

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVLABLES 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

**Caractérisation et évaluation de réservoir non conventionnel
Silurien (bassin d'Ahnet)**

. Présenté.par.:

**ABAYAHIA Hacene
OURDI Zakaria
RACHEDI Yasmine Lina**

Devant le jury :

Président :	Dr..BELKESIR.Med.Salah..	M..C..A..Univ..Ouargla.
Promoteur .:	Pr..HACINI.Messaoud.	PR.....Univ..Ouargla.
Examineur ...	Dr..ZAATOUT.Merzouk..	M..A..B..Univ..Ouargla.
Membre invité	Dr..KADRI.Med.Mehdi..	M..A..A..Univ..Ouargla

Année Universitaire : 2016/2017

الملخص:

في هذا العمل حددنا خصائص الغاز الصخري لطبقة السيلوريانية انطلاقا من الآبار المتواجدة في الجنوب الغربي للحوض الرسوبي أحنات في الصحراء الجزائرية. هدفنا يعتمد على تحليل النتائج المحصل عليها بعد الدراسات الجيوكيميائية باستعمال الجيوفيزياء, التي ساعدت في تحديد الخصائص اللازمة لتعيين المناطق المحتملة لتواجد الغاز الصخري. هذه الدراسة تحدد مجالات منتجة متعددة للغاز الصخري, و تبين ان الطبقة السيلوريانية تحمل خصائص جيدة للإنتاج. هذا التحليلات قد تقود الى استكشافات مستقبلية في المنطقة, و خاصة في مجال خزانات الغاز الصخري. **الكلمات المفتاحية:** الغاز الصخري, المواد العضوية, جيوفيزياء, الجيوكيمياء, الخصائص, التقييم, أحنات.

Résumé :

Dans ce travail, on a fait une caractérisation des propriétés du gaz de schiste de la formation Silurienne, des puits situés dans la zone Sud-ouest de bassin d'Ahnet dans le Sahara Algérienne. Notre objectif est basé sur l'interprétation des résultats obtenus après le traitement des données diagrammées en utilisant des études géochimiques, qui contribuent à la détermination des paramètres nécessaires pour localiser les zones perspectives à la production de gaz de schiste, cette étude montre qu'il y a des intervalles productifs multiples, et la formation Silurienne a des bonnes caractéristiques qui la rendent techniquement exploitable.

Cette analyse peut servir à l'orientation des futurs travaux de recherche et d'exploration dans la région.

Notamment pour les réservoirs de gaz de schiste.

Mots clés : schiste, matière organique, gaz adsorbé, diagramme, géochimie, caractérisation, évaluation, Ahnet.

Abstract :

In this work, we characterize the shale gas properties of the Silurian formation from wells that are located in the south-west of Ahnet basin in the Algerian Sahara. Our objective is based on the interpretation of the results obtained after the treatment of logging data using a geochemical study, which aid for the determination of the necessary parameters to localize production perspective zones of shale gas, this study mention multiple productive intervals, and that the Silurian formation has a good characteristics for the exploitation.

These analyses may lead to future works of exploration in the region, specifically for shale reservoirs.

Key words: shale, organic matter, adsorbed gas, logging, geochemistry, characterization, evaluation, Ahnet

Je dédie ce mémoire à :

Mes parents :

Ma mère, qui a œuvré pour ma réussite, de par son amour, son soutien, tous les sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et sa présence dans ma vie, reçois à travers ce travail aussi modeste soit-il, l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.

Mon père, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privations pour m'aider à avancer dans la vie. Puisse Dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit ; Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

Mes frères et sœurs puis mes amis qui n'ont cessé d'être pour moi des exemples de persévérance, de courage et de générosité.

ABAYAHIA HACENE

*Je dédie ce modeste travail à la fleur de
ma vie ma chère mère*

*A mon prince qui a sacrifié toute sa vie
pour notre instruction mon cher père*

Aux étoiles de ma vie :

RACHEDI DJELLOUL et BRAHIM

A ma meilleur amie et sœur

*KHAOUALÉD RADJA pour sa
sympathie douceur et gentillesse*

A toute ma famille : RACHEDI et ZAIDI

A mon future mari : YUCEF SIFFELLAH

A ma belle famille : YUCEF

A mon ange : MAMA FATMA

A mes Jolies Copines

A tout mes amis sans exception.

A tout la promotion de géologie pétrolière

*Et finalement qui sans pas dans les lignes
mais dans le cœur*



ASIMME



Dédicaces Dédicaces

*Je dédie ce travail à mes très chers parents qui m'ont
soutenu durant toutes mes études et partagé mes moments
difficiles ;*

A mes grandes mères ;

A mes sœurs et surtout la petite Rania;

*A toute la famille Ourdi et surtout mon cousin Amine ;et mes
deux binomes : Hassene et Yassmine.*

*Ainsi que mes proches amis : abdou , hafid ,sifou, madjid,
zoubir,sid ali , Pachta, malek ;amine , samir et mes amis d'études :
said , akram , hakem et toutes la promo sans exception.*

Ourdi Zakaria



Remerciements

Nos remerciements s'adressent premièrement et avant tout au Dieu tout puissant, qui nous a aidés à réaliser ce travail, et pour sa grâce tout au long de notre vie professionnelle et personnelle.

Nous tenons à remercier vivement notre enseignants encadreurs Mr. HACINI.M et Mr.KADRI.M Pour ses conseils, orientations et sa disponibilité le long de l'élaboration de ce travail. Ainsi que tout le département de géologie.

Nous adressons aussi notre sincères remerciements à l'ensemble des enseignants de L'UNIVERSITE DE KASDI MERBAH qui contribué à notre formation.

Nous tenons à remercier tous les ingénieurs qui travail au sein de DEP le chef département de Géologie Mr. Zekkour Outhmen nous avoir facilités la tache pour la réalisation de cette étude.

Monsieur HICHOUR Bachir et HAMA Toufik ingénieurs Géologie service étude pour leur aide, leurs orientations et leurs conseils à la cour de cette période.

Monsieur AITYAHIA KARIM et Madame BOUSLAH KARIMA ingénieurs de département géologie Sonatrach exploration Nouvelles pour son soutient et pour toutes ses explications.

J

Liste des figures Et des tableaux

Liste des figures

Figure 1.1 Carte des principaux éléments morpo structuraux de la plate-forme saharienne.....	3
Figure 1.2 La réponse typique de shale en wireline log.....	8
Figure 1.3 Reconstitution d'ordovicien supérieur et silurien inferieur.....	9
Figure 1.4 Modèle simplifié de silurien dans le nord d'Afrique.....	9
Figure 1.5 Position et limites du bassin de l'Ahnet.....	10
Figure 1.6 Coupe régional W-E (les strates en rouge, les faille en vert).....	12
Figure 1.7 la section régional avec la discordance Hercynien.....	13
Figure 1.8 La ligne de séismique 87mk192_sv_mekerene, et leur localisation sur la carte en jeune.....	14
Figure 1.9 Les hot shale silurien de bassin d'Ahnet.....	15
Figure 1.10 Resumé schématisé de section 1635-1651 dans DMS2.....	16
Figure 1.11 Resumé schématisé de section 1124-1134 dans DMS-2.....	16
Figure 1.12 Fracture observé dans le carottage.....	17
Figure 2.1 Les quatre types d'argile rencontrée dans les roches sédimentaires avec leurs formules chimiques.....	19
Figure 2.2 a) Schéma d'eau adsorbé, b) schéma d'image SEM présent que la kaolinite a qu'une surface externe ou le smectite a une surface externe et interne.....	20
Figure 2.3 Schéma expérimental d'He pycnomètre.....	20
Figure 2.4 Mécanisme de transport de gaz dans le shale.....	21
Figure 2.5 Schéma explique comment la saturation varié entre les laboratoires pour un échantillon de 4% de porosité	23
Figure 2.6 La distribution hypothétique de gaz (rouge) et de l'eau (bleu) dans la matière organique (gris).....	23
Figure 2.7 plan de R-1/2- ΔT	25

Liste des figures Et des tableaux

Figure 2.8 plan de R-1/2- Δ T modifié.....	25
Figure 2.9 corrélation de COT calculé vs COT mesuré.....	26
Figure 2.10 Log de séparation Δ logR.....	27
Figure 2.11 la relation linière de Δ log R avec COT et la maturité.....	28
Figure 2.12 abaque relié type de kérogène avec la saturation.....	28
Figure 2.13 corrélation de COT calculé vs COT mesuré.....	29
Figure 2.14 Principe d'un détecteur à ionisation.....	31
Figure 2.15 Bloc diagramme de l'analyse.....	31
Figure 2.16 colonne de gaz.....	32
Figure 2.17 principe de la chromatographie.....	33
Figure 2.18 graphe de mouillabilité vs profondeur.....	33
Figure 2.19 graphe de mouillabilité et balance vs profondeur.....	34
Figure 2.20 graphe wh, bl et ch vs profondeur.....	34
Figure 2.21 la portail "log designer" de logiciel logplot.....	36
Figure 2.22 la portail "data editor" de logiciel logplot.....	36
Figure 2.23 interface de "borehole manager".....	37
Figure 2.24 interface " utilities".....	37
Figure 3.1 Image satellitaire d'emplacement les puits étudiés	38
Figure 3.2 modèle géométrique de la zone prospecté.....	40
Figure 3.3 modèle géométrique de strates cambro-ordovicien.....	40
Figure 3.4 modèle géométrique de strate silurienne.....	41
Figure 3.5 graphe de séparation Résistivité-Sonique.....	42
Figure 3.6 graphe de COT vs profondeur.....	42
Figure 3.7 les paramètres de gas ration vs profondeur.....	43

Liste des figures Et des tableaux

Figure 3.8 log organique de puits HCN.....	44
Figure 3.9 graphe de séparation Résistivité-Sonique.....	45
Figure 3.10 graphe de COT vs profondeur.....	45
Figure 3.11 les paramètres de gas ration vs profondeur.....	46
Figure 3.12 log organique de puits ZKR.....	47
Figure 3.13 graphe de séparation Résistivité-Sonique.....	48
Figure 3.14 graphe de COT vs profondeur.....	48
Figure 3.15 les paramètres de gas ration vs profondeur.....	49
Figure 3.16 log organique de puits YSM.....	50
Figure 3.17 histogramme représente le toit de silurien.....	51
Figure 3.18 histogramme représente l'épaisseur de silurien	51
Figure 3.19 histogramme représente la variation de COT	52
Figure3.20 histogramme représente la concentration de gaz dans les puits	52

Liste des tableaux

Tableau 1.1 les principaux événements ayant affectés la plate-forme saharienne.....	6
Tableau 2.1 Surface des minéraux argileux les plus répondu (sable quartzeux fin).....	19
Tableau 2.2 Teneur en COT définissant le potentiel pétrolière d'une roche mère.	24
Tableau 2.3 types d'hydrocarbure selon les paramètre de gas ration.....	35
Tableux 1.3 Log lithostratigraphique de la zone prospecté.....	39

Nomenclatures

nomenclatures :U

EIA : L'Agence d'information sur l'énergie

IAP : institue algérien de pétrole

TCF : trillion cubique feet

MA : million d'année

GR : gamma ray

COT : carbone organique totale

Vp : volume des pores.

Vt : volume total de la roche.

Sw : saturation en eau.

Q : Débit du fluide traversant la roche en cm³/s.

S : Surface de passage du fluide en cm².

μ : Viscosité du fluide en centpoises (viscosité dynamique)

K : Perméabilité de l'échantillon exprimée en darcy (d).

h : l'épaisseur de la roche reservoir [m].

P_0 : pression de fond [Pa].

P_P pression sur l'échantillon [Pa].

μ_P la viscosité de gaz [Pa·s].

R_P diamètre effective de la roche réservoir [m].

r_P diamètre de puits [m].

IFP : institut français du pétrole

LOM : Niveau de métamorphisme organique

Sommaire Δ

Sommaire

Introduction :.....	1J
1. La géologie de SAHARA :	2J
1.1 La province occidentale:	2J
1.2 La province Triasique :	2J
1.3 La province Orientale :	2J
2. Histoire structurale de la plate-forme saharienne :	3J
2.1 L'orogénèse panafricaine (620-550 Ma) :	3J
2.2 Le cycle calédonien :	4J
2.3 L'Orogenèse hercynienne	5J
3. La géologie de silurien :	7J
3.1 Description :	7J
3.2 Modèle de dépôt :	8J
4. Cadre géographique de bassin d'Ahnet:	9J
5. Cadre géologique de bassin d'Ahnet:	10J
6. Stratigraphie:.....	11J
7. Evolution structural de bassin d'Ahnet:.....	11J
8. Le silurien d'Ahnet :	15J
9. Carottage de Silurien d'Ahnet:	15J
10. Fractures Silurien d'Ahnet :	17J
1. Caractéristiques pétrophysiques :	18J
1.1 La porosité \varnothing % :	18J
1.2 La perméabilité K :	21J
1.3 La saturation :	22J

Sommaire Δ

2. Caractéristiques géochimique :	24J
2.1 Le carbone organique totale COT :	24J
3. Méthode d'estimation de COT :	24J
3.1 Méthode de CRBOLOG :	24J
3.2 Méthode de Passey :	26J
4. Caractères diagénétiques :	29J
4.1 Epaisseur:	29J
4.2 Maturation de la matière organique:	29J
4.3 Minéralogie:	30J
5. Les caractéristiques de gaz :	30J
5.1 Total gaz:	30J
5.2 Gaz chromatographe :	31J
5.3 Gaz ration:	33J
6. Logicielles:	35J
6.1 Logplot:	35J
6.2 Rockworks :	37J
1. Généralité sur la zone de prospection :	38J
1.1 Situation géographique :	38J
1.2 Stratigraphie :	38J
1.3 Structure :	40J
2. Potentialité des puits :	41J
2.1 puits-HCN :	41J
2.2 puits-ZKR :	45J
2.3 puits-YSM :	48J
3. histogrammes comparatives des puits:	51J

Sommaire Δ

3.1 Histogramme comparative de Profondeur:	51J
3.2 Histogramme comparative de l'épaisseur:	51J
3.3 Histogramme comparative de COT :	52J
3.4 Histogramme représente la concentration de gaz sec (C1):	52J
4. Résultats :	53J
Conclusion :	54J

Introduction :

Les hydrocarbures sont des énergies vitales pour le monde actuel, ils présentent la majorité des ressources énergétiques, et utilisées comme une matière primaire pour plusieurs industries.

Avec le développement technologique et économique des pays, les besoins mondiaux de cette matière primaire s'augmentent tant que les hydrocarbures sont une énergie non renouvelable et fossile, ce qui fait l'appel de développer des méthodes modernes pour l'exploitation des hydrocarbures non conventionnelles

Ces derniers sont des ressources qui nécessitent des techniques d'exploitation avancées, cette ressource est subdivisée en plusieurs types parmi lesquelles : hydrocarbure lourd, Tight-gas, Hydrat-gas, gaz de schiste.

Le gaz de schiste est un gaz naturel qui existe dans la roche mère qui se compose d'argile noire.

Tout au long des 40 dernières années, l'industrie pétrolière a progressé de réservoirs du gaz non conventionnelles, ou les États-Unis qui ont été le leader dans le développement des techniques de l'exploitation de gaz de schiste ont commencé des travaux révolutionnaires depuis 2006 pour caractériser les réservoirs non conventionnelles et évaluer leur contenu de gaz ; en 2011 l'EIA estime la réserve de monde à 22016 trillions de pieds cubes pour 32 pays dispersés dans les 5 continents du monde.

L'Algérie qui possède une quantité énorme de ce gaz dans deux formations rocheuses qui sont l'argile silurienne et l'argile Frasnienne, réparties sur 3 bassins sédimentaires majeurs qui sont : bassin d'Ahnet, bassin de Timimoune et bassin de Berkine ; l'IAP montre que la totalité de la réserve estimée pour ces bassins en 2013 est de 4955 TCF.

L'objectif de ce travail est de caractériser une partie de réservoir non conventionnelle de formation Silurienne trouvée au bassin d'Ahnet.

Chapitre 1 : présentation de la région

Le bassin d'Ahnet est une partie de province gazifière qui se trouve dans la partie centrale et occidentale de Sahara algérienne, dans ce chapitre on va présenter le cadre géographique et géologique de la région d'étude avec les différentes phases tectoniques qui ont subi.

1. La géologie de SAHARA :

La plate-forme saharienne, située au Sud de la flexure sud-atlasique, elle regroupe tous les bassins sahariens algériens, marocains, libyens et mauritaniens qui font partie d'un très vaste ensemble qui est l'Afrique du Nord.

Elle constitue un domaine cratonique qui comprend en Algérie la dorsale Réguibat et le bouclier du Hoggar.

Elle montre un socle précambrien sur lequel repose en discordance une puissante couverture sédimentaire globalement tabulaire, sauf aux abords immédiats des grandes failles panafricaines réactivées ; elle a été structurée au Paléozoïque en plusieurs bassins répartis en trois provinces pétrolières.

1.1 La province occidentale:

La province occidentale occupe une superficie de près de 650 000 km², elle comprend les bassins de Tindouf, Reggane, Ahnet-Timimoun, Béchar, la cuvette de Sbaa et le bassin de Taoudeni; ces bassins, ces dépressions sont à remplissage paléozoïque et le Mésozoïque y est peu développé, l'épaisseur des sédiments varie de 3500 à 8000 m.

1.2 La province Triasique :

La province triasique est située dans la partie septentrionale de la plate-forme saharienne, c'est un anticlinorium de direction E-W qui regroupe l'ensemble de la voûte de Tilmimt, le Haut fond de Talemzane, le système structural de Djemâa-Touggourt, le système de dislocations d'El Agreb-Messaoud et le môle de Dahar.

Ces éléments sont séparés par des dépressions (Oued Mya).

Le paléozoïque dans la province triasique est souvent érodé, le Mésozoïque lui est discordant.

1.3 La province Orientale :

La province orientale comprend les bassins d'Ililizi, de Ghdamès et de Berkine ou la série sédimentaire est plus complète elle va du Cambrien à l'actuel. (Habib 2014)

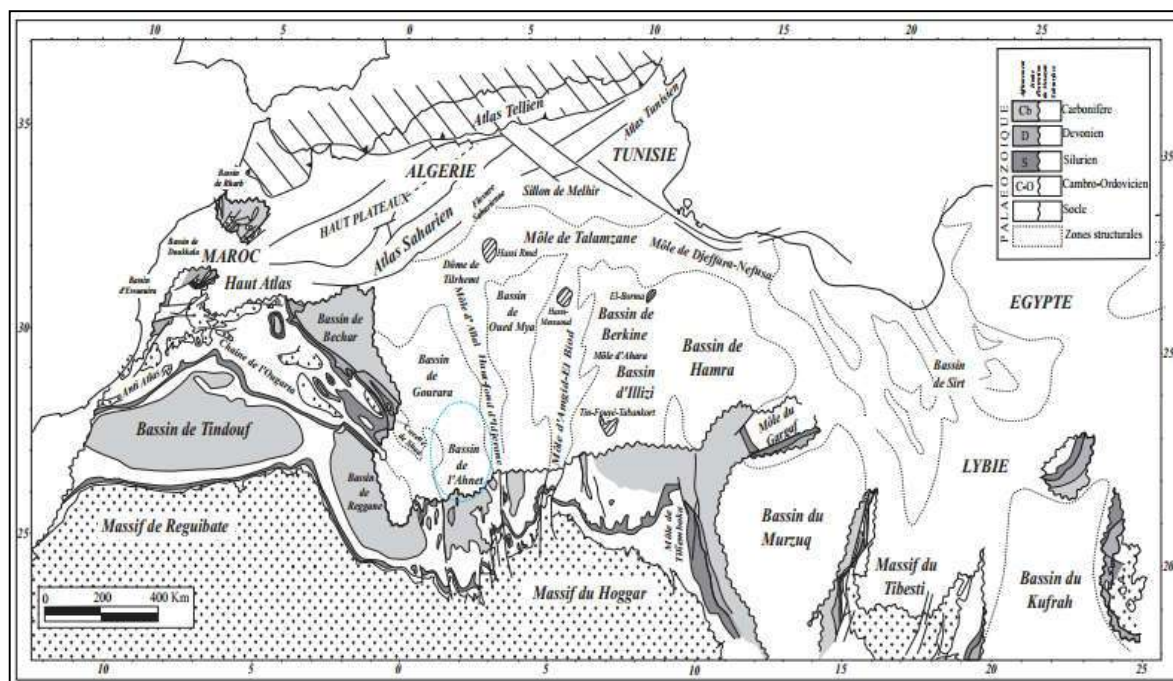


Figure 1.1 Carte des principaux éléments morpho structuraux de la plate-forme saharienne

2. Histoire structurale de la plate-forme saharienne :

L'histoire géologique de la plate-forme saharienne est très ancienne, son édification plusieurs étapes de structuration, elle a toujours été influencée par la présence de vieux boucliers (Réguibat, Touareg) (Boudjemaa.A, 1987).

