

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA  
FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVEALABLES ET DES SCIENCES DE LA  
TERRE ET DE L'UNIVERS  
Département des Sciences de la Terre et de l'Univers



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE  
En Vue De L'obtention Du Diplôme de Master en Géologie

Option: Géologie des Bassins Sédimentaires

THEME

**Etude lithologique et petrophysique de la région de Bir  
Sebaa HASSI MESSAOUD**

Soutenu publiquement par:

**Mr. AMARA Mahdi et Mme. BENCHABIR Elham**

Devant le jury:

Président :	Mr. LAOUINI Hamza	M. A. A Univ. Ouargla
Promoteur :	Mr. HADDANE Abdennour	M. C. B Univ. Ouargla
Examineur :	Mlle. CHEMMAM Asma	M. C. B Univ. Ouargla

Année Universitaire : 2020/2021

## *Dédicace*

*Nous dédions ce mémoire à nos chers parents, et nos enfants : Wassim et Mohammed Amine.*

*Pour toute la famille BENCHABIR : Saïd et Feriel, Camélia et Sabrine.*

*Ainsi pour la famille AMARA : Mokdad et Randa, HAMZA et RANIA , Youcef, Kouka, Karima, Asma, Aïda ainsi pour les petits : Azeddine, Yasmine, Darine, Moussa, Addam, Fathia et Hamssa.*



## ***Remerciements***

*Nous adressons nos vifs remerciements au personnel de l'université KASDI MERBAH de OUARGLA de nous avoir donné la chance de s'inscrire au Master.*

*On tient à exprimer toute notre reconnaissance à notre promoteur Mr HADDEN ABDENNOUR.*

## Résumé :

SONATRACH et PETROVIETNAM ont annoncé la confirmation par le forage de délinéation positif BRS-6 bis de l'extension de gisement de BIR SBAA découvert en 1997 à TOUGGOURT (Bloc 433 a – 416 b).

Une découverte récente a montré l'existence d'un système pétrolier secondaire dans les niveaux de grès d'âge ordovicien inférieur (QUARTZITE D'EL HAMRA)

Les réservoirs de BIR SBAA pose toujours problème dans l'identification de Facies et le model de dépôt de la formation de QUARTZITE D'EL HAMRA.

Il existe un lien très clair entre le facies et la qualité réservoir. Les roches de meilleure qualité réservoir sont systématiquement associées aux canaux fluviaux pour le TRIAS, les mudstone de plateau et les grès enfouis pour l'ordovicien et le Cambrien.

Mots clé : Bir Sbaa - Quartzite D'el Hamra – Trias – Ordovicien – Réservoir – Mudstone- Grès - Cambrien.

## Summary:

SONATRACH and PETROVIETNAM have announced the confirmation by positive delineation drilling BRS-6 bis of the extension of the BIR SBAA deposit discovered in 1997 at TOUGGOURT (Block 433 a - 416 b).

A recent discovery has shown the excitement of a secondary petroleum system in the lower Ordovician age sandstone levels (QUARTZITE D'EL HAMRA)

BIR SBAA reservoirs are still problematic in the identification of Facies and the deposit pattern of the EL HAMRA QUARTZITE formation.

There is a very clear link between facies and reservoir quality. Rocks of better reservoir quality are systematically associated with river channels for the TRIAS, plateau mudstones and buried sandstones for the Ordovician and Cambrien.

Key words : Bir Sbaa - Quartzite El Hamra - Triassic - Ordovician - Reservoir - Mudstone- Sandstone – Cambrian.

## ملخص

أعلنت شركة سوناطراك وبيترو فيتنام عن التأكيد عن طريق حفر التحديد الإيجابي لتمديد رواسب **BRS-6 bis** (بلوك 433 أ – 416 ب) تفرقت المكتشفة في عام 1997 في بئر السبع

أظهر اكتشاف حديث إثارة نظام البترول الثانوي في مستويات الحجر الرملي الأدنى من العصر الأوردوفيشي

لا تزال خزانات بئر السبع تمثل مشكلة في تحديد الأسطح ونمط الترسيب لتكوين كوارتزيت الحمرا

هناك ارتباط واضح للغاية بين الصخور وجودة الخزان. ترتبط الصخور ذات جودة الخزان الأفضل بشكل منهجي بقنوات الأنهار بالنسبة ل

أحجار طينية الهضبة والأحجار الرملية المدفونة في الترياسي. و الأوردوفيسي و الكومبري

بئر السبع - كوارتزيت الحمرا - الترياسي- الأوردوفيش- الخزان - أحجار طينية- والأحجار الرملية- الكومبري

## Table des matières

Introduction générale .....	1
1.1. Objectifs et méthodes d'études :.....	2
1.2. Base de données : .....	4
1.3. Programme de travail : .....	4
1.4. Présentation des résultats.....	4
<b>Chapitre 1. GENERALITES.....</b>	<b>5</b>
1.1. Cadre régional : .....	6
1.1.1. Situation géographique :.....	8
2.1.1. Cadre géologique et géodynamique : .....	8
2.1.2. Les réservoirs paléozoïques : .....	10
2.1.3. Les réservoirs Mésozoïques : .....	11
2.1.4. La roche mère :.....	12
2.1.5. Les roches couvertures : .....	13
2.2. Cadre local :.....	14
2.2.1. Situation géographique de la région de Bir Sebaa : .....	15
1.2.2Aspect géologique de la région Bir Sebaa : .....	15
<b>Chapitre1. : ANALYSE DES FACIES ET MODELISATION DES DEPOTS .....</b>	<b>17</b>
2.1. ANALYSE DES FACIES .....	18
2.2. Schéma des litho-faciès : .....	19
2.2.1. Conglomérats (Litho-faciès C).....	19
2.2.2. Conglomérat, intraclastique (Litho-facies C1).....	19
2.2.3. Grès (Litho-faciès S) .....	19
2.2.4. Siltstones (Litho-faciès SS).....	24
2.2.5. Sédiments hétérolitiques (litho-faciès H).....	24
2.2.6. Mudstones (Litho-faciès M).....	25
2.3. ASSOCIATION FACIES.....	26
2.3.1. Mudstones de plateau (SM).....	26

2.3.3. Lagoon Bay (LB) .....	27
2.3.4. Grès Distal Braidplain Channel (DBC).....	27
2.3.5. Avant-côte moyen à inférieur et chenal de marée distal (STC) .....	28
2.3.6. Feuilles de sable enfouies (BS) .....	28
2.3.7. Barres buccales (MB).....	29
2.3.8. Dépôts côtiers protégés (SB).....	29
2.3.9. Dépôts des canaux de distribution (DC) .....	30
2.3.10. Diamictites pluvieuses (RD) .....	30
2.4. MODÈLE DE DÉPOT .....	30
<b>Chapitre 3. Paramètres petrophysiques.....</b>	<b>46</b>
3.1. Présentation .....	47
3.2. Caractéristiques de porosité et de perméabilité .....	47
3.3. Contrôles primaires sur la porosité et la perméabilité .....	54
<b>Chapitre 4. PETROGRAPHIE ET DIAGENESE .....</b>	<b>56</b>
4.1. Introduction .....	57
4.2. Pétrographie et diagenèse .....	57
4.2.1. Pétrographie .....	57
4.2.2. Les composants détritiques .....	59
4.2.3. Le ciment :.....	62
4.2.4. Oxydes de fer .....	64
4.2.5. Matière organique (bitumes) .....	64
4.3. Interprétation .....	65
Conclusion générale .....	66

Liste des figures :

Figure 1 Situation géographique du bassin d'Oued Mya.....	7
Figure 2 Situation géologique du bassin d'Oued Mya Source : WEC (2007).....	9
Figure 3 Carte de situation du champ Bir Sebaa (blocks 433a /416b).....	14
Figure 2.1 Grès ondulés, massifs et à stratifications entrecroisées .....	33
Figure 2.2 Grès ondulés et massifs, conglomérat polymictique et carbonates pédogénique .....	34
Figure 2.3 Grès lamellés entrecroisés et plane .....	35
Figure 2.4 Mudstones pédogéniques rouges à violets et grès bioturbés .....	38
Figure 2.5 Grès croisés.....	37
Figure 2.6 Modèle de dépôt marin cambrien .....	38
Figure 2.7 Modèle de dépôt continental du Cambrien .....	39
Figure 2.8 Répartition des roches triasiques dans le nord de l'Oued.....	40
Figure 2.9 Carte des faciès unité des grès T2.....	41
Figure 2.10 Unité de grès T1_carte des faciès .....	42
Figure 2.11 carte de Zone D`Alternances faciès .....	43
Figure 2.12 Carte des faciès des unités RI/RA du Cambrien.....	44
Figure 2.13 Épaisseur de la série inférieure (m) et sables nets (%) .....	45
Figure 2.14 Épaisseur de grès (m) et sables nets (%).....	45
Figure 2.15 Épaisseur des grès (m) et sables (%) pour le T2.....	45
Figure 2.16 Épaisseur du Cambrien RI/RA (m) et de sables (%) .....	45
Figure 2.17 Épaisseur de la zone D`Alternances (m) et sables nets (%) .....	45

Figure 3.1 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BRS-1, .....	49
Figure 3.2 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BAT-1, .....	49
Figure 3.3 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits MOM-1, .....	49
Figure 3.4 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BAT-1, .....	51
Figure 3.5 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits MOM-1, .....	52
Figure 3.6 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BRS-2b, .....	53
Figure 3.7 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BRS-6b, .....	54.
Figure 4.1 Classification QFR des Grès Ordoviens du Puits BRS-23 .....	58
Figure 4.2 Pétrographie du puits BRS-23. ....	60
Figure 4.3 les différents types de quartz .....	61
Figure 4.4 Diffèrent type de ciment .....	63
Figure 4.5 Les phénomènes diagenétiques.....	64



## Abréviations

C Conglomérats

C1 Conglomérat, intra-clastique

C2 Conglomérat, polymictique

Grès Sb, bioturbé

Grès Spo, mal trié

Grès Sxb, à lit croisé et bioturbé

Grès Sxd, croisé et déformé

Grès Sxi, quadrillé avec des intraclastes

Grès Sxl, lits croisés à faible angle

H Sédiments hétérolithiques

HM Hétérolithique, dominé par le mudstone

HS Hétérolithique, dominé par le grès

M Mudstone

Mb Mudstone, bioturbé

Md Mudstone, perturbé

MI Mudstone, laminé

Mp Mudstone, mal trié

Mp1 Mudstone pédogène rouge à violet 1

Mp2 Mudstone pédogène vert à gris 2

Mudstones

P Sédiments pédogènes

Pc Carbonates / évaporites pédogéniques

S Grès

Sd Grès, perturbé



## Abréviations

---

Siltstones SS

Sm Grès, massif

Sp Grès, pédogène

Spl Grès, laminé plan

Sr Grès, ondulé

Sx Sandstone, cross-bedded

- Introduction générale

Les gisements d'hydrocarbures d'Algérie sont quasiment situés dans le Sahara où ils se répartissent dans différents bassins.

Plus de deux cents gisements sont aujourd'hui reconnus. Les réservoirs, gréseux dans leur quasi-totalité, se trouvent essentiellement dans les niveaux du Cambro-Ordovicien, du Siluro-Dévonien et du Carbonifère et du Trias.

Le bassin le plus prolifique demeure celui de l'Oued Mya où se trouve le gisement géant de Hassi Messaoud. Le réservoir, gréseux, se trouve essentiellement dans les niveaux du Cambrien.

Les récentes découvertes réalisées par Sonatrach sur la périphérie de ce gisement géant, ont montré l'existence d'un système pétrolier secondaire dans les niveaux des grès d'âge ordovicien inférieur (Quartzite de Hamra).

Les grès quartzitiques de l'unité quartzites de Hamra (Ordovicien) considérés alors comme un objectif principal depuis la récente découverte d'huile dans quelques structures (WEC 2007).

### **Objectifs et méthodes d'études :**

Un résumé du programme de travail est le suivant :

- Description détaillée des carottes à partir des puits carottés disponibles (BAT-1, BRS-1, BRS-2b, BRS-4, BRS-6b, MOM-1, BRS-23), et définition de facies.
- Caractérisations détaillées du journal des images à partir des puits d'étude avec les données disponibles du journal des images (MOM-2b et BRS-6b).
- Analyse faciès sur les intervalles carottés et non creusés.
- analyse séquentielle et définition de milieu de dépôt.

## **Base de données :**

- 330,6m de carottes provenant des puits BAT-1, BRS-1, BRS-2b, MOM-1, BRS-4 et BRS-6b.
- Deux puits supplémentaires, BRS-7 et BRS-8, ont été envisagés, mais non inclus dans le panneau de corrélation parce qu'ils ont été livrés à la dernière étape du rapport présenté.
- Données d'analyse de base conventionnelles.
- Une suite de journaux filaires.
- Journaux OBMI / FMI pour les puits MOM-2b et BRS-6b
- Rapports confidentiels et autres publications.

## **Programme de travail :**

- Description détaillée à l'échelle 1 :50 des carottes des puits mentionnés ci-dessus.
- Identification, description et interprétation des principaux intervalles à travers la section d'étude.
- Développement d'un modèle de dépôt pour la section d'étude.
- Codage en faciès des données d'analyse de base conduisant à la caractérisation de la variabilité dans la qualité de réservoir.
- Intégration et interprétation de toutes les données.

## **Présentation des résultats**

- Un chapitre de synthèse et de conclusions, mettant en évidence les principaux résultats de l'étude, sera présenté.
- Des discussions intégrées sur les résultats et les conclusions, appuyées par des figures de texte.

# Chapitre 1. Généralités

## **Introduction**

En Algérie, on distingue deux unités géologiques et structurales majeures séparées par l'accident Sud-atlasique : l'Atlas (ou domaine alpin) dans la partie Nord, qui correspond à une chaîne intracontinentale résultant essentiellement de la tectonique alpine et la plate-forme saharienne dans la partie Sud, relativement stable, qui a été structurée en majeure partie au Paléozoïque.

La plate-forme saharienne est subdivisée en deux provinces, séparées par la ride d'Amguid de direction N-S : la province Ouest, riche en gaz et la province Est où se trouvent à la fois des gisements d'huile et de gaz.

La différence entre ces deux provinces est liée à leur histoire mésozoïque et cénozoïque. Les sédiments mésozoïques et cénozoïques sont bien développés et fortement tectonisés dans la province Est, alors que dans la province Ouest, ils sont plutôt stratiformes et moins développés. De plus, l'histoire de la formation et du piégeage des hydrocarbures dans les bassins paléozoïques est différente entre ces deux provinces, avec une histoire méso-cénozoïque à l'Est et paléozoïque à l'Ouest.

### **1.1.Cadre régional :**

#### **1.1.1. Situation géographique :**

Oued Mya est un bassin de la plate-forme saharienne, correspondant à la partie occidentale de la province Triasique, les limites géographiques sont les parallèles  $31^{\circ}15'$  -  $33^{\circ}00'$  et les méridiens  $6^{\circ}15'$  -  $3^{\circ}30'$ , elle englobe les blocs : 438 – 425 – 422 – 437 – 436 – 420 – 419 – 418 – 417 et 416, appartenant au district IV de la Sonatrach.

- La région d'Oued Mya a la configuration d'une dépression, allongée d'orientation Nord-est

Sud-ouest acquis au cours du paléozoïque ; elle est limitée (BEICIP, 1992) :

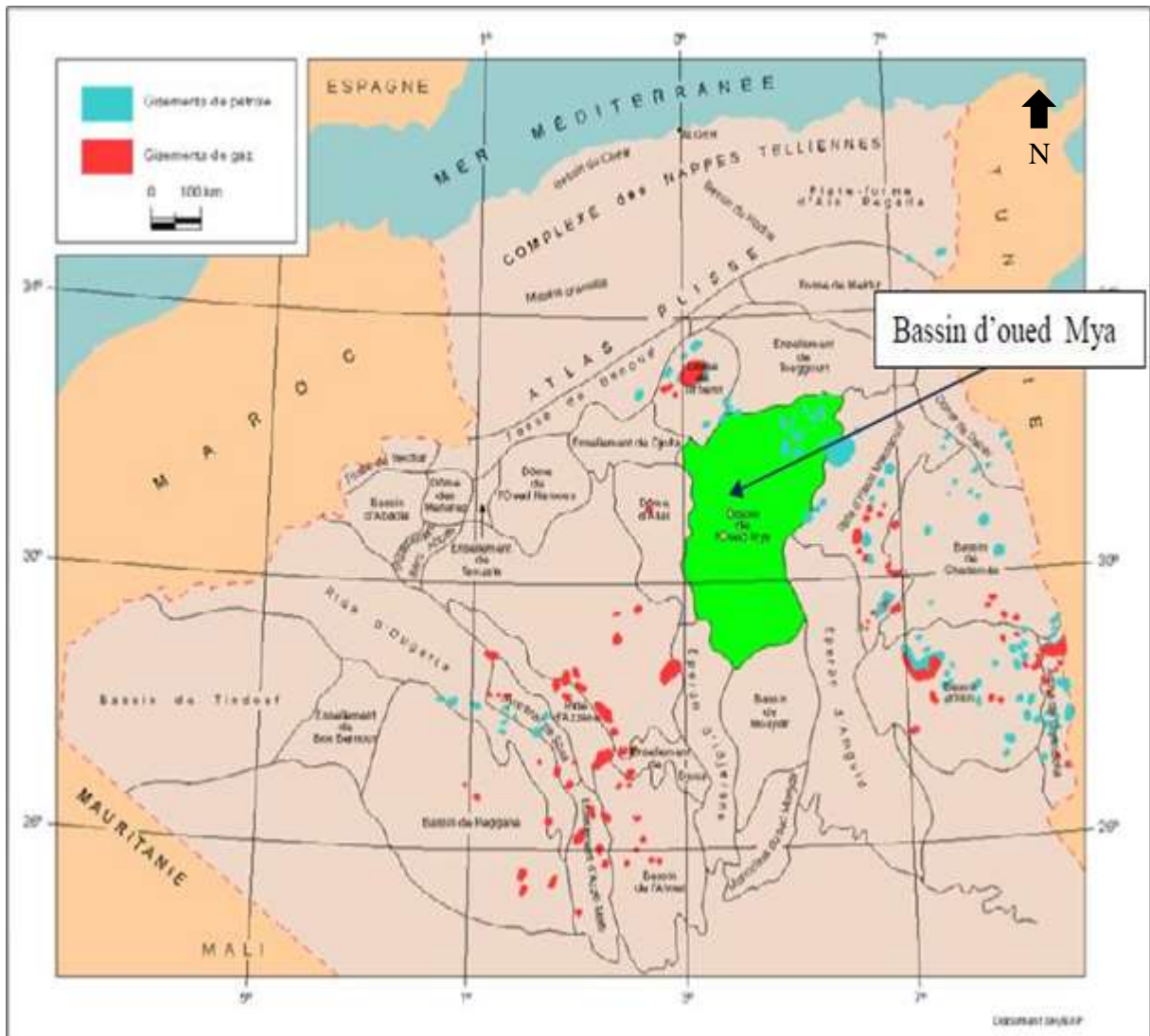


Figure 1 Situation géographique du bassin d'Oued Mya



### 1.1.1. Cadre géologique et géodynamique :

La dépression d'Oued Mya appartient à la plateforme saharienne, dont elle ne constitue qu'un sous bassin intra-cratonique, sa bordure Nord s'ennoie progressivement vers la flexure saharienne où l'existence d'un fossé très subsidé au Mésozoïque donnera naissance à la chaîne péri-cratonique de l'Atlas saharien.

L'évolution de la dépression d'Oued Mya depuis le Cambrien comporte deux étapes majeures :

1. La sédimentation du Paléozoïque, pratiquement restreinte au Paléozoïque inférieur et sa structuration pré-hercynienne,

2. La création d'un bassin au Trias et son évolution au cours du Mésozoïque et du Tertiaire.

Ces deux étapes principales de l'histoire régionale conduisent à considérer deux mégacycles sédimentaires, paléozoïque et mésozoïque, classiquement séparés par la discordance hercynienne, avec la pérennité pendant tout le Paléozoïque des zones hautes structurant la région.

L'évolution paléogéographique et structurale au cours du Paléozoïque a eu des implications probables sur la distribution de certains réservoirs, sur la distribution et le potentiel des roches mères, ainsi que sur leur enfouissement relativement limité au cours du Paléozoïque, préservant ainsi leur potentiel. Ce n'est qu'au cours de la subsidence du Mésozoïque et du Tertiaire que la maturation sera suffisante pour générer les hydrocarbures piégés dans la région.

Dans la dépression d'Oued Mya, la série siluro-dévonienne a été partiellement préservée de l'érosion entre les môles de Talémazéne et de Dahar situés au Nord et le môle d'El Agreb - Hassi Messaoud situés à l'Est, déjà érodés jusqu'à l'Ordovicien.

