoraux peu profonds à énergie modérée à relativement forte : avant-plage et *shoreface*, delta tidaux (DEVLEESCHOUWER, 2009).

## II- INVENTAIRE & INTERPRÉTATION DES ICHNOFOSSILES

Les traces d'activité biologique sont présentes dans certains bancs quartzitiques le long de la formation étudiée. Elles sont représentées essentiellement par l'ichnogène *Skolithos*. C'est des terriers verticaux d'habitat, d'organismes généralement suspensivores (ils se nourrissent à partir des particules en suspensions dans un environnement agité), dans des conditions hydrodynamiques fortes à modérées (environnement influencés par les vagues de tempêtes ou par les vagues de beau temps), les milieux littoraux, avant-plage et *shoreface*, deltas tidaux etc. (Fig. 30) (DEVLEESCHOUWER, 2009). A noter également qu'actuellement, *Skolithos* est largement signalé dans le milieu continental (HASIOTIS, 2003 ; com. orale BENDELLA).

### *Skolithos* Haldeman, 1840

Les *Skolithos* sont observés à l'interface (terriers verticaux) et à la surface (cavités circulaires) des bancs de quartzites. Ces bancs sont présents au niveau des 4 ensembles définis. Ce sont des terriers

cylindriques, non branchus, droits, rectilignes, de 1 à 5 mm de diamètres. Ils sont représentés dans ces bancs essentiellement par l'ichnoespèce *Skolithos linearis* et *Skolithos verticalis*. Par ailleurs, l'une de ces traces, observée au sein d'un banc à tempestite (*HCS*) dans l'ensemble C (Fig. 22, p 20) serait formée en période de beau temps.

CURRAN et FREY (1977) ont proposé que ces traces soient le résultat de vers de type Polychaete. En effet, *Omuplismicrocephala* produit des structures comparables à *Skolithos linearis*. Cette structure correspond à des traces d'habitat (*Domichnia*).

Les *Skolithos* peuvent être associés à d'autres traces fossiles telles que *Diplocraterion*, *Arenicolites*, *Ophiomorpha*, *Thalassinoides* etc. (Fig. 31) formant ainsi le faciès à *Skolithos* (SEILACHER, 1967 ; CRIMS, 1975 ; FREY et SEILACHER, 1980, in HAOU LI, 2006).

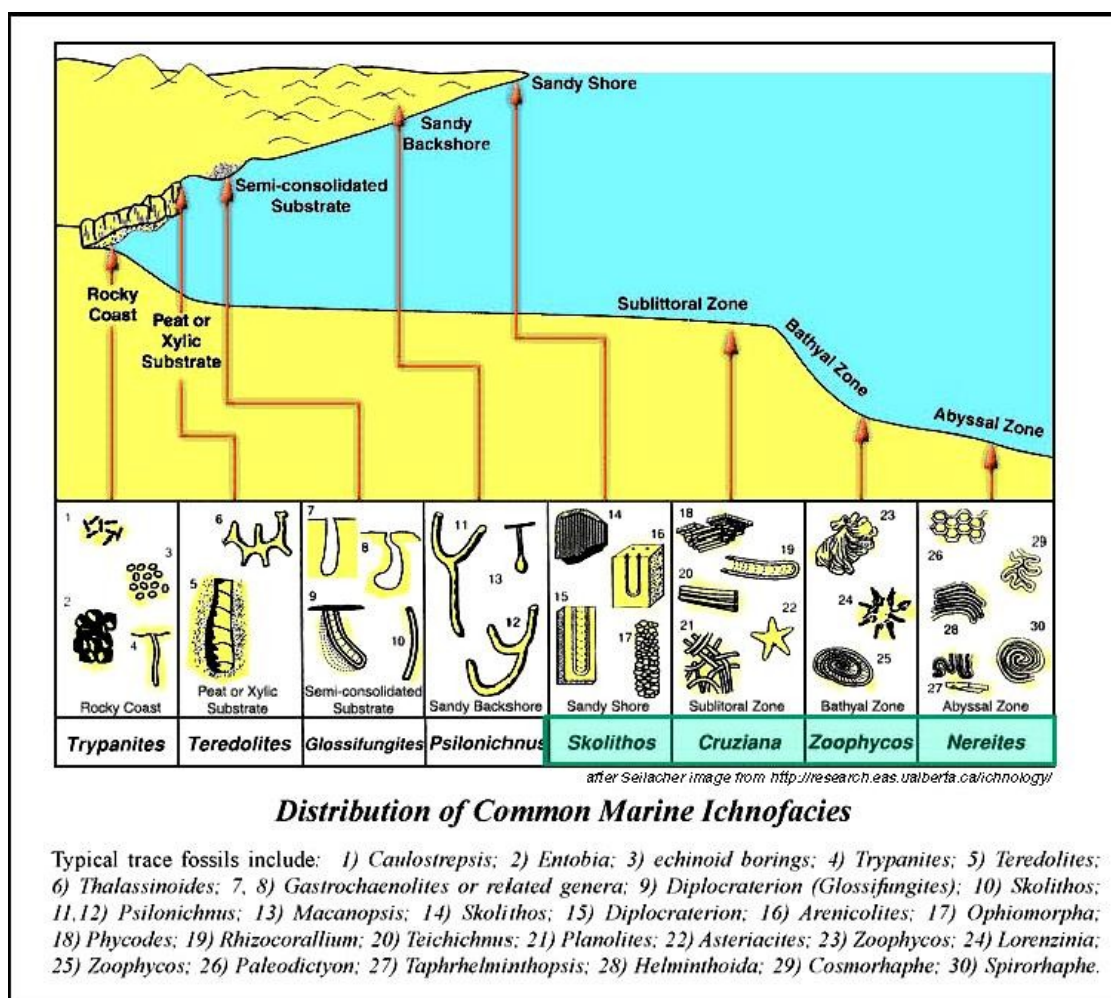


Fig. 30 : Distribution des principaux ichnofaciès marins (D'après PEMPERTON *et al.*, 1992)