Les témoins actuels de ces épisodes de formation, à savoir les discontinuités majeures permettent de retracer et de reconstituer le scénario global qu'a connu cette plate-forme pendant son évolution.

2.1 L'orogénèse panafricaine (620-550 Ma) :

La phase panafricaine est associée à événement géodynamique majeur à l'échelle du Gondwana qui correspond à la suture entre la partie Est et la partie Ouest du Gondwana de 900 à 550 Ma (Schandelmeier et al, 1997).

Sur le continent africain, elle est marquée par la collision entre deux blocs continentaux, Le bloc Ouest-africain rigide et stable depuis 1800 Ma et le bloc Est-africain plus plastique.

Cette phase majeure de collision, de déformation et de magmatisme a donné naissance à deux grands domaines (Fabre, 1988) des zones de sutures et des zones où s'accumulent les premiers sédiments cratoniques.

Les principaux traits structuraux de la plate-forme sont acquis au cours de cette phase de structuration qui a abouti à la compartimentation du craton en trois blocs principaux séparés par un système de grandes failles d'orientation sub-méridienne

Les accidents subméridiens d'âge précambrien résultant du serrage Est-Ouest suite à la collision, sont à la base de l'individualisation dans la plate-forme saharienne de bassins sédimentaires (Beicip, 1975).

2.2 Le cycle calédonien :

L'orogène panafricaine, qui a pris fin au cours du Cambrien est suivie d'une période d'érosion importante qui a nivelé les structures et les reliefs. Il se forme alors une vaste pédiplaine plongeant vers le Nord au nord du Hoggar, et au Sud au Sud du Hoggar, appelée « surface infratassilienne » (Beuf et al, 1971).

a) La distension cambro-ordovicienne :

Les séries cambro-ordoviciennes montrent, qu'une instabilité tectonique accompagnée leur dépôt

Des variations d'épaisseurs et de faciès de part et d'autre des accidents N-S sont visibles tant en surface qu'en subsurface. Des roches volcaniques sont intercalées dans les grès du Cambrien et dans les argiles trémadociennes d'El Gassi (la région de Hassi Messaoud).

Ces phénomènes sont importants et sont en faveur d'une distension non négligeables (Boudjemaa, 1987)

Celle-ci a provoqué une transgression généralisée de l'Arenigien-Lanvirnien avec une sédimentation marine donnant naissance à l'ensemble des formations de Kheneg El Aatene; Fom EzZeidiya et Boum Mhaoud.

b) La phase de compression tectonique (Caradocien) et la sédimentation glaciaire :

Elle se manifeste par des soulèvements importants des boucliers Réguibat et Touareg entraînant une érosion atteignant parfois le socle (Beuf et al, 1971).

Ces mouvements compressifs d'âge allant du Caradocien à l'Ashgillien, se sont fait sentir le long des accidents sub-méridiens en formant des plis à axes N-S.

Parallèlement, un important changement climatique provoque la mise en place d'une importante calotte glaciaire centrée sur le Sahara central, ce qui entraîne le dépôt des grès de l'Ordovicien supérieur présentant des faciès caractéristiques de milieux glaciaire et périglaciaire.

c) La fonte d'inlandsis, rejeu isostatique :

La fonte définitive de cette importante calotte glaciaire à la fin de l'Ordovicien entraîne la remontée du niveau de la mer, une transgression généralisée atteint le Sahara méridional ou se déposent les argiles noires à graptolites qui forment plus tard les roches-mère les plus importantes de la plate-forme Saharienne.

Il a été mis en évidence des intrusions doléritiques à la limite Ordovicien-Silurien, traduisant un régime en distension au Silurien

d) La compression calédonienne (direction de contraintes E-W) :

Vers la fin du Silurien inférieur (Wenlockien), l'équilibre est à nouveau rompu par un apport important de matériel détritique provenant du Sud-Est et se déposant parfois localement en discordance.

Ceci indique à nouveau des signes précurseurs d'une importante phase tectonique qui aurait eu lieu entre la fin du Silurien et le début du Dévonien.

La phase Calédonienne est accompagnée par un soulèvement généralisé avec exondation d'une grande partie du Hoggar et de ses parties méridionales, caractérisées déjà au Silurien supérieur par une sédimentation détritique proches des zones d'apports.

2.3 L'Orogenèse hercynienne**a) La phase de distension au Dévonien inférieur :**

Cette phase est caractérisée par des variations d'épaisseurs et de faciès le long des accidents majeurs et une activité volcanique sous forme de coulées basaltiques.

Ces phénomènes indiquent des rejeux synsédimentaires des failles et structures préexistantes (mouvements distensifs d'âge Gédinien-Siégnien dont la direction de contrainte est NW-SE) (Boudjemaa 1987)

b) Les mouvements tectoniques au Dévonien Moyen et Supérieur:

A la fin de période de distension du Dévonien inférieur, on assiste à une transgression généralisée à l'Emsien des études détaillées (Beicip-Sontarach), ont révélé l'existence de deux discordances qui peuvent parfois se confondre pour donner ce qu'on appelait autrefois la «discordance frasinienne».

La première : « Post-Emsienne » érodant parfois légèrement sa partie supérieure.

La seconde : « Intra-Dévonien Supérieur » d'âge Famennien érodant parfois les formations antérieures pour se superposer aux discordances sont suivies à chaque fois d'une transgression marine.

Mais il est difficile de dire si ces discordances sont les résultats de mouvements compressifs ou distensifs.

c) les mouvements fins fameniens :

Les datations micropaléontologiques et palynologiques ont mis en évidence une discordance au sommet du Dévonien.

Cette dernière amène le Tournaisien en discordance sur les dépôts anti-fameniens.

Certains auteurs (Beicip, 1975), ont mis en évidence deux phases de déformations compressives, une précoce, à N040 et une autre majeure de direction N120.

d) Les mouvements hercyniens précoces au Viséen :

Les cartes en isopaques de l'ensemble Tournaisien-Viséen inférieur du bassin d'Illizi montrent l'influence des mouvements tectoniques sur la sédimentation.


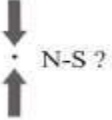
L'analyse microstructurale effectuée dans les grès du dévonien supérieur indique une direction de serrage N040 compatible avec les structures NW-SE (Beicip, 1975)






e) Les mouvements hercyniens majeurs (tardifs) :

C'est une phase compressive d'orientation NE-SW ; son influence sur la série du paléozoïque s'est traduite par la création de nouvelles structures NE-SW le long des grands accidents du socle et par le jeu positif de la mole de Tihemboka.

Pour d'autres (Haddoum et al, 2001 et 2009) cette évolution structurale semble correspondre à un continuum de déformation et non pas à une superposition de deux phases, il n'existe donc qu'un seul événement continu, c'est l'orogénèse hercynienne qui est le résultat d'un couplage mécanique entre les fronts.

Tableau 1.1 les principaux événements ayant affectés la plate-forme saharienne

Epoque d'intervention maximale	Nature et direction des phases de compression et des phases distension	Effets sur les jeux de failles	Influence sur la sédimentation
Carbonifère terminal permien		Jeu en inverse sur les failles NE-SW	Erosion sur les axes NE-SW
Westphalien			Erosion sur l'axe Talemzane-Berresoff (bourrelet sud-atlastique de J. Conrad, 1984 ou paléo-Anti Atlas oriental de Busson. 1970, 1972)

Viséen		Jeu en inverse sur les failles NW-SE	
Tournaisien			Absence de dépôt Tournaisien inférieur sur Edjeleh
Famennien ? Emsien			Erosion Erosion
Dévonien inférieur		Jeu en faille normale sur les failles NE-SW	Variation de faciès et d'épaisseur Volcanisme
Limite Silurien-Dévon. (phase calédonienne)		Jeu en inverse sur les failles N-S	Erosion sur les moles sub-méridien
Limite ordo-silurien		Jeu en normale des failles ?	Variation d'épaisseur Volcanisme
Caradoc (phase Taconique)		Jeu en inverse sur les failles (axes N-S)	
Cambro-ordovicien		Jeu en failles normale sur les failles N-S	Variation d'épaisseur Volcanisme
Cambrien (phase panafricaine) tardive		Tectonique cassante réseau NE-SW et NW-SE	Carbonisation Sahara central

3. La géologie de silurien :

3.1 Description :

La dissolution des glaces ordovicien supérieur cause une augmentation de niveau de mer plus que 100m, qui conduit à une transgression majeure dans l'Afrique du Nord ; les schistes argileux siluriens sont déposés directement sur les grès ordoviciens pendant cette transgression. L'unité de schiste silurien Rhuddanien atteint 17% de COT et elle est génératrice de gaz aux hydrocarbures, mais les schistes post-Rhuddanien sont pauvres en matière organique et n'ont pas un potentiel pétrolier.

Les schistes siluriens sont déposés dans un milieu anoxique et leur épaisseur moyennement 25m, ou la succession totale de silurien est entre 700 et 1000m, ces argiles sont l'origine de 80-90% des hydrocarbures trouvés dans les réservoirs paléozoïques de l'Afrique du Nord.

La réponse typique de la diagraphie face à la formation schisteuse silurienne est représentée dans la figure, le gamma-ray et la résistivité augmentent ou le log acoustique décroît; les schistes appelés « hot shale » si GR dépasse 200 API qui est équivalent de 3% de COT, donc 200 API est arbitraire pour déterminer les schistes riches en matière organique.

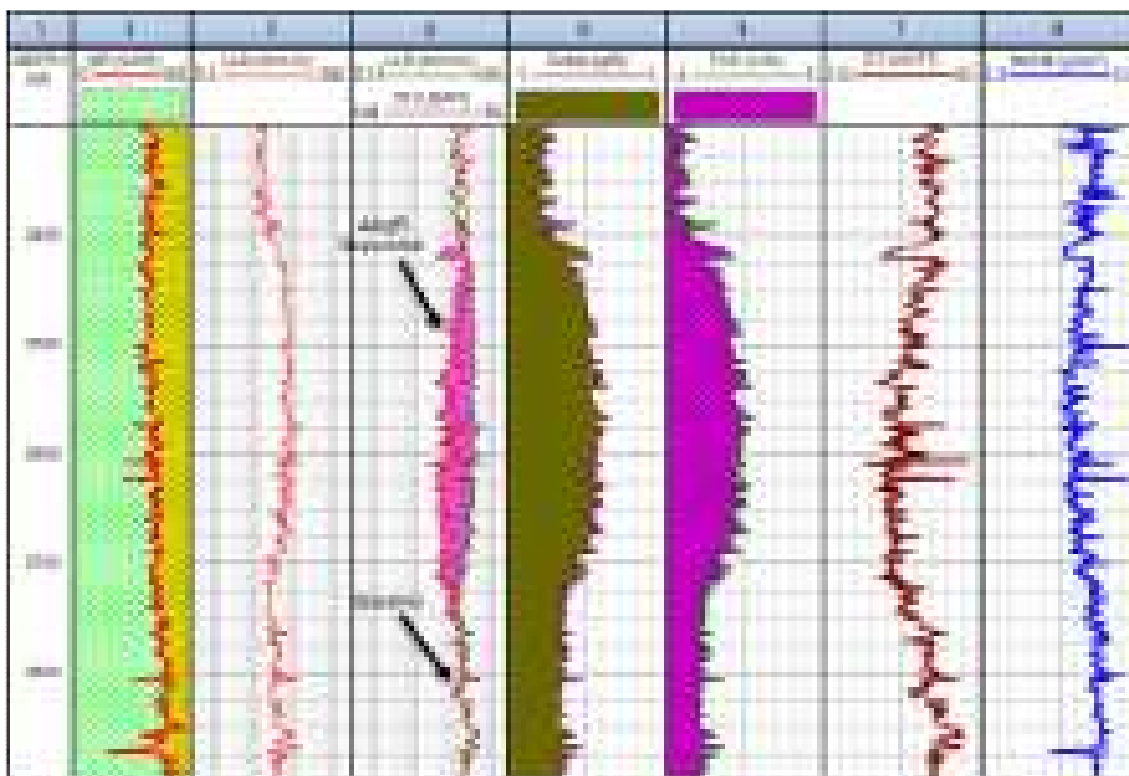


Figure 1.2 La réponse typique de shale en wireline log

3.2 Modèle de dépôt :

À la fin d'ordovicien le nord de Gondwana était proche du pôle nord et subit une courte phase de glaciation (0.5-1MA) avec des séries de glaces continentales.

Un fort paléorelief durant l'orogénèse panafricaine et les mouvements extensifs d'Infracambrien.

Une épaisse strate de grès, paléovallée glaciaire et structure des chenaux.

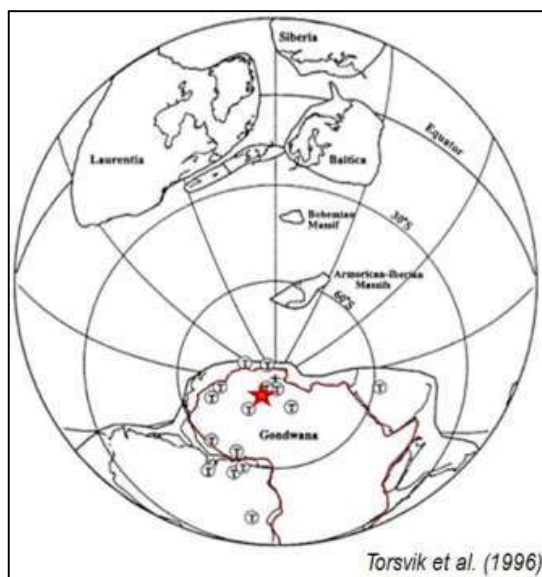


Figure 1.3 Reconstitution d'ordovicien supérieur et silurien inférieur

La distribution latérale de hot shale est contrôlée par paléo dépression et le system de drainage, l'eustatisme rapide cause la transgression vers le sud, et les dépressions sont limité par les haut ordovicien, et surmonté par des schiste noire organique.

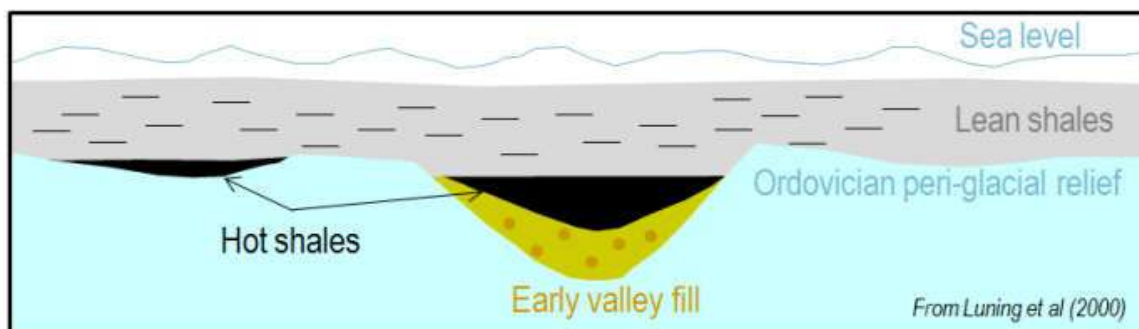


Figure 1.4 Modèle simplifié de silurien dans le nord d'Afrique

4. Cadre géographique de bassin d'Ahnet:

La zone d'étude est située au Sud-ouest du Sahara de l'Algerie à 1200Km au Sud de la capitale Alger, et à 700Km à l'Ouest de Hassi Messaoud.

Il fait partie de la province occidentale de la plateforme saharienne, il est délimité par les méridiens 1° et 3° Est, et par les parallèles 24° et 27° Nord.

Ce bassin s'étend sur plus de 280 km de longueur Nord/Sud et de 180 km de largeur Est/Ouest. (M.lefranc et A.dubois 2012)

5. Cadre géologique de bassin d'Ahnet:

Le bassin d'Ahnet est une partie la plate-forme saharienne dans la province occidentale, limité :

Nord : par l'ensellement de Djoua et rides d'Azzène.

Est : la structure d'Idjerane m'zab.

Ouest : Ensellement d'Azzel Matti.

Sud : massive de Hoggar.

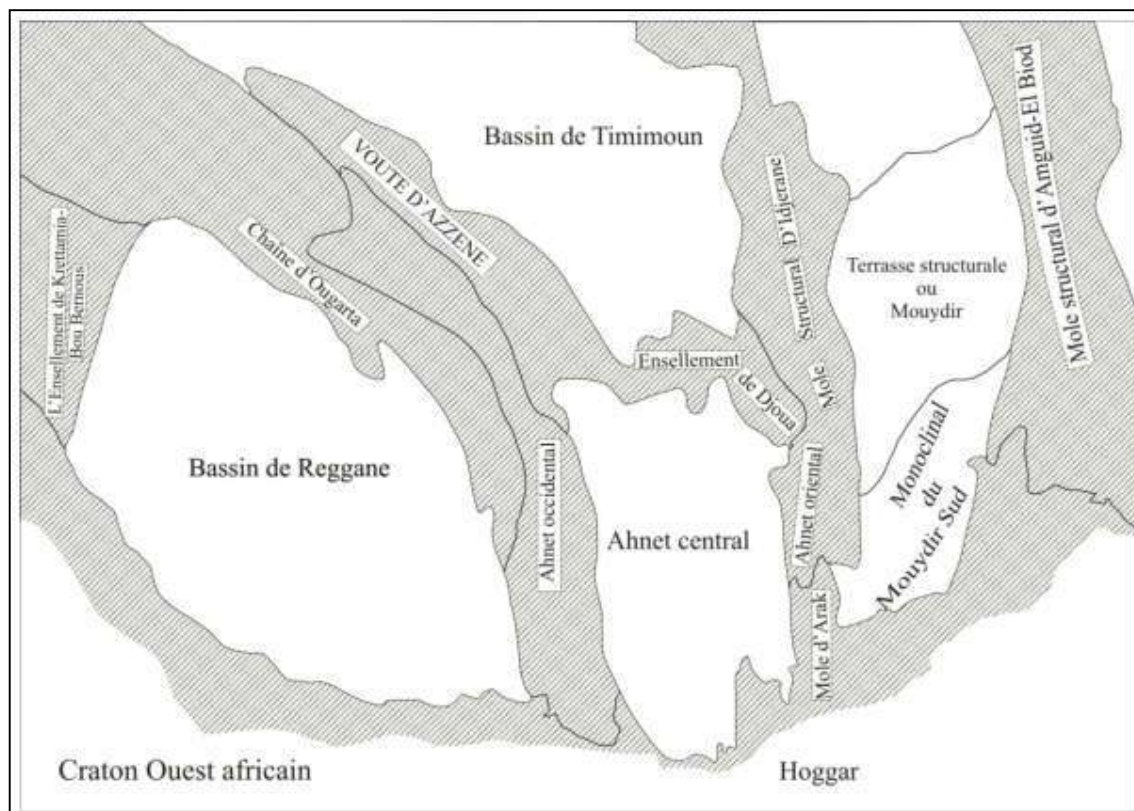


Figure 1.5 Position et limites du bassin de l'Ahnet

Il est l'un des bassins paléozoïques productifs de gaz qui longent le flanc nord du craton ouest-africain, et il consiste un potentiel de gaz de schiste piégé dans deux formation rocheux :

La transgression silurienne dépose des argiles noires à graptolites riches en matière organique dans les paléo-vallées glaciaires avant de venir recouvrir l'ensemble des paléo-reliefs.

le frasnien qui débute par un banc calcaire microcristallin souvent argileux avant de laisser place à des argiles gris foncé à noires parfois entrecoupées de bancs calcaires blanchâtres ; Les argiles basales noires et radioactives constituent d'excellentes roches mères, comparables au Hot shales du Silurien basal.

6. Stratigraphie:

Les sédiments allant jusque 3000m d'épaisseur ; les roches paléozoïques sont surmontées sur un socle précambrien gréseux et couvertes par des carbonates d'âge mésozoïque, l'unité paléozoïque comprise, du fond vers le top :

Prédominance de strates de grès cambro-ordovicien, les formations cambriennes déposées sur le socle infracambrien cristallin, et consistent en grès, quartzite et conglomérat.

Une couche épaisse de schiste silurien, la période silurienne est caractérisée par schiste terrigène marin, cette séquence homogène distinguée par argile noire graptolitique, sable argileux et rarement des carbonates.

Le dévonien inférieur et moyen consiste en alternance de grès et de schiste surmonté par une unité de carbonate condensé

Prédominance gréseuse épaisse dans le dévonien supérieur

Alternance des séquences gréseuses et schisteuses du dévonien supérieur (frasnien et famnien)

Les sédiments paléozoïques sont épais vers le nord et l'ouest, et allant du cambrien supérieur vers les séries carbonifères, il consiste en grès, schiste et carbonate intercalés, qui sont d'origine marine.