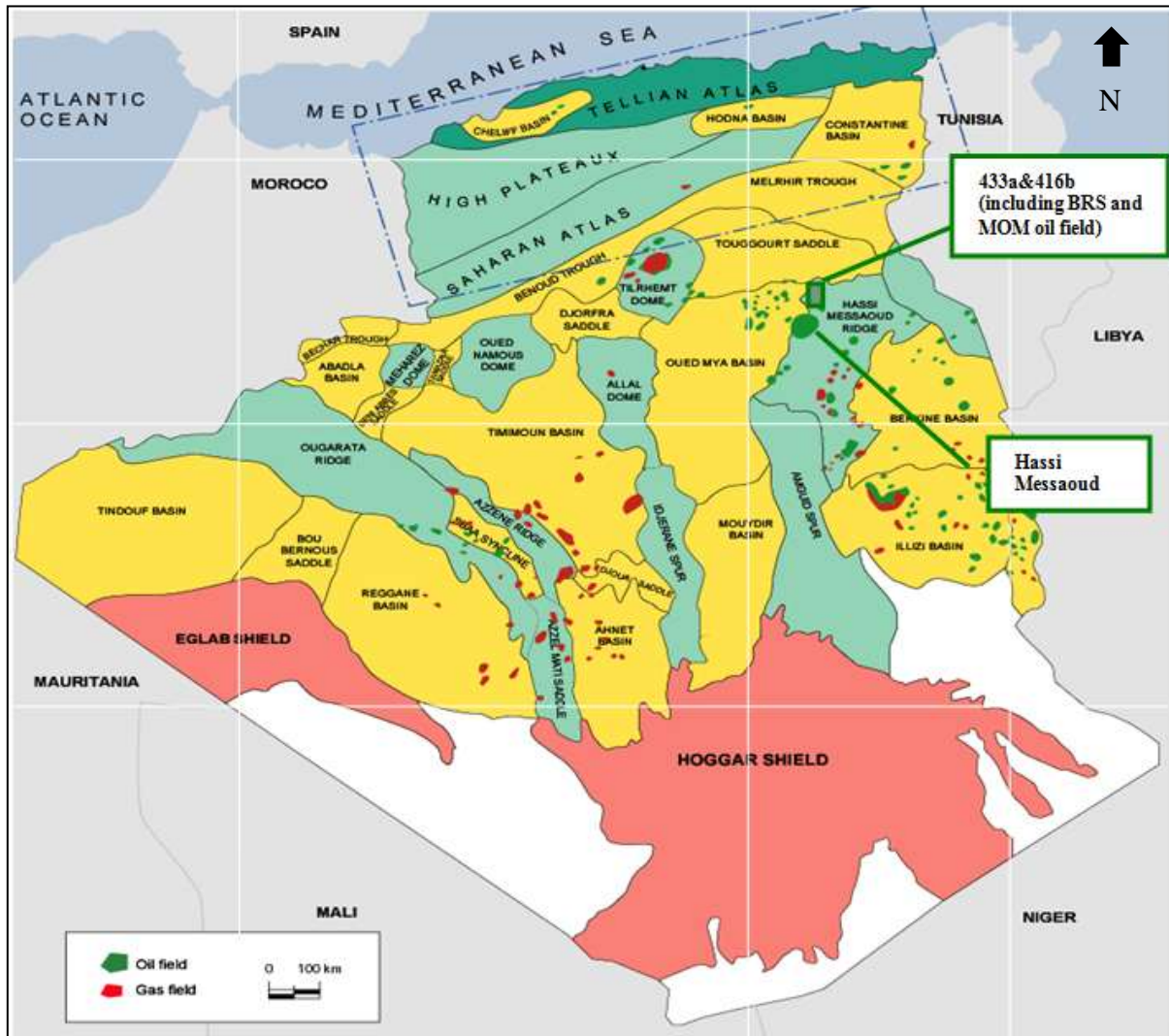


Figure 2 Situation géologique du bassin d'Oued Mya Source : WEC (2007)

Cette dépression correspond à une structure de type « synclinal » entre les dômes de Hassi R'Mel et Hassi Messaoud.

La dépression d'Oued Mya est en effet caractérisée par la présence d'une série paléozoïque résiduelle renfermant les argiles radioactives d'âge silurien, très riches en matière organique et bien développées qui constituent la roche mère principale, malheureusement érodée sur de vastes secteurs de la région. Cette série est recouverte par une puissante série mésozoïque comprenant à sa base les principaux réservoirs du bassin et leur couverture salifère (Trias-Lias) (M. Dahmani 2003).

### 1.1.2. Les réservoirs paléozoïques :

Le paléozoïque comprend pour l'essentiel des réservoirs bien développés et régulièrement distribués dans tous les bassins de la Plateforme Saharienne. Il constitue une partie importante des réservoirs du Sahara algérien. Le Carbonifère, depuis longtemps est déconsidéré, lui représente un prospect important à la lumière des résultats acquis dans les bassins de Ghadamès et de Timimoune (WEC, 2007).

- **Cambrien :**

Il est productif dans les champs de la province triasique et dans les bassins d'Ilizi et de Timimoune.

- **Ordovicien :**

Les réservoirs ordoviciens, sont relativement nombreux, et sont situés dans les formations suivantes :

- Les grés argileux de l'Oued Mya et les grés d'El Atchane (Trémadoc) ;
- Les quartzites d'el Hamra (Arenig) ;
- Les grés d'Ouargla (Lianvirm) ;
- Les grés de l'Oued Saret (Caradoc inférieur) ;
- Les grés de Ramade ou la Dalle de Mkratta (Caradoc supérieur- Ashgill)
- Les grés proviennent des milieux très variés, allant du marin à fluvio-glaciaire, d'où une très grande diversité de géométrie de réservoirs ainsi qu'une certaine disparité dans la distribution de la plupart des faciès.
- 
- **Silurien :**

Sur l'ensemble de la plateforme saharienne, le Silurien est connu pour sa qualité de la roche mère. Dans le bassin d'Ilizi et la province triasique, il présente dans sa partie supérieure des zones à potentiel réservoir où les épaisseurs sont souvent importantes (350 m), dont ils font un bon objectif pétrolier, il est généralement divisé en deux séquences.

- **Dévonien :**

Dans les bassins de Timimoune, d'Ahnet, de Reggane et de Ghadamès, le Dévonien est épais. En revanche, sur une grande partie de la province triasique et certaines structures comme la dorsale Amguid- El Biod- de Hassi Messaoud, il est totalement érodé. En général le Dévonien est producteur partout où il existe.

- **Carbonifère :**

Les réservoirs sont répartis en trois secteurs. A l'Ouest de la plateforme dans les bassins de Tindouf, de l'Ahnet et de Timimoune. Les caractéristiques matricielles des grès peuvent constituer de bons réservoirs. Dans la province triasique les bons réservoirs se situent au Sud-Ouest dans le Viséen et au Nord- Ouest dans le Muscovien.

### **1.1.3. Les réservoirs Mésozoïques :**

Dans la partie Nord-Ouest de la plateforme saharienne, le Mésozoïque en général et le Trias en particulier recèlent d'importantes ressources en huile et en gaz. Les faciès réservoirs sont de type fluvatile à deltaïque à influences marines comme dans le Nord-Est du bassin de Ghadamès. Le Trias est divisé en une séquence de base argilo-gréseuse (TAGI), un Trias médian carbonaté et une séquence supérieure argilo-gréseuse (TAGS) (WEC, 2007).

- **Trias argilo-gréseux inférieur :**

Les principales découvertes ont été faites dans les régions de Rhourde-Nouss, Gassi Touil, Nezla, El Borma, Keskesa, Wad-Teh, Haoud-Berkaoui et récemment Bir Rebaa-nord et Rhourde El Khrouf.

L'épaisseur des réservoirs varie de 15 à 75m et peut atteindre jusqu'à 100m dans la région d'El Borma et 150m dans le bassin de Ghadamès. Ces variations sont liées à la morphologie du soubassement du Trias inférieur qui s'appuie en lap sur la discordance hercynienne et érodé profondément la série paléozoïque.

L'environnement de dépôt du Trias implique les variations de faciès et l'extension limitée des réservoirs. Ceux-ci sont en général, multicouches, à niveaux producteurs isolés par des argiles de type plain d'inondation. Les porosités varient en général de 6 à 22% et sont le plus souvent supérieures à 12% avec des perméabilités de 10 à 100md.

Les qualités de réservoir sont contrôlées par des facteurs diagénétiques, de dissolutions, de matrice des feldspaths et des carbonates, redistributions minéralogiques des argiles, et enfin

des cimentations variées.

- **Trias argilo-gréseux supérieur :**

Il constitue un des principaux réservoirs de la plateforme saharienne et produit à Hassi R'mel, Rhourde Nouss, Hassi-Chergui, Rhourde El Khrouf. Dans la province triasique, les réservoirs sont bien développés. La répartition des zones favorables est identique à celle du TAGI.

Dans les zones productrices, les hauteurs utiles atteignent 150m. Les porosités sont comprises entre 15 et 20%. Les perméabilités atteignent 1 à 2d dans la région de Gassi Touil. Les qualités réservoirs des grés du TAGS se détériorent vers le Sud-ouest – Nord-est parallèlement à l'épaississement des argiles. Les phénomènes diagénétiques plus tardifs que ceux du TAGI jouent un rôle important dans la distribution des porosités.

#### **1.1.4. La roche mère :**

La couverture sédimentaire de l'Algérie comprend un certain nombre de niveaux roches mère réparties du paléozoïque au Cénozoïque, soit : l'Ordovicien, le Silurien, le Dévonien (Strunien, Famennien et surtout le Frasnien), le Carbonifère, le Jurassique (en particulier, le Kimméridgien), le Crétacé inférieur et supérieur (l'Albien et surtout le passage Cénomanién-Turonien), l'Eocène et le Miocène. Ils correspondent aux phases transgressives majeures.

Les principaux niveaux roches mères susceptibles d'être la source des hydrocarbures mis en évidence dans les différents réservoirs de la couverture sédimentaire sont :

- Le Silurien inférieur ;
- Le Frasnien inférieur ;
- Le passage Cénomanién-Turonien.

Les deux premiers niveaux caractérisent la plateforme saharienne tandis que le troisième est lié au Nord de l'Algérie et dans une moindre mesure au sillon de Melrhir.

- **Le Silurien inférieur :**

Le Silurien inférieur comprend les argiles radioactives constituées d'argiles grises-noires et noires radioactives à la base. Il s'est déposé sur la totalité de la plateforme saharienne, et quelques régions en sont dépourvues par suite de l'érosion hercynienne.

Le dépôt des argiles radioactives suite la glaciation fini-ordovicienne et correspond à la première transgression marine majeure du Paléozoïque.

La radioactivité est liée à la forte concentration en Uranium. Les épaisseurs varient de 10m à 100m avec des maximums situés dans les bassins de l'Ahnet, de Ghadamès, d'Illizi, de l'Oued Mya, de Mouydir, au Nord du bassin de Timimoune et dans les sillons de Benoud et Sbaa.

La teneur en carbone organique total (COT) oscille entre 1% et plus de 11% et dépasse localement 20%. Les zones les plus riches se situent aux abords de Hassi R'mel, de Hassi Messaoud, dans le Nord-Est de province triasique, à l'Ouest du bassin d'Illizi, dans le sillon de Sbaa, dans le nord-ouest du Grand Erg occidental.

La matière organique est d'origine marine (les Algues, les Chitinozoaires, les Graptolites, la matière organique amorphe sapropilique). La roche mère engendrée est d'excellente qualité et son potentiel pétrolier peut localement dépasser 60kg HC/t (Carbone Organique, kérogène/Tonne de Roche) comme pour le Silurien inférieur de la plateforme saharienne. (WEC, 1995).

Les différentes évolutions propres à chaque bassin, le potentiel résiduel est variable. Il est conditionné par la maturation atteinte dans les argiles radioactives. L'état de cuisson du Kérogène est à gaz sec et condensat dans les bassins de Timimoune, d'Ahnet, de Béchar, de Mouydir, dans le centre et au nord des bassins de Reggane et de Tindouf, dans le centre du bassin de Ghadamès et de l'Oued Mya et enfin dans le centre et le Nord-Ouest du sillon de Sbaa. En revanche, ce même Kérogène est en phase à huile dans le reste de la province triasique, dans le bassin d'Illizi, dans la partie sud des bassins de Reggane aux abords de l'Ougarta et enfin dans le Sud-Est du sillon de Sbaa.

### **1.1.5. Les roches couvertures :**

Les bassins de la Plateforme Saharienne comprennent des niveaux de roches couvertures qui varient en âge et en faciès. Les plus anciens sont d'âge ordovicien et les plus étanches sont les dépôts argilo-évaporitiques du Trias et du Lias (WEC, 1995).

- **Le Paléozoïque :**

Une exception faite des zones qui subissent l'érosion hercynienne, les roches couvertures d'âge Ordovicien sont présentes sur la quasi-totalité de la plateforme saharienne.

- **Le Mésozoïque :**

La couverture mésozoïque correspond aux argiles et aux évaporites du Trias et du Lias. Dans le bassin triasique, elles assurent la couverture des réservoirs gréseux du Trias et, parfois en discordance, celle des réservoirs Paléozoïque.

Leurs épaisseurs dépassent parfois les 2000m et leurs lithologies font une excellente couverture.

## 1.2. Cadre local :

### 1.2.1. Situation géographique de la région de Bir Sebaa :

Le champ pétrolifère de Bir Seba se situe dans les blocs 433a et 416b, à environ de 550 km au sud-est d'Alger et à 130 km de Hassi Messaoud. La superficie originelle est de 6,472 km<sup>2</sup> et la superficie actuelle est de 4,530 km<sup>2</sup> après la première restitution. Le vaste programme d'exploration et d'évaluation a été effectué depuis 2003 et a conduit à la découverte de la structure Bir Sebaa (BRS), la plus grande découverte de pétrole de la région. (Fig. 1.2)

Actuellement, la structures BRS a terminé le programme d'exploration et d'évaluation et continuer sur la première phase de développement. La BRS est en production en Juin 2015.

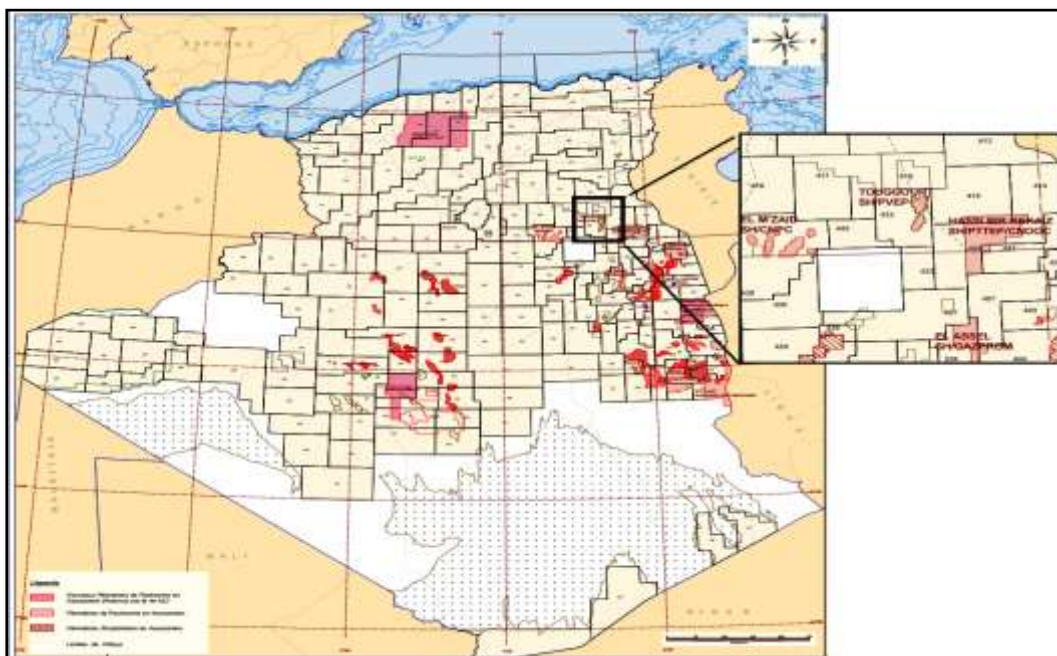


Figure 3 Carte de situation du champ Bir Sebaa (blocks 433a /416b).

### 1.2.2 Aspect géologique de la région Bir Sebaa :

Sur le plan tectonique et stratigraphique, le contexte géologique de la région Bir Sebaa peut être brièvement décrit comme suit :

Au cours de la subsidence Cambro-Silurienne, une succession des roches clastiques du Cambrien a été déposée dans un environnement fluvial à côtier. Les conglomérats et les grès étaient les lithologies prédominantes. Ceux-ci ont été recouverts généralement par les argiles marines épaisses d'El Gassi suivies par les clastiques d'Atchane comme la subsidence diminue. Les grès Hamra quartzite de l'ordovicien ont été déposés par la suite dans un environnement lentement transgressif. Ces grès côtiers se composent jusqu'à 98% de quartz avec des argiles mineures. La taille des grains varie de grain fin à moyen avec un bon tri. Comme la transgression a progressé, les clastiques Ouargla M'Kratta ont été déposés.

Ensuite, ces derniers ont été recouverts par les argiles d'âge Silurien. Ces argiles ont été déposées dans un milieu marin réduisant par conséquent, ils sont d'excellentes roches mères. L'étendue de dépôt Dévonien est inconnue dans ce domaine à l'effet de l'érosion de la discordance hercynienne.

Le cycle de dépôt a été suivi par la compression hercynienne. Ce soulèvement et à la structuration tardive Carbonifère majeure a été suivie par une forte érosion par l'hercynienne Discordance qui a supprimé toutes les sections du Dévonien et une partie des sections Silurien dans cette zone ; Erosion probablement persisté jusqu'au début du Trias.

Le prochain cycle de dépôt était de début du Trias jusqu'au Crétacé supérieur. Des événements orogéniques mineurs probablement ont eu lieu au cours de cette phase aggradation principalement de subsidence. Le dépôt a commencé avec le dépôt du Trias SI, T1 et T2 dans un grès fluvio-milieu lacustre. Cette séquence onlapping a été suivie par la phase essentiellement aggradation qui a déposé des sections épaisses de évaporites alternant avec des carbonates, des couches minces de clastiques fluvio-deltaïques et volcanites. Cette section a été influencée marine coiffée par les sédiments régressives initiales du Crétacé supérieur.

La compression tardive du crétacé a légèrement touché les structures préexistantes. Certains défauts antérieurs ont été légèrement réactivés pour tenir compte des contraintes



tectoniques qui prévalent. Cela a été suivi par une courte période de transgression qui a déposé les calcaires et les roches clastiques lacustres.

Un épisode de compression finale a eu lieu dans l'Éocène tardif. Cette phase guère touché la région. Le dépôt a repris dans un lacustrine à l'environnement continental. Principalement clastiques avec des carbonates mineurs ont été plafonnés par les dunes de sable du désert.

## **Chapitre 2.** : ANALYSE DES FACIES ET MODELISATION DES DEPOTS

L'analyse des faciès documentée dans ce chapitre est basée sur des descriptions de carottes détaillées à une échelle de 1 :50

### 2.1. ANALYSE DES FACIÈS

La section triasique rencontrée dans les puits étudiés se compose d'une suite de sédiments siliciclastiques et carbonatés et de roches volcaniques. Les roches sédimentaires sont dominées par des grès à grain fin à localement moyen avec des mudstones subordonnés et conglomérats. La partie inférieure de la séquence triasique est dominée par des sédiments à grains fins ; cependant, vers le haut, des grès à grain plus grossier apparaissent.

Dans le cadre de la phase de description initiale du noyau, une ventilation provisoire des litho-faciès a été effectuée,

Identifier tous les changements apparemment significatifs des caractéristiques sédimentologiques. Subséquent la considération a abouti à l'adoption d'un schéma descriptif de litho-faciès tel que décrit ci-dessous.

Ces litho-faciès forment les éléments constitutifs d'un schéma d'association de faciès génétiques qui est discuté plus loin dans ce chapitre. Les associations de faciès génétiques et l'intégration ultérieure avec d'autres.

Les ensembles de données disponibles, y compris les journaux de connexion filaire et la littérature publiée, fournissent la base de l'interprétation d'un modèle de dépôt conceptuel pour les sédiments triasiques des puits d'étude et, dans un contexte, un modèle pour le Trias du bassin de l'Oued Mya en général.

Une étude sédimentologique du TAG-I plus au nord-est de la zone d'étude a été rapportée par Turner et coll. (2001). Cela comprend les détails d'un schéma de litho-faciès et les associations de faciès génétiques. En général, les faciès rencontrés dans les puits BAT-1, BRS-1, BRS-2b, BRS-4, BRS-6b, MOM-1 sont comparées avec celles décrites par Turner et al. (2001).

Le schéma des litho-faciès est basé sur l'examen de nombreux puits. Cependant, des comparaisons avec des ensembles de données existants, une tentative a été faite pour attribuer les codes de litho-faciès similaires utilisés par Turner et al. (2001) aux intervalles carottés dans la présente étude.

Ces codes sont présentés sur les tableaux de description de base à l'échelle 1:50 et les informations sont inclus dans les données numériques qui accompagnent Le schéma de litho-faciès adopté pour cette étude est décrit ci-dessous.