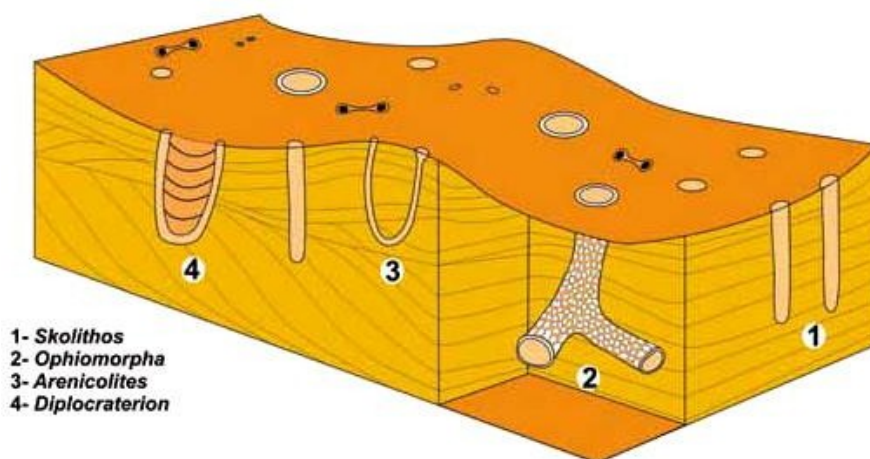


Fig. 31: Reconstitution schématique de l'ichnofaciès à *Skolithos* (D'après BUATOIS & MANGANO, 2011).

### III- ASSOCIATIONS DE FACIES & MILIEUX DE DÉPÔT

À partir de la définition et de l'interprétation des faciès et sous-faciès de notre formation d'étude, 2 associations, notées A et B, peuvent être reconnues.

#### A- Association A

Cette association englobe les deux ensembles à dominance argileuse, A et C, de la formation *des Quartzites d'Ain en Néchéa*. Elle rassemble principalement les faciès argileux (F I) et, épisodiquement, gréseux (F II), notamment les sous-faciès FII-1 (grès à litages horizontaux à subhorizontaux), FII-2 (grès à litages obliques), FII-3 (grès à litages obliques en creux ou *SCS*).

Ces deux intervalles sont caractérisés par (i) la prédominance des argiles ; (ii) l'influence des courants de tempêtes responsables de la mise en places de certaines intercalations gréseuses au sein des argiles ; (iii) la présence de traces d'organisme de l'ichnogenre *Likeiaisp.* (Trace de repos de bivalves) observée à la surface d'un banc quartzitique.

Ces critères indiquent un environnement relativement calme et profond, soumis à des arrivées de dépôt détritique de façon épisodique, liées à un changement positif de l'hydrodynamisme (agitation). Cette élévation de l'hydrodynamisme et liée, au moins en partie, aux courants de tempêtes. Tous ces arguments peuvent nous indiquer à un environnement de dépôt de plate-forme, relativement proximale, située au-dessus de la limite d'action de vagues de tempêtes, sur l'*offshore supérieur* ou *offshore transition* (Fig. 29).

#### B- Association B

Cette association englobe les deux ensembles quartzitiques (ensemble B et D) de notre formation, Elle est dominée par les faciès gréseux (F II) représentés par les sous faciès suivants : FII-1 (grès à

litages horizontaux à subhorizontaux), FII-2 (grès à litages obliques), FII-3 (grès à litages obliques en mamelons *HCS*), FII-4 (grès à laminations en arrêts de poisson), FII-5 (grès massif). A noter également la rareté du faciès argileux (FI) qui n'est représenté le plus souvent, que par des joints minces.

En résumé, cette seconde association est caractérisée par (i) la dominance des dépôts détritiques (quartzites), par rapport aux argiles ; (ii) des dépôts soumis à une énergie hydrodynamique importante traduite par les structures sédimentaires (*HCS*, *laminations* obliques à faible angles et entrecroisées...), les surfaces de ravinements et les bancs amalgamés et lenticulaires ; (iii) la présence de laminations en arrêts de poisson et litages de mégarides et (iv) la présence des traces d'organismes de l'ichnogène *Skolithos*.

Tous ces arguments peuvent nous indiquer à un environnement de dépôt proximale de type *shoreface* (Fig. 29, p 27) soumis à l'action des vagues de tempêtes et de marées.

#### IV- ORGANISATION SÉQUENTIELLE DES FACIES

##### A- Introduction

Un essai d'application du concept de la stratigraphie séquentielle sera proposé pour comprendre l'organisation verticale des faciès de la formation des *Quartzites d'Ain en Néchéa*. Cet essai sera réalisé à partir de la définition des groupements de séquences génétiques et leurs tendances évolutives.

##### B- Définition des groupements de séquences génétiques

Le groupement de séquences génétiques, défini dans nos affleurements comme étant constitué par la superposition de 2 termes, un terme transgressif (CT) à dominance argileuse, représenté par les associations faciès A, suivit d'un autre régressif (CR) à dominance gréseuse, correspondant à l'association de faciès B (Fig. 32). Les limites des groupements de séquences coïncident principalement avec un changement lithologique matérialisé par l'arrivée franche et nette de dépôts gréseux.

L'organisation verticale des faciès de la formation des *Quartzites d'Ain en Néchéa* montre des groupements de séquences génétiques plus ou moins complets (Fig. 33) : (1) un groupement basal incomplet représenté par un terme transgressif (T) (Ensemble A), (2) un groupement médian complet, T/R (Ensembles B et C) et enfin (3) un groupement incomplet sommital représenté par son terme régressif (R) (Ensemble D) et limité par la *Dalle à Lingules*.