Le compartiment silurien est appelé niveau de détachement. (M. Lefranc et A. Dubois 2012)

7. Evolution structural de bassin d'Ahnet:

Pour comprendre l'évolution structural de bassin d'Ahnet deux transects perpendiculaires à ses principaux éléments structuraux ont été choisis :

Le 1^{er} transect coupe de l'ouest vers l'est pour étudier la partie nord de bassin d'Ahnet ; ce transect a été fait par la technique 2D qui traverse aussi le bassin de Mouydir, les résultats allant jusqu'à 400 km, et les coupes et la lithologie ont été calibrées par le forage de puits FZ-101

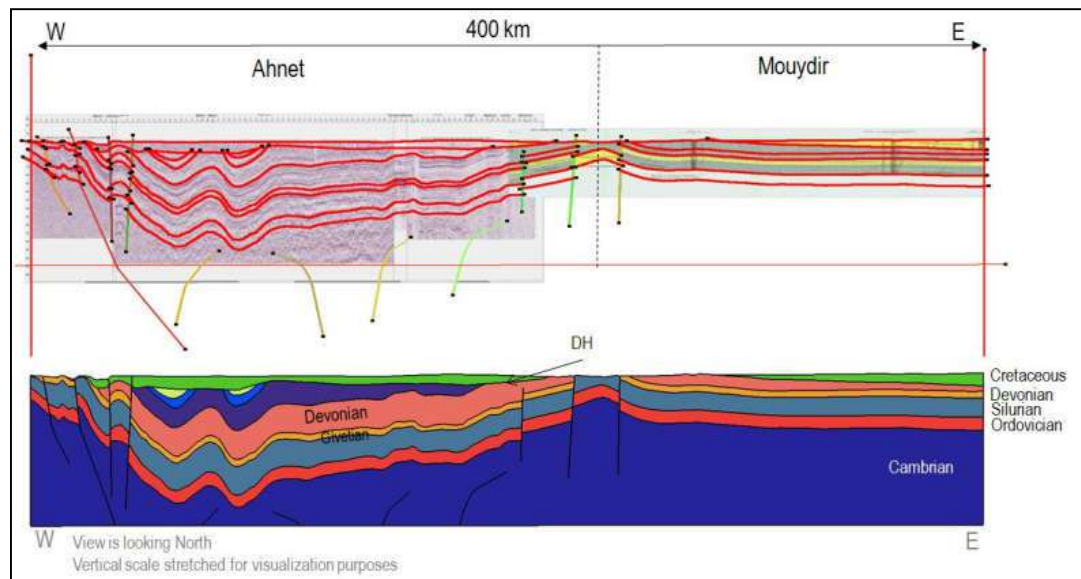


Figure 1.6 Coupe régional W-E (les strates en rouge, les faille en vert)

La discordance hercynien a été déformé et érodé par la déformation post hercynien, cette déformation post hercynien a été observé au Azzel Metti et dans les hauts d'Arak, qui sont érodé les strates du silurien vers le carbonifère.

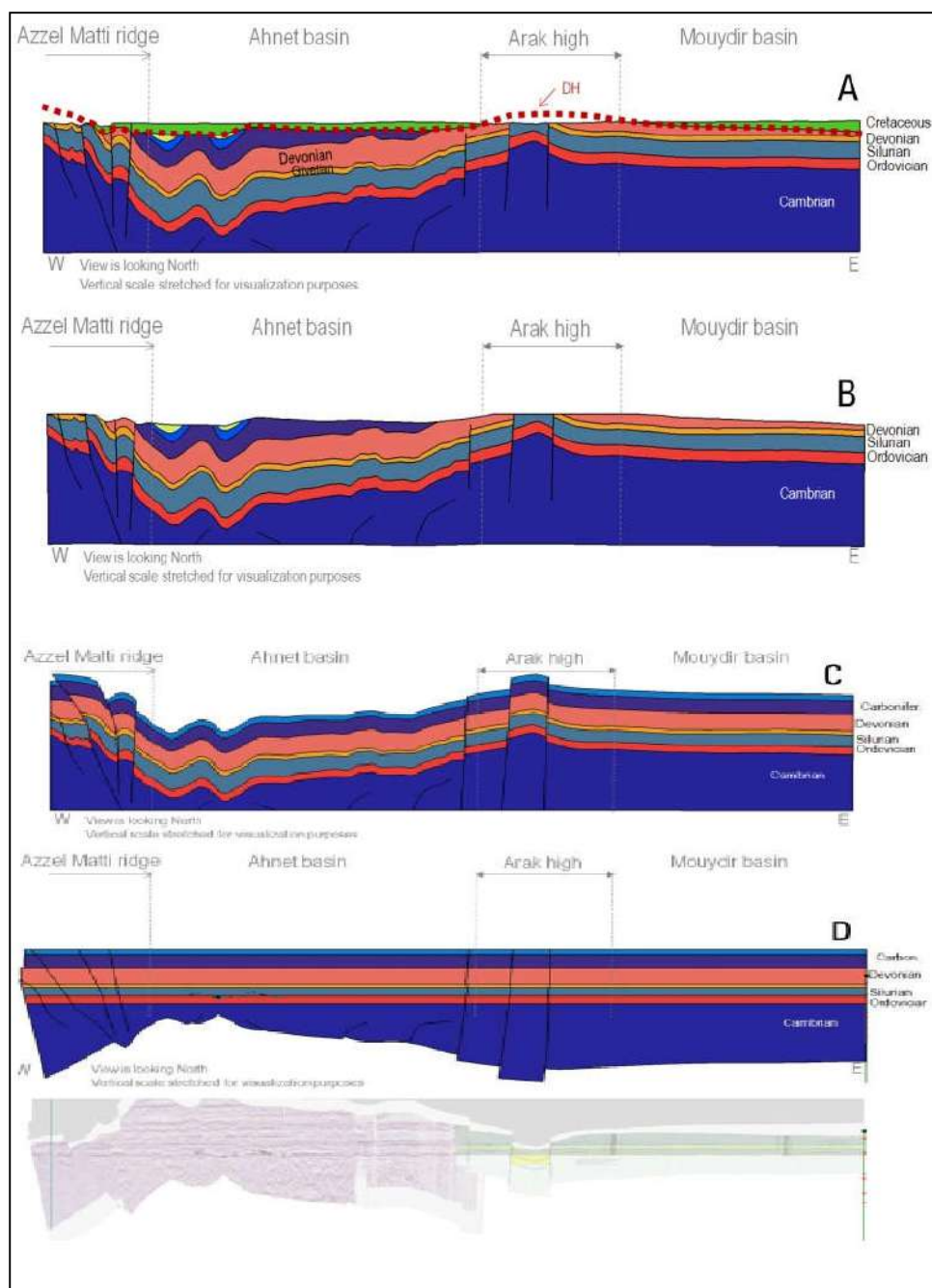


Figure 1.7 la section régional avec la discordance Hercynien

Le maximum d'érosion est observé dans l'Azzel Matti et les hauts d'Arak, ces deux zones sont des hauts importantes, qui sont associées au déplacement horizontal de bassin d'Ahnet, qui a subi un petit plissement au centre.

Il n'y a pas de déformations récentes qui affectent la série Ordo-carbonifère. Toutes les déformations sont dues à l'orogénèse hercynienne suivie par l'inversion Austro-alpine, à l'échelle de se

travail on ne remarque pas une variation d'épaisseur malgré que la succession d'extension et inversion Ordovicien au Carbonifère

La deuxième section a l'orientation WNW-ESE, il est situé dans la partie sud de bassin d'Ahnet, il correspond à la ligne sismique 87mk192_sv_mekerene, dans le sud de bassin d'Ahnet ; où il y a pas de déformation extensive sur la section E-W. ce que l'on interprète comme une structuration synsédimentaire.

La deuxième section correspond à la ligne sismique 87mk192sv Mekerne, qui correspond à une coupe WNW-ESE dans le sud du bassin d'Ahnet.

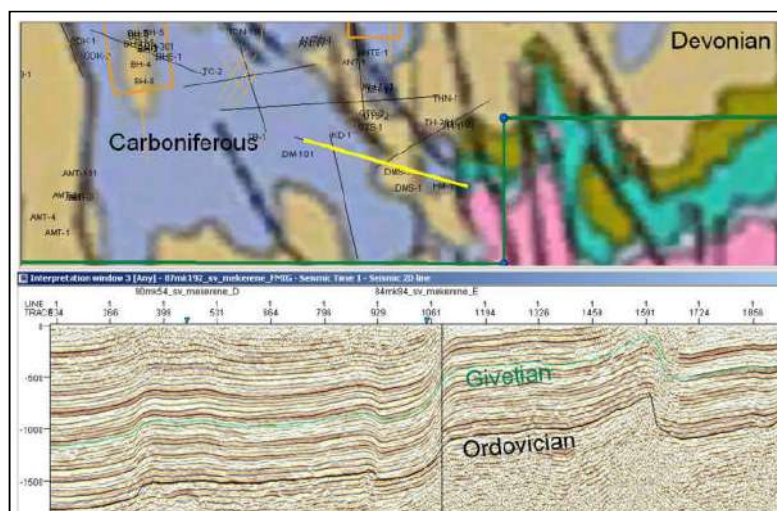


Figure 1.8 La ligne de sismique 87mk192_sv_mekerene, et leur localisation sur la carte en jeune

Aucune déformation extensionnelle a été observée dans le transect EW qui décrit la section précédente malgré le contact dans le sud entre le bouclier d'Hoggar et le bassin à qui pourrait être interprété comme des structures observées dans une structuration synsédimentaire.

L'image sismique n'est pas transformée en profondeur mais verticalement pour montrer les structures observées dans cette partie du bassin avec la même méthodologie appliquée dans la section régionale W-E; Les horizons sont choisis d'après les sismiques plantés dans : Ordovicien, Silurien, Givetien, Frasnien, le top du dévonien et le carbonifère (deux horizons). Les failles sont ajoutées pour schématiser la déformation observée dans les lignes sismiques. Les failles peuvent ne pas être exactes car ce travail a été réalisé avec des objectifs régionaux et schématiques (M. lefranc et A. dubois 2012).

8. Le silurien d'Ahnet :

Les hot shales de bassin d'Ahnet atteignent l'épaisseur jusqu'à 22m dans le paléorelief ordovicien basse, on remarque une augmentation de l'épaisseur vers le Nord-Est.

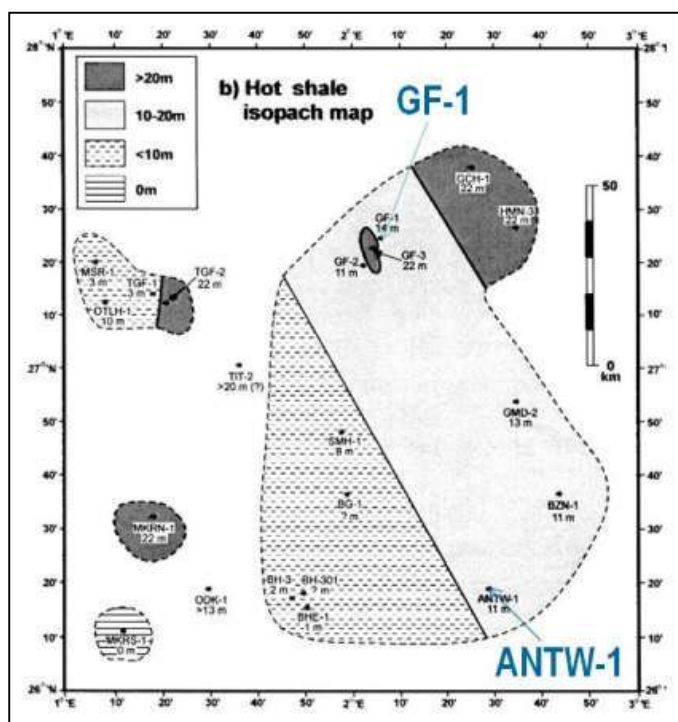


Figure 1.9 Les hot shale silurien de bassin d'Ahnet

9. Carottage de Silurien d'Ahnet:

Le carottage a été fait pour déterminer les caractères de hot shale à partir des différents puits en récupération moins de 10% du la série silurien.

D'après les prélèvements du DMS-2, l'intervalle entre 1635 et 1651m est caractérisé par schiste très sombre homogène avec la présence des lames pyriteuse, et graptolite qui présente biozone durant 8.6 MA.

Dans la partie supérieure de silurien il se trouve des ripples, nodules pyriteuse à l'échelle centimétrique et l'alternance schiste-silice surmonté par des faciès calcaireux et siliceux dominé par des schistes grés.

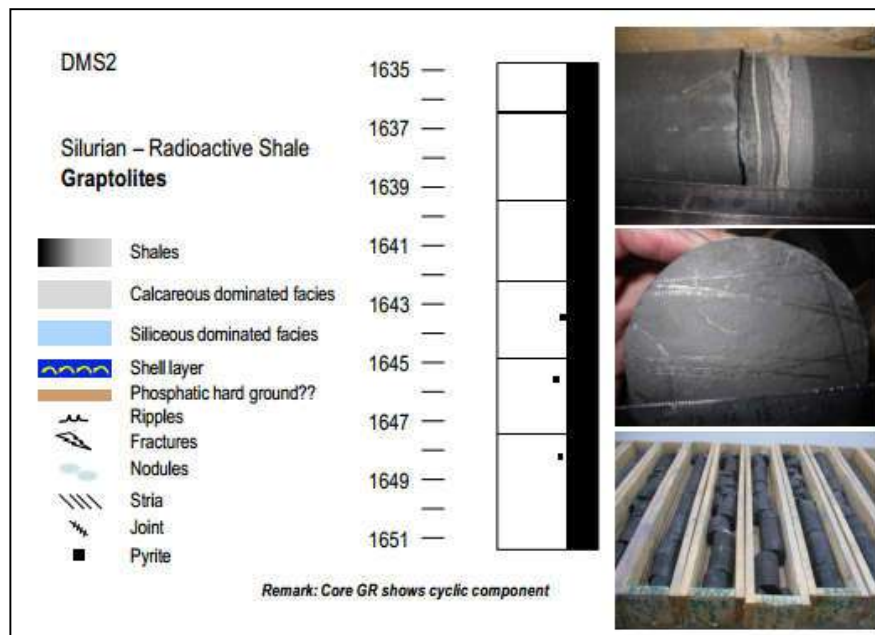


Figure 1.10 figures sédimentaires de la section 1635-1651 dans DMS-2

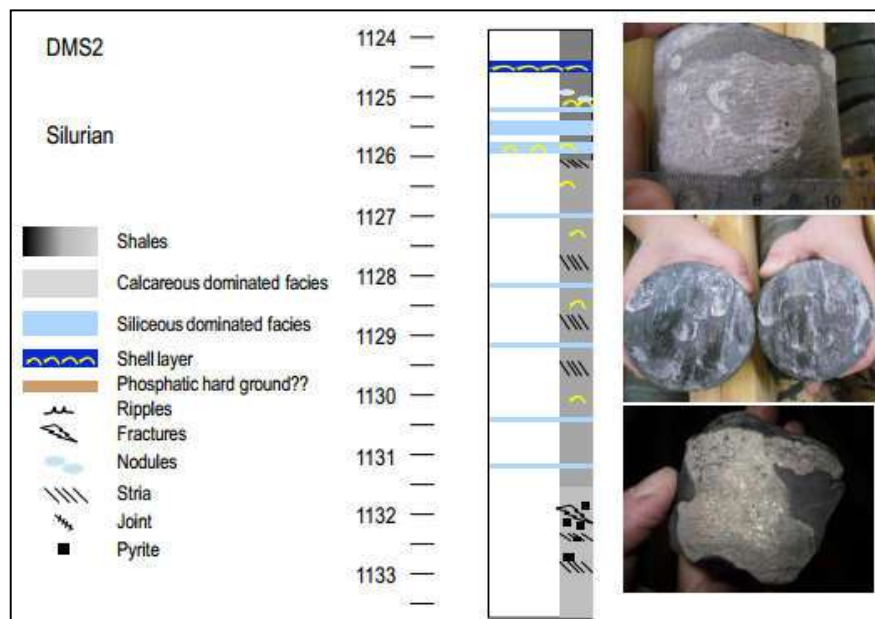


Figure 1.11 figures sédimentaires de la section 1124-1134 dans DMS-2

10. Fractures Silurien d’Ahnet :

On observe la présence des fractures sub-vertical et autre latéral, qui peut être liées à la circulation des fluides, mais les carottes sont pas orientées puisque le silurien ne pas une orientation objective pour nos opérations de forage.



Figure 1.12 Fracture observé dans le carottage

Chapitre 2 : les techniques de caractérisation de réservoir non conventionnel

Ce chapitre consiste les méthodes d'identification et la caractérisation des roches mères en définissant la richesse organique, et autres paramètres essentiels pour définir la roche. Qui sont : les paramètres pétrophysiques, géochimiques, caractères diagénétiques, Les paramètres mécaniques des roches, Les caractéristiques de gaz et les logiciels .

1. Caractéristiques pétrophysiques :

1.1 La porosité \emptyset % :

La porosité est définie comme étant le rapport du volume des vides de la roche au volume total de celle-ci exprimé en pourcentage. La porosité d'une roche dépend de sa texture, c'est-à-dire du classement granulométrique. (Zaouaouid, Bensaci. 2015)

$$\emptyset = \frac{V_p}{V_t}$$

V_p = volume des pores.

V_t = volume total de la roche.

La porosité des argiles :

La nature de porosité dans les roches qui sont riches en matière organique mature peut expliquer comment se procéde, et pourquoi les procédures de leur caractérisations se varié.

Les minéraux argileux les plus répandues dans les schistes sont : kaolinite, chlorite, illite et mixed lames illite-smectite ; tous les argiles ont hydroxyle (OH-) dans leur structure cristallin
Le log neutron est affecté par l'hydroxyle, il faut savoir qui n'est pas une eau ou une partie de porosité totale de la roche

A cause de petit taille de grain des argiles, une grande quantité de surface d'eau va associer comme :

- une eau adsorbée
- Entre de lames d'argile
- Associer aux capillaires

Parfois tous types de présence de l'eau dans les argiles considéré comme liaison eau-argile, mais leur mesure quantitative de se varies qui s'implique un problème de précision, spécialement quand on choisi la saturation de l'eau (S_w) comme un indicateur de volume d'eau.

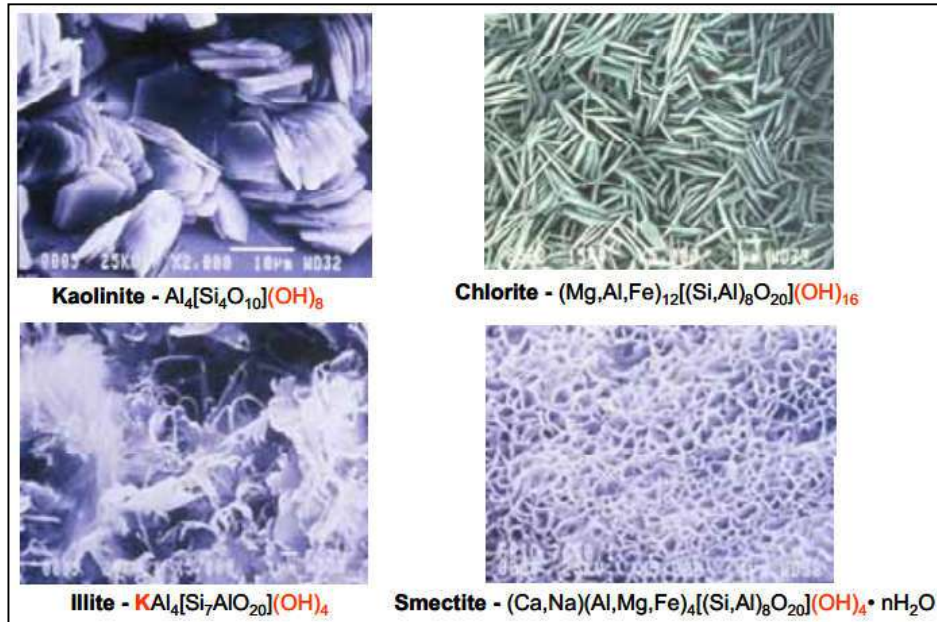


Figure 2.1 Les quatre types d'argile rencontrée dans les roches sédimentaires avec leurs formules chimiques.

