

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVEALABLES ET DES
SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



Mémoire de Master Professionnel

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géologie Pétrolière

THEME

**Stratigraphie et sédimentologie du réservoir
Silurien argilo-gréseux (SAG)
du Bassin de Berkine**

Présenté par

BOUSLAH Karima

Soutenu publiquement le 30-05-2017

Devant le jury :

Président :	Dr KECHICHED Rabah	MCB Université Kasdi Merbah - Ouargla
Promoteur:	M. MAZOUZI Abdelmounim	MAA Université Kasdi Merbah - Ouargla
Examineur :	Dr CHERIF Amine	MCB Université Kasdi Merbah - Ouargla

Année Universitaire : 2016/2017

ÆDICACE

*Pour toute personne qui cherche à se développer,
Pour tout organisme concerné par le développement humain
et à toute société qui cherche à l'investissement humain...
Je dédie ce travail.*

إهداء

إلى كل إنسان يسعى إلى تنمية نفسه،
و إلى كل هيئة تهتم بالتنمية البشرية
و إلى كل مجتمع يسعى إلى الاستثمار البشري...
أهدي هذا العمل

AVANT-PROPOS

A l'achèvement de ce travail, j'adresse mes vifs remerciements et ma sincère gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration et le perfectionnement de ce travail.

Je commence par le Staff des professeurs du département de sciences de la terres et de l'univers de l'université d'Ouargla, je leurs présente mes sincères gratitude pour le soutien moral et l'aide précieuse ; je cite :

Monsieur MAZOUZI Abdelmounim, Monsieur KECHICHED Rabeh et Monsieur CHERIF Amine.

Aussi je présente mes sincères reconnaissances à Monsieur LAISSAOUI Arezki, Chef de Département de géologie de la Direction des opérations d'Exploration-Hassi Messaoud pour son aide, son soutien moral, son respect et pour sa compréhension...

Je remercie aussi tous mes amis et collègues pour leur aide précieuse :

GUETTAFI Samia, TERRICHE Abdelaziz de la Carothèque centrale Hassi Messaoud ;

Mon collègue OUZOUGOUA Karim à qui je dois beaucoup, HAFSA KHIREDDINE, de l'Exploration-Hassi Messaoud

HAMMOUDI Mabrouk et BAKRI EDDINE de la Division Production (Irara-Hassi Messaoud)

Mes Stagiaires ; BEDLAOUI Abdelhamid, LACHRAF Abdellatif.

Et à tous mes collègues de la 2^{ème} Année Master GP promotion 2016/2017.

Liste des figures

Fig. 01 : Carte de situation des Bassins en Algérie-----	09
Fig. 02 : Situation géographique du Bassin de Berkine-----	14
Fig. 03 : Limites Géologiques du Bassin de Berkine-----	15
Fig. 04 : Eléments tectoniques du Bassin de Berkine-----	16
Fig. 05 : Colonne lithostratigraphique du Bassin de Berkine-----	19
Fig. 06 : Légende des figurées utilisées-----	23
Fig. 07 : Carte de positionnement de puits étudiés-----	25
Fig. 08 : Fiche de carottes n° 01 et 02 du puits ALNP-1-----	28-29
Fig. 09 : Fiche de carottes n° 03, 04, 05 et 06 du puits BRDE-1-----	32-35
Fig. 10 : Fiche de carottes n° 01, 02, 03 et 04 du puits ETB-2-----	38-41
Fig. 11 : Fiche de carottes n° 02, 03, 04, 05 et 06 du puits HCP-1-----	45-49
Fig. 12 : Fiche de carottes n° 02, 03 et 04 du puits ROF-1-----	52-56
Fig. 13 : Carte présentant trois coupes passant par neuf (09) puits du Bassin de Berkine-----	58
Fig. 14 : Graphe présentant la variation des épaisseurs du SAG au niveau des 09 puits étudiés-----	60
Fig. 15 : Graphe présentant la variation des profondeurs du SAG au niveau des 09 puits étudiés-----	60
Fig. 16 : Corrélation entre les puits ROMP-1, BRDE-1, HCP-1 et ALNP-1-----	61
Fig. 17 : Corrélation entre les puits BRSW-1, AHM Sil-1, INT-1 et HMRP-1-----	62
Fig. 18 : Corrélation entre les puits INT-1, TAOP-3 et BRDE-1-----	63
Fig. 19 : Associations de traces fossiles caractéristiques des différents ichnofaciès -----	70
Fig. 20 : Distribution des ichnofaciès marins -----	71
Fig. 21 : Zonations verticales des fonds marins et terminologie en usage selon les profondeurs d'eau---	74
Fig. 22 : Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau du puits ALNP-1-----	80
Fig. 23 : Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau du puits HCP-1-----	80
Fig. 24 : Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau du puits ETB-2-----	81
Fig. 25 : Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau du puits BRDE-1-----	81
Fig. 26 : Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau du puits ROF-1-----	82

Liste des tableaux

Tab. 01 : Nomenclature des formations du Paléozoïque du Sahara oriental à l'affleurement (Tassili n'Ajjer) et en subsurface (Illizi-Tinrhert) -----	11
Tab. 02 : Tableau récapitulatif des carottes étudiées -----	24
Tab. 03 : Comparaison des tops des formations des puits de la coupe n° 01-----	59
Tab. 04 : Comparaison des tops des formations des puits de la coupe n° 02 -----	59
Tab. 05 : Comparaison des tops des formations des puits de la coupe n° 03-----	59
Tab. 06 : Tableau récapitulatif des faciès -----	65
Tab. 07 : Tableau récapitulatif des sous-faciès -----	68

TABLE DES MATIERES

DEDICACE	
AVANT PROPOS	03
INTRODUCTION GENERALE	07
CHAPITRE I : Généralités	
I.1 Introduction	08
• Plateforme saharienne	08
• Le Sahara oriental	08
I.2 La sédimentation au cours du Paléozoïque	10
I.3. La sédimentation au cours du Silurien dans le Sahara oriental	10
I.4 Présentation générale du bassin de Berkine	12
I.4.1 Limites géographiques	12
I.4. 2 Limites géologiques	12
I.4.3 Cadre structural	12
a. Aspect structural	12
b. Evolution tectonique du Bassin	13
I.5. Colonne stratigraphique	16
I.6. Aspect pétrolier	20
I.7. Historique des travaux	22
CHAPITRE II : Lithostratigraphie	
II.1 Introduction	24
II.2 Description	26
II.2. 1 Le puits ALNP-1	26
II.2. 2 Le puits BRDE-1	30
II.2. 3 Le puits ETB-2	36
II.2. 4 Le puits HCP-1	42
II.2. 5 Le puits ROF-1	50
III. Corrélation diagraphique	57
✓ Interprétation	57
✓ Synthèse	57

CHAPITRE III : sédimentologie et analyse séquentielle

III.1 Introduction-----	64
III.2 Le contexte sédimentologique-----	64
III.2. 1 Inventaire des faciès-----	64
III.2. 2 Les caractères ichnofaciologiques-----	69
III.2.3 Association de faciès-----	72
IV Environnements sédimentaires-----	74
IV. 1 Milieux de dépôts-----	74
IV. 2 Conclusion-----	76
V. Organisation séquentielle -----	76
V.1 Généralités et définitions-----	76
V.2 Stratigraphie séquentielle -----	78
V.3. Conclusion-----	79
Conclusion générale-----	83
Références Bibliographiques	
Résumé	

INTRODUCTION GENERALE

Dans le bassin de Berkine qui se trouve au sud-est de l'Algérie, le Silurien terminal est marqué par une série silico-clastique constituée par des alternances argilo-gréseuses à silteuses qui recouvrent les argiles siluriennes sous-jacentes. Cette série argilo-gréseuse appartient à la partie inférieure de la zone réservoir F6 qui est découpée en zones M1, M2, A1, A2, B1 et B2. Elle est caractérisée par une importante variation des faciès et des épaisseurs.

Cette étude sédimentologique ; basée sur l'inventaire détaillé des structures et figures sédimentaires ainsi que les traces fossiles, a pour but de mettre en évidence les différents faciès existant. L'interprétation de ces faciès en terme hydrodynamisme va dévoiler l'influence des distincts courants qui ont régi en cette période et qui ont été responsables de la mise en place de cette importante tranche détritique.

Afin d'évaluer et prédire l'épaisseur, la continuité, la connectivité et l'extension des unités, l'intégration des données de diagraphies a été faite en établissant des corrélations à travers les puits.

Le cadre chronostratigraphique a été reporté aux associations de faciès, et les unités stratigraphiques seront définies par les variations relatives du niveau marin. Cette approche inclut donc l'identification des séquences génétiques et des paraséquences.

Ce travail a été structuré en trois (03) chapitres principaux :

- ✓ le chapitre de Généralités où un aperçu général sur la plateforme saharienne a été fait passant par la sédimentation au cours du Paléozoïque et plus précisément au cours du Silurien, arrivant au bassin de Berkine mettant en évidence sa position géographique, ces limites géologiques, son aspect structural et pétrolier.
- ✓ le chapitre de Lithostratigraphie qui est subdivisé à son tour en deux (02) parties :
 1. partie lithostratigraphie où une description détaillée de la colonne stratigraphique traversée par les cinq (05) puits, Object d'étude, a été accomplie, plus une description détaillée des carottes prélevées.
 2. partie de corrélation diagraphique basée sur les datas électriques (Gamma Ray, Sonique et résistivité) de neuf (09) puits pour établir des coupes (cross sections) permettant l'étude de l'épaisseur, la continuité, et l'extension des unités du Silurien argilo-gréseux) en utilisant le logiciel Petrel.
- ✓ le chapitre sédimentologie et analyse séquentielle qui est subdivisé à son tour en deux (02) parties :
 1. partie de sédimentologie qui a pris le volet sédimentologique en charge en analysant les faciès, les sous-faciès l'hydrodynamisme pour aboutir aux différents milieux de dépôts.
 2. Partie de la stratigraphie séquentielle où un découpage séquentiel en séquences génétiques et en paraséquences a été fait suite aux fluctuations du niveau marin relatif.

La conclusion générale va reprendre tout les résultats obtenus.

Chapitre (I) :
Géologie régionale du bassin
de Berkine

I. Généralités

I. 1. Introduction

LA PLATE-FORME SAHARIENNE

La plateforme saharienne est composée d'une ossature antécambrienne qui affleure dans le Bouclier Réguibat (WSW) et dans le Bouclier Touareg (ESE), sur lequel s'appuie une couverture sédimentaire.

Celle-ci est composée d'abord de terrains paléozoïques disposés en bandes pratiquement continues appelées pleines tassiliennes et prétassiliennes, qui reposent en discordance majeure sur le socle cristallin, ensuite de terrains mézo-cénozoïques reposant en discordance sur les terrains paléozoïques.

La couverture sédimentaire est structurée en plusieurs bassins séparés par des zones hautes. Cette structure actuelle a été essentiellement acquise au cours des temps paléozoïques. D'ouest en est, on distingue :

- ✓ les bassins de Tindouf et de Reggane, situés sur les bordures nord et nord orientale du Bouclier Réguibat, sont des dépressions dissymétriques : flanc sud peu incliné et flanc nord très redressé pour le bassin de Tindouf, flanc ouest peu incliné et flanc est très redressé pour le bassin de Reggane.
L'épaisseur de la couverture sédimentaire, essentiellement paléozoïque, atteint 10 000 m dans le bassin de Tindouf et 6 000 m dans celui de Reggane.
- ✓ Le bassin de Béchar limité au nord par le Haut Atlas, au sud et à l'ouest par la chaîne d'Ougarta et à l'est par le Haut Fond de Moharez. L'épaisseur de la série sédimentaire atteint 8 000 m.
- ✓ Le bassin de l'Ahnet-Timimoun limité au nord par le Haut Fond de Oued Namous, à l'ouest par la chaîne d'Ougarta, au sud par le Bouclier Touareg et à l'est par la Dorsale de Fougoum Belrem et du M'Zab.
- ✓ Les bassins du Mouydir et d'Oued Mya, limités à l'ouest par la Dorsale de Fougoum Belrem, à l'est par la Dorsale Amguid-El Biod.
- ✓ La Synéclyse d'Illizi-Berkine ou Sahara oriental, limitée à l'ouest par la Dorsale d'Amguid-El Biod, à l'est par le Môle de Tihemboka et l'Antéclyse du Fezzan en Lybie occidentale. L'épaisseur des sédiments est de 5 000 à 6 000 m (Fig. 01).

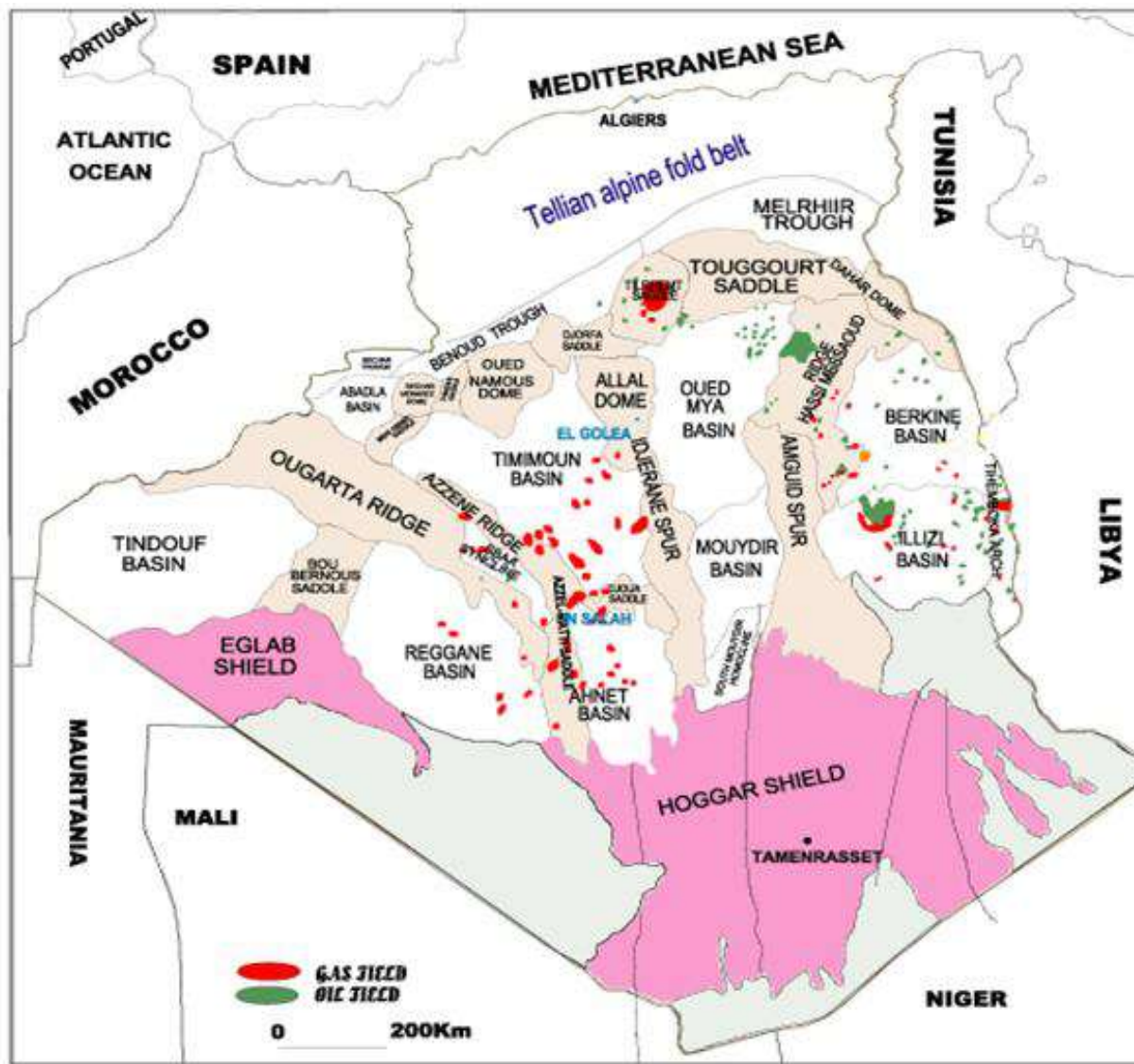
LE SAHARA ORIENTAL

Encore appelée synéclyse Est-algérienne ou d'Illizi-Berkine, elle est en réalité constituée de deux bassins paléozoïques

- ❖ Le bassin d'Illizi situé au nord du Bouclier Touareg dont la position en zone haute a été acquise récemment au cours d'un soulèvement Tertiaire et Quaternaire, accompagné d'émissions volcaniques (Beuf *et al.*, 1971).
- ❖ Le bassin de Berkine au nord, entièrement recouvert par les dunes de Sables du Grand Erg Oriental qui lui confère son caractère d'inaccessibilité.

Individualisés dès la fin du Silurien et au cours du Dévonien inférieur, ces deux bassins sont séparés par le Môle d'Ahara orienté E-W et représenté en surface par le plateau céacé du Tinrhert de même direction.

Fig. 01-Carte de situation des bassins en Algérie (document Sonatrach)



2. La sédimentation au cours du Paléozoïque

La couverture sédimentaire repose en discordance majeure sur la surface infra-tassilienne qui ajuste le socle cristallin.

Cette couverture est définie comme étant une "aire de sédimentation cratonique" (Bertrand-Sarfati et al., 1977) caractérisée par:

- une faible épaisseur de sédiments sur de vastes étendues;
- une grande homogénéité latérale de faciès;
- une continuité des mécanismes responsables de l'étalement des sédiments;
- une grande importance des sédiments continentaux et des faciès de transition;
- des discontinuités brutales liées à des phénomènes tectoniques ou climatiques.

La surface infra-tassilienne est affectée d'une pente sédimentaire, qui apparaît au cours du Cambrien.

Elle persiste durant tout l'Ordovicien; on la retrouve au Dévonien. Cette paléopente a été clairement montrée par la répartition des directions des paléocourants des Grès cambriens de la formation des Ajjers et du "Groupe des Grès du Tassili externe" du Dévonien inférieur (Beuf et al., 1969). On peut ainsi déterminer une polarité générale dans la répartition des sédiments : un amont au Sud et un Aval en direction du Nord (Bertrand-Sarfati et al., 1977).

La coupe type des affleurements du Sahara du Sud-Est montre des sédiments allant du Cambrien au Paléogène et où les terrains paléozoïques occupent les 2/3 de l'épaisseur totale. (Tab.01).

I. 3. La sédimentation au cours du Silurien dans le Sahara oriental

Sur les confins Algéro-Libyen-Tunisien on retrouve un schéma comparable, à ceci près qu'en Libye les faciès septentrionaux sont séparés des faciès méridionaux par le seuil de Gargaf. Dans le bassin de Mourzouk, au Sud, le Silurien inférieur est bien développé et le Ludlow est gréseux et réduit. Ceci provient en partie de ce que son sommet est tronqué par érosion sous le Dévonien inférieur. Le seuil a donc émergé vers la limite Silurien-Dévonien. Dans le bassin Ghadames-Berkine et le Sud tunisien, au-dessus des argilites du Llandovery-Wenlock, des siltites micacées et des argilites alternant avec des grès fins correspondant au Ludlow inférieur. Ils sont riches en fossiles marins, mais aussi en spores terrestres.

L'analyse des faciès (Assès, 1987) dans les carottes de sondages suggère en effet des apports depuis une terre émergée qui pourrait se trouver au Sud-Est, « mais bien plus au Sud que celle imaginée dans sa reconstitution. L'Air émergé pourrait bien fournir les détritiques » (Kazi-Tani, in litt.). Les principaux niveaux carbonatés se trouvent dans le Wenlock. Le Ludlow est dilaté par rapport au reste du Silurien : dans le Sud tunisien, Llandovery +Wenlock représentent 140 à 150 m de couches tandis que le Ludlow inférieur et moyen dépasse 900 m, c'est une proportion analogue à celle de l'Ougarta. Le second contient quelques bancs de calcaire coquilliers à Orthocères, encrines (Scyphocrinites), Graptolites...etc. On y a signalé des roches magmatiques : 50 m de Dolérite dans le sondage SN-1 du Sud tunisien : s'agit-il d'une coulée contemporaine ou d'un sill qui pourrait être aussi bien dévonien inférieur que jurassique ?

L'évolution, constatée au Sahara septentrional, d'une sédimentation d'abord condensée au Wenlock, suivie de l'accumulation rapide de matériel détritique fin, argileux et silteux, se retrouve jusqu'en bordure de la Méditerranée (Assès, 1987). Mais là, les nappes sableuses et les argiles font place à des dépôts condensés siliceux pendant le Wenlock (Phtanites à Tifrit, en Oranie). Ces diffé-

rences n'excluent pas des similitudes : on retrouve en Kabylie les Scyphocrinites au même niveau qu'au Sahara (Legrand, 1981).

Tab.01-Nomenclature des formations du Paléozoïque du Sahara oriental à l'affleurement-Tassili n'Ajjer- et en subsurface -Illizi/Tinrhert- (Bekkouche, 1984).

Etage	Sous étage	Tassili n'Ajers (affleurement)	Illizi-Tinrhert (subsurface)			
Trias		Zarzaïtine Inférieur				
Carbonifère	Stéphanien	Série de Tiguentourine				
	Westphalien	Série d'El Adeb Larache				
	Namurien Inférieur	Série d'Oued Oubarakat				
	Viséen	Série des Grès d'issendjel				
Silurien - Dévonien	Dévonien Supérieur et moyen	Série de Gara Mas-Melouki F2				
		Série de Tin Méras F3				
	Dévonien Inférieur	Formation d'Orsine F5 F4		Formation des Grès de Hassi-Tabankort	C3 C2 C1	F6
		Formation de l'Oued Samène : Barre Supérieure				
		Formation du Tamelrik : Trottoirs Barre Moyenne				
	Ludlow	Formation de Tiferline : Talus à Tigillites Barre Inférieure		Formation d'Oued Tifist	B2 B1 A	
		Formation d'Atafeitafa ou zone de passage		Formation de Méderba	M2 M1	
Wenlock-Taranon Llandovery	Formation de l'Oued Imirhou		Formation des argiles à Graptolites ou Silurien argileux			
Cambro-Ordovicien	Ashgil	Formation de Tamadjert (IV) ou Formation Argilo-Gréseuse de Félar-Félar		Formation argilo-gréseuse de Gara-Louki		
	Caradoc-Llandeilo-Llanvirn	Formation d'In Tahouit		Formation argilo-gréseuse de l'Edjleh		
	Arenig Tremadoc	Formation des Ajers	-Banquette III-2 -Vire du Mouflon III-1 -Grès de Tin Taradjelli II	-Quartzites de Hamra -Argilo-gréseux d'In Kraf -Grès de Hassi Leila		
		Conglomérat d'El Moungar I				
Infracambrien et Précambrien		Séries intermédiaires et Socle Cristal- lo-Métamorphique				

I. 4. Présentation générale du bassin de Berkine (Fig. 02)

I. 4. 1. Limites géographiques

Le bassin de Berkine s'étend sur trois pays :

- L'Algérie orientale à l'ouest sur environ 50 000 km²;
- La Libye occidentale ou tripolitaine à l'est sur 200 000 km²;
- Le Sud de la Tunisie au nord.

Le bassin a porté le nom de la ville de Ghadamès située à quelques kilomètres de la frontière algéro-libyenne en territoire libyen. Il est parfois désigné dans la littérature sous le nom de bassin de Rhadamès ou bassin d'El Homra ou bassin Hammadien.

En surface, il est recouvert par d'immenses dunes de Sable, qui lui confèrent son caractère de zone à accès difficile et constituent le Grand Erg Oriental (Busson, 1970).

Le bassin s'étale entre la latitude 29° et 30° nord et les longitudes 03° et 09°; au sud le plateau Crétacé du Tinrhert, le sépare du bassin d'Illizi.

I. 4. 2. Limites géologiques (Fig. 03)

Le Bassin de Berkine couvre une superficie globale de 102 395 km², et s'étend sur 350 km en latitude et longitude, correspond à la partie sud de la province triasique et peut être classé dans les vastes Bassins intracratoniques.

Les limites naturelles, géologiques, visibles et reconnues de ce vaste bassin sont:

- Au nord, la Dorsale de Djefara et le môle de Sidi Toui, de direction E-W, dont le prolongement au Sahara central constitue le Môle Talemzane-Béressof.
- A l'ouest, le haut fond d'El Biod-Hassi Messaoud, de direction subméridienne.
- Au sud, le Môle d'Ahara et la Dorsale Zegher-Gargaf qui se poursuit suivant une direction WSW par le Djebel Fezzan.
- Le bassin de Syrte, avec une série de failles et de fossés en gradins de direction NW-SE, marque sa limite orientale.

I. 4. 3. Cadre structural

a. Aspect structural:

Le bassin de Berkine est caractérisé par un grand réseau de fracturations, dues à une succession de plusieurs phases tectoniques depuis le Précambrien ; ces fracturations sont organisées suivant deux principales orientations (Beicip, 1991).

- ✓ direction subméridienne : Les failles subméridiennes sont caractérisées par un grand rejet de l'ordre de 500 m (région de Rhourd Nous).
- ✓ direction NE-SW : Un nombre considérable de failles alignées suivant cette direction sur tout le bassin, particulièrement sur la partie centre, ces failles ont donné naissance à de grandes structures au centre et à l'Est du bassin, dont la majorité à caractère inverse (faille inverse).

En plus il y'a d'autres orientations secondaires :

- ✓ direction Nord70 : à l'Ouest du bassin dans la région de Rhourd Nouss, Gassi Touil, et Menzel Ledjmat.
- ✓ direction sub-équatoriale : au sud du môle d'Ahara séparant Berkine du bassin d'Illizi.

- ✓ direction Nord150 : au Nord Est du bassin du côté des champs de Keskessa, Bir Berkine et Bir Rebaa.

b. Evolution tectonique du bassin de Berkine (Fig. 04)

Le contexte structural actuel de la plateforme saharienne est le résultat des événements suivants : (D'après Boudjemaa et, Beicip 1987).

- **La phase panafricaine** : C'est une phase précambrienne caractérisée par des accidents subméridiens verticaux dus à une collision entre le craton ouest Africain rigide et le craton Est moins rigide.
- **La distension cambro-ordovicienne** : C'est une période d'érosion importante qui a nivelé les structures et les reliefs ; les variations d'épaisseur de ce faciès de part et d'autre de l'accident Nord - Sud sont visibles au niveau des séries Cambro-ordoviennes indiquant l'instabilité tectonique accompagnant leur dépôts.
- **La compression taconique** : C'est une phase de compression le long des accidents subméridiens Nord - Sud de la distension précédente donnant naissance à l'architecture actuelle du bassin.
- **Distension silurienne** : C'est une phase de distension qui a suivi la fonte des calottes glaciaires et qui a engendré des dépôts d'argile noire.
- **La compression calédonienne** : C'est une phase de soulèvement générale suivie d'une période d'érosion, de nivellement des structures et de dépôts détritiques, elle a eu lieu entre le Silurien et le Dévonien.
- **La phase dévonienne** : Elle est caractérisée :
 - ✓ Au Dévonien inférieur, par des variations d'épaisseur et de faciès le long des axes structuraux subméridiens qui indiquent une phase distensive.
 - ✓ Au Dévonien moyen et supérieur ; par une période d'érosion appelée « la discordance frasnienne ».
- **La phase hercynienne** : Elle est caractérisée par l'arrêt de sédimentation carbonifère et par des dépôts lagunaires (gypse et argiles rouges). Cette phase tectonique a touché surtout le Nord du bassin de Berkine où l'érosion de l'étage Carbonifère est presque totale. La discordance hercynienne a permis de mettre en contact le Trias et la roche mère silurienne et frasnienne.
- **Phase autrichienne** : C'est une phase de compression Est -Ouest qui a causé une inversion structurale. Les failles normales synsédimentaires créées pendant le Trias-Lias se sont inversées durant cette phase.
- **Phase pyrénéenne** : C'est une phase compressive de direction nord est-sud-ouest qui a donné naissance à de nombreux anticlinaux.