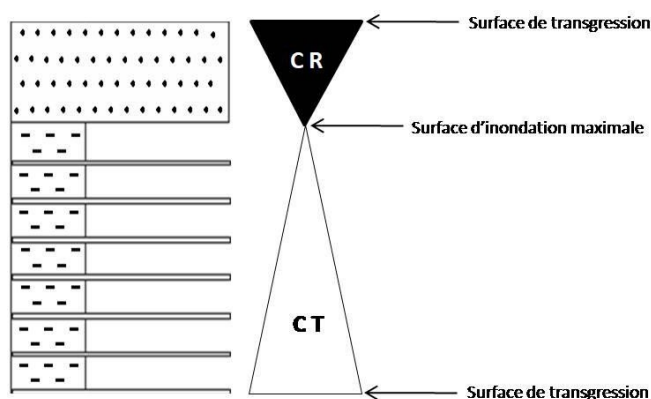


Fig. 32 : Schéma montrant un exemple d'un groupement des séquences génétiques de nos affleurements.

### C- Tendance évolutive

L'agencement vertical des groupements génétiques montre une tendance évolutive cyclique et répétitive (Fig. 33). L'allure générale montre une séquence d'ordre 3 au sens de VAIL *et al.* (1991). Celle-ci s'illustre d'abord par un approfondissement des faciès causé par la rétrogradation des argiles à intercalations gréseuses, dans un environnement d'*offshore supérieur*, puis une tendance vers un comblement, par progradation, liée à l'arrivée de plus en plus importante de décharges gréseuses, formant des dépôts régressifs de *shoreface*.

Finalement, la formation d'étude prend une allure transgressive, dans une tendance générale de comblement.

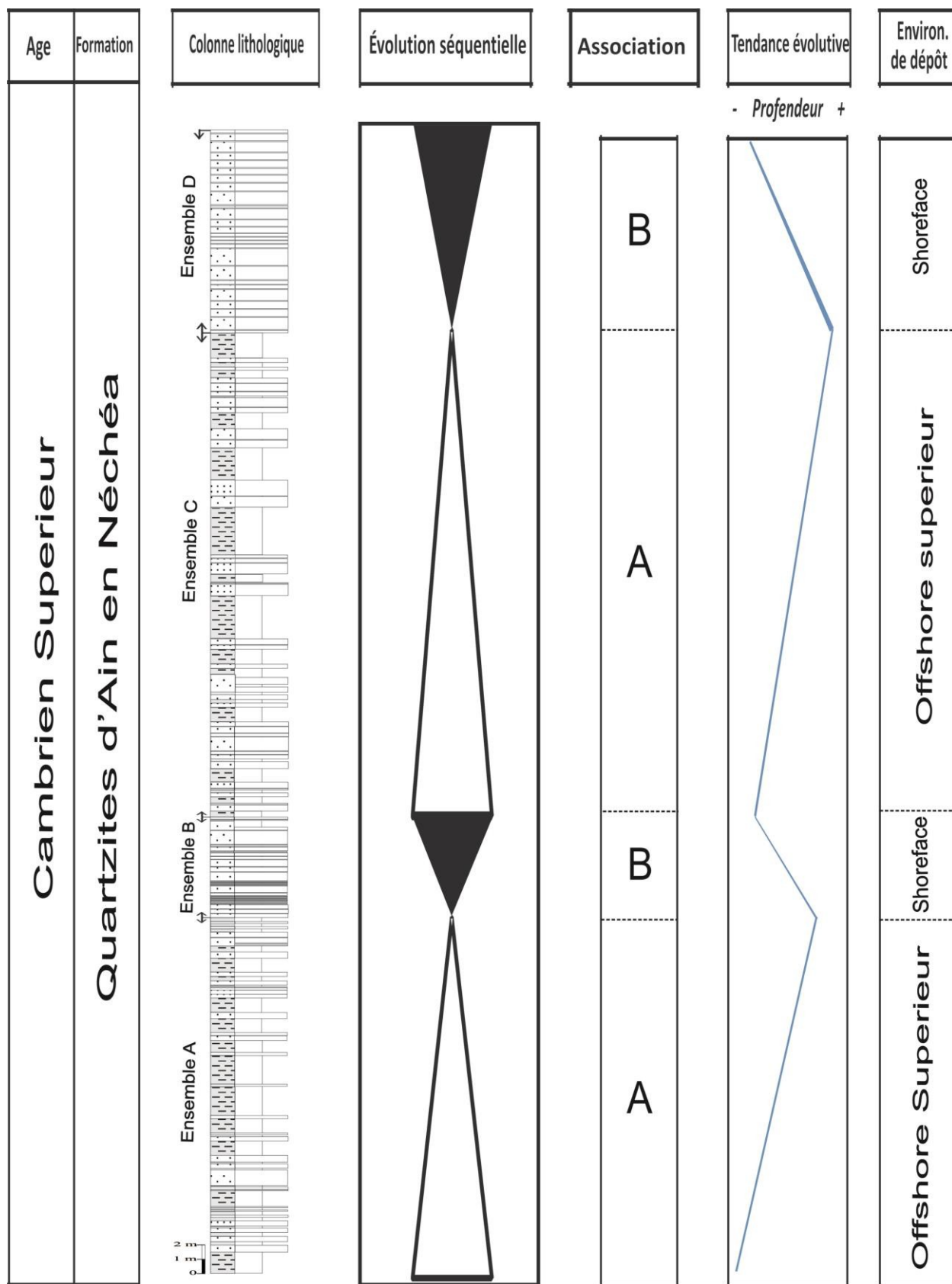


Fig. 33 : Evolution séquentielle de la formation des *Quartzites d'Ain en Néchéa*.

## **CONCLUSION GÉNÉRALE**



### CONCLUSION GÉNÉRALE

La formation des *Quartzites d'Ain en Néchéa* (GOMES SILVA, 1963) fait l'objet, pour la première fois, d'une étude lithostratigraphique et sédimentologique dans le secteur de Bou Kbaissat, dans la région de Zeghamra (Monts d'Ougarta, Béni Abbès).

