



**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITE MOULOUD MAMMERRI DE TIZI OUZOU**  
**FACULTE DES SCIENCES BIOLOGIQUES ET DES SCIENCES AGRONOMIQUES**  
**DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES**

**MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER

En : GEOLOGIE

**Spécialité : Bassins sédimentaires**

Par

**BENZAID Slimane**

**THEME**

**Etude sédimentologique et pétrographique des  
carottes du sondage GSL-3, marge Sud du Bassin  
de Tindouf**

Thème proposé par : Mr AMROUCHE Farid.

Soutenu publiquement le 01/07/2018 à 10h, devant le jury composé de :

Mr. ACHOUI. M	MAA (UMMTO)	President
Mr. AMROUCHE. F	MAA (UMMTO)	Promoteur
Mlle GUECHOU. O	ingénieur géologue (Sonatrach DTD)	Co promotrice
Mme MOFREDJ. A	MAA (UMMTO)	Examinatrice

**Promotion 2017/2018**

## *REMERCIEMENTS*

Je remercie avant tout notre dieu ALLAH, c'est grâce à lui que tout travail scientifique se réalise pour promouvoir la connaissance humaine.

Je veux exprimer par ces quelques lignes de remerciements mon gratitude envers tous ceux qui par leur présence, leur soutien, leur disponibilité et leur conseil, qu'ils m'ont donné le courage d'accomplir ce modeste travail.

Je remercie vivement Mr. AMROUCHE Farid de m'avoir proposé ce travail, et de m'avoir prodigués des conseils.

Mes remerciements les plus sincères s'adressent également à mon encadreur de la Division Exploration-Boumerdès Mr. BENNAMANE Kamal et Mlle AMIA Zehor pour leur encadrement durant mon stage de mise en situation professionnelle, et je remercie Mr. BENZAYED Hakim DRH au niveau de l'exploration pour son aide pour réaliser mes stages au sien de la Sonatrach.

Je tiens à exprimer ma gratitude à mon promoteur Mr. AMROUCHE Farid, pour son encadrement durant la réalisation de ce mémoire et pour ses qualités scientifiques et pédagogiques qui ont été pour moi très importante.

Je tiens aussi à remercier ma Co-promotrice Mlle. GUECHOU.W pour ces conseils et son aide précieux.

Je remercie Mr. ACHOUI M'hand d'avoir accepté la présidence de ma soutenance ; je remercie également Mme MOFRADJ.A d'avoir accepté d'examiner mon travail.

Enfin, je ne peux pas achever ce mémoire sans exprimer ma gratitude à tous les enseignants du Département des Science Géologiques particulièrement Mr. AMROUCHE.F, Mr. AHMED ZAID.I, Mr. Makhlouf.A, Mr. BRAHMI.B, Mlle. OUIKENE.K, Mr. BOUKHEDIMI.M, Mme MOFREDJ.A et

Mr. HAMIS.A, Mr. ACHOUI.M, Mr KARDACHE.R grâce à leurs enseignements théoriques et pratiques qui m'ont permis d'acquérir le savoir-faire nécessaire pour réaliser mon projet de fin d'étude, et sans oublier l'équipe administrative.

# *Dédicace*

Arrivé au terme de mes études par la grâce de dieu, j'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail aux personnes qui me sont les plus chères :

Mes très chers parents, pour leurs encouragements, leur soutien, surtout pour leurs sacrifices afin que rien n'entrave le déroulement de mes études.

A Vava et Yemma et à ceux à qui je dois tout et que je ne rendrai jamais assez.

Ma très chère sœur Hayat.

Mon petit frère Sid Ali

Mes grands frères et leurs familles.

Ma très chère amie et fiancée Selma et toute sa famille.

Mes très chers cousins Hakim et Amine et leurs familles.

Mes très chers amis (es), particulièrement : Sadek, Khirou, Mahdi, Imene, Farouk, Nadjib, Lotfi, Omar, Djalal, Massyl, Ilysa, Sonia.

A toute ma promotion de master 2 Bassins Sédimentaire.

## SOMMAIRE

### CHAPITRE I : GENERALITES

I. INTRODUCTION.....	6
II. PROBLEMATIQUE.....	7
III. METHODOLOGIE DU TRAVAIL.....	7
IV. CADRE GEOGRAPHIQUE.....	7
V. CADRE GEOLOGIQUE.....	9
VI. APERÇU LITHOSTRATIGRAPHIQUE .....	10
A. LE SOCLE	
B. LE PALEOZOÏQUE	
B.1. LE CAMBRIEN	
B.2. LE SILURIEN	
B.3. LE DEVONIEN	
B.4. LE CARBONIFERE	
C. LE MESOZOÏQUE	
D. LE QUATERNAIRE	
E. LES DOLERITES DU BASSIN DE TINDOUF	
VII. ASPECT GEODYNAMIQUE ET STRUCTURAL.....	18
A. LES PHASES TECTONIQUES	
B. ASPECT STRUCTURAL DU BASSIN	
C. LES DIFFERENTES DISCORDANCES DANS LE BASSIN DE TINDOUF	
VIII. TRAVAUX ANTERIEUR .....	21
IX. L'ASPECT PETROLIER DU BASSIN TINDOUF.....	21
X. ANNONCE DE PLAN.....	24

### CHAPITRE II : ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE

I. INTRODUCTION.....	25
II. RAPPEL.....	25
II.1. LES MILIEUX DE SEDIMENTATION.....	25

<b>A.</b> LE MILIEU FLUVIATILE.....	25
<b>B.</b> LE MILIEU GLACIAIRE.....	29
<b>II.2.</b> LE MILIEU MARIN.....	32
<b>A.</b> LE MILIEU LITTORAL....	33
<b>B.</b> LE MILIEU DE TALUS SOUS MARIN.....	34
<b>III.</b> DESCRIPTION DES CAROTES.....	35
<b>III.1.</b> CAROTTE N°3.....	35
<b>III.2.</b> CAROTTE N°2.....	37
<b>III.3.</b> CAROTTE N°1.....	38
<b>IV.</b> SYNTHESE DES ENVIRONNEMENTS DE DEPOT .....	40
<b>V.</b> CONCLUSION.....	40
<b>VI.</b> CORRELATION.....	41

### **CHAPITRE III : ETUDE PETROGRAPHIQUE**

<b>I.</b> INTRODUCTION.....	44
<b>II.</b> DESCRIPTION DES LAMES MINCE.....	45
<b>II.1.</b> LAME MINCE D'ORDOVICIEN CAROTTE N°3 .....	47
<b>II.2.</b> LAME MINCE D'ORDOVICIEN CAROTTE N°2.....	51
<b>II.3.</b> LAME MINCE D'ORDOVICIEN CAROTTE N°1.....	53
<b>III.</b> CONCLUSION.....	55

### **CHAPITRE IV : CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVE**

<b>I.</b> CONCLUSION GENERALE.....	56
------------------------------------	----

### **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

### **ANNEXE.**

## Liste des figures

Figures	NP
CHAPITRE I	
<b>Figure I.1 :</b> Coupe géologique Nord –Sud montrant les principaux ensembles géologiques de l'Algérie WEC 2007.	6
<b>Figure I.2 :</b> Situation géographique du Bassin de Tindouf (Legrand, 1985).	8
<b>Figure I.3 :</b> Coupe sismique du Bassin Tindouf (S-H)	9
<b>Figure I.4 :</b> Colonne stratigraphique type du Bassin de Tindouf (in AMROUCHE 2004)	15
<b>Figure I.5 :</b> carte de répartition des filons doléritiques Jurassique à l’affleurement (D’après KHANNOUS, 1997)	18
<b>Figure I.6 :</b> Carte linéamentaire globale du Bassin de Tindouf au 1/2 000 000e (D'après KETTOUCHE D., 2009).	20
CHAPITRE II	
<b>Figure II.1 :</b> Schéma d'un système fluvial à chenaux en tresse et exemple d'une séquence de comblement ( <u>BOULVAIN F.</u> , 2010).	27
<b>Figure II.2 :</b> Schéma d'un système fluvial à méandres et exemple d'une séquence de comblement ( <u>BOULVAIN F.</u> , 2010)	28
<b>Figure II.3 :</b> Modèle synthétique représentant les environnements fluvio-glaciaire, glaciomarin, glaciolacustre, supra-glaciaire et sous-glaciaire. (Modifié d’après BRODZIKOWSKI et VAN LOON, 1991 in CLERC S., 2012).	30
<b>Figure II.4 :</b> Log de carotte n°3	37
<b>Figure II.5 :</b> Log de carotte n°2	38

<b>Figure II.6</b> : log de carotte n°1	40
<b>Figure II.7</b> : log représentatif de la coupe de Gara Djebilet (F. AMROUCHE et al, 2016)	42
<b>Figure II.8</b> : log représentatif du carottes n° (1, 2, 3) du sondage GSL-3	43
<b>CHAPITRE III</b>	
<b>Figure III.1</b> : photo lame mince D1 (lumière analysée polarisée)	54
<b>Figure III.2</b> : photo lame mince D2 (lumière naturel)	54
<b>Figure III.3</b> : photo lame mince D3 (lumière analysée polarisée)	54
<b>Figure III.4</b> : photo lame mince D4 (lumière analysée polarisée)	55
<b>Figure III.5</b> : photo lame mince D5 (lumière naturel)	55
<b>Figure III.6</b> : photo lame mince D6 (lumière analysée polarisée)	55
<b>Figure III.7</b> : photo lame mince D7 (lumière analysée polarisée)	56
<b>Figure III.8</b> : photo lame mince D8 (lumière analysée polarisée)	56
<b>Figure III.9</b> : photo lame mince D9 (lumière analysée polarisée)	56
<b>Figure III.10</b> : photo lame mince S1(lumière analysée polarisée)	58
<b>Figure III.11</b> : photo lame mince S2 (lumière analysée polarisée	58
<b>Figure III.12</b> : photo lame mince S3 (lumière analysée polarisée)	58
<b>Figure III.13</b> : photo lame mince B1(lumière réfliché)	60
<b>Figure III.14</b> : photo lame mince B2 (lumière analysée polarisée)	60
<b>Figure III.15</b> : photo lame mince B3 (lumière analysée polarisée)	60
<b>Figure III.16</b> : photo lame mince B4 (lumière analysée polarisée)	60

## Liste des tableaux

Tableau	NP
Chapitre I	
<b>Tableau I.1</b> : Les unités litho-stratigraphiques du Carbonifère du bassin de Tindouf	13
<b>Tableau I.1</b> : Tableau synoptique des dolérites dans le bassin de Tindouf (D'après BOUCHNEB, 1989) modifié	17
<b>Tableau I.2</b> : Tableau résumant l'ensemble des événements tectoniques et sédimentaires au niveau de la plalte forme saharienne durant le Paleozoique (D'après BOUDJEMA 1987)	19
<b>Tableau I.3</b> : Résultats pétroliers des puits du bassin Tindouf (S-H)	22
Chapitre II	
<b>Tableau II.1</b> : Tableau résumant l'environnement de dépôt fluviatile ( <i>in</i> MESLEM I. ; ZID MA., 2000).	29
<b>Tableau II.2</b> : Tableau résumant les caractéristiques associées aux environnements sous-glaciaire et proglaciaire ( <i>in</i> CLERC S., 2012).	30
<b>Tableau II.3</b> : Tableau résumant les caractéristiques de l'environnement de dépôt marin ( <i>in</i> MESLEM I. ; ZID MA., 2000).	34
Chapitre III	
<b>Figure III. A</b> : Log pétrographique des résultats minéralogique	45

## LISTES DES ANNEXES

<b>ANNEXE 1</b> : Résultats minéralogiques et estimations semi-quantitatives des échantillons codé D, S, B.
---

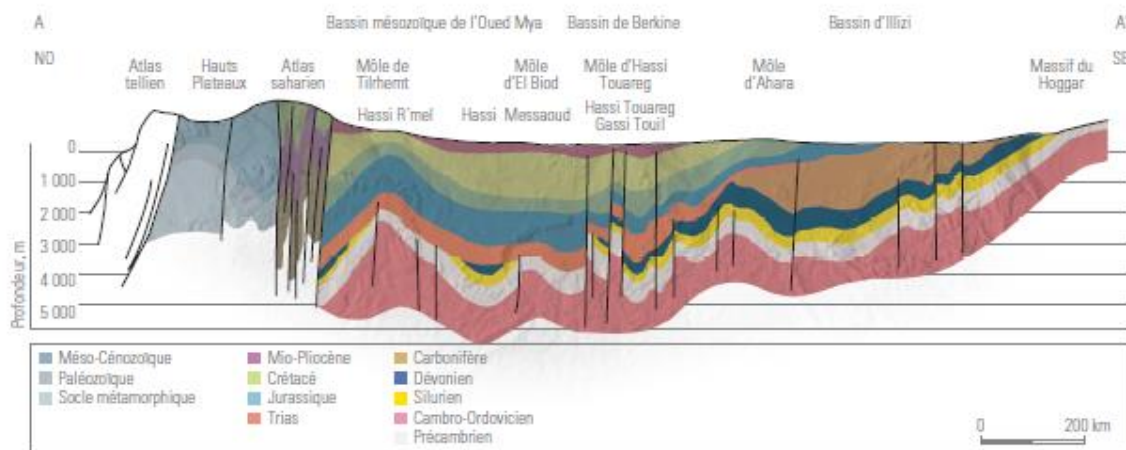
## I. INTRODUCTION :

L'Algérie fait partie de l'ensemble septentrional Africain, dans lequel affleurent des ensembles géologiques divers. On peut distinguer en Algérie deux domaines principaux (Figure 1) :

- Un domaine septentrional, dit alpin. Il comporte au nord l'Atlas tellien, au sud l'Atlas saharien avec les hautes plaines au centre qui les séparent. Cet ensemble est connu pour sa mobilité permanente. Il est représenté par des ensembles de bassins néogènes ainsi que des accidents très importants dont le fonctionnement actuel engendrent des séismes, surtout dans la partie méditerranéenne.

-Un domaine Méridional, dit plateforme saharienne qui est séparée du premier par un important accident du nom d'Accident Sud Atlasique. Ce domaine est représenté par le Sahara, où affleurent les socles précambriens du Hoggar et des Eglab ainsi que leur couverture Phanérozoïque étalée sur toute la plate-forme qui est connue pour être plus au moins stable depuis le Paléozoïque. On peut subdiviser cette dernière en trois provinces : occidentale, centrale et orientale.

- La province occidentale comprend le bassin de l'Ahnet, le bassin de Timimoune, le bassin de Reggane, de Tindouf et la chaîne de l'Ougarta.
- La province centrale ou triasique, située dans la partie septentrionale de la plate-forme saharienne. Elle englobe le dôme de Tilghemt, le haut fond de Talemzane, le bassin de Hassi Messaoud et la voûte de Dahar.
- La province orientale est composée du bassin d'Illizi, le Haut d'Ahara, le Haut du Dahar les bassins de l'Oued Mya, celui de Mouydir, du Dôme d'Allal, le Môle d'Idjerane, ainsi que le bassin de Berkine.



**Figure I.1 :** Coupe géologique Nord –Sud montrant les principaux ensembles géologiques de l'Algérie WEC 2007.

## II. PROBLEMATIQUE :

Le remplissage paléozoïque du bassin de Tindouf est mal exploré, à cause des dimensions importantes et la rareté des données, n'ont pas permis d'avoir une bonne vision du bassin, pour cela jusqu'à nos jours pas de production pétrolière.

Sur la base des données non exploitées d'un seul sondage GSL-3, soit carotte soit lame mince, on a donné comme objectif l'analyse de ses données, en basant sur les principes de la sédimentologie.

### III. METHODOLOGIE DU TRAVAIL :

Pour résoudre cette problématique, une étude géologique et sédimentologique ont été suivies :

- En premier lieu, une recherche bibliographique exhaustive sur tous ces aspects (consultation, récolte et exploitation de plusieurs rapports inédits, différents articles de revues et journaux scientifiques, cartes géologiques, cartes structurales, mémoires, thèses...etc.),
- Description détaillée des carottes prélevées dans le puits assignés à notre étude
- Etude pétrographique et diagénétiques du puits

### IV. CADRE GEOGRAPHIQUE :

Le bassin de Tindouf se situe à l'extrême sud-ouest de la plate-forme saharienne.

Ce bassin forme une dépression large, orientée E-W qui s'étend sur 540km de long et 250km de large. Il est situé entre, la longitude 4°00' et 8°30' ouest et l'altitude 27°00' et 30°00' nord, le bassin est limité :

Au nord, par l'anti atlas marocain

Au nord-est, par le faisceau de la Daoura

A l'est, par l'ensellement de Krettamia-Bouarnous

A l'ouest, par les frontières Algéro-marocaine et Algéro-saharienne

Au sud, par le massif Réguibat.

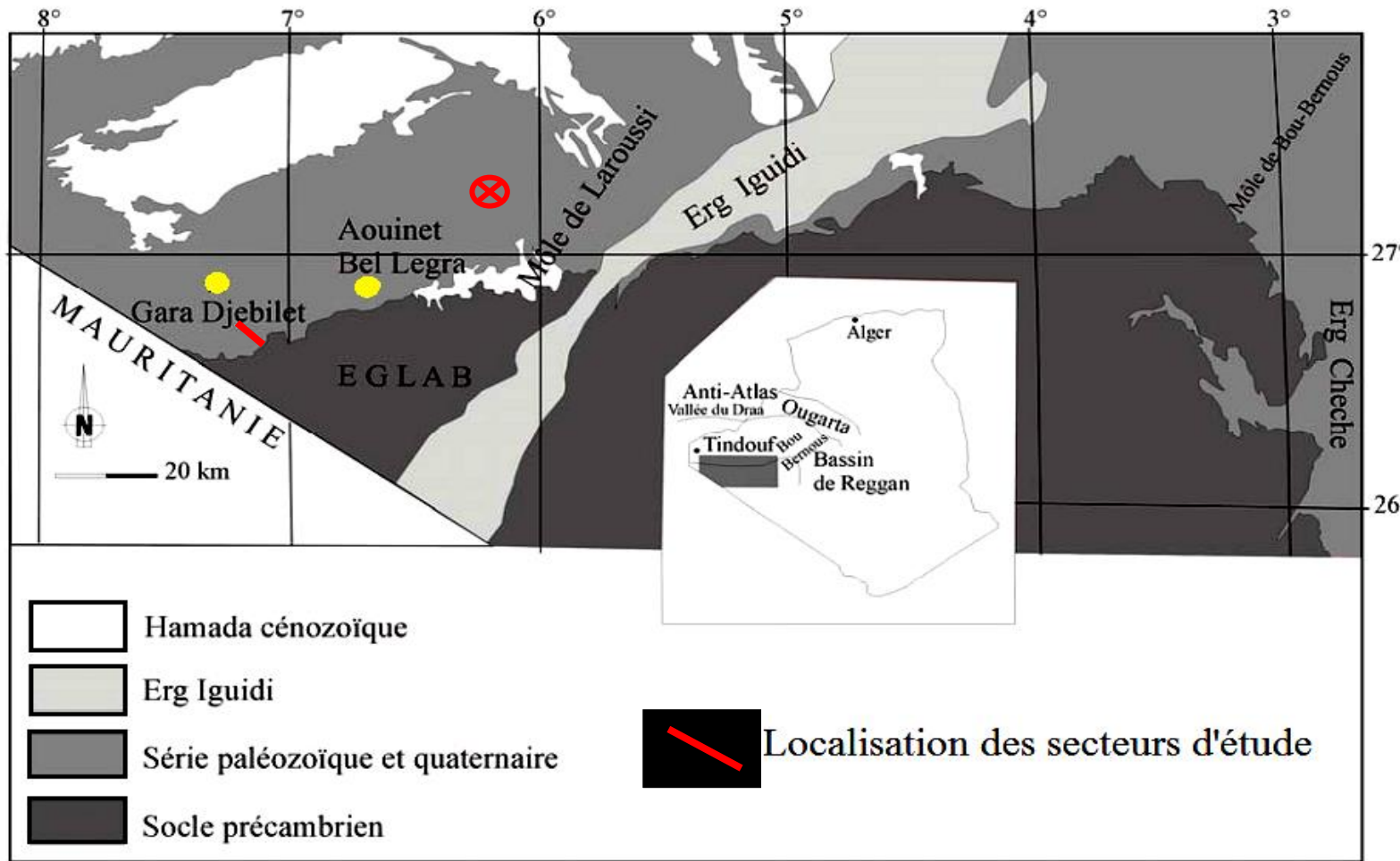


Figure I.2 : Situation géographique du Bassin de Tindouf (Legrand, 1985).