Fig. 02-Situation géographique du bassin de Berkine (Galeazzi, 2010)

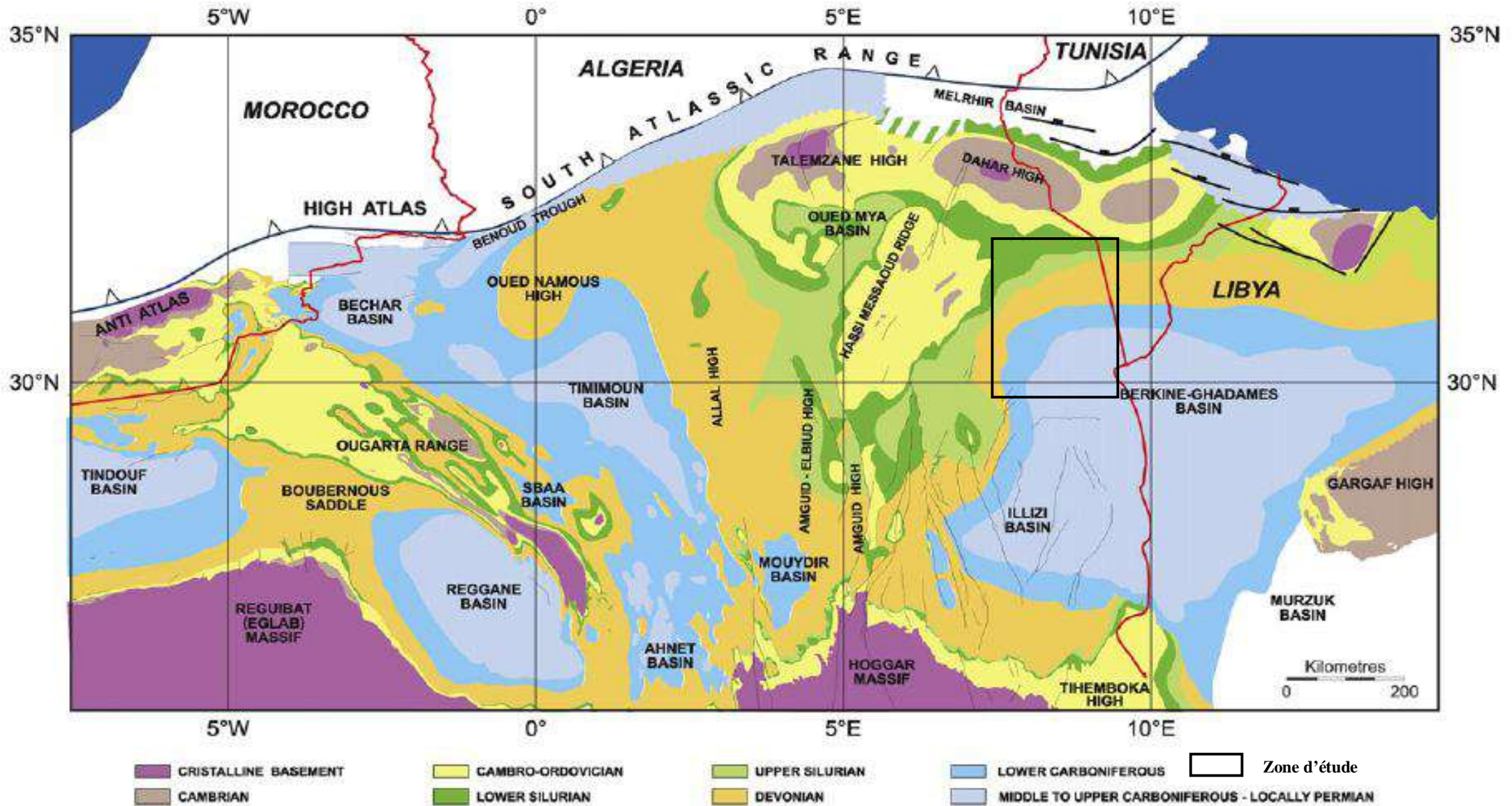
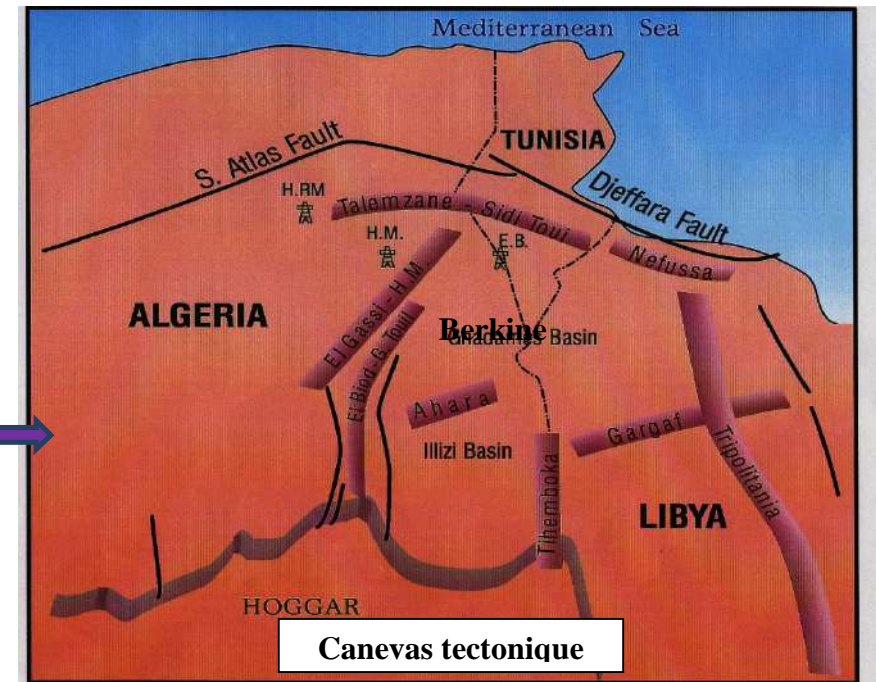
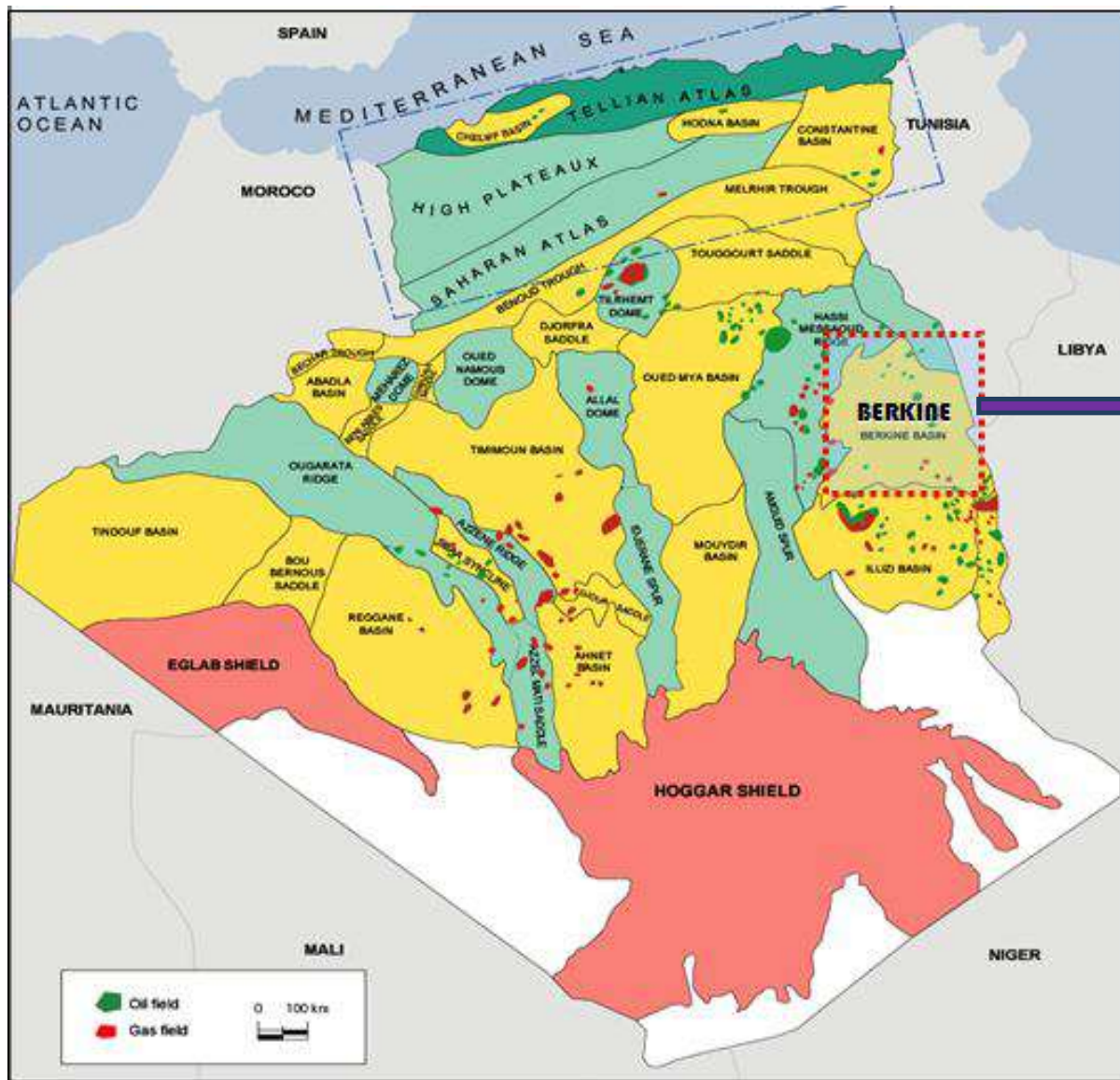
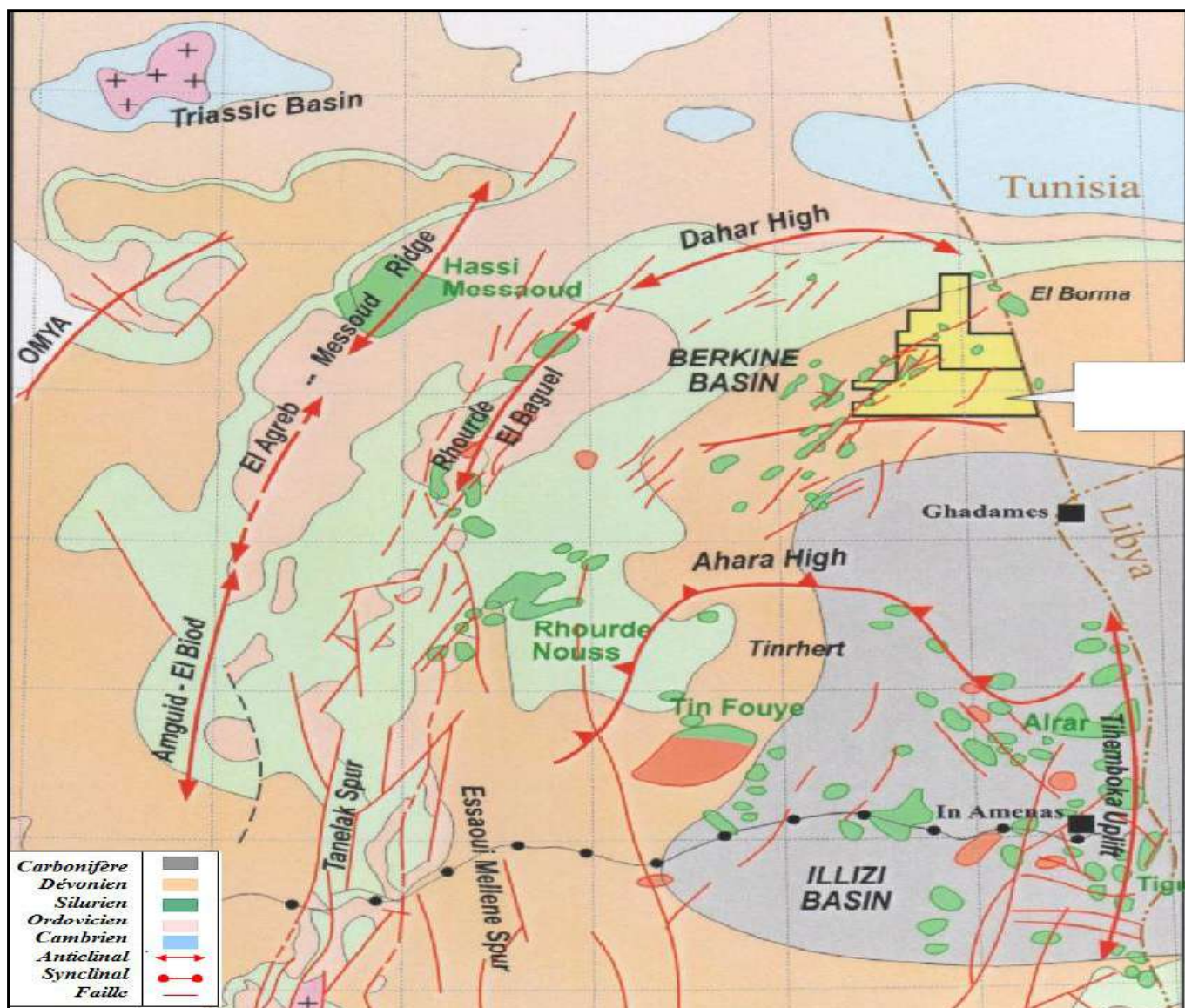


Fig. 03-Limites Géologiques du Bassin de Berkine (document Sonatrach)



Bassin intracratonique délimité :
 A l'Ouest par l'axe N-S Amguid Messaoud
 Au Nord par l'axe E-W de Talemzane-Sidi Toui
 Au Sud par le Môle d'Ahara le séparant du Bassin d'Illizi

Fig. 04-Eléments tectoniques du bssin de Berkine (document Sonatrach)



I. 5. Colonne stratigraphique (Fig.05)

Le bassin de Berkine est le plus profond de la synclise Est-algérienne; le mur du Paléozoïque se trouve à plus de 6 500 m dans le centre du bassin.

La série lithostratigraphique du bassin est formée par :

- ✓ Le Paléozoïque.
- ✓ Le Mésozoïque.
- ✓ Le Cénozoïque.

Le Paléozoïque :

- **Le Cambrien** : Ces dépôts reposent sur un socle précambrien, représentés par des grès et des quartzites à passées conglomératiques, subdivisés en cinq lithozones (**R₃, R₂, Ra, Ri et La zone des alternances**) avec une épaisseur moyenne de 300 m.
- **L'Ordovicien** : Il est composé par les unités lithostratigraphique suivantes :

- Les argiles d'El Gassi :
- Les grès d'El Atchane :
- Les quartzites de Hamra :
- Les grès d'Ouargla :
- Les argiles d'Azzel :
- Les grès d'Oued Saret :
- Les argiles microconglomératiques :
- Les grès de Ramade :

Le Silurien :

- ✓ La moitié inférieure, du Llandovérien au Wenlockien, est composée d'argiles noires fossilifères connues sous le nom « argiles à Graptolites = Silurien argileux » dont l'extension sur le nord-ouest du craton Nord-africain est considérable. Ce faciès, avec ses faunes pélagiques, correspond à une transgression glacio-eustatique généralisée qui gagnera même les régions situées au sud du Hoggar. La cause de cette transgression qui a recouvert tout le domaine saharien, est la fonte de la calotte polaire de l'Ordovicien terminal (Beuf et *al.*, 1966).
- ✓ La moitié supérieure, du Silurien est marquée par un retour de la sédimentation détritique provenant du sud-est : c'est le Silurien argilo-gréseux, subdivisé en M1, M2 (Formation de Mederba) et A, B1, B2 (Formation de l'Oued Tifist) (Jardiné & Yapaudjian, 1968).

En surface cette sédimentation argilo-gréseuse constitue la formation d'Atafaitafa (Dubois et *al.*, 1967) autrefois désignée par les termes «zone de transition» ou «zone de passage».

La fin du Silurien est marquée par des mouvements calédoniens qui conduisent à l'émergence de vastes régions dont l'érosion alimentera les puissantes séries détritiques du Dévonien inférieur.

Cette période est caractérisée par une sédimentation terrigène, fine, argileuse en milieu marin d'une épaisseur moyenne de 600 m, cet étage est composé essentiellement par des argiles noires fossilifères sur lesquelles reposent des grès argileux.

Le Dévonien inférieur gréseux (Lochkovien, Praguien)

Il est constitué de grès moyen en bancs massifs à litage oblique. Ces grès constituent le deuxième épandage fluvial du Paléozoïque inférieur de la plate-forme saharienne, ils progressent du Sud vers le Nord, mis en place par un réseau fluvial méandrique (Beuf et *al.*, 1971). A l'affleurement il est représenté par le Groupe des grès du Tassili Externe (formation de Tifernine, du Tamelrik et de l'Oued Samène) (Dubois et *al.*, 1967).

Le Dévonien inférieur argilo-gréseux (Emsien)

Dans le Sahara oriental; l'Emsien est représenté par la Formation d'Orsine, série argilo-gréseuse à faune marine (Brachiopodes), elle marque le début d'une transgression qui se poursuivra durant le Dévonien moyen et supérieur. Le Dévonien inférieur est constitué par des dépôts argilo-gréseux d'une épaisseur moyenne de 650 m.

Le Dévonien moyen et supérieur

La sédimentation marine se poursuit avec des dépôts essentiellement argileux intercalés de niveaux carbonatés fossilifères. Le Dévonien moyen et supérieur est constitué par des dépôts d'une épaisseur moyenne de 370 m.

Le Carbonifère

Dès la fin du Famennien et début du Tournaisien, une sédimentation argilo-gréseuse, perturbée de niveaux d'oolites ferrugineuses, déclenche une régression. Le reste de la série est représenté par :

- la Formation d'Issendjel (Tournaisien supérieur-Viséen) série argilo-calcaire à la base devenant argilo-gréseuse vers le sommet.
- les Formations d'Assekaifat et d'Oubarakat (Viséen supérieur-Namurien) : alternances de séries gréseuses et calcaires;
- la Formation d'El Adeb Larache (Westphalien) argilo-carbonatée;
- la Formation de Tiguentourine (Stéphanien-Permien) : calcaire, argile et gypse.

Le Carbonifère représente le Paléozoïque terminal dans les domaines occidentaux, il est moins développé que dans les domaines orientaux, son épaisseur est de 900 m. Il est constitué par des grès, des argiles, et des silstones avec des passées carbonatées.

Le Mésozoïque :

Les dépôts mésozoïques sont discordants (mouvements hercyniens) et transgressifs sur les formations paléozoïques.

Les dépôts mésozoïques du Sahara oriental, dont l'épaisseur avoisine les 1000 m, sont essentiellement évaporitiques, argilo-sableux au Trias, au Jurassique et au Crétacé et argilo-gréso-anhydritiques pendant le Cénomano-Turonien et le Sénonien.

- **Le Trias** : En discordance sur le Paléozoïque, il est représenté par des dépôts argilo-gréseux et lagunaires (sel et anhydrites), il est subdivisé en trois niveaux :
 - ✓ **Le Trias argilo-gréseux inférieur (TAGI)** : La base de la série est formée en général de conglomérat rouge à brun et des grès grossiers à moyens qui plus haut font place à une alternance de grès et d'argiles, dans cette formation à caractère continental on distingue trois principaux domaines :
 - à l'ouest, la région de Gassi Touil de Rhourdeh à Nezla.
 - à l'est, le domaine de Wadi El Teh à El Borma.
 - au nord, le domaine de Mesdar à Bir Retmara.
 - ✓ **Le Trias argilo-carbonaté (TAC)** : Il est constitué d'argile gris foncé à gris noir, tendre à indurée, silteuse légèrement dolomitique à rares passées de grès gris-noir, fin à très fin à sa base et avec des passées de calcaire gris clair à gris foncé, argileux, tendre parfois dolomitique et d'anhydrite blanche, pulvérulente et gris blanc translucide à son sommet.
 - ✓ **Le Trias argilo-gréseux supérieur (TAGS)** : Les dépôts de la série sont rencontrés sur l'ensemble de la province triasique, il est formé essentiellement d'argile rouge à gris vert, tendre à indurée.
- **Le Jurassique** : Avec une épaisseur de 770 m ; il est composé de sédiments marins lagunaires, à sa base se trouve un niveau dolomitique caractéristique et omniprésent appelé l'horizon B (HB).

Le Cénozoïque :

Est marqué par la reprise d'une sédimentation détritique qui annonce une régression généralisée sur toute la plate-forme saharienne.

- **Le Mio-pliocène** : il est constitué de sable roux et blanc, moyen à grossier, arrondi, bien classé avec des passées de grès beige et blanc, fin, arrondi, carbonaté et d'argiles rouge brique, sableuse.

Fig. 05-Colonne Stratigraphique du Bassin de Berkine, Algérie WEC 2007

Age		Lithologie	Formation	Evénements tectonique	Environnements de dépôt	SR	RR	Couverture	Gisement					
Tertiaire														
Crétacé	Supérieur			Alpine (Pyrénéen) non conf	Dépression cont int + Fracturation				Marin-limité-lagunaire alternés ouverts					
	Inférieur			Autrichien non conf										
Jurassique	Supérieur			Dépression continentale intérieure. Compression	Dépression continentale intérieure. Compression				Fluvio-lacustre continental					
	Moyen									Laguno-marin limité				
	Inférieur		Horizon 'B'											
Trias	Supérieur		S1-S2	Dépression continentale intérieure. Compression	Dépression continentale intérieure. Compression				Lagunaire Continental					
	Moyen		S3											
	Inférieur		Argileux S4 TAGS Carbonaté TAGI											
Permien	Supérieur			Rift	Rift				Ourhoud Berkine Bir Rebaa W Rh.ElKhrouf ElMerk ElBorma ElMenzel Lejmat					
	Inférieur													
Carbonifère	Supérieur		F	Hercynien non conf	Dépression continentale intérieure				Fluvio-lacustre marin-continental peu profond					
	Inférieur		E D C	Dépression continentale intérieure						Dépression continentale intérieure				Rh.Elkhrouf Berkine E Bir Rebaa N Menzel Lejmat
			B											
Dévonien	Supérieur		A	Frasnien non conf	Dépression continentale intérieure				Continental marin peu profond					
	Moyen		F2											
	Inférieur		F3											
Silurien	Supérieur		F4-F5	Calédonien non conf	Dépression continentale intérieure				Marin peu profond limité					
	Moyen		F6											
	Inférieur		B2 B1 A2 A1 M2 M1 Argiles											
Ordovicien	Supérieur		Argil Microgl	Taconien non conf	Rift				Fluvial/glacial					
	Moyen		Grés O.Saret Argil d'Azzel											
	Inférieur		Grés de Ouargla, Quartzite de Hamra, Grés d'ElAtchane, Argile d'El Gassi											
Cambrien			Zone d'alternance	Panafricain non conf	Rift				Semhari Ain romana brides					
			R1 Ra R2											
Pécambrien									H. Messaud Rh. ElBaguel					

I. 6. Aspect pétrolier :

I. 6. 1. Les roches mères : Les données géochimiques ont révélé deux principales roches mères ; il s'agit du Silurien argileux et du Dévonien supérieur (Etude Sonatrach, 1991).

La roche mère silurienne : Le Silurien argileux est présent sur la quasi-totalité du bassin sauf en bordure ouest et au nord où il a été érodé durant la phase hercynienne, son épaisseur varie de 300 à 400 m dans la partie centrale. La zone la plus subsidante se trouve sur l'axe de Hassi Chergui-Brides où son épaisseur atteint les 700 m.

Le Silurien argileux est subdivisé en deux parties :

- Une partie basale : Marquée par un pic radioactif, son épaisseur moyenne varie de 10 à 20 m d'argiles noires à Graptolites riche en matière organique.
- Une partie supérieure : moins radioactive.

La maturation de la roche mère Silurienne est située en phase à gaz sur la majeure partie du bassin, particulièrement vers le sud-est.

La roche mère dévonienne : Localisée dans le Dévonien supérieur, elle est subdivisée en deux zones :

- La zone inférieure radioactive au Frasnien présente les meilleurs potentiels avec une épaisseur variant de 150 à 300 m.
- Une zone supérieure du Frasnien-Famenien avec une épaisseur qui varie de 50 à 500 m.

La maturation à l'actuel est en phase à gaz dans la partie centrale du bassin.

Les autres roches mères :

- **La roche mère ordovicienne** : Localisée dans les argiles microconglomératiques de l'Ordovicien supérieur.
- **La roche mère carbonifère** : Les analyses géochimiques montrent que des niveaux argileux présentent de bons potentiels pétrolières ; la matière organique est favorable à la génération du gaz.

I. 6. 2. Les roches réservoirs : Principalement les formations gréseuses du Paléozoïque et le Trias argilo-gréseux du Mésozoïque.

Les réservoirs du Paléozoïque :

- **Le réservoir cambrien** : Il a été atteint sur la bordure nord et sud-ouest du bassin où sa profondeur est faible ; son épaisseur varie de 500 à 600 m où on a une réduction sur le môle de Dahar ainsi que vers la partie sud-ouest du bassin en raison de son érosion partielle.
- **Le réservoir ordovicien** : (Quartzite de Hamra) ; C'est dans la partie sud-est de la province que les Quartzites de Hamra ont révélé leur importance. Leur épaisseur maximale est de 325 m, situé sur l'axe Gassi Touil-Nezla.
- **Le réservoir silurien argilo-gréseux** : (unités M, A et B) : Cette formation correspond à la partie supérieure du Silurien, elle est subdivisée en unités M1, M2, A, B1 et B2 qui constituent la partie inférieure et moyenne du réservoir "F6". On note que cette formation est particulièrement subsidante dans la partie nord-est de la province triasique où elle atteint près de 900 m d'épaisseur dans le sillon de Marafag.

- **Les réservoirs du Dévonien inférieur** : Ils sont constitués par des grès massifs de la base du Gédinnien, du Siegénien et de l'Emsien ; (alternance de grès et d'argile).
- **Les grès massifs gédinniens ou grès de Tadraat** : Ils peuvent avoir une épaisseur utile de l'ordre de 300 m. Ils sont présents dans la partie Sud du bassin où elle a été épargnée par l'érosion hercynienne.
- **Le réservoir siegénien-emsien** : Il est constitué par des alternances d'argiles et de grès fin à moyen, son épaisseur varie de 30 à 90 m.
- **Le réservoir carbonifère** : grès de Rhourd El Khrouf (RKF) : il constitue un nouvel objectif pétrolier avec d'excellentes caractéristiques pétrophysiques.

Les réservoirs du Mésozoïques :

Au niveau du Mésozoïque, il n'y a que les réservoirs du Trias qui peuvent être considérés comme potentiels.

- **Trias** : Il est subdivisé en trois principaux réservoirs:
 - **TAGS** : Constitue la partie supérieure.
 - **TAC** : Représente la partie médiane.
 - **TAGI** : Repose sur la surface de la discordance hercynienne.
- ❖ **Le TAGI** : le Trias argilo-gréseux inférieur est présent dans tout le Bassin sauf sur la bordure sud-ouest où il présente une lacune dépôt, son épaisseur est de 100 m dans la partie centre et ouest. Au nord son épaisseur varie de 10 à 200 m avec un développement des roches éruptives dans la partie nord-ouest perdant toutes ses qualités réservoirs on aura ainsi une porosité qui varie entre 7 et 26 % et une perméabilité de 01 mD. De nombreuses découvertes d'huile et de gaz ont été faites dans ce niveau sur des pièges situés sur le trend NE-SW (axe El Merk-Rhourd El Khrouf). La couverture est assurée par les argiles du Trias carbonaté ou par le Trias salifère.
- ❖ **Le TAC** : d'origine lacustre, constitué d'argile brun rouge dolomitique et silteuse, passée de dolomie microcristalline et de grès fin siliceux à silico-argileux. Il est aussi caractérisé par la présence de roches éruptives dans la région de Nezla. Dans la dépression sud-est triasique, le Trias carbonaté est subdivisé de la base au sommet en trois unités :
 - Intermédiaire 1.
 - Argileux moyen.
 - Intermédiaire 2.

Les réservoirs du Trias Carbonaté correspondent aux grès des unités intermédiaires 1 et 2, séparés par l'Argileux moyen, l'étanchéité de ces derniers est assurée par les argiles sus-jacentes.

- ❖ **Le TAGS** : Il a une extension limitée à la dépression sud est triasique, il est d'origine fluviatile formé de grès blancs, silico-argileux localement anhydritique, fin à moyen, son épaisseur est de 200 m. Sur le plan pétrolier le TAGS constitue l'un des principaux réservoirs dans la dépression sud est triasique, d'autre part d'excellents résultats pétroliers ont été enregistrés à Nezla, Hassi Touareg et Hassi Chergui qui produisent de l'huile et du gaz à condensât. La couverture est assurée par la puissante série évaporitique du Trias.

I. 5. 3. Les roches couvertures :

Les couvertures du Paléozoïques :

- Pour le Carbonifère et le Dévonien, les couvertures sont représentées par les argiles intra-formationnelles.
- La couverture des réservoirs ordoviciens et du Cambrien est assurée respectivement par des argiles du Silurien et de l'intra-Ordovicien.
- Pour le Cambrien, la couverture est assurée par les argiles d'El Gassi, latéralement, les rejets verticaux des failles associées aux axes structuraux assurent les fermetures verticales.

Les couvertures mésozoïques : L'étanchéité des réservoirs triasiques est assurée par les argiles du Trias carbonaté, Trias intermédiaire et les évaporites du Trias-Lias. Les rejets des failles assurent dans la plupart des pièges une étanchéité latérale.















I. 7. Historique des travaux :

Plusieurs travaux ont été réalisés sur le bassin de Berkine voir :

- ✓ ABDESSELEM ROUGH, F., COQUEL, R., FEKIRINE, B., et al. (1998)-Etude palynologique du Dévonien terminal-Carbonifère dans le bassin de Berkine : Apparition des pollens stries dans le domaine saharien par
- ✓ ABDESSELEM –ROUIGID (1996)-Biostratigraphie des spores du Dévonien de la synclise Illizi-Ghadamès.
- ✓ BEN ABDELKRIM MOUSSA (2015)-Interprétation Géodynamique des Configurations Sismiques marqueurs événementiels aux applications des Systèmes pétroliers dans le bassin de Berkine est,
- ✓ Géologie
- ✓ S. GALEAZZI A, O. POINT B, N. HADDADI B, J. MATHER C, D. DRUESNED (2010)-Géologie régionale et systèmes pétroliers de la région Berkine-Illizi.
- ✓ Gharbi Akila (2011)-Géologie régionale et systèmes pétroliers de la région Berkine-Illizi
- ✓ REMI ESCHARD¹, HUSSEIN ABDALLAH², F. BRAIK², and GUY DESAUBLIAUX¹ (2005)-Le paléozoïque inférieur dans les affleurements du tassili: sédimentologie et séquence stratigraphique.