La plupart des grains siliciclatiques sont mouillés par une couche d'eau très fine, pour les grès le volume d'eau est négligeable par rapport le volume vide entre les grains ; dans les roches qui ont des grains fine tell que l'argile, la surface d'adsorption est plus large et montré dans le tableau suivant ; dans les roches riches en argile, l'eau attaché est un reflet relative a la porosité total, dans quelque types d'argile (smectites/montmorillonites) il existe eau intralaminaire considéré comme une partie de la porosité totale.(Q.R.Passey et al.2010)

Tableau 2.1 Surface des minéraux argileux les plus répondu (sable quartzeux fin)

Type d'argile	Surface interne (m ² /g)	Surface externe (m ² /g)	Surface total (m ² /g)
Smectite	750	50	800
Illite	0	30	30
Chlorite	0	15	15
kaolinite	0	15	15
Sable quartzeux fin	0	0.02	0.02

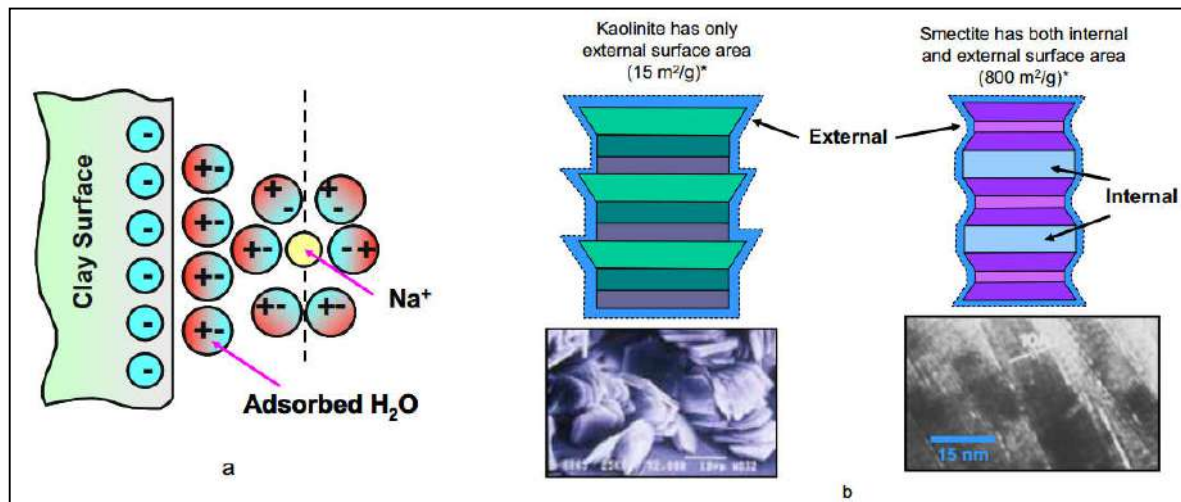


Figure 2.2 a) Schéma d'eau adsorbé, b) schéma d'image SEM présent que la kaolinite a qu'une surface externe ou le smectite a une surface externe et interne

La Technique de mesure de porosité:

La méthode la plus utilisée dans la mesure de porosité de schiste est de broyer la roche en taille spécifique et mesurer le volume des grains de la roche broyé à l'aide He pycnomètre

Méthode : La méthode de pycnométrie à l'hélium permet de mesurer le volume de gaz (Hélium) déplacé par une masse connue de poudre, ce qui permet de connaître la densité réelle du matériau. Cette mesure nécessite que l'échantillon soit parfaitement sec. Environ 1.5 g de poudre au minimum sont nécessaires pour la mesure. (M. Laajalahti et al.1999)

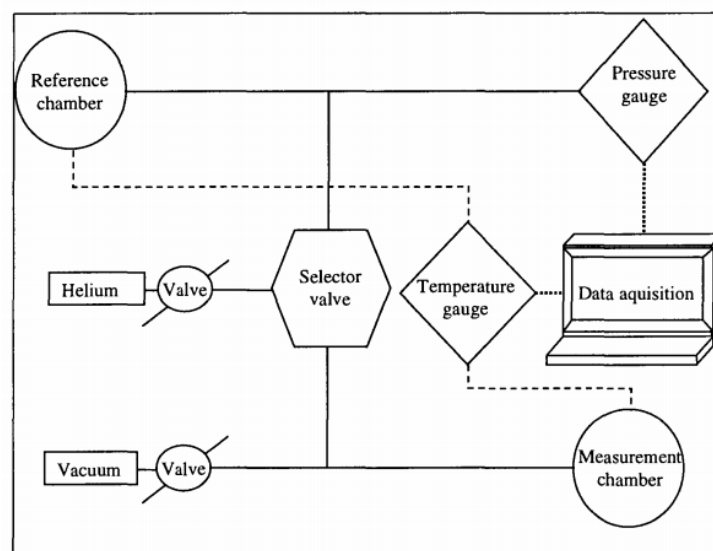


Figure 2.3 Schéma expérimental d'He pycnomètre

1.2 La perméabilité K :

Un milieu poreux ne permet le déplacement des fluides que dans la mesure où ses pores sont liés entre eux ; on dit alors qu'il est perméable.

La perméabilité représente ainsi la facilité avec laquelle une formation permet à un fluide de viscosité donnée de la traversée.

La perméabilité est exprimée par la loi de Darcy, comme étant: la connectivité d'un milieu d'un centimètre de long (dx), laissant passer un volume de 1 cm³ (Q) par unité du temps (s), d'un fluide avec une viscosité d'un centipoise (u) sous l'effet d'un gradient de pression (A p) d'une atmosphère à travers une section (s) d'un cm².(Zaouaouid, Bensaci. 2015)

La formule a exprimée comme suit:

$$Q = k \cdot \frac{S}{\mu} \cdot \frac{\Delta P}{\Delta l}$$

Q : Débit du fluide traversant la roche en cm³/s,

S : Surface de passage du fluide en cm²,

μ: Viscosité du fluide en centipoises (viscosité dynamique)

$\frac{\Delta P}{\Delta l}$: Gradient de pression en bar/cm.

K : Perméabilité de l'échantillon exprimée en darcy (d).

La technique de mesure de perméabilité :

La perméabilité de shale est mesuré dans la roche broyé sans l'effet de pression de gisement, a l'aide de perméamétrie a gaz, la figure suivante explique le mécanisme de transport de gaz du shale due a le gradient de pression de gaz existant dans la matrice rocheux et fractures vers le puits, après le gradient de pression de gaz se démunie les molécules de gaz adsorbé sur les minéraux et dans la matière organique peuvent déplacé . (R. Cicha-Szot et al.2015)

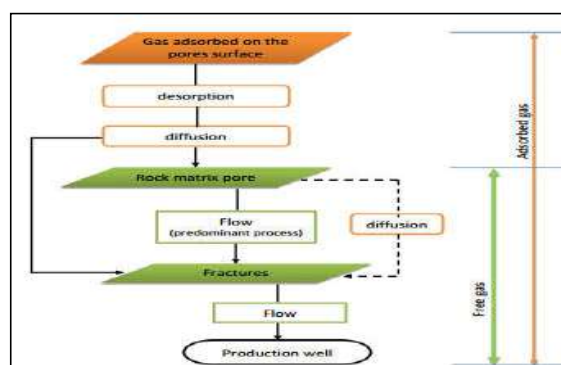


Figure 2.4 Mécanisme de transport de gaz dans le shale

Le débit de gaz peut déterminer par la loi de darcy par l'équation suivante :

$$Q = \frac{2\pi kh(P^2 - P_0^2)}{\mu \ln\left(\frac{R}{r}\right)}$$

Q: débit [m³s⁻¹]

k : perméabilité [m²],

hP l'épaisseur de la roche réservoir [m],

P₀ : pression de fond[Pa],

PP pression sur l'échantillon [Pa],

μP la viscosité de gaz [Pa·s],

RP diamètre effective de la roche réservoir [m],

rP diamètre de puits [m].

1.3 La saturation :

La saturation est le rapport de volume fluide sur le volume des pores, dans un réservoir conventionnel on distingue 3 types de saturation des fluides : S_w, S_g, S_o

$$S_w = \frac{v_w}{v_p}$$

$$S_g = \frac{v_g}{v_p}$$

$$S_o = \frac{v_o}{v_p}$$

La connaissance de volume d'hydrocarbure en place dans un réservoir nécessite la connaissance de saturation, au moins une approche satisfaisant.

La mesure de saturation dans des laboratoires déférents donne des résultats très écarté pour le même échantillon, ce qui fait l'appel pour l'estimation de saturation par les méthodes diagraphique (acoustique).

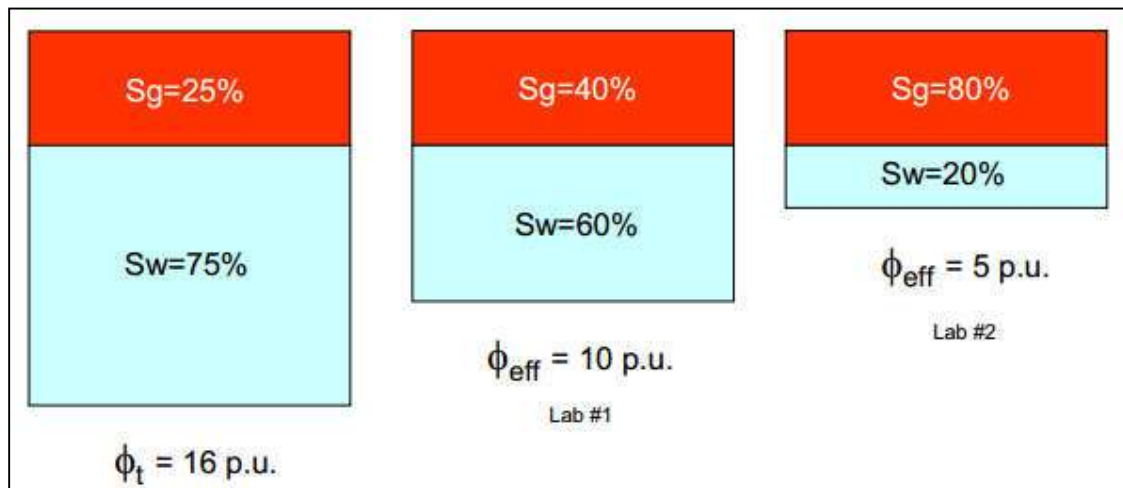


Figure 2.5 Schéma explique comment la saturation varié entre les laboratoires pour un échantillon de 4% de porosité

Les petite pores (<100 nm) dans la matière organique mature permettre la spéculation où le gaz et l'eau se trouve dans les schistes ; la majorité d'eau se trouve adsorbé et associé dans la surface des minéraux argileux, ou le gaz se trouve dans l'espace intragranulaire de matrice mouillé par l'eau. (Zouaouid , Bensaci. 2015)

On remarque que les pores sont interconnecté se qui explique la productivité de schiste.

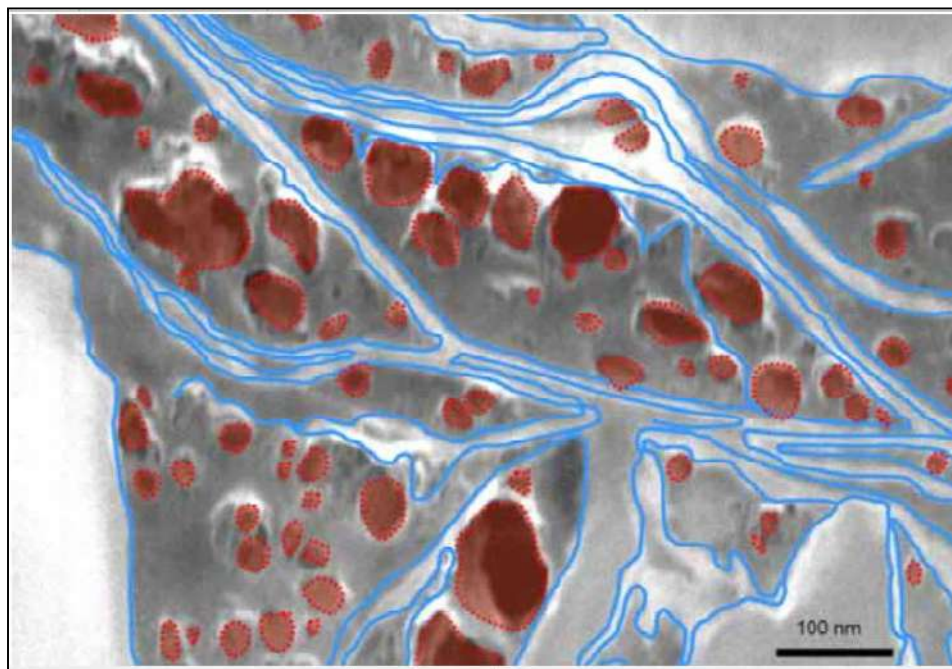


Figure 2.6 La distribution hypothétique de gaz (rouge) et de l'eau (bleu) dans la matière organique (gris)

2. Caractéristiques géochimique :

2.1 Le carbone organique totale COT :

Le carbone organique total COT évalue la richesse de la roche mère en matière organique et sa prédisposition à générer des hydrocarbures. La teneur en COT permet de qualifier le potentiel roche mère, mais cette approche ne tient pas compte du fait que la teneur en COT diminue avec la maturation thermique et que la nature même de la matière organique est aussi un facteur qui contrôle son potentiel pétrologène. (K.Abbouche, W. Bensadi.2016)

La classification de la roche mère selon la teneur de COT est mentionnée dans le tableau suivant

Tableau 2.2 Teneur en COT définissant le potentiel pétrolière d'une roche mère.

Potentiel pétrolière	Teneur en carbone organique (COT %)
Pauvre	0 - 0.5
Faible	0.5 – 1
Bon	1 – 2
Très bon	2-4
Excellent	> 4

3. Méthode d'estimation de COT :

L'estimation de la teneur en matière organique de roche mère constitue un élément important dans l'évaluation pétrolière d'un bassin sédimentaire, pour cette raison nous avons cherché une méthode quantitative rapide, utilisable dans de nombreux puits et capable de fournir de véritable « logs » de carbone organique.

3.1 Méthode de CRBOLOG :

CARBOLOG est une nouvelle méthode d'estimation du contenu organique des roches-mères développée à l'Institut Français du Pétrole (IFP). Cette méthode tire partie des propriétés physiques de la matière organique qui se caractérise par une faible vitesse de propagation du son ainsi que par une résistivité élevée. Ces propriétés physiques peuvent être combinées de manière à permettre une estimation in situ du contenu en matière organique du sédiment.

Dans un puits donné, la teneur en carbone organique est estimée par un traitement prenant conjointement en compte les valeurs fournies par deux types de diagraphies couramment disponibles dans les forages pétroliers : le Sonique et la Résistivité. Pour mettre en œuvre

CARBOLOG à l'échelle d'un bassin sédimentaire il est nécessaire de procéder à une calibration basée sur le traitement de puits pour lesquels des données analytiques de teneur en carbone organique existent. Afin d'être validé, CARBOLOG a été testé avec succès sur des exemples appartenant à des bassins différents et présentant des faciès variés.

Cette méthode appelé **CARBOLOG** (carbone organique log)

Pour calculé la teneur de carbone dans la roche argileux avec la méthode de CARBOLOG, on projeter les constitue de la roche qui sont: la matrice, argile, eau, et matière organique dans un plan de $R^{-1/2}-\Delta T$. (B.Carpentier et al.1989)

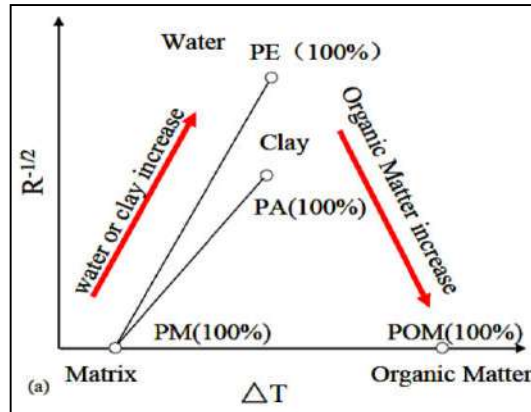


Figure 2.7 plan de $R^{-1/2}-\Delta T$

Chaque constitue a un pendage qui spécifie leur quantité dans la roche à partir diagraphie sonique et résistivité

PE : l'eau

PA : l'argile

PM : la matrice

POM : la matière organique

Selon les résultats des diagraphies qui donnent la composition de la roche le plan 1 sera convertie vers le plan 2, pour facilite l'utilisation

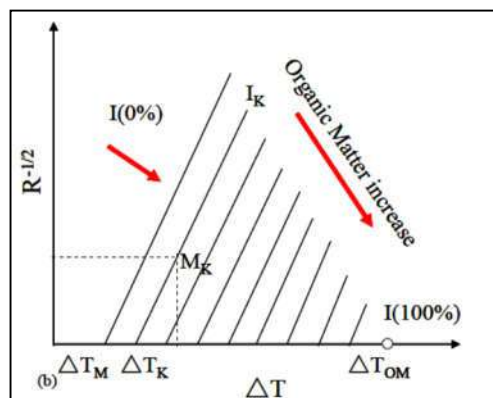


Figure 2.8 plan de $R^{-1/2}-\Delta T$ modifié

Pour calculé par la méthode de CARBOLOG, il faut avoir les quantités de 3 constituant au moins ce qui pose difficulté de calcul, pour cela ils proposent une équation mathématique pour résoudre cette problème :

$$TOCP = a\Delta tR + bR^{-1/2} + c$$

a, b et c sont des constants.

Le coefficient de corrélation de la méthode de CARBOLOG est : $R^2 = 0.829$, se que trouvé par une comparaison entre les valeurs mesurés et autres calculés

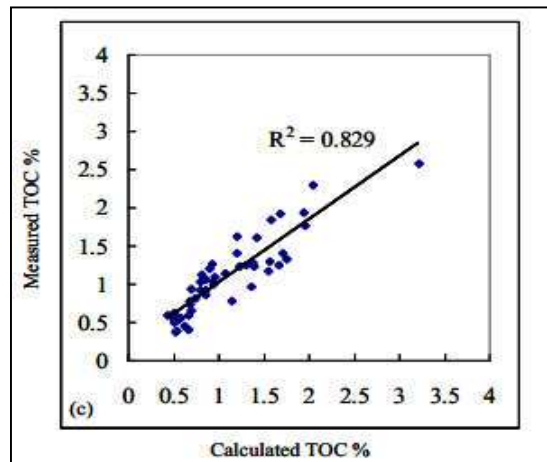


Figure 2.9 corrélation de COT calculé vs COT mesuré

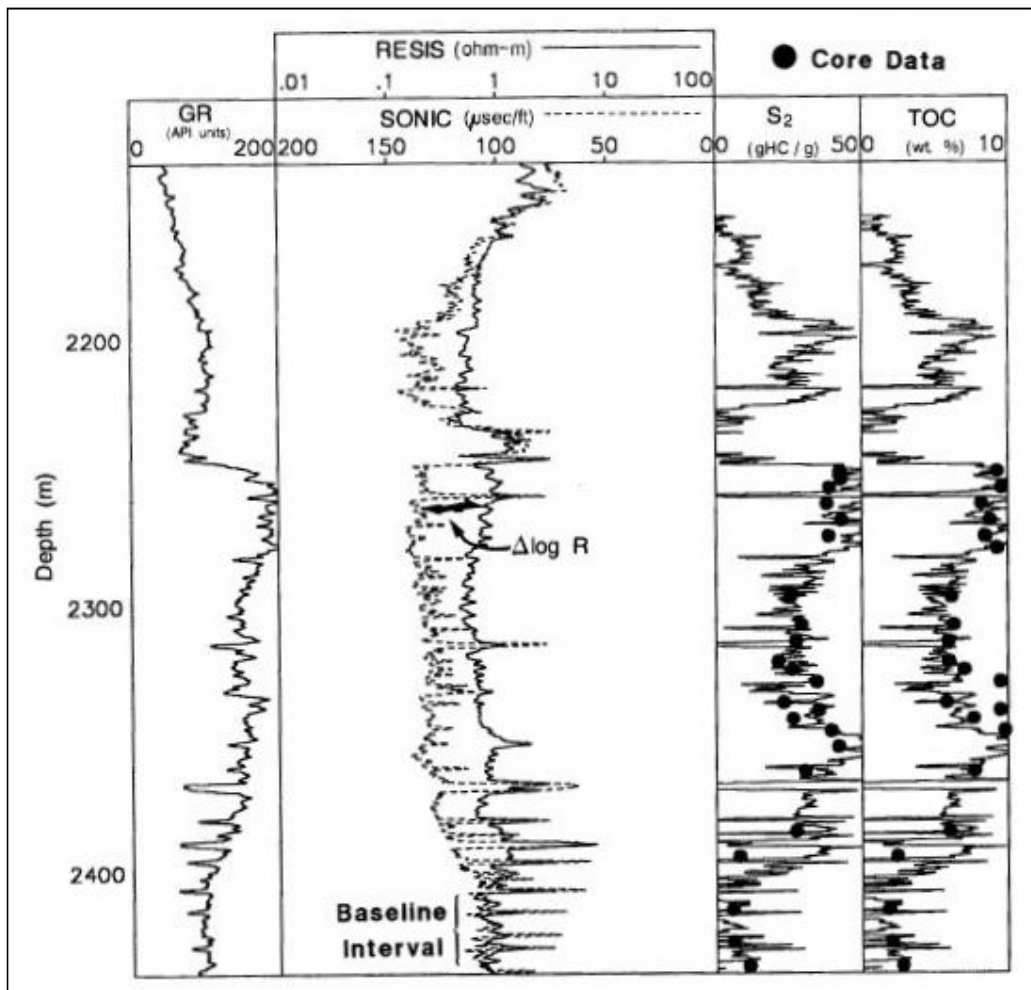
3.2 Méthode de Passey :

La roche mère est généralement des schistes qui contiennent une grande portion de matière organique, la méthode utilisé pour évalué la richesse et la maturité de la roche mère est varié entre les laboratoires d'analyse (pyrolyse, analyse élémentaire, réflexion de vitrinite, altération thermal, gaz chromatographe, description visuel de kérogène). Pour cela on utilise des méthodes alternatives basées sur les diagraphies.