Cette formation a été subdivisée en 4 ensembles :

- Le premier ensemble (ensemble A). Il s'agit d'un faciès argileux de couleur jaunâtre à verdâtre, intercalées par plusieurs bancs de quartzites et par des grès micacés moyens à grossiers, parfois lenticulaires et en plaquettes et d'épaisseur généralement centimétrique à décimétrique, rarement métrique. Des structures sédimentaires sont bien observées au sein de ces bancs. Elles sont représentées par des laminations horizontales à subhorizontales et des litages obliques en creux ou *Swaley Cross-Stratifications* (SCS). Des traces d'activité biologique représentées par des *Skolithos* sont également observées à l'interface de certains bancs.
- Le deuxième ensemble (Ensemble B) : Cet ensemble est représenté par une barre sortante bien visible en affleurement, composé par des bancs quartzitiques, d'épaisseur centimétrique à décimétrique. Ces bancs sont séparés par des diastèmes, rarement par des joints argileux. Leur majorité montre de structures sédimentaires telles que les laminations horizontales à subhorizontales, obliques tabulaires et tangentielles ou entrecroisées. On note aussi la présence des traces de *Skolithos* dans plusieurs bancs.
- Le troisième ensemble (ensemble C) : Il s'agit d'argiles de même nature que celles du premier ensemble (A). intercalées par plusieurs bancs centimétriques à décimétriques de quartzites et de grès micacés, massifs ou en plaquettes, formant parfois de petites barres métriques. Certains niveaux montrent des structures sédimentaires hydrodynamiques représentées par des laminations horizontales à subhorizontales, obliques et en arêtes de poissons (*Herring-bonne cross-stratifications*). Comme on remarque également la présence de *Skolithos* dans la majorité de ces bancs.
- Le quatrième ensemble (ensemble D) : Il correspond à une seconde barre bien visible en affleurement. D'une épaisseur d'environ 11 m, cette barre est composée par la superposition de bancs centimétriques à décimétriques de quartzites massifs, séparés entre eux par des joints ou des diastèmes. Cette barre ne montre aucune structure sédimentaire, à l'exception de quelques structures

## CONCLUSION GÉNÉRALE

biogéniques de type *Skolithos*. Cette barre est couronnée par une surface structurale riche en traces de brachiopodes connue sous le nom *de Dalle à Lingules*

L'étude sédimentologique de cette formation, basée essentiellement sur l'interprétation des structures sédimentaires d'origine hydrodynamique et les structures biogéniques, montre que les ensembles de notre affleurement se sont mis en place dans un environnement de plate-forme détritique proximale et peu profonde, dominée par les courants de tempêtes et de marées (*offshore supérieur à shoreface*).

Enfin, un essai d'organisation séquentielle de la coupe, effectuée à partir du concept de la stratigraphie séquentielle et génétique, montre une succession de 2 groupements de séquences génétiques plus ou moins complètes, cycliques et périodiques, traduisant un empilement vertical par progradation aggradation. L'ensemble montre une tendance vers le comblement

## **RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

- RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES -

**ABBACHE A. (2019)** – Paléobiodiversité et évènements eustatiques du Dévonien supérieur de Ben-Zireg et Gourara (Sahara nord-ouest ; Algérie). *Th. Doct.* Univ. Oran2. 15 pl. 20 tab. 140 fig., 345 p. inédit.

**AIT KACI A. (1990)** - Évolution lithostratigraphique et sédimentologique du Cambrien des Monts d'Ougarta (Sahara Algérien nord-occidental), *Th. Doct. 3ème Cycle U.S.T.H.B.*, Alger.

**ALIEV M. (1971)** - Geological structures and estimation of oil and gas in the Sahara in Algeria. *SONATRACH*.

**ALLEN J. (1980)** - Sand waves: a model of origin and internal structure. *Sedim.Geol.*, v. 26, p. 281-328.

**ALLEN J. (1985)** - Principle of physical sedimentology. *Allen et Unwin Ltd*, London, 272 p.

**ALLEN, G., (1977)** - Milieux et faciès sédimentaires de la côte Nord Aquitaine. Excursion Géologique, *Compagnie française des pétroles*, CNEXO (edit), France. P. 30.

**ARBEY F. (1962)** - Données nouvelles sur la sédimentation au Cambro-Ordovicien dans les Monts d'Ougarta (Sahara algérien). *C. R. Acad. Sci. Paris*, 266, D, 2 fig. 2 pl, pp. 76-78.

**ARBEY F. (2007)** - La glaciation ordovicienne dans la chaîne d'Ougarta. *Mém. Serv. Géol. Nation.* N°13, p. 41-121.

**ARNOTT R, (1993)** – Quasi-planar-laminated sandstone beds of the lower cretaceous bootlegger member, north-central montana : evidence of combined-flow sedimentation. *J. Sediment. Petrol.*, 63, pp. 488-494.

**ASHLEY G. (1990)** – Classification of large-scale subaqueous bedforms: a new look for an old problem. *Jour. Sedim. Petrol.*, v. 60, n°1, pp. 160-172.

**AURELIEN G. (2009)** - La pétrographie sédimentaire. Les processus sédimentaires physiques. ULSTL 301 Cours 2 / 8. *Géo. Sct.* Univ. Montpellier. 62 p.

**BENDELLA M. (2012)** - Évolution des traces fossiles dans l'espace (Tell, Atlas, Sahara) et dans le temps en Algérie occidentale : inventaire et mise en évidence des événements anoxiques. *Th Doc*, Université d'Oran, 161 p.