Chapitre (II) :
Lithostratigraphie

Fig. 06-Légende des figurés utilisés

	Liage horizontal		Liage oblique d'angle faible		Verticale/horizontale bioturbation
	Rides de courant		Rythmites		Nodules d'argile
	Convolutés		Litage en mamelon (HCS)		Orthocères
	Slumps		Litage onduleux		Nodules
	Figures de base de bancs		Figures de charge		

II. Lithostratigraphie

II. 1. Introduction

Les dépôts réservoirs du Silurien argilo-gréseux (SAG) appartiennent à une grande ceinture de sédiments silico-clastiques qui recouvrent les argiles siluriennes sous-jacentes. C'est à la base de ces argiles à graptolites que sont localisées les « Hot Shales » ou « roches mères » siluriennes. Les séries argilo-gréseuses du Silurien supérieur sont caractérisées par une importante variation des faciès et des épaisseurs.

Cet intervalle argilo-gréseux du Silurien supérieur appartient à la partie inférieure de la zone réservoir F6 qui est découpée en zones M1, M2, A1, A2, B1 et B2.

Dans ce chapitre, une étude lithostratigraphique basée sur la description lithologique détaillée des carottes a été effectuée suivie d'une corrélation diagraphique pour étudier l'étendue latérale de ces réservoirs.

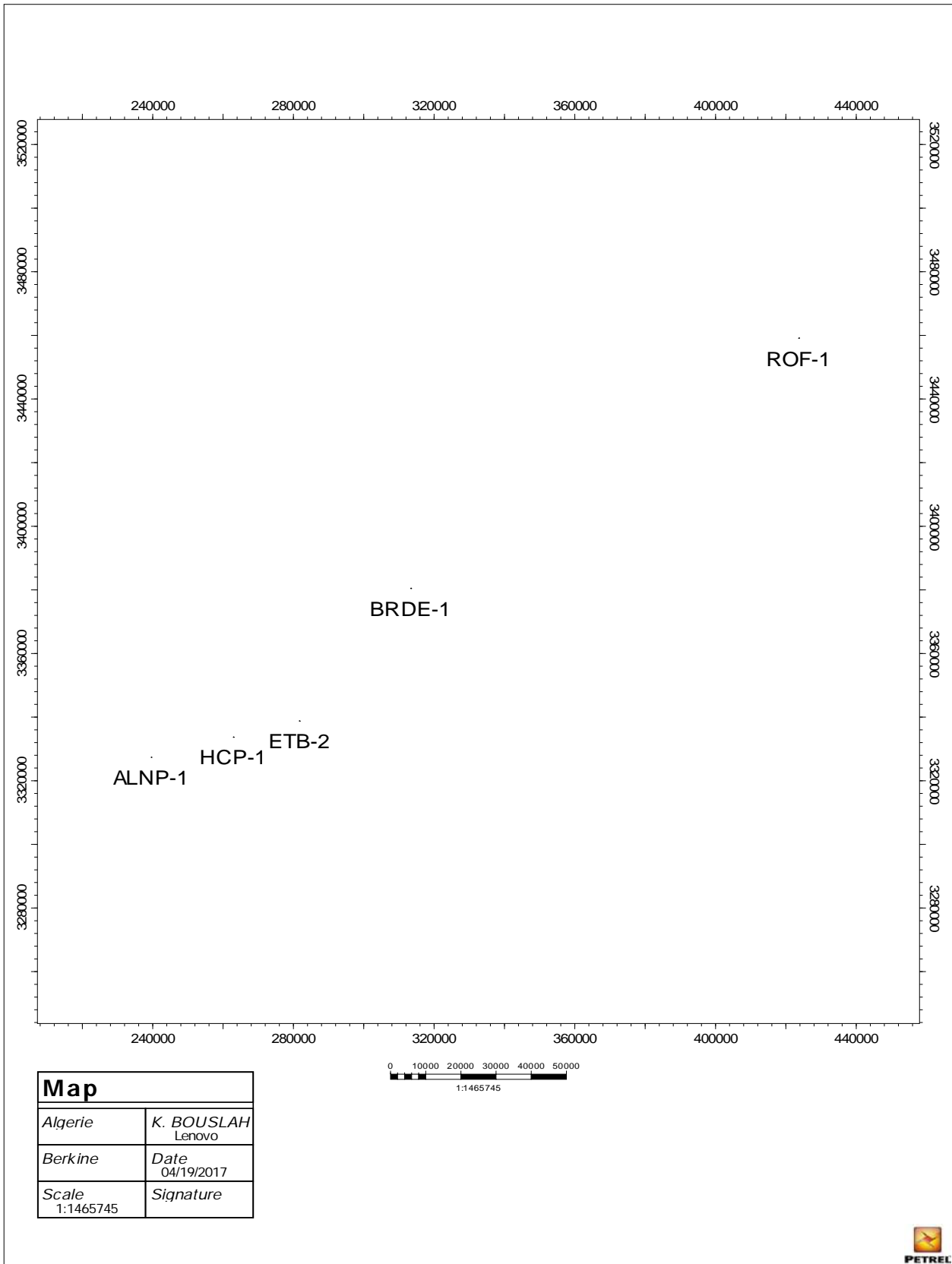
Dans ce travail, cinq (05) puits (Tab.2) ont été choisis dont le plan de localisation est en Fig. 05

Les descriptions de carottes ont été effectuées au 1/50^{ème}, elles correspondent aux fig. de 14 à 18.

Puits	Top (m)	Base (m)	unité	n° de carotte	Total (m)
ALNP-1	1840	1858	A2	02	18
	1909	1922	A2/A1	03	13
BRDE-1	4028	4039	B2/B1	03	11
	4045	4060	B2	04	15
	4233	4250	B1/A2	05	17
	4296	4313.4	A1	06	17.4
ETB-2	3329	3348	Trias + B2	01	19
	3428	3443.2	B2	02	15.2
	3518	3530	A2	03	12
	3608	3625.84	A1/M2	04	17.84
HCP-1	2514	2533	B2	02	19
	2621	2639.14	B1	03	18.14
	2793	2811.3	A1	04	18.3
ROF-1	3941	3959	B1	02	17.7
	4035	4053	A1	03	18
	4124	4243	A1/M2	04	19
Total					161

Tab. 02-Récapitulatif des carottes étudiées

Fig. 07-Carte de positionnement des cinq (05) puits étudiés



II. 2. Description:

II. 2. 1. Le puits ALNP-1

➤ **Silurien argilo-gréseux : 1495 à 2282 m (Ep. : 787 m)**

✓ **F6 / B2 : de 1495 à 1663 m (Ep. : 168 m)**

Argile gris foncé à noire, silteuse, feuilletée, légèrement carbonatée avec des intercalations de grès blanc beige, gris blanc, fin à moyen, subanguleux à subarrondi, silico-argileux, moyennement consolidé à friable, siliceux, dur.

✓ **F6 / B1 : de 1663 à 1829 m (Ep. : 166 m)**

Grès blanc, gris clair, très fin à moyen, argilo-carbonaté avec des intercalations d'argile gris clair à gris noir, tendre à indurée, silteuse, feuilletée, légèrement carbonatée.

✓ **F6 / A2 : de 1829 à 1917 m (Ep. : 88 m)**

Argile gris foncé à noire, tendre à indurée, silteuse, feuilletée, légèrement carbonatée avec fines passées de grès gris blanc à blanc, rarement gris foncé, très fin à fin, siliceux, parfois silico-quartzitique.

✓ **F6 / A1 : de 1917 à 1947 m (Ep. : 30 m)**

Grès blanc à gris clair, très fin à fin, siliceux à silico-quartzitique avec fines passées d'argile gris foncé à noire, tendre à indurée, silteuse, feuilletée, légèrement carbonatée.

✓ **F6 / M2 : de 1947 à 2172 m (Ep. : 225 m)**

Argile gris noir, tendre à indurée, silteuse, feuilletée avec fines passées de grès gris blanc rarement gris foncé, très fin à fin, siliceux rarement silico-quartzitique.

✓ **F6 / M1 : de 2172 à 2282 m (Ep. : 110 m)**

Argile gris noir localement noire, indurée, silteuse, micacée, feuilletée, légèrement carbonatée avec intercalations de grès blanc rarement gris foncé, très fin à fin. Présence de Calcaire blanc moucheté en noir, moyennement dur au sommet.

Description de carottes du puits ALNP-1

Carotte n° 01

1840 – 1841 m	Grès gris à noir à rides de courant.
1841 – 1845 m	Argile gris foncé, à litage horizontal, incluant des galets anguleux.
1845 – 1849.5 m	Grès gris à noir à rides de courant dans un fond de sédimentation d'argile à litage horizontal.
1849.5 – 1858 m	Argile gris foncé, à litage horizontal à galets moux.

Carotte n° 02

1909 – 1909.4 m	Grès gris, fin, à galets argileux.
1909.4 – 1910.4 m	Grès gris, fin, intervalle chenalisé à base érosive, bioturbé.
1910.4 – 1911.3 m	Grès gris, fin, bioturbé.
1911.3 – 1922 m	Argile silteuse massive, à litage horizontal, homogène.

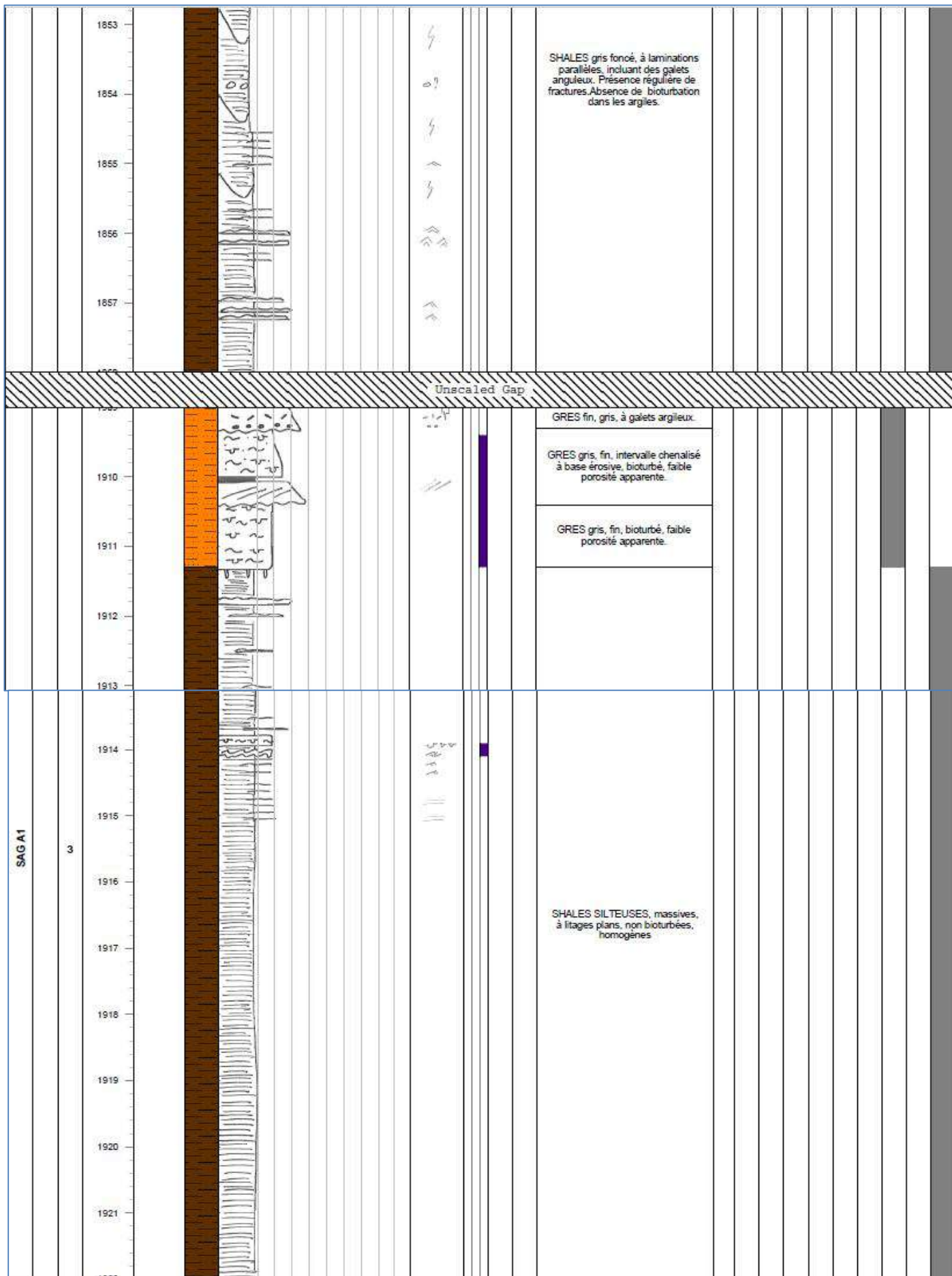


Fig. 08-Fiche de carottes n° 01 et 02 du puits ALNP-1

II. 2. 2. Le puits BRDE-1

➤ **Silurien argilo-gréseux : de 3957 à 4630 m (Ep. : 673 m)**

✓ **F6 / B2 : de 3957 à 4087 m (Ep. : 130 m)**

Alternance de grès blanc, gris verdâtre, moyen à grossier, parfois fin, subarrondi, siliceux, rarement quartzitique, friable, parfois consolidé, et d'argile grise à gris noir, gris sombre, silteuse, indurée.

✓ **F6 / B1 : de 4087 à 4280 m (Ep. : 193 m)**

Grès beige à blanc, localement gris blanc, gris sombre, fin à très fin, subanguleux à subarrondi, silico-argileux à siliceux, friable à moyennement consolidé à passées d'argile grise à gris foncé, silteuse, indurée, micacée par endroits.

✓ **F6 / A2 : de 4280 à 4394 m (Ep. : 114 m)**

4242 – 4251 m : Complexe argilo-gréseux composé d'argile grise à gris foncé, silteuse, indurée et des grès gris sombre à gris blanc, fin à très fin, subanguleux à subarrondi, dolomitique, consolidé, dur, moyennement classé.

4251 – 4314 m : Alternance de bancs millimétriques à centimétriques, parfois décimétriques d'argile grise à gris foncé, fortement silteuse, micacée, indurée et de grès gris sombre à gris blanc, fin à moyen, subanguleux à subarrondi, siliceux, bien consolidé, dur avec des passées de calcaire beige, tendre.

4314 – 4286 m : Grès gris sombre à gris blanc, localement beige, fin à moyen parfois très fin, siliceux, dur et argile gris foncé à gris noir, silteuse, légèrement micacée, indurée, rarement pyriteuse.

✓ **F6 / A 1 : de 4394 à 4427 m (Ep. : 33 m)**

Argile grise à gris foncé, silteuse, indurée avec des passées de grès blanc à gris blanc, parfois beige, rarement gris sombre, fin à moyen, subanguleux à subarrondi, siliceux, dur, silico-argileux.

✓ **F6/ M2 : de 4427 à 4479 m (Ep. : 52 m)**

Alternance de grès beige, fin à très fin, parfois moyen, subanguleux à subarrondi, silico-argileux, friable et gris blanc à blanc, fin à moyen, subarrondi, siliceux, dur et d'argile grise à gris foncé, parfois gris noir, silteuse, micacée, indurée.

✓ **F6 /M1 : de 4479 à 4630 m (Ep. : 151 m)**

Alternance de grès beige à blanc, fin à moyen, localement très fin, subarrondi, silico-argileux, friable, rarement blanc, moyen, siliceux, bien consolidé et d'argile gris clair à gris foncé, silteuse, micacée, indurée.

Description de carottes du puits BRDE-1

Carotte n° 03

4028 – 4029 m	Argile, noire, compacte.
4029 – 4030 m	Grès gris.
4030 – 4033 m	Grès gris foncé, très fin, argileux, bioturbé, avec nombreux <i>Skolithos</i> , <i>Planolites</i> , et <i>Teichichnus</i> .
4033 – 4035 m	Alternance de grès marron, moyen à grossier, litage oblique, chenalisé, et niveau plus fins de grès et d'argiles à terriers de type <i>Skolithos</i> .
4035 – 4037 m	Grès silteux, gris verdâtre, à nombreuses figures de déformation (<i>slumps</i>).
4037 – 4039 m	Argile gris foncé, à passées gréseuses.

Carotte n° 04

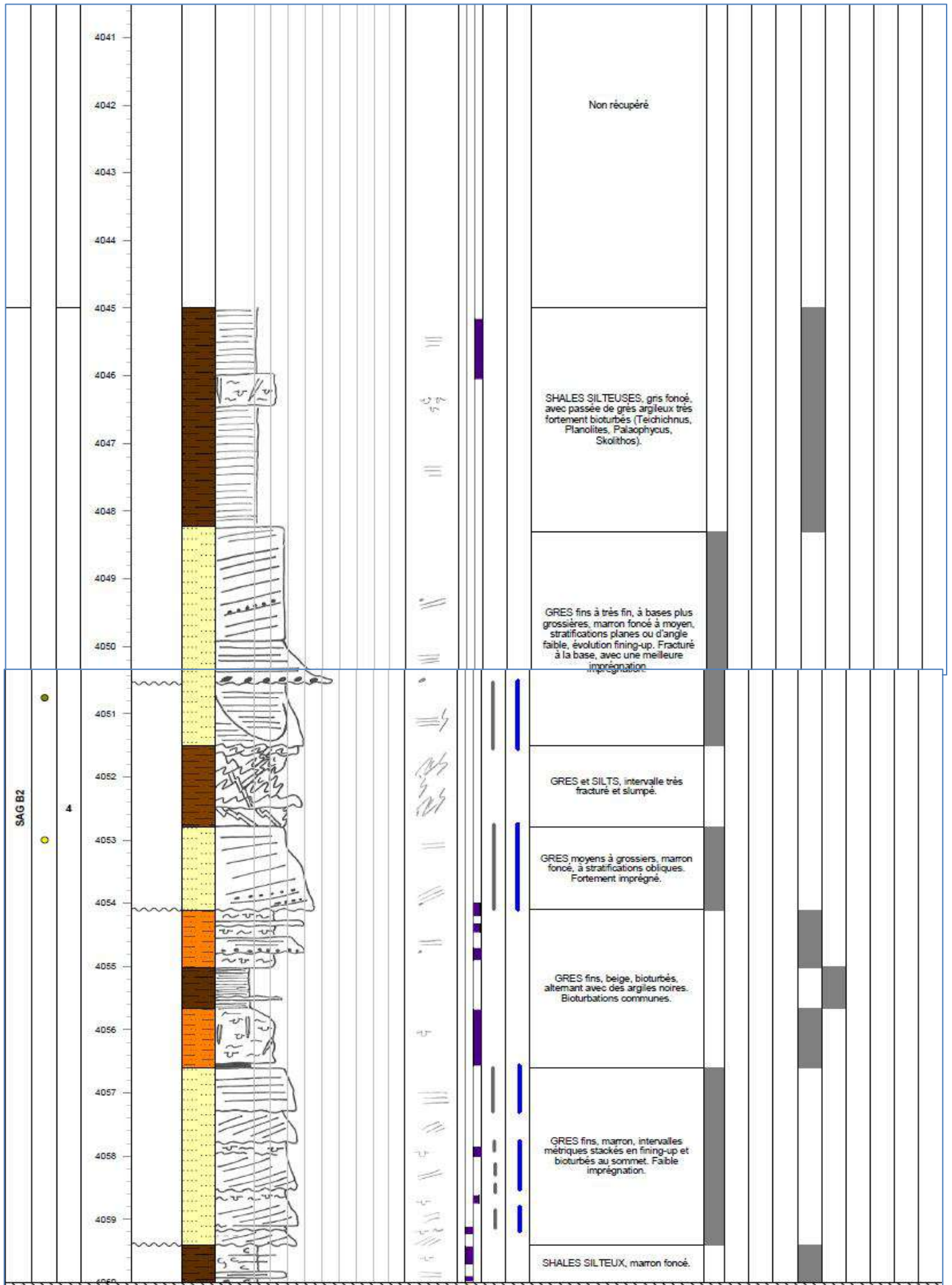
4045 – 4048.25 m	Argile silteuse, gris foncé, avec passée de grès argileux très fortement bioturbé (<i>Teichichnus</i> , <i>Planolites</i> , et <i>Skolithos</i>).
4048.25 – 4050.5 m	Grès marron foncé, fin à très fin, devenant grossier à moyen vers la base, à litage horizontal ou oblique d'angle faible.
4050.5 – 4053 m	Grès et silts, intervalle très <i>slumpé</i> .
4053 – 4054 m	Grès marron foncé, moyen à grossier, à litage oblique.
4054 – 4056.5 m	Grès beige, fin, bioturbé, alternant avec des argiles noires, bioturbées.
4056.5 – 4059.4 m	Grès marron, fin, intervalles métriques arrangé en fining-up et bioturbé au sommet.
4059.4 – 4061 m	Argile silteuse, marron foncé.

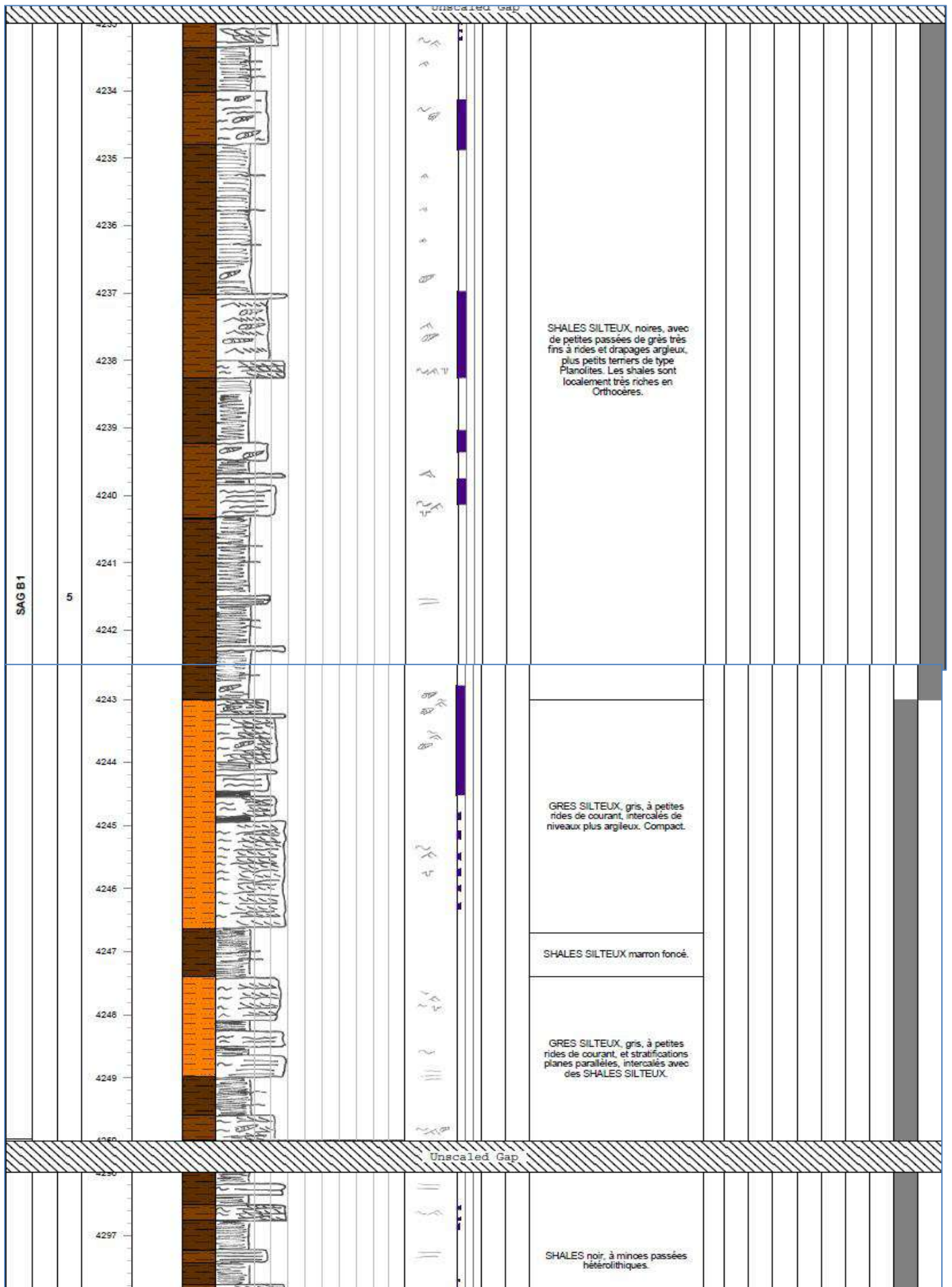
Carotte n° 05

4233 – 4243 m	Argile silteuse, noire, avec de petites passées de grès très fin à rides de courant et drapages argileux, plus terriers de type <i>Planolites</i> .
4243 – 4246.5 m	Grès silteux, gris, à rides de courant, intercalés de niveaux plus argileux. compact.
4246.5 – 4250 m	Argile silteuse marron foncé et grès silteux, gris, à rides de courant, et litage horizontal, intercalés avec des argiles silteuses.

Carotte n° 06

4296 – 4298.8 m	Argile noire, à minces passées gréseuses.
4298.8 – 4301.2 m	Grès gris, très fin, très fortement déformé, compact.
4301.2 – 4302.2 m	Argile noire, compacte.
4302.2 – 4307 m	Alternance de grès gris, fin, compact, avec intervalles gréseux à rides et argile noire.
4307 – 4310 m	Grès gris, très fin, silteux, à rides de courant.
4310 – 4313.2 m	Argile marron foncé, avec quelques fins niveaux gréseux.





II. 2. 3. Le puits ETB-2

➤ **Silurien argilo-gréseux : de 3337 à 3861 m (Ep. : 524 m)**

✓ **F6 / B2 : de 3337 à 3447 m (Ep. : 110 m)**

Alternance de grès gris blanc à gris beige, localement gris foncé, fin à très fin, localement moyen, subarrondi à subanguleux, siliceux à silico-argileux, parfois silico-quartzitique, bien consolidé, et d'argile grise à gris foncé, silteuse, indurée.

✓ **F6 / B1 : de 3447 à 3509 m (Ep. : 62 m)**

Argile grise à gris verdâtre, gris noir, indurée, silteuse, légèrement feuilletée avec des passées de grès gris à gris sombre, gris blanc, rarement beige, fin, moyen, arrondi à subarrondi, silico-argileux, moyennement consolidé, localement blanc, fin, moyen, subarrondi à subanguleux, siliceux à silico-quartzitique, bien consolidé et dur.

✓ **F6 / A2 : de 3509 à 3550 m (Ep. : 41 m)**

Grès blanc à beige parfois brun clair à brun foncé, fin à moyen, siliceux à silico-quartzitique, subanguleux à subarrondi, bien consolidé, compact, dur et argile gris sombre à noire, fortement silteuse, micacée, indurée.

✓ **F6 / A 1 : de 3550 à 3612 m (Ep. : 62 m)**

Grès blanc, beige, parfois brun, très fin à fin, moyen à grossier par endroits, subanguleux à subarrondi, mal classé siliceux à silico-quartzitique, localement silico-argileux, moyennement à bien consolidé, compact, dur, localement friable, et argile gris sombre à noire, silteuse, pyriteuse, micacée, tendre à indurée.

✓ **F6/ M2 : de 3612 à 3814 m (Ep. : 202 m)**

Grès beige à gris, fin à moyen, subarrondi, bien classé, siliceux à silico-quartzitique, bien consolidé, compact, et argile grise à gris foncé, silteuse, tendre.

✓ **F6 /M1 : de 3814 à 3861 m (Ep. : 47 m)**

Grès gris à gris sombre, localement beige clair, très fin, bien classé, siliceux à silico-argileux, friable à moyennement dur, avec des fines passées de siltstone gris à gris noir, friable et d'argile grise à gris foncé fortement silteuse, tendre.

Description de carottes du puits ETB-2

Carotte n° 01

- 3329 – 3331 m Grès marron foncé, grossier à moyen, à litage oblique avec niveau de silt, gris foncé, à petites rides, compact.
- 3331 – 3337 m Argile grise, compacte, plus silteuse à la base avec niveau de grès, moyen, beige, mal trié, à litage oblique.
- 3337 – 3343 m Argile verte et rouge, compacte, à litage horizontal. Changement de couleur avec les argiles sous-jacentes (zone d'altération) et argile noire, compacte, à litage horizontal.
- 3343 – 3347 m Grès à rides de courant alternant avec argile, noire, compactes. Présence locale de terriers verticaux type *Skolithos*.