### **2.2. Schéma des litho-faciès :**

Les litho-faciès suivants ont été identifiés à partir des carottes des puits suivants :

MTD-1, BRS-1, BRS-2b, BRS-4, BRS-6b et MOM-1. Les données OBMI / FMI disponibles ont également été utilisées pour faciliter l'interprétation et extrapoler les associations faciès / faciès dans des intervalles adjacents non codés

Les données sont disponibles pour le puits MOM-2b, les données FMI pour le puits BRS-6b.(voir Abréviations)

#### **2.2.1. Conglomérats (Litho-faciès C) FIG 2.1**

Les conglomérats dans les intervalles carottés des puits BAT-1 et BRS-1 sont volumétriquement mineurs.

Les litho-faciès sont localement intraclastique (C1) ou polymictique (C2). Les conglomérats se produisent généralement en association avec des grès et le plus souvent. Dans tous les cas, des unités de conglomérat recouvrent directement les surfaces basales érosives.

#### **2.2.2. Conglomérat, intraclastique (Litho-facies C1) ; FIG 2.2**

Les litho-faciès C1 représentent des conglomérats intraclastiques dans lesquels les clastes sont constitués de petits intraclastes de mudstone dans une matrice de grès. Les conglomérats sont cimentés de manière variable par la matrice mais les formes cimentées localement à clastes et les clastes constitutifs varient en taille des granules.

#### **2.2.3. Grès (Litho-faciès S)**

##### **2.2.3.1. Grès bioturbés (Litho-facies Sb) FIG 2.4**

Les grès bioturbés sont les litho-faciès les plus courants dans la formation de quartzite de Hamra. Les grès sont de couleur gris clair à gris moyen clair, propre à légèrement argileux, mal triés, à grains fins à moyens. Ils sont localement micacés et typiquement bien à très bien cimentés, avec une abondance d'argile. Les structures sédimentaires mineures se composent

de petites laminations croisées avec ondulation actuelle avec des jeux de formes symétriques possibles.

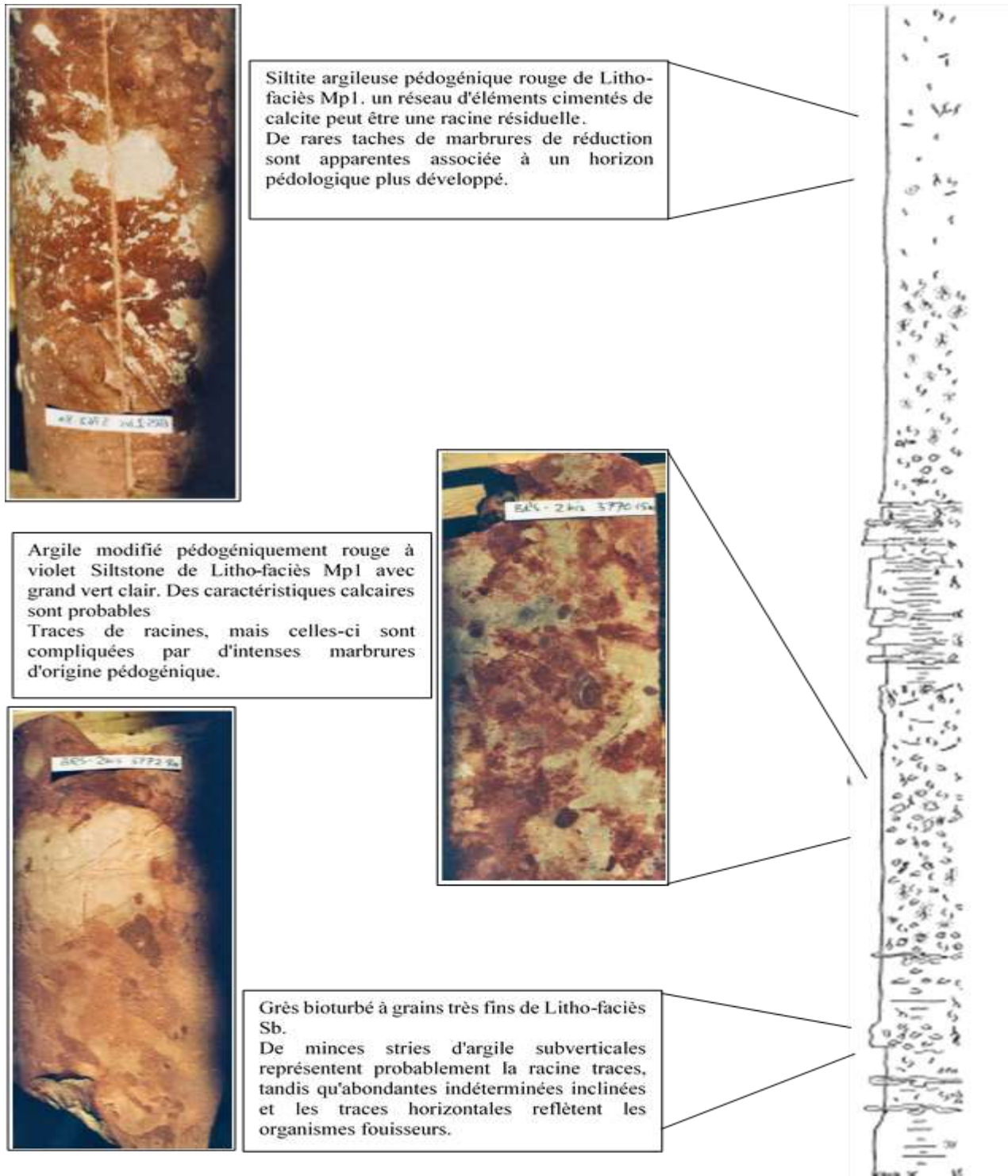


Figure 2.1 Mudstones pédogéniques rouges à violets et grès bioturbés

## Chapitre 2. : Analyse des facies et modélisation des dépôts

---

Les caractéristiques de ce litho-faciès sont d'abondants de terriers verticaux, constitués principalement de Skolithos. Un indice de bioturbation de 2-3 (modéré). Bien que la diversité des terriers soit très faible,

Il y a des changements distincts dans le caractère des terriers tout au long de Litho-faciès Sb, notamment dans longueur du terrier. La longueur apparente typique des terriers dans le puits BRS-1 est d'environ 25 cm ; cependant, il existe des horizons concentrés locaux où ils peuvent être tracés en continu dans le noyau jusqu'à environ 10 à 15cm.

Interprétation des Litho-faciès Sb : Les grès des Litho-faciès Sb sont interprétés pour représenter la face inférieure du rivage aux dépôts de plateau marin peu profond. L'indice de bioturbation envahissante et le faible diversité ichnofacies implique que le dépôt s'est produit dans un cadre caractérisé par un environnement propre et oxygéné d'eaux de fond, avec un niveau élevé de nourriture disponible à partir de la suspension mais qui n'a favorisé que quelques organismes. La texture relativement mature du sédiment implique un niveau de remaniement relativement élevé, soit par les courants de marée ou de tempête, avec de très faibles taux de dépôt de boue.

Le milieu de dépôt était donc très actif et l'assemblage de traces de fossiles de faible diversité est susceptible de résulter de seulement quelques organismes capables de vivre dans un tel environnement. Alternativement, des impulsions de sédimentation rapides et fréquentes peut avoir eu lieu, laissant le temps aux premiers colonisateurs d'habiter les sédiments pendant repos avant le prochain afflux. Les variations de la vitesse de sédimentation peuvent cependant être induites par la variation marquée de la longueur des terriers et il est possible que les terriers les plus longs représentent des organismes suivant le rythme de la sédimentation pendant les périodes de dépôt relativement rapide.

### **2.2.3.2. Grès, massifs (Litho-facies Sm) ; FIG 2.1**

Les grès massifs se composent de gris clair à gris très clair et presque blanc, modérément bien trié, propre à légèrement argileux. Les grains sont fins à très fins.

. Les grès massifs contiennent des intra-clastes épars de mudstone. La bioturbation est rare à absente mais de faibles traces verticales sont localement visibles. Les litho-faciès Sm ont également été identifiés à partir des puits MOM-2b et BRS-6b.

## Chapitre 2. : Analyse des facies et modélisation des dépôts

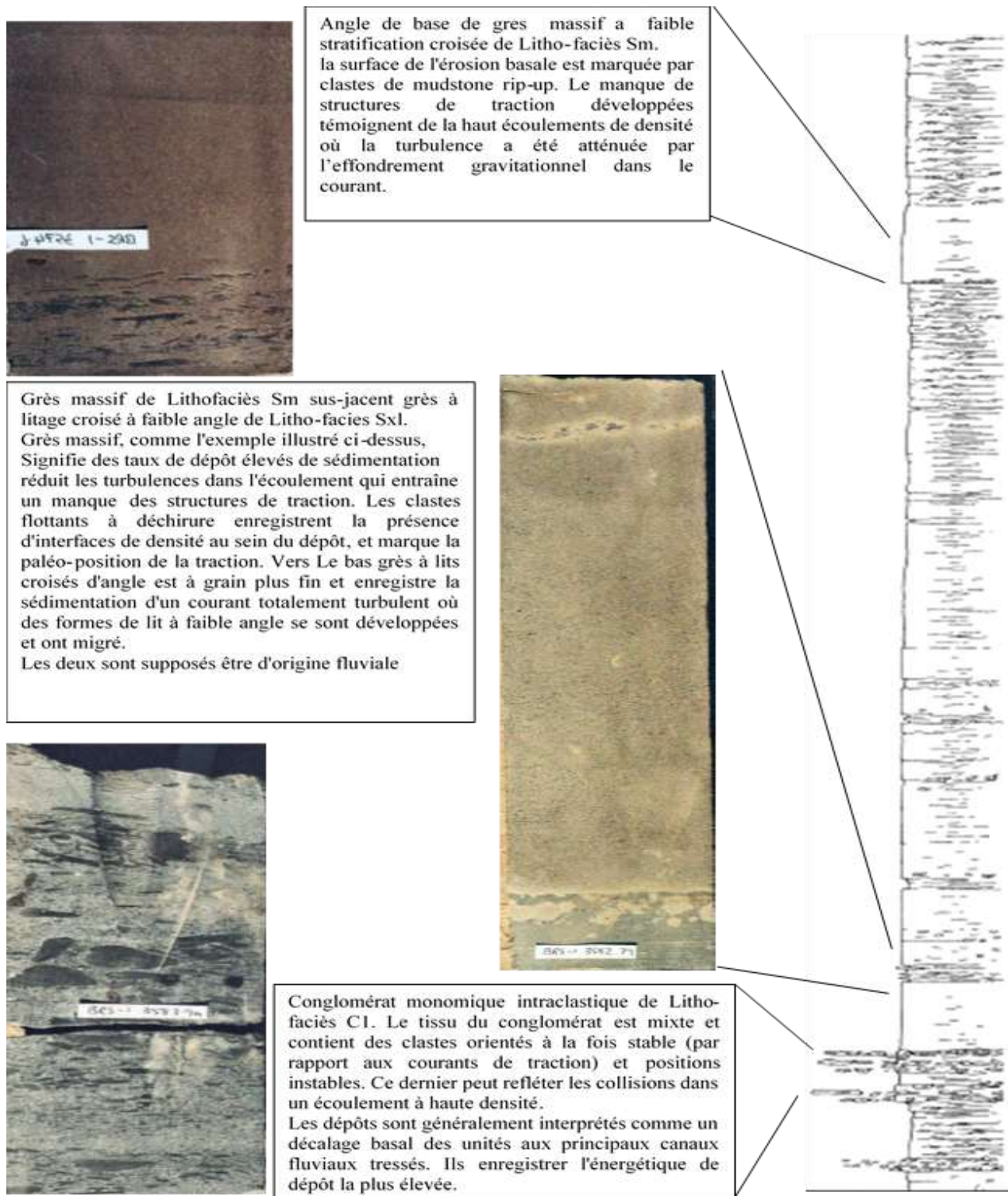


Figure 2.2 Grès ondulés, massifs et à stratifications entrecroisées

Interprétation des litho-faciès Sm : Les grès massifs ont été interprétés comme marins marginaux dépôts d'étagères. Le contexte de dépôt peut être interprété comme une zone proximale d'énergie modérée à élevée.

### **2.2.3.3. Grès, mal triés (Litho-facies Spo)**

Un constituant mineur dans les intervalles creusés est le Litho-faciès Spo. Ce litho-faciès se compose de lumière grès gris à brun grisâtre clair, à gris olive clair, mal triés. Ils sont propres à légèrement argileux. Stratification croisée opposée possible, ondulations et litage croisé à petite échelle, avec de rares stratification bosselée à faible angle. Litho-faciès Spo se produit avec des grès -ondulés, grès et mudstones laminés.

Interprétation des litho-faciès Spo : Les grès mal triés ont été interprétés comme plateau proximal de dépôts. Ce cadre de dépôt est fortement influencé par les chenaux de marée. Le dépôt principal des structures indique une influence de courant unidirectionnelle majeure.

### **2.2.3.4. Grès a laminations plane (Spl) FIG 2.3**

Les litho-faciès Spl sont constitués de lits minces de grès grisâtres à blancs, bien triés, à grain fin.

Les intra-clastes épars de mudstone sont courants. Litho-facies Spl se rencontre avec des grès mal triés (Spo) et les grès croisés à faible angle (Slx).

Litho-faciès Spl a été interprété à partir de Données OBMI/FMI en tant que Sl des puits MOM-2b et BRS-6b.

Litho-faciès Spl est interprété comme représentant un plateau proximal de dépôt. Les grès laminés planaires sont générés par la migration de dunes subaquatiques.

### **2.2.3.5. Grès, ondulés (Sr) ; FIG 2.2**

Les litho-faciès Sr se composent de gris clair à gris très clair, mais aussi de gris jaunâtre, bien triés, très fins aux grès à grains fins. Les structures sédimentaires sont composées de stratifications croisées d'ondulation actuelles.

Les grès sont généralement très propres ; localement ils contiennent des horizons argileux et micacés



## Chapitre 2. : Analyse des facies et modélisation des dépôts

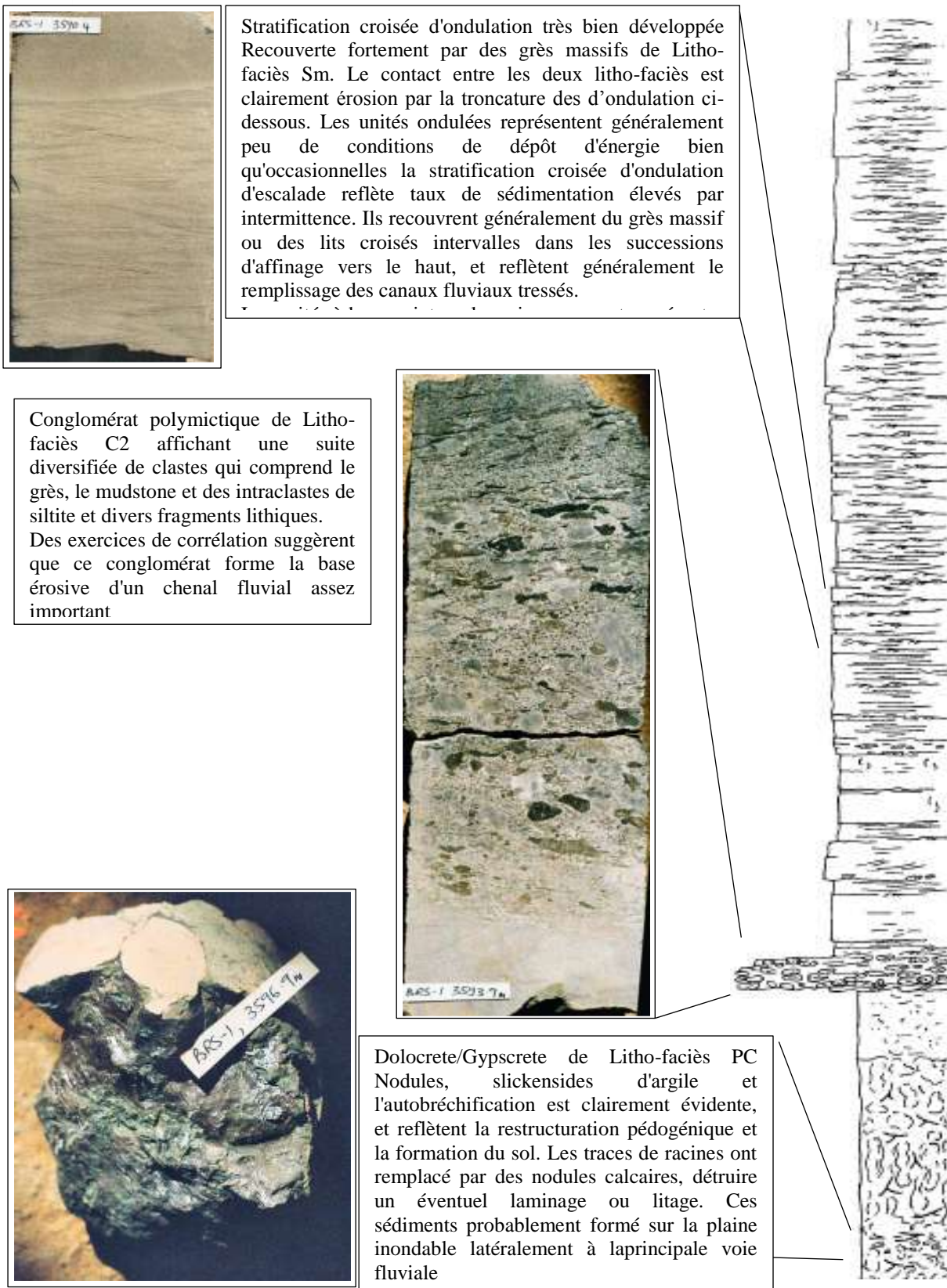


Figure 2.3 Grès ondulés et massifs, conglomérat polymictique et carbonates pédogénique

Il existe de très rares cas d'ondulations de courant modifiées par les vagues avec des drapés argileux. Les intra-clastes se produisent localement dans la moitié inférieure de l'unité.

Interprétation de Litho-faciès Sr : Litho-faciès Sr a été interprété comme déposé en contenu de sables dans un régime d'écoulement faible à moyen. Ce dépôt s'est produit dans un rivage et un chenal de marée environnement influencé. L'absence de bioturbation indique un taux élevé de sédimentation dans un système marin actif peu profond, possible avec une influence saumâtre qui interdisait les organismes marins.

### **2.2.3.6. Grès à lits croisés (Sx) ; FIG 2.3 et 2.5**

Les litho-faciès Sx sont très fréquents dans les intervalles carottés. Il se compose de gris olive clair à gris olive, également gris jaunâtre, propre à peu argileux, moyennement à moyennement bien trié, fin à moyen. Il est dominé par des litières croisées bien développées avec des bancs jusqu'à 0,75-1 m épais. Lamelles localement trop raidies et lamelles ondulées, irrégulières et légèrement stylisées, probablement représentent la stratification croisée d'ondulation actuelle déformée. Les perturbations sont localement fréquentes, en particulier vers la base de l'unité, où la déformation est associée à des intra-clastes angulaires de mudstone.

La stratification déformée est associée à un rétrécissement excessif, un processus qui peut affecter les forêts plus haut dans l'unité. Litho-faciès Sx se produit avec Litho-faciès Sr et Sxg. Litho-facies Sx a également été identifié à partir du puits MOM-2b.

#### **Interprétation des litho-faciès Sx :**

Litho-faciès Sx représente la migration des dunes à crête sinueuses et interprété comme représentant des dépôts de sable du delta du canal distributaire ou de la tresse. Le dépôt a eu lieu dans

Un environnement énergétique plus élevé que Litho-faciès Sr, bien que ces deux litho-faciès se produisent généralement ensemble et sont étroitement liés.