V. CADRE GEOLOGIQUE :

Le bassin de Tindouf est un synclise dissymétrique de type péricratonique, avec un flanc sud à très faible pendage (3° maximum) et un flanc nord très redressé et fortement structuré, affecté par une série de failles complexes de direction globale E-W et NE-SW.

Il présente des variations d'épaisseurs et faciès des séries sédimentaires paléozoïques nettement observables du Sud (1500m) vers le Nord (8600m) et d'Est en Ouest, Cet amincissement synsédimentaire engendre un biseautage de certaines séries contre le socle cristallin d'Eglabs. La puissance de ces séries passe de 8200m à l'Ouest contre 6800m à l'Est. Le bassin est couvert par une mince couche de 130m des dépôts cénozoïque qui correspond à la Hamada néogène du Dra.

Des intrusions doléritiques perturbent la succession stratigraphique au niveau du Cambrien et du Famennien (KETTOUCHE 2009)

### Bassin de Tindouf Section N-S

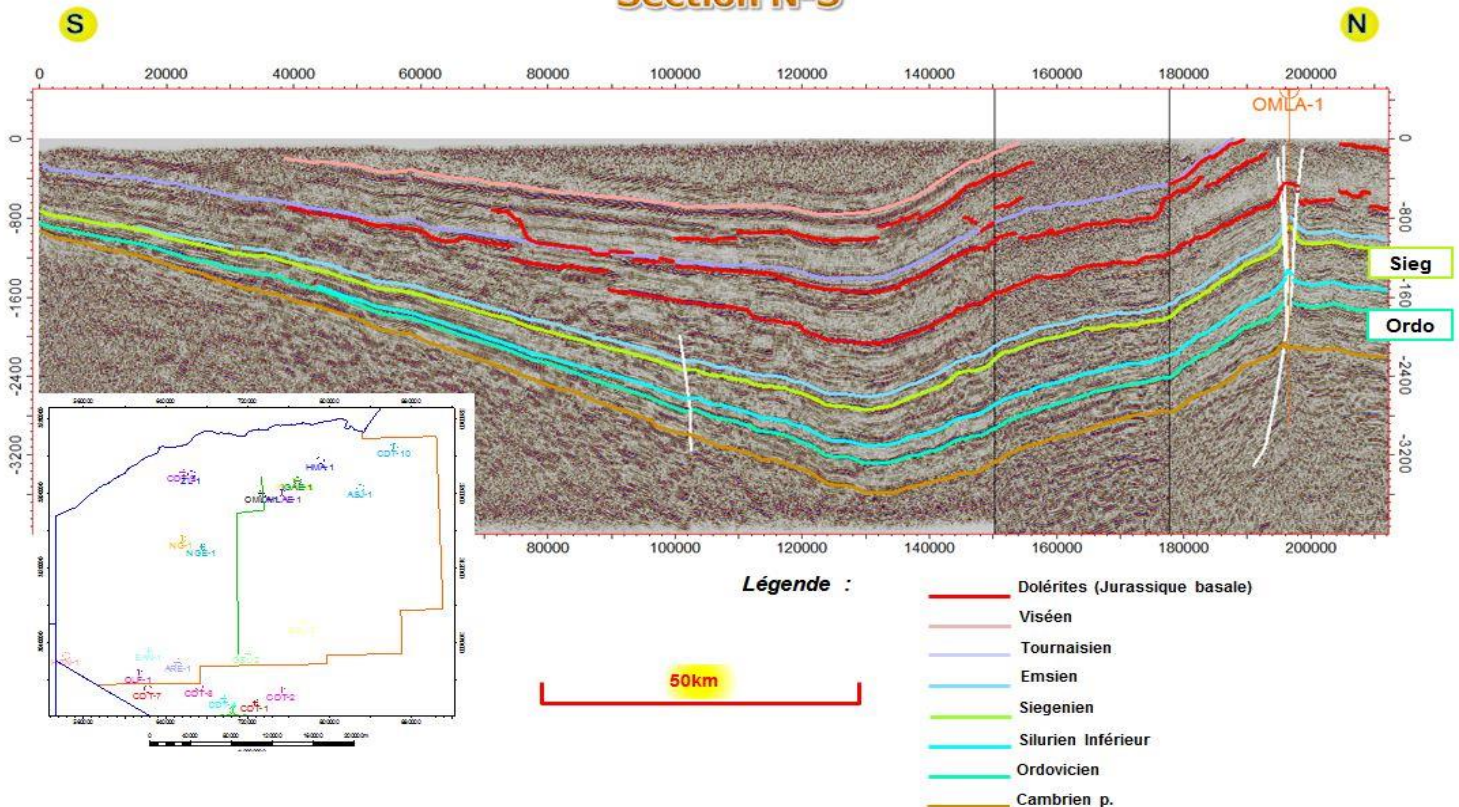


Figure I.3 : Coupe sismique du bassin Tindouf (S-H)

## VI. APERÇU LITHO-STRATIGRAPHIQUE :

Le remplissage sédimentaire de ce bassin est constitué essentiellement par des dépôts paléozoïques, méso-cénozoïques et quaternaires assez réduit. Reposant en discordance majeure sur un socle hétérogène.

Ces formations sont résumées dans la colonne stratigraphique type (**figure I.4**)

### A. Le socle :

Le socle du bassin de Tindouf est identifié à faible profondeur sur le flanc sud de bassin, il affleure au niveau des Eglabs, il est traverse et reconnu par 5 forage dans la partie méridionale du bassin (EAN-1, OLF-1, ARE-1, GSL-2 et GSL-3). D'après (BESSELES, 1977, BITAM et FABRE, 1996), le socle est de même âge et de même nature que celui des Eglabs, Il comprend :

- Des lambeaux d'un vieux socle archéen (gneiss, migmatites, granites).
- Des séries volcaniques (magmatisme d'Aftout) éburnéennes, où dominant des volcanites acides et des granites.
- Des séries de couverture constituées de grés-conglomératiques connus de la série de Guelb el Hadid et d'une série argilo-gréseuse et carbonatée d'âge protérozoïque supérieur discordante sur la première connue de la série de Hank.
- Des intrusions tardives sous forme de sillons et dykes de roches basiques (gabbros, diorites, basaltes...); ces roches recoupent toutes les formations précédentes.

### B. Le paléozoïque :

#### B.1. Le Cambrien :

La couverture paléozoïque du bassin de Tindouf varie de Nord qui plus épaisse et se réduit considérablement au sud

Au niveau de la plate-forme saharienne le cambrien est marqué par des grés quartzitiques et des quartzites à passées conglomératiques, avec des intercalations d'argiles, les séries comprises entre le Précambrien et l'Ordovicien c'est ainsi que « les quartzites de Djebilet » sont considérées comme Cambrienne, cette série est essentiellement quartzites ou arkosique.

#### B.1.a. Cambrien inférieur :

Il est représenté de bas en haut par les formations suivants :

- La série des calcaires supérieurs
- La série de schisto-calcaires
- La série des schistes et des grés terminaux

#### B.1.b. Cambrien supérieur :

Il est représenté par une série schisteuse à paroxides, passe à l'Est à des facies complètement à Tigilites.

#### B.2. L'Ordovicien :

Il caractérisé par des dépôts fluviatiles au Sud et marin au Nord, il est bien limité par sa base argileuse reposant sur la dalle à Lingules du Cambrien et par son sommet qui coïncide avec l'apparition des siltites verte à des argiles noires du Silurien (KETTOUCHE 2009).

L'Ordovicien est subdivisé en trois parties qui sont comme suit :

- Au Nord du bassin : L'Ordovicien est représenté par un ensemble schisto-gréseux avec des très rares intercalations de calcaire. Il comprend les formations suivantes (CHOUBERT ET FAURE-MURET, 1983) :
  - a. Les schistes de Feidjas externes
  - b. Les grès du premier Bani
  - c. Les schistes de Ktaoua
  - d. Les grès du deuxième Bani
- Au Centre du bassin : des sondages mettent en évidence une série argileuse (argile du Trémadocien inférieur) et sous ces argiles une série gréseuse épaisse (environ 450m), s'amincit du Nord au Sud et disparaît complètement à l'extrême Sud, suivie d'une série grés-argileuse d'âge Arénigien inférieur ; surmontée par une série d'origine glaciaire, attribuée à l'Ashgillien supérieur et comprenant un terme inférieur argilo-gréseux et un terme supérieur gréseux (LEGRAND, 1985).
- Au Sud du bassin : l'Ordovicien supérieur est caractérisé par des grès, «la formation de Ghezziane» (dépôt fluviatile) constituent la première formation paléozoïque du flanc sud du bassin de Tindouf et reposent directement sur le socle de la dorsale Réguibat. Ils comprennent un membre inférieur (Quartzites de Djebilet) et un membre supérieur (grès d'Aouinet Bel Legraa) (BITAM et al, 1996).

### B.3. Le Silurien :

Il est constitué comme pour toute la plate-forme saharienne d'une formation argileuse grise à graptolithes avec des intercalations gréseuses et carbonatées reposant en discordance stratigraphique sur l'Ordovicien.

L'épaisseur de Silurien s'amincit du Nord au Sud et d'Ouest au Est de l'ordre de 700m à l'Ouest et ne dépasse pas 120m à la bordure de la dorsale Réguibat (FABRE 1976 et GEVIN 1960).

### B.4. Le Dévonien :

Le Dévonien est caractérisé par des dépôts très fossilifères, il est subdivisé en trois termes :

B.4.a. Le Dévonien inférieur : est surtout gréseux, parfois très grossier. Il débute toujours par une zone très conglomératique (GEVIN 1960).

Au Nord du bassin :

– Le Lochkovien (Gédinien) : il est représenté par des alternances d'argiles, et de grès fins atteint son maximum d'épaisseur (297m) à IGA-1bis où son faciès est presque totalement constitué d'argiles feuilletées, très silteuses et micacées (KETTOUCHE 2009 et MEDAOURI 2004).

– Le Praguien (Siégénien) : il est constitué par des grès fins à grossiers, parfois micro-conglomératiques, à passées d'argile et de calcaires bioclastique (organiques), (MEDAOURI 2004).

– L'Emsien : est composé de grès à passées d'argiles avec des niveaux carbonatés. Il est épais dans la partie occidentale et se réduit considérablement vers la partie orientale

Au Sud du bassin :

Le Dévonien inférieur est connu sous le nom « formation de Gara Djebilet». Il est représenté par des grès avec des intercalations argileuses et se subdivise en deux membres :

- Les grès de Djebilet
- Les grès supra-minéraux

B.4.b. Le Dévonien moyen :

Au Nord du bassin : il est constitué par deux formations :

- Une formation argilo-calcaire : ce sont des schistes à Goniatites et des grès à intercalations carbonatées formant ainsi le quatrième Rich. Ce dernier est daté de l'Eifelien (Couvinien)
- Une formation calcaire : constituée d'un niveau carbonaté, formé de calcaire à passées d'argiles vers le sommet. riche en fossile (Goniatites et Trilobites).

Au Sud du bassin : il correspond à la formation de « L'oued Talha », composée de deux membres :

- Les argilites de l'Oued Talha.
- Les calcaires bioclastique de Kerb Tsubia.

B.4.c. Le Dévonien supérieur :

Au Nord du bassin :

Il est totalement argileux. Il est représenté par la série des « argiles de la plaine de Draa », qui comprend trois âges :

- Le Frasnien : Il est constitué essentiellement par des argiles à passées calcaires
- Le Famennien : Il est constitué essentiellement par des argiles à la base, le sommet est formé d'argiles à intercalations gréseuses et de passées de grésocalcaires.
- Le Strunien : Il est constitué par des intercalations d'argiles, et de grès. Le Strunien est beaucoup plus gréseux sur le flanc sud du bassin. Cette formation n'a pas été rencontrée par les forages situés au Nord.

Au Sud du bassin, le Dévonien supérieur correspond à la formation de «Kreb En Naga » et il est composé par :

- Les silts de l'Oued Ghazzal,
- Les Argiles de l'Oued Slougia, couronnées par des lits de gypse

B.5. Le carbonifère :

Il est présent au Sud du bassin au niveau du puit NG-1.

Le Carbonifère est classiquement subdivisé en quatre « unités » sur le flanc sud et en cinq sur le flanc Nord (Tableau 1) (F.AMROUCHE ; 2004)

Type de formation	Série	Etages	Formation du flanc Sud	Formation du flanc Nord
Carbonifère Continental	Carbo Sup	Stéphano-westphalien	Hassi Aouelouel	Merkala
		Namurien		Djebel Rouina
Carbonifère Marin	Carbo Inf	viséen sup	Ain El Barka	Ouarkziz
		Viséen inf	Kerb Es Sefiat	Bétaina
		Tournaisien	Kerb Es Slougia	Tazout III

**Tableau I.1:** Les unités litho-stratigraphiques du Carbonifère du bassin de Tindouf

#### B.5.a. Le carbonifère inférieur :

Il est caractérisé par une sédimentation marine, il comprend :

– Le Tournaisien :

Il est constitué d'une intercalation argilo-gréseuse et de rares niveaux carbonatés, on distingue l'unité de Tazout III au flanc Nord et Kerb Es Slougia au flanc Sud.

– Le Viséen :

Il est caractérisé par des grès fins à moyens avec des intercalations d'argiles subdivisées en deux unités :

- Le Viséen inférieur : composé essentiellement d'argiles noires, silteuses, a passées gréseuses fines et de calcaire argileux. Il correspond à l'unité de Bétaina au Nord et Kerb Es Sefiat au Sud.
- Le Viséen supérieur : constituée de trois termes : argilo-gréseux «B», argilo-carbonaté « C », et argilo-anhydritique « D », où les argiles sont noires, la série de Ouarkziz et Ain El Barka.

#### B.5.a. Le Carbonifère supérieur :

Composé par une sédimentation continentale fluvio-deltaïque à dominance argileuse, subdivisé en deux unités :

–Le Namurien :

Il est composé par des calcaires à polypiers et parfois gréseux, il comprend la série de Djebel Rouina au Nord.

– Le Stéphaniens :

Il est constitué essentiellement par une alternance de grès à grains fins et d'argile rouge, et sont riches en fossiles (fougère de Stéphaniens inférieur), avec des niveaux charbonneux à la base, il correspond aux formations et Merkala au Nord du bassin et à la formation de Hassi Aouelouel au Sud.

#### C. Mésozoïque :

Les formations Mésozoïques des bassins du Sud-Ouest de la plate-forme saharienne sont très peu développées.

Le Mésozoïque est absent mais certains auteurs signalent la présence d'un Crétacé à faciès grés-argileux, et on doit noter par contre la présence de Crétacé marin à la partie extrême occidentale du synclinal de Tindouf. Comme la limite de cette transgression n'est pas connue, il se pourrait qu'on la trouve au NW de Tindouf sous la table Hamadienne (GEVIN, 1958).

#### D. Le Quaternaire :

Le Quaternaire est constitué d'alluvions, d'éluvions, de colluvions et de sables éoliens organisés en petites dunes (GEVIN, 1960), il comprend les formations suivantes respectivement :

- ✚ Les regs qui sont des surfaces aplanies d'origine éolienne.
  - ✚ Les ergs qui sont des alignements de dunes ou cordons dunaires.
  - ✚ Les fedjs inter-dunaires qui sont des ergs sablo-calcaire-gypseux se développant entre les ergs.
  - ✚ Les daias qui sont des bas-fonds plats, non salins, garnis généralement de limons fins.
- Les sebkhas qui constituent les bas-fonds collecteurs d'oueds, tapissés des dépôts salins et gypseux.

Ages	Stratigraphie	Epaisseurs (m)	Lithologie	Description
Quaternaire				
Eocène	Hamada	40 à 100		Calcaires silicifiés Grès et sables tufolimoneux
Paléocène	Merkala*			<b>Discordance hercynienne</b>
Stéphanien	Hassi Aouelouel	350 à 500		Argiles bariolées à passées de grès fins
Westphalien	Djebel Rouina* Ouarkiz*			
Namurien	Ain El Barka	100		Grès a stratifications entrecroisées et obliques
Serpukhovien	Bétaina*	500 à 700		Calcaires, marnes à anhydrite, Coraux et <i>Gigantoproductus</i>
Viséen supérieur	Kerb Es Sefiat			
Viséen inférieur	Tazout III* Kerb Es Slougia	300 à 500		Argiles à passées de grès et de calcaires
Tournaisien	Kerb En Naga Oued Ghazal Oued Tsabia	80 à 160		Grès, quartzites et siltes
Dévonien supérieur	Oued Talha	280 à 450		<b>Anneaux de Liesegang</b> Dolerite siltes, argiles,
Dévonien moyen	Djebilet	40 à 100		Argiles à passées calcaires et gréseuses
Dévonien inférieur	Sebkha Mabbes	50 à 100		<b>Muraille de Chine</b> Grès et argiles silteuses
Silurien	Ghezziane	120 à 700		Argiles noires à Graptolithes
Ordovicien supérieur	Yetti- Eglab	0 à 200		Grès glaciaires à figures de cryoturbation
Précambrien		?		au sommet

**Figure I.4** : Colonne stratigraphique type du bassin de Tindouf (in AMROUCHE 2004)

### E. Les dolérites du bassin de Tindouf :

Au début du Mésozoïque, dans les bassins occidentaux du Sahara algérien, on connaît une intense activité magmatique, composée essentiellement par la mise en place des filons doléritiques (GEVIN, 1960), liée au stade précoce de l'ouverture de l'Atlantique central (FABRE, 1976).

Les filons se localisent préférentiellement au niveau du domaine stable du craton Ouest-Africain (**figure I.5**)

Les types de dolérites :

En affleurement ces dolérites sont altérées en boules au niveau du flanc Nord qu'au flanc Sud du bassin et comprennent trois formes de gisement différent qui sont :

- Les sills :

Composé la grande partie des roches éruptives en surface, ce sont des dolérites qui se développent en extension (BOUCHNEB, 1989). La mise en place des sills doit être nécessairement influencée par la compétence des roches encaissantes au moment de l'intrusion (HADDOUM, sous-presse) Ainsi, ces roches montrent des contacts concordants avec des argiles.

- Les dykes :

Ils correspondent à une lame épaisse de quelques dizaines ou centaines de mètres de roche magmatique recoupant les structures de l'encaissant. On cite plusieurs dykes à la faveur des failles NE-SW où N-S.

- Les massifs intrusifs :

Probablement des « cheminées », ils sont connus dans la région, ils occupent des surfaces importantes qui peuvent atteindre 100km<sup>2</sup> (GEVIN 1960).

Ce genre de gisement est connu surtout sur le flanc Nord du bassin, dans la partie Est du pli Zemoul et dans le cœur de l'anticlinal d'Oum Ksi

Les dolérites en forage :

Après les analyses des logs habillés et des colonnes litho-stratigraphiques de tous les forages de la région, les résultats obtenus nous ont permis de tracer un tableau synoptique des dolérites (Tableau 2), (M. BOUCHNEB, 1989)

On distingue que les intrusions doléritiques se rencontrent beaucoup plus dans des niveaux stratigraphiques paléozoïques, particulièrement dans les argiles du Famennien.

Ces dolérites ont été rencontrées dans six (6) forages.