Carotte n° 02

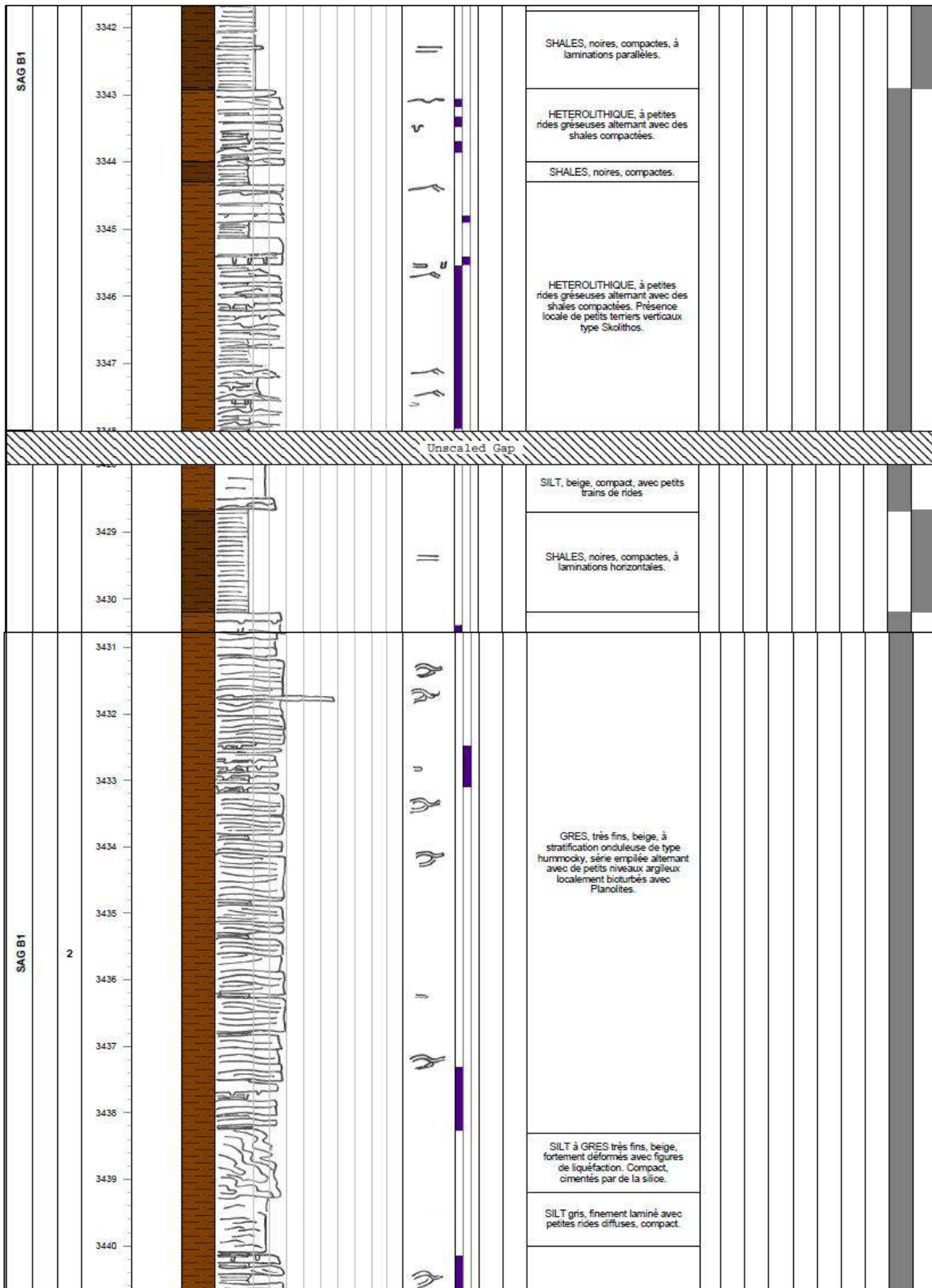
- 3428 – 3438 m Grès beige, très fin, à litage oblique en mamelons (*HCS*) « Hummocky Cross Stratification », série empilée alternant avec de niveaux argileux localement bioturbés (présence de *Planolites*) avec des niveaux de silt, beige, compact, avec petites passées d'argile, noire, compacte, à litage horizontal.
- 3438 – 3443 m Silt à grès très fin, beige, fortement déformés avec figures de liquéfaction, compact, cimentés par de la silice, silt gris, finement laminé avec rides de courant, compact, grès très fin, beige, à terriers dans les niveaux gréseux à *HCS*, compact et argile noire, avec passées gréseuses.

Carotte n° 03

- 3518 – 3519.5 m Grès beige à gris clair, fin, argileux, intensément bioturbé, avec nombreux *Skolithos* et *Teichichnus*.
- 3519.5 – 3520 m Argile silteuse noire, faiblement micacée, alternant avec de petites lentilles silteuses localement déformées, à figures de base de bancs et *Nereites*.

Carotte n° 04

- 3608 – 3620 m Grès marron moyen, fin, à litage oblique avec niveaux de grès, marron clair à beige, fin à petites rides.
- 3620 – 3622 m Grès gris clair, très fin à fin, *slumpé*, compact.
- 3622 – 3623.25 m Grès argileux à rides, faiblement bioturbé.
- 3623.25 – 3626 m Grès marron, à litage oblique à horizontal, avec de rides de courant.



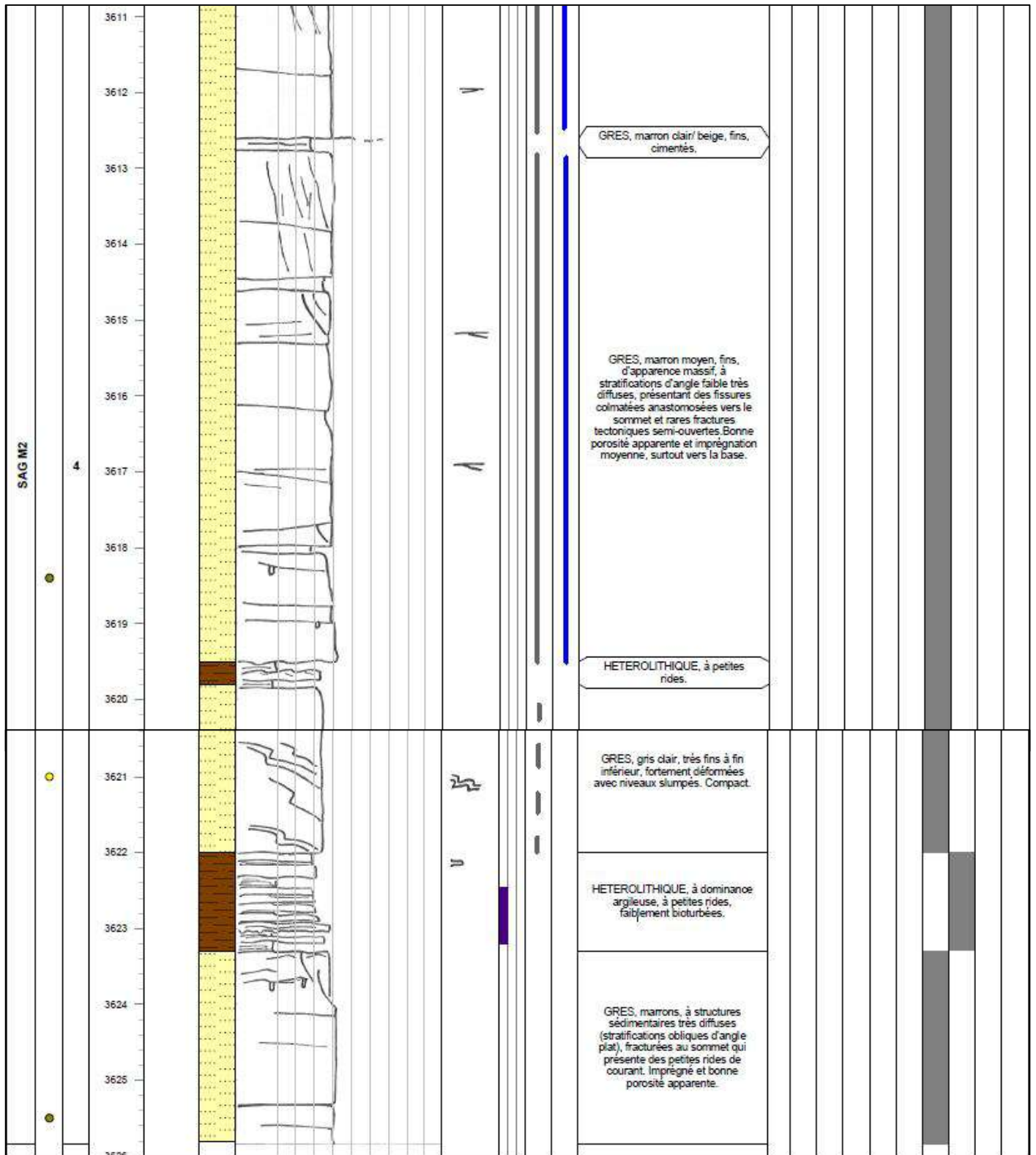


Fig. 10-Fiche de carottes n° 01,02, 03 et 04 du puits ETB-2

II. 2. 4. Le puits HCP-1

➤ **Silurien argilo-gréseux : de 2508 à 3091 m (Ep. : 583 m)**

✓ **F6 / B2 : de 2508 à 2615 m (Ep. : 107 m)**

Alternance d'argile grise à gris verdâtre, gris noir, localement brun rougeâtre, indurée, tendre, silteuse, légèrement feuilletée, de grès gris, gris blanc, rarement beige, fin, arrondi à subarrondi, silico-argileux, friable à moyennement consolidé, rarement blanc, fin subarrondi à subanguleux, silico-quartzitique, bien consolidé et dur, localement brun rougeâtre, fin à très fin, arrondi, argileux, friable, ferrugineux.

✓ **F6 / B1 : de 2615 à 2710 m (Ep. : 95 m)**

Argile grise à gris verdâtre, gris noir, indurée, silteuse, légèrement feuilletée avec passées de grès gris à gris sombre, gris blanc, rarement beige, fin, moyen, arrondi à subarrondi, silico-argileux, moyennement consolidé, localement blanc, fin, moyen, subarrondi à subanguleux, siliceux à silico-quartzitique, bien consolidé et dur.

✓ **F6 / A2 : de 2710 à 2789 m (Ep. : 79 m)**

Argile grise, gris sombre à gris clair, tendre à indurée, silteuse avec passées de grès gris, gris blanc à blanc, fin à moyen, arrondi à subarrondi, silico-quartzitique à siliceux, bien consolidé, dur, localement blanc à beige, fin à moyen, arrondi à subarrondi, silico-argileux à argileux, moyennement consolidé à friable.

✓ **F6 / A1 : de 2789 à 2847 m (Ep. : 58 m)**

Grès gris, gris blanc, fin à moyen, arrondi à subarrondi, silico-argileux à argileux, consolidé, moyennement dur, localement blanc, beige, fin, arrondi à subarrondi, siliceux à silico-quartzitique, micacé, bien consolidé, avec fines passées, d'argile grise à gris foncé, gris noir, tendre à indurée, silteuse.

✓ **F6/ M2 : de 2847 à 3032 m (Ep. : 185 m)**

Argile grise, gris verdâtre à gris foncé, tendre à indurée, silteuse, avec passées de grès blanc, fin à moyen, arrondi à subarrondi siliceux à silico-quartzitique, bien classé, consolidé, moyennement dur, localement gris clair à blanc beige, argileux à silico-argileux, friable avec des **Roches Eruptives : de 2850 à 2897 m (Ep. : 47 m)** : Roches éruptives rouge brique avec minéraux blancs, noirs, gris et surtout verts.

✓ **F6/ M1 : de 3032 à 3091 m (Ep. : 59 m)**

Argile grise, gris foncé à gris noir, localement gris clair, tendre à indurée, silteuse, fines passées de grès blanc à gris blanc, fin à moyen, arrondi à subarrondi, siliceux à silico-quartzitique, bien consolidé, dur, parfois gris clair, fin, argileux, moyennement friable.

Description de carottes du puits HCP-1

Carotte n° 02

2514 – 2516.4 m	Grès beige, fin, avec rares clasts millimétriques à la base, litage horizontal, compact et argile gris foncé, silteuse, micacée.
2516.4 – 2517.5 m	Grès gris argileux, très fin, à nombreux <i>Skolithos</i> , fortement bioturbé vers le sommet.
2517.5 – 2518.4 m	Alternance de grès et d'argile, noire, à terriers.
2518.4 – 2520 m	Argile silteuse, noire, litage horizontal.
2520 – 2520.5 m	Silt gris, homogène.
2520.5 – 2526 m	Argile silteuse, noire, à litage horizontal, légèrement micacées, à rares passées gréseuses.
2526 – 2527.5 m	Grès gris, fin, argileux, intensément bioturbé (<i>Skolithos</i> prédominant) et grès argileux à rides de courant.
2527.5 – 2529 m	Grès beige, fin, à litage oblique d'angle faible, grès gris, fin, argileux, intensément bioturbé (<i>Skolithos</i> prédominant) et grès fin, beige, à litage oblique d'angle faible.
2529 – 2530 m	Grès fin à trains de rides, et argile très peu bioturbée.
2530 – 2532 m	Grès beige à marron clair, fin, très bien triés, à litage horizontal ou oblique d'angle très faible, entrecoupés de fins niveaux d'argile noire en contact abrupt.
2532 – 2533 m	Argile noire, à litage horizontal, légèrement micacées, à rares passées gréseuses.

Carotte n° 03

2621 – 2624 m	Grès beige à marron clair, fin, litage oblique d'angle faible et grès très fin avec couplets d'argiles réguliers et terriers verticaux de type <i>Skolithos</i> .
2624 – 2626.4 m	Grès beige, très fin, compact, grès très fin avec couplets d'argiles réguliers, grès fin, beige, à litage oblique d'angle faible, compact avec terriers verticaux et grès beige, fin, massif, évolution granocroissante, compact.
2626.2 – 2630.4 m	Grès beige, fin, à litage oblique d'angle faible et petites surfaces d'érosion, argile et grès très fin, à rides de courant.
2630.4 – 2632.4 m	Séquence grano-décroissante avec grès fin à la base, passant verticalement à des intervalles silteux et se termine par un intervalle argileux.
2632.4 – 2632.8 m	Grès gris, à litage oblique d'angle faible, compact.
2632.8 – 2635 m	Succession de séquences décimétriques avec grès à litage de rides de vagues, à figures de bases de bancs et terriers de type <i>Planolites</i> , le sommet de la séquence est argileux. les séquences de base présentent d'importantes déformations avec structures en boules en coussin " <i>ball and pillow</i> ".
2635 – 2637.6 m	Grès beige, à litage horizontal ou oblique d'angle faible, sets pluridécimétriques, interrompus brusquement par de fins niveaux d'argile noire, compacte.
2637.6 – 2639 m	Grès gris, fin, fortement bioturbé avec <i>Teichichnus</i> et rides de courant.

Carotte n° 04

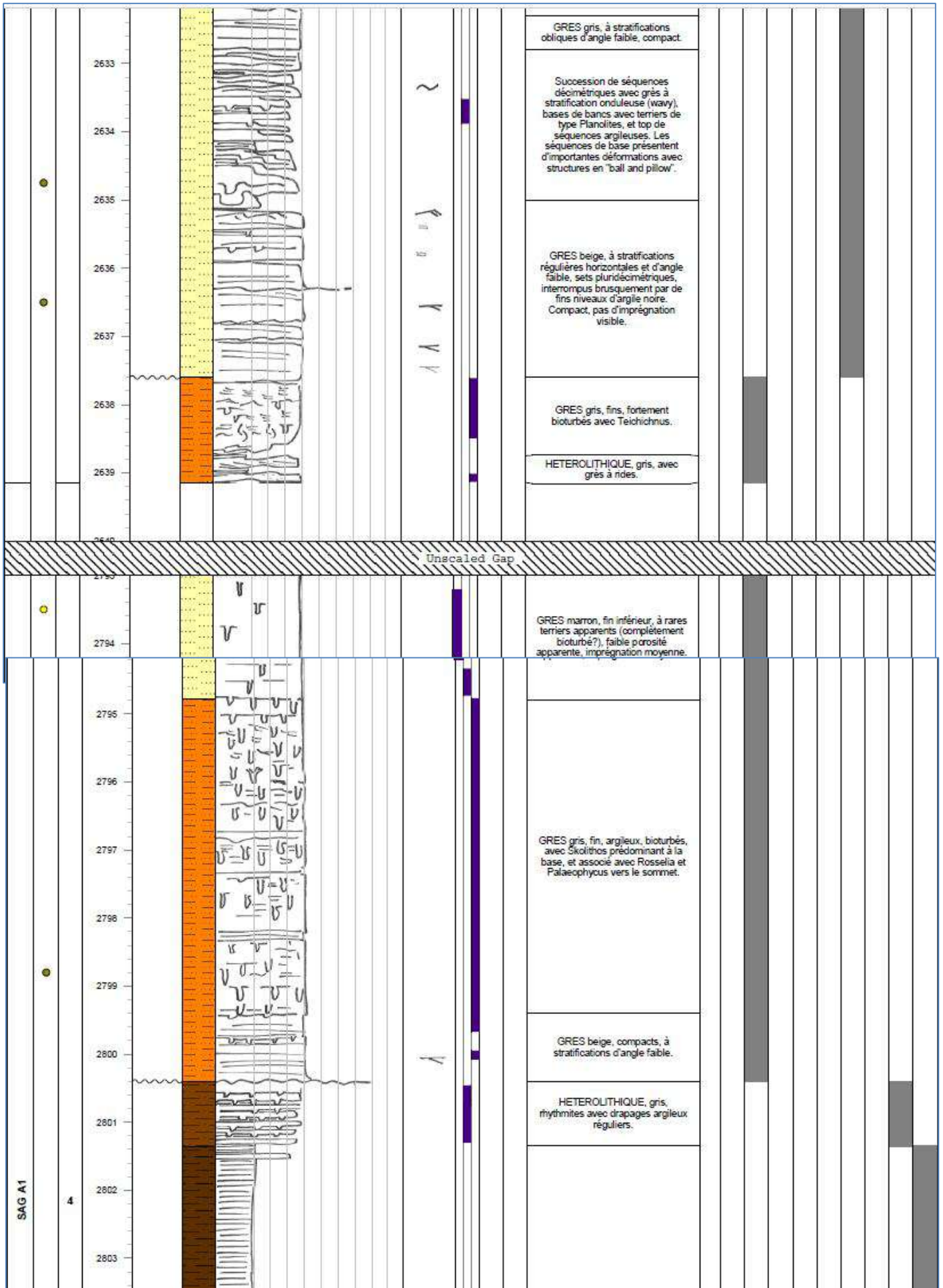
2793 – 2794.8 m	Grès marron, fin, fortement bioturbé.
2794.8 – 2799.4 m	Grès gris, fin, argileux, bioturbé, avec <i>Skolithos</i> prédominant à la base, associé avec <i>Rosselia</i> vers le sommet.
2799.4 – 2800.4 m	Grès beige, compact, à litage oblique d'angle faible.
2800.4 – 2801.4 m	Grès gris avec rythmites et drapages argileux réguliers.
2801.4 – 2810 m	Argile et silt, gris foncé, avec de rares niveaux silteux déformés.
2810 – 2811.2 m	Grès beige, à litage onduleux et grès gris, fin, argileux, bioturbé.

Carotte n° 05

2874 – 2893 m	Dolérite, avec petits cristaux blanchâtres de feldspaths dans une masse grise/verte, très compacte.
---------------	---

Carotte n° 06

3531 – 3539.8 m	Argile noire, laminée, à petites nodules de calcaire. Présence de graptolites.
-----------------	--



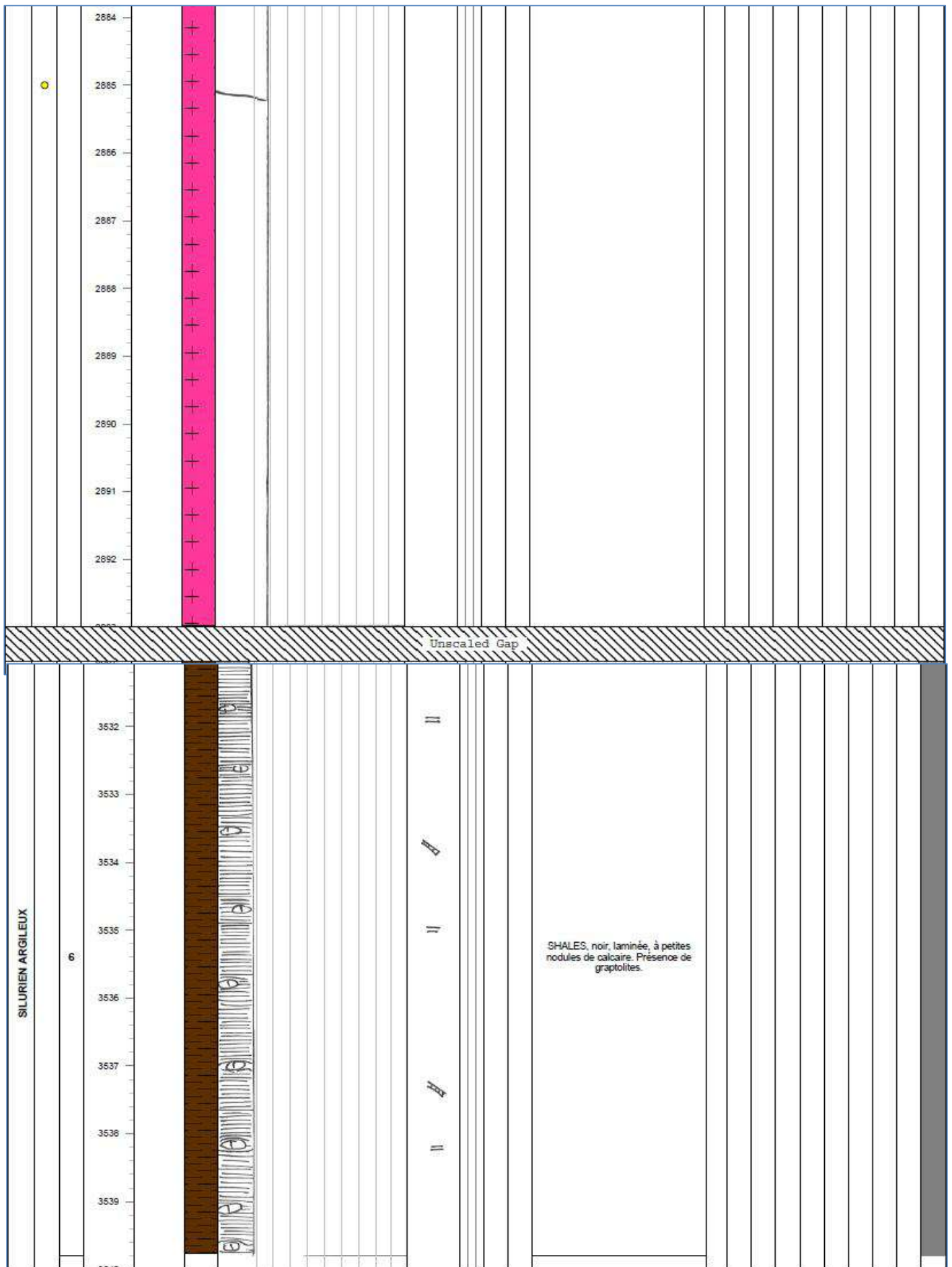


Fig. 11-Fiche de carottes n° 02,03, 04, 05 et 06 du puits HCP-1

II. 2. 5. Le puits ROF-1

➤ **Silurien Argilo-gréseux : de 3689 à 4429m (Ep. : 740 m)**

✓ **F6 / B2 : de 3689 à 3819 m (Ep. : 130 m)**

Alternance d'argile grise à gris verdâtre, gris noir, localement brun rougeâtre, indurée, tendre, silteuse, légèrement feuilletée, de grès gris, gris blanc, rarement beige, fin, arrondi à subarrondi, silico-argileux, friable à moyennement consolidé, rarement blanc, fin subarrondi à subanguleux, silico-quartzitique, bien consolidé et dur, localement brun rougeâtre, fin à très fin, arrondi, argileux, friable, ferrugineux.

✓ **F6 / B1 : de 3819 à 3961 m (Ep. : 142 m)**

Argile grise à gris verdâtre, gris noir, indurée, silteuse, légèrement feuilletée avec passées de grès gris à gris sombre, gris blanc, rarement beige, fin, moyen, arrondi à subarrondi, silico-argileux, moyennement consolidé, localement blanc, fin, moyen, subarrondi à subanguleux, siliceux à silico-quartzitique, bien consolidé et dur.

✓ **F6 / A2 : de 3961 à 4029 m (Ep. : 68 m)**

Argile grise, gris sombre à gris clair, tendre à indurée, silteuse avec passées de grès gris, gris blanc à blanc, fin à moyen, arrondi à subarrondi, silico-quartzitique à siliceux, bien consolidé, dur, localement blanc à beige, fin à moyen, arrondi à subarrondi, silico-argileux à argileux, moyennement consolidé à friable.

✓ **F6 / A1 : de 4029 à 4127 m (Ep. : 98 m)**

Grès gris, gris blanc, fin à moyen, arrondi à subarrondi, silico-argileux à argileux, consolidé, moyennement dur, localement blanc, beige, fin, arrondi à subarrondi, siliceux à silico-quartzitique, micacé, bien consolidé, avec fines passées, d'argile grise à gris foncé, gris noir, tendre à indurée, silteuse.

✓ **F6/ M2 : de 4127 à 4233 m (Ep. : 106 m)**

Argile grise, gris verdâtre à gris foncé, tendre à indurée, silteuse, avec passées de grès blanc, fin à moyen, arrondi à subarrondi siliceux à silico-quartzitique, bien classé, consolidé, moyennement dur, localement gris clair à blanc beige, argileux à silico-argileux, friable.

✓ **F6/ M1 : de 4233 à 4429 m (Ep. : 196 m)**

Argile grise, gris foncé à gris noir, localement gris clair, tendre à indurée, silteuse, fines passées de grès blanc à gris blanc, fin à moyen, arrondi à subarrondi, siliceux à silico-quartzitique, bien consolidé, dur, parfois gris clair, fin, argileux, moyennement friable.