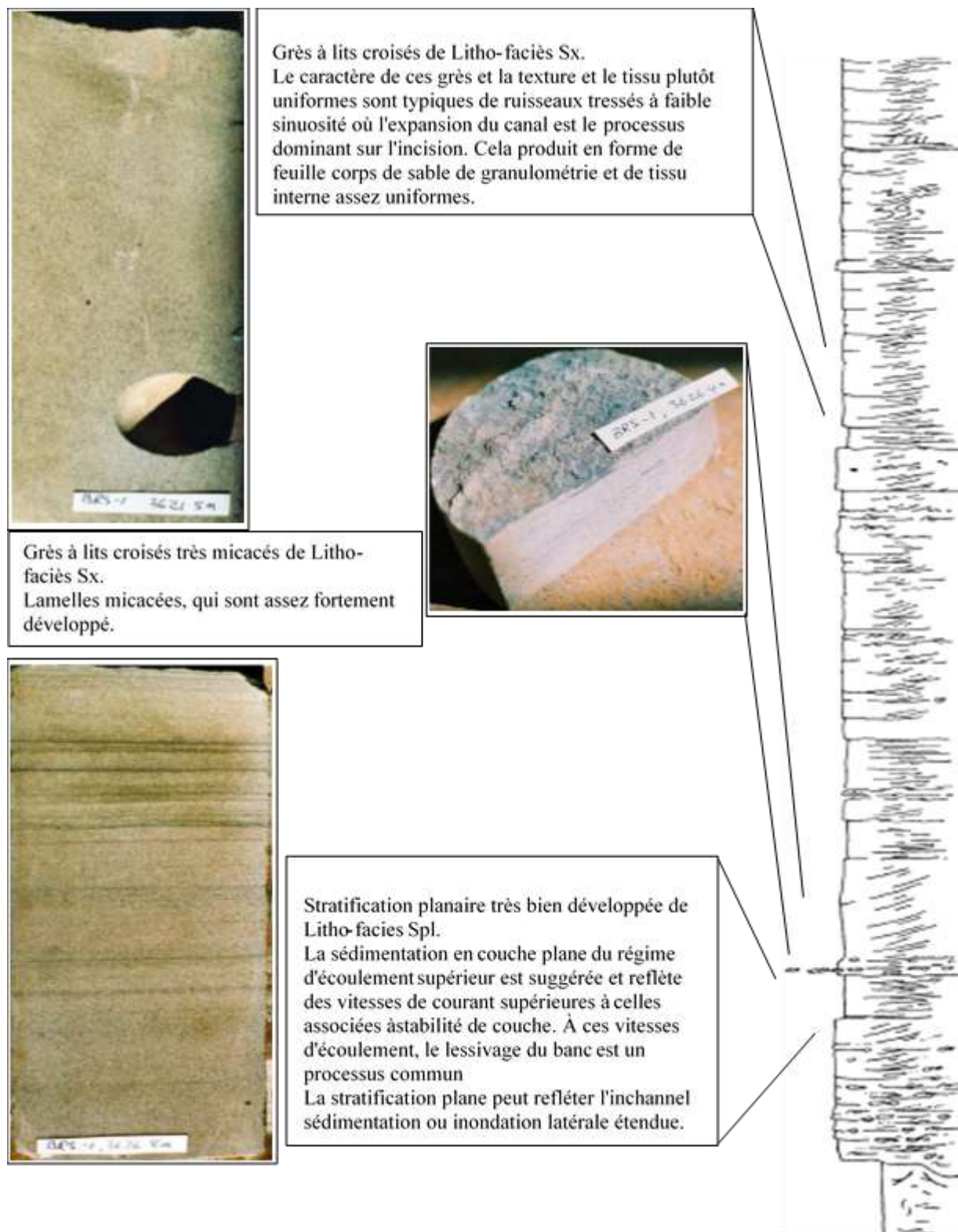


Figure 2.4 Grès lamellés entrecroisés et plane

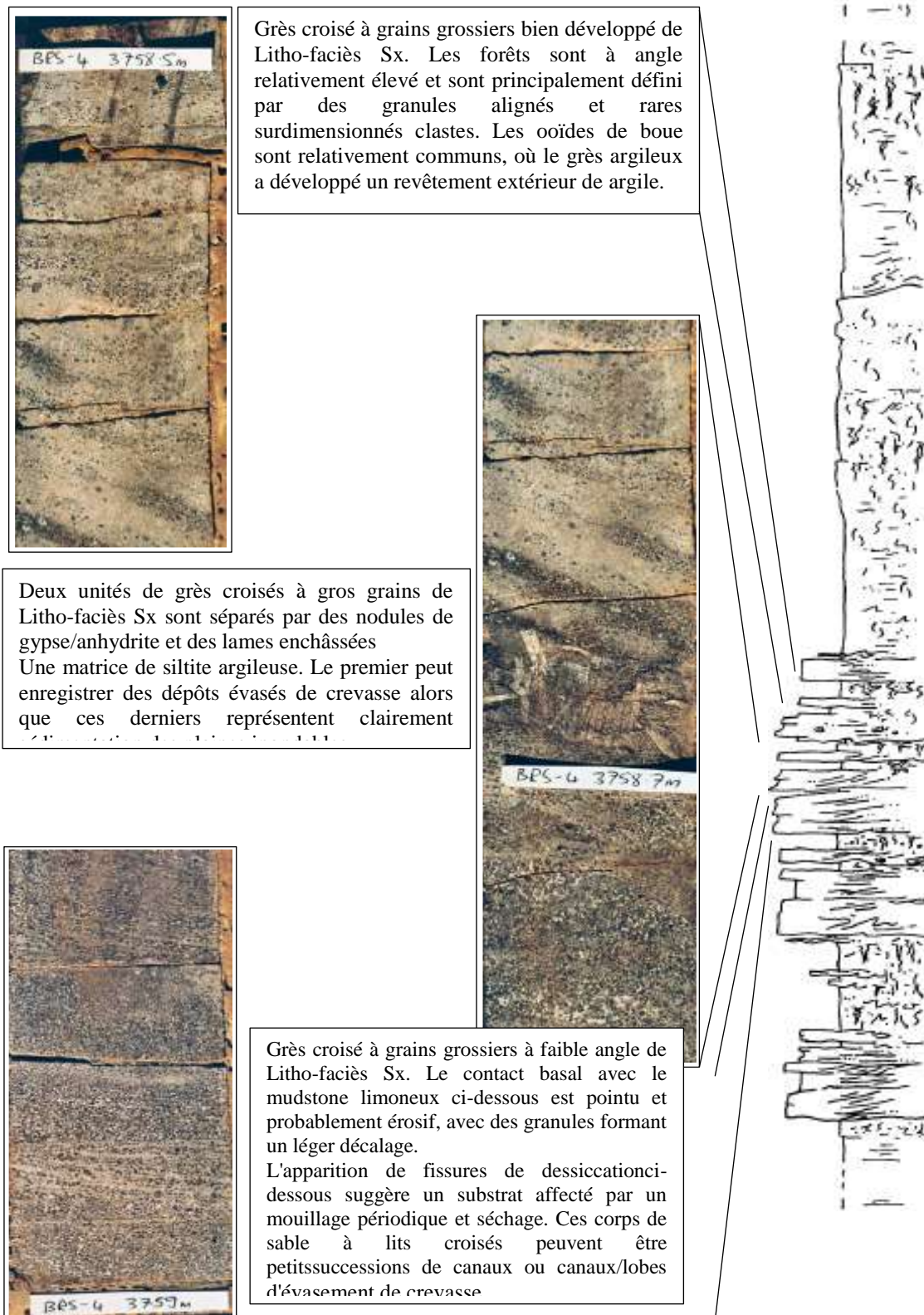


Figure2.5 Grès Croisé

### 2.2.3.7. Grès à contre-lames à angle bas (Sxl)

Litho-facies Sxl est un constituant mineur des intervalles évidés et se compose de gris à grisâtre clair brun à gris olive clair, moyennement à moyennement bien trié, propre à très argileux, fin à moyen. Stratification croisée/ondulations opposées possibles et stratification croisée à petite échelle se produisent avec une stratification rare à faible angle à bosselée. Les grès sont localement dispersés, la sidérite remplacée, avec des intra-clastes de mudstone et des interlits mineurs de mudstones.

Litho-faciès Sxl se produit avec Litho-faciès Sx et Sr.

Interprétation de Litho-faciès Sxl : Litho-faciès Sxl a été interprété comme plateau proximal à dépôts côtiers fortement influencés par les chenaux de marée. Les principales structures sédimentaires indiquent un courant unidirectionnel.

### 2.2.3.8. Grès, à lits croisés, granulaires (Sxg)

Les grès de ce litho-faciès sont gris olive à gris, propres à légèrement argileux, modérément à moyennement bien triés, à grain fin à moyen. Il est dominé par des litières croisées bien développées.

Lamelles localement trop raides et lamelles ondulées, irrégulières et légèrement stylisées, probablement représentant des stratifications croisées d'ondulation de courant déformée.

Litho-faciès Sxg se produit avec Litho-faciès Sx.

Interprétation de Litho-faciès Sxg : Litho-faciès Sxg représente le dépôt de canaux de distribution ou/et des deltas tressés aux dépôts de plateau proximaux. Les structures de dépôt indiquent une importante influence unidirectionnelle du courant qui suggérerait une origine delta tressée ou chenal de marée pour ces sédiments.

### 2.2.3.9. Grès ondulés et bioturbés (Srb)

Litho-facies Srb se compose de gris clair à gris clair moyen, localement gris moyen dans les parties supérieures, propres à très peu argileux, moyennement à mal trié, à grain fin à moyen. Ils sont localement micacés et généralement bien à très bien cimentés. Courant à petite échelle ondulation croisée lamination avec des ensembles de formes symétriques possibles se produisent localement. Des traces verticales (Skolithos, localement transitionnelles à Siphonichnus) et un indice de bioturbation de 2-3(modéré), qui diminue vers la base de l'intervalle se produisent. Litho-facies Srb se produit ensemble avec Litho-faciès Sb.

#### Interprétation de Litho-faciès Srb :

Litho-faciès Srb a été interprété comme représentant dépôts de plateau ou de rive. Les grès se sont déposés sous des régimes de courants unidirectionnels indiqué par la présence d'ondulations, qui ont été bioturbées pendant les périodes calmes lorsque la faune aurait pu se développer.

### 2.2.4. Siltstones (Litho-faciès SS)

Les litho-faciès SS sont constitués de siltstones gris clair à brun grisâtre, gris olive, avec quelques tentures micacées. Des intercalations dispersées localement communes de grès à grains fins sont présentes. Siltstones n'apparaissent que dans le puits BRS-6b dans un petit intervalle avec des mudstones et des grès croisés.

Interprétation des litho-faciès SS : Un environnement de dépôt généralement à faible énergie est suggéré pour les siltstones de Litho-faciès SS. Cependant, les intercalations avec des grès à grains fins indiquent un mécanisme de transport temporellement plus énergétique et conditions de dépôt, reflétant probablement événements orageux discrets.

### 2.2.5. Sédiments hétérolitiques (litho-faciès H)

#### 2.2.5.1. Sédiments hétérolitiques (HM, à dominance de mudstone)

Les litho-faciès HM comprennent des intervalles hétérolithiques à lits minces et dominés par la vase. Les mudstones sont laminé sans structure à légèrement plane. Ceux-ci sont interstratifiés avec de minces lits de grès et lamelles qui sont généralement à grain fin à moyen. Les structures comprennent des ondulations de courant avec de petites à l'échelle du litage croisé et du laminage planaire local.

Interprétation des litho-faciès HM :

Les litho-faciès HM sont interprétés comme représentant une faible énergie mudstones de fond déposé dans un milieu marin au large interstratifiés de grès minces déposés par les courants de tempête distaux. Des conditions de fond anaérobies à anoxiques sont également suggérées dans ce faciès par l'assemblage faunique généralement absent ou contenant une faible diversité/faible abondance.

#### 2.2.5.2. Sédiments hétérolitiques (HS, à dominance gréseuse)

Les intervalles hétéro-litiques sont un constituant mineur des intervalles carottés ; ils sont constitués d'argile siltite et intercalations de grès à grains très fins (supérieurs) à fins. Les structures sédimentaires des grès sont des ondulations actuelles. Les grès sont partiellement perturbés, affaissés et indiquent tissu chargé, avec des intra-clastes locaux de mudstones. La bioturbation est généralement clairsemée et comprend de rares terriers indéterminés.

Interprétation des Litho-faciès HS : Litho-faciès HS a été déposé dans un cadre similaire à Litho-faciès HM bien qu'il soit susceptible de représenter un équivalent légèrement plus proximal en raison de la dominance de grès sur fond mudstones. Lors du dépôt des intervalles sableux, les mudstones étaient encore non consolidés, indiqués par des structures de déformation et d'affaissement.

### **2.2.6. Mudstones (Litho-faciès M)**

Les litho-faciès M sont constitués de mudstones pyriteux, faiblement stratifiés, limoneux, parfois riches en cordons sableux et aucune bioturbation apparente. Rares sont les granulés surdimensionnés présents, ainsi que laminage interrompu. Litho-facies M a également été identifié à partir des données OBMI du puits MOM-2b.

Interprétation des litho-faciès M :

Le litho-faciès M a été interprété comme un fond de basse énergie mudstone déposé dans un environnement marin au large.

#### **2.2.6.1. Mudstones, perturbé (Md)**

Les litho-faciès Md se composent de mudstones gris moyen à noirs, perturbés/affaîssés. Argileux mineur des lamelles apparaissent. Litho-facies Md a également été identifié à partir des données OBMI du puits MOM-2b.

Interprétation des litho-faciès Md :

Le litho-faciès Md est interprété comme représentant une faible énergie mudstones de fond déposé dans un environnement marin offshore distal.

#### **2.2.6.2. Mudstones, stratifiés (MI)**

Les litho-faciès MI sont constitués de mudstones faiblement stratifiés avec des filons sableux mineurs. En partie le laminage est interrompu. Litho-facies MI a également été identifié à partir des données OBMI du puits MOM-2b.

Interprétation de Litho-faciès MI :

Litho-faciès MI a été déposé dans un cadre similaire à Litho-faciès Md bien que dans un environnement plus proximal en raison de la stratification mieux développée et sableuse limons.

#### **2.2.6.3. Litho-faciès Mb (à partir des données OBMI/FMI du puits MOM-2b).**

Les litho-faciès Mb sont constitués de mudstones bioturbés avec des quantités importantes de marbrures et des quantités de nodules carbonatés. Dans les intervalles de l'Ordovicien ce litho-faciès a été identifié dans bien MOM-6b.



Interprétation des litho-faciès Mb : Le mudstone bioturbé enregistre le dépôt de la suspension dans un dépôt de faible énergie souvent dans une colonne d'eau stagnante sous aérobie à partiellement anaérobie.

### **2.3. ASSOCIATION FACIES**

Six associations de faciès pour les sédiments du Cambrien et de l'Ordovicien ont été fondées sur les litho-faciès décrits. En résumé, Facies Association SM représente Shelfal Mudstones, BS feuilles de sable enfouies, dépôts de plateau externe OSD, formes de lit de chenal de marée à grande échelle TC, DBC

Grès distaux du chenal Braidplain, gisements MB Mouthbar et STC Middle to Lower Shoreface et le canal de marée distal.

#### **2.3.1. Mudstones de plateau (SM)**

Cette association est constituée de grès et mudstones laminés ou ondulés planaires (Litho-faciès Sp, Sr et M). L'association de faciès SM représente un milieu marin peu profond, les mudstones ont été déposés pendant les périodes de dépôt calme pendant les périodes de régression et les grès pendant plus moments énergiques. Il est possible que cette association de faciès représente également une progradation inférieure à face moyenne du rivage ou dépôts possibles de la barre buccale. L'absence de bioturbation reflète probablement conditions de fond anoxiques.

#### **2.3.2. Dépôts externes (OSD)**

Les dépôts du plateau externe sont composés de stratification ondulées, planes, mal triées et stratifications de grès granuleux (Litho-faciès Sr, Spl, Spo, Sxg, M). Les mudstones sont un constituant majeur de cette association. Le dépôt de mudstones s'est produit principalement dans un environnement tranquille, mais a été interrompue par des événements plus énergiques, par exemple des tempêtes périodiques. Au cours des événements de grès se sont déposés.

Les dépôts du plateau externe de l'association de faciès OSD sont représentés dans le puits BRS-4. Il consiste exclusivement de grès massifs (Litho-faciès Sm). Les grès massifs

ont été interprétés comme dépôts de coulées de débris relativement distales. Les coulées de débris sont des coulées plastiques dans lesquelles les sédiments et l'eau sont entièrement mélangés et où toute litière et stratification d'origine sont en grande partie détruites. Ils sont capables de se déplacer sur de petites pentes et, du fait de leur matrice à grain fin et donc peu perméable, ils ont tendance à s'assécher lentement, ce qui maintient leur mobilité. Ils sont capables de s'étendre sur de vastes zones et transporter des sédiments sur de longues distances.

### **2.3.3. Lagoon Bay (LB)**

Les séquences lagunaires sont généralement constituées de grès, de schiste, de siltite et de faciès houiller caractéristique d'un certain nombre de sous-environnements qui se chevauchent. Le faciès de sable comprend le washover dépôts de nappes et dépôts de remblais de nappes et de canaux d'origine delta de marée de crue. Les faciès à grain fin comprennent ceux de la lagune subaquatique et des vasières, qui sont situés à côté de la barrière ou côté terre de la lagune. Le faciès de Lagoon Bay dans la présente étude se compose de mudstones stratifiés, grès déformés à grain fin et grès ondulés et se produisent dans le puits BRS-2b.

### **2.3.4. Grès Distal Braidplain Channel (DBC)**

Faciès Association DBC se caractérise par des séquences empilées de grès (Lithofacies Sx, Sr, Sd, Spo, Sxg, M et SS). Les corps de sable indiquent souvent des séquences mineures de collage vers le haut. Les boues et les grains/granules flottants communs (Lithofacies Sxg) suggèrent des régimes de débit élevé.

Les grès bioturbés indiquent un environnement hostile au développement du biote.

Le dépôt se produit probablement dans des chenaux fluviaux tressés peu profonds et à faible sinuosité, creusés dans sous-jacents, des sédiments préalablement déposés par des systèmes d'inondation à haute énergie. Des décalages de mudclastes ont résulté du remaniement des mudstones sous-jacents dans les bases des canaux formés pendant les périodes de faible décharge d'énergie et de débit réduit.

### 2.3.5. Avant-côte moyen à inférieur et chenal de marée distal (STC)

L'association de faciès STC est principalement composée de planches ondulées, croisées, massives, mal triées, planes grès laminés et ondulés avec des quantités mineures de mudstones (Litho-faciès Sr, Sx, Sm, Spo, Spl, Sw, M). Les grès laminés planaires et ondulés sont moins courants. Dans tous les cas.

Faciès Association STC se caractérise par la présence mineure ou l'absence totale de terriers. Celles-ci les faciès ont tendance à former des séquences empilées de collage ou de grossissement ascendant qui ont été interprétées comme distales canaux de marée.

Association de faciès STC peut être interprété comme la migration de complexes d'ondes de sable dans une zone infralittorale

Le système de canaux deltaïque de la plaine de tresses le plus bas. L'influence de l'activité marémotrice est probable en raison de l'apparition de draps d'argile. Dans certains puits, l'absence de terriers peut indiquer une haute énergie d'environnement et substrat très mobile hostile aux organismes fouisseurs. Cependant, l'apparition d'un creusement mineur dans l'intervalle carotté du puits BRS-6b suggère ou peut indiquer un dépôt dans une zone plus profonde ( zone de rive ).

### 2.3.6. Sable enfouies (BS)

Des plaques de sable enfouies sont présentes dans les intervalles carottés des puits BRS-1 et BRS-2b. Ils se composent de grès pure à argileux, ondulés et bioturbés, à grains fins à moyens, enfouies (Litho-faciès Sb et Srb). L'association de faciès est caractérisée par une omniprésence moyenne à densité élevée, faible diversité ichnofacies principalement constitué des terriers verticaux Skolithos. Le litage est absent ou mal défini, souvent distingué par des stratifications transversales mal définies, un collage ou un grossissement vers le haut des séquences. D'autres structures sédimentaires primaires sont absentes, bien que des horizons mineurs des grès laminés (Litho-faciès Slb) sont présents.

La teneur en argile relativement élevée et une ichnofaune relativement élevée (Skolithos) suggèrent que le dépôt s'est produit dans un environnement marin de transition extracôtère à énergie modérée caractérisée par de faibles vitesses de sédimentation.

Cependant, l'apparition de litières croisées mineures associée aux grès laminés suggère un dépôt entre la base moyenne des vagues de beau temps et signifie la base des ondes de tempête.

### **2.3.7. Barres buccales (MB)**

Les dépôts de Mouth Bars ont été interprétés à partir d'intervalles carottés dans le puits BRS-6b. Ils consistent principalement de grès ondulés et croisés, avec des quantités mineures de grès laminés planaires et mudstones (Litho-facies Sr, Sx, Spl et M). Les grès sont bien triés, très fins à fins, avec une bioturbation rare à faible diversité, mais pas les formes évidentes de Skolithos qui dominent le faciès STC . La présence d'interstratifiés légèrement argileux, minces, à grains très fins à fins des grès avec des mudstones peuvent indiquer un dépôt dans un chenal de distribution. Canal de distribution les bifurcations séparent les litho-faciès en concentrant les sédiments les plus grossiers sur les apex des barres en aval du point de bifurcation et le long des marges des barres. Ainsi, le faciès décrit ci-dessus l'association peut indiquer que des sédiments se sont déposés à une distance relative de l'apex de la barre de l'embouchure du distributeur ou dans la partie intérieure de la barre buccale.

### **2.3.8. Dépôts côtiers protégés (SB)**

Facies Association Protected Shoreface Deposits (SB) se produisent uniquement dans les puits BAT et comprennent de très fines à des grès à grains fins, bien triés, interstratifiés avec des mudstones et caractérisés par une haute quantité d'ichnofaune (terriers). Les limites individuelles des lits sont souvent discontinues en raison de fusion. Le dépôt s'est produit dans un environnement entièrement marin, au moins au-dessus de la base des vagues de tempête.

Cette association de faciès est interprétée comme représentant un dépôt lent, presque continu sur une plate-forme ou plate-forme à faible gradient dominée par un système de vagues de beau temps à énergie relativement faible.