**BERRABAH A. (2012)** – Aspect sédimentologique de la “ Formation Djebel Serraf “ (Fini Ordovicien) au Ksar de d'Ougarta et ses environs. *Mém. Mag. Sc. Terre*, Université d'Oran, 96 p.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOUTERFA B. (1999)** – enregistrement sédimentologique et séquentiel des évènements détritiques calloviens, oxfordiens et kimméridgiens dans les Monts de RharRoubane (Algérie occidentale). *Mém. Institut des sciences de la terre, département de sédimentologie*, pp. 29-78.
- BRISTOW C. (1995)** – Internal geometry on ancient tidal bedforms revealed using gpr. *Inter. Assoc. Sedim, Spec Publ.*, 24, pp. 32-313.
- BUATOIS et MÀNGANO (2011)** – Ichnology : organism-substrate interactions in space and time. Cambridge University Press, Cambridge, 358p
- BUGNICOURT M.M.D., FABER J., KUBLER B., NYSSSEN R. (1996)** - Essai de nomenclature et caractérisation des principales structures sédimentaires. *Chambre syndicale de recherche et de la production du pétrole et du gaz naturel. TECHNIP (édit)*. Paris. p. 291.
- CHAMLEY H. & DECONINCK J.F. (2011)** - Bases de sédimentologie. *Dunod*, 3<sup>e</sup>édi., 213 p.
- CHAMLEY H. (2000)** - Base de sédimentologie. *Dunod* (édit). Paris, France. p. 178.
- CHIKHAOUI M. (1974)** - Les ignimbrites et les roches basiques du Précambrien supérieur des Monts d'Ougarta (Saoura). *Th. Doct. 3<sup>ème</sup> Cycle*, Fac. Sci. Alger, 2 vol. t1, 13 fig., 11 tabl. t2, 22 pl., 114 p.
- CHIKHAOUI M. (1981)** - Les roches volcaniques du protérozoïque supérieur de la chaîne pan-africaine dans le NW de l'Afrique (Hoggar, Anti-Atlas, Adrar des Iforas): caractérisation géochimique et minéralogique, implications géodynamiques (Doctoral dissertation, Université des sciences et techniques du Languedoc).
- CHIKHAOUI N. & DONZEAU M. (1972)** - Le passage Précambrien-Cambrien dans les monts d'Ougarta : Le conglomérat du Djebel Ben Tadjine (Saoura-Sahara algérien nord-occidental). *Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord*.
- COJAN I. & RENARD M (2013)** – Sédimentologie. *Dunod*, Paris, 3<sup>ème</sup> ed.
- COLLINSON J., MOUNTNEY N. & THOMPSON D. (2006)** - Sedimentary Structures. *Terra Publishing*, London. P. 291.
- CRIMS T (1975)** – Trace fossils of an Eocene deep-sea fan, northern Spain. In Crimes, T. P., Harper, J. C. (Eds), Trace fossils 2, *Geological Journal Special Issue*, 9, pp. 71-90. *Developments in Sedimentology*, 1, pp. 136-143.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CURRAN H. & FREY R. (1977)** –Pleistocene trace fossils from North Carolina (USA) and their Holocene analogues. *In* Crimes, T.P ; Harper. J. C. ed : Trace fossils2. Geological Journal, Special issue 9, p. 91-138.
- DALRYMPLE R. W., KNIGHT R.J., LAMBIASEJ.J. (1978)**-Bedforms and their hydraulicstabilityrelationships in a tidal environment, Bay of Fundy, Canada. *Nature*, 275, p. 100-104.
- DEVLEESCHOUWER X. (2009)** - Cours de géologie (GEOL-F- 204) structures sédimentaires, université libre de Bruxelles (ULB), D.S.T.E, France, 139 p.
- DONZEAU M. (1971a)** - Étude structurale dans le Paléozoïque des Monts d'Ougarta. *Th. Doct. 3ème Cycle*, Fac. Sci. Orsay, Univ.Paris – Sud.
- DONZEAU M. (1971b)** - Signification tectonique des diaclases du Paléozoïque des Monts d'Ougarta. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, Alger, 62, 3-4, pp. 97-115.
- DONZEAU M. (1974)** - L'Arc de l'Anti-Atlas-Ougarta (Sahara nord-occidental, Algérie Maroc). *C. R. Acad. Sci. Paris* 278, pp. 417-420.
- FABRE J. (1988)** - Les séries paléozoïques d'Afrique : une approche. *J. African Earth Sci*, 7, 1, pp. 1-40.
- FABRE J. (2005)** - Géologie du Sahara occidental et central. Tervuren African Geoscience collection, *Musée Royal de l'Afrique Centrale. Tervuren*, Belgique, 108, 572 p.
- FABRE J. (1976)** - Introduction à la géologie du Sahara Algérien. *Soc. Nat. Ed. Diff.*, Alger, pp. 1-422.
- FERRY S. (2002)** - Sédimentologie de faciès. *Univ. Géol. Lyon. France*. P. 73.
- FLAMAND G. (1911)** - Recherches géologiques et géographiques sur le Haut Pays de l'Oranie et sur le Sahara (Algérie et territoires du Sud). *Th. Sc. Univ. Lyon*, 47, pp. 1-1001.
- FREY R. &SEILACHER A. (1980)** –Uniformity in marine invertebratechronology. *Lethaia* 13, pp. 183-207.
- GAUTIER E. (1902)** - Sur les terrains paléozoïques de l'Oued Saoura et Gourara. *C. R. Acad. Sc.*, 125 (23), pp. 1071-1073.