Description de carottes du puits ROF-1

Carotte n° 02

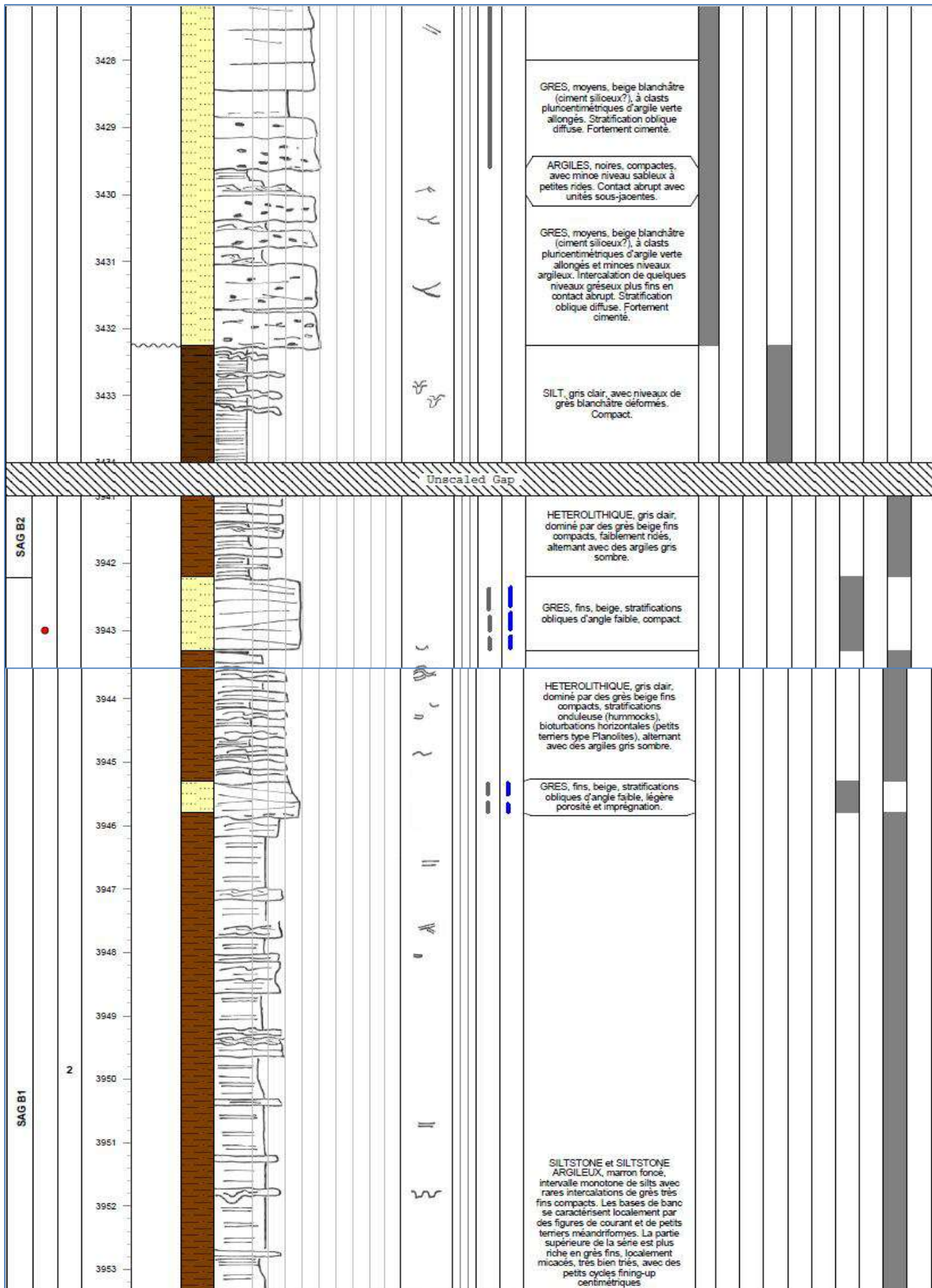
3941 – 3942.3 m	Grès beige compacts, faiblement ridés, alternant avec des argiles gris sombre.
3942.3 – 3943.4 m	Grès fin, beige, litage obliques d'angle faible, compact.
3943.4 – 3945.3 m	Grès gris clair, fin compacts, à HCS, bioturbé (<i>Planolites</i>), alternant avec des argiles gris sombre.
3945.3 – 3945.8 m	Grès beige, fin litage obliques d'angle faible.
3945.8 – 3958.7 m	Siltstone argileux, marron foncé, avec rares intercalations de grès très fin compact, à figures de base de bancs. La partie supérieure de la série est plus riche en grès fin, localement micacé, très bien trié, avec des cycles centimétriques en fining-up

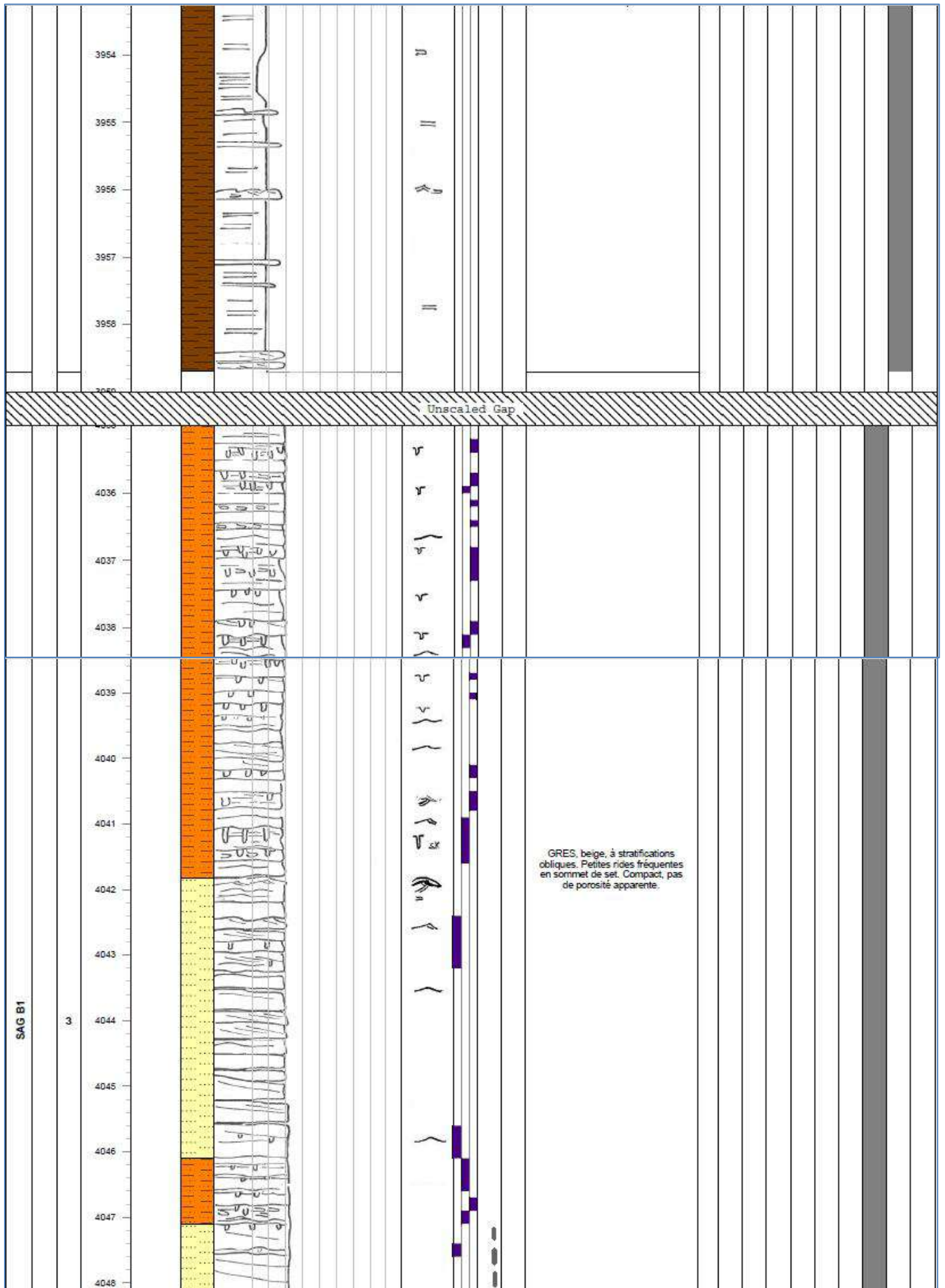
Carotte n° 03

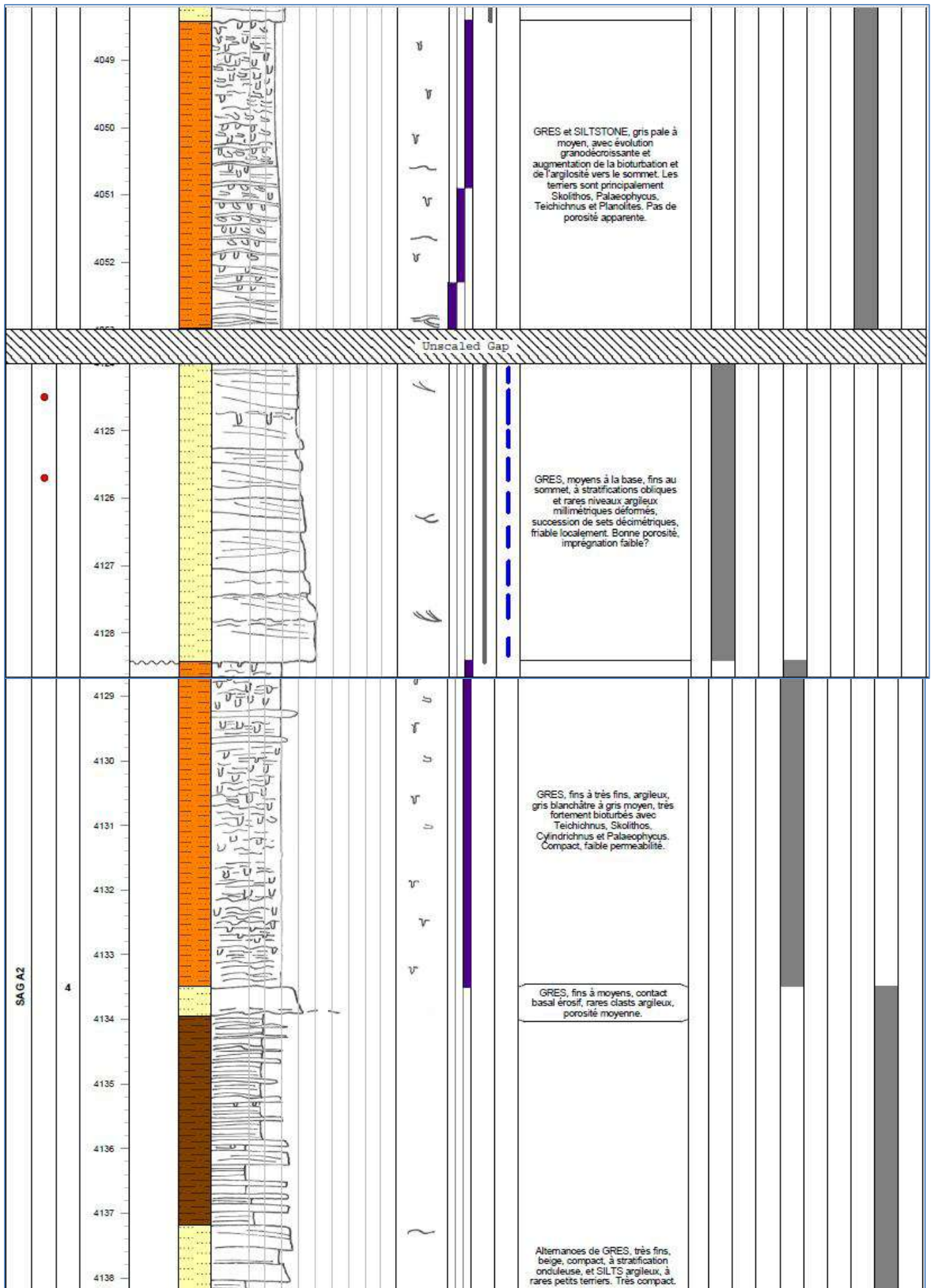
4035 – 4048.4 m	Grès beige, à litage oblique, compact, à petites rides fréquentes au sommet.
4048.4 – 4053 m	Grès et siltstone, gris pâle, avec évolution grano-décroissante et augmentation de la bioturbation et de l'argilosité vers le sommet. les terriers sont principalement <i>Skolithos</i> , <i>Teichichnus</i> et <i>Planolites</i> .

Carotte n° 04

4124 – 4126.4 m	Grès moyen à la base, fin au sommet, à litage oblique et rares niveaux argileux millimétriques.
4126.4 – 4133.5 m	Grès fin à très fin, argileux, et gris blanchâtre à gris, moyen, très fortement bioturbé avec <i>Teichichnus</i> et <i>Skolithos</i> .
4133.5 – 4134 m	Grès fin à moyen, contact basal érosif, rares clasts argileux.
4134 – 4141.5 m	Alternance de grès, très fin, beige, compact, à litage onduleux, et silts argileux, à rares terriers.
4141.5 – 4143 m	Argile gris foncé, silteuse, à rares passées sableuses millimétriques, compactes.







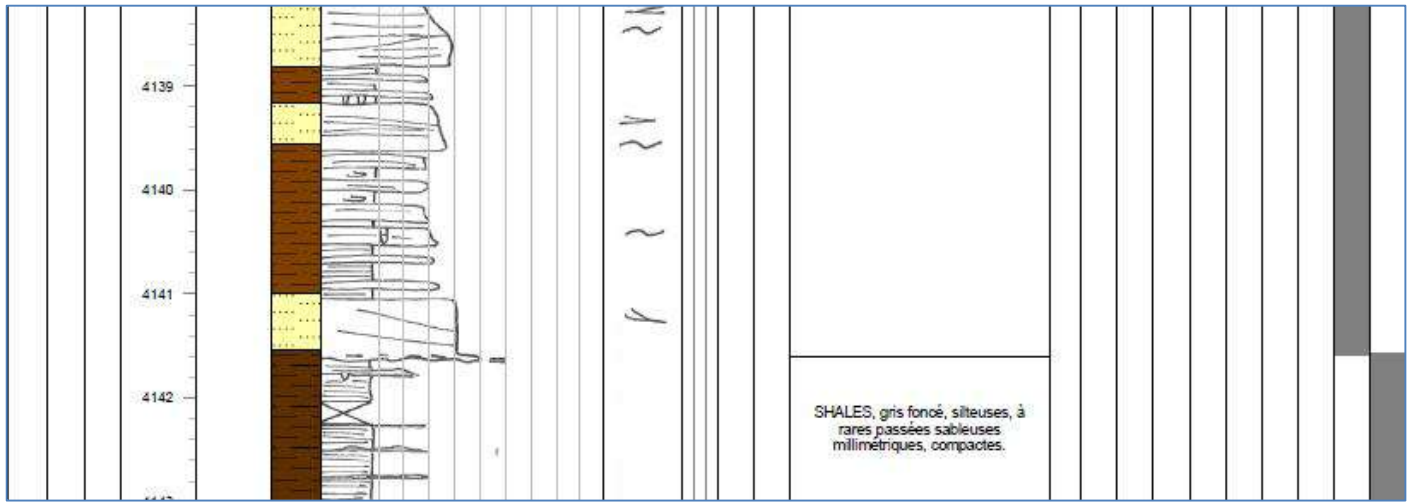


Fig. 12-Fiche de carottes n° 02,03 et 04 du puits ROF-1

III. Corrélation diagraphique :

Les corrélations diagraphiques ont été réalisées sur neuf (09) puits distribués sur toute l'étendue du bassin de Berkine. Trois coupes (Cross-sections) passant par ces neufs (09) puits ont été établies comme suit (Fig. 07) :

1. Cross-section n° 01 nord est - sud ouest passant par les puits ROMP-1, BRDE-1, HCP-1 et ALNP-1 respectivement. (Fig. 08)
2. Cross-section n° 02 nord nord est - sud sud ouest passant par les puits BRSW-1, AHM Sil-1, INT-1 et HMRP-1 respectivement. (Fig. 09).
3. Cross-section n° 03 nord ouest - sud est passant par les puits INT-1, TAOP-3 et BRDE-1 (Fig. 10) respectivement.

Interprétation :

Evolution latérale du Silurien argilo-gréseux :

D'après les coupes et les tableaux de comparaison, on peut facilement voir que :

En allant du nord est vers le sud-ouest, le Silurien argilo-gréseux (SAG) se trouve à des profondeurs très distinctes qui varient entre 3893 m (au niveau du puits ROMP-1) à 1495 m (au niveau du puits ALNP-1) avec des épaisseurs allant de 583 m (au niveau du puits HCP-1) à 787 m (au niveau du puits ALNP-1).

Par contre du nord nord est vers le sud sud ouest le SAG se trouve à des profondeurs allant de 4102 m (au niveau du puits BRSWP-1) à 2158 m (au niveau du puits HMRP-1).

Synthèse :

D'après ces résultats on peut distinguer trois (03) zones différentes dans le bassin de Berkine (Fig 09 et 10):

- La zone centrale (le dépôt-centre) où le SAG se trouve à une profondeur très considérable à l'ordre de 4000 m, avec une épaisseur très importante qui dépasse les 800 m
- La zone sud sud-ouest qui est très distincte de point de vu profondeur (aux alentours de 2000 m) et de point de vu épaisseur qui est à l'ordre de 300 m seulement, cette zone est influencée par le môle d'Ahara.
- La zone ouest dans la région de Gassi Touil où le SAG peut être rencontré à une profondeur avoisinant les 1000 m avec une épaisseur qui dépasse les 700 m.

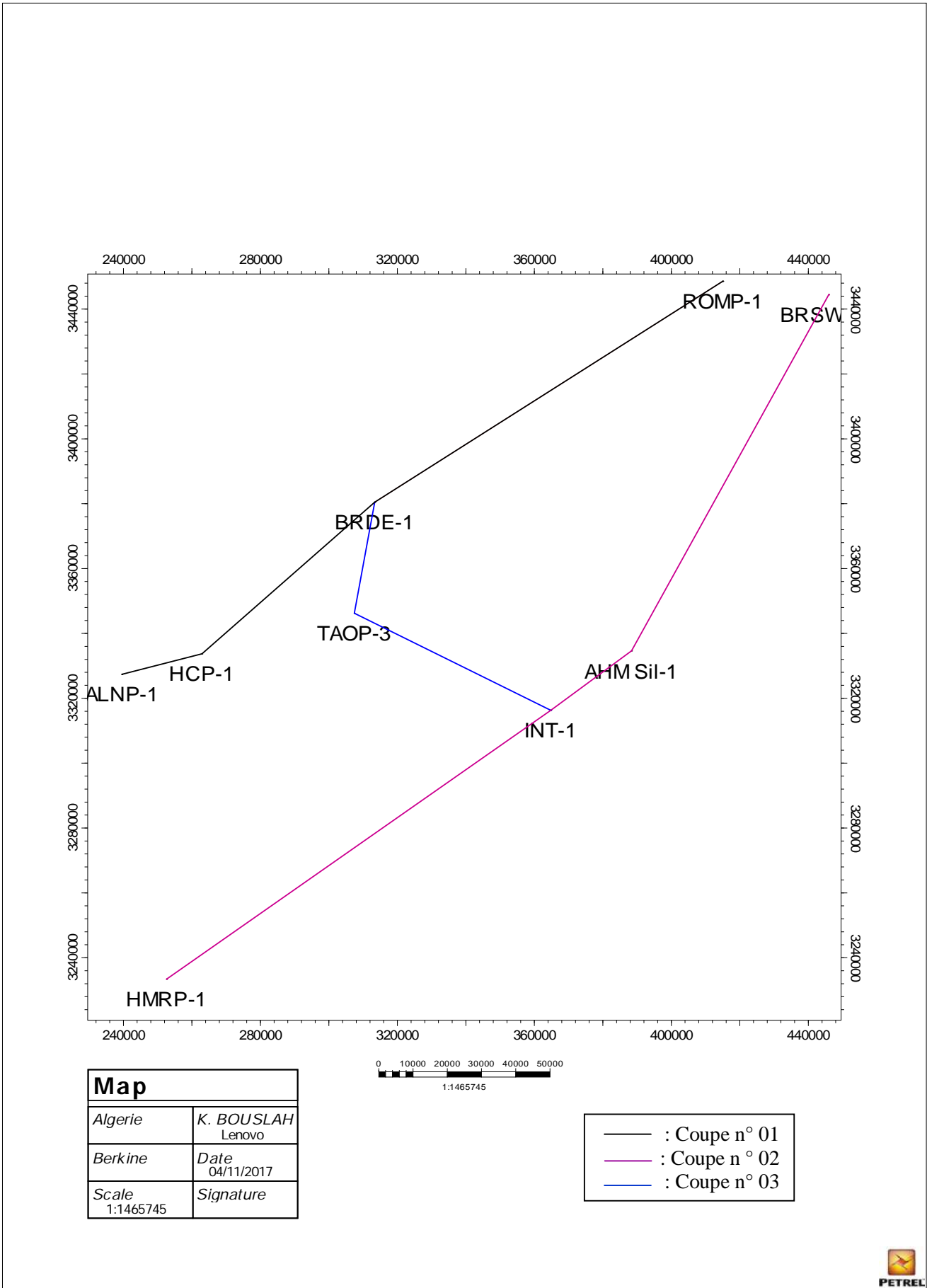


Fig. 13-Carte présentant trois (03) coupes passant par neuf (09) puits du Bassin de Berkine

215 km								
Formations	ROMP-1		BRDE-1		HCP-1		ALNP-1	
	Tops (m)	Epaisseurs (m)	Tops (m)	Epaisseurs (m)	Tops (m)	Epaisseurs (m)	Tops (m)	Epaisseurs (m)
SAG F6/B2	3893	215	3957	130	2508	107	1495	168
SAG F6/B1	4108	179	4087	193	2615	95	1663	166
SAG F6/A2	4287	102	4280	114	2710	79	1829	88
SAG F6/A1	4389	65	4394	33	2789	58	1917	30
SAG F6/M2	4454	69	4427	52	2847	185	1947	225
SAG F6/M1	4523	20	4479	151	3032	59	2172	110
Sil. Argileux	4543	-	4630	-	3091	-	2282	-
Epaisseur Totale (m)	650		673		583		787	

Tab. 03-Comparaison des tops des formations des puits de la coupe n° 01

293,36 Km								
Formations	BRSWP-1		AHM Sil-1		INT-1		HMRP-1	
	Tops (m)	Epaisseurs (m)	Tops (m)	Epaisseurs (m)	Tops (m)	Epaisseurs (m)	Tops (m)	Epaisseurs (m)
SAG F6/B2	4102,5	189,5	4884	184	4258	156	2158	102
SAG F6/B1	4292	142	5068	187	4414	78	2260	121
SAG F6/A2	4434	89	5255	60	4492	88	2381	55
SAG F6/A1	4523	96	5315	77	4580	127	2436	44
SAG F6/M2	4619	94	5392	60	4707	68	2480	32
SAG F6/M1	4713	127	5452	56	4775	254	-	-
Sil. Argileux	4840	-	5508	-	5029	-	2512	-
Epaisseur Totale (m)	737.5		624		771		354	

Tab. 04-Comparaison des tops des formations des puits de la coupe n° 02

99,46 km						
Formations	INT-1		TAOP-3		BRDE-1	
	Tops (m)	Epaisseurs (m)	Tops (m)	Epaisseurs (m)	Tops (m)	Epaisseurs (m)
SAG F6/B2	4258	156	4094	159	3957	130
SAG F6/B1	4414	78	4253	219	4087	193
SAG F6/A2	4492	88	4472	164	4280	114
SAG F6/A1	4580	127	4636	92	4394	33
SAG F6/M2	4707	68	4728	80	4427	52
SAG F6/M1	4775	254	4808	87	4479	151
Sil. Argileux	5029	-	4895	-	4630	-
Epaisseur Totale (m)	771		801		673	

Tab. 05-Comparaison des tops des formations des puits de la coupe n° 03

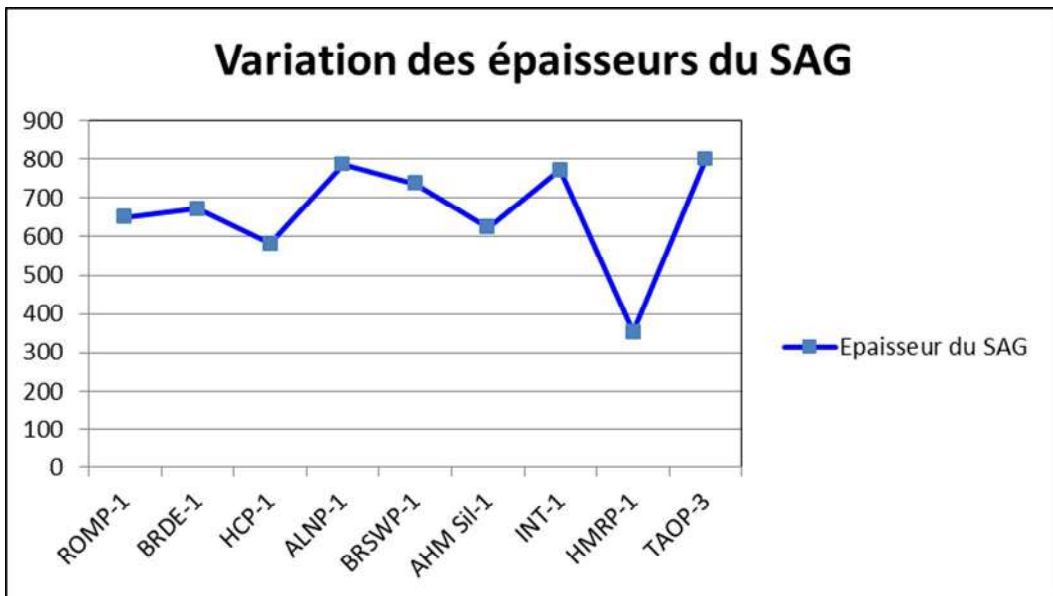


Fig. 14-Graphe présentant la variation des épaisseurs du SAG au niveau des 09 puits étudiés

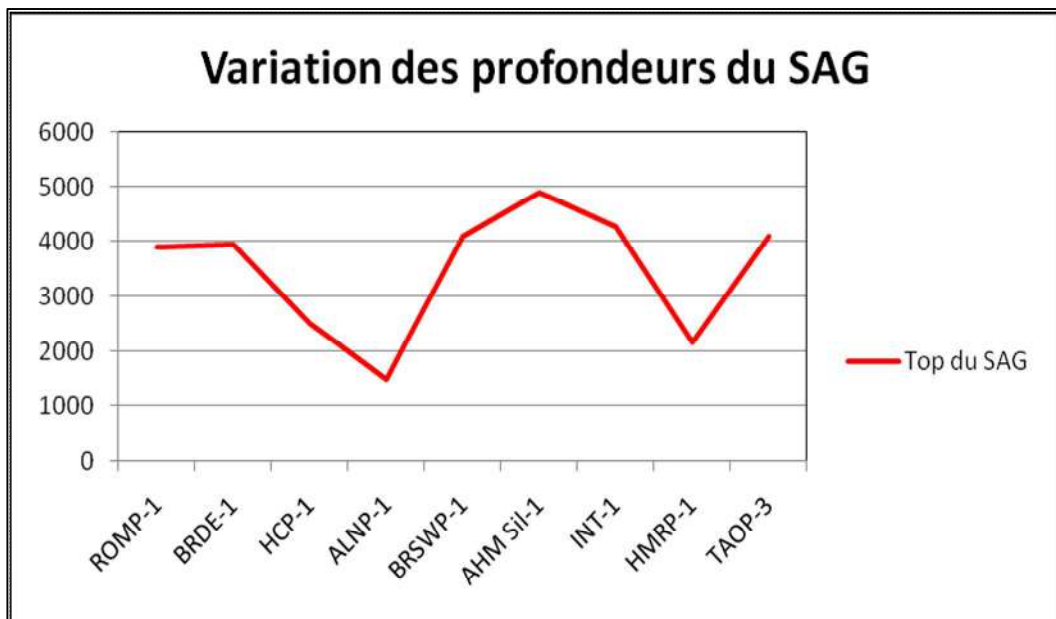


Fig. 15-Graphe présentant la variation des profondeurs du SAG au niveau des 09 puits étudiés

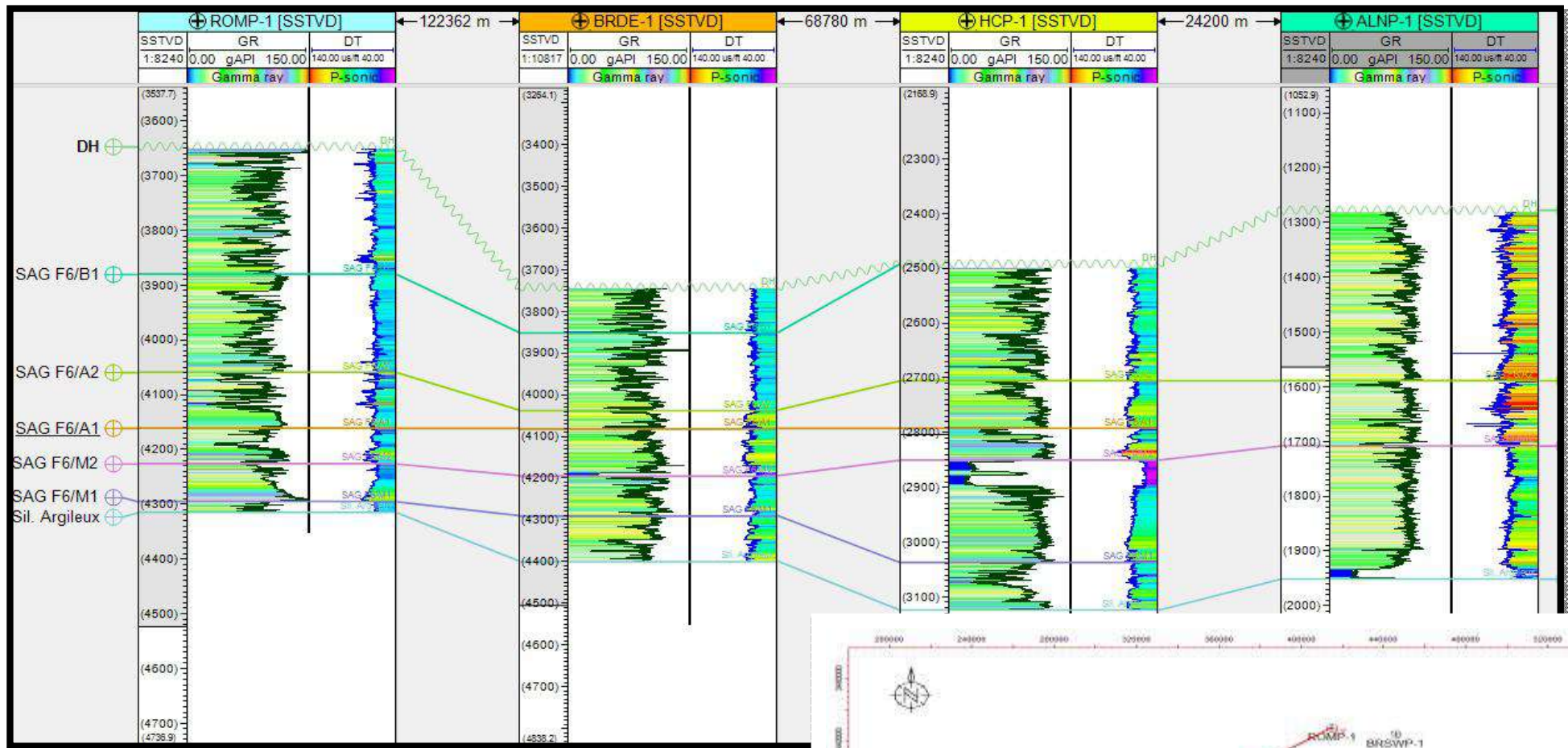
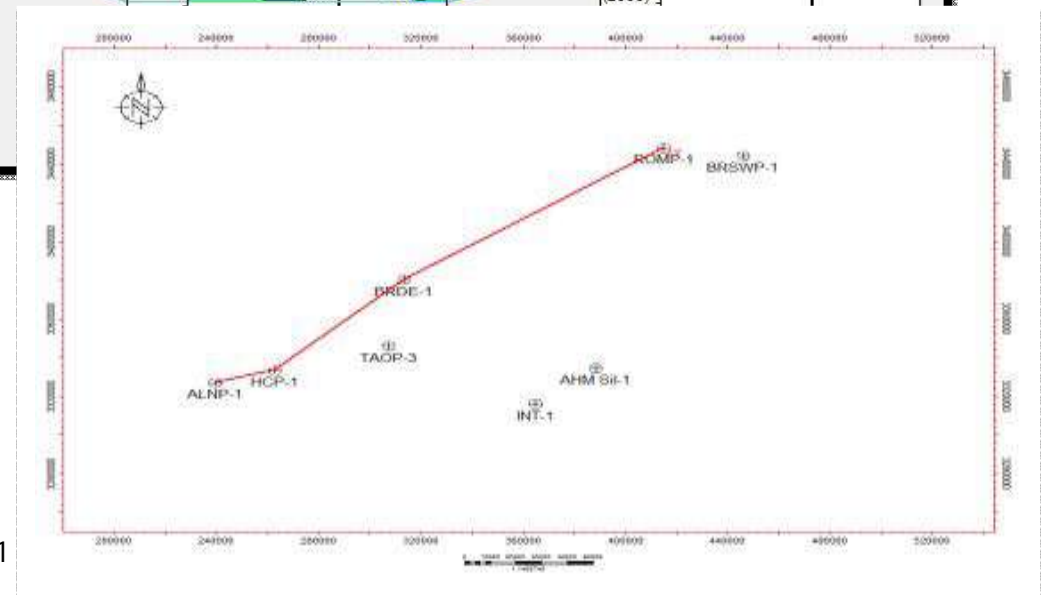