Sigles des forages	Les formation			Les dolérites			
	La formation	Profondeur du Toit (m au dessous du sol)	Epaisseur totale de la formation (m)	Profondeur du Toit (m au dessous du sol)	Epaisseur individuelle de la dolérite (m)	Epaisseur totale de la dolérite (m)	Volume des dolérites dans la formation (m)
HMA-1	Famennien	54	491	99 133 390	21 20 35	76	15,5%
IGA-1bis	Famennien	9	903	670 785	66 27	93	10,3%
ASJ-1	Famennien	5	1476	871 972 1367	25 94 33	152	10,3%
NG-1	Strunien	2416	369	2499 2620	43 68	111	30,1%
	Famennien	2785	854	3507	54		6,3%
EAN-1	Cambrien	2288	431	2436	89		20,6%
GSL-3	Strunien	720	208	770	71		34,1%
	Précambrien	2276		2322	73		

**Tableau I.2:** Tableau synoptique des dolérites dans le bassin de Tindouf

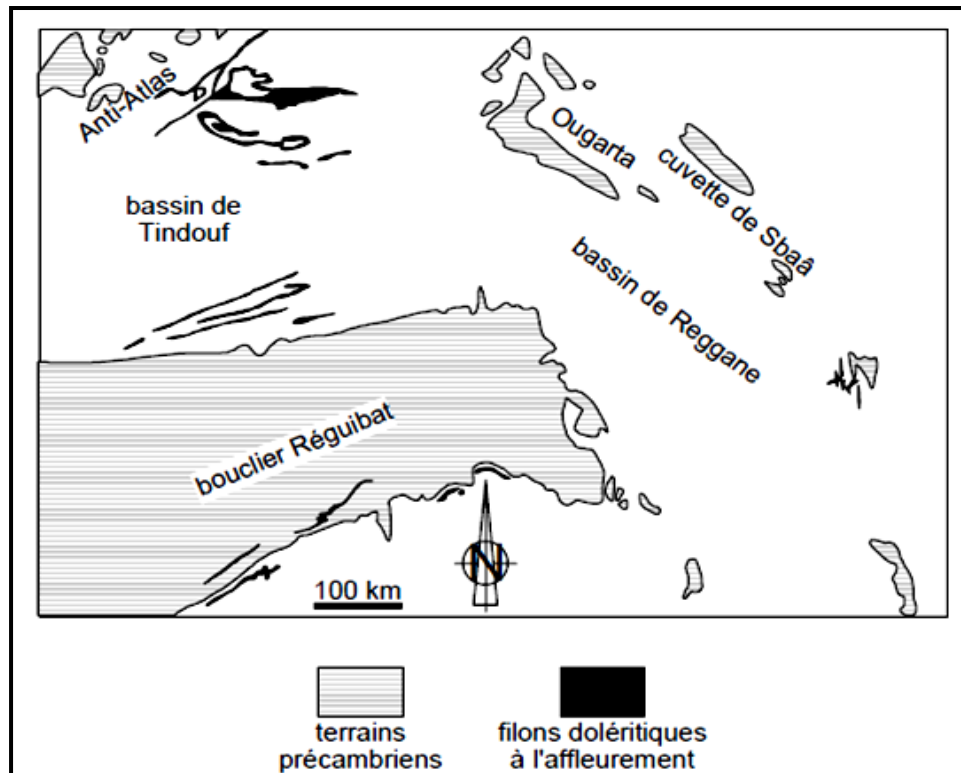
(D'après BOUCHNEB, 1989) modifié

Âge de mise en place des dolérites :

La majorité des données relatives à l'âge de ces dolérites est tirée de Conrad.1972, de FABRE.1976, KHENNOUS.1997, HADDOUM. 2001, MEDAOURI. 2004, SMITH. Et Al. 2006, CHABOU.M.C.2007.

L'âge de mise en place des dolérites du bassin de Tindouf est mal connu et controversé, deux hypothèses sont émises dans ce sens :

1. La première hypothèse suppose et défend une mise en place d'âge paléozoïque
2. La deuxième hypothèse indique une mise en place Jurassique



**Figure I.5 :** Carte de répartition des filons doléritiques Jurassique à l'affleurement

(D'après KHANNOUS, 1997)

## VII. ASPECT GEODYNAMIQUE ET STRUCTURALE :

Aspect géodynamique :

Le bassin du Tindouf a fonctionné durant le Paléozoïque, son histoire a commencé depuis le précambrien, il est structure pendant le cycle hercynien et il a continué de subir des contraintes de cycle alpin.

L'évolution géodynamique du bassin dépend principalement par deux facteurs qui sont comme suit :

- La subsidence
- La succession des phases tectoniques

### A. Les phases tectoniques :

La structuration actuelle de la plate-forme saharienne est le résultat de plusieurs Phases tectoniques intenses, qu'ait au cours des temps géologiques (Tableau I.3) (A. BOUDJEMA, 1987).

La couverture sédimentaire a subi plusieurs phases tectoniques, seul (GEVIN 1960) en étudiant le flanc Sud, a établi un calendrier des phases de déformation du bassin, il comprend :

- Le cycle Panafricain :  
C'est une période qui correspond à la réactivation des grands accidents méridien de socle, avec des bombements parallèles à la suture panafricaine.
- Le cycle Calédonien :  
Elle est caractérisée par des up-lifts dans le bassin de Tindouf, on distingue d'Ouest en Est : Aouinet bel Legraa, Laroussi-Zemila et Bou Bernous, séparés par les sub-bassins de Djebilet et d'Iguidi (le bassin d'Iguidi est plus subsident par rapport à celui de

Djebilet).cette structuration est initiée durant l'Ordovicien avec un dépôt de 1000m de grès.

La phase taconique est bien connue au Sud avec des ravinements dans le Cambro-Ordovicien et doit exister aussi au Nord où elle se devine dans les corrélations à travers les sondages.

- Le cycle Hercynien :

Cette phase est matérialiser par une activité épirogénique importante, c'est la phase de structuration majeure Elle a causé des plissements à grand rayons de courbure (le vaste synclinale de Tindouf), elle aussi engendre les grandes failles obliques (ENE–WSW) liés à la remonter des dolérites (GEVIN 1960).

- Le cycle alpin :

Ce sont tous les mouvements poste hercyniens et poste-hamadiens qui ont repris ces anciennes structures.

La phase post hercynien qui s'étend du Permien au Jurassique. C'est une période de relaxation très évoluée, se termine par une tectonique extensive.

Les mouvements poste-hamadiens, ayant repris d'un côté les courbures paléozoïques sous-jacents, et de l'autre les ultimes cassures hercynien (GEVIN 1960).

Période	Phases tectonique	Jeux des failles	Influence sur la sédimentation
Barrémien	AUTRICHIENNE	Failles normales N-S et NE-SW	Erosion des sédiments du Lias au Crétacé
Trias-Lias	RIFTING	Failles inverses NE-SW	Erosion sur les axes NE-SW
Début Carbonifère-Viséen	HERCYNIENNE PRECOCE	Failles inverses NW-SE	Erosion sur les axes NE-SW
Dévonien			Non-dépôt et érosion locale (Mole d'Ahara)
Siluro-Dévonien	ARDENNAISE	Failles inverses N-S	Erosion sur les moles subméridiennes
Ordovicien-Silurien	TACONIQUE	Failles inverse N-S	Soulèvement du bouclier Touareg et Réguibat
Cambro-Ordovicien	SARDE	Jeu normale des failles N-S	Variation des épaisseurs contrôlée par des failles et volcanisme
Cambrien	PANAFRICAINE TARDIVE	Failles NE-SW et NW-SE	Cratonisation de Sahara central

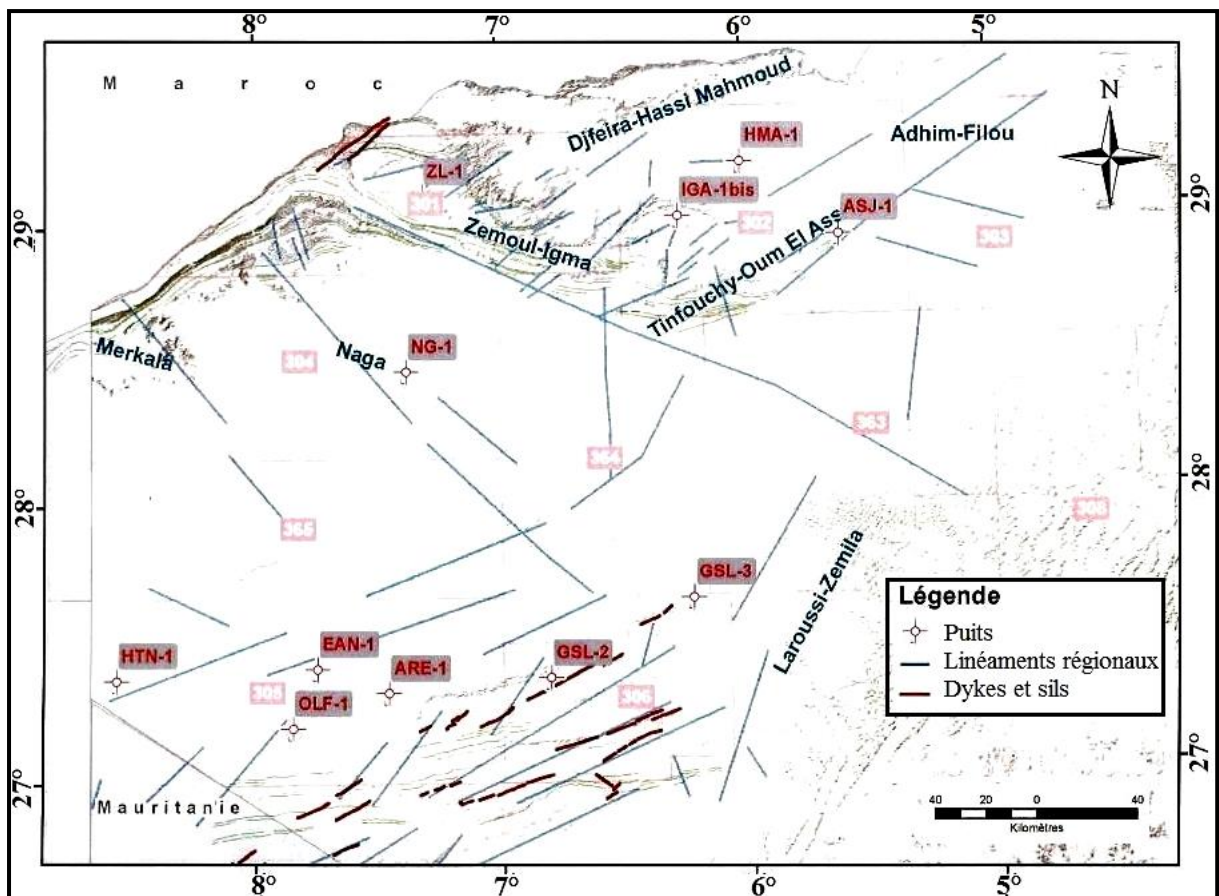
**Tableau I.3:** Tableau résumant l'ensemble des événements tectoniques et sédimentaires au niveau de la palte forme saharienne durant le Paleozoïque (D'après BOUDJEMA 1987)

### B. Aspect structurale du bassin :

Le bassin de Tindouf est bordé au Nord par une guirlande de chaînes plissées (l'anti atlas W et l'Ougarta au NE) lui donnant l'aspect d'un trapèze, (MEDAOURI 2004). Selon (FABRE 1976) la tectonique hercynienne est la phase ayant structuré le bassin.

L'analyse de la carte des linéaments majeurs du bassin (**figure I.6**) montre la combinaison de plusieurs directions (MEDAOURI 2004).

- Les directions NE-SW et NW-SE, liés à la présence de dolérites semblent être les plus importantes et les plus répandues.
- La direction E-W, se localise surtout au Nord du bassin dans la région de Zémoul.
- La direction N-S, se concentre en bordure NE du massif des Eglabs.



**Figure I.6 :** Carte linéamentaire globale du bassin de Tindouf au 1/2 000 000e (D'après KETTOUCHE D., 2009).

### C. Les différentes discordances du bassin Tindouf :

Selon, (GEVIN, 1960 et GUERRAK, 1984) plusieurs discordances ont été signalées dans le bassin, il comprend de bas en haut :

- La discordance de ravinement glacière sépare les grés du deuxième Bani de la formation de K'taoua de l'Ordovicien.
- La discordance taconique sépare les dépôts argileux du Silurien des grés terminaux de l'Ordovicien.
- La discordance Emsienne se manifeste dans la partie Sud du bassin uniquement.
- La discordance Westphalienne qui n'est mentionnée que dans la partie septentrionale du bassin.

### VIII. TRAVAUX ANTERIEUR :

L'étude du Sahara algérien du point de vue géologique a commencé il y a fort longtemps. Les premiers parcours effectués à travers ce territoire remontent au siècle dernier.

En 1880, Oscar LENZ de son voyage du Maroc jusqu'à Tombouctou (Mali) en passant par le Sahara Algérien regroupe ses informations dans son Ouvrage intitulé « *Timbuktu : voyage au Maroc, au Sahara et au Soudan* » où il met en évidence l'âge paléozoïque des séries sédimentaires de part et d'autre de la dorsale Reguibat (*in P.Gevin, 1960*).

Plus tard (1923), Menchikoff parcoura pour la première fois les régions centrale et méridionale du bassin de Tindouf. Il publiera plusieurs notes (1930, 1933, 1935, 1942, 1946, 1949 et 1953). Sa thèse qui est parue en 1930, devint la base des travaux ultérieurs (*in P.Gevin, 1960*).

Après cette étape des pionniers, une deuxième phase commence dans les années 1940. Les études géologiques sont réparties entre le Flanc Nord et le flanc Sud.

Gevin, en 1948 étudia la série paléozoïque d'Aouinet Bel Legraa, au contact du massif Yetti-Eglab. La thèse de Gevin sur le sud du bassin de Tindouf et le massif Réguibat est paru dans les années 1957-1958, cette oeuvre reste la principale source d'information sur la nature lithologique et stratigraphique des terrains paléozoïques au sud de Tindouf.

Le flanc nord, est étudié depuis le début des années 1950, par G.Choubert, H. Hollard et P.Jaquemont et par le Service de la Carte Géologique du Maroc. Ces travaux sont relativement plus nombreux par rapport à ceux effectués dans la partie méridionale.

### IX. L'ASPECT PETROLIER DU BASSIN TINDOUF :

Le potentiel pétrolier du bassin de Tindouf reste toujours mal connu. De 1971 au 1979 seulement 10 puits ont été forés, qui ont révélé des indices au niveau des réservoirs gréseux du Cambro-ordovicien et du Dévonien. Au début de l'année 2009, un nouveau programme a été établi pour relancer la recherche pétrolière dans la région, ce programme s'est soldé par le forage d'une dizaine de coredrills (CDT-1 à 10), repartis sur les bordures du bassin ainsi que le forage de quatre puits d'exploration pétroliers qui sont OMLA-1, OMLAE-1, NGE-1 et IGAE-1 et l'acquisition de 600 Km de sismique 2D.

Les résultats pétroliers sont récapitulés dans le (tableau I.4)

Sigle	Nom	Type de forage	Année	Zs (m)	Zt (m)	Profondeur finale (m)	Formation atteinte	Résultats
GSL-3	Ghassel-3	Exploration	1971	391,17	399,17	2692,50	Socle (?)	Emsien : indice d'huile Ordovicien: Sec
GSL-2	Ghassel-2		1970	344,26	352,26	1549,00	Socle	Carbonifère sup, Emsien : indice d'huile Ordovicien : Sec
HMA-1	Hassi Mahmoud-1		1969	655,11	663,11	4187,50	Cambrien	Dévonien inf : sec et à eau Cambro-Ordovicien : indice de gaz
IGA-1bi	Igma-1bis		1968	575,00	583,00	4489,75	Cambrien	Dévonien inf : trace de gaz Ordovicien : faible venue de gaz
ARE-1	Aroueta-Est-1		1964	124,80	428,20	1700,80	Socle	Cambro-Ordovicien : sec, trace d'huile
ASJ-1	Assejmi-1		1963	463,59	470,60	3415,40	Ordovicien	"Dévonien inf : Sec Ordovicien (1er Bani): 60 m 3/j d'eau salée avec vapeur de gaz Ordovicien (1er Bani): débit non mesuré d'eau salée émulsionnée de gaz"
OLF-1	Oudiane Lemkhaf-1			412,50	416,10	1556,00	Socle	Dévonien inf. et l'Ordovicien secs avec traces d'huile
EAN-1	Arouéta-Nord-1			423,50	427,00	2754,00	Socle	"Dévonien inf : Sec Ordovicien : 7.5 m3/h d'eau salée émulsionnée de gaz (5.9 m3/20mn débits de gaz)"
HTN-1	Hamada de Tindouf-		1962	449,00	452,50	2534,70	Socle (?)	"Carbonifère sup : Sec Toumaisien : 3.13 m3/31mn d'eau salée émulsionnée de gaz combustible Dévonien inf:65.9-93.4 m3/j de gaz combustible Ordovicien : Indice de gaz"
NG-1	Naga-1			495,00	499,77	4433,65	Dévonien inférieur	Carbonifère sup : traces de gaz Strunien-Fam : faible venue de gaz sec non mesuré Emsien,
ZL-1	Zemoul-1	Stratigraphique	1956	440,00	447,00	2145,00	Ordovicien	"Emsien : Recuperation de boue avec trace d'huile Ordovicien : Sec"

**Tableau I.4:** Résultats pétroliers des puits du bassin Tindouf (S-H)

Le système pétrolier du bassin de Tindouf est constitué par des différents éléments qui sont :

La roche mère :

Elles correspondent aux séries argileuses de la couverture paléozoïque, à savoir le Silurien, l'Ordovicien, le Frasnien et le Famennien

La roche réservoir :

Les principaux réservoirs du Play Ordovicien se situent dans les niveaux gréseux du Llandeilo et de l'Ashgillien, désignés respectivement et localement par « les grès du « 1er Baní » et « 2e Baní ».

- les grès du (1<sup>er</sup> Baní) : Ils sont constitués par des grès gris-verdâtres quartzitiques, fins, parfois argileux, à ciment siliceux à silico-argileux, massifs. Ce faciès correspond à des dépôts de barres littorales. L'épaisseur de ces grès est de l'ordre de 140m en moyenne avec des porosités très variables allant de 4 à 7.5%.
- les grès du (2<sup>ème</sup> Baní) : Ils sont composés par des grès gris, fins à grossiers, quartzitiques, bien classés, massifs à ciment siliceux à silico-argileux. Ce faciès correspond aux dépôts fluviatiles. L'épaisseur moyenne de ces grès est de l'ordre de 280m en moyenne au Nord du bassin, la porosité varie de 5 à 7% en moyenne et peut atteindre jusqu'à 23%(porosité de fractures).

La roche couverture :

Les principales roches couvertures du bassin de Tindouf sont représentées par :

- Les argiles de l'Ordovicien (103 à 2000m d'épaisseur) et les argiles du Silurien (177 à 907m d'épaisseur) pour les Play cambro-ordoviciens.
- Les argiles carbonatées du Dévonien supérieur (55 à 1520m d'épaisseur) pour les Play du Dévonien inférieur (Emsien).
- Les argiles du Tournaisien et du Viséen pour les Play du Tournaisien-Famennien supérieur.

Le piège :

Les pièges les plus connus sur l'ensemble du bassin sont les suivant :

A. Pièges contre-faille :

Les plus répandu sur tout le bassin sous forme d'anticlinaux faillés. Les failles sont dues aux mouvements d'extension, elles ont souvent un faible rejet et s'accompagnent d'une amélioration de qualités réservoir. Au Sud du bassin, les failles ont joué le rôle de barrière en raison de leur remplissage en dolérites.

B. Pièges anticlinaux :

Ils sont plus répandus sur le flanc nord du bassin avec une géométrie très complexe.

C- Pièges stratigraphiques :

Les séries paléozoïques changent d'épaisseur et de faciès du Nord vers le Sud.