### **2.3.9. Dépôts des canaux de distribution (DC)**

Les dépôts du canal de distribution (DC) de l'association de faciès se produisent uniquement dans le puits BAT-1 et comprennent généralement à grains moyens à fins,

modérément à bien triés et cailloux, formant généralement des affinages vers le haut séquences avec contre collage d'ondulations grimpantes et contre collage plan à angle faible, on trouve également des mudstones avec des cordons sableux. Faciès Association DC représente les dépôts proximaux de canaux de distribution coupant le front tresse-delta.

### **2.3.10. Diamictites pluvieuses (RD)**

Les diamictites pluviales sont constituées de grès massifs, mal triés, à gros grains avec des cailloux granulés. Des mudstones limoneux sont intercalés avec des granules démesurés. Cette association est interprétée comme dépôt sous influence glaciogène sur des dropstones ou des diamictites de pluie. La présence de hors normes des granules dans une matrice vaseuse feuilletée ainsi que des grès avec des cailloux et des granules peuvent confirmer cette interprétation. Cette association de faciès ne se produit que dans le puits BAT-1.

## **2.4. MODÈLE DE DÉPOT**

Les roches sédimentaires du Silurien, de l'Ordovicien et du Cambrien ont été déposées dans le milieu continental et le milieu marin. La composante continentale comprend les Faciès Associations DBC et MB alimenté par des défluent fluviaux étendus et formant de nombreuses plaines striées deltas, bien qu'il y ait une transition graduelle dans l'environnement de dépôt marin se compose des Associations Faciès SM, BS, OSD et STC. Cette relation est mieux exposée dans le puits BRS-6b, où sur la base de la description de base, la transition d'un environnement de delta continental à un rivage marin l'environnement est indiqué par Faciès Associations MB (Mouth Bars), DBC (Distal Braidplain Channel grès) et STC (face du rivage moyen à inférieur et chenal de marée distal).

Le milieu marin est constitué de dépôts côtiers (Faciès Association STC : Middle to Lowe Shoreface et Distal Tidal Channel et SM : Storm Sheets et Shelfal Mudstones) mais aussi de Dépôts en rayon (Association Faciès OSD). Les associations de faciès STC et SM indiquent un dépôt lié au littoral, dépôt de BS dans la zone de transition extracôtère et dépôt OSD dans une zone offshore. La bioturbation ne se produit que dans l'association de faciès BS

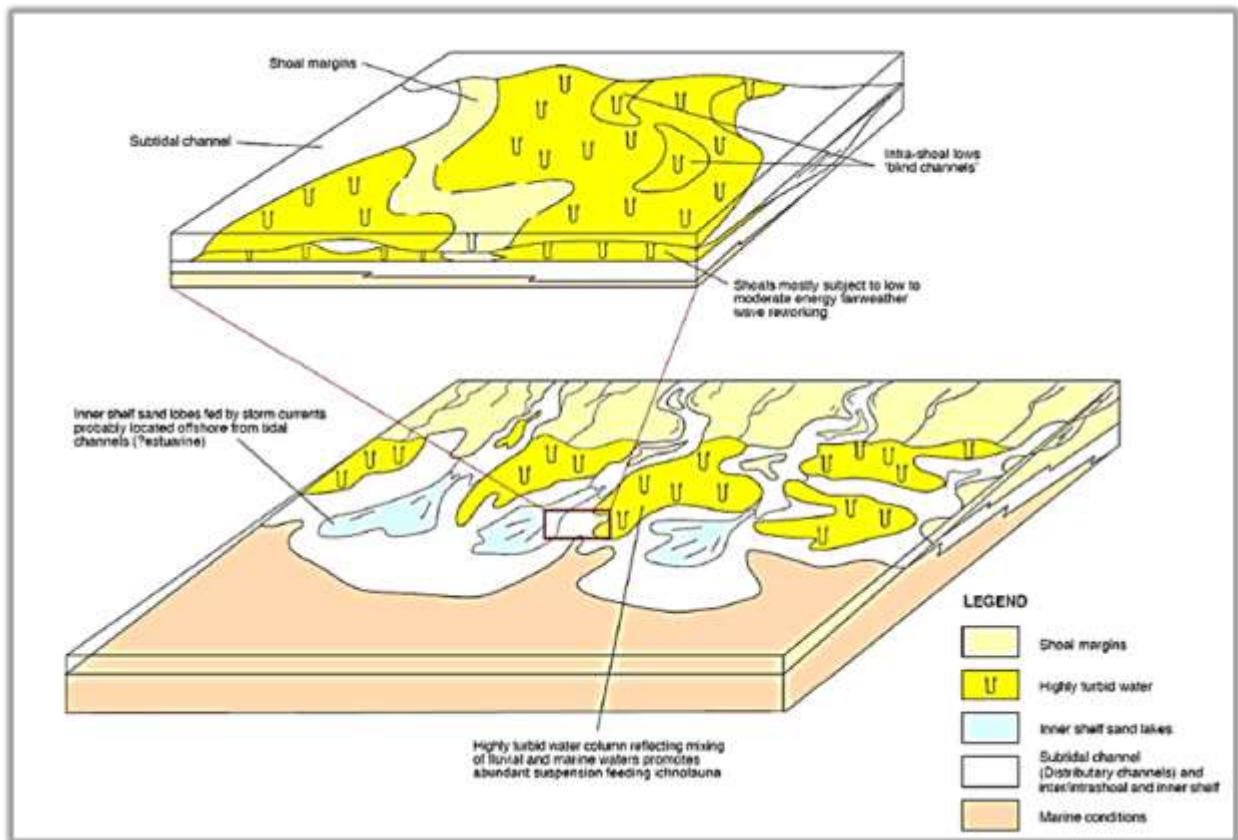
indiquant clairement l'appartenance à la zone de transition offshore, qui se caractérise, entre autres, par des faciès bioturbés.

L'association de faciès OSD (dépôts du plateau externe) est bimodale dans les intervalles de noyau décrits. Ce faciès l'association est dominée par les mudstones et les grès structurés, indiquant un environnement de dépôt avec dépôt de grès périodiquement induit par des tempêtes. Cependant, dans des dépôts de grès massifs dans la zone du plateau externe se sont également produits (Litho-faciès Sm; Facies Association OSD), interprétés comme des dépôts de coulée de débris distaux. Ces coulées de débris distales se produisent sous la pente mouvements d'anciens sédiments déposés d'un milieu original d'eau peu profonde vers l'eau profonde.

Les dépôts de coulée de débris ont tendance à être des langues plutôt étroites, allongées vers le bas, tandis que des coulées plus mobiles étalé latéralement pour donner des feuilles étendues.

On suppose que les roches sédimentaires du Cambrien/Ordovicien ont été déposées en larges tresses planes qui recouvraient la majeure partie du bouclier saharien à cette époque et dans un environnement marin peu profond.

Dans la partie la plus élevée du Cambrien, l'environnement de dépôt est devenu plus marin. Le l'environnement de dépôt pourrait être décrit comme des canaux et des barres estuariens dans la partie la plus basse et vers le haut, les grès bioturbés caractérisaient de larges vasières marines peu profondes (Figures 2.6 et 2.7).



- Figure 2.6 Modèle de dépôt marin cambrien Fugro Robertson ,2007

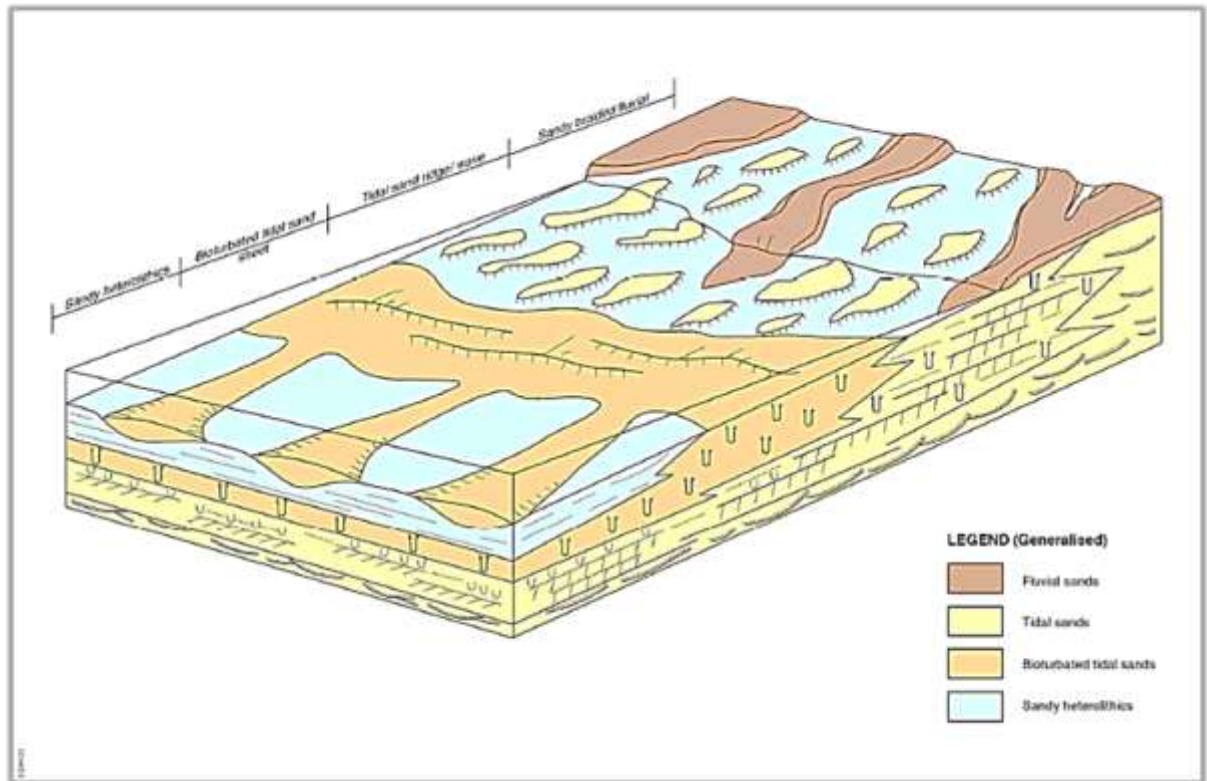


Figure 2.7 Modèle de dépôt continental du Cambrien Fugro Robertson, 2007



## Chapitre 2. : Analyse des faciès et modélisation des dépôts

---

Cette évolution de faciès témoigne donc d'un recul progressif des systèmes fluviaux lors d'une transgression majeure. Les roches ordoviciennes représentent clairement un milieu marin peu profond indiqué par des dépôts à grains fins, des grès bioturbés et les « pipe-rocks » typiques de la Quartzite de HAMRA.

Un environnement de dépôt unique est représenté par des Diamictites indiquant clairement un environnement glaciogène. La glaciation de l'Ordovicien tardif a joué un rôle important dans Sédimentation ordovicienne. Les caractéristiques comprennent les grès, les diamictites et le remplissage de canaux structures dans lesquelles les associations de faciès déposent des canaux de distribution (DC) et les dépôts de rive (SB) protégés pourraient confirmer l'environnement de dépôt glaciogène. Cet environnement n'a été interprété que pour le puits BAT-1.

La formation de quartzite de Hamra comprend une unité de grès en blocs très distinctive qui est présente dans la zone d'étude uniquement dans le puits BRS-1. Il est interprété comme représentant des sédiments marins peu profonds déposés dans des conditions de plateau proximal à face du rivage dans une mer continentale large et peu profonde avec une transition vers un delta distal de la tresse (Faciès Associations DBC et BS). Généralement, les sables forment une feuille géométriques. Ils étaient généralement intensément bioturbés avec une faible diversité.

Assemblage de traces de Skolithos qui donne à cet intervalle sa texture caractéristique de « pipe-rock ».

## **Chapitre 3.** Paramètres pétrophysiques

### **3.1. Présentation**

La qualité des réservoirs a été étudiée pour les intervalles Cambrien / Ordovicien Silurien et Trias dans les puits examinés BRS-1, BRS-2b, BRS-6b, BAT-1 et MOM-1 à l'aide d'une analyse de carotte de routine résultats fournis par PVEP-Algérie. L'ensemble de données résultant a été intégré à l'analyse de faciès et d'autres observations faites au cours de l'étude pour fournir un examen concis du réservoir enquête de qualité et les principaux contrôles de cette variation.

### **3.2. Caractéristiques de porosité et de perméabilité**

Les résultats de l'analyse de routine des carottes des bouchons dans les puits examinés indiquent pour le Trias du puits BAT-1 une porosité moyenne de 5,65 % et une perméabilité moyenne de 14,74 mD, sur la base d'un nombre total de 56, principalement des comptes de grès; pour le puits BRS-1 une porosité moyenne de 6,48 % et une perméabilité moyenne de 5,71 mD, basé sur un comptage total de 30, principalement des comptages de grès, et pour le puits MOM-1 une porosité moyenne de 7,71 % et une perméabilité moyenne de 0,72 mD, sur la base d'un dénombrement total de 38, principalement des dénombrements de grès (Tableau 1 ; Figures 3.1, 3.2, 3.3).

**1 Tableau**

Données de porosité et de perméabilité maximales et minimales pour les échantillons du Trias examinés

WELL	Number of samples	Interval	Porosity (%)			Permeability (mD)		
		TRIASSIC	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
BAT-1	56	All	5.65	1.33	1.33	14.74	242.8	0.001
	5	T2	2.75	4.36	2.02	0.26	1.2	0.001
	51	Séries Inferieur	5.93	12.02	1.33	16.13	242.8	0.001
BRS-1	30	All	6.48	14.2	1.4	5.71	78	0.001
	25	T1	7.15	14.2	1,7	6.81	78	0.001
	5	Séries Inferieur	3.16	7.1	1.4	0.21	1	0.001
MOM-1	38	Séries Inferieur	7.71	17	3	0.72	3.64	0.03
WELL	Number of samples	FACIES ASSOCIATION	Porosity (%)			Permeability (mD)		
			Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
BAT-1								
	46	FC	5.67	12.02	1.53	17.09	242.8	0.001
	8	FCA	6.38	10.26	3.1	4.01	13.8	1.6
	2	OB	2.48	3.63	1.33	2.4	2.4	2.4
BRS-1								
	18	FC	7.37	14.2	1.7	9.22	78	0.001
	4	FCA	7.85	8.6	7.1	1.09	4.048	0.016
	6	OB	3.08	7.1	1.4	0.18	1	0.001
	2	P1	5.9	7.4	4.4	0.004	0.007	0.001
MOM-1								
	23	FC	7.78	17	3	0.84	3.64	0.08
	2	OB	6	7	5	0.105	0.15	0.07
	13	CS	7.84	12	5	0.06	3.55	0.06

# Chapitre 3 : Paramètres pétrophysique

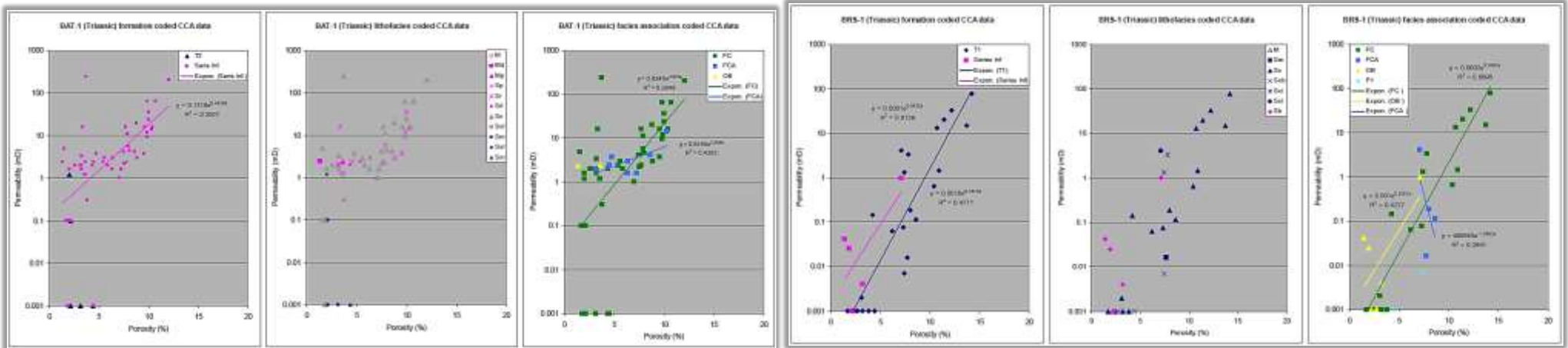


Figure 3.2 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BAT-1, codé par formation, association de litho-faciès et faciès. Remarque : le diagramme n'indique que les données triasiques.

Figure 3.1 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BRS-1, codé par formation, association de litho-faciès et faciès. Remarque : le diagramme n'indique que les données triasiques.

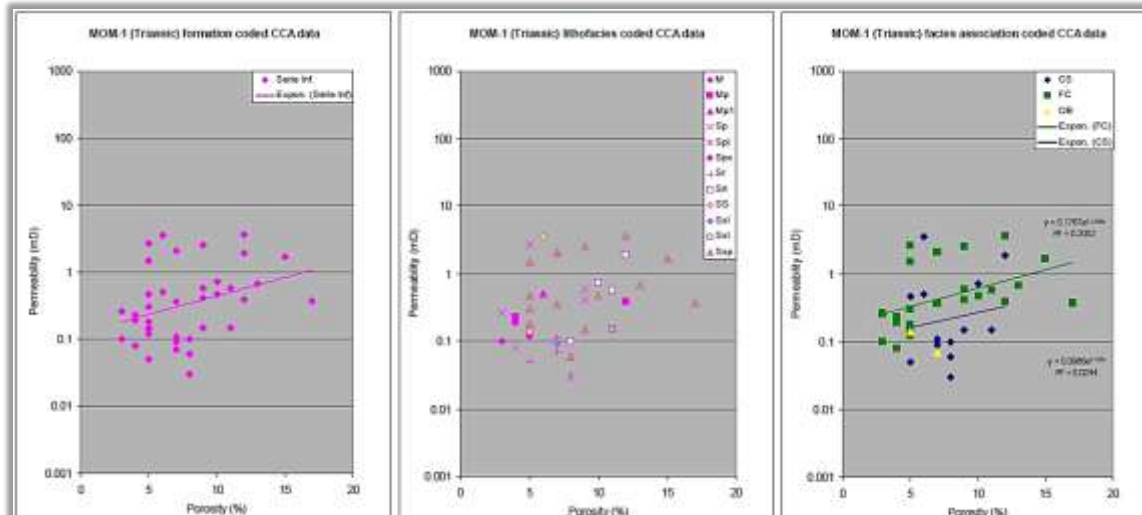


Figure 2.3 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits MOM-1, codé par formation, association de litho-faciès et faciès. Remarque : le diagramme n'indique que les données triasiques.

## Chapitre 3 : Paramètres pétrophysique

---

La succession triasique examinée est divisée en intervalles principaux. Série Inférieure, T2 et T1. La Série L'intervalle inférieur a généralement des qualités de réservoir modérément bonnes avec une porosité moyenne de 5,93 % et une perméabilité moyenne de 16,13 mD pour le puits BAT-1, mais avec des valeurs individuelles d'environ 12% de porosité et environ 24 mD de perméabilité selon les litho-faciès (tableau 5.1). Puits BRS-1 indique des données de qualité de réservoir relativement médiocres avec des valeurs maximales d'environ 1 mD et une porosité de 7 %, également selon l'association des litho-faciès et faciès. Le puits MOM-1 indique une relativement bonne à une mauvaise qualité du réservoir avec des valeurs maximales d'environ 4 mD et 17% de porosité, selon le litho-faciès (tableau 1).

L'intervalle T2 indique des qualités de réservoir relativement médiocres avec des valeurs de perméabilité maximales d'environ 1 mD et 5% de porosité, et l'intervalle T1 indique des qualités de réservoir modérément bonnes avec des valeurs de perméabilité maximales d'environ 80 mD et une porosité de 15 % selon les litho-faciès.

Il existe une relation claire entre la porosité/perméabilité et les associations de faciès

Dans les Échantillons triasiques (tableau1; figures 3.1, 3.2, 3.3), bien que l'analyse indique généralement réservoir de qualité moyennement bonne à mauvaise selon les associations de faciès et les litho-faciès. Plus proche à l'examen des échantillons indique un degré élevé de dispersion pour le faciès du chenal fluvial (FC)

L'association chenal fluvial (CF) est principalement composée de à lits croisés, ondulés, à lits croisés à stratifiés, à lits croisés à ondulés et ondulés à grès stratifiés. La grande variété de différents grès structurés peut provoquer le degré de dispersion dans l'examen des grès des deux puits. Les sédiments d'association chenal fluvial (FC) du puits MOM-1 sont également composés d'une variété de grès et de mudstones structurés. Cette relation peut indiquer une raison supplémentaire pour le degré élevé de dispersion dans ces sédiments. Une cause raisonnable pour le degré élevé de dispersion et les faibles valeurs de porosité/perméabilité dans le Trias examiné la succession peut être la grande quantité de paléosols liés aux dolocretes (chapitre2). Un plus grand ensemble de données pétrographiques serait nécessaire pour étudier plus en détail l'impact de ces observations.