La matière organique a un effet sur les résultats de diagraphie (porosité, résistivité), se qui propose de mise en œuvre un graphe qui est calibré a la richesse et la maturité de la roche mère.

La prédiction du **COT** est basé sur les donnés de diagraphie acoustique et résistivité, quand les graphes sont surmonté l'un sur l'autre, ce qui présent la ligne de base, quand on travers une matrice argileux inorganique; la séparation de ces graphes généré un intervalle $\Delta \log R$ qui signifie la présence de le la matière organique dans la roche, et exprimé mathématiquement comme suit :

$$\Delta \log R = \log R/R_{\text{baseline}} + 0.0061(\Delta t - \Delta t_{\text{baseline}})$$

Figure 2.10 Log de séparation $\Delta\log R$

Le degré de COT sera déterminé à travers un abaque spécial qui se base lui-même sur la relation mathématique suivante :

$$\text{TOC} = \Delta\log R \times 10^{(2.297 - 0.168 \text{LOM})} + \Delta\text{TOC}$$

ΔTOC : niveau organique régional

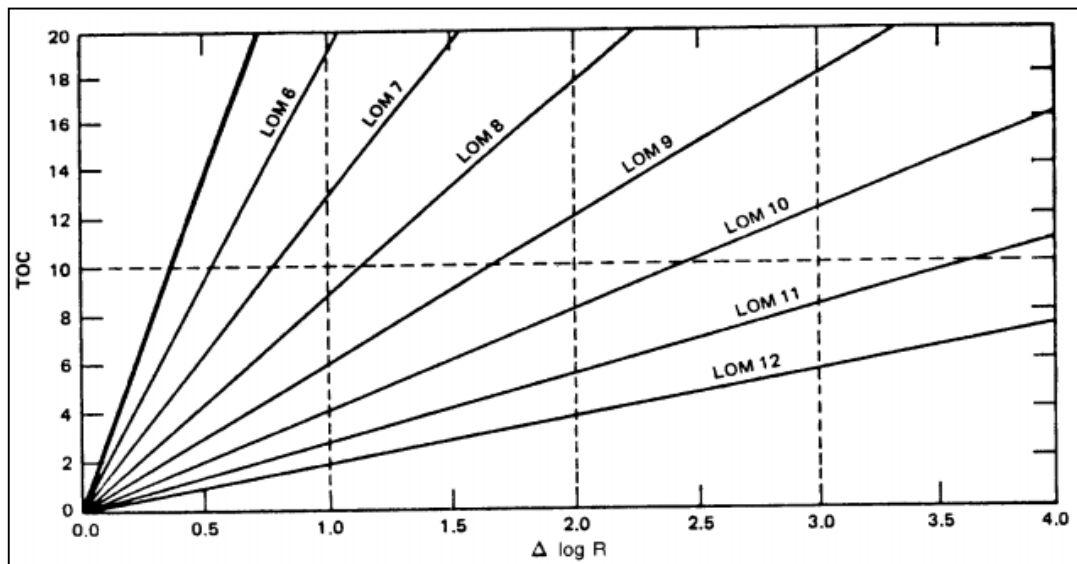


Figure 2.11 la relation linière de $\Delta \log R$ avec COT et la maturité U

L' $\Delta \log R$ es a une relation linière avec COT et la maturité, on peut transformer l'écart $\Delta \log R$ directement a un log de COT si le degré de maturité **LOM** (level of organic metamorphism) est déterminé par (réflexion de vitrinite/ altération thermal), ou bien par l'estimation basé sur l'histoire de thermal de la région.

Les saturations sont obtenues en utilisant des abaques spéciaux qui sont relié au type de kérogène trouvé dans la roche.

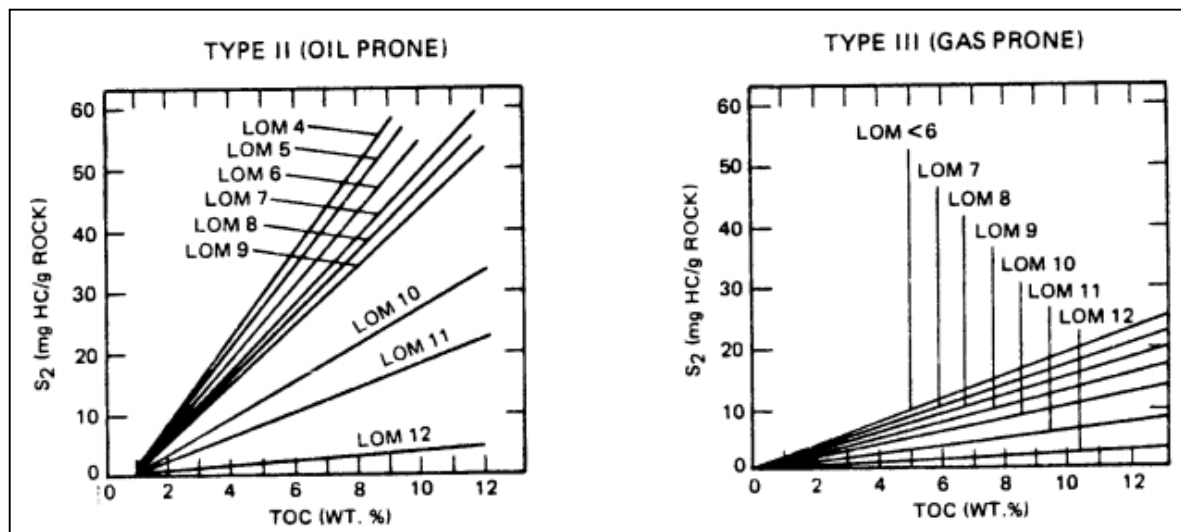


Figure 2.12 abaque relié type de kérogène avec la saturation U

Le coefficient de corrélation de la méthode de PASSEY est : $R^2= 0.626$, se que trouvé par une comparaison entre les valeurs mesurés et autres calculés

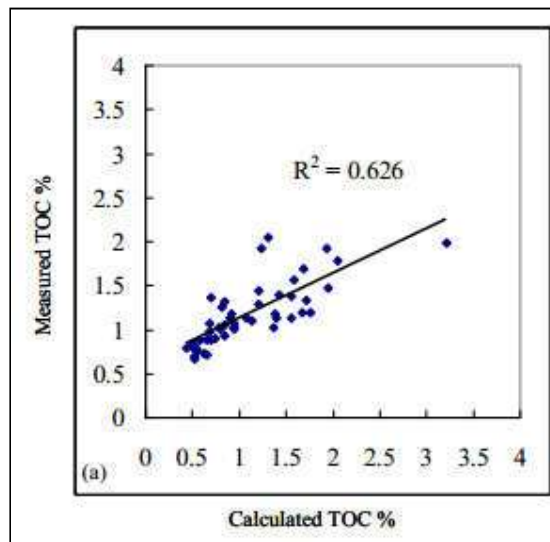


Figure 2.13 corrélation de COT calculé vs COT mesuré

4. Caractères diagénitiques :

4.1 Epaisseur:

L'épaisseur de la roche mère est un paramètre indispensable dans l'évaluation de potentiel gaz de shale, de point de vue de stockage de la matière organique et pour le succès de la stimulation par hydro fracturation. L'épaisseur minimale pour un potentiel gaz shale est définie de >30 m.

4.2 Maturation de la matière organique:

L'évolution de la matière organique en kérogène puis en hydrocarbure, c'est-à-dire, sa maturation est le résultat d'un mécanisme physico-chimique complexe dont les principaux facteurs sont : l'enfouissement (pression) et la température (gradient géothermique). La maturité thermique mesure le degré d'exposition des formations à la haute chaleur nécessaire pour la transformation de la matière organique en hydrocarbures. On distingue trois phases de maturation par lesquelles transite la matière organique depuis sa fossilisation jusqu'à sa dégradation finale. Les étapes successives sont :

a) La diagenèse

Il s'agit des premières décompositions précoces, à faible température (moins de 60°C).

Les kérogènes perdent essentiellement de l'eau et du gaz carbonique.

Par ailleurs, des bactéries spéciales, dites archéobactéries, forment dans cette tranche de profondeur une partie du gaz naturel.

b) La catagenèse

Cette seconde étape correspond à des profondeurs supérieures et à des températures de l'ordre de 60 à 120°C : Il y a craquage thermique.

Les composés se fragmentent en molécules de plus en plus petites au fur et à mesure de l'enfouissement.

La formation de pétrole proprement dit a lieu à ce moment, dans les conditions dites de « la fenêtre à huile ».

c) La métagenèse

Est la phase ultime de l'évolution d'un kérogène. C'est le stade de la formation du gaz sec (méthane), par craquage du pétrole. On parle de « fenêtre à gaz », située à partir de 3000 m de profondeur.

4.3 Minéralogie:

La composition minéralogique de la roche est un paramètre important à considérer dans l'exploration gazière d'un shale. Par exemple, son contenu en quartz ou en calcite peut avoir un impact sur la capacité à fracturer efficacement la roche. Les valeurs limites des teneurs en substance minérales varient selon les régions et les bassins, par exemple en Amérique la limite du volume de Clay est défini de moins de 40%.

L'augmentation de la valeur de calcite et du quartz (d'une valeur plus de 50%) contribue principalement dans l'augmentation de dureté qui est un facteur favorable pour la fracturation.

5. Les caractéristiques de gaz :**5.1 Total gaz :**

Il sert à détecter le pourcentage total des composants d'un mélange de substances chimiques contenues dans la boue. (Analyse quantitative des gaz contenus dans la boue de forage).

Les détecteurs à ionisation sont maintenant employés dans la plupart des cabines sur les chantiers (GEOSERVICES et HALLIBURTON).

Des ions sont formés par la flamme provenant de la combustion de l'hydrogène dans l'air ; Si une substance carbonée (organique) est présente dans cette flamme, le nombre d'ions formés augmente considérablement, La buse du brûleur étant une des bornes d'un circuit et une électrode collectrice l'autre, les ions produits captés par cette dernière permettent le passage du courant et indique par le fait même la présence d'un gaz.

Quand un échantillon, contenant des hydrocarbures, est introduit dans la chambre, il se produit un craquage des composés organiques dans la zone chaude de la flamme, puis ionisation chimique avec l'oxygène de l'air. Ces ions produits entraînent une variation de potentielle au niveau du circuit.

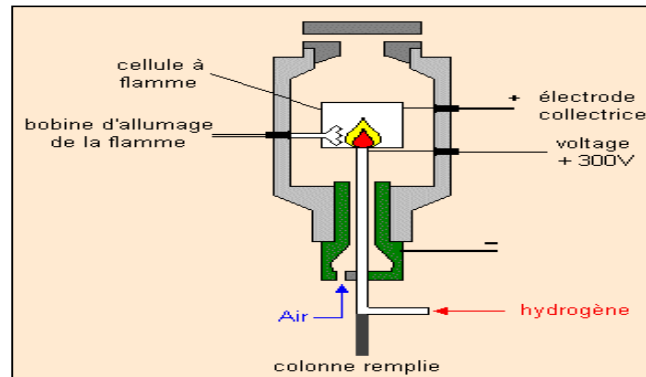


Figure 2.14 Principe d'un détecteur à ionisation

5.2 Gaz chromatographe :

C'est la séparation des composants d'un mélange de substances chimiques contenues dans un échantillon.

Dans le cadre du Mud Logging nous ne nous intéresserons qu'à la chromatographie en phase gazeuse, l'échantillon étant du gaz.

Les principaux éléments sont : un injecteur une colonne chromatographique, une cellule de détection, un dispositif de circulation inverse (refoulement de tous les gaz vers l'extérieur), enregistreur.

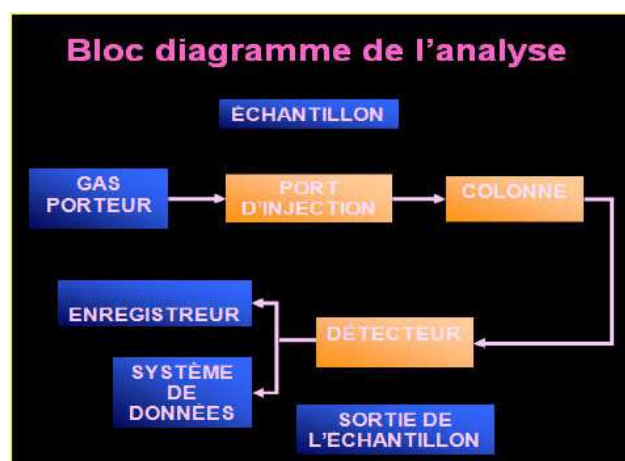


Figure 2.15 Bloc diagramme de l'analyse

Principe de fonctionnement du chromatographe :

Le chromatographe sépare les gaz et les concentrations des composants d'un mélange de substances chimiques contenues dans un échantillon avec des détecteurs très sensibles.

Dans le cadre du MudLogging nous ne nous intéresserons qu'à la chromatographie en phase gazeuse, l'échantillon étant du gaz.

L'échantillon est mélangé à un gaz vecteur ou porteur (air → GEOSERVICES et HALLIBURTON ou hélium → DATALOG) avant d'être introduit dans la colonne remplie de particules inertes calibrées granulométriquement.

Les éléments constituant le mélange (échantillon + air) vont se déplacer au travers de la colonne à des vitesses différentes en fonction de leur capacité à être adsorbés ou retenus.



Figure 2.16 colonne de gaz

La caractéristique principale de chaque colonne est de présenter des temps de rétention différents pour chaque type de gaz l'ayant traversé jusqu'à l'arrivée de chacun d'eux dans la chambre du détecteur (conduction pour DATALOG, ionisation pour GEOSERVICES et HALLIBURTON) à un moment bien précis du cycle d'analyse. Le pourcentage du type de gaz est fonction de la valeur du pic ou de la surface de la courbe (si le détecteur dispose d'un intégrateur).

Dans le cas où le chromatographe possède deux colonnes, la première permet de séparer les gaz légers C1-C2, et la deuxième colonne permet de séparer les gaz lourds C3-nC5.

En fin d'analyse, le gaz porteur est inversé ("back flush") pour repousser hors du circuit les gaz en cours d'analyse et nettoyer la colonne. Ces analyses durent 3-4 minutes pour les cabines GEOSERVICES et HALLIBURTON, et 30 secondes pour DATALOG (le temps dépend des caractéristiques de la colonne et du débit du gaz porteur).

Le chromatographe donne automatiquement cinq courbes depuis C1 à nC5 en fonction du temps. Les valeurs de concentrations sont stockées sur mémoires analogiques et peuvent être lues après digitalisation par ordinateur.

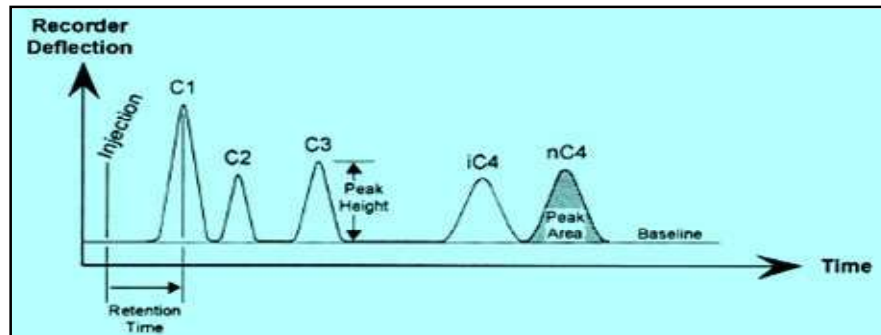


Figure 2.17 principe de la chromatographie

5.3 Gaz ration :

a) **Mouillabilité (wettness) :** Ce rapport est proportionnel à la densité du fluide analysé, on peut déterminer la nature d'hydrocarbure trouvé basant sur ce rapport.

$$wh = \left(\frac{C2 + C3 + C4 + C5}{C1 + C2 + C3 + C4 + C5} \right) \times 100$$

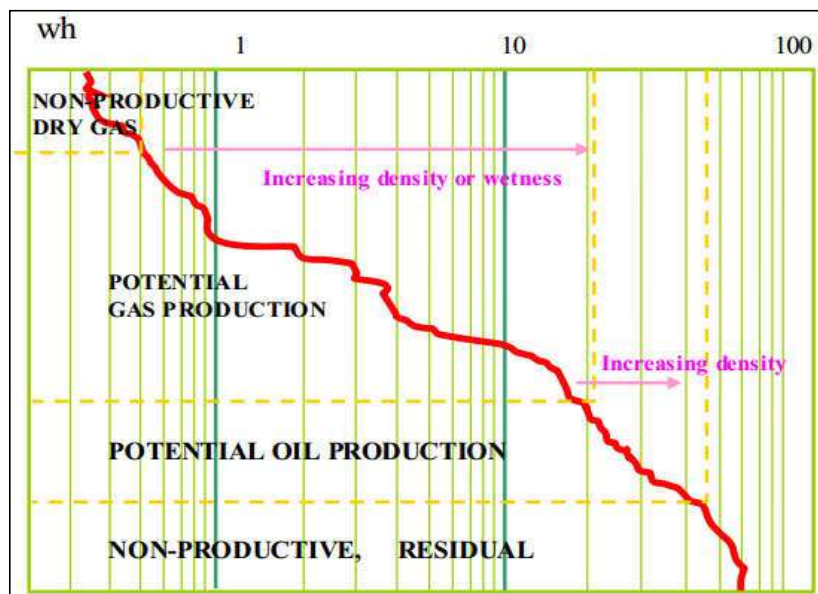


Figure 2.18 graphe de mouillabilité vs profondeur

b) **Balance Ratio (Bh)**: Utilisé avec le Wetness, ce rapport permet une comparaison directe entre les hydrocarbures lourds et légers, pour déterminer la tendance d'hydrocarbure.

$$Bh = \left(\frac{C1 + C2}{C3 + C4 + C5} \right)$$

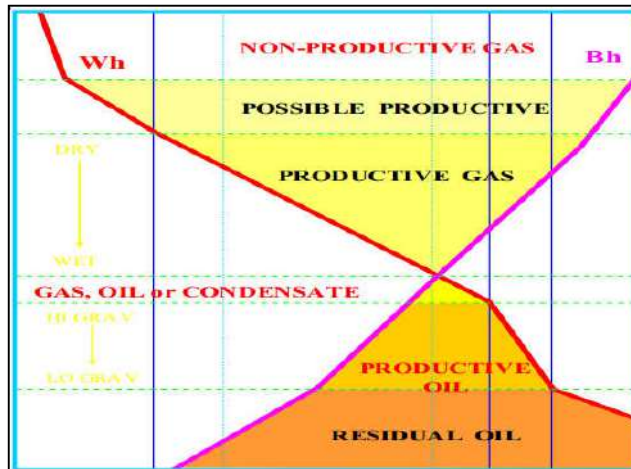


Figure 2.19 graphe de mouillabilité et balance vs profondeur

c) **Character Ratio (Ch)**: Ce rapport compare les composants lourds des gaz, à savoir le propane, le butane et le pentane.

Il permet de déterminer finalement l'état physique des hydrocarbures en place, donc le type de réservoirs: GAZ ou LIQUIDE.

$$Ch = \left(\frac{C4 + C5}{C3} \right)$$

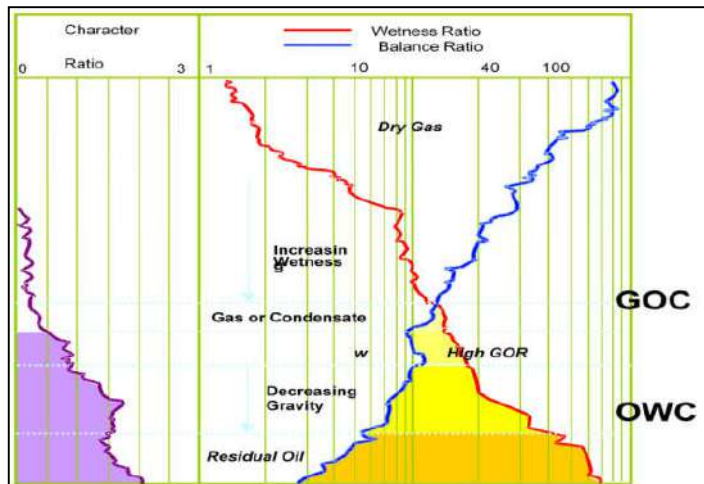


Figure 2.20 graphe wh, bl et ch vs profondeur

Tableau 2.3 types d'hydrocarbure selon les paramètres de gas ration

Wetness Ratio	Balance Ratio	Fluides de réservoirs et le potentiel pétroliers
< 0.5	> 100	Gaz sec ou léger Zone non productive comme les poches de gaz formées par les gaz biogéniques ou générés avant la fenêtre à huile.
	< 100	Gaz sec, Possibilité de production de gaz léger ou sec
0.5 – 17.5	Wh < Bh < 100	Zone productive de gaz Augmentation du Wetness jusqu'à la rencontre du Balance
0.5 – 17.5	< Wh	Zone productive de gaz très humide, condensat Huile avec un GOR élevé (Bh < Wh indique le liquide, mais Wh indique toujours le gaz)
17.5 – 40	< Wh	Zone productive d'huile La densité d'huile croît avec la séparation des courbes.
17.5 – 40	<< Wh	Faible production en raison de la faible saturation en huile
> 40		Zone à Huile lourde ou huile résiduelle (eau)

6. Logicielles :

6.1 Logplot : est un logiciel pour visualiser des logs géotechniques, environnemental, géophysique ...etc, cet logiciel transforme les données numériques vers des logs graphiques en format multiple selon nos besoins

Les étapes de la réalisation d'un log :

Log designer : ce dernier offre une flexibilité dans le design de log et permet de créer headers et footers, qui consistent en des informations nécessaires pour identifier le log; et de créer le body qui comprends lithologie, des vecteurs, symboles et des illustrations en courbes.