Ces variations désignent des biseaux très intéressants sur les terrains précambriens qui sont déjà prouvés au niveau des réservoirs cambro-ordoviciens

**X. ANNONCE DE PLAN :**

Ce mémoire est structuré par trois chapitres.

**Chapitre I :** introductif, expose la problématique de ce travail, un historique et une synthèse des travaux antérieurs. La méthodologie d'approche, le cadre géographique et géologique général, le cadre géodynamique, un aperçu lithostratigraphique, ainsi qu'une synthèse des événements importants du Paléozoïque inférieur

**Chapitre II :** étude sédimentologique, basé sur la description des carottes et les données de terrain

**Chapitre III :** étude pétrographique, basé sur l'analyse des lames minces

## I. INTRODUCTION\_:

Pour la description des séries sédimentaires, on peut faire recours aux observations des affleurements de terrain, ou bien procéder à des descriptions de carottes qui sont des prélèvements d'échantillons dans sous-sol obtenus au cours de forage et ceci à l'aide d'un outil appelé : le carottier. La carotte ainsi remontée, est du point de vu stratigraphique continue et ne présente pas d'interruptions ou de lacunes. Par ses propriétés, les observations établies sur les carottes géologiques permettent, une reconnaissance des successions logiques des faciès, une analyse séquentielle des séries sédimentaires de différents ordres. Ceci est possible par les structures sédimentaires enregistrées lors du dépôt et des ruptures majeures de la sédimentation (discontinuités). Une caractérisation des milieux de dépôt et détection des différentes anomalies, comme : les changements brusques de faciès, les changements rapides d'environnement de dépôt, les discordances..., sont facilement observable. Ces ensembles de données détaillés permettent de relier la géométrie des strates vues en sismique avec les assemblages de faciès observés en subsurface.

## II. Rappel :

Avant de parler sur l'aspect sédimentologique de la zone étudiée, il est utile de rappeler les principales caractéristiques de certains milieux sédimentaires.

### II.1. Les milieux de sédimentation :

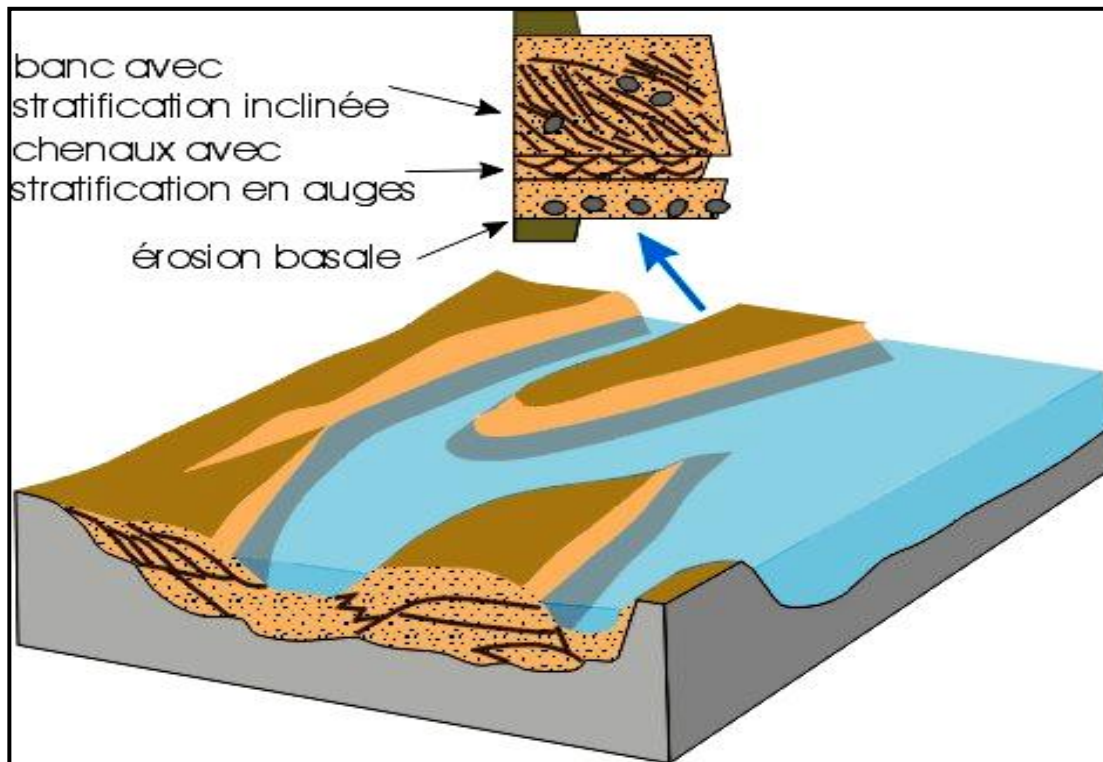
#### A. Le milieu fluvial :

Les rivières sont surtout des agents de transport. Elles déposent néanmoins aux endroits où la vitesse diminue. Les caractères du réseau fluvial (l'indice de sinuosité et le nombre de chenaux), déterminent les formes d'accumulations. Le type de réseau dépend essentiellement de la pente, de la charge transportée et de la stabilité des rives (rôle stabilisant de la végétation). Tous les intermédiaires existent. Une même rivière change de type de sa source à son embouchure. Le réseau est généralement en tresse en amont et à méandres en aval. Les réseaux droits sont rares. Les réseaux anastomosés sont observés dans les zones subsidentes de climat humide. Les réseaux en tresse et méandriques sont les plus fréquents (BOULVAIN F., 2015).

Une rivière dépose dans son ou ses chenaux, formant son lit mineur, des amas de galets et sables appelés barres. Lors des crues, elle envahit sa plaine d'inondation et y dépose des matériaux généralement plus fins, les limons, contenant une forte proportion d'argile formant des séquences positives qui débutent par un pavage de galets et se terminent par des limons de plaine d'inondation, montrant des traces de sols et de végétation. Cette sédimentation diffère d'un réseau à un autre ; on distingue :

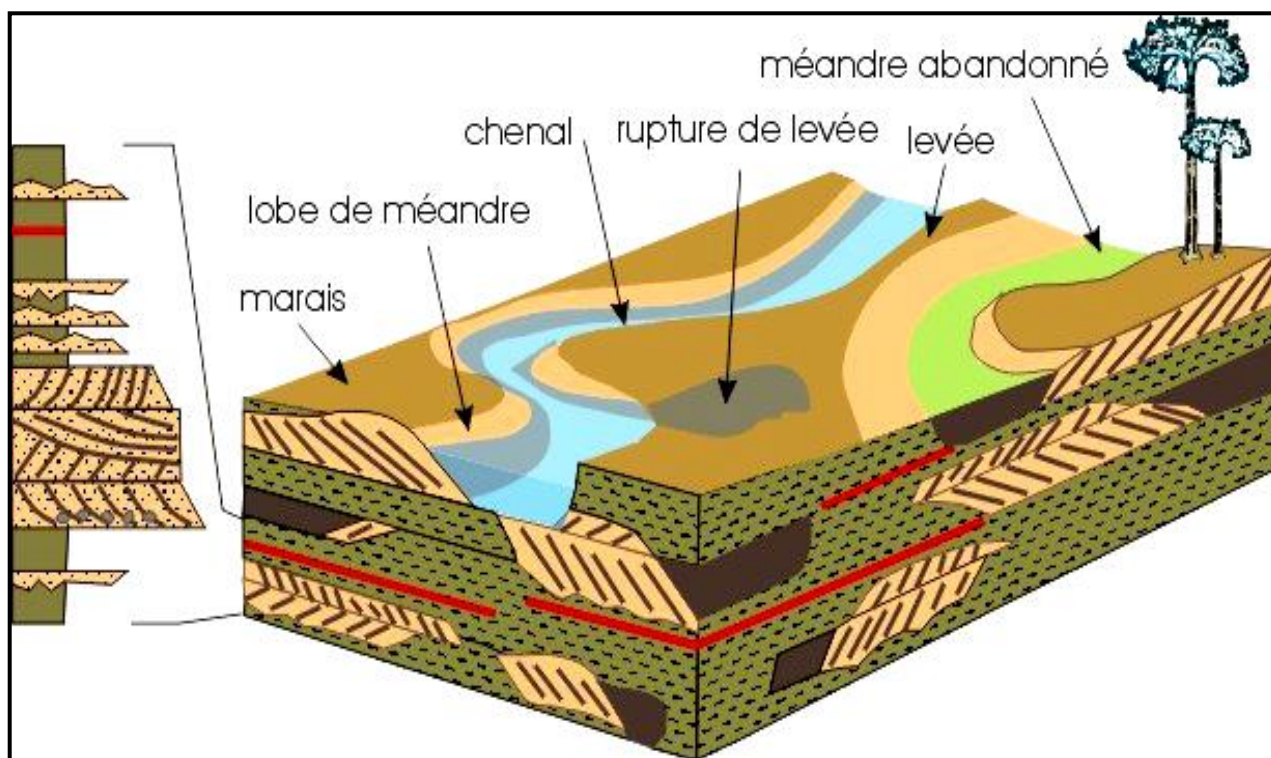
- La sédimentation des réseaux en tresse : Les rivières en tresse sont rapides, on les trouve dans les régions de montagne, leur dépôts ressemble, beaucoup à ceux des cônes torrentiels. Ils se déposent sous forme de barres longitudinales, qui séparent les chenaux (Figure II.1). Ces barres deviennent obliques (transversales) dans les courbes, elles sont mobiles et s'accroissent dans le sens de courant "accrétion longitudinale", leur forme dépend de la charge et du débit.

Elles sont constituées de galets imbriqués qui tombent en avalanche en aval, de graviers, de sables à litages entrecroisés. Elles sont souvent ravinées par le déplacement des chenaux (BOULVAIN F., 2015).



**Figure II.1** : Schéma d'un système fluvial à chenaux en tresse et exemple d'une séquence de comblement (BOULVAIN F., 2015).

- La sédimentation des réseaux à méandres : La sédimentation se fait sur la rive convexe, sous forme d'une barre de méandre. La barre s'accroît latéralement en même temps que la migration du méandre (accrétion latérale). Elle est constituée de sables disposés en litages obliques de grande taille (litages epsilon). Le chenal est bordé par des levés qui le séparent de la plaine d'inondation couverte de dépôts fins et son fond est pavé de galets (Channel lag). Si une levée est crevée pendant une crue, des sables se répandent dans la plaine d'inondation sous forme d'un microdelta de crevasse (crevasse splay), déposant des limons et des argiles propices à l'installation d'un sol, renfermant des lentilles décimétriques de sables et de galets qui correspondent à la divagation des chenaux méandriiformes (Figure II.2).



**Figure II.2 :** Schéma d'un système fluvial à méandres et exemple d'une séquence de comblement (BOULVAIN F., 2015).

Après diagenèse, les sédiments fluviaux donnent des conglomérats, grès, siltites et argilites. Les séquences fluviales sont généralement grano-décroissantes (elles sont dites positives), avec un niveau de galets à la base et des limons au sommet. Parmi les structures sédimentaires, on trouve en particulier des rides linguïdes (en forme de langue) et des grands litages obliques quand le réseau est méandrique. Les structures orientées (litages obliques, imbrications), montrent un courant en moyenne unidirectionnel. Les fossiles sont généralement absents, on retrouve seulement des traces d'activité organique dans les limons (terriers, racines). L'alternance des périodes d'érosion et de sédimentation dans l'histoire d'une rivière produit des niveaux fluviaux étagés ou emboîtés appelés terrasses (BOULVAIN F., 2015).

Le tableau qui suit, résume l'environnement de dépôt fluvial (Tableau II.1).

Domaine de sédimentation	Environnement	Facies	Structure sédimentaire	Type de séquence
<b>Continental</b>	<b>Fluvatile:</b> sédiments qui s'accumulent par ruissèlement d'eau			
	<b>Système fluvatile en tresse:</b> -Zone à gradient topographique important.  -Charge sédimentaire variable. -Faible sinuosité majeur.	<b>Dépôts de chenaux:</b> se manifestent par des séquences à bases érosives.  -Dépôts grossiers.  <b>Dépôts de barres:</b> forment le sommet des séquences, sable moyen à fin.	-Stratifications de type feston.   -Stratifications obliques. Rides et laminations planes.	Séquence en forme cylindrique à évolution strato-grano-décroissante.
	<b>Système fluvatile à méandres:</b> -Pourcentage d'argiles plus important. -Un seul chenal unique très sinueux.	-Dépôts de chenaux à prédominance sableuse, grossière à la base. -Dépôt fins au sommet. -Alternance de sable fin et des argiles à l'extrême sommet avec des traces de racines.	-Stratifications obliques.   -stratifications entrecroisées.  -Laminations parallèles et traces de racines.	Séquence en forme de cloche à évolution granodécroissante

**Tableau II.1 :** Tableau résumant l'environnement de dépôt fluvatile (*in* MESLEM I. ; ZID MA., 2000).

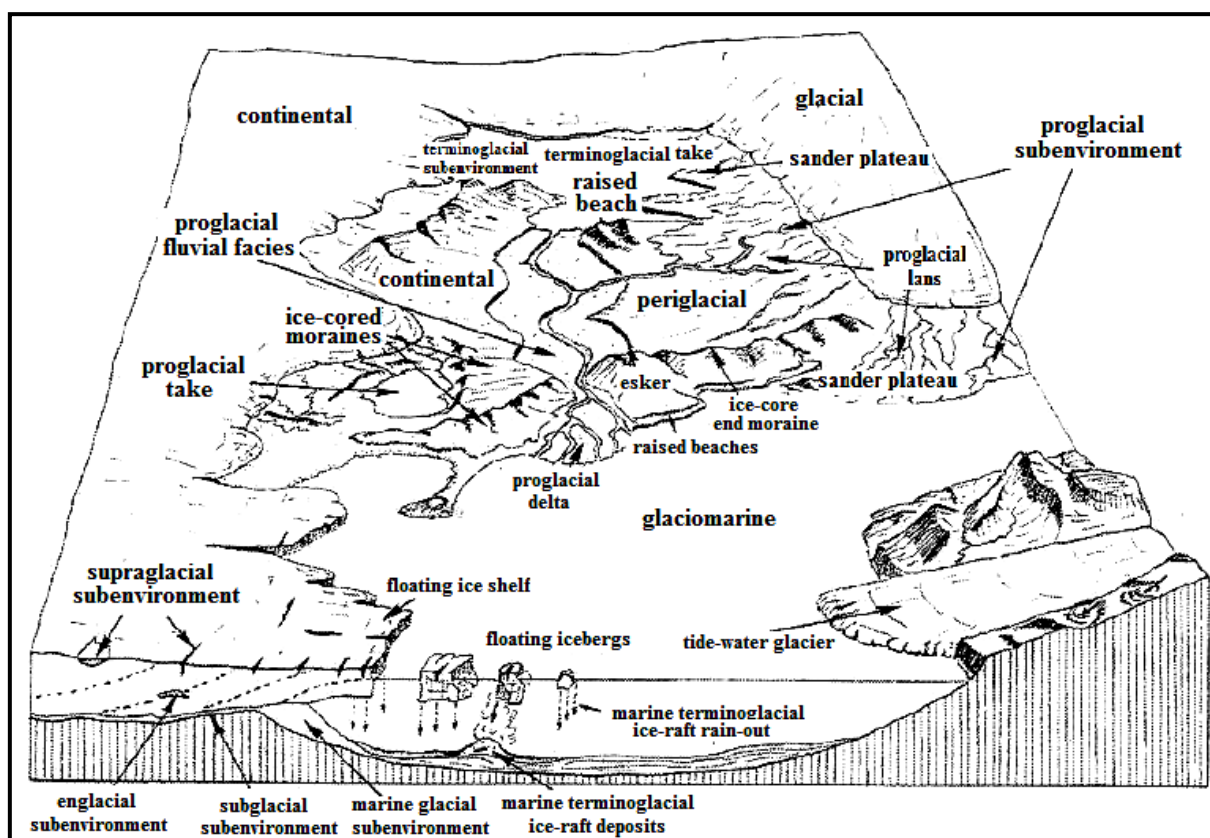
## B. Le milieu glaciaire :

On dénombre plusieurs types de glaciers, ceux de vallée jusqu'aux inlandsis. Notre étude se porte particulièrement au cas des glaciers de calotte, définissant des aires englacées supérieures à 50000 Km<sup>2</sup>.

L'environnement glaciaire se caractérise par la coexistence, dans le temps et dans l'espace, de processus d'érosion, de sédimentation et de déformation. On distingue plusieurs environnements de dépôts (Figure II.17), qui peuvent être regroupés en deux grands ensembles (*in CLERC S., 2012*) :

-Les environnements proglaciaires, sans influence directe de la glace : Fluvioglaciaire, Glaciomarin et Glaciolacustre.

-Les environnements glaciaires, sous influence directe de la glace : Supraglaciaire et Sous-glaciaire, correspondent à l'espace entre le substrat et le glacier, se caractérisent soit par le contact direct entre la glace et le substrat, donnant lieu à la déformation et à l'érosion des sédiments, soit par l'existence de chenaux et des cavités sous glaciaires permettant le développement de processus de transfert et de dépôt de sédiments à l'interface glace-substrat.



**Figure II.3 :** Modèle synthétique représentant les environnements fluviglaciaire, glaciomarin, glaciolacustre, supra-glaciaire et sous-glaciaire. (Modifié d'après BRODZIKOWSKI et VAN LOON, 1991 *in CLERC S., 2012*).

### B.A. Les sédiments glaciaires et l'environnement périglaciaire (*in* CLERC S., 2012).

Les matériaux entraînés par la glace et libérés par la fonte de celle-ci vont constituer des sédiments, qui n'ont subi aucun tri granulométrique provenant de régions très éloignées. Les blocs sont rares, souvent anguleux. L'essentiel du sédiment est formé de graviers et de sables, deviennent des sédiments fluvio-glaciaires lorsqu'ils sont remaniés par les torrents et les étalent sous forme de complexe fluvio-glaciaire montrant un certain classement des éléments qui conservent néanmoins quelques traces de l'action du glacier (cassures conchoïdales de haute énergie, galets striés) et glacio-marins lorsqu'ils sont remaniés par les eaux puis déposés. Lorsque le front des glaciers débouche en mer et que la glace conserve des températures basses, les sédiments sont transportés au large par des icebergs. La fonte progressive de ceux-ci a entraîné une sédimentation constituée d'un mélange d'argiles, de graviers de quartz et de rares blocs erratiques : ce sont les argiles microconglomératique du Nord du Sahara.

En climat tempéré, les glaciers de montagne fondent en descendant dans les vallées ; les matériaux s'accumulent en une moraine frontale.

Si le climat change, par diminution des précipitations et/ou augmentation de la température moyenne, une grande partie, ou la totalité, du glacier disparaît : l'ensemble des matériaux des moraines latérales et de fond est déposé dans la vallée.

En climat froid et humide, les glaciers ne fondent pas et atteignent la mer. La glace se fragmente en icebergs qui transportent la charge solide, dérivent vers des zones plus chaudes et fondent en laissant tomber les matériaux sur les fond marins, ces "pierres tombées" s'appellent des drop stones

### B.B. Les morphologies laissées par les érosions glaciaires

Les irrégularités de la topographie du continent conditionnent l'avancée et l'écoulement des glaces. La masse glaciaire chargée de ces matériaux est capable sous l'effet de la pression d'imprimer sur son substratum les traces de ses déplacements. C'est ainsi que l'on observe en de nombreux points du Sahara des formes particulières qui sont aujourd'hui exhumées dans un excellent état de conservation souligné par les conditions désertiques. Les morphologies créées par la glace en mouvement sont de tailles différentes :

L'individualisation de langues glaciaires qui ont empruntées de profondes vallées de quelques dizaines de kilomètres de large pour plusieurs centaines de mètres de profondeur que la glace a modelé en ombilics et verrous impliquant un mouvement rapide de la glace, soit des formes plus petites, associées ou non aux précédentes, telles que les stries et les cannelures, parallèles et d'alignements observés sur la surface d'érosion principale, qui renseignent sur les directions d'écoulement. Ainsi que de nombreuses formes secondaires telles que les figures de broutage ou de tassement dues au déplacement de la glace sur un sol plus au moins gelé. On dénombre aussi des indices purement glaciaires à l'exemple des galets striés interprétés comme drop stones. Il faut signaler l'existence de surfaces polies et bosselées là où la glace agissait moins par sa vitesse et par sa pression verticale.