Pour les échantillons ordoviciens du puits BAT-1 les échantillons indiquent une porosité moyenne de 6,41% et une moyenne perméabilité de 0,23 mD, basée sur un comptage total de 10, principalement des comptages de grès, et pour le puits MOM-1 une porosité moyenne de

## Chapitre 3 : Paramètres pétrophysique

11,08 % et une perméabilité moyenne de 0,05 mD, sur la base d'un nombre total de 12, principalement comptages de grès (tableau 2 ; figures 3.4 et 3.5).

**Tableau 2**

Données de porosité et de perméabilité maximales et minimales pour les échantillons ordoviciens examinés

WELL	Number of samples	Interval	Porosity (%)			Permeability (mD)		
			Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
BAT-1	10	All/ Microconglomérats	6.41	12.7	1.74	0.23	1.2	0.001
MOM-1	12	All/ Zone D'Alternances	11.08	14	4	0.05	0.09	0.01
WELL	Number of samples	FACIES ASSOCIATION	Porosity (%)			Permeability (mD)		
			Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
BAT-1								
	4	OSD	8.48	12.7	6.02	0.001	0.001	0.001
	6	SM	5.025	10.3	1.74	0.38	1.2	0.001
MOM-1								
	3	TC	8.48	11	4	0.04	0.05	0.03
	7	STC	12.28	14	10	0.064	0.09	0.02
	2	DBC	10.5	11	10	0.01	0.01	0.01

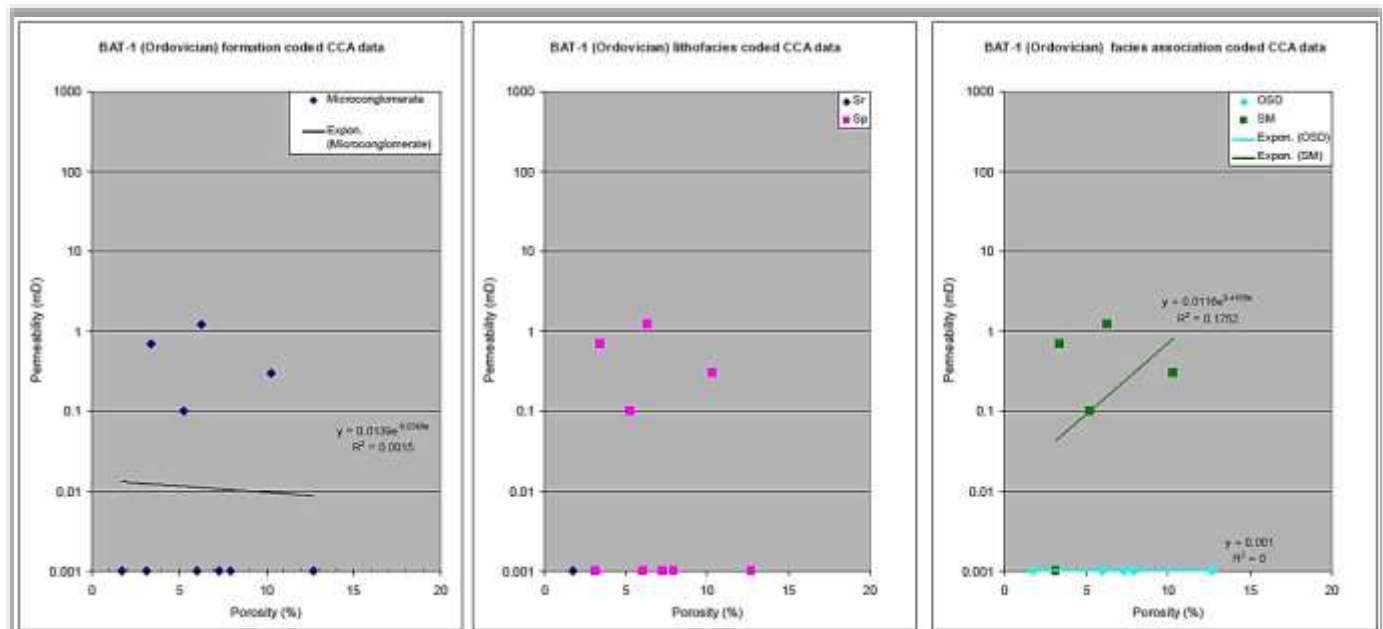


Figure 3.4 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BAT-1, codé par formation, association de litho-faciès et faciès. Remarque : le diagramme n'indique que les données ordoviciennes

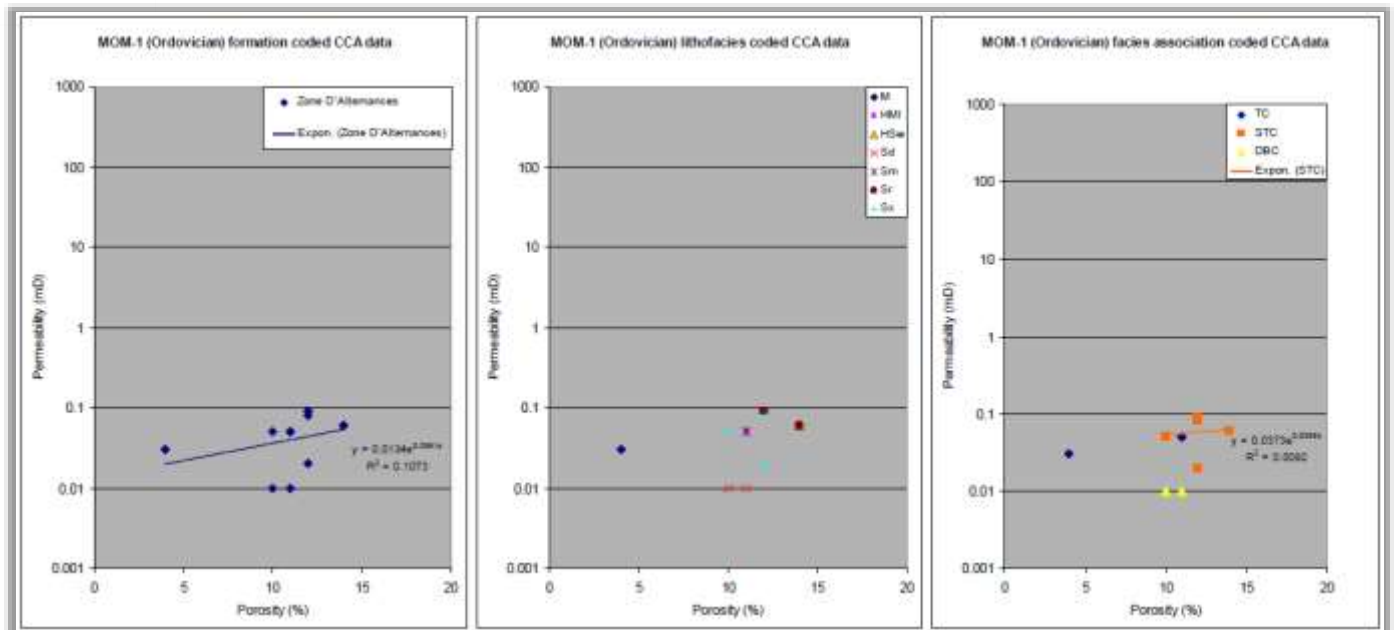


Figure 3.5 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits MOM-1, codé par formation, associations de litho-faciès et faciès. Remarque : le diagramme n'indique que les données ordoviciennes. Association de litho-faciès et faciès

Comme pour la succession triasique, la relation entre porosité/perméabilité et association de faciès est observable pour la succession ordovicienne et cambrienne. Pour les données ordoviciennes, l'analyse indique une qualité de réservoir moyennement bonne à mauvaise pour toutes les associations de faciès dans le puits MOM-1, dans contraste pour le puits BAT-1, le Shelfal Mudstones (SM) indique modérément bon, le plateau extérieur gisements de mauvaise à très mauvaise qualité de réservoir.

Pour les échantillons cambriens du puits BRS-2b, les échantillons indiquent une porosité moyenne de 8,35 % et une perméabilité moyenne de 17,8 mD, sur la base d'un total de 27, principalement des comptages de grès, et pour le puits BRS-6b une porosité moyenne de 9,26 % et une perméabilité moyenne de 0,032 mD, sur la base d'un total de 40, principalement dénombrements de grès (tableau 3; figures 3.6 et 3.7).

La succession cambrienne indique des résultats de qualité de réservoir plus variables. Pour le puits BRS-2b, l'analyse de la qualité du réservoir indique une qualité de réservoir moyenne à très bonne pour les des feuilles de sable, bien qu'avec des valeurs de dispersion élevées, et pour le milieu et le bas de la face du rivage et la marée distale association de faciès de canal (STC), une qualité de réservoir relativement mauvaise à moyennement bonne. Pour bien BRS-6b, l'analyse indique une qualité de réservoir relativement médiocre pour toutes les associations de faciès (DBC, MB, STC).



## Chapitre 3 : Paramètres pétrophysique

**Tableau 3**

Données de porosité et de perméabilité maximales et minimales pour l'examiner des échantillons cambriens

WELL	Number of samples	Interval	Porosity (%)			Permeability (mD)		
		CAMBRIAN	Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
BRS-2b	27	All	8.35	11.64	4.21	17.8	116.5	0.05
BRS-6b	40	All	9.26	14.43	4.06	0.032	0.1066	0.009
WELL	Number of samples	FACIES ASSOCIATION	Porosity (%)			Permeability (mD)		
			Mean	Max.	Min.	Mean	Max.	Min.
BRS-2b								
	5	STC	7.01	9.27	4.9	0.2	0.64	0.05
	22	BS	8.65	11.64	4.21	21.9	116,5	0.05
BRS-6b								
	34	DBS	9.13	13.16	4.06	0.032	0.1066	0.009
	2	MB	12.17	14.43	9.91	0.0286	0.0293	0.027
	4	STC	8.89	9.96	7.54	0.028	0.045	0.019

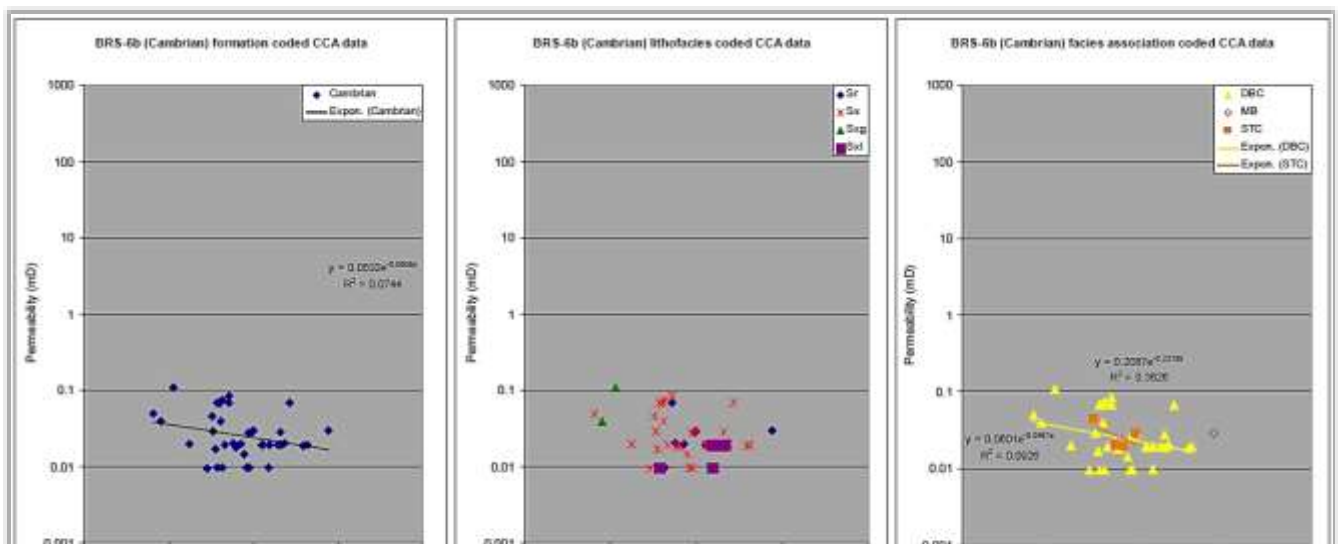


Figure 3.6 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BRS-2b, codé par formation, association de litho-faciès et faciès. Remarque : le diagramme n'indique que les données cambriennes.

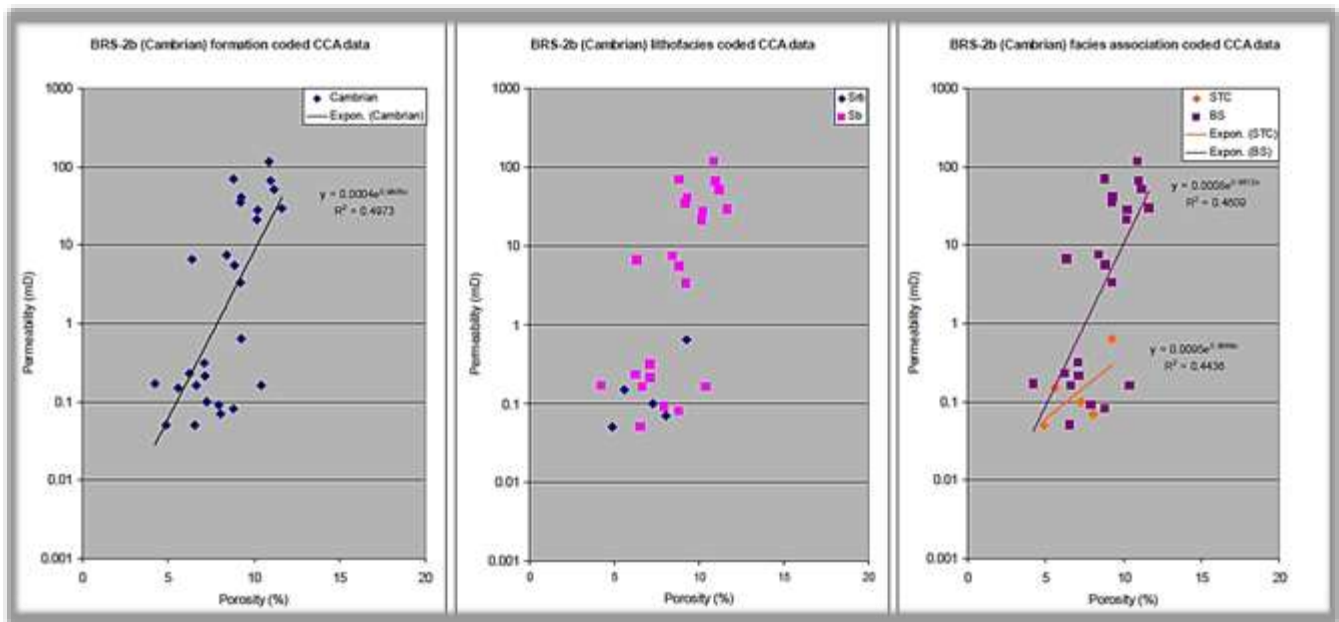


Figure 3.7 Porosité versus perméabilité pour l'ensemble de données d'analyse de carottes, puits BRS-6b, codé par formation, association de litho-faciès et faciès. Remarque : le diagramme n'indique que les données cambriennes.

### 3.3. Contrôles primaires sur la porosité et la perméabilité

Les contrôles primaires sur la qualité du réservoir sont ceux liés au caractère de dépôt de sédiments qui dictent les valeurs initiales de porosité et de perméabilité, ainsi que la géométrie du système de pores. Ces contrôles primaires sont essentiellement basés sur le faciès et incluent des variations dans la texture et les paramètres minéralogiques tels que la taille des grains, le tri, la teneur en argile détritique et la proportion de grains labiles (instables). Ces contrôles primaires sont distincts des contrôles secondaires, qui représentent les processus qui se produisent au cours de l'histoire post-dépôt du sédiment et sont liés à la compaction et la diagenèse d'enfouissement.

Le codage des données d'analyse des carottes pour les faciès démontre une relation étroite entre la qualité du réservoir et faciès sédimentaire. Cette relation n'est pas surprenante compte tenu du caractère du schéma des litho-faciès et la relation directe entre les litho-faciès et la taille des grains. Compte tenu des qualités de réservoir des sédiments examinés, les meilleures qualités de réservoir pour les échantillons du Trias se produisent dans différents types de grès croisés dans les trois puits, bien qu'avec une forte dispersion. Pour l'Ordovicien, les meilleures qualités de réservoir se produisent dans les couches planes, ondulées et croisées

## Chapitre 3 : Paramètres pétrophysique

---

grès, et pour la succession cambrienne, les meilleures qualités se trouvent dans les grès bioturbés.

Les litho-faciès fournissent par conséquent un substitut pour la taille des grains, ce dernier contrôle finalement la qualité du réservoir. Les grès à lits croisés triasiques se trouvent principalement dans le chenal fluvial,

Grès laminés planaires de l'Ordovicien au sein des mudstones du plateau et ondulés et à lits Croisés grès dans les chenaux de marée moyens à inférieurs et distaux, et cambrien bioturbés grès se trouvent dans les associations de faciès ensablés enfouis.

Le lien clair entre l'association de faciès et les litho-faciès indique le potentiel d'utilisation de la distribution des faciès en tant qu'indicateur direct de la qualité du réservoir.

## **Chapitre 4. Pétrographie et diagenèse**

### 4.1. Introduction

Une étude sédimentologique, pétrographique et diagenétique des réservoirs ordoviciens du puits BRS-23 situé dans le bloc 433a du périmètre de Bir Seba a été réalisée.

Les principaux objectifs de cette étude sont :

- Etude de la composition pétrographique des grès du réservoir et montrer l'impact des phénomènes diagenétiques sur l'amélioration ou dégradation des propriétés du réservoir.
- Evaluation de la fracturation naturelle en détectant toutes les petites fractures présentes dans les carottes
- Analyser la granulométrie des grès ordoviciens du puits BRS-23.

### 4.2. Pétrographie et diagenèse

Les réservoirs de l'Ordovicien du puits BRS-23 se composent principalement de grès fluvial remplissant les canaux multilatéraux. Ces grès présentent généralement une minéralogie complexe avec des proportions de quartz, de feldspaths et de divers éléments détritiques; parfois abondant du ciment accentuant l'hétérogénéité du réservoir.

#### 4.2.1. Pétrographie

Vingt-trois (23) échantillons du puits BRS-23, dont 10 échantillons pour la diffractométrie des rayons X (Tab.4.1); a permis de réaliser une étude pétrographique et diagenèse de l'Ordovicien gréseux.

Dans l'ensemble, les grès sont classés Quartz arénite selon le Ternary Folk diagramme (1974) avec une composition moyenne de Q38-90% F0-3% R0-35% (Fig4.1 indiquant un degré de maturité minéralogique, il permettra ainsi de déterminer la distance de la source de suppléments.

**Tableau 1** Distribution d'échantillons pour analyse pétrographique et DRX

PUITS	SECTION MINCE	DRX
BRS-23	23	10

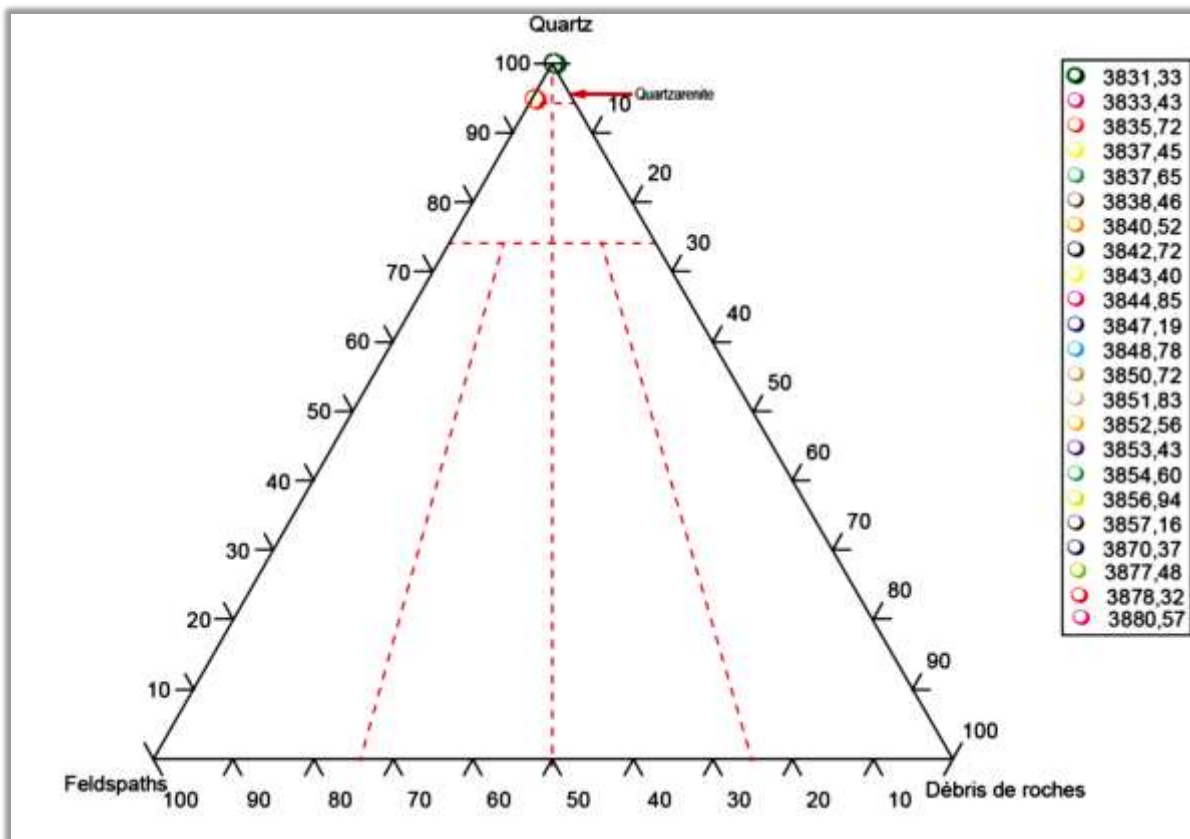


Figure 4.1 Classification QFR des Grès Ordoviens du Puits BRS-23

### 4.2.2. Les composants détritiques

#### 4.2.2.1. Quartz

Le quartz est le principal composant détritique. Il représente 48 à 86% du volume total de roches. C'est présent sous forme de grains d'extinction souvent uniformes, presque exclusivement monocristallins.