- GHIENNE J., BOUMENDJEL K., PARIS F., VIDET B., RACHEBOEUF P. & SALEM H. (2007)** - The Cambrian–Ordovician succession in the Ougarta Range (western Algeria, North Africa) and interference of the Late Ordovician glaciation on the development of the Lower Palaeozoic transgression on northern Gondwana. *Bull. Geosciences*, 82 (3), pp. 183-214.
- GOMEZ-SILVA M., PACAUD M. & WIEL F. (1963)** - Contribution à l'étude du Cambro-Ordovicien des chaînes d'Ougarta (Sahara algérien). *Bull. Soc. Géo. France*, pp. 134-141.
- GRAINE, K. (2001)** - La minéralisation de manganèse en relation avec le centre émissif du Djebel Boukbeisset (Monts d'Ougarta, sud-ouest algérien). Résumé du 11eme Sémin. *Nation. Des Scie de la Terre*, Tlemcene 28-30/10/01.
- GUERRAK S. (1988)** – Ordovician ironstons sedimentation in Ougarta ranges : North Western Sahara (Algeria). *Jours. African Earth Sci.*, Vol. 7, n° 4, p. 657-678.
- GUILLOCHEAU F., PAUTOT G. & AUZENDE J. M. (1983)** - Les canyons du Var et du Paillon (marge des Alpes méridionales-Méditerranée occidentale): une origine quaternaire par glissement. *C R Acad Sci, Série II*, 296 (1), pp 91-96.
- HALDEMAN S. (1840)** – Supplement to number one of a “Monograph of the Limniades, or freshwater univalve shells of North America” containing descriptions of apparently new animals in different classes, and the names and characters of the subgenera in Paludina and Anculosa : *Philadelphia, Privately Printed*.
- HAOULI A. (2006).**- La série Pliocene de la région de Sidi Brahim (bassin du Bas Chelif) : cadre sédimentologique, biostratigraphique et séquentiel. *Mém Ing. Univ Oran*.
- HERVOUET Y. & DUÉE G. (1996)** - Analyse morphostructurale par imagerie satellitaire et coupes structurales modélisées des monts d'Ougarta (Sahara occidental, Algérie) : une chaîne hercynienne chevauchante à plis passifs. *Mém. Serv. Géol. Algérie*, 8, pp. 127-173.
- KUMAR N., SANDERS J. E. (1976)** – Characteristics of shoreface stormdeposits : modern and ancient examples. *Jour. Sedim. Petro.*, v. 46, p. 145-162. **LEGRAND P. (1985a)** - Réflexions sur la transgression silurienne au Sahara algérien. *Actes 110ème Congrès Nat. Soc. Savantes*, Montpellier, pp. 233-244.
- LEGRAND P. (1985 b)** - Lower Paleozoic rocks of Algeria. In : Hollard C.H. ed. Lower Paleozoic of north–western and west central Africa. *John Wiley & Sons Ltd*, pp. 5-89.

- MENCHIKOFF N. (1924)** – Sur l'âge des grès d'Ougarta (Sahara occidental). *C. R. Acad. Sci.* Paris, 187, p. 733-734.
- OUALI-MEHADJI A., ATIF K., BOUTERFA B., NICOLLIN J. & BESSEGHIER F. (2011)** – Environnements sédimentaires de la Saoura Ougarta (Sahara Nord-Ouest, Algérie) au Dévonien inférieur (Lochkovien supérieur pro parte – Emsien). *Geodiversitas*. 33(4) (2011)pp. 553-580.
- PEMPERTONS., WIGHTMAN D. (1992)** – Ichnological characteristics of brackish water desposits, in, Applications of ichnology to petroleum exploration – A core workshop, S. G. PEMBERTON, ED. *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Core Workshop*, 17.
- PLINTA.G., EYLES N., EYLESC.H. & WALKER R.G. (1992)** - Control of sealevel change. Facies Models; Response to SeaLevel Change : St. Johns, Newfoundland, Geological Association of Canada, pp. 15-25.
- POUEYTO A. (1952)** - Contribution à l'étude des terrains paléozoïques de la basse Saoura (Sahara occidental). *C.R. Somm. Soc. Géol.Fr.*, 10, pp. 156-157.
- READING H.& COLLINSON J, (1996)** – Clasticcoasts. *In* READING H. Sedimentary environments : processes, facies and stratigraphy. *Blackwell Science (edit)*, pp.154-231.
- REINECKH.E., SINGH I.B. (1980)** – Depositional sedimentary environments with refrence to terrigenousclastics. 2nded.,SringerVerlag, Berlin, 549 p. **REY F. (1915)** – Les territoires du sud Oranais e du Maroc sur-oriental. Recherches géologiques et géographiques. *Rev. De Géogr.*, t.XLV, p. 18.
- REY F. (1915)** – Les territoires du sud Oranais e du Maroc sur-oriental. Recherches géologiques et géographiques. *Rev. De Géogr.*, t.XLV, p. 18.
- SEILACHER A. (1967)** –Bathymetry of trac fossils. *Mar. Geol.*, Amersterdam, vol 5. Pp. 413-428.
- STOW D. (2010).**- Sedimentary rocks in the field – A colour guide. *MansonPublishing Ltd*, 320p.
- TUCKER M. E. (2003)** - Sedimentary Rocks in the Field (*third edition*).*John Wiley & Sons Ltd (edit)*, England, 250 p.
- VAIL P. AUDEMARD F., BOWMAN., S., EISNER P., PEREZ-CRUZ C. (1991)**- The stratigraphic signiatures of tectonics, eustasy and sedimentology- An over view, *in*EINSEL G. RICKEN W. SEILACHER A., Eds., Cycles and events in stratigraphy , *Springer, Verlag*, Berlin, Heidelberg, pp. 617-659.