Lorsque la température à la base de l'inlandsis est supérieure à 0°, des circulations d'eaux sous-pression se produisent entre la glace et son substratum, créant des chenaux sous-glaciaires à parois très encaissées, profonds de plusieurs dizaines de mètres, dans lesquels des formes d'érosion rappellent les effets dus à la cavitation.

L'analyse et la répartition géographique de toutes ces formes d'érosion permettent de reconstituer la dynamique des glaces à l'intérieur de la calotte polaire, et l'étude des sédiments précise la paléogéographie.

Le tableau suivant résume les caractéristiques associées aux environnements sous-glaciaire et proglaciaire (Tableau II.2).

Environnement	Sédimentologie	Géométrie	Déformation
<b>Sous-glaciaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Présence de séquences de tills.</li> <li>-Prédominance des surfaces d'érosion/réactivation.</li> <li>-Directions d'écoulement très variables (&gt;150°).</li> <li>-Distribution homogène de dropstones.</li> <li>-Possibilité de déconfinement dans des cavités (ressaut hydraulique).</li> <li>-Faible proportion de dépôts fins (rhythmites, varves,...).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alternance haute fréquence de dépôts triés et non triés.</li> <li>-Amalgame des structures liées au manque d'espace.</li> <li>-Forte capacité à l'avulsion (cannibalisme des structures).</li> <li>-Présence d'un substrat irrégulier favorable au développement de cavités sous-glaciaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Déformation liée au couplage glace/substrat contemporaines des phases de sédimentation.</li> <li>-Déformations par cisaillement simple liées à l'écoulement de la glace (plis, plis faillés).</li> <li>-Déformations par aplatissement pur lors des phases de glace stagnante (micro-failles normales).</li> <li>-Déformations liées aux surpressions fluides à la base du glacier et dans le sédiment (hydraufractures, dykes).</li> <li>-Liquéfaction et fluidisation du sédiment, avec différents degrés.</li> </ul>
<b>Proglaciaire</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Prédominance de dépôts triés.</li> <li>-proportions élevées de dépôts fins liés à de la décantation dans des milieux calmes.</li> <li>-Directions d'écoulement variables (&lt;150°).</li> <li>-Possibilité de déconfinement (ressaut hydraulique).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Alternance basse fréquence de dépôts triés et non-triés.</li> <li>-Peu d'amalgames.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Déformations liées à la gravité (failles normales, glissements, ...).</li> <li>-Déformations liées au cisaillement simple, possibles lors de phases de ré-avancées. Dans ce cas, la déformation est à large échelle (thrust) plutôt que limitée à quelques bancs (déformation discrète).</li> </ul>

**Tableau II.2 :** Tableau résumant les caractéristiques associées aux environnements sous-glaciaire et proglaciaire (*in* CLERC S., 2012).

## II.2. Le milieu marin :

### A. Le milieu littoral :

Le littoral est caractérisé par les apports fluviaux, l'effet des houles et des tempêtes et enfin l'influence des marées, l'un ou l'autre de ces facteurs pouvant dominer. Il comprend la ligne de côte et une bande immergée de largeur variable dont la profondeur est inférieure à 200 mètres et qui correspond à la plate-forme littorale. La ligne de côte comprend les plages, les falaises et la partie du continent soumise plus ou moins directement à l'action de la mer : dunes littorales, marais côtiers, estuaires... . La nature de la sédimentation littorale, ou néritique, dépend essentiellement des apports détritiques du continent et de la productivité biologique. Ces deux facteurs dépendent eux-mêmes de la latitude et du climat. Dans les régions tempérées et froides, les matériaux détritiques dominent, leur composition est surtout siliceuse : on parle de sédimentation silicoclastique (Tableau II.3).

Dans les régions chaudes, nombreux sont les organismes qui fixent le carbonate de calcium. A leur mort, les éléments carbonatés s'accumulent au point de constituer la matière principale du sédiment, on parle de sédimentation littorale carbonatée (BOULVAIN F., 2015).

Domaine de sédimentation	Environnement	Facies	Structure sédimentaire
<b>Marin</b>	<p><b>Zone néritique:</b> correspond à la zone de la plate forme continentale.</p> <p><b>Zone supratidale:</b> peut évoluer en lagune de basse énergie.</p> <p><b>Zone intertidale:</b> souvent immergée, elle est soumise à l'action de la marée.</p> <p><b>Zone infratidale:</b> immergée en permanence sous l'eau.</p> <p><b>Zone bathyale:</b> talus et glacis.</p> <p><b>Zone abyssale:</b> zone de basse énergie, froide et calme.</p>	<p>-Eléments fins évaporitiques , dunes aquatiques formées de carbonates. Brèches d'érosion formées sous l'effet des tempêtes. -Dépôts de haute énergie.</p> <p>-Boue argileuse ou carbonatée, sédiments carbonatés (bioclastes en forme de mudstone et wackestone) -Dépôts de type flysch. Deep sea fan de haute énergie. Boue si l'énergie est faible. -Boue argileuse siliceuse.</p>	<p>-Traces de racines, fentes de dessiccation et figures d'émersion.</p> <p>-Stratifications entrecroisées, herring bones net rides de courants. -Laminations planes.</p> <p>-Laminations planes.</p>

**Tableau II.3 :** Tableau résumant les caractéristiques de l'environnement de dépôt marin (in MESLEM I. ; ZID MA., 2000).

B. Le milieu de talus sous-marin :

Le domaine marin est défini par opposition au domaine continental (Figure II.18). Il comprend les océans et les mers recouvrant en grande partie une croûte océanique (Atlantique, Pacifique...) et les mers épicontinentales sur une croûte continentale (Mer du Nord par exemple). Leurs traits les plus caractéristiques sont l'étendue de leur surface et la salure de leur eau. Le domaine marin couvre près des trois quarts de la surface du globe. Sa salinité est assez homogène et voisine de 36 pour mille (BOULVAIN F., 2015). Des sédiments détritiques rythmés se déposent en bas du talus par les courants de turbidité.

MILIEUX	PLATE-FORME INTERNE			BARRIERE	PLATE-FORME EXTERNE	
ETAGE	Supratidal (supralittoral)	Intertidal (médiolittoral)	Subtidal (infralittoral)	Barre ou Barrière ( Récif)	Marin ouvert (circalittoral)	
ENERGIE	variable	moyenne à basse	basse	très forte	moyenne	basse
FAUNE	limnique saumâtre ou sursalée	benthique oligospécifique plus variée		constructeurs ou désert oolithique	benthique et pélagique Bryozoaires Echinodermes	
FLORE	Characées	Cynobactéries Stromatolites	Algues vertes Oncolites	Algues rouges		

(\*) Limite Inférieure d'Action des Vagues de Tempête

**Figure II.3 :** Zonation d'un milieu marin à sédimentation carbonatée (d'après BEAUCHAMP J).

### III. DESCRIPTION DES CAROTTES :

Suit a une logique géologique de succession des événements, la description des carottes a été fait de plus ancienne au plus récent (de bas vers le haut), pour réaliser des logs suivantes :

#### Légende

	Horizontal planar bedding		Low angle cross-bedding		Shell debris		Asterosoma = As	
	Trough cross-bedding		Swaley cross-bedding		Plant debris		Bioclastes	— F Fracture sub-horizontale
	Tabular cross-bedding		Hummocky cross-bedding		Algal mats		Conichnus = Co	/ F Fracture sub-verticale
	Sigmoidal cross-bedding		Wave ripple bedding		Vertical Bioturbation		Diplocraterion = Di	/ F Fracture oblique
	Current ripple bedding		Storm graded layer		Mud clast		Orthocère	
	Climbing ripple bedding		Loading		Wood debris		Palaeophycus = Pa	
	Convolute bedding		Mud cracks		Nodule (Pyr., Sid.)		Planolites	
	Contorted bedding (slumping)		Karstified surface		Carbonate		Teichichnus = Te	
	Flaser bedding		Roots		Dolomite		Terebellina = Te	
	Wavy bedding		Coal		Anhydrite		Rosselia = Ro	
	Lenticular bedding						Zoophycos = Zo	

#### III.1. Carotte n°3 :

La carotte a été prélevée à la cote de 2070 m à 2088m, on distingue quatre niveaux qui sont comme suit (figure II.1) :

- De 2088 m à 2083.5 m (D1) : Grés fins avec des litages caractéristique et des stratifications régulière (lamination plane).
- De 2083.5 m à 2080 m (D2) : Grés quartzitique gris-clair fin à des passe argilo-carbonate.
- De 2080 m à 2078 m (D3) : Grés moyen à grossier ferrugineux avec des passes quartzitique gris-clair à rouge.
- De 2070 m à 2070 m (D4) : Grés moyen microconglomératique a ciment argileux silicoclastique ferrugineux

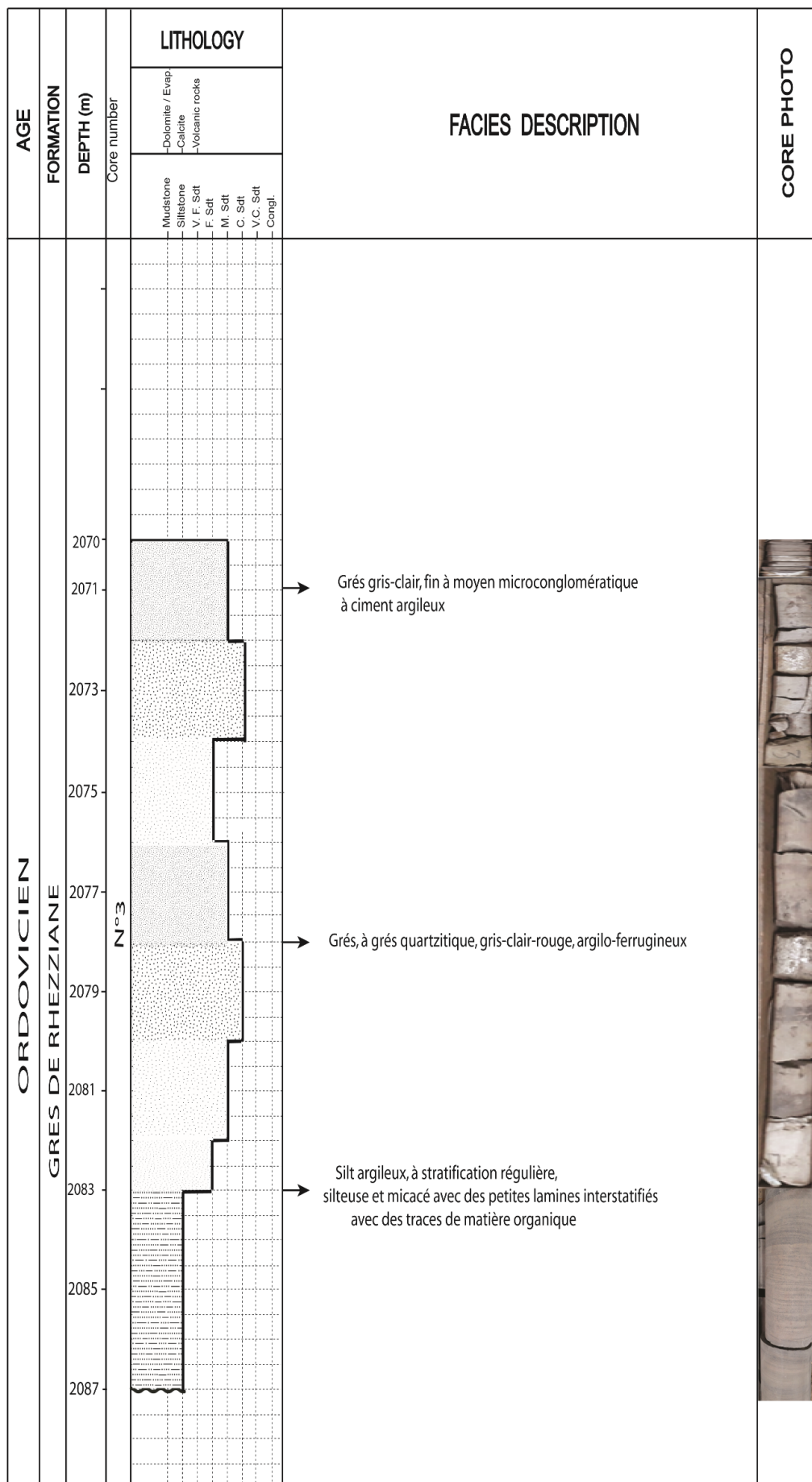


Figure II.4 : log de carotte n° 3

III.2. Carotte n°2 :

La carotte a été prélevée à la cote de 1994,5 m à 2000m, (figure I.2)

- De 1994.5 m à 1998 m (K1) : Grés blanc moyen à grossier dur et compact.
- De 1998 m à 2000 m (K2) : Grés blanc fin à moyen dur et compact avec des rares passées d'argile noir (jointe stylolithiques).

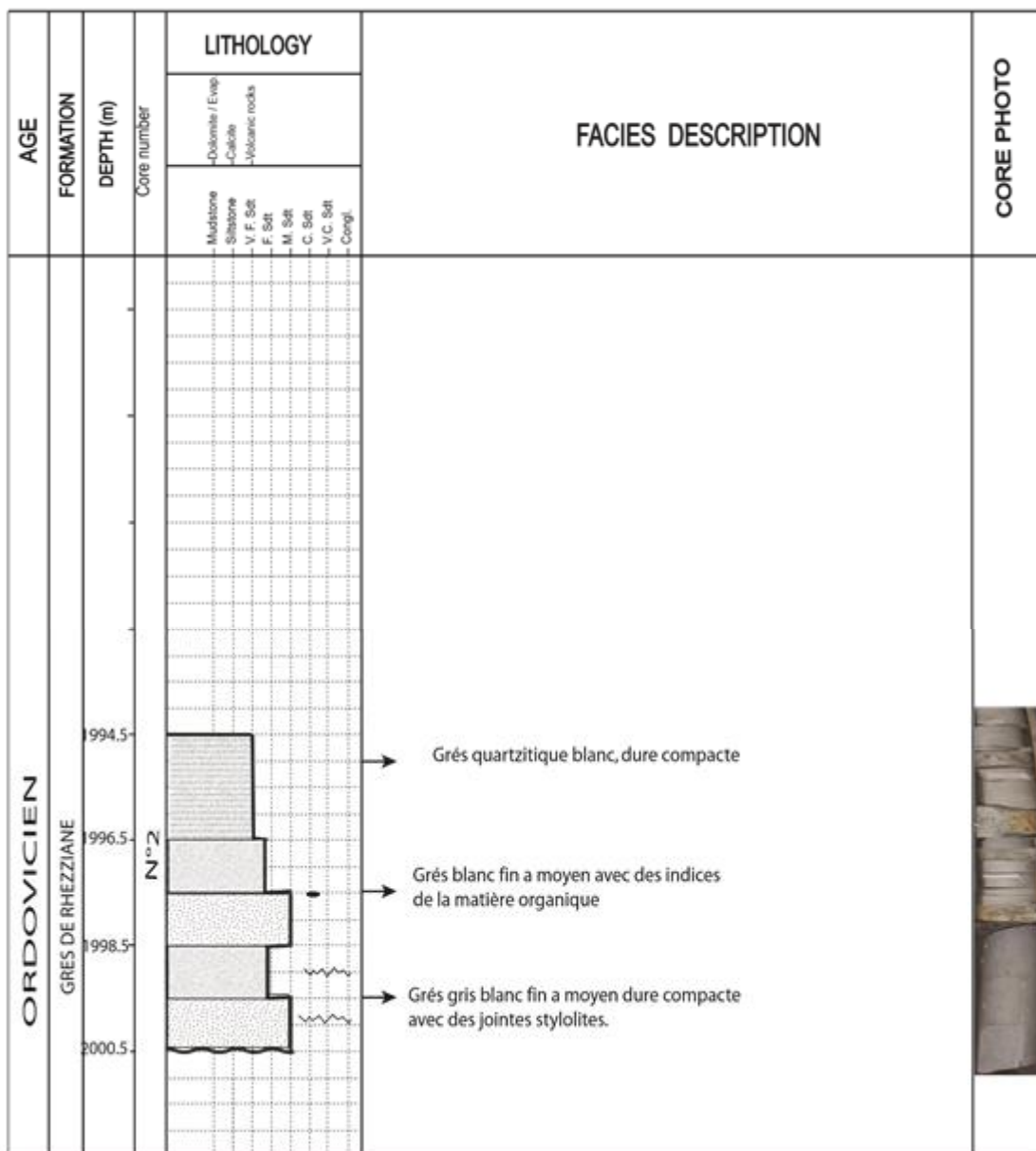


Figure II.5 : log de carotte n°2

### III.3 Carotte n°1 :

La carotte a été prélevée à la cote de 953 m à 971 m, on distingue quatre niveaux qui sont comme suit (figure II.3) :

- De 953 m à 960 m (C1) : Argile fin noire feuilletée, finement micacé, fossilifère, indurée avec des lenticulaire bedding avec des traces de pyritisée.
- De 960 m à 963 m (C2) : Argile avec des lentilles de silt gris-clair a structure laminée.
- De 963 m à 964 m (C3) : Nodule fossilifère, finement silteux avec des lamine carbonate.
- De 964 m à 971 m (C4) : Argile noire avec des passées silts gris-clair pyritisée.

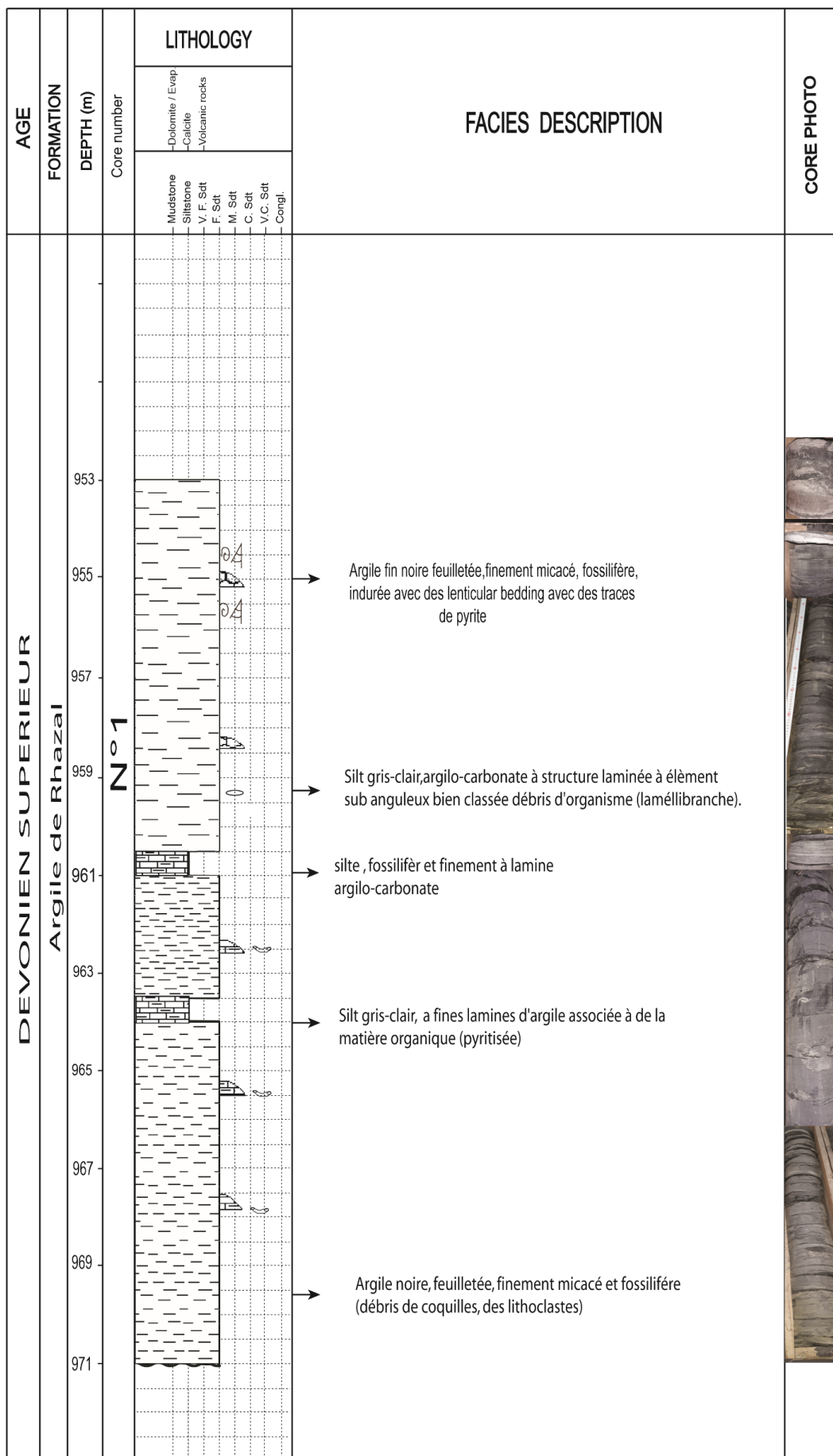


Figure II.6 : log carotte n°1

#### IV. SYNTHÈSE DES ENVIRONNEMENTS DE DÉPÔT :

Selon le rapport de fin du sondage la carotte n°3 et n°2 correspond à l'âge Ordovicien, et la carotte n°1 au Dévonien supérieur.