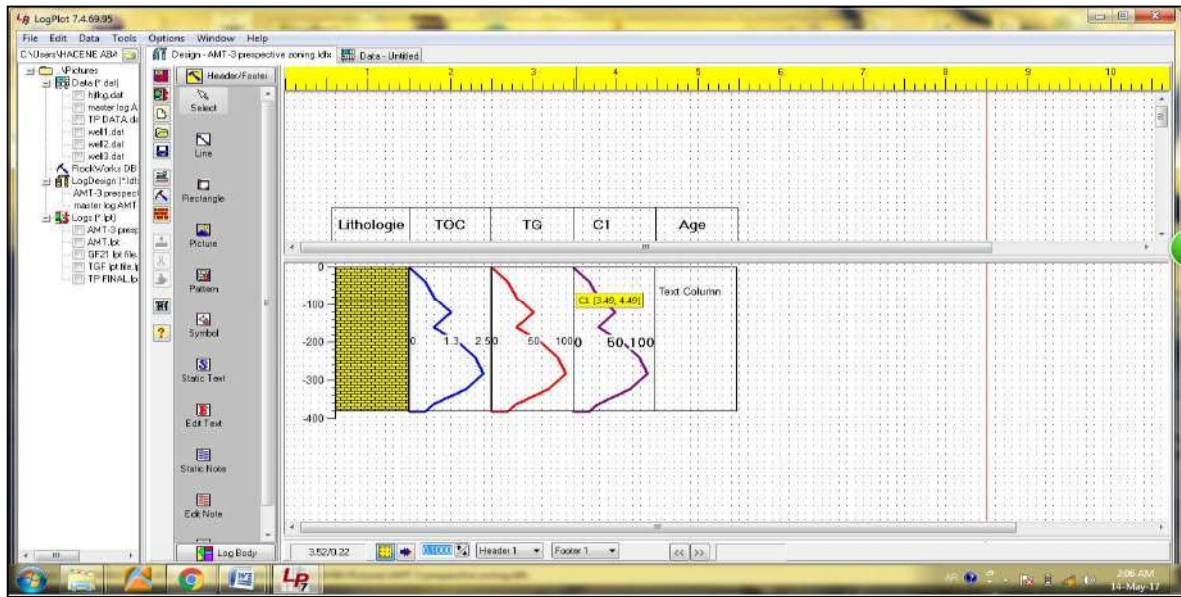


Figure 2.21 le portail "log designer" de logiciel logplot

Data editor : les data peuvent être introduire manuellement ou par importation des fichiers pré-préparer

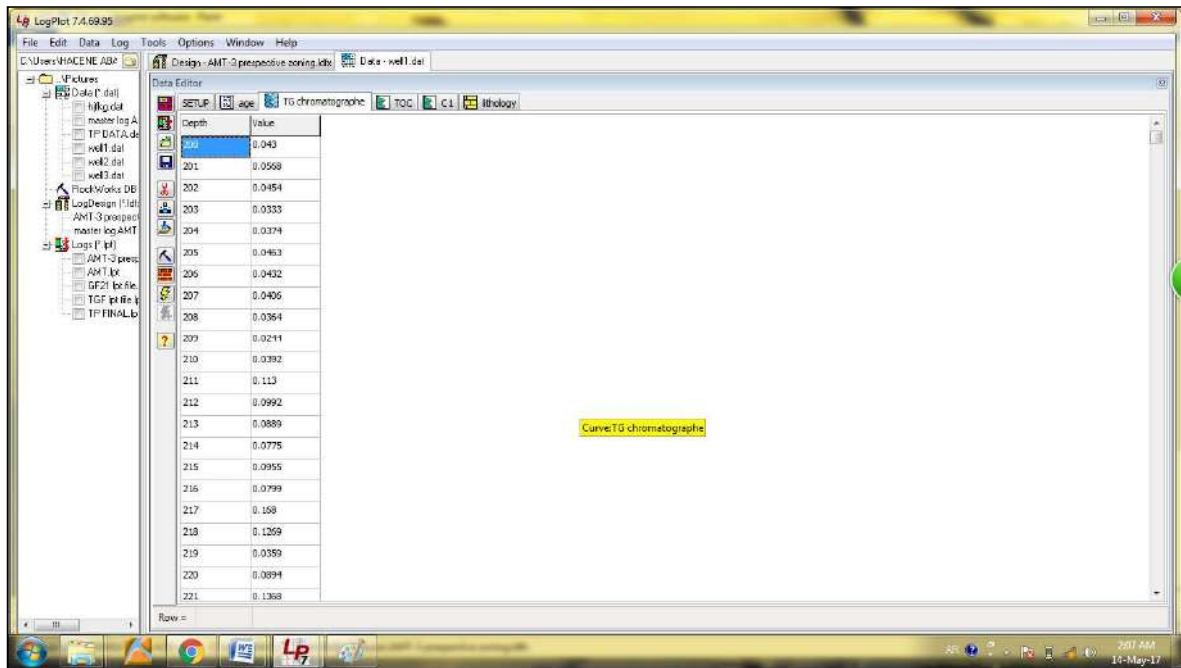


Figure 2.22 le portail "data editor" de logiciel logplot

6.2 Rockworks:

Est un progiciel qui peut être utilisé dans plusieurs domaines de géosciences, il peut réaliser des modèles stratigraphique et lithologique ainsi que les cartes a base des données obtenue du puits, il comporte des outils essentiel qui sont :

Borehole manager : cette fenêtre est pour insérer et modifier les données des puits, c'est ou on peut faire « subsurface modling » et visualisation en 2D et 3D les déférents types de modèle et logs

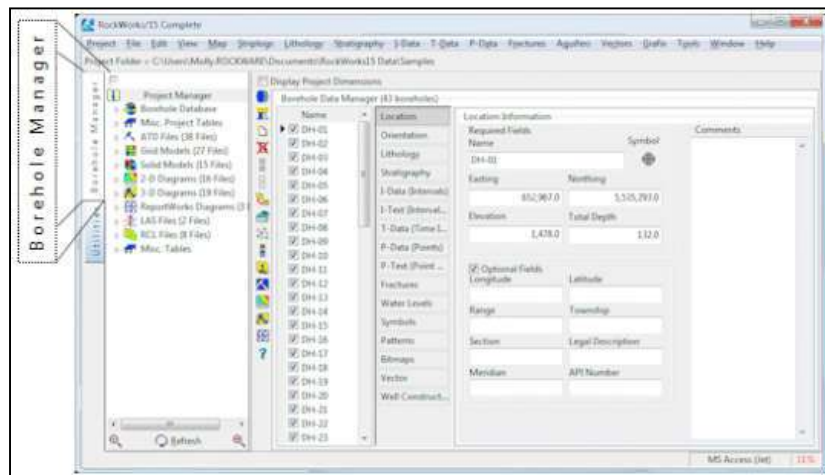


Figure 2.23 interface de "borehole manager"

Utilites : est ensemble de ligne et colonnes ou on peut les utilisé pour réalisation des cartes, charts, diagram, et la réalisation des analyse statistique a partir des données des puits

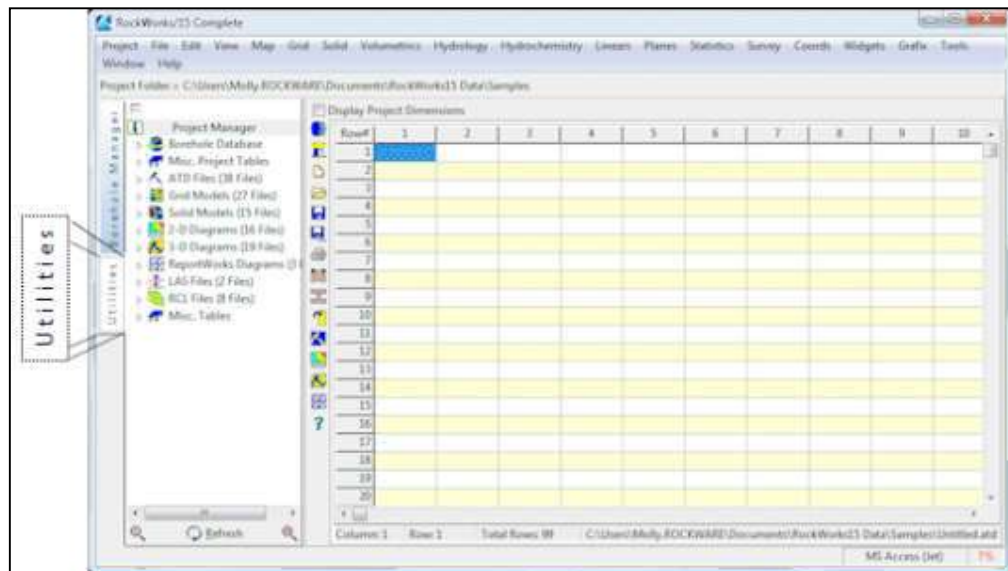


Figure 2.24 interface " utilities"

Project manager : est un panneau qui affiche les fichiers de Rockworks de projet et data base, et nous permet l'accès facile aux fichiers graphique.

Chapitre3 : étude de cas

Dans ce chapitre on va exposer la potentialité de zone de prospection de cette partie de bassin en donnant les valeurs de COT calculé par la méthode de Passey, et zonation des endroits productives au gaz par la méthode de gaz ration dans la limite des données disponible.

1. Généralité sur la zone de prospection :

1.1 Situation géographique :

La région étudiée est une partie de bassin d'Ahnet situé dans SUD-OUEST, cette dernière est située dans la zone 31 de système international UTM et limitée dans les coordonnées suivantes :

X Minimum: 300,000 ; X Maximum: 450,000

Y Minimum: 2, 800,000 ; Y Maximum: 3, 050,000

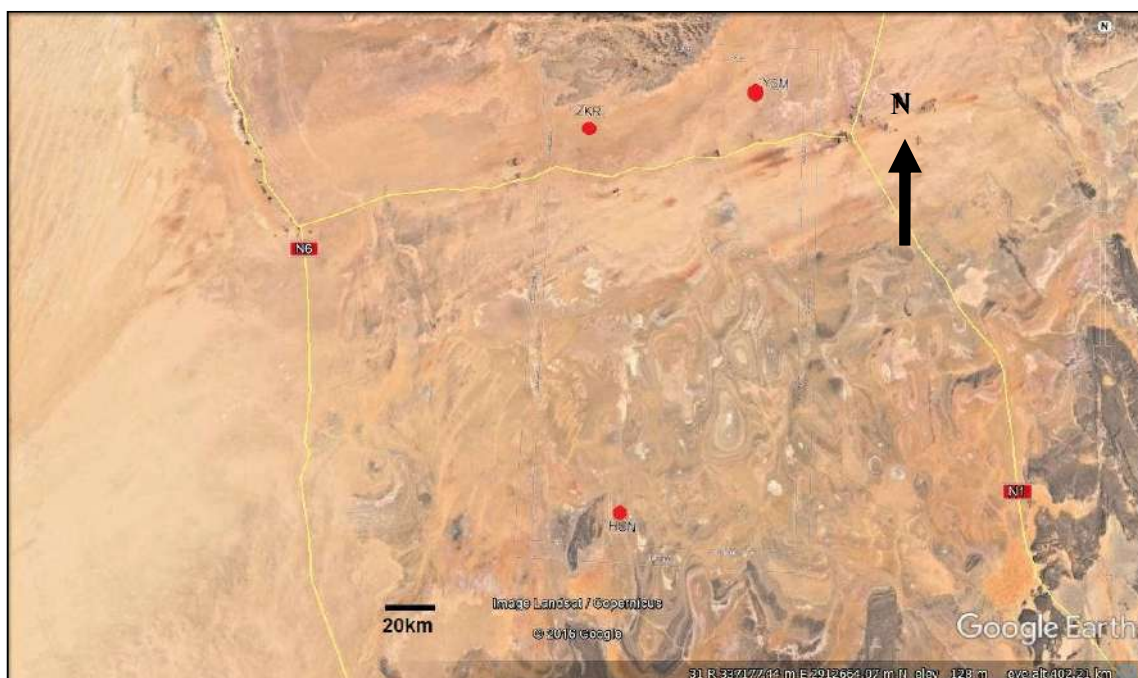















Figure 3.1 Image satellitaire d'emplacement des puits

1.2 Stratigraphie :

La zone étudiée présente une stratigraphie allant du cambrien à la profondeur moyenne de 1649.4m vers le faminien qui affleure dans la surface dans quelque endroit à la partie NORD-OUEST de la zone étudiée.

Tableau 3.1 Log lithostratigraphique de la zone prospecté

profondeur	Etage	description	étage
25		Sable blanc, jaunâtre, transparent à translucide, fin à moyen, parfois gravilleux, arrondi à sub-arrondi, friable, avec passe de d'Argile rosâtre à rouge, silteuse, tendre et pâteuse, fine passée de Gres blanc, beige, fin à très fin, siliceux à silico-argileux, moyennement dur.	Messinien
605		Argile gris-noir, noire, silteuse, micacée, tendre et pâteuse, avec passe de Gres blanc-beige, localement verdâtre, fin à moyen, arrondi à sub-arrondi, siliceux, légèrement dolomitique, moyennement dur, Trace de Pyrite.	Tournaisien
660		Gres gris blanc à blanc, fin à moyen, subarrondi, siliceux à silico-argileux, moyennement dur à friable et fines passées d'Argile gris noir à noire, silteuse, micacée, indurée et légèrement feuilletée. Trace de Pyrite.	strunien
895		clay, argile noire, tendre à moyennement indurée, silteuse, légèrement carbonaté	faminien
1805		Clay: Argile noire, indurée, silteuse, micacée, plus ou moins feuilletée, légèrement carbonatée, intercalée par des fines passées de Calcaire	frasnien
2129		Shaly Limestone: Calcaire blanc-beige à beige, microcristallin, fossilifère, pyriteux, dur.	givitien
2160		Clay and Silt: Argile gris-noir à noire, indurée, silteuse, micacée, carbonatée, pyriteuse, fossilifère, charbonneuse.	couvinien
2247		Clay and Sand: argilo-gréseux bioturbé composé par des alternances décimétriques de Grès gris blanc siliceux à silico-argileux, très fin à fin, sub-arrondi à sub-anguleux, moyennement dur à dur et d'Argile gris sombre, indurée, silteuse, micacée, pyriteuse, fossilifère.	Emsien
2311		Argillaceous Sandstone: Grès blanc à gris blanc, moyen, subanguleux à subarrondi, siliceux, bien consolidé, avec passées d'Argile grise silteuse, micacée, indurée. Traces d'Anhydrite blanche.	Seigienien
2375		Sandstone: Grès gris-blanc à gris, gris-sombre par endroit, fin à moyen, à des passées silico-argileux, moyennement dur à dur, avec fines passées d'Argile.	Gedinien
2554		Clay: Argile gris-foncé à noire, gris-claire par endroits, indurée, silteuse, micacée, feuilletée, traces de fossiles, traces de Pyrite.	Silurien
3287		Sandstone: Grès blanc à gris blanc, parfois gris sombre, fin à moyen, rarement grossier, siliceux à silico-quartzitique, moyennement dur à dur avec des passes d'Argiles grise à gris foncé, indurée, silteuse, micacée. Présence de grains de quartz et trace de pyrite	Ordovicien
3531		Sandstone: Grès gris blanc à blanc, fin, subanguleux à subarrondi, siliceux à silico-quartzitique, bien consolidé, localement gris sombre, silico-quartzitique, consolidé avec passées d'Argile grise à gris	Cambrien

Ces formations rocheuse a une forme géométrique déformé dans cette zone, et il est représenté dans le modèle géométrique suivant :

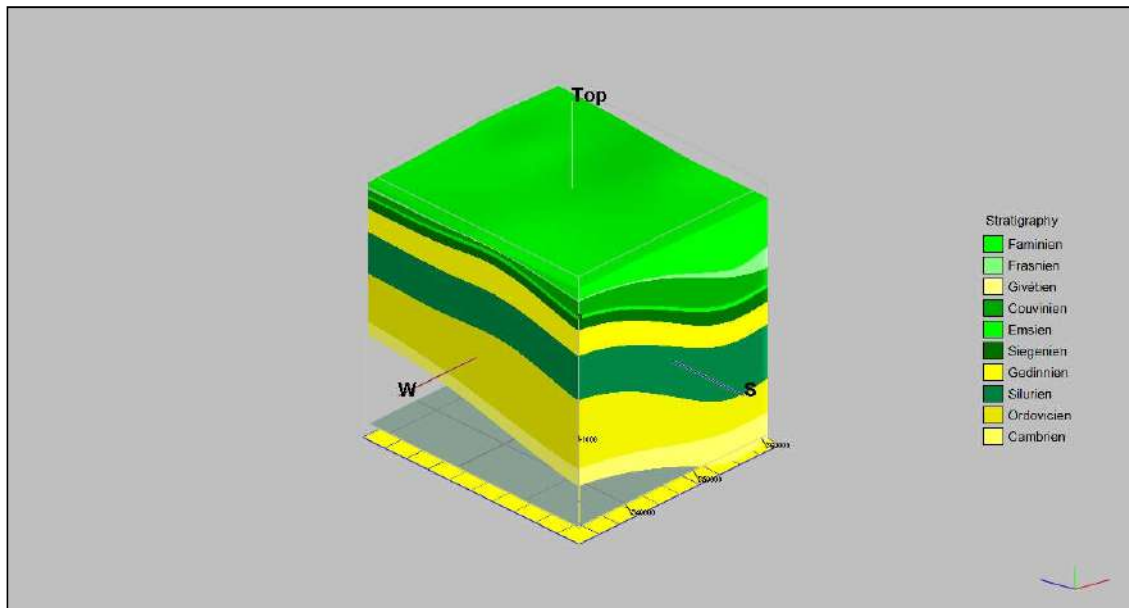


Figure 3.2 modèle géométrique de la zone prospectée

1.3 Structure :

La zone étudiée subit une structuration cambro-ordovicienne qui résulte d'une déformation des grès au fond de bassin et donne des plis, la forme des dépôts des formations rocheuses subjacentes suit le paléorelief cambro-ordovicien.

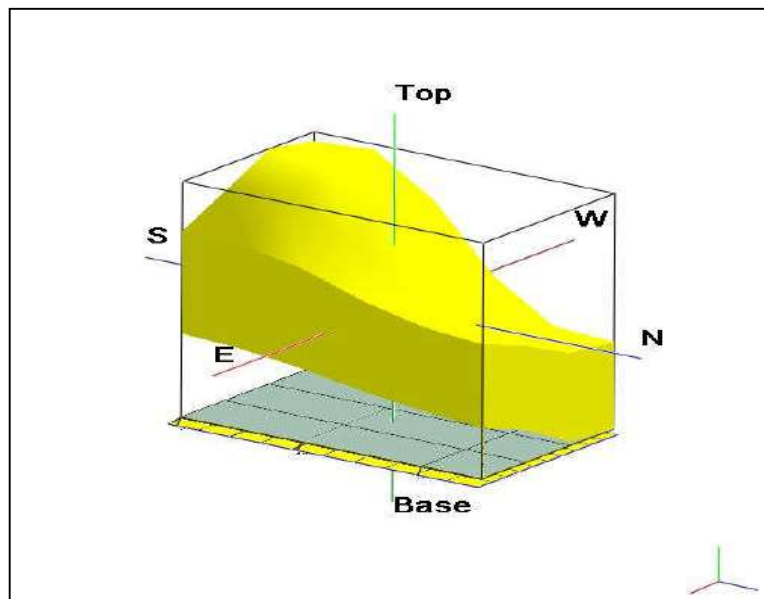


Figure 3.3 modèle géométrique des strates cambro-ordoviciennes

La roche mère argileuse d'âge silurien a la forme de paléorelief cambro-ordovicien, puisque elle a été déposée dans un milieu calme et n'a pas subi de contraintes tectoniques qui pourraient la déformer.