## **LISTE DES FIGURES**

## Liste des figures

<b>Fig. 1 :</b> Position géographique et morphologique de la Chaîne d'Ougarta .....	<b>05</b>
<b>Fig. 2 :</b> Localisation géographique de la région d'étude .....	<b>06</b>
<b>Fig. 3 :</b> Photo montrant Kheneg Tlaia, passage permettant l'accès au secteur d'étude. ....	<b>06</b>
<b>Fig. 4 :</b> Carte géologique de la Chaîne d'Ougarta et colonne synthétique. ....	<b>07</b>
<b>Fig. 5 :</b> Carte géologique du secteur d'étude. ....	<b>08</b>
<b>Fig. 6 :</b> Colonne lithostratigraphique synthétique des formations du Paléozoïque des Montsd'Ougarta .....	<b>09</b>
<b>Fig. 7 :</b> Coupe schématique du Précambrien-Ordovicien de Kheneg Tlaia .....	<b>09</b>
<b>Fig. 8 :</b> Coupe schématique de Précambrien et le Cambrien à Sebkha el Mellah .....	<b>10</b>
<b>Fig. 9 :</b> Cordonnées GPS de la coupe étudiée .....	<b>15</b>
<b>Fig. 10 :</b> Photo satellite (A) et panoramique (B) de la coupe du secteur du Kheneg Tlaia .....	<b>16</b>
<b>Fig. 11 :</b> Colonne lithostratigraphique de la Formation des "Quartzites d'Ain en Néchéa" (Secteur du Kheneg Tlaia).....	<b>17</b>
<b>Fig.12 :</b> Grès grossier altéré (Ensemble A) .....	<b>18</b>
<b>Fig. 13 :</b> Grès lenticulaire à litages obliques en creux (SCS) (Ensemble A).....	<b>18</b>
<b>Fig.14 :</b> Banc de quartzite à litages obliques en creux (SCS) à sa base (Ensemble A) .....	<b>18</b>
<b>Fig. 15 :</b> Bancs de quartzite montrant 2 types de traces d'organismes ( <i>Skolithos</i> ). ....	<b>18</b>
<b>Fig.16 :</b> Photos panoramiques de l'ensemble B (Première barre).Notez la présence de bancs de quartzite lenticulaires à la base .....	<b>19</b>
<b>Fig. 17 :</b> Banc de quartzite à litages bidirectionnels et litages oblique en mamelons (HCS) au sommet (Ensemble B). ....	<b>19</b>
<b>Fig. 18 :</b> Bancs de quartzites à figures hydrodynamiques (Ensemble B) .....	<b>19</b>
<b>Fig. 19 :</b> Ensemble de bancs de quartzites à <i>Skolithos liniaris</i> (Ensemble B).....	<b>20</b>
<b>Fig. 20 :</b> Banc de quartzite à gales mous (Ensemble B). ....	<b>20</b>
<b>Fig. 21 :</b> Banc de quartzite à traces d'activité organiques. (a : en section ; b : la surface) (Ensemble C).....	<b>21</b>
<b>Fig. 22 :</b> Banc de quartzite lenticulaire à HCS et à <i>Skolithos</i> (Ensemble C). Notez la surface de ravinement à la base du banc .....	<b>21</b>
<b>Fig. 23 :</b> Banc de quartzite à laminations en "arêtes de poissons" (Ensemble C). ....	<b>22</b>

<b>Fig. 24</b> :Photo panoramique de l'ensemble D (Seconde barre)montrant la superposition de bancs de quartzites. ....	<b>22</b>
<b>Fig. 25</b> : Banc massif de quartzite (Ensemble D) .....	<b>23</b>
<b>Fig. 26</b> : Relations entre les différents types de structures, la granulométrie et la puissance d'écoulement. ....	<b>24</b>
<b>Fig. 27</b> : Caractères des laminations obliques. A) Superposition de trois faisceaux. B) Litages obliques tabulaires à contact angulaire ; C) Litages obliques arqués à contact tangentiel.....	<b>25</b>
<b>Fig. 28</b> - a : Litages obliques en mamelons, b : Litages obliques en creux .....	<b>26</b>
<b>Fig. 29</b> : Profil de la plate-forme (nomenclature en fonction de l'hydrodynamisme).....	<b>27</b>
<b>Fig. 30</b> : Distribution des principaux ichnofaciès marins .....	<b>29</b>
<b>Fig. 31</b> : Reconstitution schématique de l'ichnofaciès à <i>Skolithos</i> .....	<b>30</b>
<b>Fig. 32</b> : Schéma montrant un exemple d'un groupementdes séquences génétiques de nos affleurements.....	<b>32</b>
<b>Fig. 33</b> : Evolution séquentielle de la formation des <i>Quartzites d'Ain en Néchéa</i> .....	<b>33</b>

## **TABLE DES MATIÈRES**

## TABLE DES MATIÈRES

AVANT PROPOS .....	I
DÉDICACE .....	II
RÉSUMÉ.....	.01
SOMMAIRE.....	02

## Premier chapitre : généralités.

INTRODUCTION.....	04
I- CADRE GÉOGRAPHIQUE.....	04
A- Cadre géographique de la Chaîne d'Ougarta .....	04
B- Cadre géographique du secteur d'étude .....	04
II- CADRE GÉOLOGIQUE.....	04
A- Cadre géologique de la Chaîne d'Ougarta. ....	04
B- Cadre géologique de la région d'étude .....	07
III- APERÇU GÉOLOGIQUE SUR LE CAMBRIEN DES MONTS D'OUGARTA .....	07
A- Formation des conglomérats du Djebel Ben Tadjine. ....	07
B- Formation de Sebka el Mellah .....	10
C- Formation des Quartzites d'Aïn en Néchéa.....	10
III- HISTORIQUE SUR LES TRAVAUX CAMBRO-ORDOVICIENS .....	10
A- La période coloniale .....	10
B- La période post-coloniale.....	11
IV- BUT & METHODE DE TRAVAIL .....	13
A- But de travail .....	13
B- Méthode de travail.....	13

## Deuxième chapitre : lithostratigraphie.

INTRODUCTION.....	15
I- DESCRIPTION LITHOSTRATIGRAPHIQUE. ....	15
A- Localisation de la coupe.....	15
B-Description de la coupe .....	15
1- L'ensemble A .....	15
2- L'ensemble B. ....	19
3- L'ensemble C .....	20