##### 4.1 Les associations de faciès Ordovicien :

L'association des faciès D1 et D2 correspond à des dépôts glacio-marine à glaciaire

L'association des faciès D3 et D4 correspond à des dépôts fluvio-glaciaire à fluvatile.

L'association des faciès K1 et K2 correspond à des dépôts fluvatile.

##### 4.2 Les associations de faciès Dévonien :

L'association des faciès C1, C2, C3 et C4 correspond à des dépôts pro-deltaïque.

#### V. CONCLUSION :

Selon les auteurs (Gevin, 1968. Bitam et al 1996, Oulbesir Salah 1992) et la description de carottes on a observé au niveau de la région de Gara Djebilet deux environnements de dépôt majeurs : Glaciaire Ordovicien qui caractérise par un matériel gréseux et quartzitique avec des stratifications horizontale a sub horizontale, et un système deltaïque (pro-delta) caractérise par un matériel argileux avec des débris d'organismes.

VI. CORRELATION :

A partir des résultats obtenus par la description des carottes et le découpage séquentiel effectué sur les coupes de terrain (F. AMROUCHE et al, 2016) nous ont permis de mettre en évidence des séquences granocroissantes régressives

En allure des séquences mise en évidence sur les carottes n° (1, 2 et 3) est similaire aux séquences II et III de la coupe de Gara Djebilet, pour cela on a effectué une corrélation des séquences similaire sur la base d'un log réalise sur le terrain (figure II.9)

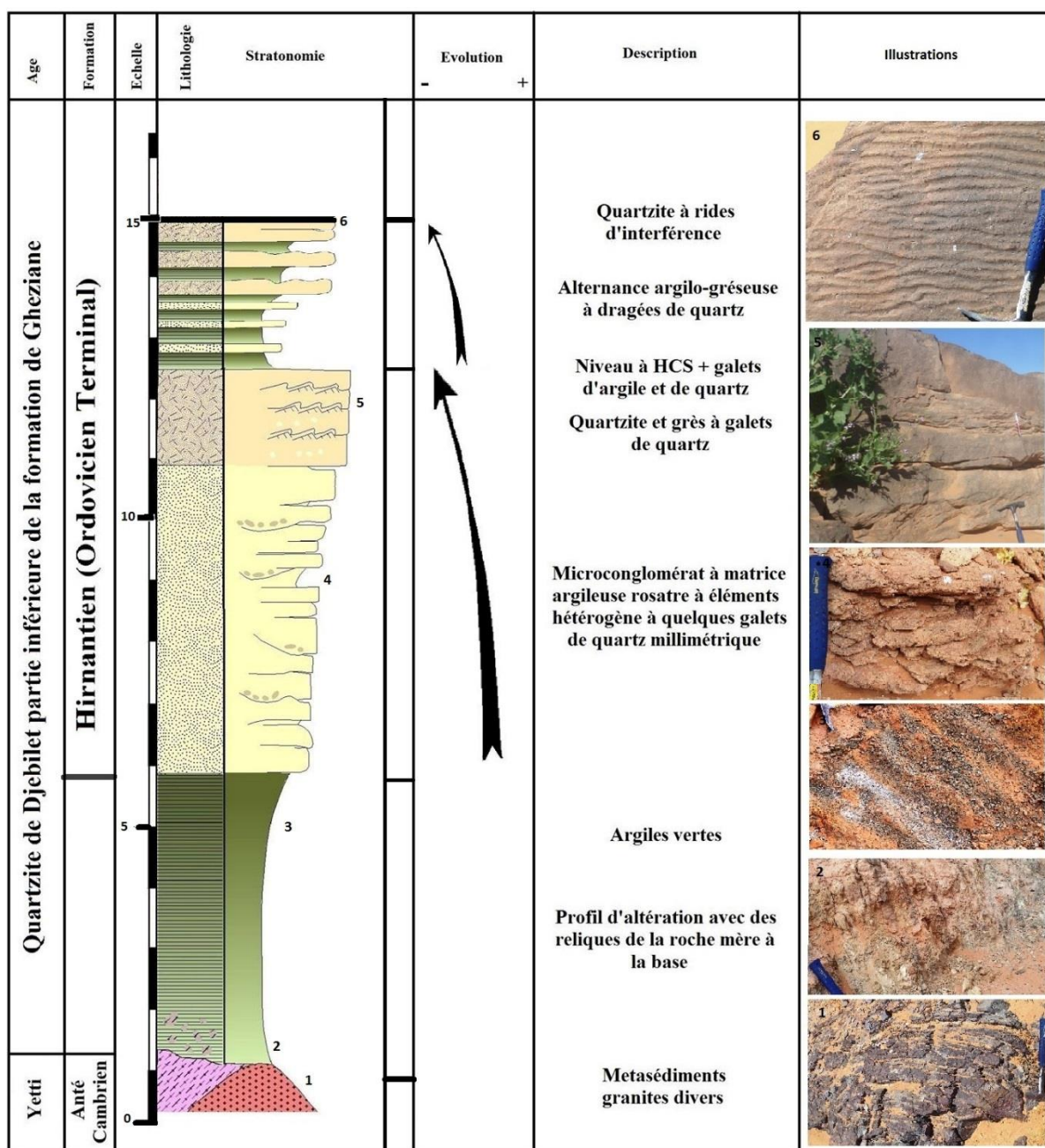


Figure II.7 : log représentatif de la coupe de Gara Djebilet (F. AMROUCHE et al, 2016)

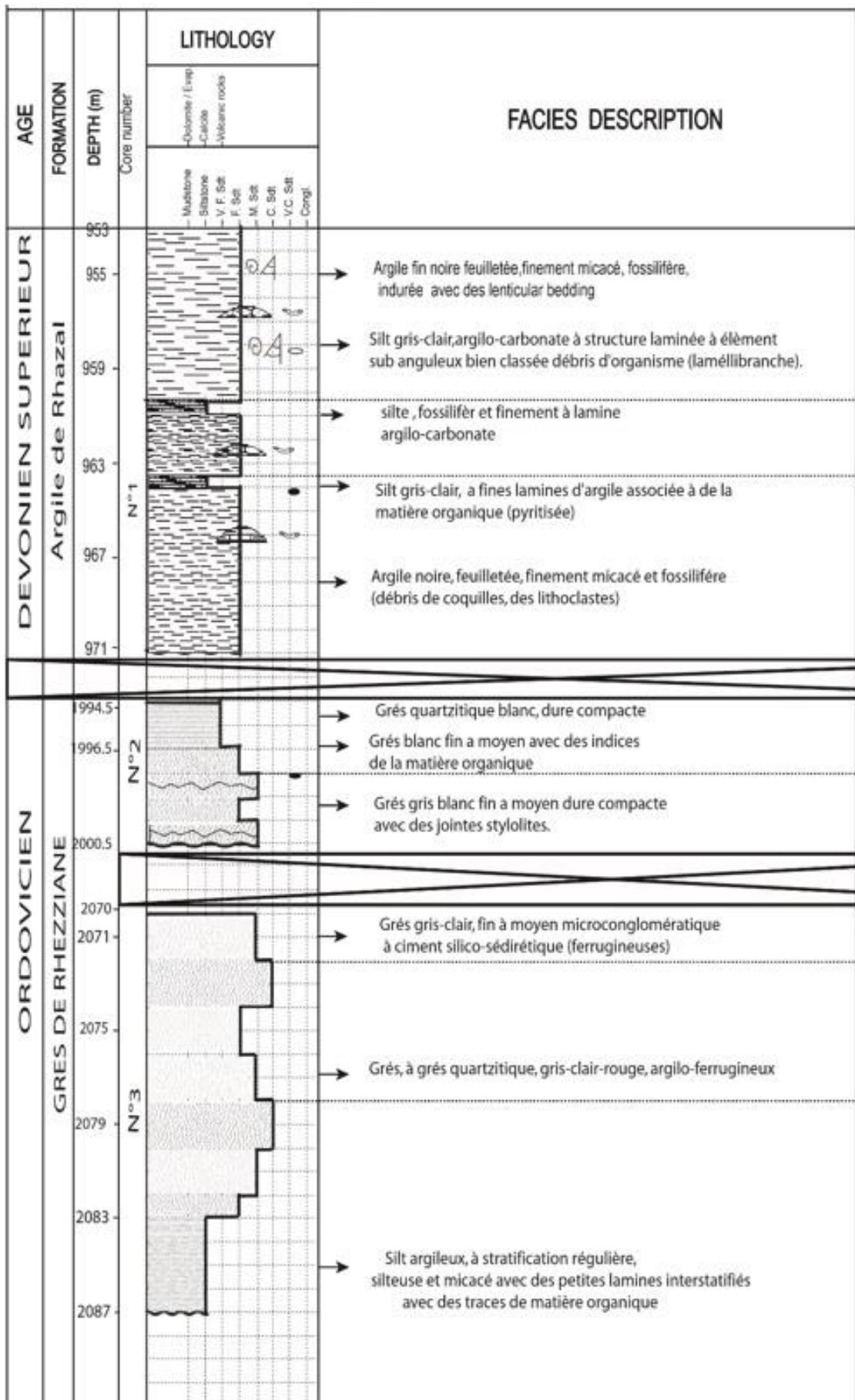


Figure III.8 : log représentatif du carottes n° (1, 2, 3) du sondage GSL-3

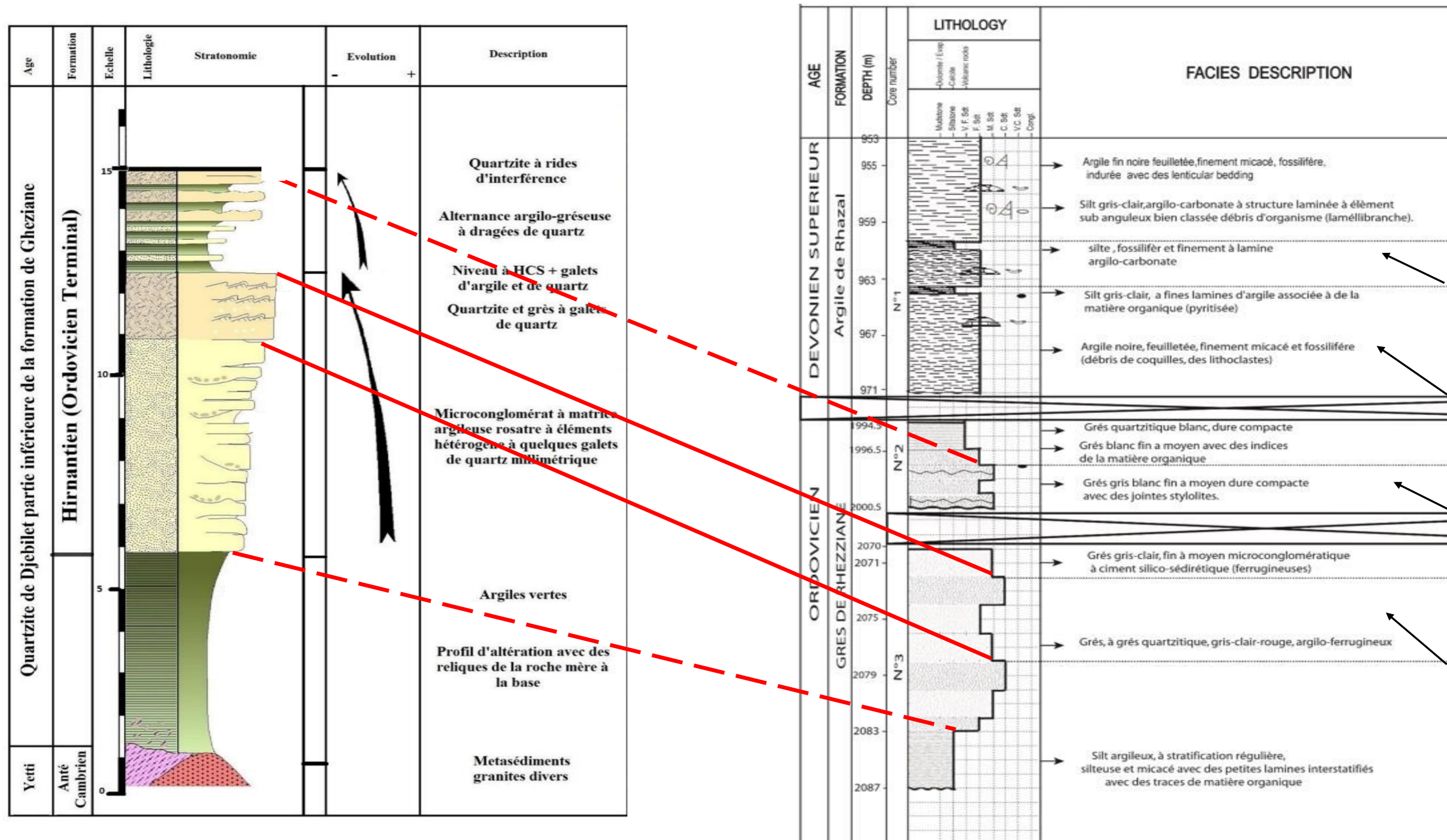


Figure II.9 : corrélation de log du sondage et la coupe de Gara Djebilet

## I. INTRODUCTION :

L'étude pétrographique a pour but la caractérisation de la composition minéralogique et texturale de la roche. Elle est réalisée sur des lames minces qui sont analysées au microscope optique polarisant en lumière transmise ou réfléchi avec prise de photos à l'aide d'un logiciel approprié.

Pour ce faire, des échantillons ont été prélevés à des côtes variées au sein des carottes décrites précédemment au niveau de puit GSL-3.

Cette approche permet de différencier et de comparer les différents milieux de dépôts des sédiments, par la description et l'identification des phases minérales (grains, matrice, ciments), la caractérisation de la taille des grains.

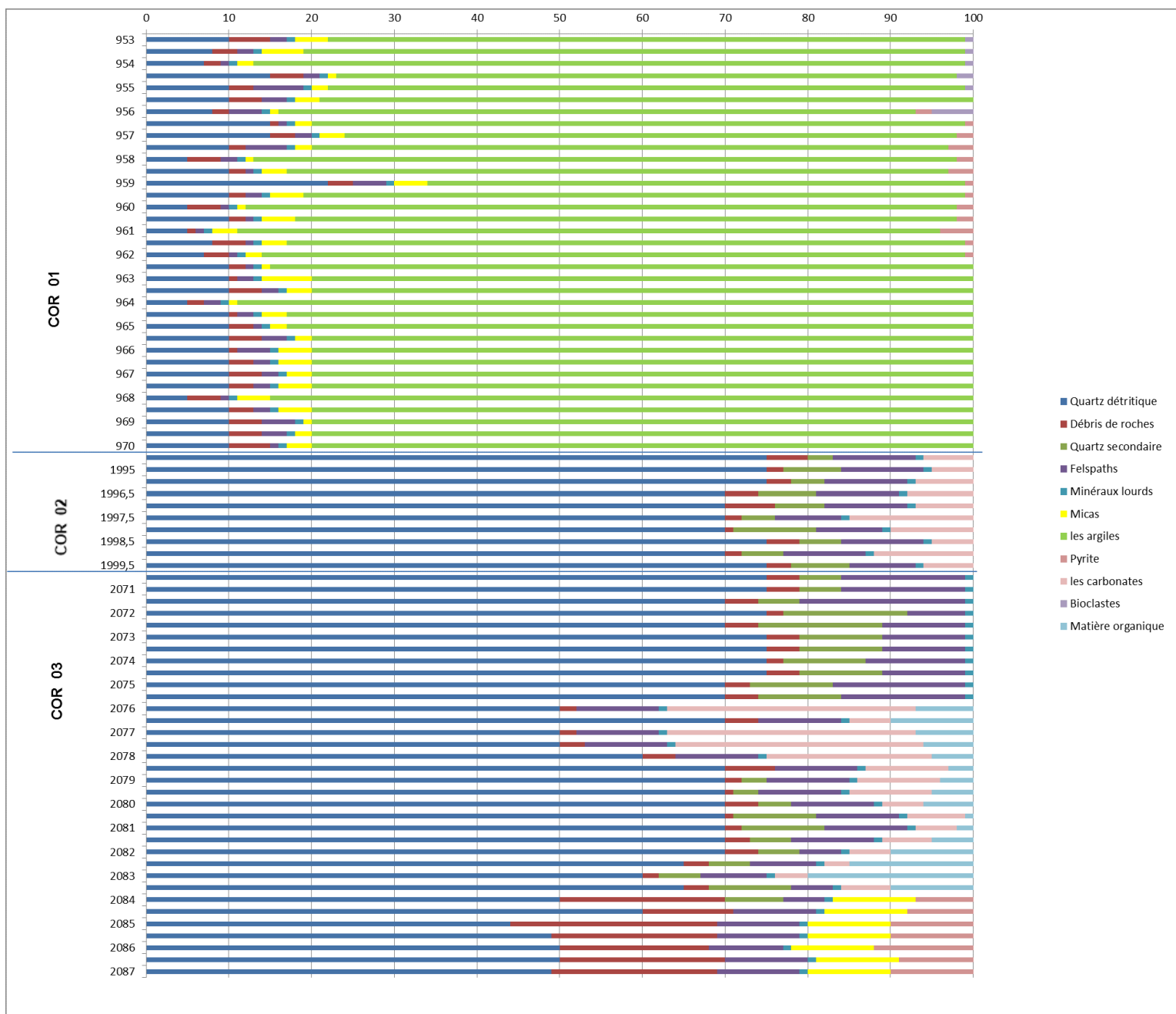
En effet, une meilleure connaissance de la nature des argiles permet d'attribuer au faciès décrit par l'analyse pétrographique un environnement de dépôt correspondant. La composition minéralogique de la fraction argileuse diffère selon les conditions climatiques et environnementales, ce qui permet de distinguer les argiles marines et continentales

## II. DESCRIPTION DES LAMES MINCES (TABLEAUX CI-DESSOUS)

Après avoir une description détaillée des lames minces on est arrivé à réaliser un tableau pétrographique (annexe.1), et on a interprété ces résultat on a obtenu un log pétrographique (figure n°III. A)