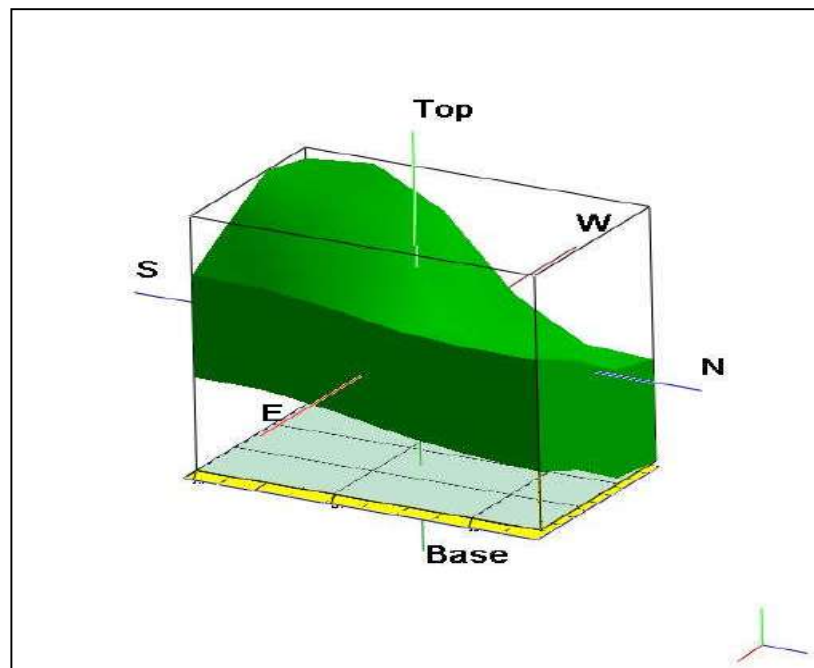


Figure 3.4 modèle géométrique de strate silurienne

2. Potentialité des puits :

2.1 puits-HCN :

Ce puits situé dans l'extrême sud-ouest de bassin d'Ahnet :

Avec une profondeur total de 1170m, l'intervalle silurien allant du 253m jusque 590m de profondeur, l'épaisseur de silurien attendre 337m, que ce représente un intervalle potentiel a prospecté.

L'application de la méthode de Passay nécessite de réalisé un log de séparation Résistivité-Sonique

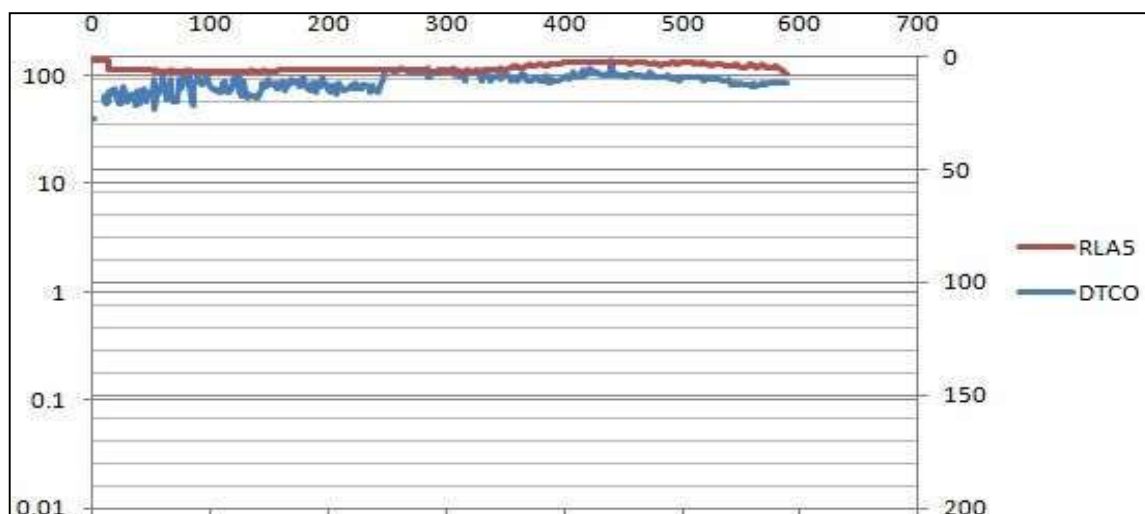


Figure 3.5 graphe de séparation Résistivité-Sonique

On détermine la ligne de base a l'intersection de graphe de Résistivité avec celle de Sonique pour pouvoir applique l'équation de séparation qui va être utilisé dans la calcule de COT, pour ce puits la ligne de base a la profondeur de 227m.

Après les calcule de COT été faite le résultat sera présenté par un graphe qui détermine la potentialité au cours de l'intervalle traversé.

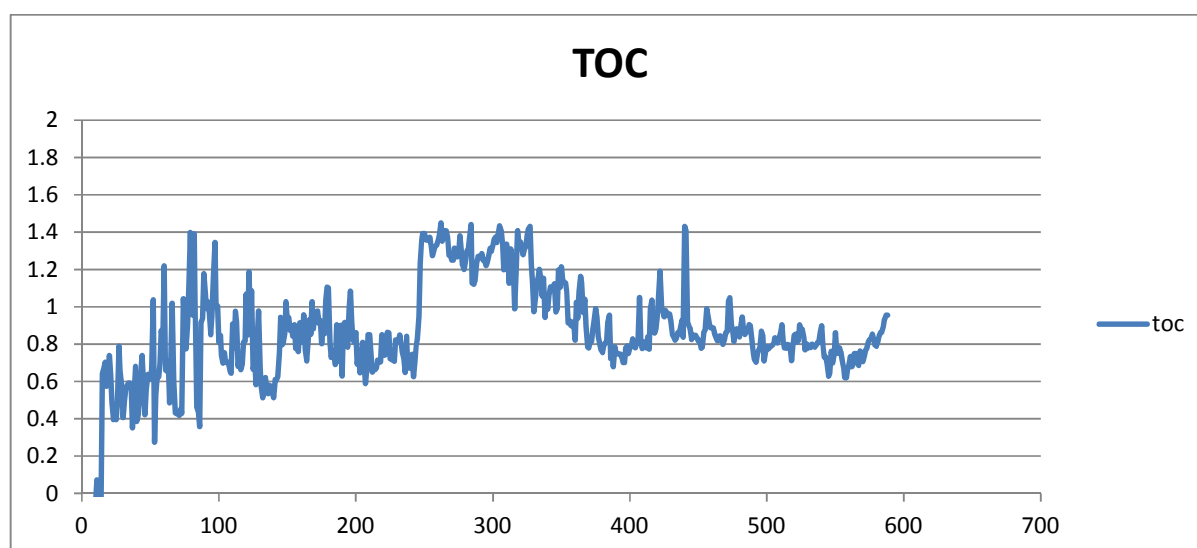


Figure 3.6 graphe de COT vs profondeur

La moyenne de COT observé dans l'intervalle silurien attendre 0.9624524% qui est « faible » a l'échelle de classification des roches mères.

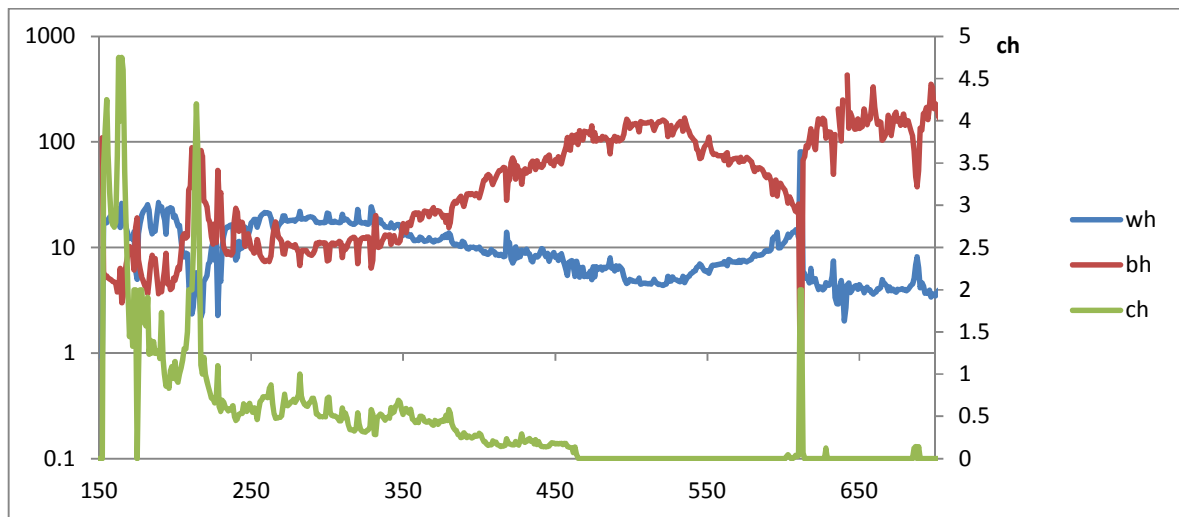


Figure 3.7 les paramètres de gaz ration vs profondeur

Le graphe de « gas ration » nous permet de déterminer les zones productrices en gaz de schiste dans l'intervalle Silurien, ainsi que les différents types des hydrocarbures générés par cette roche mère.

Dans ce puits l'intervalle producteur en gaz est limité entre 452m et 575m, avec une épaisseur de 123 m.

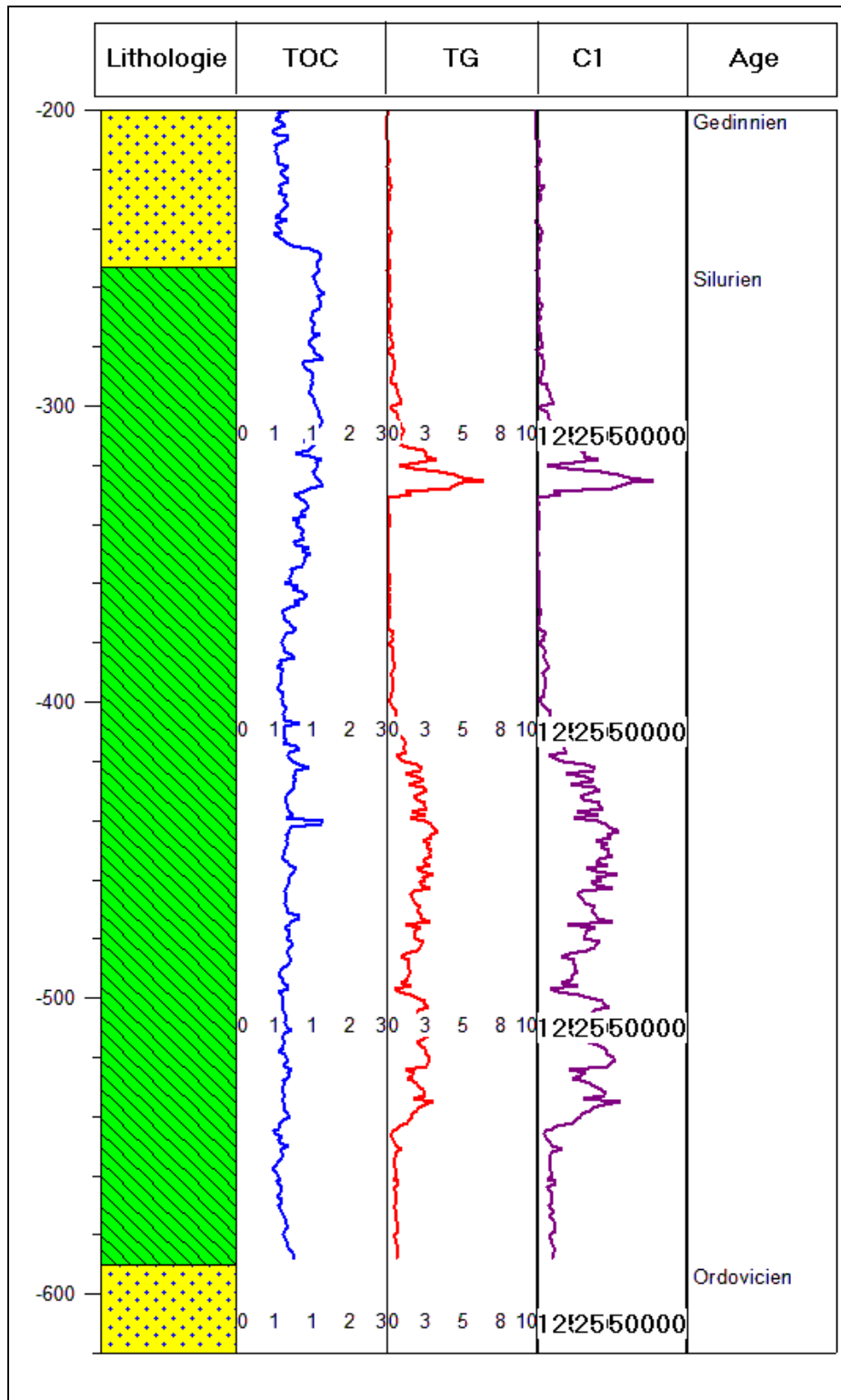


Figure 3.8 log organique de puits HCN

2.2 puits-ZKR :

Ce puits situé dans l'ouest de bassin d'Ahnet, ou nord de la zone prospecté:

Avec une profondeur total de 3630.0m, l'intervalle silurien allant du 2554m jusque 3188m de profondeur, l'épaisseur de silurien atteindre 634m, que ce représente un intervalle potentiel a prospecté.

L'application de la méthode de Passay nécessite de réaliser un log de séparation Résistivité-Sonique.

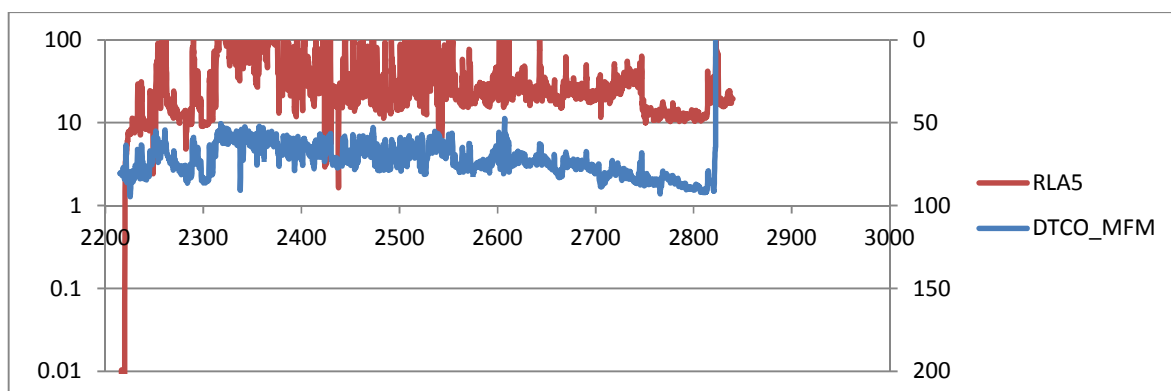


Figure 3.9 graphe de séparation Résistivité-Sonique

On détermine la ligne de base a l'intersection de graphe de Résistivité avec celle de Sonique pour pouvoir applique l'équation de séparation qui va être utilisé dans la calcul de COT, pour ce puits la ligne de base a la profondeur de 2541.9m

Après les calculs de COT ont été faits le résultat sera présenté par un graphe qui détermine la potentialité au cours de l'intervalle traversé.

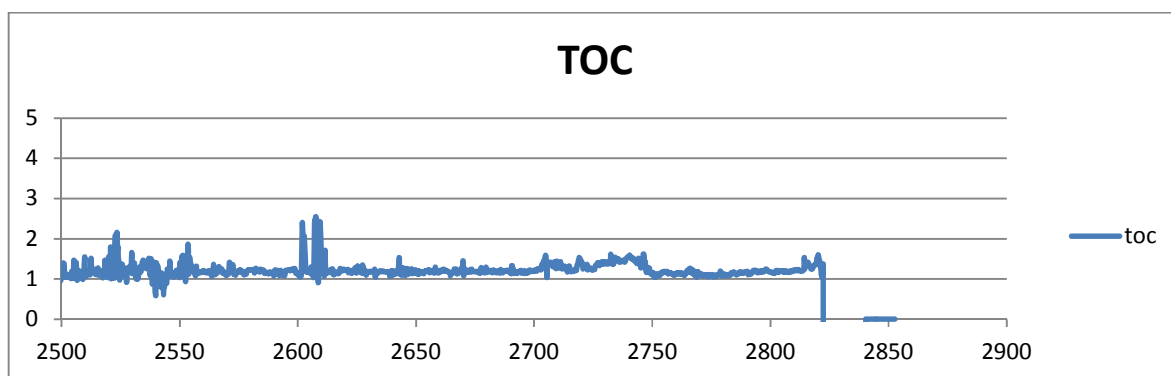


Figure 3.10 graphe de COT vs profondeur

La moyenne de COT observé dans l'intervalle silurien attendre 1.22721681% qui est « Bon » a l'échelle de classification des roches mères.

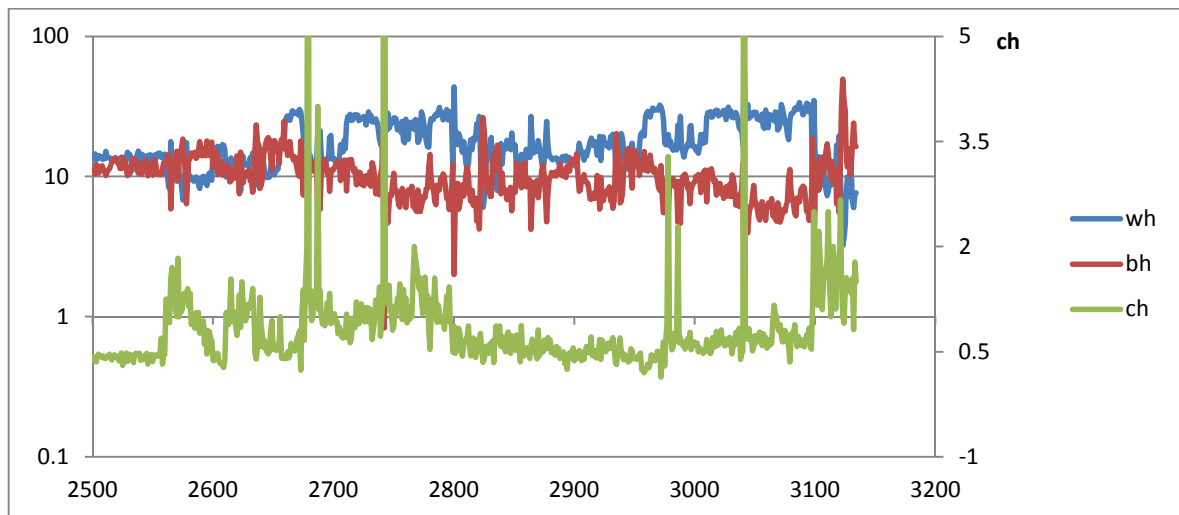


Figure 3.11 les paramètres de gaz ration vs profondeur

Le graphe de « gas ration » nous permet de déterminer les zones productrices en gaz de schiste dans l'intervalle Silurien, ainsi que les différents types des hydrocarbures générés par cette roche mère.

Dans ce puits il existe deux intervalles producteurs en gaz,

Le premier intervalle est limité entre 2881m et 2898m, avec une épaisseur de 17 m.

Le deuxième intervalle est limité entre 2949m et 2968m, avec une épaisseur de 19m.