Fig. 16-Corrélation entre les puits ROMP-1, BRDE-1, HCP-1 et ALNP-1



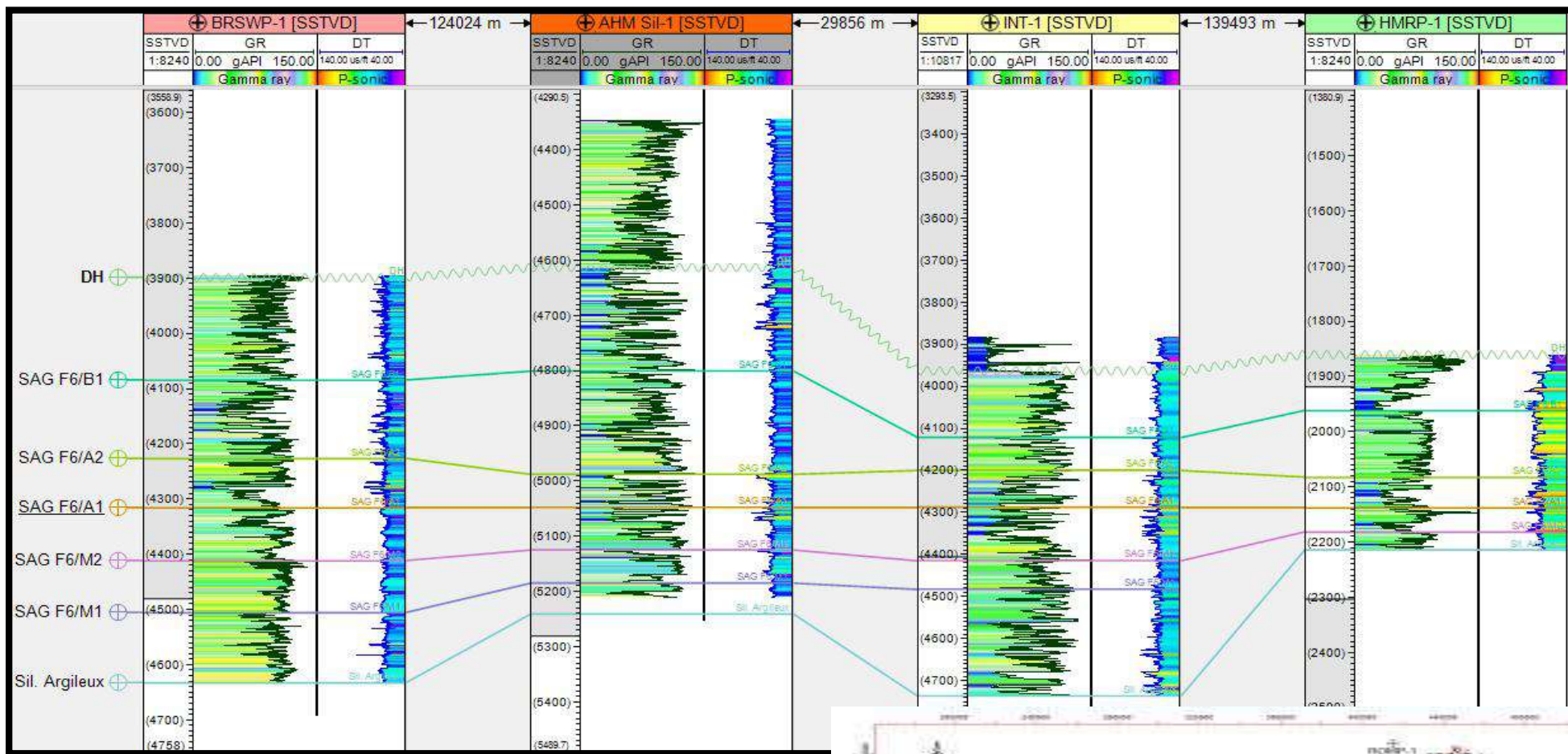
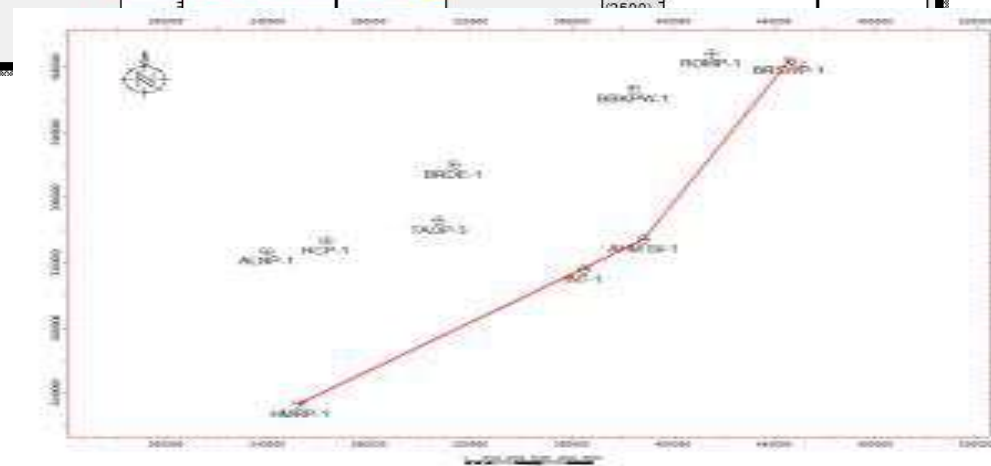


Fig. 17-Corrélation entre les puits BRSW-1, AHM Sil-1, INT-1 et HMRP-1



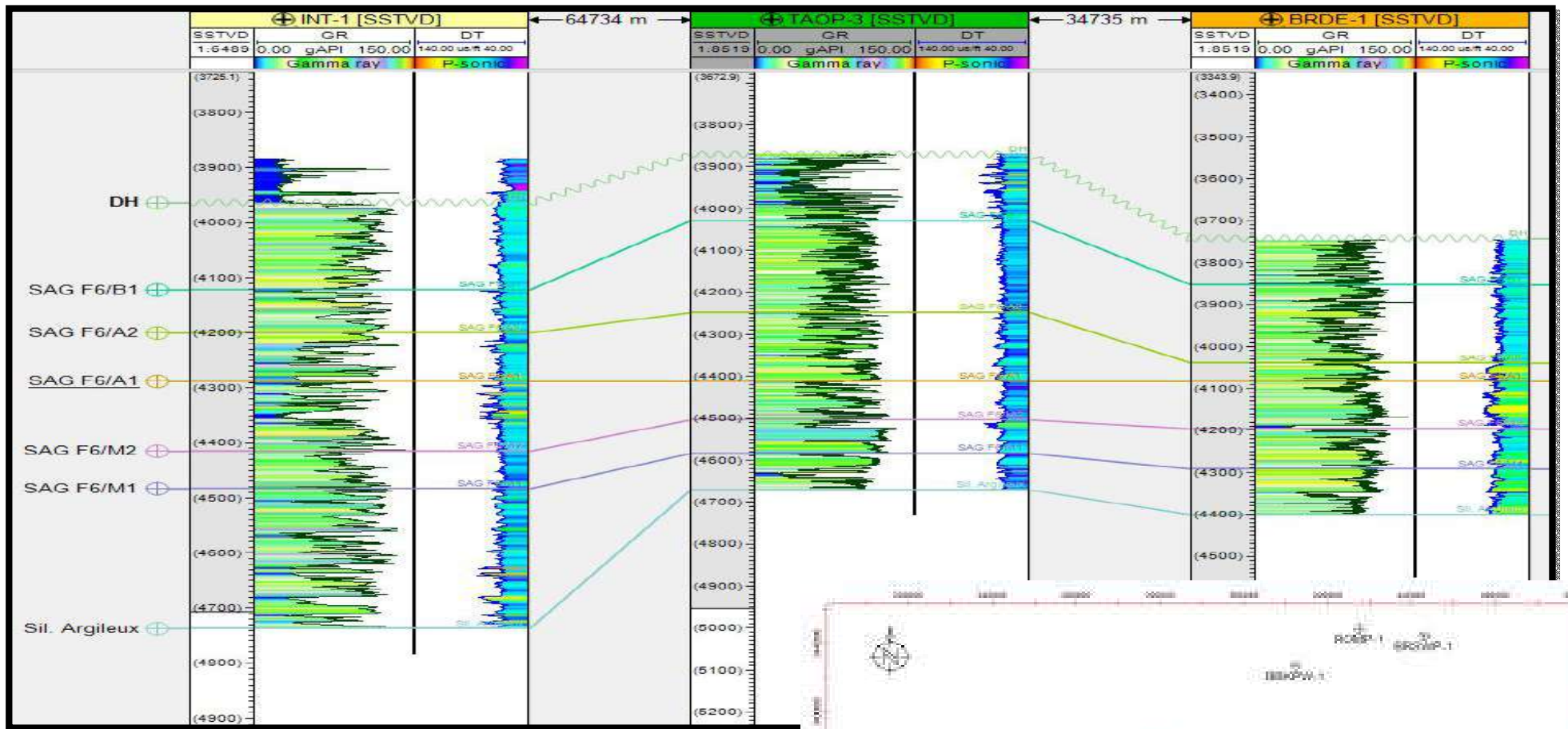
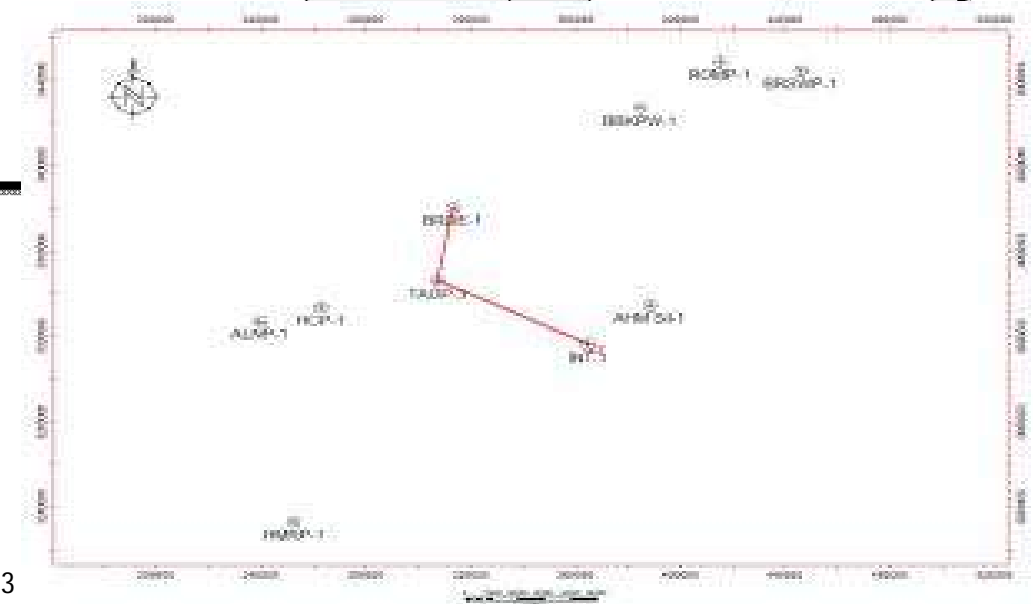


Fig. 18-Corrélation entre les puits INT-1, TAOP-3 et BRDE-1



Chapitre (III) :

**Sédimentologie & Stratigraphie
séquentielle**

III. SEDIMENTOLOGIE

III. 1. INTRODUCTION

Cette étude consiste à définir les principaux faciès et sous-faciès en analysant de divers critères lithologiques (la granulométrie, la couleur, ..), les structures et les figures sédimentaires observées.

Cette analyse sédimentologique sert également à suivre la dynamique de dépôt en se basant sur plusieurs éléments faciologiques, hydrodynamiques et ichnologiques.

Rappels de quelques notions

- ✓ **Faciès** : Ce terme signifiant la catégorie dans laquelle on peut ranger une roche ou un terrain, et qui est déterminé par un ou plusieurs caractères lithologiques (**lithofaciès**) ou paléontologiques (**biofaciès**), ce terme est également employé pour désigner une catégorie correspondant à un milieu ou à un domaine de sédimentation.

L'étude de la répartition des faciès permet de proposer des reconstitutions paléogéographiques.

III. 2. LE CONTEXTE SEDIMENTOLOGIQUE

III. 2. 1 Inventaire des faciès

Les lithofaciès qui ont été défini dans le Silurien argilo-gréseux du Bassinde Berkine sont à l'ordre de deux (02) principaux faciès récapitulés comme suit (Tab. 06) :

1. Faciès des Argiles (FI),
2. Faciès des Grès (FII),

Faciès	Granularité	Structures & figures sédimentaires	Ichnofaciès (bioturbation)	Éléments additionnels
Argile (FI)	Parfois silteuse gris foncé, marron, noire	Massive, litage horizontal	<i>Nereites et Skolithos</i>	Galets mou
Grès (II)	Fin à très fin, parfois moyen à grossier gris, beige, marron, gris blanchâtre	Rides de courant Litage horizontal Litage Oblique <i>Slumps</i> <i>HCS</i> Figures de base de bancs Structures en " <i>ball and pillow</i> ". Rythmites	<i>Teichichnus,</i> <i>Planolites,</i> <i>Skolithos</i> <i>Rosselia</i>	Galets mou

Tab. 06-Tableau récapitulatif des faciès

1. Faciès des Argiles (FI) :

- a. **Description :** C'est le faciès le plus fréquent et le plus dominant, il se trouve avec une couleur gris foncé, marron, noire, parfois verte et rouge, massive ou à litage horizontal. Des galets argileux et lentilles silteuses sont parfois présents.
- b. **Interprétation :** Le faciès des argiles massives caractérise des dépôts dans un milieu calme dont le principal processus sédimentaire à l'origine de la mise en place de ce faciès est celui du dépôt par décantation qui s'effectue lorsque les actions hydrodynamiques interviennent peu et autorisent la chute lente des particules élémentaires vers le fond.

2. Faciès des Grès (FII)

- a. **Description :** Ce faciès est très fréquent mais moins dominant par rapport au faciès des argiles, il est très diversifié voir sa granulométrie, sa couleur et son arrangement. Les grès identifiés sont de couleur grise, beige, marron, gris blanchâtre, fin à très fin, parfois moyen à grossier présentant un granoclassement décroissant, parfois croissant, localement massif, avec des structures sédimentaires variées telles que des rides de courant, litages horizontaux, obliques, *slumps*, *HCS*, litages ondulés, figures de base de bancs, structures en "*ball and pillow*" et Rythmites.

Ce faciès peut être divisé à son tour en plusieurs sous-faciès, d'après les types de figures sédimentaires identifiées :

b. Les différents sous-faciès :

1. Sous-faciès de grès à litage horizontal (SF1)

- **Description :** Ce sous-faciès apparaît dans les faciès FI et FII. Il se présente sous l'aspect de bancs d'épaisseur centimétrique à décimétrique, de granulométrie fine à très fine ou bien moyenne à grossière, granocroissante ou bien décroissante. Il est généralement associé à d'autres figures sédimentaires telles que les rides de courant.

- **Interprétation :** Les litages horizontaux résultent d'un courant unidirectionnel de fond ayant exercé une action de traction et de classement des grains. Le flot est provoqué par un régime d'écoulement inférieur ou supérieur. Il est lié à un changement dans le mécanisme du transport (Chamley, 2000).

2. Sous-faciès de grès à litage oblique (SF2)

- **Description :** Cette structure est fréquente dans le faciès FII. Ce sous-faciès se présente sous forme de grès gris, beige, marron, gris blanchâtre, fin, souvent moyen à grossier, granodécoissant, grano-croissant. Il est généralement associé à des rides de courant.
- **Interprétation :** Les litages obliques sont des rides de courant transverses. Ils sont inclinés du même côté suivant une direction généralement parallèle à celle du courant. Leur formation est due à un courant actif qui vient après la construction des rides de courant qui va subir des effets de succion et de pression. Il s'amorce alors des déformations hydrodynamiques synsédimentaires (Chamley, 2000).

3. Sous-faciès de grès à rides de courant (SF3)

- **Description :** Le sous-faciès à rides de courant apparaît pratiquement dans le faciès FII. Il est observé dans des bancs centimétriques à décimétriques, à grains fins à très fins parfois moyens à grossiers. D'autres figures peuvent s'associer à ce sous-faciès; il s'agit notamment du litage horizontal.
- **Interprétation :** Les rides de courant sont dues à un courant unidirectionnel suffisamment important pour transporter des éléments détritiques sableux. Pour des vitesses et turbulences croissantes, nous obtiendrons ces rides après la déformation de la surface sédimentaire plane (Chamley, 2000).

4. Les sous-faciès à structures liées aux courants multidirectionnels

a. Sous-faciès de grès à litages obliques en mamelon (*Hummoky Cross Stratification, HCS*) (SF4)

- **Description :** Ces structures ont été rencontrées dans le faciès FII. Elles sont observées dans des bancs généralement centimétriques, à granulométrie fine et associées souvent à des rides de courant.
- **Interprétation :** Les *HCS* sont considérées comme la figure la plus caractéristique des dépôts de tempêtes (Harms, 1975). Leur mode de formation a fait l'objet de plusieurs études (Harms, 1975; Roger et al., 1983; Allen, 1985; Swift et al., 1983; Nottvedt et kreisa, 1987; Guillocheau, 1988; Walker et al., 1983; Harms et al., 1982). L'origine des *HCS* est très confuse. Plusieurs auteurs pensent qu'elles ont été engendrées par un écoulement oscillatoire ou combiné. Ces structures résultent ou elles sont liées aux dépôts de haute énergie. Elles sont dues à un courant multidirectionnel, qui est déterminées par des événements exceptionnels (les dépôts des tempêtes ou les tempêtites) (Chamley, 2000).

5. Les sous-faciès à structures liées à des déformations synsédimentaires

a. Les figures de charge (*Load structures*) (SF5)

- **Description :** Ces structures correspondent à des empreintes de base de banc. Elles sont observables dans le faciès FII. Elles sont généralement rencontrées dans des bancs à granulométrie généralement moyenne.
- **Interprétation :** Ce sont des figures généralement préservées à la surface inférieure des couches sableuses, lorsqu'elles sont superposées à des matériaux argileux hydroplastiques. Les formes sont variées, depuis de simples déformations locales jusqu'à des protubérances encore solidaires de la couche sableuse ou même complètement détachées. A l'origine de ces déformations, on note surtout une charge de recouvrement inégalement répartie: le comblement de figures d'érosion, des rides ou la création d'une interface ondulée suite à la propagation d'une onde sismique. L'occurrence des load casts n'est pas restreinte à un environnement particulier. La condition primordiale de leur genèse est un rééquilibrage des pressions dans le sédiment avec développement de déformations à l'interface sable/boue.

b. Les *Slumps* (SF6)

- **Description :** Ces structures sont présentes dans le faciès FII. Ce sous-faciès est représenté par des grès silteux gris clair à beige, très fin, rencontré dans des bancs métriques.
- **Interprétation :** Ce sont des phénomènes de glissements et déformations synsédimentaires. Les *Slumps* traduisent un glissement rotationnel de masses sédimentaires, associé à des plissements, suivant des plans de cisaillement en milieu sous-aquatique (Chamley, 1987 ; Cojan et Renard, 1997).

c. Les Structures en Boules en coussin (*Pillow Ball*) (SF7)

- **Description :** Ces structures apparaissent dans le faciès FII. Elles sont observées à la base des séquences décimétriques granodécroissantes. Ces structures sont associées avec des grès à litage onduleux (wavy), à bases de bancs.
- **Interprétation :** Les structures en boules en coussins (*Pillow Ball*), elles témoignent d'un processus de dépôt par un flot liquéfié dans lequel les grains sont portés par l'eau de déplacement. L'ensemble a une consistance de crème liquide homogène, susceptible de se déplacer sur une faible pente (10°), tant que le liquide porteur n'est pas évacué vers le haut (Chamley, 1987).

d. Les *Rythmites gradées* (*Storm Graded Layers, SGL*) (SF8)

- **Description :** Ces structures apparaissent dans le faciès FII. Elles sont observées dans des Grès gris et associées à des *HCS* (*Hummocky Cross Stratification*), des rides de courant.
- **Interprétation :** Ce type de structures a été défini par Aigner et Reineck (1982) et Aigner (1985). Elles correspondent à des lamines sableuses déposées par un flot de faible densité et des argiles silteuses. Ces dernières se déposent par décantation suite à l'atténuation de la puissance d'écoulement. Ces structures témoignent de l'action de tempête et se développent au-dessous de la limite d'action des vagues (*Offshore supérieur*). Leur agencement traduit les variations cycliques de l'intensité des courants de marées. Les *SGL* indiquent et confirment l'action de la tempête notamment lorsqu'elles sont associées à des *HCS*.

Les rythmites gradées ont été interprétées comme un dépôt de tempête dans l'Offshore. Trois mécanismes dont deux sont invoqués pour expliquer leur mode de formation: soit à partir de décantation (Reineck et Singh, 1980); soit elles expriment des turbidites distales (Walker, 1985); ou alors par la combinaison des deux .

Les rythmites ont été définies dans les sédiments actuels, en Mer du Nord par Reineck et Singh (1980). Elles sont également reconnues dans les dépôts anciens "massif armoricain" (Guillocheau, 1983) et sur la plateforme ordovicienne du Maroc (Hamoumi, 1988).

6. Les couches massives (SF9)

- **Description :** Cette texture a été rencontrée dans les faciès FI et FII. Elle est représentée sous forme de bancs centimétriques à métriques, à granulométrie fine à moyenne.
- **Interprétation :** Ces couches correspondent à un sédiment d'aspect relativement homogène. Elles reflètent une sédimentation rapide (Simpson et Erikson, 1990), pendant laquelle les structures primaires ont été détruites. Elles indiquent l'action de tempête dans un milieu de plate-forme détritique (Shoreface inférieur / Offshore supérieur) (Kumar et Sanders, 1976; Simpson et Erikson, 1990).

Faciès	Sous faciès	Hydrodynamisme	Milieu de dépôt
Faciès I Argile	-	Calme	Offshore
Faciès II Grès	SF1) Grès à litage horizontal	Relativement calme parfois soumis à l'action de forte houle	Shoreface inférieur/Offshore
	SF2) Grès à litage oblique	Les courants de la migration latérale de rides sableuses	Shoreface
	SF3) Grès à rides de courant	Courants sigmoïdes	Foreshore
	SF4) Grès à HCS	Forts courants de tempêtes	Partie proximale de l'offshore supérieur
	SF5) Grès à Load structures	Ne sont pas un indicateur d'un type précis d'hydrodynamisme ou un milieu de dépôt	
	SF6) Grès à Slumps	Pas d'hydrodynamisme	Offshore supérieur
	SF7) Grès en Pillow Ball	Courant turbiditique	
	SF8) Grès à SGL	Courants de tempêtes	
	SF9) couches massives	Forts courants (sédimentation rapide)	Shoreface inférieur/offshore supérieur

Tab. 07-Tableau récapitulatif des sous-faciès

III. 2. 2 LES CARACTERES ICHNOFACIOLOGIQUES

1. Les ichnofaciès à *Skolithos* : (Fig. 14, 3D)

Il était d'abord considéré comme de marqueurs de la zone intertidale, mais ils sont également typiques d'autres environnements, tels que les niveaux de sables de tempêtes et les écoulements de turbidité.

Il peut être identifié par une basse diversité de « *Domichnia verticale* » (terriers d'habitations) abondant du genre *Skolithos*, *Diplocraterion* et *Arenicolites*.

Il faut noter aussi la présence des galeries de nutrition « *Fodinichnia* » (*Ophiomorpha*), et « *Fugichnia* ». toutes ces traces indiquent typiquement des caractéristiques intertidales où les organismes doivent réagir rapidement en conditions stressantes (Pemberton et al., 1990) (Fig. 15).

Dans notre étude, cette association d'ichnofaciès est représentée par les l'ichnogenre *Skolithos*.

2. Les ichnofaciès à *Nereites* : (Fig. 14, 5A)

La trace verticale creusée est presque entièrement absente. Les ichnofaciès à *Nereites* sont caractérisés par des traces de pacage (*Pascichnia*) en méandre ou en spirale et des traces d'évasions (*Fugichnia*), ainsi traces de culture (*Agrichnia*).

L'ichnofaciès à *Nereites* est en abondance dans les carbonates pélagiques (Pemberton et al., 1990). Ces ichnofaciès indiquent les environnements d'eau profonde y compris des fonds océaniques et des bassins marins profonds. Les traces fossiles se produisent dans les boues. Elles sont déposées en suspension dans les schistes, les siltites et les turbidites distaux (Fig. 15).

Cette association d'ichnofaciès est représentée dans notre travail par l'ichnogenre *Nereites*.

3. Les ichnofaciès à *Zoophycos* : (Fig. 14, 3B)

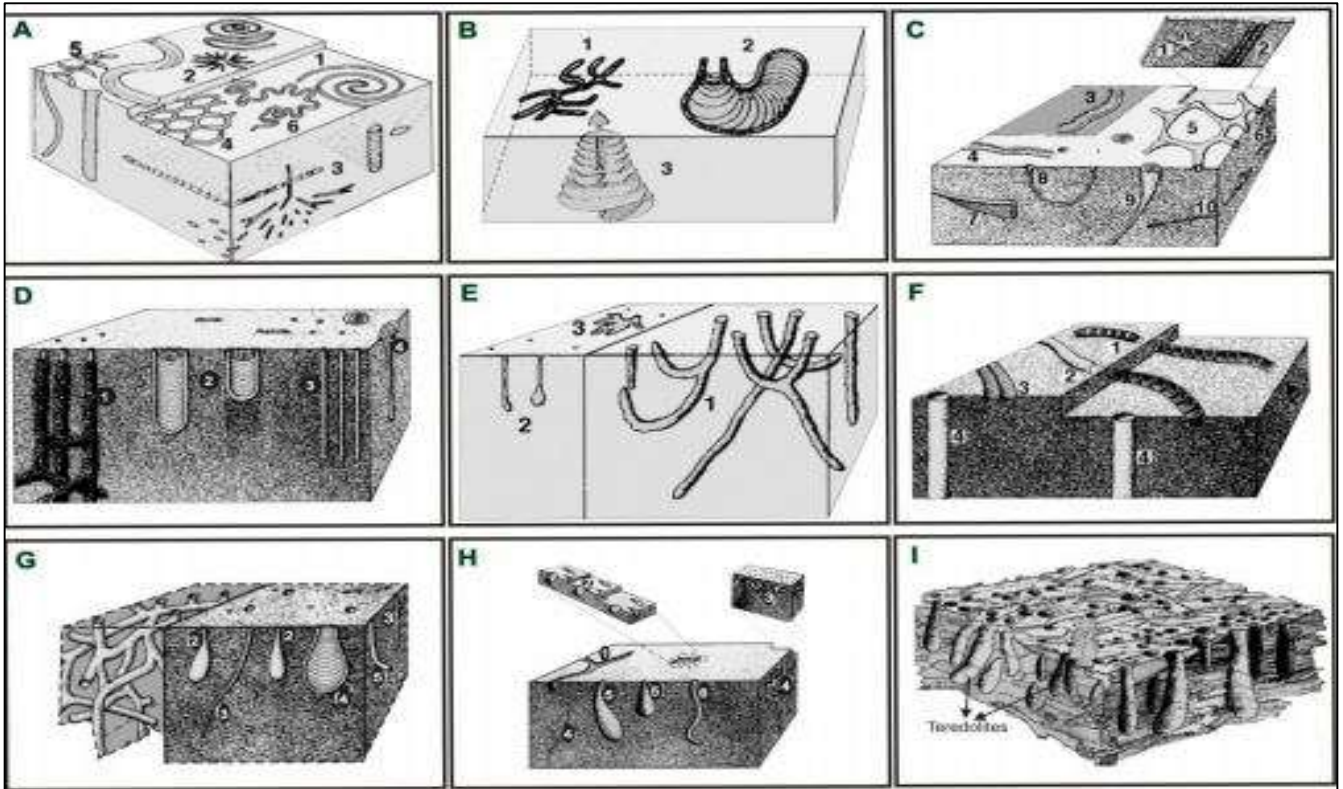
Il est caractérisé par des traces complexes de nutrition « *Fodinichnia* » tels que les *Zoophycos*, et parfois d'autres traces profondes telles que les Spiroraphe. Le premier ichnogenre est enregistré dans une bathymétrie variable selon les âges géologiques entre la zone abyssale et le plateau continental peu profond (Fig.15).

L'ichnofaciès à *Zoophycos* est représenté par l'ichnogenre *Phycosiphons* dans cette étude.