La forme des grains est généralement sub-arrondie à sub-angulaire parfois même arrondie.

La taille moyenne des grains de quartz varie entre 0,100 et 0,825 mm. Au sommet, les fractions granulométriques subissent moins de fluctuations et semblent se stabiliser autour d'un fin à moyen.

Les grains de quartz sont moyennement classés et les contacts entre les grains sont de type droit mais dans certains cas on note la présence des contacts suturés en raison de forte compaction (Fig.4.2).

#### 4.2.2.2. Feldspaths

En général, la proportion de feldspaths est assez faible et même rare (moins de 3%). Ce sont principalement feldspaths potassiques (orthoclase et microcline) altérés et de taille presque égale à celle des grains de quartz détritiques.

#### 4.2.2.3. Micas

Le mica détritique est représenté par la muscovite, plus ou moins altérée chez l'illite et dans presque toutes les études échantillons dont les proportions dépassent rarement 1%.

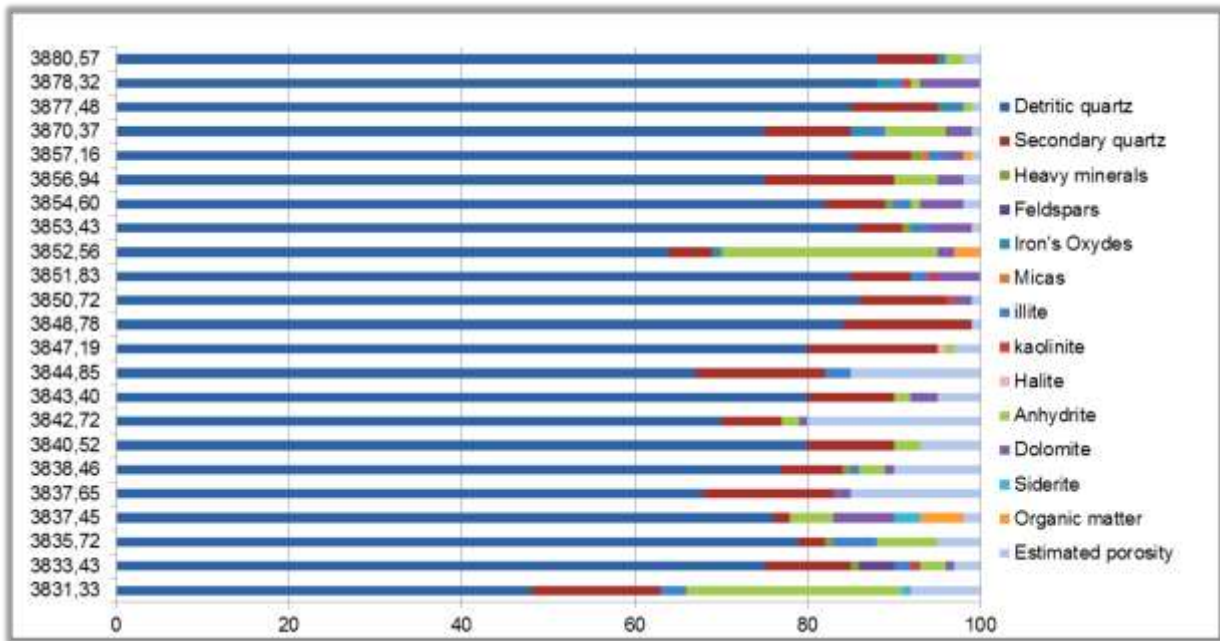


Figure4.2 Pétrographie du puits BRS-23.



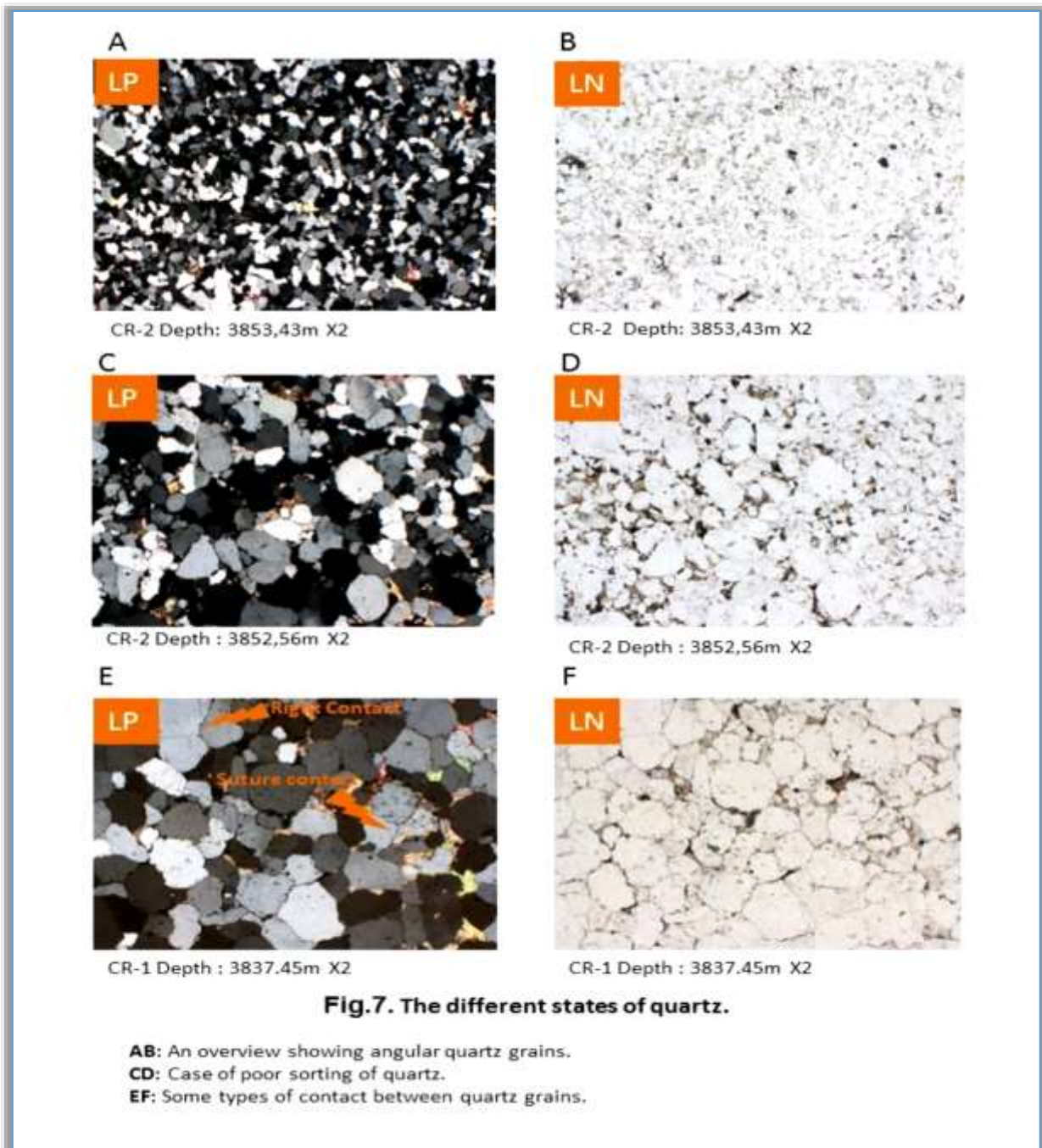


Figure4.3 les différents types de quartz

### 4.2.2.4. Minéraux lourds

Ils sont présents dans de très faibles proportions (moins de 1%). Les minéraux lourds les plus fréquents sont représentés par une série de minéraux résistants et ultrastables tels que le zircon et la tourmaline.

### 4.2.3. Le ciment :

Les types de ciment observés dans les grès sont par ordre d'importance :

#### 4.2.3.1. La dolomie

La proportion de ciment dolomite varie de 2 à 7 %. La dolomite apparaît généralement sous deux principales formes, indiquant la diagenèse précoce et tardive de ce ciment (Fig. 4.4. EF). D'abord sous la forme de petites plages disséminées dans les grès ou sous forme de larges plages et comblent complètement l'espace intergranulaire.

#### 4.2.3.2. Anhydrite

Le ciment anhydritique est souvent observé en association avec la dolomie, mais avec une proportion allant de 1 à 25 %. L'anhydrite est présente soit sous forme de petites plages isolées, soit sous forme de grandes plages avec texture poecolitique (Fig4.4AB).

#### 4.2.3.3. Argiles

Les argiles sont rares dans les faciès étudiés. Leur pourcentage ne dépasse pas 2%. Ils sont représentés par illite dans la majorité des cas.

#### 4.2.3.4. Le ciment siliceux

Par rapport aux ciments mentionnés ci-dessus, les grains de quartz secondaires sont plus importants et atteint 10 à 15 % pour la majorité des échantillons. (Fig. 4.4.CD). Il est matérialisé par auréoles d'impuretés.

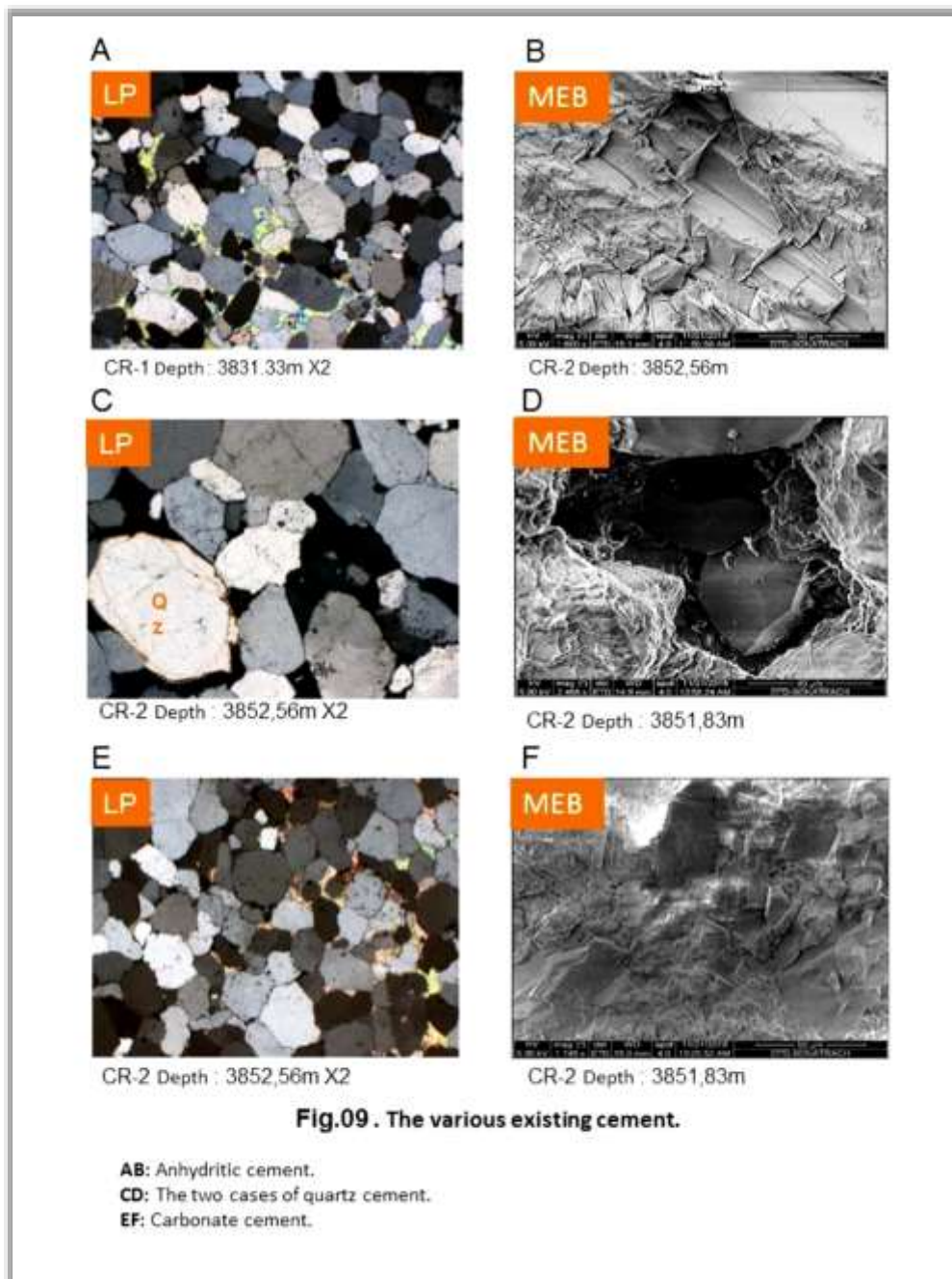


Figure4.4 Diffèrent type de ciment

### 4.2.4. Oxydes de fer

Ce minéral, indicateur des conditions de dépôt est en faible pourcentage (trace à 2%). sa présence est irrégulière, généralement en pigmentation et en association avec le ciment argileux mettant en évidence des grains de quartz détritiques ou des stylolithes (Fig.4.5.CD).

### 4.2.5. Matière organique (bitumes)

C'est plutôt rare, mais dans certains cas, il atteint 3% (profondeur 3852,56 m). Il est développé en poreux espaces Il est présent, parfois aussi comme doublure de pores.

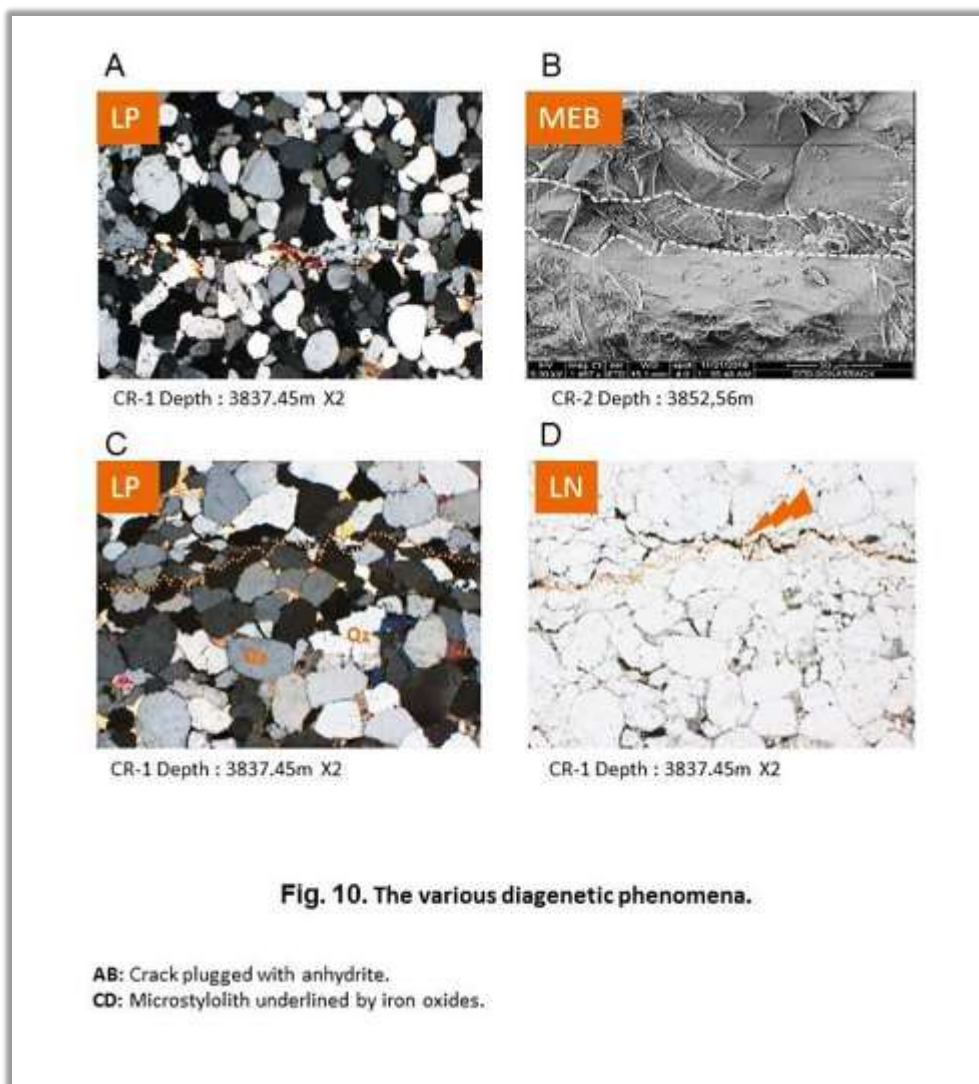


Figure4.5 Les phénomènes diagenétiques

### 4.3. Interprétation

Sur la base de l'analyse pétrographique effectuée pour ce puits, on peut conclure que la séquence des processus de précipitation des ciments et compaction modéré en général ; Possède une influence des propriétés des réservoirs gréseux. C'est-à-dire la cimentation massive de l'anhydrite, la dolomie et le développement de la silice entraînent une dégradation drastique des propriétés du réservoir.

Ceci est d'ailleurs confirmé par l'observation de l'évolution de la porosité estimée. Cependant, cela ne doit pas minimiser l'influence de la déposition d'environnement sur la distribution des caractéristiques du réservoir, donc, même avec la présence d'une cimentation importante, la porosité est parfois assez bonne dans certaines litho-faciès sédimentaires (ex.Stg et Sp)

Les observations pétrographiques montrent également que la précipitation des ciments a été faite d'une manière hétérogène et complexe, produisant ainsi une variabilité verticale et latérale de porosité.

# Conclusion générale

Le modèle de dépôt global pour la formation de quartzite de Hamra est quelque peu problématique dans la mesure où il n'y a pas un environnement de dépôt similaire. La formation dans son ensemble est dominée par des grès marins peu profonds avec un caractère très uniforme sur une grande surface. Il est probable que la formation de quartzite de Hamra s'est déposée sous la forme d'une large couche de sédiments dans un milieu marin peu profond qui aurait probablement développé dans un profil de type rampe avec très peu de relief.

Dans ces conditions, la transition de l'avant du rivage aux paramètres de dépôt du plateau aurait été très graduelle sur une grande surface avec un gradient très faible de sorte que même des fluctuations mineures de niveau relatif de la mer, l'apport de sédiments ou les conditions climatiques avaient un effet majeur et généralisé sur la distribution spatiale de ces milieux de dépôt. Une caractéristique inhabituelle du quartzite de Hamra est que des changements significatifs dans le faciès se produisent pour suggérer un dépôt proximal, par ex. dépôts delta chenal fluvial tels qu'interprétés à partir de l'intervalle de carotte du puits BRS-1.

Les modèles de dépôt pour la succession cambrienne sont fortement tributaires de plusieurs observations clés qu'il faut considérer. Le dépôt s'est produit dans des environnements continentaux et marins sur une plate-forme cratonique stable. En Afrique du Nord, le faciès sédimentaire passe progressivement du faciès fluvial aux eaux peu profondes (Avigand et al. 2006). Les grès cambriens s'amincissent généralement vers le sud, où des unités de plus en plus jeunes reposent sur le socle précambrien pénéplané.

Dans le Sahara algérien, les grès fluviaux du Cambrien supérieur à l'Ordovicien inférieur ('Tassili interne') recouvrent le sous-sol panafricain pénéplaine du massif du Hoggar, où la partie inférieure de Cambrien est constitué de grès quartzeux homogènes à gros grains (Avigand et al., 2006). Directions paléocourantes uniformes mesurées autour du Hoggar, y compris sa partie sud frontière, indiquent un transport de sable du sud vers le nord sur une pente très douce (Avigand et al., 2006).

Il est peu probable que les profondeurs d'eau dans la composante marine aient dépassé plusieurs dizaines de mètres avec le fond marin au-dessus de la base des ondes de tempête (RRI, 2002). Les dépôts delta de la tresse passent latéralement dans des complexes de

## Conclusion générale

---

canaux et de crêtes de sable influencés par les marées. La figure 2.9 illustre les équivalents récents possibles des systèmes tressés fleuves- delta. Il doit également considérer que dans le cadre de la marge cratonique large, la distribution verticale des types de sédiments devrait avoir été contrôlé par les variations du climat (inondations), le taux d'apport de sédiments et le niveau relatif de la mer.