4- L'ensemble D .....	22
<b>II – ATTRIBUTION STRATIGRAPHIQUE.....</b>	<b>23</b>

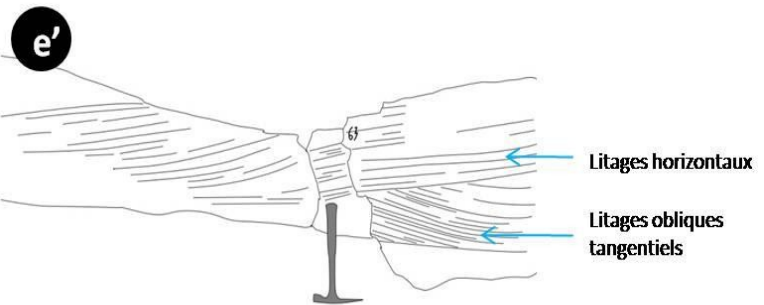
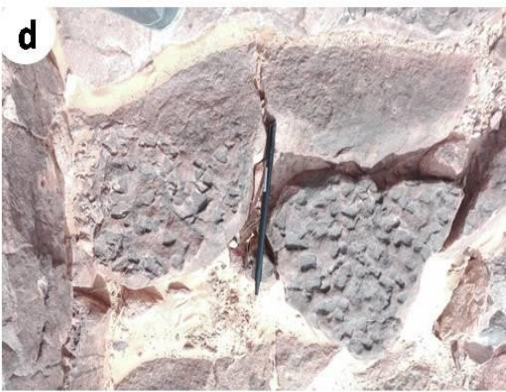
**Troisième chapitre: sédimentologie.**

<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>23</b>
<b>I- DESCRIPTION DES FACIES &amp; LEURS INTERPRÉTATIONS.....</b>	<b>23</b>
<b>A- Faciès argiles (F I).....</b>	<b>23</b>
1- Description.....	23
2- Interprétation.....	23
<b>B- Faciès gréseux (F II).....</b>	<b>24</b>
1- <b>Sous-faciès de grès à litages horizontaux ou subhorizontaux (F II-1) .....</b>	<b>24</b>
1.1- Description .....	24
1.2- Interprétation.....	24
2- <b>Sous-faciès de grès à litages obliques (tabulaires et tangentiels) (F II-2) ...</b>	<b>25</b>
2.1- Description .....	25
2.2- Interprétation.....	25
3- <b>Sous-faciès de grès à litages obliques en mamelons et en creux (F II-3) .....</b>	<b>26</b>
3.1- Description .....	26
3.2- Interprétation.....	26
4- <b>Sous-faciès des grès à litages en "arêtes de poissons" (F II-4) .....</b>	<b>27</b>
4.1- Description .....	27
4.2- Interprétation.....	27
5- <b>Facies des quartzites massives (F II- 5) .....</b>	<b>28</b>
5.1- Description .....	28
5.2- Interprétation.....	28
<b>II- INVENTAIRE &amp; INTERPRÉTATION DES ICHNOFOSSILES .....</b>	<b>28</b>
<b>III- ASSOCIATIONS DE FACIES &amp; MILIEUX DE DÉPÔT .....</b>	<b>30</b>
<b>A- Association A.....</b>	<b>30</b>
<b>B- Association B.....</b>	<b>30</b>
<b>IV- ORGANISATION SÉQUENTIELLE DES FACIES .....</b>	<b>31</b>
<b>A- Introduction.....</b>	<b>31</b>
<b>B- Définition des groupements de séquences génétiques.....</b>	<b>31</b>

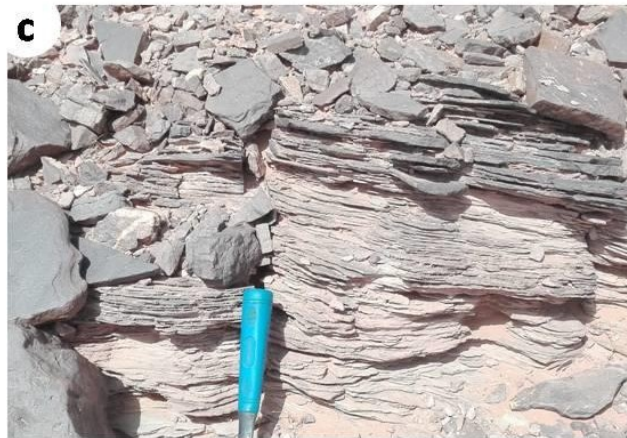
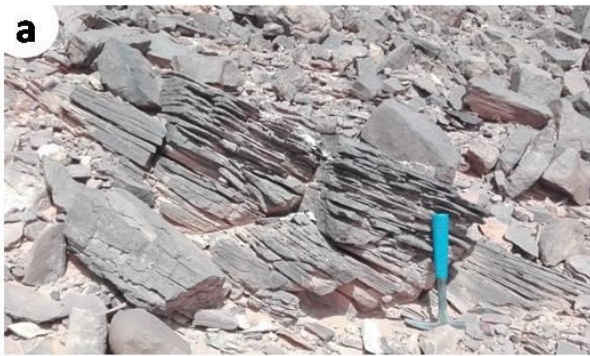
<b>C- Tendance évolutive .....</b>	<b>32</b>
<b>Conclusion générale. ....</b>	<b>34</b>
<b>RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES .....</b>	<b>36</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>41</b>
<b>TABLE DES MATIÈRES .....</b>	<b>43</b>

## **PLANCHES PHOTOGRAPHIQUE**





**Ensemble A :** a-Banc de quartzitique massif, lenticulaire. **Ensemble B (barre 1):** b- banc centimétrique de quartzite situé à la base de l'ensemble. c- niveau quartzique à laminations en arrêtes de poisson. d- gales mous à la surface d'un banc quartzitique. e et e'- niveau quartzitique à laminations obliques tangentiels à la base et horizontales au sommet. f- niveau quartzitique à laminations obliques tangentiels.



**Ensemble C :** a- Grès en plaquettes dans la partie médiane. b-quartzite en plaquettes entre 2 autres niveaux massifs dans la partie médiane.c- Grès silteux dans la partie médiane.d-niveau gréseux de 30cm à la base, surmonté par un niveau quartzitique massif de 40cm.**Ensemble D :** e- banc détaché à la base de l'ensemble riche en *Skolithos*.f- bans décimétrique de quartzite montrant en section des traces d'activité organique (*Skolithos* ?) et au sommet des laminations horizontales.montre des drapages argileux et des



Surface supérieure de l'ensemble D correspondant à la *Dale à Lingules*. **a** : Vue d'ensemble. **b** : rides de courant. **c** : Traces d'activité organique correspondant probablement à *Gastrochaenolithes*.