4. Les ichnofaciès à *Cruziana* : (Fig. 14, "7, 9 & 10 C")

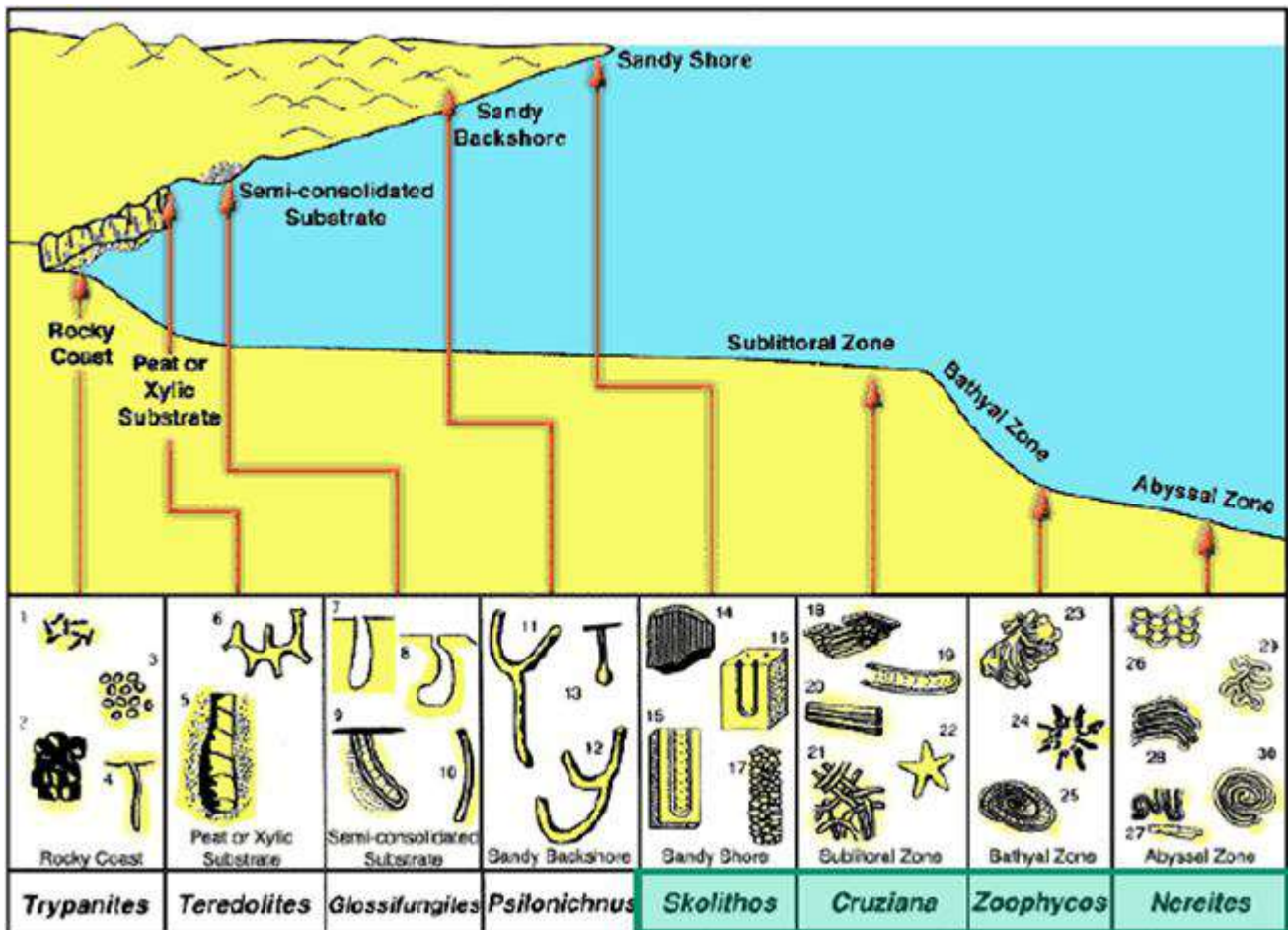
Il est caractérisé par la diversité de traces tels que les ichnogenres de locomotion « *Repichnia* » (*Cruziana* et *Aulichnites*), ainsi que des traces de repos « *Cubichnia* » (*Rusophycus*, *Asteriacites* et *Lockeia*) (Pemberton et al., 1990). Ces ichnofaciès reflètent les situations distales du plateau continental (*circalittoral*), au-dessous de la limite d'action des vagues, mais affecté par l'activité de tempête (Fig.15).

L'association d'ichnofaciès à *Cruziana* est représentée dans notre travail par les ichnogenres *Teichichnus*, *Planolites* et *Rosselia*.



- A : ichnofaciès à *Nereites* 1- *Spiroraphe*, 2- *Lorenzina*, 3- *Chondrites*, 4- *Paleodictyon*, 5- *Nereites*, 6- *Cosmorhaphe* ;
 B : ichnofaciès à *Zoophycos* 1- *Phycosiphon*, 2- *Zoophycos*, 3- *Spirophyton*,
 C : ichnofaciès à *Cruziana* 1- *Asteriacites*, 2- *Cruziana*, 3- *Rhizocorallium*, 4- *Aulichnites*, 5- *Thalassinoides*,
 6- *Chondrites*, 7- *Teichichnus*, 8- *Arenicolites*, 9- *Rosselia*, 10- *Planolites*,
 D : ichnofaciès à *Skolithos*, 1- *Ophiomorpha*, 2- *Diplocraterion*, 3- *Skolithos*, 4- *Monocraterion*
 E : ichnofaciès *Pylonichnus*, 1- *Pylonichnus*, 2- *Macanopsis*, 3- *Vertebratefootprints*,
 F : ichnofaciès à *Scoyenia*, 1- *Scoyenia*, 2- *Ancorichnus*, 3- *Cruziana*, 4- *Skolithos* ;
 G : ichnofaciès à *Glossuvingites*, 1- *Thalassinoides*, 2- Bivalve borings, 3- *Polychaeteburrow*, 4- *Rhizocorallium*,
 5- *Pylonichnus*,
 H : ichnofaciès à *Trypanites*, 1- *Echinoids grooves*, 2- *Barnacles Borrings*, 3- *Sponge Borrings*, 4- *Polychaete borings*,
 5- Bivalves borings, 6- *Spurolid*,
 I : ichnofaciès à *Teredolites* montrant l'ichnogenre *Teredolites*.

Fig. 19-Associations de traces fossiles caractéristiques des différents ichnofaciès définis par Seilacher, 1953 (d'après Pemberton et al.1992)



1-Caulostrepsis, 2-Entobia, 3-Echinoid boring, 4-Trypanites, 5-Teredolites, 6-Thalassinoides, 7-8- Gastrochanenolites, 9-15- Diplocraterion (Glossifungites), 10-14- Skolithos, 11-12- Psilonichnus, 13- Macanopsis, 16- Arenicolites, 17- Ophiomorpha, 18- Rhizocorallium, 19- Teichichus, 20- Planolites, 21- Asteroicites, 22-24- Zoophycos, 23- Lorenzina, 25- Paleodictyon, 26- Taphrohelminthopsis, 27- Helminthoidea, 28- Cosmoraphe, 29- Spirorhaphe.

Fig. 20-Distribution des ichnofaciès marins (Seilacher, 1963, Crimes, 1975, Ekdale et al.1984)

III. 2. 3 ASSOCIATION DE FACIES

L'étude descriptive des faciès et sous-faciès rencontrés dans le Silurien argilo-gréseux nous a montré que les deux faciès (FI et FII) et les neuf (09) sous-faciès (SF1 à SF9) peuvent s'associer soit complètement, soit partiellement, pour former une succession verticales de figures ou de lithologie. Ainsi, plusieurs associations de faciès peuvent être citées.

1. ALNP-1

Les carottes 2 (unité A2) et 3 (base de l'unité A2 et sommitale de A1) sont représentés par :

- Argiles/grès fin à rides de courant (SF3)
- Argile/grès à HCS (SF4)/argile/grès à rides de courant (SF3)

2. BRDE-1

L'intervalle récupéré en carotte 6 (la base de l'unité A1) comporte :

- Argile/grès très fin à rides de courant (SF3)

L'intervalle représenté en carotte 5 (base de l'unité B1 et le sommet de A2) comprend

- Argile massive (SF9)/grès à rides de courant (SF3)

Les intervalles représentés en carotte 4 (unité B2) sont dominés par:

- Argile/ grès fin à litage horizontal (SF1)/grès grossier à litage oblique (SF2)

Pour la carotte n° 03 (base de l'unité B2 et sommet de B1) :

- Argile/ grès à litage oblique (SF2)/grès à litage horizontal (SF1)/grès massif/Argile massive (SF9)

3. ETB-2

La carotte 4 illustre la partie basale de A1 et sommitale de M2, et est dominée par :

- Grès à litage oblique (SF2)/grès à rides de courant (SF3)/grès *slumpé* (SF6).

La carotte 3 illustre l'unité A2, et est caractérisée par

- Argile/grès très fin à HCS (SF4)

En carotte 2 (unité B2):

- Grès à HCS (SF4)/ argile/ grès à HCS (SF4).

La carotte 1 illustre le sommet de l'unité B2 et son contact avec le Trias ; un tel contact a été observé en carotte 1 à 3 337,30 m, avec les séries sus-jacentes à cette profondeur dominées par des argiles et des grès grossiers fortement imprégnés (série du TAGI), et les séries sous-jacentes à 3 337,30 m présentant dans les 5 mètres supérieurs des couleurs d'altération (argile bariolée verte et rouge), puis des séries d'argile non altérée.

- Grès à rides de courant (SF3)/argile massive (SF9).

4. HCP-1

La carotte 4 (unité A1) est représentée par:

- Grès à rides de courant (SF3)/argile/grès à SGL (SF8)/grès à litage oblique (SF2)/grès massif (SF9)

La carotte 3 représente le sommet de l'unité B1, et est dominée par :

- Grès massif (SF9)/grès à litage horizontale et oblique (SF1 et SF2)/argile/grès à *Pillow Ball* (SF7)/grès à litage oblique (SF2)/argile/grès à rides de courant (SF3)/grès à litage oblique (SF2)/grès massif(SF9)/grès à litage oblique (SF2).

La carotte 2 (unité B2) est dominée par:

- Argile massive(SF9)/grès à litage horizontal et/ou oblique (SF1) et/ou (SF2)/argile/grès à rides de courant (SF3)/grès à litage oblique (SF2)/argile à litage horizontal (SF1)/grès à litage horizontal (SF1).

5. ROF-1

La carotte 4 (la base de l'unité A1 et le sommet de M2) comprend :

- Argile massive(SF9)/grès à rides de courant (SF3)/grès à litage oblique (SF2)

La carotte 3 (unité A1) montre :

- Grès massif (SF9)/grès à litage oblique (SF2)

La carotte 2 illustre la base de l'unité B1.

- Grès très fin à Structures de charge (SF5)/grès à litage oblique (SF2)/grès à *HCS* (SF4)/grès à litage oblique (SF2)/grès à rides de courant (SF3)

Conclusion

L'étude sédimentologique du Silurien argilo-gréseux, des cinq (05) puits étudiés, nous a permis de mettre en évidence deux principaux faciès: faciès des argiles (FI) et faciès des grès (FII).

- ✓ Le faciès des grès a été subdivisé à son tour en 9 sous-faciès du SF1 jusqu'au SF9.

IV. ENVIRONNEMENTS SEDIMENTAIRES

Les éléments destinés à former un sédiment sont d'abord généralement transportés à l'état solide ou en solution. Ils se déposent ou précipitent ensuite dans un milieu de sédimentation. Un milieu de sédimentation est une unité géomorphologique de taille et de forme déterminée où règne un ensemble de facteurs physiques, chimiques et biologiques suffisamment constants pour former un dépôt caractéristique (Fig. 16)

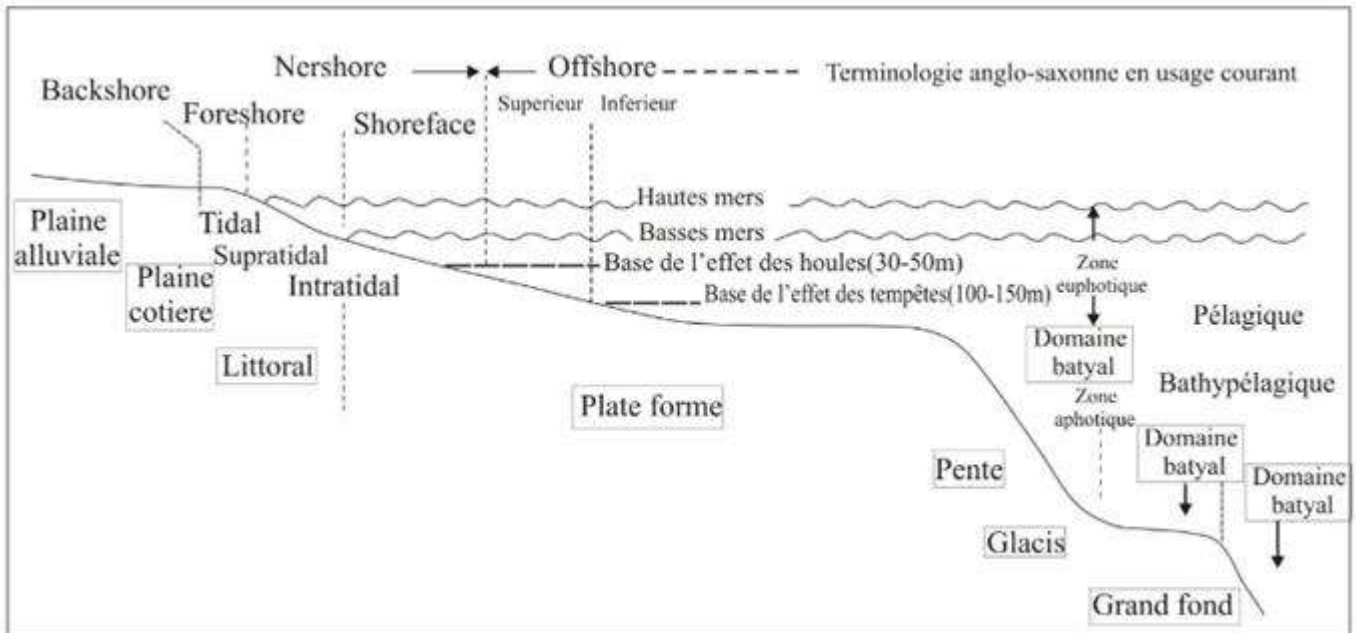


Fig. 21-Zonations verticales des fonds marins et terminologie en usage selon les profondeurs d'eau (Biju-Duval, 1999)

IV. 1. MILIEUX DE DEPOTS

L'étude sédimentologique du Silurien argilo-gréseux du bassin de Berkiné à partir des carottes des cinq (05) puits étudiés, basée sur la granulométrie, les structures sédimentaires et les éléments additionnels, ainsi que les degrés et diversités de bioturbation, nous a permis de mettre en évidence les caractéristiques suivantes:

1. L'importance des apports détritiques ainsi que le développement des barres gréseuses.
2. La présence de litages obliques indiquant un environnement de shoreface (avant-plage) supérieur où les sédiments sont vannés par l'action des vagues.
3. La présence de litages en mamelons (*HCS ou Hummocky Cross Stratification*) est aussi fréquente, caractérisant des dépôts de shoreface moyen à inférieur où l'action des vagues n'est sensible que lors de conditions de tempête ;
4. Les litages horizontaux.
5. La présence des rythmites gradées (*SGL ou Storm Graded Layers*).
6. La bioturbation est en général reliée au taux de sédimentation, et est abondante dans les systèmes suivants :

- a. Ichnofaciès à *Skolithos* : indiquent typiquement des caractéristiques intertidales où les organismes doivent réagir rapidement en conditions stressantes (Pemberton et *al.*, 1990).
 - b. Ichnofaciès à *Cruziana* : reflète les situations distales du plateau continental (circalittoral), au-dessous de la limite d'action des vagues, mais affecté par l'activité de tempête.
 - c. Ichnofaciès à *Zoophycos* : est enregistré dans une bathymétrie variable selon les âges géologiques entre la zone abyssale et le plateau continental peu profond.
 - d. Ichnofaciès à *Nereites* : indiquent les environnements d'eau profonde y compris des fonds océaniques et des bassins marins profonds. Les traces fossiles se produisent dans les boues, et se déposent en suspension dans les schistes, les siltites et les turbidites distaux.
7. L'installation de puissantes couches argileuses;
 8. La fine granulométrie des bancs gréseux. Les granulométries les plus fortes se rapportent aux sédiments les plus proximaux de type chenaux de marée ;
 9. Les éléments additionnels : La présence de drapages réguliers d'argile contribue à reconnaître des influences de marée. D'autres éléments tels que des clasts pluricentimétriques anguleux ont été observés dans des argiles d'offshore.
 10. La présence d'indices de déformations synsédimentaires (*slumps*, structures en boules et coussins "*Pillowball*") ;
 11. Rapport argiles / grès élevé;
 12. tendance généralement à grano et stratodécroissance;
 13. Chenalisation des niveaux gréseux.

Le milieu de sédimentation doit être déterminé à partir du sédiment, en recherchant la nature des écoulements responsables de la mise en place des sédiments et en recherchant parmi les figures sédimentaires celles qui sont caractéristiques d'un environnement.

L'écoulement est discontinu car il s'agit d'alternance d'argiles et de grès. Il se produit à une vitesse élevée comme le montre les litages horizontaux présents dans certains bancs (Simons et *al.*, 1965 ; Guy et *al.*, 1966 ; Clifton, 1982 ; Allen, 1982 ; Nottvedt & Creisa, 1987 in Guillocheau, 1991). Cependant, il est à composantes oscillatoire comme le suggèrent la présence de rides symétriques (Allen, 1982).

D'autres figures peuvent être intervenir parmi lesquelles : les litages obliques en mamelons (*HCS* ou *Hummocky Cross Stratification*), les rythmites gradées qui sont caractéristiques des dépôts de tempêtes. Ces dernières sont les seules qui peuvent expliquer, en milieu marin peu profond, un écoulement discontinu, à vitesse élevée et à composantes oscillatoire.

Ces dépôts se sont donc effectués dans deux environnements différents, il s'agit d'une alternance de dépôts de d'Offshore supérieur et de Shoreface. L'Offshore supérieur est caractérisé par une

sédimentation principalement argileuse, au-delà de la base de l'effet de la houle (Biju-Duval, 1999). Le Shoreface est caractérisé par la présence des structures emboîtées (SCS) influencées par les tempêtes (*HCS* et *SGL*), qui peuvent constituer des barres de plusieurs mètres d'épaisseur (Biju-Duval, 1999).

La présence d'indices de déformations gravitaires synsédimentaires tels que des *Slumps*, et des structures en boules et coussins '*Pillowball*', traces fossiles de type *Zoophycos* et *Nerites* caractéristiques de faciès de pente et profond nous permettent de proposer un environnement de type Offshore supérieur.

IV. 2. CONCLUSION :

La description et l'interprétation en termes hydrodynamique des faciès rencontrés, nous ont suggéré des milieux de dépôts répertoriés depuis un pôle proximal (chenaux côtiers) jusqu'à un pôle distal (offshore).

Il s'agit d'une alternance de :

- dépôts profonds caractérisés par la présence de figures de glissement gravitaires dominés par des bioturbations caractéristiques (Offshore supérieur).
- dépôts peu profonds de Shoreface caractérisés par la présence de structures emboîtées et influencés par des tempêtes.
- et un Offshore inférieur caractérisé par une sédimentation argileuse.

Cette alternance de dépôts est due à des facteurs auto-cycliques (tectono-sédimentaires).

Il est à noter que le passage ou la transition (Shoreface/Offshore) est marquée par des figures de tempêtes de type SGL (COJAN et RENARD, 1997).

V. ORGANISATION SEQUENTIELLE

La reconnaissance, l'interprétation des faciès et la compréhension de leurs relations spatio-temporelles constituent les bases de l'étude des séries sédimentaires en vue des reconstitutions paléo-environnementales et de la paléogéographie. La succession verticale des faciès rend, de plus, compte de l'évolution temporelle des environnements.

V. 1. GENERALITES ET DEFINITIONS

a. Séquence : Une séquence est une unité stratigraphique formée d'une succession régulière de couches relativement concordantes, génétiquement liées entre deux discontinuités sédimentaires.

b. Discontinuité : Une discontinuité est définie comme étant une surface portant des traces d'érosion et des enduits physico-chimiques indiquant un arrêt de sédimentation durant une période donnée.

c. Stratigraphie séquentielle : La stratigraphie séquentielle a été développée à partir des méthodes de stratigraphie sismique et concepts du modèle général d'Exxon (Vail *et al.*, 1977). Le principe de base est que les séries sédimentaires s'organisent en une succession logique de séquences essentiellement contrôlées par les fluctuations du niveau relatif de l'océan (Biju-Duval, 1999).

Elle a été définie comme étant l'étude des relations des superpositions des unités génétiques limitées par des surfaces d'érosion ou non dépôt dans un cadre chronostratigraphique (Van Wagoner *et al.*, 1990).

La première notion fondamentale est celle de l'espace disponible. Trois facteurs régissent cet espace:

- ✓ la subsidence;
- ✓ les apports sédimentaires;
- ✓ les variations du niveau marin.

d. Transgression, régression et niveau marin : Il est très important de noter que les termes, transgression et régression expriment respectivement, la direction du mouvement de la ligne de rivage vers le continent ou vers la mer. Lorsque le niveau marin relatif monte, on a une ligne de rivage transgressive. Lorsque le niveau marin relatif baisse, on a l'apparition d'une ligne de rivage régressive.

e. Stratigraphie génétique : La stratigraphie génétique a pour objet l'identification de petites unités stratigraphiques à limites isochrones. Ces unités, rarement visibles en sismique conventionnelle, sont définies par l'étude des faciès sédimentaires sur le terrain. Les unités génétiques sont considérées comme des briques élémentaires de la stratigraphie.

L'origine des séquences génétiques est controversée. Pour les uns (Van Wagoner *et al.*, 1990 ; Galloway, 1989), elles résulteraient de périodes de progradation ponctuées par des périodes de transgression ; pour les autres (Cross, 1988 ; Guillocheau *et al.*, 1989), elles présenteraient tous les stades d'une variation cyclique du niveau relatif de la mer, et elles seraient donc des séquences de dépôts à part entière.

f. Cortèges sédimentaires : Un cortège sédimentaire correspond à l'enchaînement des dépôts qui se combinent pour former des séquences (POSAMENTIER *et al.*, 1988). Il est composé d'une succession de paraséquences. De la base au sommet on distingue:

- Une surface d'érosion basale, discordance ou discontinuité majeure façonnée lors de la chute de niveau de la mer; elle témoigne d'une modification majeure du profil d'équilibre des cours d'eau qui se réajustent sur un nouveau niveau de base. On considère généralement le niveau de base comme équivalent du niveau zéro des mers. Concrètement, il y aura creusement de canyons et de vallées appelées vallées incisées.
- Un cortège de bas niveau (low stand system tract) sédimenté lors de la chute de niveau et pendant la période de bas niveau. On peut y distinguer différents types de dépôts (cônes sous-marins profonds, hémipélagites, etc.) selon les taux de sédimentation. L'ensemble des dépôts réalisés s'appelle prisme de bas niveau (PBN)

- L'intervalle transgressif (IT) (transgressive system tract) qui se développe lors de la phase de remontée du niveau de la mer. Le début de la remontée peut-être marqué par ce qu'on appelle surface d'inondation ou de transgression. Les sédiments constituent ensuite une aggradation et une rétrogradation progressive. Au maximum de remontée, on parlera de surface d'inondation maximale (SIM) ou maximum flooding surface.
- Le cortège de haut niveau (highstand system tract) appelé encore prisme de haut niveau (PHN) qui correspond à tous les dépôts de la phase de haut niveau jusqu'au début de la chute. On distingue là encore différents types de dépôts aggradants et progradants vers le large (prisme de bordure de plate-forme ou BPF).

V. 2. STRATIGRAPHIE SEQUENTIELLE

Séquences génétiques :

Elles correspondent aux motifs élémentaires reconnus et traduisant des variations de haute fréquence. Dans nos séries d'étude, elles montrent des épaisseurs variant de quelques mètres à quelques dizaines de mètres.

✓ Séquences de troisième ordre

Les séquences génétiques définies sont ensuite regroupées en groupement de séquences génétiques qui selon la dominance des intervalles (tendance transgressive/régressive) vont déterminer la dynamique sédimentaire qui est sous contrôle eustatique. Ces groupements de séquences vont aboutir à des séquences de dépôt de 2^o ordre (Fig. 17 à 21).

Notre série d'étude qui date du Silurien terminal dans le bassin de Berkine marque une durée très importante et correspondrait à un cycle de 2^{ème} ordre.

a. Séquences argilo-gréso-silteuses

Ce sont des alternances argilo-gréseuses traduisant des phases de décantation perturbées le plus souvent par des arrivées d'apports silteux représentés par des minces niveaux de silts. L'action des tempêtes est bien marquée dans la mise en place du faciès gréseux. Ces derniers présentent une multitude de structures sédimentaires parmi lesquelles : des rythmites gradées (*SGL*) et des *HCS*. Ces séquences se traduisent par des régimes rétrogradants/progradants dont la tendance générale est vers une régression. De telles séquences sont connues dans des environnements de Shoreface ou d'Offshore.

b. Séquences argilo-gréseuses

Généralement, elles se présentent par la mise en place de puissantes séries argileuses de l'ordre métrique selon une dynamique rétrogradante, suivie par l'installation de barres gréseuses selon une dynamique progradante. Ces barres s'organisent en bancs stratocroissants et stratodécroissants, le plus souvent à litages horizontaux et à rides de courant à leurs sommets, ainsi que l'apparition des Skolithos attestant un milieu marin peu profond.

La série d'étude est caractérisée par un régime marin. Ce dernier est représenté par une alternance de trois types de dépôts : dépôts profonds ou dépôts de pente, dépôts de Shorface et dépôts d'Offshore. Cette série montre nombreuses variations du niveau marin relatif. Elle montre différents agencements séquentiels et cycles sédimentaires.

- Cortèges transgressifs (IT)

Ces types de cortèges sédimentaires sont rencontrés dans notre série d'étude en alternance avec des prismes de haut niveau. Cependant, ils caractérisent généralement les parties basales des cinq puits. Ils indiquent une augmentation du niveau marin et reflètent un régime rétrogradant. La sédimentation est généralement argileuse avec quelques intercalations gréseuses montrant une légère aggradation.

- Cortèges de haut niveau (PHN)

Ces prismes caractérisent généralement le sommet de notre série d'étude pour les cinq puits. Ils sont généralement formés par un matériel gréseux à intercalations argileuses, influencé par des tempêtes de type SGL et HCS. Ces caractéristiques montrent un régime progradant mené par une diminution du niveau marin. Vers la fin de cette zone, on assiste à un enregistrement d'une surface d'inondation maximale (SIM) suivie par l'apparition des argiles.

Conclusion

Le Silurien argilo-gréseux qui date de 06 M. A, s'organise en un certain nombre de cycles stratigraphiques de 3^{ème} ordre répondant aux variations eustatiques consécutives aux événements glaciaires récurrents à cette époque.

L'ensemble des séquences de 3^o ordre est regroupé en une séquence de 2^o ordre qui traduit un intervalle transgressif représenté par les argiles et un prisme de haut niveau représenté par les alternances argilo- gréso ou argilo-gréso-silteuses.