La qualité du réservoir de la Série Triasique Inférieure est variable selon l'association de faciès et lithofaciès avec la meilleure qualité de réservoir associé au faciès des chenaux fluviaux et des crevasses associations, et notamment les grès croisés et ondulés. Qualité du réservoir significativement médiocre est associée à des grès ondulés à lits croisés, bioturbés, massifs et à lits croisés.

Pour la succession ordovicienne, la meilleure qualité réservoir est associée aux grès correspondant à l'association du faciès des mudstones du plateau, en particulier les grès lamellaires planaires, avec moins de qualité dans les dépôts de la plate-forme externe, du milieu à l'avant-côte inférieur et du chenal de marée distal, distal les grès du chenal de la plaine de la tresse et le chenal de marée à grande échelle forment des associations de faciès. La meilleure qualité de réservoir dans l'intervalle cambrien est associée aux grès enfouis, notamment les grès bioturbés. Une qualité de réservoir significativement plus mauvaise est associée à une face inférieure du rivage et chenaux de marée distaux, grès du chenal de la plaine de la tresse distale et faciès de l'embouchure les associations.

Bien que la relation entre la qualité du réservoir et le faciès de dépôt indique un lien clair, qui peut s'expliquer par le manque d'analyse pétrographique plus poussée des échantillons. L'analyse pétrographique des sédiments pourrait indiquer une relation entre porosité/perméabilité et la taille des grains (contrôles primaires sur la porosité et la perméabilité) et la diagenèse (contrôles secondaires sur porosité et perméabilité).

Compte tenu de la relation entre faciès génétique et porosité/perméabilité, un réservoir statique fiable, un modèle basé sur une combinaison de données de puits et d'analogues pourrait permettre de déterminer la qualité du réservoir. Les roches de la meilleure qualité de réservoir sont systématiquement associées aux canaux fluviaux pour le Trias, les mudstones de plateau et les grès enfouis pour l'Ordovicien et le Cambrien.

L'incertitude qui subsiste quant à l'échelle des chenaux fluviaux et à leur géométrie





## Conclusion générale

---

conséquence ne peut que être réduit de manière fiable si une base de données plus importante de données sédimentologiques de haute qualité est disponible, soit sous la forme de descriptions de carotte supplémentaires, de données d'enregistrement d'images ou d'analyses pétrographiques.

## BIBLIOGRAPHIE :

- BEGHOUL,M.S, Doc diagraphies, IAP Boumerdes. 2014.
- BRS-12\_Petrographic, CRD 2017
- BRS-6bis \_petrographic, CRD 2017
- Craig et al. 2006
- Dahmani.M 2003
- FDR "FINAL DESCOUVRIE REPORT 2007" + UBDATE 2014
- Final discovery report. Blocks 433a and 416 b Bir Seba", 2010.
- Fugro Robertson: "ORDOVICIAN AND TRIASSIC RESERVOIR -REVIEW, BLOCKS 433aAND416b, OUED MYA BASIN, ALGERIA "July 2007
- Ghabezloo. Siavash, Sulem. Jean, Saint-Marc. Jérémie, Evaluation of a permeability porosity relationship, 2009.
- HACINE,Rachid., Doc diagraphies, IAP Boumerdes, 2014.
- HLS Asia Limited, Basic Log Interpretation, 2007.
- IFP Training, Diagraphies différées et interprétation cours, 2010.
- IFP Training, Well log interpretation cours, 2013.
- Master Logs - Composite Logs, GEOSERVICES 2014
- O. SERRA, Diagraphies différées (bases de l'interprétation). Tome 1 : "Acquisition des données diagraphiques", Bull, Cent, Rech, Explor, Prod, Elf Aquitaine, 1979.
- O.SERRA, Diagraphies différées (bases de l'interprétation), Tome 2 : "Interprétation des données diagraphiques", Bull, Cent, Rech, Explor, Prod, Elf Aquitaine, 1985, 625 p.
- PIDC on BRS-6bis " (CRD).
- Rapport de prestation de service de laboratoire « special core analysis study for PIDC on BRS-6bis » (CRD)
- SCHLUMBERGER, "Basic Log Interpretation", 2006.
- SCHLUMBERGER, "Log Interpretation Charts", 2009.
- Sedimentological-Petrography-Granulometric Final (English version),CRD 2017

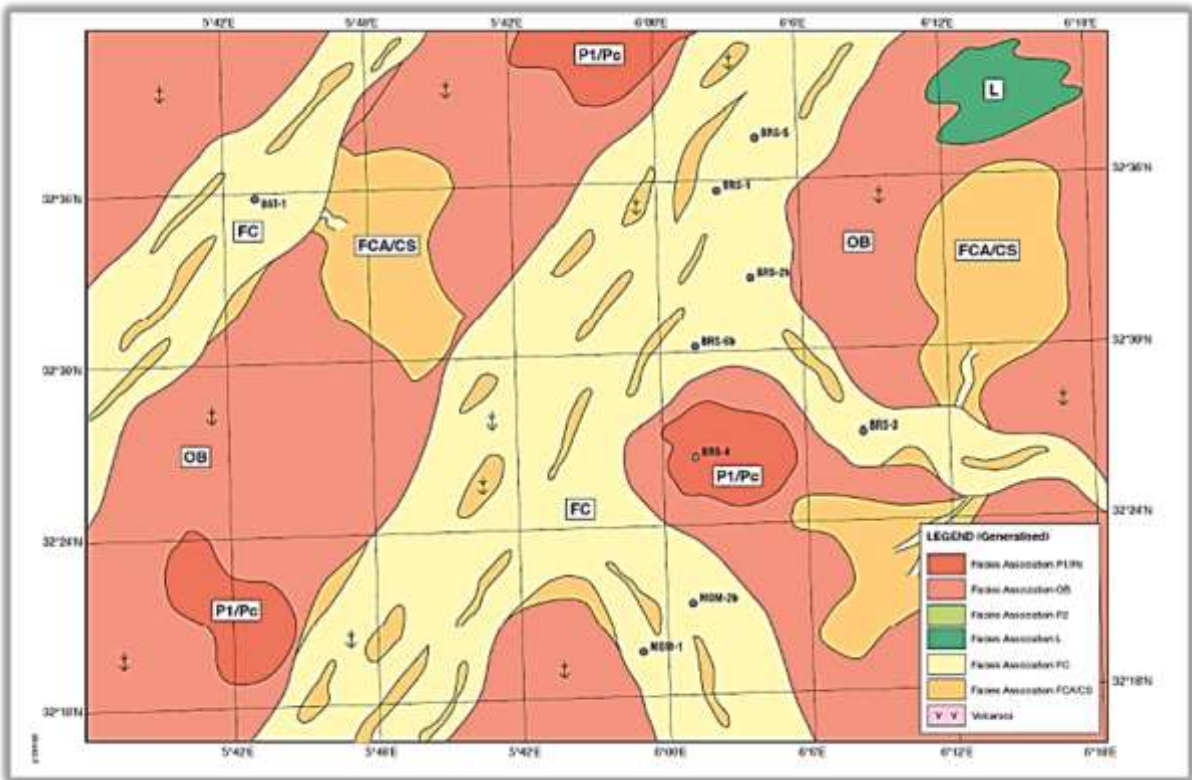


## BIBLIOGRAPHIE

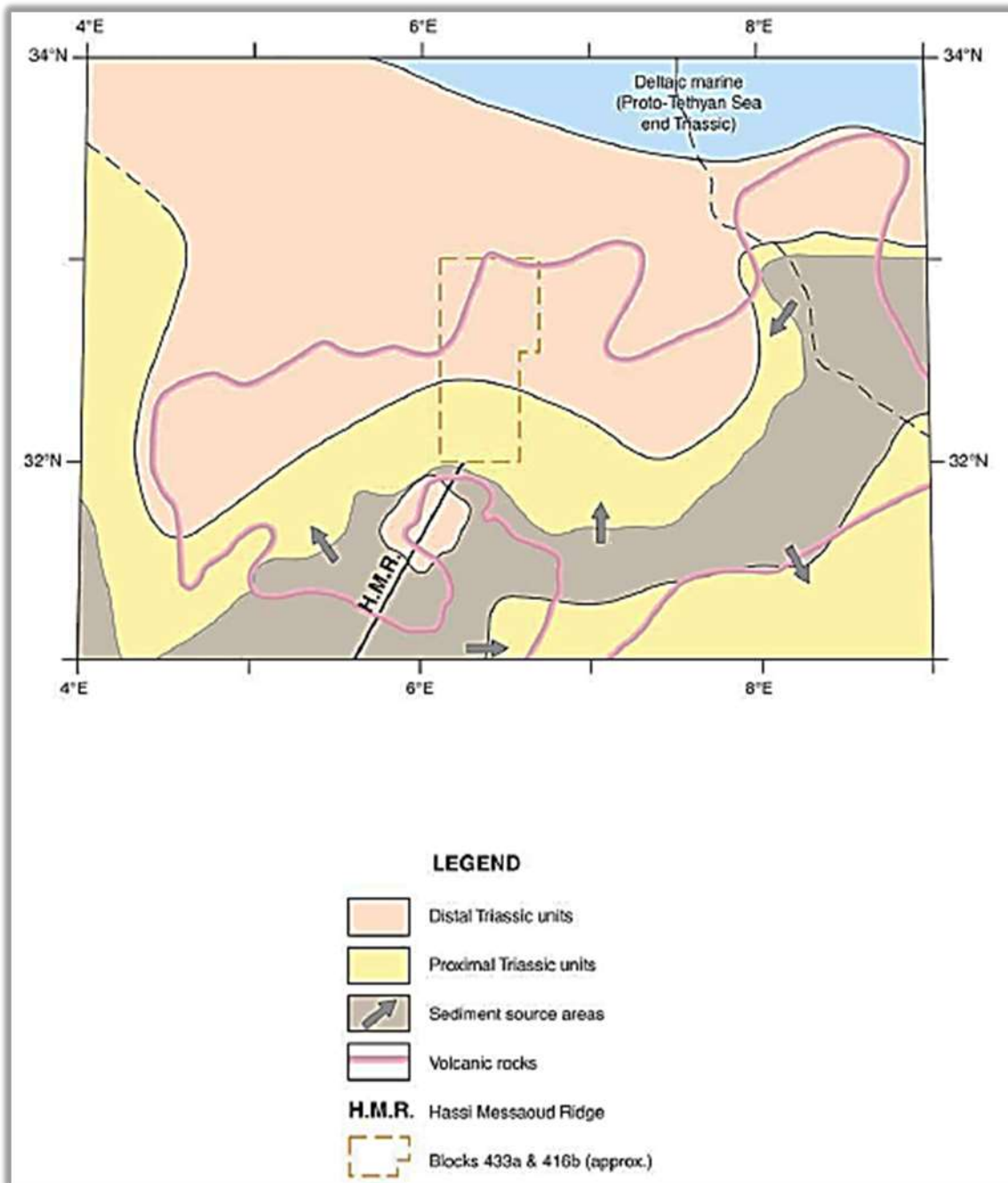
---

- Sonatrach, Divisin Exploration, 2011
- Sonatrach, Divisin Exploration, 2014
- Special core analysis report for petrovietnam investment & development company
- Turner et coll. (2001).
- WEC, " Well Evaluation Conférences " - (Rapport inédit), 2007.

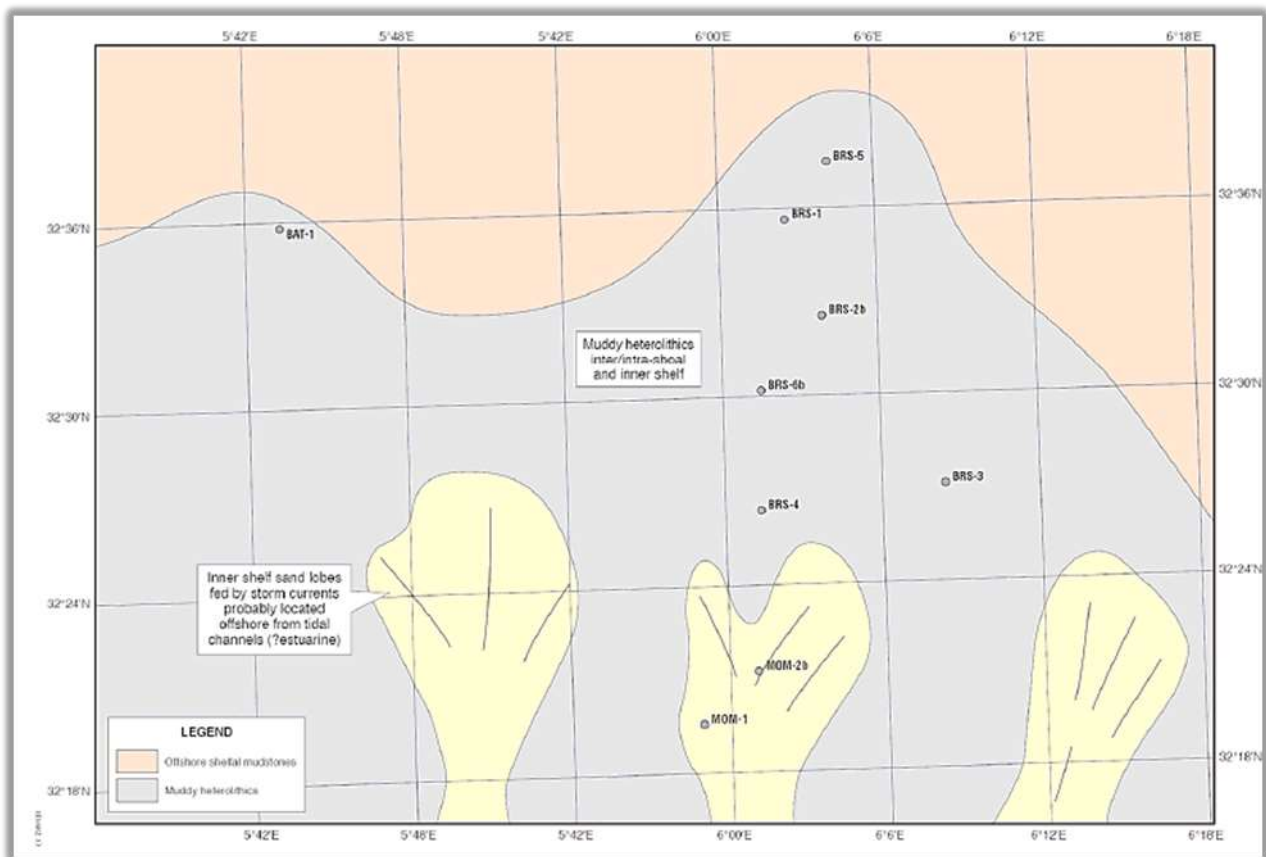
# ANNEXE



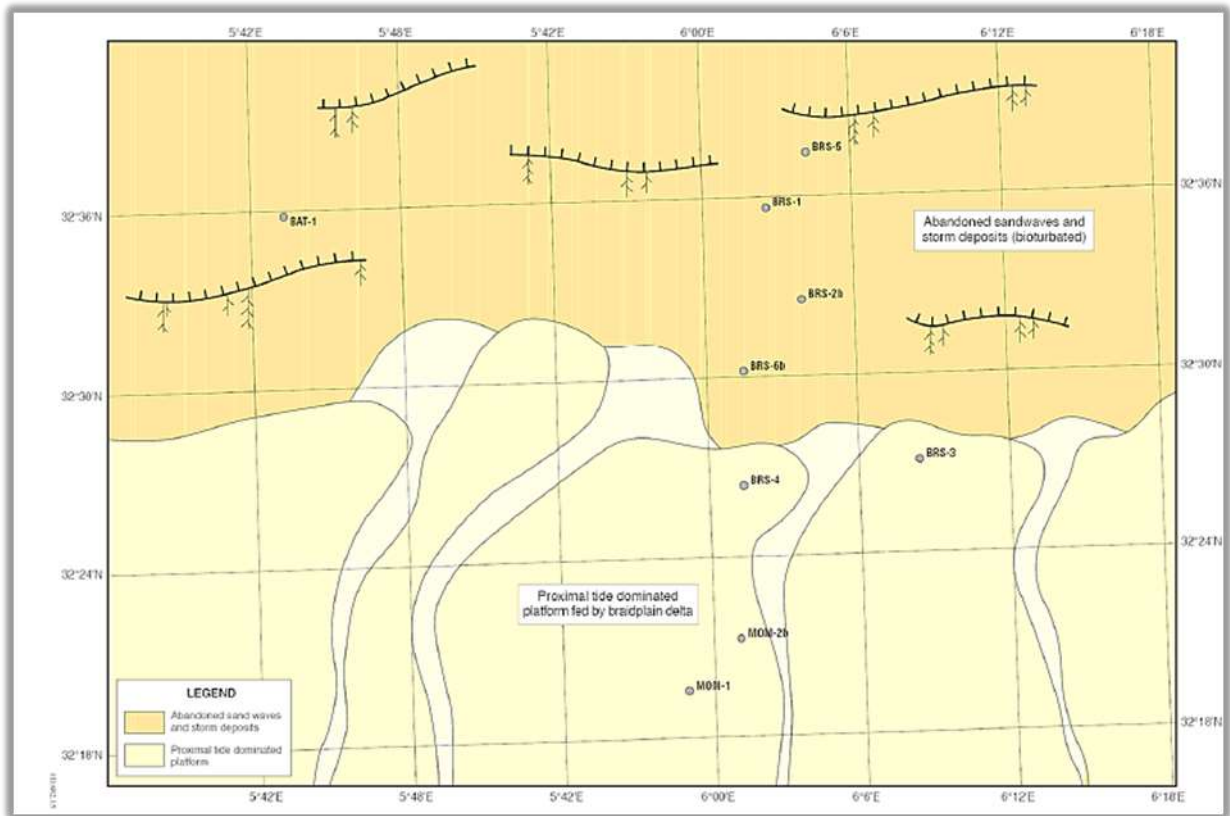
Répartition des roches triasiques dans le nord de l'Oued  
Bassin de Mya, Algérie (d'après Craig et al., 2006 et Turner et al., 2001)



Carte des faciès unité des grès T2



Unité de grès T1\_carte des faciès



carte de Zone D'Alternances faciès



Résumé :

SONATRACH et PETROVIETNAM ont annoncé la confirmation par le forage de délimitation positif BRS-6 bis de l'extension de gisement de BIR SBAA découvert en 1997 à TOUGGOURT (Bloc 433 a – 416 b).

Une découverte récente a montré l'existence d'un système pétrolier secondaire dans les niveaux de grès d'âge ordovicien inférieur (QUARTZITE D'EL HAMRA)

Les réservoirs de BIR SBAA pose toujours problème dans l'identification de Facies et le model de dépôt de la formation de QUARTZITE D'EL HAMRA.

Il existe un lien très clair entre le facies et la qualité réservoir. Les roches de meilleure qualité réservoir sont systématiquement associées aux canaux fluviaux pour le TRIAS, les mudstone de plateau et les grès enfouis pour l'ordovicien et le Cambrien.

Mots clé : Bir Sbaa - Quartzite D'el Hamra – Trias – Ordovicien – Réservoir – Mudstone- Grès - Cambrien.

Summary:

SONATRACH and PETROVIETNAM have announced the confirmation by positive delineation drilling BRS-6 bis of the extension of the BIR SBAA deposit discovered in 1997 at TOUGGOURT (Block 433 a - 416 b).

A recent discovery has shown the excitement of a secondary petroleum system in the lower Ordovician age sandstone levels (QUARTZITE D'EL HAMRA)

BIR SBAA reservoirs are still problematic in the identification of Facies and the deposit pattern of the EL HAMRA QUARTZITE formation.

There is a very clear link between facies and reservoir quality. Rocks of better reservoir quality are systematically associated with river channels for the TRIAS, plateau mudstones and buried sandstones for the Ordovician and Cambien.

Key words : Bir Sbaa - Quartzite El Hamra - Triassic - Ordovician - Reservoir - Mudstone- Sandstone – Cambrian.

## ملخص

أعلنت شركة سوناطراك وبيترو فيتنام عن التأكيد عن طريق حفر التحديد الإيجابي لتمديد رواسب **BRS-6 bis** (بلوك 433 أ – 416 ب) تفرقت المكتشفة في عام 1997 في بئر السبع

أظهر اكتشاف حديث إثارة نظام البترول الثانوي في مستويات الحجر الرملي الأدنى من العصر الأوردوفيشي

لا تزال خزانات بئر السبع تمثل مشكلة في تحديد الأسطح ونمط الترسيب لتكوين كوارتزيت الحمرا

هناك ارتباط واضح للغاية بين الصخور وجودة الخزان. ترتبط الصخور ذات جودة الخزان الأفضل بشكل منهجي بقنوات الأنهار بالنسبة ل

أحجار طينية الهضبة والأحجار الرملية المدفونة في الترياسي. و الأوردوفيسي و الكومبري

بئر السبع - كوارتزيت الحمرا - الترياسي - الأوردوفيشي - الخزان - أحجار طينية - الأحجار الرملية - الكومبري