Légende

Classement	Morphoscopie	Fréquence	Mode
<b>TM</b> : Très mal classé	<b>SR</b> : Sub-Arrondi	<b>A</b> : Abondant	<b>Uni</b> : Unimodale
<b>M</b> : Mal classé	<b>R</b> : Arrondi	<b>F</b> : Fréquent	<b>Bi</b> : Bimodale
<b>MY</b> : Moyennement classé	<b>SA</b> : Sub-Anguleux	<b>P</b> : Présent	<b>Tri</b> : Trimodale
<b>B</b> : bien classé	<b>AN</b> : Anguleux	<b>Tr</b> : Trace	
<b>TB</b> : Très bien classé			



**Figure III. A :** log pétrographique des résultats minéralogique

Interprétation du tableau :

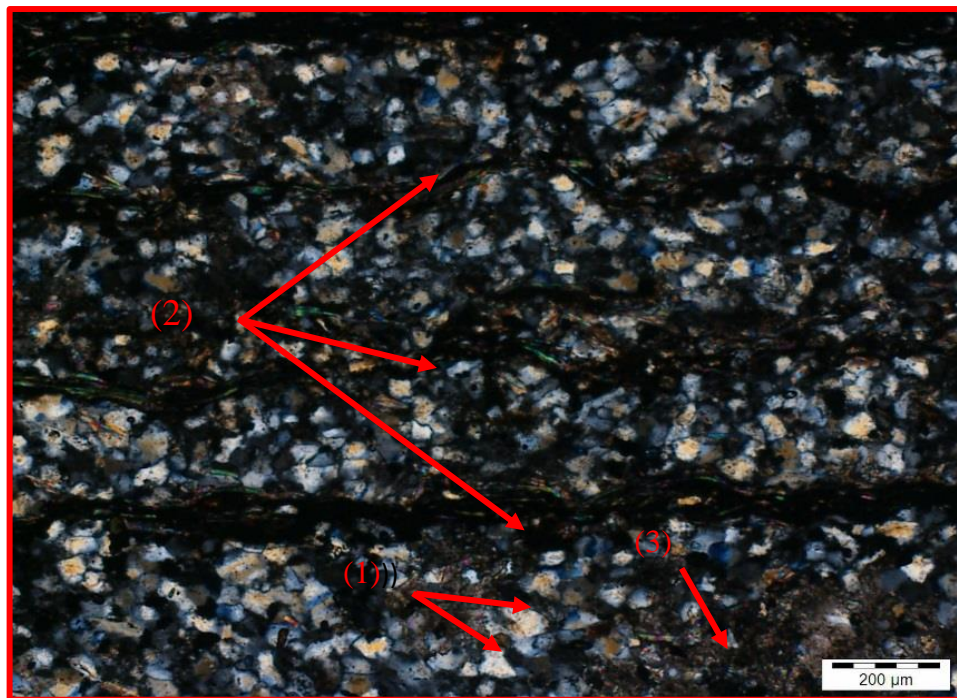
COR1 : la couleur verte représente des argiles donc la carotte n°1 est argileuse

COR 2 et 3 : la couleur bleu représente le quartz détritique donc les 2 carottes sont gréseuses

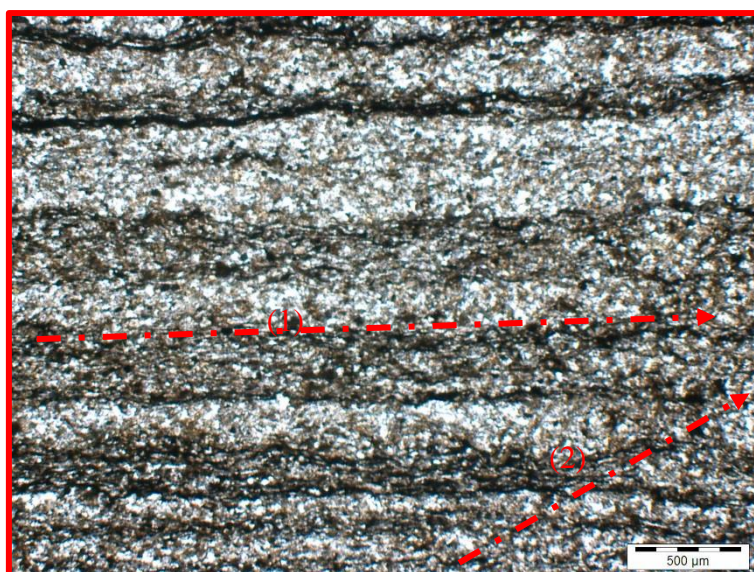
## II.1 Lame mince d'Ordovicien (carotte n°3) :

- De 2088m à 2083.5 m (planche n°1) :  
Les grains de quartz subanguleux à anguleux compriment des paillettes de muscovite d'orientation anarchique (subverticale et horizontale) et sont accompagnés par un cortège des minéraux lourds, tous ces éléments sont dispersés dans un fond de argileux (kaolinite caractéristique qui disparaît à partir de 2084 m, qui va être remplacé par une association Illite-chlorite).
- De 2083.5 m à 2080 m (planche n°2) :  
Les grains de quartz à granulométrie moyen à fin ont des contacts droits et concavo-convexe avec un accroissement de silice secondaire. Le ciment argileux occupe l'espace intergranulaire, des joints stylolithiques sont remplis d'une matière argileuse riche en matière organique.
- De 2080 m à 2070 m (planche n°3)  
Les grains de quartz sont arrondis, de même taille à tendance grossière présentant une texture jointive. Le ciment est hétérogène, composé de de silice secondaire et des argiles (une partie d'illite associé à la kaolinite).

## PLANCHE N°1-COR 3-



**Figure III.1 :** Photo lame mince D1 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : Grain de quartz anguleux, (2) des paillettes de muscovite, (3) ciment illite-chlorite.

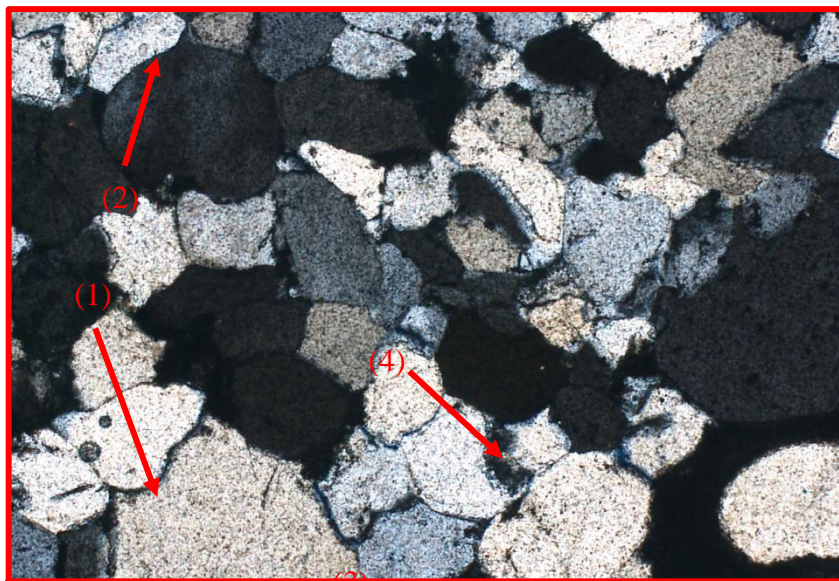


**Figure III.2 :** Photo lame mince D2 (lumière naturel) montrant l'orientation des paillettes de muscovite, (1) Horizontal, (2) subverticale

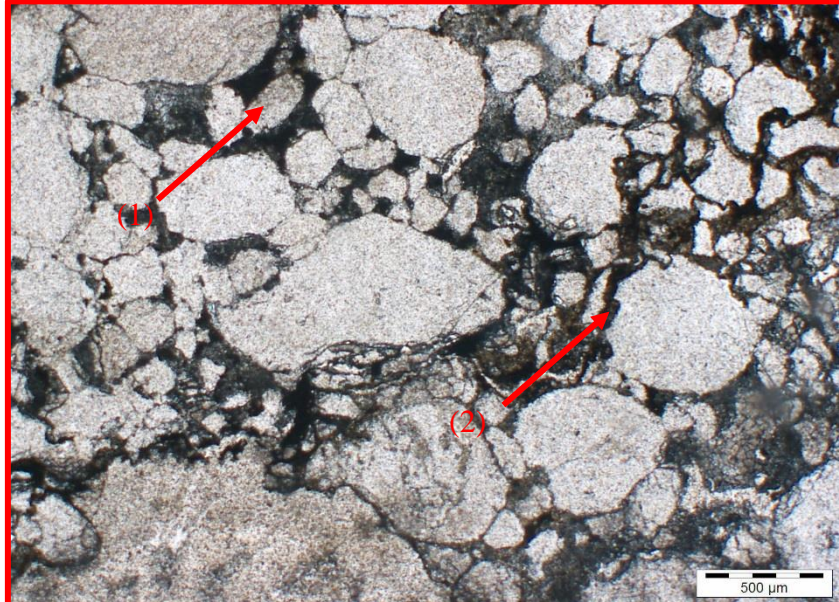


**Figure III.3:** Photo lame mince D3 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) fond argileux.

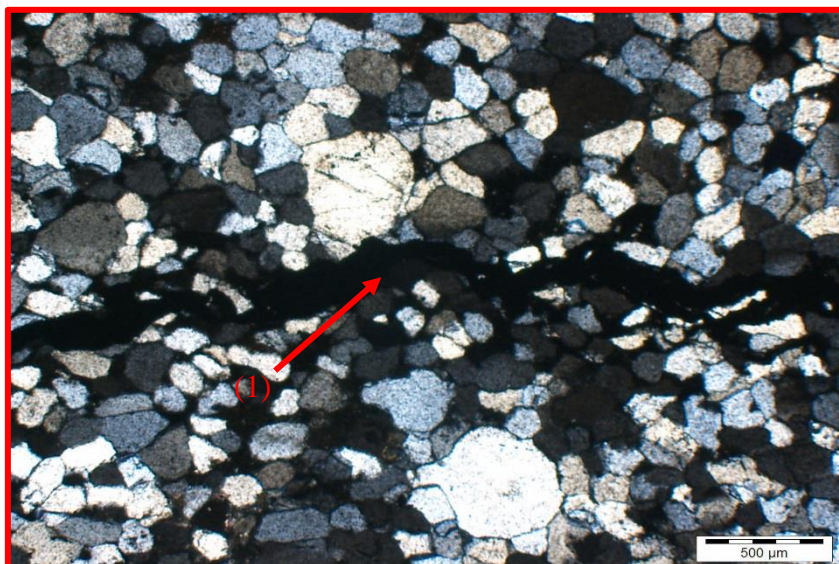
## PLANCHE N°2-COR 3-



**Figure III.4 :** Photo lame mince D4 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : contact concav (2) : contacte convexe (3) : silice secondaire (4) ciment siliceux

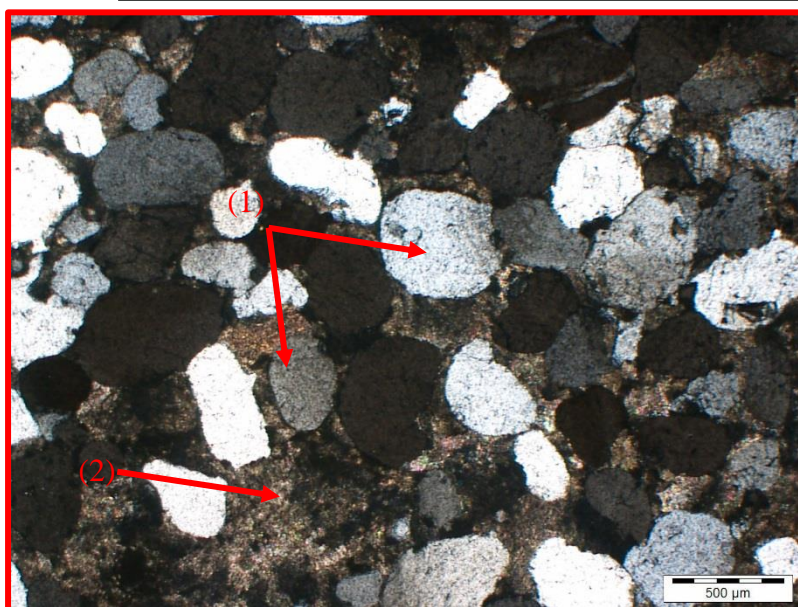


**Figure III.5 :** Photo lame mince D5 (lumière naturel) montrant un (1) : grain à contact ponctuel non flottant (2) : joint stylolithique

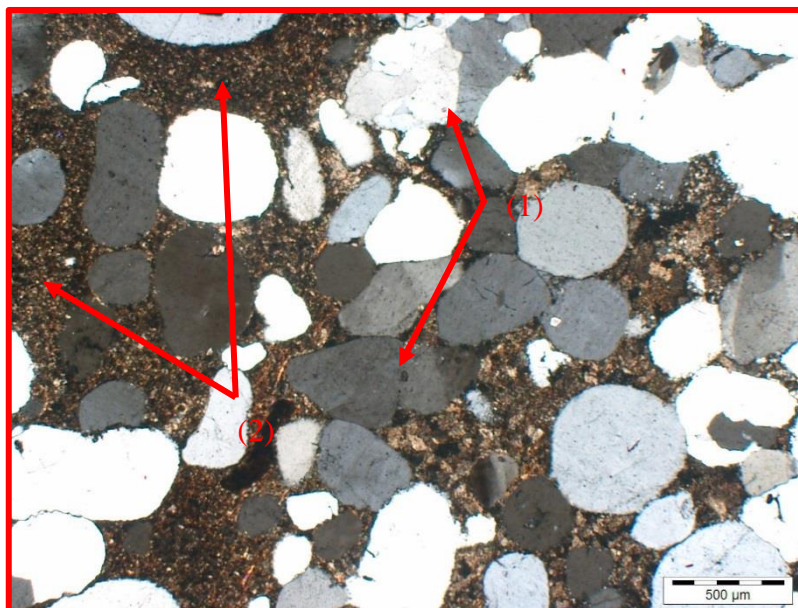


**Figure III.6 :** Photo lame mince D6 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : joint stylolithique rempli par l'argile riche ne matière organique

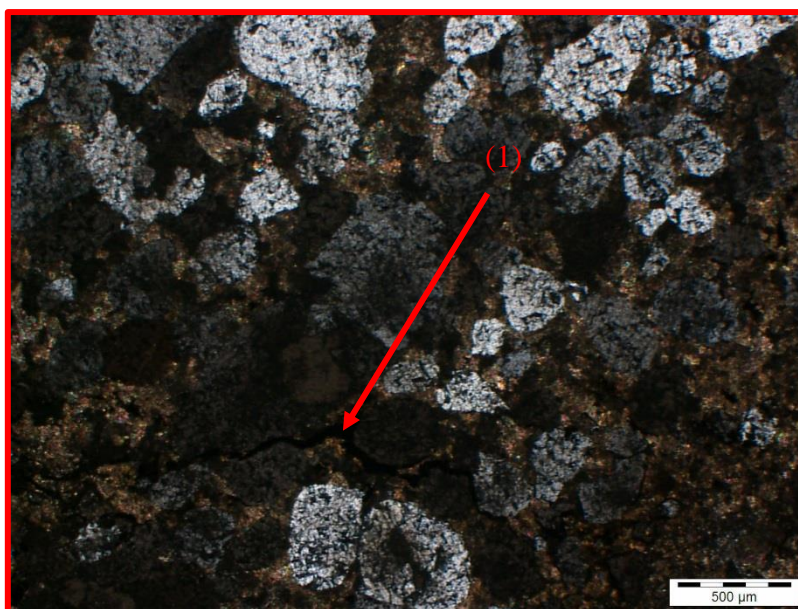
## PLANCHE N°3-COR 3-



**Figure III.7:** Photo lame mince D7 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : grain arrondi jointif (2) : ciment illite-kaolinite



**Figure III.8 :** Photo lame mince D8 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : silice secondaire (2) : ciment illite-kaolinite

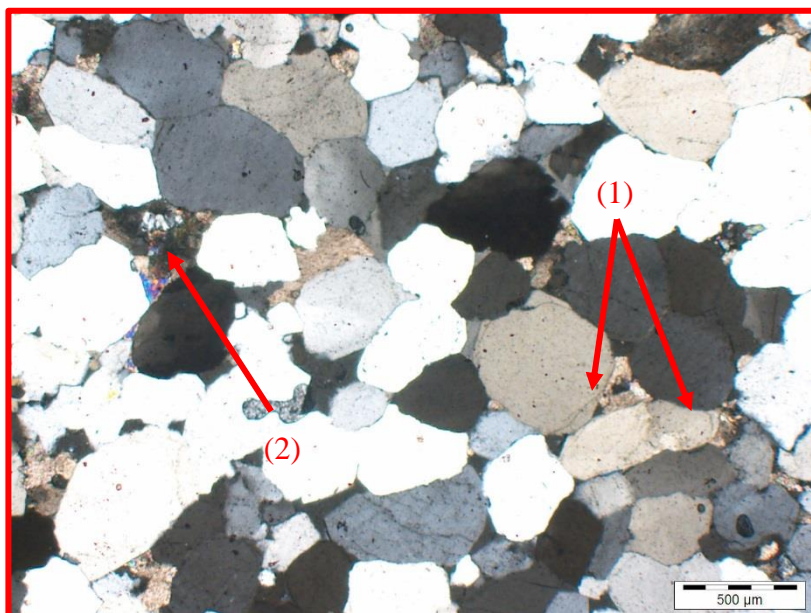


**Figure III.9 :** Photo lame mince D9 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : fissure rempli par la matière organique

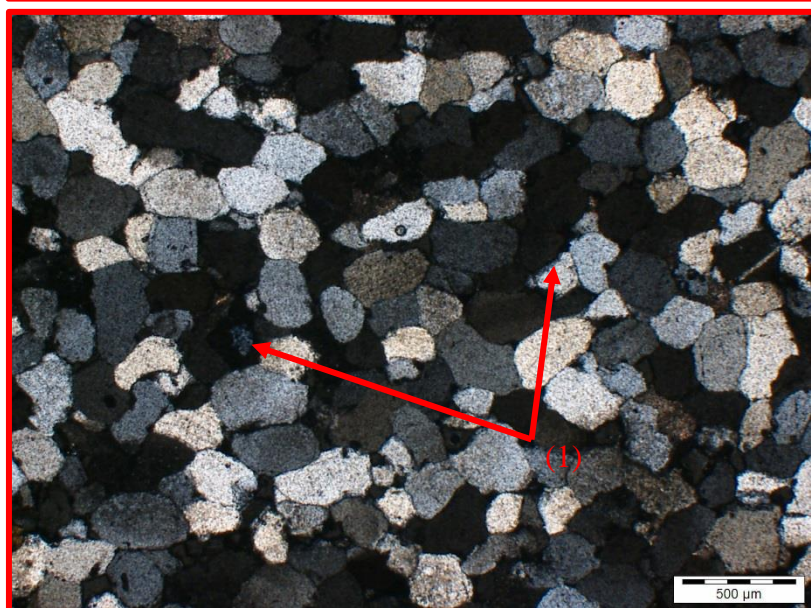
## II.2 lame mince d'Ordovicien (carotte n°2) :

- Les grains de quartz sont nourris par la silice secondaire, le ciment et hétérogène (la silice et de l'argile) occupe l'espace intergranulaire, des joints stylolithiques sont remplis d'une matière argileuse riche en matière organique.