Fig. 22-Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau du puits ALNP-1

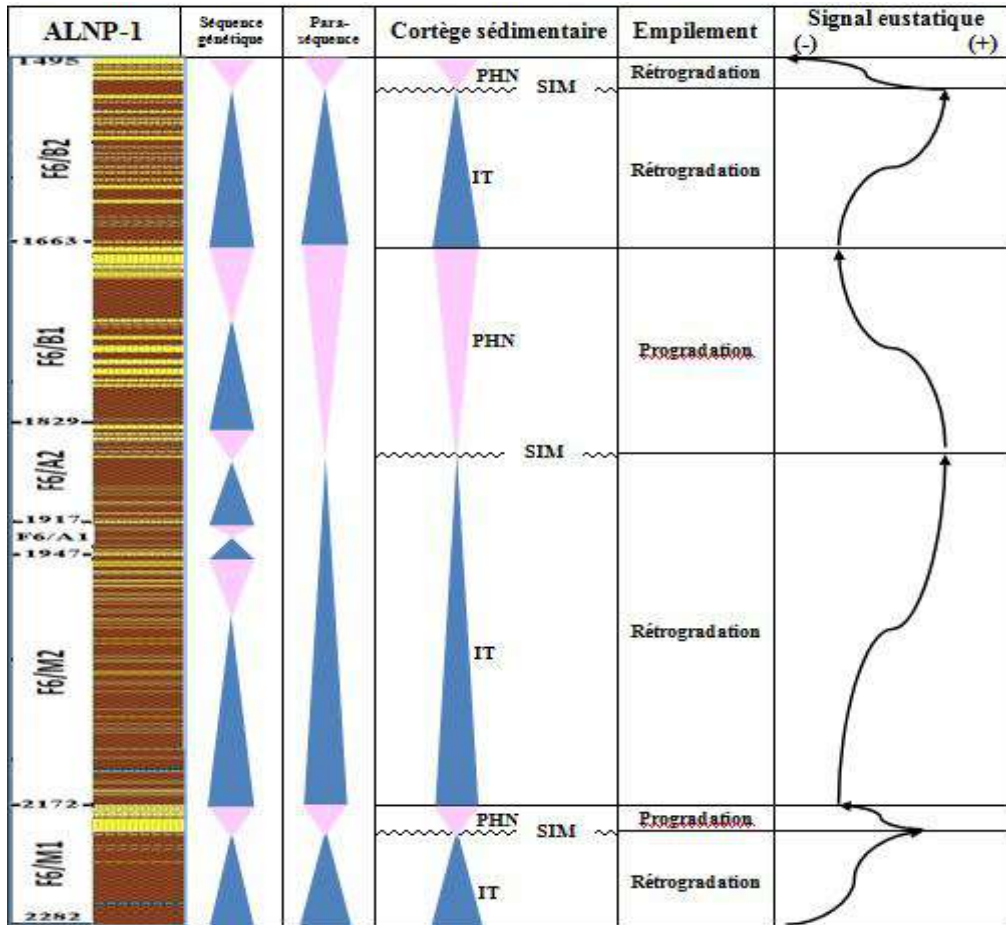


Fig. 23-Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau du puits HCP-1

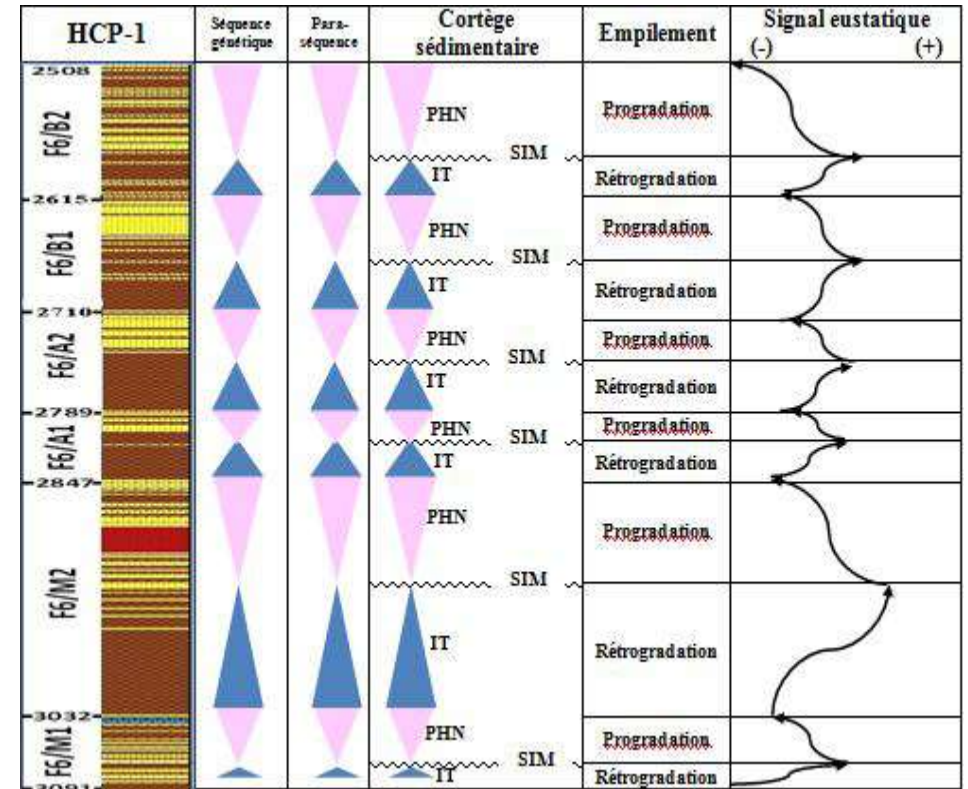


Fig. 24-Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau du puits ETB-2

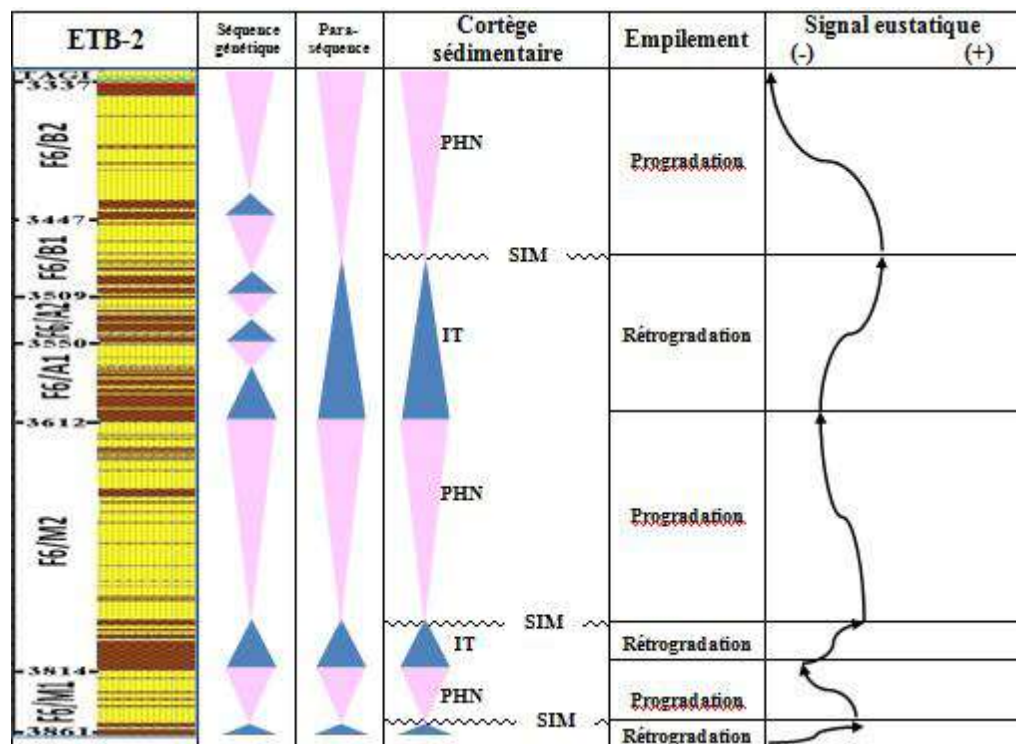


Fig. 25-Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau du puits ROF-1

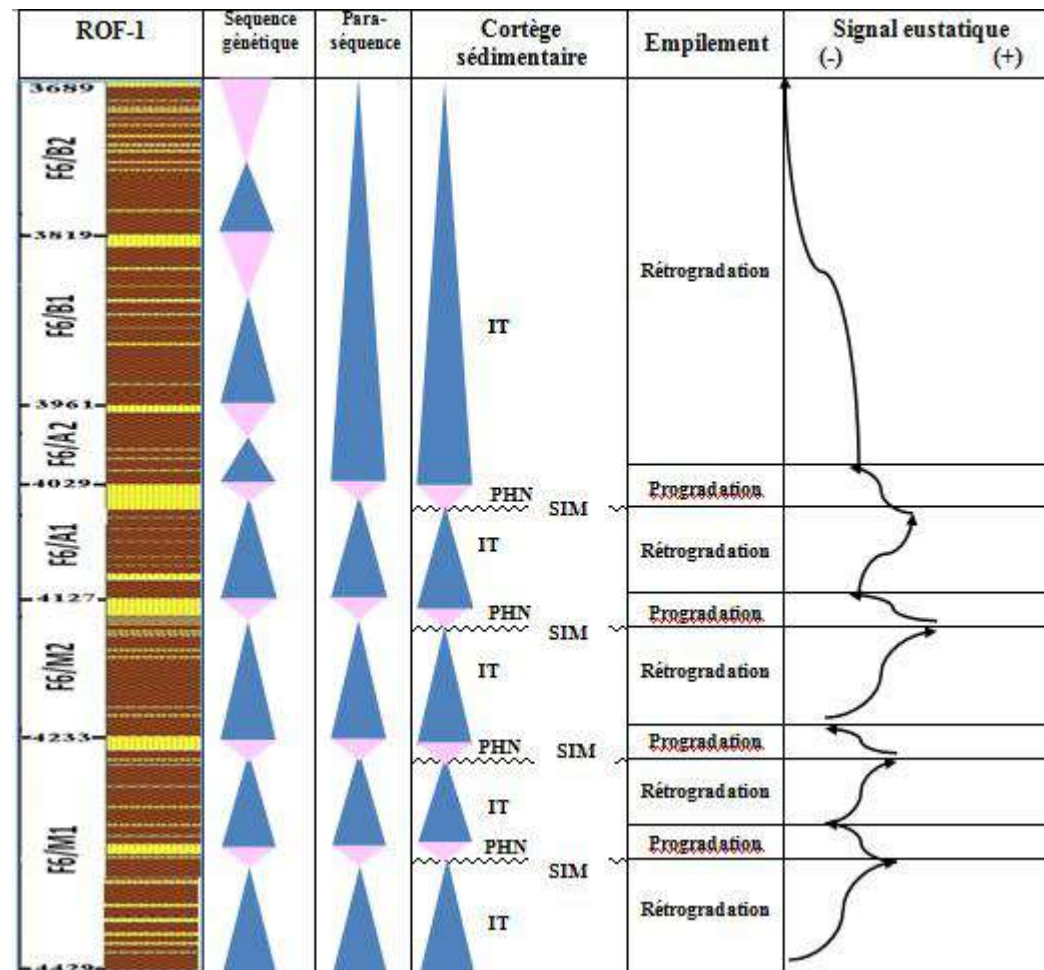
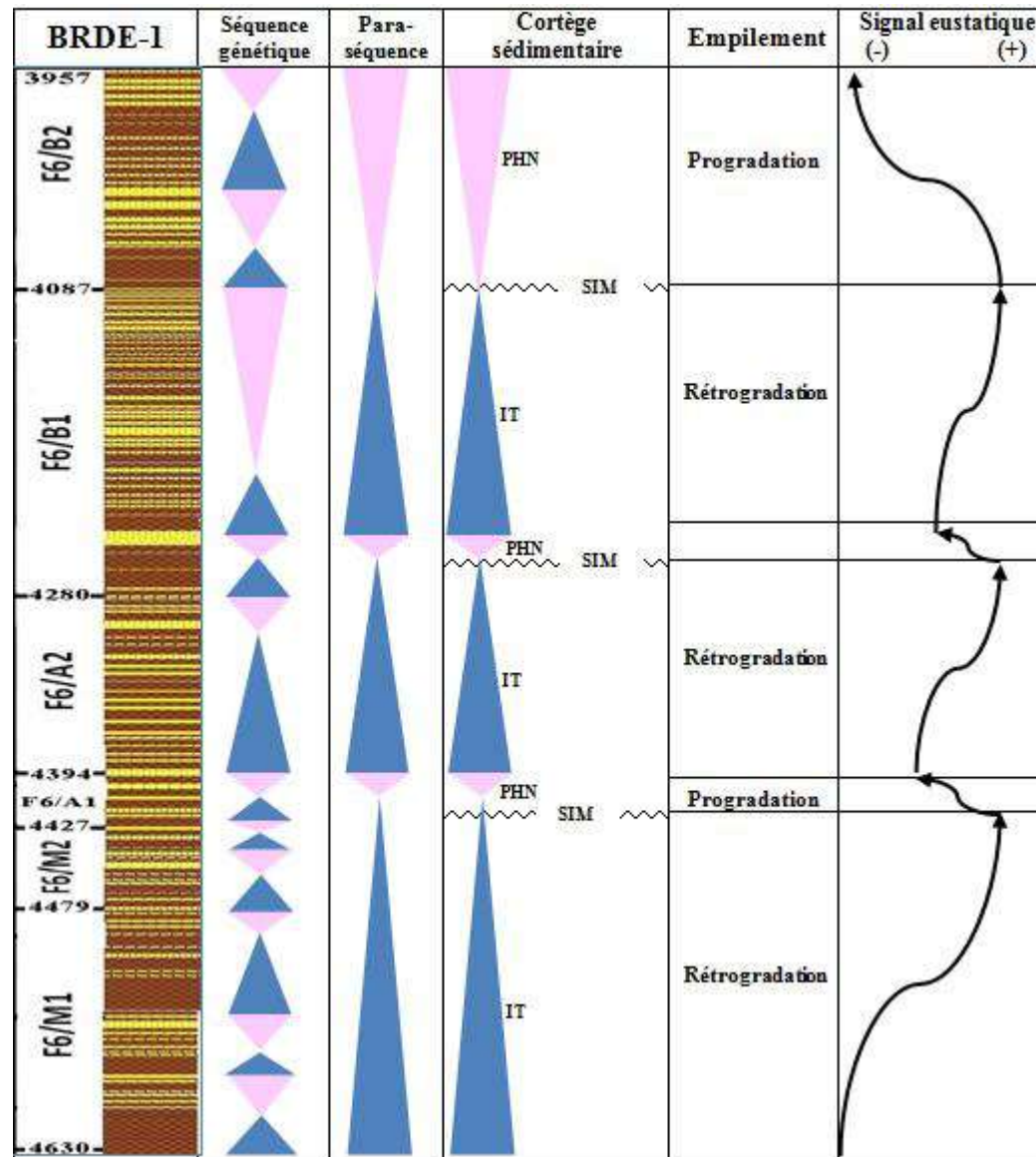


Fig. 26-Contexte stratigraphique du Silurien argilo-gréseux au niveau
du puits BRDE-1



CONCLUSION GENERALE

Dans le bassin de Berkine, le Silurien terminal est caractérisé par une sédimentation silicoclastique, il s'agit d'une alternance de dépôts argileux et gréseux. C'est pour cela qu'il est connu par le Silurien argilo-gréseux. Cette caractéristique de diversité de faciès qu'on ne trouve pas dans les autres bassins du Sahara algérien lui donne une très grande importance. Ce sont des dépôts qui s'étendent sur la totalité de ce bassin et varient d'épaisseur d'un point à l'autre.

La série d'étude enregistre une sédimentation fine succédant à une sédimentation gréseuse à silteuse. Elle montre un enregistrement complet et marque une nette influence des conditions hydrodynamiques notamment les tempêtes. L'alternance des niveaux influencés par les tempêtes, les niveaux bioturbés montrant plusieurs associations notamment la zone à *Nérites*, la zone à *Zoophycos*, la zone à *Cruziana* et la zone à *Skolithos* et les argiles ainsi que les dépôts de pente ou de glissement synsédimentaires donnant des structures de déformation notamment des *Slumps*, enregistrent la variabilité des conditions de la sédimentation.

La variabilité des apports argileux et gréseux, la bioturbation dans les faciès gréseux ainsi que l'importance des conditions hydrodynamiques marquées par la présence d'une multitude de structures sédimentaires liées aux différentes directions de courants, parmi lesquelles : des litages horizontaux, les rides de courant, les litages obliques en mamelons (*Hummocky Cross Stratifications ou HCS*), les rythmites gradées (*Storm Graded Layers ou SGL*), nous ont permis de proposer un environnement de dépôt marin peu profond dont lequel deux parties au moins sont présentes. Ce sont des alternances de dépôts de Shoreface et d'Offshore supérieur qui s'effectuent dans le temps sous l'action des facteurs tectono-eustatiques.

La présence de structures de déformation ou de glissement synsédimentaires notamment les *Slumps*, et *Pillowball* nous ont permis également d'attribuer ces dépôts à un environnement relativement profond marqué par l'installation d'un faciès argileux dans une pente.

L'évolution observée au cours des dépôts caractérisant la période silurienne terminale dans le bassin de Berkine ainsi que la diversité de la bioturbation reflètent un régime à caractère marin.

Le Silurien terminal dans ce bassin est marqué par la mise en place des séries argileuses reflétant un régime transgressif qui résulte de la remontée du niveau relatif de la mer liée probablement à la fonte de la calotte glaciaire de la fin de l'Ordovicien.

Cette phase transgressive est suivie par l'installation d'un matériel gréseux de haute énergie dont l'hydrodynamisme est très important (les tempêtes en particulier) associé à des arrivées silteuses. Ces dépôts reflètent un régime régressif à tendance progradante, attestant la diminution du niveau relatif de la mer.

References Bibliographiques

AIGNER T. & REINECK H.E. (1982) – Proximality trends in modern storm sand and from the helgolend Bright (North sea) and their application for basin analysis. *Senckengegianamaritima*, 14, p. 183-225.

AIGNER T. (1985) – Storm depositional system. Dynamic, stratigraphy in modern and ancient shallow marine sequence. *Lecture notes in earth. Sci. 3.* Springer-Verlag: Berlin, 174 p.

ALLEN J.R.L. (1982)-Sedimentary structures ; their character and physical basis. *Development in sedimentology*, 30, Elseiver Sci. Publ. Co., Amesterdam, vol. I

ALLEN J.R.L. (1982)-Sedimentary structures ; their character and physical basis. *Development in sedimentology*, 30, Elseiver Sci. Publ. Co., Amesterdam, vol.I : 593 p., vol II : 663 pp.

BEICIP – SONATRACH, (2012) : Etude régionale du Silurien argilo-gréseux du bassin de Berkine (Rapport interne de Sonatrach).

BERNARD BIJU DUVAL, (1999) : Géologie sédimentaire, Bassins, environnements de dépôts, formation du pétrole.

BERRABAH ALI, (2012) : Aspect sédimentologique de la formation du Djebel Serraf (fini-Ordovicien) au Ksar d'Ougarta et ses environs.

BEUF S., BIJU-DUVAL B., DE CHARPAL O., ROGNON P., GARIEL O. & BENNACEF A. (1971) – Les grès du Paléozoïque inférieur au Sahara. *Publ, IFP, Collectio Sc Tech, France.* 18 fig., 30 pl., 3 tabl., 446 p.

BEUF S., BIJU-DUVAL B., MAUVIER A. & LEGRAND Ph. (1968) – Nouvelles observations sur le Cambro- Ordovicien du Bled El Mass (Sahara central). *Publ. Serv. Carte géol. Algérie, Bull. n°38*, pp. 39-50.

BIJU-DUVAL B. (1999) – Géologie sédimentaire. Editions Technip, Paris et Instituts Français du pétrole, Rueil- Malmaison, 735 p., 528 fig.Cambro- Ordovicien du Bled El Mass (Sahara central).

BIJU-DUVAL B. (1999) – Géologie sédimentaire. Editions Technip, Paris et Instituts Français du pétrole, Rueil- Malmaison, 735 p., 528 fig.

BOUDJEMA A. (1987) : Evolution structurale du bassinpétrolier "triasique" du Sahara Nord oriental (Algérie).

CHAMLEY H. (1987) – Sédimentologie. *Coll. Géosciences, Dunod (éd.), Paris (France)*, 175 p., 87 fig.

CHAMLEY H. (2000) – Base de sédimentologie. *Coll. Géosciences, Dunod (2ème éd.), Paris (France)*, 178 p., 98 fig., 17 tabl.

CLIFTON H. E. (1982)-Wave-formed sedimentary structures- a conceptual model. In: *DAVIS R. A. J. & ETHINGTON R.L. (eds.): Beach and nearshore sedimentation. Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ., 24*, 126-146.

COJAN I. & RENARD M. (1997) – Sédimentologie. *Coll. Enseig. Sc. Terre, Masson (éd.)*, 410 p., 4 pl. ph.

CROSS T. A. (1988)-Controls on coal distribution in transgressive-regressive cycles. In: WILGUS C.K. , ROSS C.A. & VAN WAGONER J.R. (eds.): Sea-level change, an integrated approach. Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ., 42, 371-6380.

DELFAUD J. (1973) – Sur l'appartenance de certains pseudo-flyschs aux faciès prodeltaïques de plate-forme. C. R. Acad. Sc., Paris, t. 277, sér. D, p. 1125-1128, 1 pl. h. t .

DELFAUD J. (1974) – Typologie scalaire des séquences sédimentaires en fonction du milieu de dépôt. Bull. Soc.Géol. France, (7), XVI, n°6, p. 643-650.

DJAMEL BEKKOUCHE, (1992) : Le Silurien supérieur - Dévonien inférieur du bassin de Ghadames (Sahara oriental Algérien) : lithostratigraphie, sédimentologie et diagenèse des réservoirs gréseux.

EKDALE, A.A., BROMLEY, R.G., PEMBERTON, S.G., (1984) - Ichnology: the use of trace fossils in sedimentology and stratigraphy. SEPM Short Course 15, 317 pp.

GALEAZZI, (2010):Regional geology and petroleum systems of the Illizi–Berkine area of the Algerian Saharan Platform: An overview.

GALLOWAY W. (1989)-Genetic stratigraphic sequences in basin analysis I : architecture and genesis of flooding-surface bonded depositional units. Bull. Amer. Assoc.PetroleumGeol. 73, 125-142.

GHARBI AKILA, (2011) : Cartographie des biseaux stratigraphiques du Gédinnien de la zone N-W du Bassin de Berkine en utilisant l'inversion sismique.

GUILLOCHEAU F. (1983) – Les dépôts de tempêtes: le modèle de l'Ordovicien moyen ouest Armoricaïn. Thèse 3ème Cycle, Brest, 223 p.

GUILLOCHEAU F. (1988) – Zonation des dépôts de tempêtes en milieu de plate-forme, le modèle des plates-formes Nord gondwanienne et Armoricaïne à l'Ordovicien et au Dévonien. CR. Acad. Sci. Paris. t. 307, série II, pp. 1909-1916, 2 fig.

GUILLOCHEAU F. (1991) – Modalités d'empilement des séquences génétiques dans un bassin de plate-forme (Dévonien Armoricaïn) : nature et distorsion des différents ordres de séquences de dépôts emboîtés. Bull. Centresrech.Explor.- Prod. Elf-Aquitaine, 15, 2, 383-410, 21 fig.

GUY H. P., SIMONS D. B. & RICHARDSON E.V. (1966)-Summary of alluvial channel data from flume experiments from 1956 to 1961. U. S. Geol. Surv., Prof. Pap., 462-I, 96 pp.

HAMOUMI N. (1988) – La plate-forme ordovicienne du Maroc: dynamique des ensembles sédimentaires. Thèse. Doct. d'Etat. Univ. Strasbourg., 220 p.

HARMS J.C. (1975) – Stratification and sequences in prograding shoreline deposit. In: depositional environments as interpreted from primary sedimentary structures and stratification sequences. J.C. Harms., J.B. Southward., D.R. Spearing., R.G. Walker. (Eds.). Soc. Econ. Paleontologists, mineralogists, short courses, 2, p. 81-102.

ICHOLOGY ATLAS Version 1.0, (October 1998).

JEAN FABRE, (2005) : Géologie du Sahara occidental et central.

KAZI-TANI N. (1986) – Evolution géodynamique de la bordure nord-africaine: le domaine intra-plaque nord-algérien. Approche mégaséquentielle. Thèse Doc. Sc., n°53, Univ. Pau et Pays de l'Adour, 2 t., 871 p., 970 fig.

KUMAR N. & SANDERS J.E. (1976) – Characteristics of shoreface storms deposits modern and ancient examples. *J. Sedim. Petrol.*, v, 46, p. 145-162.

LOMBARD A. (1956) – Géologie sédimentaire. Les séries marines. Masson (éd.), Paris, 772 p., 180 fig., 13 pl. h. t.

MOUSSA, BEN ABDELKRIM (2015) : Interprétation Géodynamique des Configurations Sismiques marqueurs événementiels.

NOTTVEDT A. & KREISA R.D. (1987) – Model for the combined flow original of HCS. *Geology.*, 15, pp. 375-361., 3 fig.

PEMBERTON, S. G., MACEACHERN, J. A., AND FREY, R W., (1992) - Trace fossil facies models: environmental and allostratigraphic significance. In, Walker, R. G. and James, N. P. (eds.), *Facies Models—Response to Sea Level Change*, Geological Association of Canada, p. 47-72.

POSAMENTIER H.W. & VAIL P.R. (1988) – Eustatic controls on clastic sedimentation II-Sequence and system tracts models, in: Wilgus C.K., Hasting B.S., Ross C.A., Posamentier H.W., Van Wagoner J. & Kendall C.G.St., eds., *Sea level changes: an integrated approach*. Soc. Econ. Paleont. Mineralogists. Sp. Publ., 42, p. 125-154.

REGAGDA BOUBAKEUR SEDDIK, (2016) : Etude sédimentologique des affleurements de la région deSerguine (Monts de Chellala, Domaine préatlasique).

REINECK H.E. & SINGH I.B. (1980) – Depositional sedimentary environments with reference to terrigenousclastics. 2nd ed., Springer-Verlag, Berlin, 549 p.

RÉMI ESCHARD¹, HUSSEIN ABDALLAH², F. BRAIK², AND GUY DESAUBLIAUX, (2005) :The Lower Paleozoic succession in the Tassilioutcrops, Algeria: sedimentology andsequence stratigraphy.

ROGER R.W., WILLIAMS L.D. & DALE A.L. (1983) – Hummocky Cross Stratification: significance of its variable bedding sequences: Discussion and reply discussion. *Geol. Soc. American. Bull.* v. 94, pp. 1245-1251., 7 fig.

SEILACHER, A., (1953) - Studienzurpalichnologie.I. uber die methoden der palichnologie. *Neues-Jahrb. GeologiePalaontologieAbhandlungen* 96, 421-452.

SIMONS D.B., RICHARDSON E.V. & NORDIN C.F. (1965)- Sedimentary structures generated by flow in alluvial channels. In: MIDDLELTON G.V. (ed.): *Primary sedimentary structures and their hydrodynamic interpretation*. Soc. Econ. Paleont. Mineral., Spec. Publ., 12, 34-52 .

SIMPSON A. M. & ERIKSON K.A. (1990) – Early Cambrienprogradational and transgressive sedimentation patterns. An example of the early history of passive margin. *Jour. Sedim. Petrol.*, v. 58, p. 580-595.

SWIFT J.W. & NUMMEDAL D. (1983) - Hummocky Cross Stratification and migaripples: a geological double standard. *Jour. Sedim. Petrol.*, v. 53, p. 1295-1317.

VAN WAGONER J.C., MITCHUM R.M.Jr., CAMPION K.M. & RAHMANIAN V.D. (1990)- Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores, and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. Amer. Assoc. Petroleum Geol., Methods in Exploration series, 7, 55 p .

WALKER R.G. (1985) – Geological evidence for storm transportation and deposition on ancient shelves. In shelf sand and sandstone reservoirs (eds, R.W. Tillman, D.J.P. Swift & R.G. Walker). Soc. Econ. Paleont. Miner. Short course notes 13, 243-302.

WALKER R.G., DUKE W.L. & LECKIE D.A. (1983) - Hummocky Cross Stratification significance of its variable bedding sequences: Discussion. . Bull. Geol. Soc. Amer. 94, 1245-1249.

WEC (Well évolution conférence) 2007 Document SONATRACH/SCHLUMBERGER, ALGER.

XAVIER DEVLEESCHOUWER (année 2008-2009) : Cours de Sédimentologie (GEOL-F-204)

Résumé

Dans le bassin de Berkine qui se trouve au sud-est de l'Algérie, le Silurien terminal est marqué par une série silico-clastique constituée par des alternances argilo-gréseuse à silteuse.

L'étude sédimentologique basée sur l'inventaire détaillé des structures et figures sédimentaires ainsi que les traces fossiles, nous a permis de mettre en évidence deux principaux faciès (FI) et (FII).

L'interprétation de ces faciès en terme hydrodynamisme a révélé l'influence de courants hydrodynamiques notamment les tempestites et les courants unidirectionnels dans la mise en place des dépôts argilo-gréseux du Silurien ainsi qu'une installation de dépôts profonds par des courants de densité dont les sédiments viennent perturber épisodiquement la sédimentation propre au bassin avec laquelle ils forment des successions

Mots clés : Berkine, Silurien, Argilo-gréseux, Faciès, Hydrodynamisme, Dépôts profond.

ملخص

في حوض بركين جنوب شرق الجزائر، تميزت الحقة السيلورية بسلسلة ترسبات متناوبة سيليكو-تفكيكية تتكون من الطين والحجر الرملي الغريني.

وقد سمحت هذه الدراسة الرسوبية بناء على جرد مفصل للهياكل والأشكال الرسوبية وكذلك آثار الحفريات من التعرف على سحنتين رئيسيتين (FI) و (FII).

التفسير الهيدروديناميكي لهذه السحنتان كشف مدى تأثير التيارات الهيدروديناميكية بما في ذلك *tempestites* والتيارات أحادية الاتجاه في تموضع هذه السلسلة من الترسبات السيليكو-تفكيكية في هذه الحقة وتشكل الترسبات العميقة من قبل التيارات الكثيفة التي تأتي دوريا برواسبها لتعكير الرواسب الأصلية المتواجدة بالحوض فتشكل معها سلسلة ترسبات متناوبة.

كلمات البحث: بركين، الحجر الرملي الطيني، السيلوري، سحنة، الهيدروديناميكية، والترسبات العميقة.

Abstract

In the Berkine basin in the south-east of Algeria, the terminal Silurian is marked by a silico-clastic series constituted by clay-sandstone to silty alternations.

The sedimentological study based on the detailed inventory of sedimentary structures and figures as well as the fossil traces allowed us to highlight two main facies (FI) and (FII).

The interpretation of these facies in hydrodynamic terms has revealed the influence of hydrodynamic currents; in particular the tempestites and the unidirectional currents, in the placement of Silurian clay-sandstone deposits and an installation of deep deposits by density currents, the sediments disrupt episodically the sedimentation proper to the Basin with which they form successions

Key words: Berkine, Silurian, Clay-sandstone, Facies, Hydrodynamics, Deep deposits.