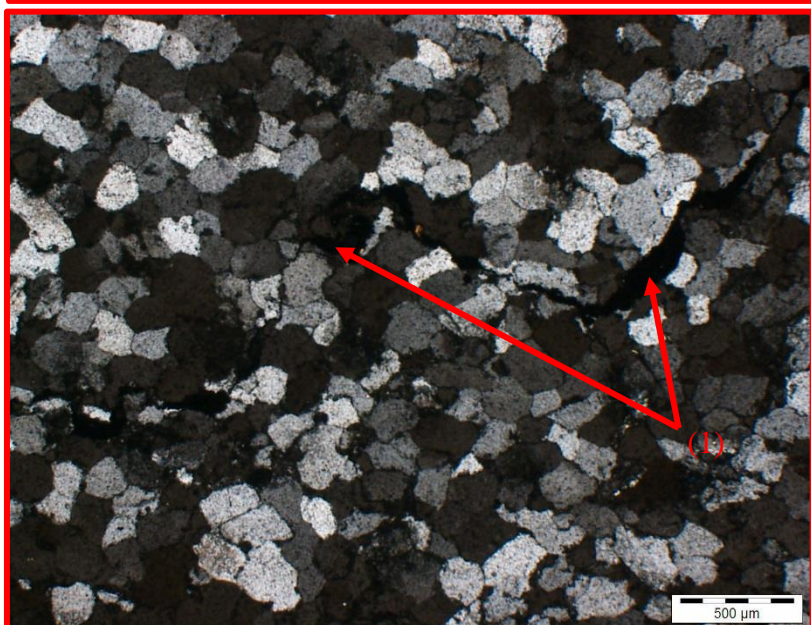
## PLANCHE N°4-COR 2-



**Figure III.10 :** Photo lame mince S1 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : silice secondaire (2) : ciment illite-kaolinite



**Figure III.11 :** Photo lame mince S2 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : ciment siliceux



**Figure III.12:** Photo lame mince S3 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : joint stylolitique rempli par l'argile riche en matière organique

### II.3 lame mince de Dévonien supérieur (carotte n°1) :

La description microscopique suivante ne concerne pas la roche encaissante (argile) mais que les niveaux intéressants ont été échantillonnés après analyse.

- Passées silteuses 963.5m :  
Les grains de quartz de texture non jointive flottant dans un ciment carbonate, avec des stratifications laminaire caractéristique argileuse associée à la matière organique.
- lentille carbonatée 960 m :  
Les grains de quartz non jointif flottant dans un ciment argileux, riche en matière organique.
- Lentilles gréseuses peu fossilifère :

Les grains de quartz très fin de texture non jointive sont dispersés dans un ciment argileux.

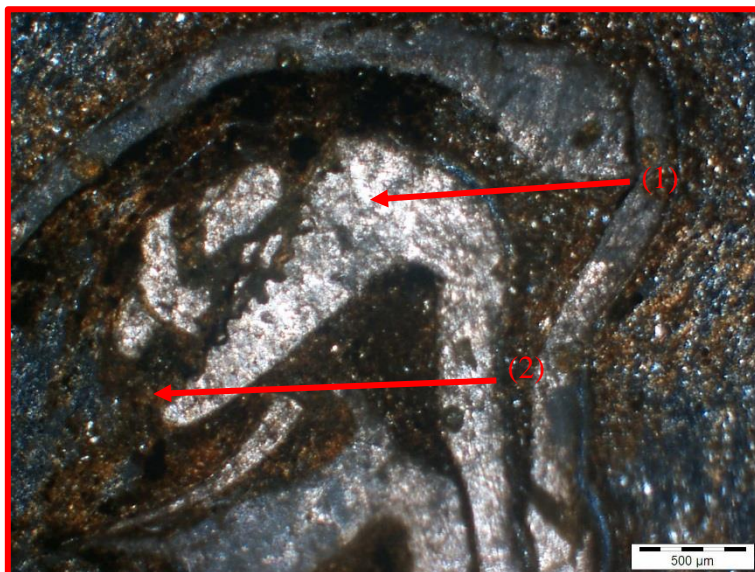
Des bioclasts fragmentés de structure interne fibreuse.

Des terriers dus à l'activité d'organismes fouisseurs qui interrompent la stratification, sont remplis par une cristallisation fibreuse.

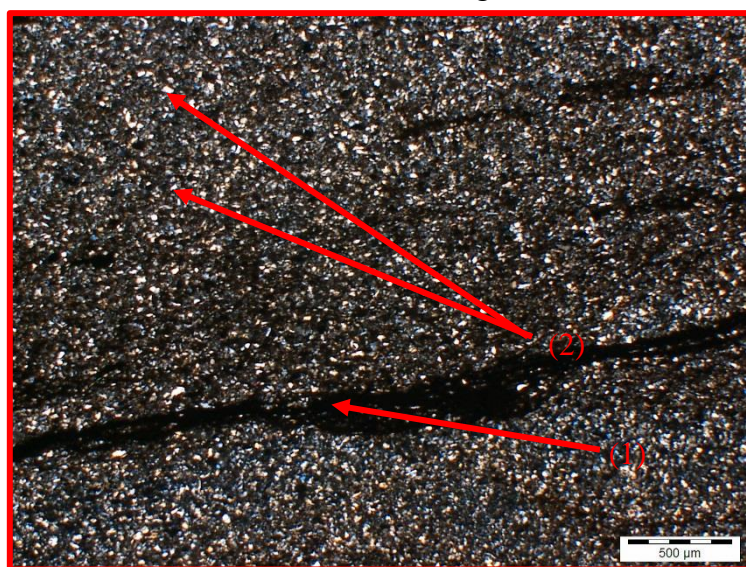
## PLANCHE N°5-COR 1-



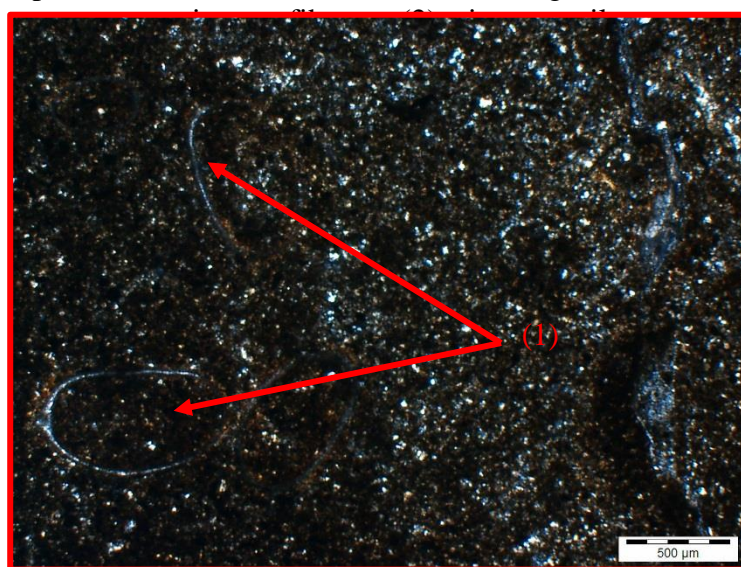
**Figure III.13 :** Photo lame mince B1 (lumière réfléchi) montrant un (1) : débris d'organisme



**Figure III.14 :** Photo lame mince B2 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : bioclasts fragmentés de



**Figure III.15 :** Photo lame mince B3 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : fond argileux riche en matière organique (2) : grains non jointive flottant



**Figure III.16:** Photo lame mince B4 (lumière analysée polarisée) montrant un (1) : Des terriers dus à l'activité d'organismes

### III. CONCLUSION :

Après la description au microscope polarisant concernant les lames minces et les résultats obtenu d'après (Gevin 1968. Bitam et al 1996 et Oulbesir 1992), on arrive aux observations suivantes.

Les échantillons de la carotte n°3 prélevés à des côtes correspondant probablement à un âge Ordovicien selon la description de carottes réalisée précédemment, montrent en communs les caractéristiques suivantes :

- La plupart des échantillons présents des grains de quartz angulaire, des paillettes de muscovite avec un ciment illite-chlorite.
- Présence de la silice secondaire et un ciment siliceux
- Présence des joints stylolithiques remplis par l'argile riche en matière organique.
- Des grains de quartz arrondi jointif dans un ciment illite-kaolinite

Les échantillons de la carotte n°2 prélevés à des côtes correspondant probablement à un âge Ordovicien selon la description de carottes réalisée précédemment, montrent en communs les caractéristiques suivantes :

- Présence de la silice secondaire et un ciment illite-kaolinite.
- Présence des joints stylolithiques rempli par l'argile riche en matière organique.

Les échantillons de la carotte n°1 prélevés à des côtes correspondant probablement à un âge Dévonien supérieur selon la description de carottes réalisée précédemment, montrent en communs les caractéristiques suivantes :

- Présence des débris d'organisme dans des intervalles siliceux.
- Présence de bioclasts fragmentés de structure interne fibreuse dans un ciment argileux.
- Présence des terriers dus à l'activité marine.

## I. CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES :

Mon projet de fin d'études est basé sur les données pétrographiques, sédimentologiques de la région de Gara Djebilet Sud-Ouest du bassin de Tindouf. Elle nous a permis de mieux caractériser le paléozoïque du bassin (Ordovicien et Dévonien supérieur). On a pu mettre en évidence l'Ordovicien sur le plan lithologique (dépôts glaciaire).

La description de carottes est le moyen le plus satisfaisant dans la discrimination des grés d'Ordovicien et les argiles de Dévonien supérieur. La reconnaissance des environnements de dépôts a résolu quelques ambiguïtés, ceci en se basant sur les différentes structures sédimentaires (bioturbations, stratifications oblique et entrecroisées, rides de courant...etc.), la présence des minéraux caractéristiques tel que, la pyrite, le fer.

Dans un schéma logique, l'édification d'un glacier nécessite une grande quantité de matériel détritique débuté par des systèmes fluviaux, ce qui implique que ces deux systèmes sont indissociables dans la nature. La description de carottes a aussi démontré plusieurs niveaux imprégnés d'hydrocarbures au niveau d'Ordovicien et aussi pour les argiles de Dévonien. Donc ces deux étages devraient être plus considérés lors des explorations futures par la Sonatrach.

L'étude pétrographique a permis de mieux comprendre les grés de l'Ordovicien et les argiles de Dévonien supérieur à l'échelle du microscope, un matériel moyennement classé a mal classé et bien arrondi, la silice de nourrissage fréquente, il est importants aussi de souligner la présence d'indices de compactions traduits par des microfractures (jointe stylolithique).

Une faible proportion d'argiles représentée essentiellement par de la Kaolinite (comme ciment), tous ces caractéristique indique que il existe un bon réservoir.

Pour le Dévonien supérieur, un matériel argileux imprégné d'hydrocarbure avec des grains de quartz non jointif, avec présence de chlorite ainsi que de pyrite et présence des biolclastes et terriers des débris d'organisme qui renvoie à des environnements marins peu profonds avec faune, donc on peut déduire que c'est une très bonne roche mère.

**AMROUCHE F., ET AL (2016) :-** Les principales étapes de l'évolution géodynamique du remplissage du bassin de Tindouf (Sahara occidental algérien). *Le cinquième Séminaire National de Stratigraphie 5ème SNst Timimoune.*

**AMROUCHE F., (2004) :-** le carbonifère du flanc nord du bassin de Tindouf sous une approche sédimentologique, Biostratigraphique, analyse de la subsidence, des réservoirs et des ressources hydrique associés. *Thèse de magistère en sciences de la terre.*

**BEAUCHAMP J., (2001) :-** cours de sédimentologie. <http://www.sc.u-picardie.fr>.

**BENRABAH B. ; BERTRAND H. ; CHABOU M C. ; FERAUD G. ; SEBAI, (2007) :-** datation 39 ar-40ar de la dolérites du sondage gsl-3 (bassin de Tindouf). *6ème séminaire de géologie pétrolière sgp6. Recueil des résumés. Activité amont. Devisions centre de recherche et développement sous le haut patronage de mole ministère de l'énergie et des mine. Total 2007. 12p.*

**BESSELES B., (1977) :-** géologie de l'Afrique de l'est (Craton Oust africain). *B. R. G. M. Mém. n°88,403.*

**BITAM L., GOURVENNEC R. ET ROBARDET M., (1996) :-** les formations paléozoïques antécarbonifères du sous bassin de Djebilet (flanc sud du bassin de Tindouf, nord-ouest du Sahara algérien). *Mém. Serv. Géol. Algérie, n°8, pp. 91-111, 5 fig.*

**BOUDJEMAA A. (1987) :-** Evolution structurale du bassin pétrolier "triasique" du Sahara nord-oriental (Algérie). *Thèse de Doctorat en science de l'Université Paris XI - Orsay.*

**BONNET A. ; FABRE J. ET FEYS R. ; (1960) :-** le carbonifère post-Tassilen du bassin de Reggane (Sahara occidental). *Bull. soc. Géol. France. 7e série, t .II.*

**BOUCHENE B., (1989) :-** Stratifie de Paléozoïque des bassins de Reggane et Tindouf et aperçu sur le précambrien.

**BOULVANE F., (2015) :-** Eléments de sédimentologie et de pétrologie sédimentaire. Université de Liège faculté des sciences. *Département de géologie.*

**CHUBERT G., (1952) :-** histoire géologique du domaine de l'anti-atlas, in géologie du Maroc. *Notes. Mém. Serv. Mines géol. Maroc, n°100, fasc. 1, 2e partie*

**CLERC S., (2013) :-** modèles de dépôt sous-glaciaires et dynamique de remplissage des vallées tunnel : exemple au Quaternaire (Bray, Irland) et application à l'Ordovicien supérieur de l'anti-atlas (alnif, Maroc). *Thèse doc. Es sciences. Université Bourgogne.*

**CONRAD G., (1971) :-** synthèse de l'évolution continentale poste hercynienne du Sahara algérien (Saoura, Erg, Chech Tanezrouft, Ahnet-Mouydir) ; *publ. Geol. Algérie (ne série) bull. N°41.*

**FABRE J., (1976) :-** introduction à la géologie du Sahara Algérienne et des régions voisines.

Edit. S. N. E. D. Alger.

**FABRE J., (2005) :-** Géologie du Sahara occidental et central. *Musée royal de l'Afrique central-Belgique teruvreuren african geisience collection vol 108.572p*

**GEVIN P., 1960** : Cartes géologiques au 500 000e - Tindouf ; Eglab. *Pub. Serv. Géol. Algérie*. 2 cartes géologiques - 1 notice explicative ; annexe de repérage des coupes et gisements.

**GEVIN P., 1960** : L'axe cristallin YETTI-EGLAB et ses bordures sédimentaires. Première partie (Bordures sédimentaires). *Edit. Serv. Géol. Algérie ne série Bull. n°23*, 328 p. 20 pl. 70fig. 1 carte hors texte (Sahara occidental au 1/2 000 000e).

**HADDOUM H., GUIRAUD R. AND MOUSSINE-POUCHKINE A. (2001)**:- Hercynian compressional deformations of the Ahnet-Mouydir Basin, Algerian Saharan Platform. *far-field stress effects of the Late Paleozoic orogeny. Terra Nova, Vol 13, No. 3, pp. 214-219.*

**GUERRAK S., (1987)** :- Etudes des minerais de fer oolithiques du Paléozoïque saharien. *Thèse Doctorat d'état, Université de Rennes I, 422p.*

**GUERRAK S., (1988)**:- Geology of the Early Devonian oolitic iron ore of the Gara Djebilet. field, Saharan Platform, Algeria. *Elsevier Science Publishers B. V., Amsterdam*, pp. 333-358, 13 .fig. 9 tabl.

**KETTOUCHE D., (2009)** :- impacte de la structuration hercynienne sur le système pétrolier du bassin de Tindouf. *Mémoire de fin d'étude.*

**LEGRAND-BLAIN M. (1985)** : - Dynamique des brachiopodes carbonifères sur la plate forme carbonatée du Sahara algérien. Paléoenvironnements, paléoblogéographie, évolution. *Thèse de Doctorat es sciences. Université de Bordeaux I. 320p. 47 fig. 14pl. ht.*

**MEDAOURI M., (2004)** :- Etude structurale de la jonction Ougarta-anti-atlas, région de Zemoul- Adhin filou (plate forme saharienne occidentale, Algérie). *Thèse de magister en sciences de la terre.*

**OULEBSIR L. et PARIS F., (1995)**- Chitinozoaires ordoviciens du Sahara algérien biostratigraphie et affinités paléogéographiques. *Review of Paleobotany and Palynology, (88) 1-2 (1995) pp. 49-68.*

**SONATRACH-SCHLUMBERGER, (2007)** :-Algérie WAC

Cotes (m)	Granul. (mm)		Texture					Débris de roches		Quartz détritique	Quartz secondaire	Felspathis	Minéraux lourds	Oxydes de fer	Micas	les argilles			Halite	Anhydrite	Pyrite	les carbonates			Bioclastes	Matière organique	Porosité estimée						
	G.Max	G.Moy	Mode	Classement	Morphoscopie	Flottant	Droit	Ponctuel	Concavo-Convexe	Suture	grès	Argille	Quartz	Felsp	Min	Oxyde	Mica	illite	kaolinite	chlorite			Calcite	68	Siderite								
953											5	10	2	1	4	4	60	17							1								
953.5											3	8	2	1	5	5	65	15							1								
954											2	7	1	1	2	68	18							1									
954.5											4	15	2	1	1	70	5							2									
955											3	10	6	1	2	62	15							1									
955.5											4	10	3	1	3	68	11																
956											2	8	4	1	1	65	12																
956.5											1	15	1	1	2	70	9																
957											3	15	2	1	3	65	9																
957.5											2	10	5	1	2	60	17																
958											4	5	2	1	1	70	15																
958.5											2	10	1	1	3	65	15																
959											3	22	4	1	4	60	5																
959.5											2	10	2	1	4	70	10																
960											4	5	1	1	1	75	11																
960.5											2	10	1	1	4	70	10																
961											1	5	1	1	3	75	10																
961.5											4	8	1	1	3	70	12																
962											3	7	1	1	2	65	20																
962.5											2	10	1	1	1	70	15																
963											1	10	2	1	6	70	10																
963.5											4	10	2	1	3	70	10																
964											2	5	2	1	1	75	14																
964.5											1	10	2	1	3	75	8																
965											3	10	1	1	2	75	8																
965.5											4	10	3	1	2	70	10																
966											1	10	4	1	4	70	10																
966.5											3	10	2	1	4	70	10																
967											4	10	2	1	3	70	10																
967.5											3	10	2	1	4	70	10																
968											4	5	1	1	4	75	10																
968.5											3	10	2	1	4	70	10																
969											4	10	4	1	1	70	10																
969.5											4	10	3	1	2	70	10																
970											5	10	1	1	3	70	10																
1994.5												5	75	3	10	1																	
1995												2	75	7	10	1																	
1996												3	75	4	10	1																	
1996.5												4	70	7	10	1																	
1997												6	70	6	10	1																	
1997.5												2	70	4	8	1																	
1998												1	70	10	8	1																	
1998.5												4	75	5	10	1																	
1999												2	70	5	10	1																	
1999.5												3	75	7	8	1																	
2070.5												4	75	5	15	1																	
2071												4	75	5	15	1																	
2071.5												4	70	5	20	1																	
2072												2	75	15	7	1																	
2072.5												4	70	15	10	1																	
2073												4	75	10	10	1																	
2073.5												4	75	10	10	1																	
2074												2	75	10	12	1																	
2074.5												4	75	10	10	1																	
2075												3	70	10	16	1																	
2075.5												4	70	10	15	1																	
2076												2	50		10	1																	
2076.5												4	70		10	1																	
2077												2	50		10	1																	
2077.5												3	50		10	1																	
2078												4	60		10	1																	
2078.5												6	70		10	1																	
2079												2	70	3	10	1																	
2079.5												1	70	3	10	1																	
2080												4	70	4	10	1																	
2080.5												1	70	10	10	1																	
2081												2	70	10	10	1																	
2081.5												3	70	5	10	1																	
2082												4	70	5	5	1																	
2082.5												3	65	5	8	1																	
2083												2	60	5	8	1																	
2083.5												3	65	10	5	1																	
2084												20	50	7	5	1																	
2084.5												11	60		10	1																	
2085												25	44		10	1																	
2085.5												20	49		10	1																	
2086																																	