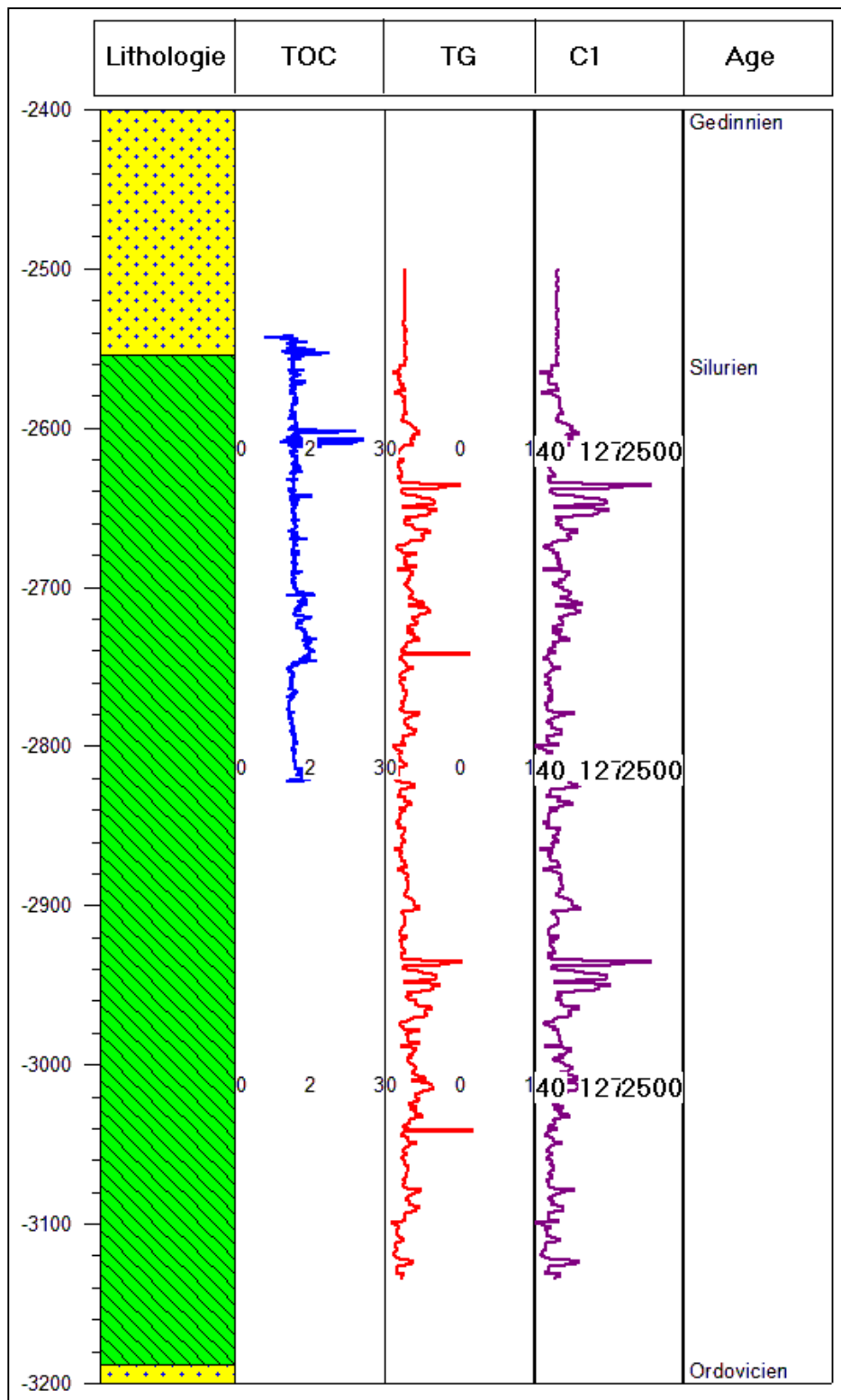


Figure 3.12 log organique de puits ZKR

2.3 puits-YSM :

Ce puits situé dans l'ouest vers le centre de bassin d'Ahnet avec une profondeur total de 2705.0m, l'intervalle silurien allant du 1486 jusque 2147m de profondeur, l'épaisseur de silurien atteindre 661m, que ce représente un intervalle potentiel a prospecté.

L'application de la méthode de Passay nécessite de réaliser un log de séparation Résistivité-Sonique

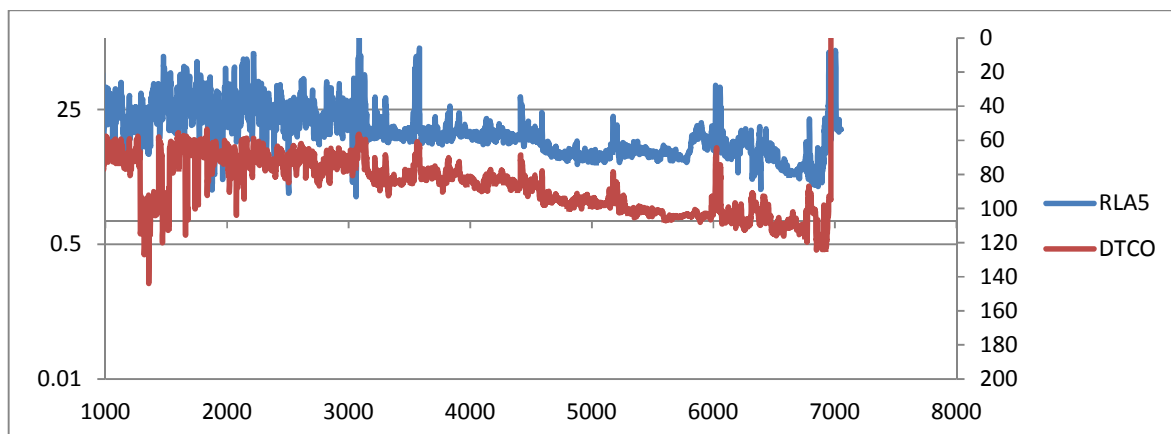


Figure 3.13 graphe de séparation Résistivité-Sonique

On détermine la ligne de base a l'intersection de graphe de Résistivité avec celle de Sonique pour pouvoir applique l'équation de séparation qui va être utilisé dans la calcule de COT, pour ce puits la ligne de base a la profondeur de 1256.0808m.

Après les calcule de COT été faite le résultat sera présenté par un graphe qui détermine la potentialité au cours de l'intervalle traversé.

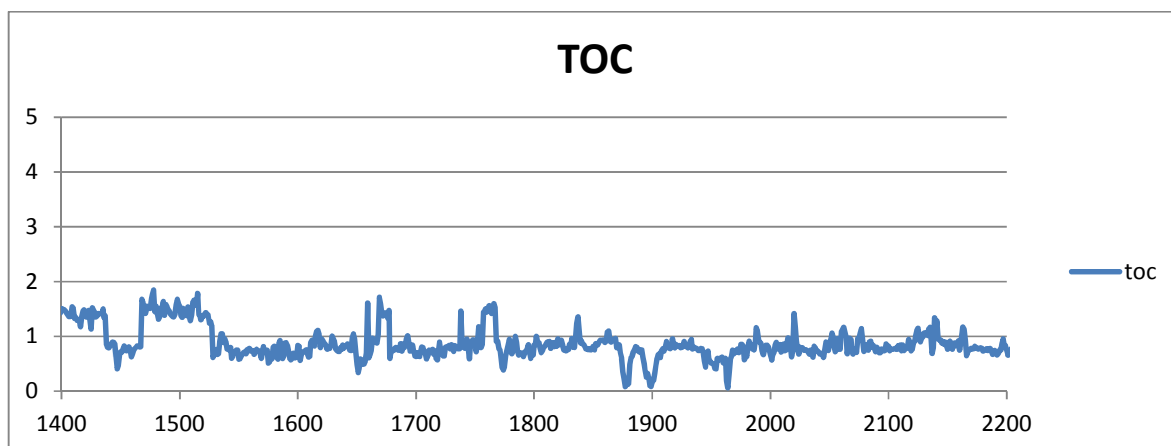


Figure 3.14 graphe de COT vs profondeur

La moyenne de COT observé dans l'intervalle silurien atteindre 0.85972071% qui est « faible » a l'échelle de classification des roches mères.

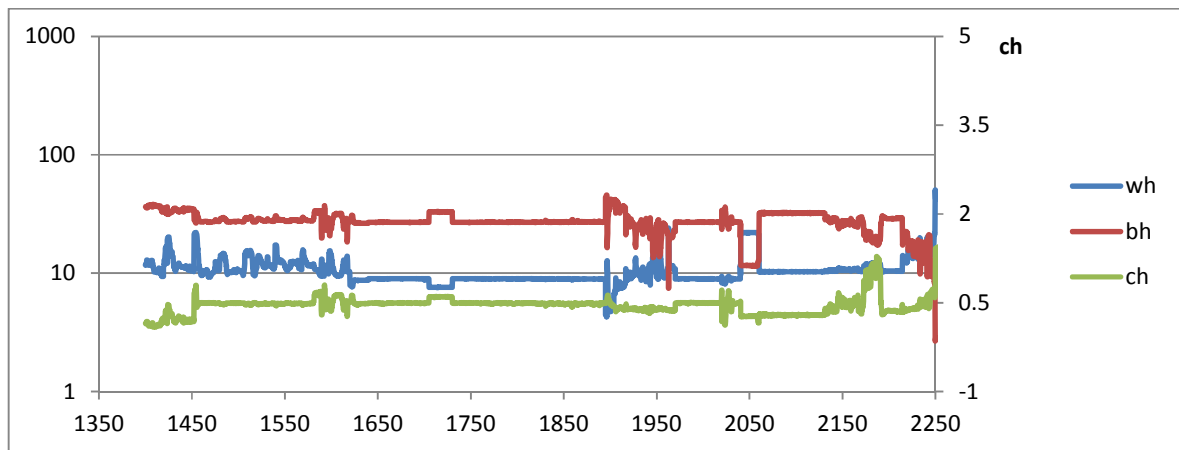


Figure 3.15 les paramètres de gaz ration vs profondeur

Le graphe de « gas ration » nous permet de déterminer les zones productrices en gaz de schiste dans l'intervalle Silurien, ainsi que les différents types des hydrocarbures générés par cette roche mère.

Dans ce puits il existe plusieurs intervalles producteurs en gaz, le premier intervalle est limité entre 1486m et 1580m, avec une épaisseur de 94m.

Le deuxième intervalle est limité entre 1624m et 1704m, avec une épaisseur de 80 m.

Le troisième intervalle est limité entre 1730m et 1985m, avec une épaisseur de 255 m.

Le quatrième intervalle est limité entre 2060m et 2144m, avec une épaisseur de 84m.

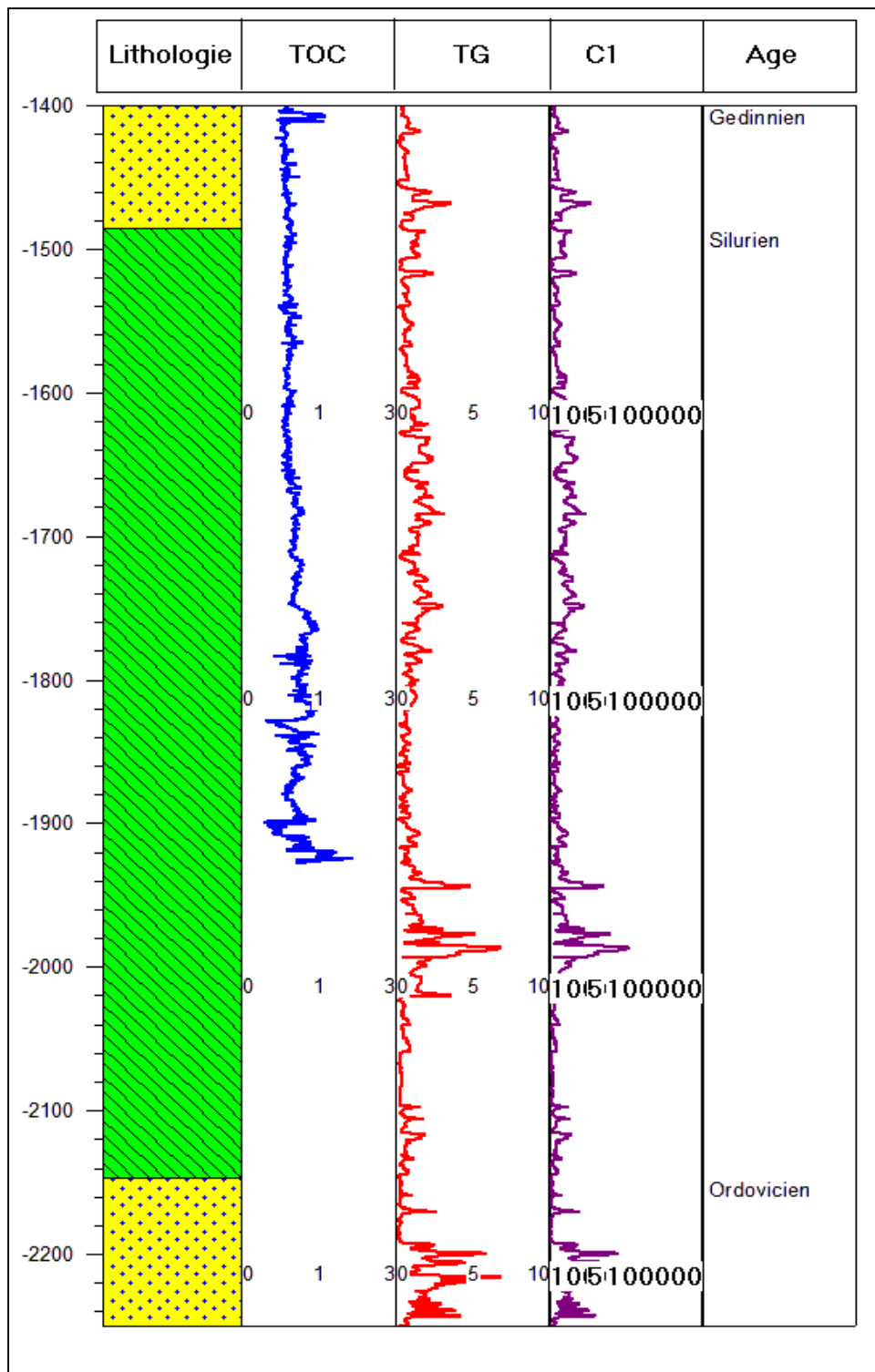


Figure 3.16 organique log de puits YSM

3. histogrammes comparatives des puits:

3.1 Histogramme comparative de Profondeur:

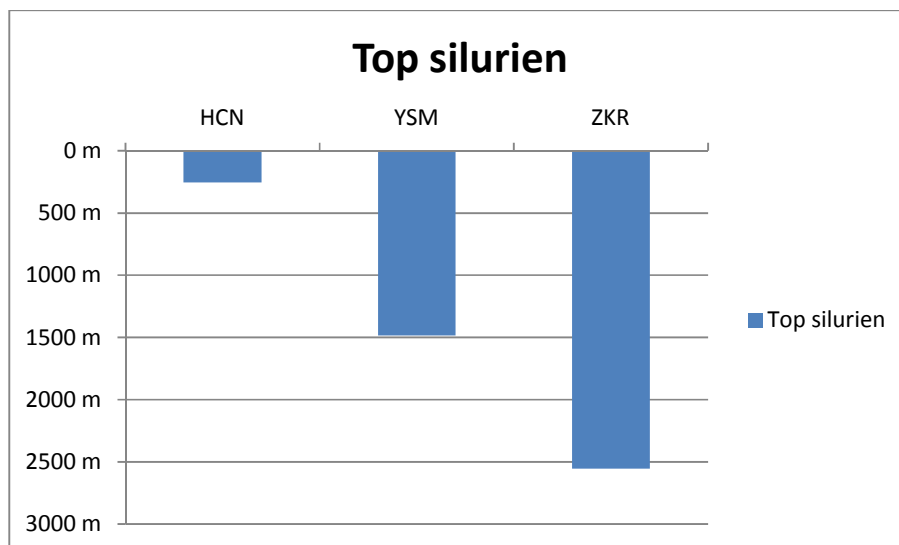


Figure 3.17 histogramme représente le toit de silurien

On remarque que le puits ZKR a une profondeur supérieure à celle de HCN et YSM, la grande profondeur favorise un fort apport sédimentaire et l'accumulation de la matière organique.

3.2 Histogramme comparative de l'épaisseur:

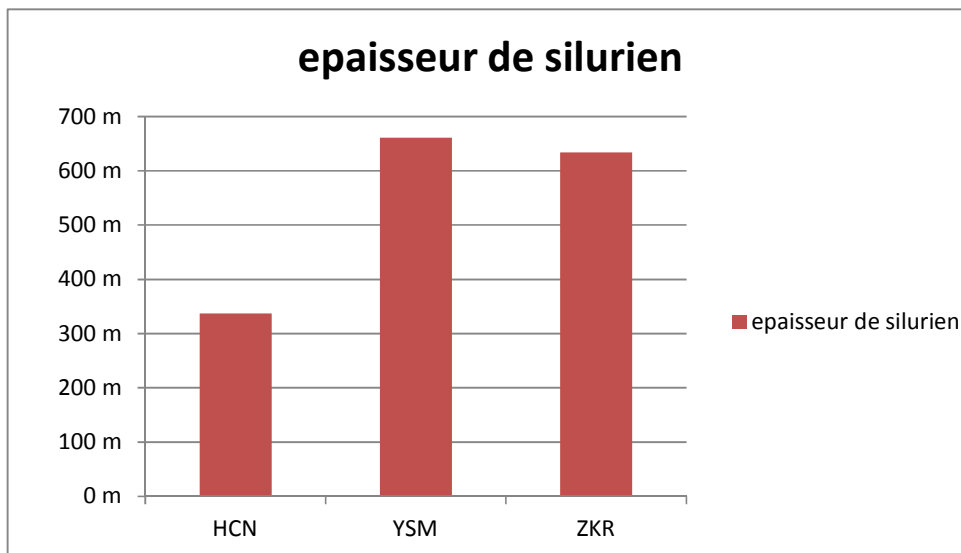


Figure 3.18 histogramme représente l'épaisseur de silurien

D'après la variation d'épaisseur on remarque que ZKR et YSM comprennent de grandes épaisseurs qui donnent la possibilité d'existence plusieurs intervalles productrices au gaz schiste.

3.3 Histogramme comparative de COT :

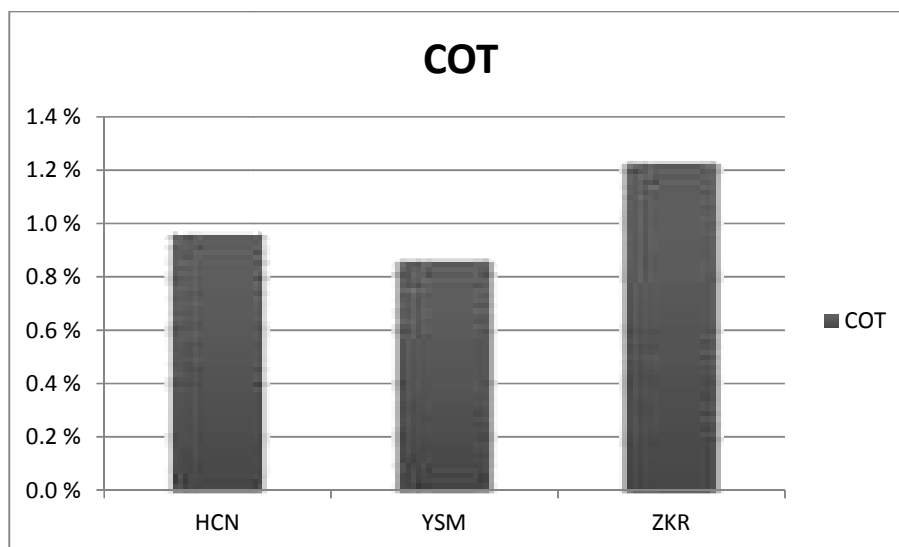


Figure 3.19 Histogramme représente la variation de COT

D'après cet histogramme la valeur de COT dans ZKR est supérieure à celle de HCN et YSM.

Histogramme représente la concentration de gaz sec (C1) :

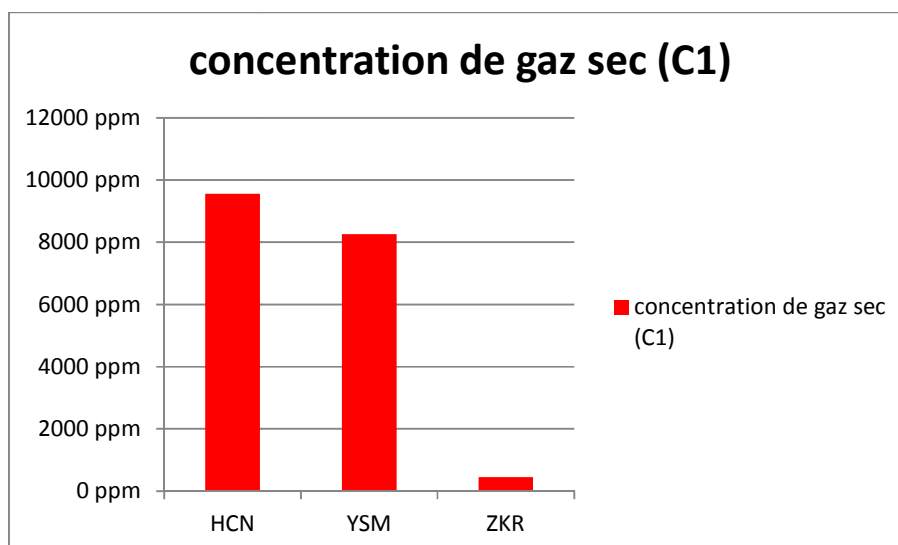


Figure 3.20 Histogramme représente la concentration de gaz dans les puits

D'après cet histogramme on remarque que la concentration de gaz est grande dans HCN et YSM par rapport dans le puits de ZKR.

4. Résultats :

- Plus que la profondeur est grande le continue en COT agrandit, où on remarque leur concentration vers NORD-OUEST (ZKR), ce qui indique un fort apport sédimentaire riche en matière organique pendant la phase Silurienne au fond de paléorelief Ordovicien.
- Le continue de gaz à démunie vers le NORD-OUEST (ZKR), qui indique une faible transformation de matière organique malgré leur grande profondeur et sa richesse en carbone, ce qui possède plusieurs possibilités qui résulte une faible production de gaz, lesquelles:
 - . une faible activité tectonique dans la zone qui peuvent résulte une augmentation de température qui introduire dans les processus de transformation organique.
 - . Un faible confinement qui résulte la transformation de matière organique vers le charbon grâce à la présence d'oxygène.
 - . Présence de faille qui résulte l'échappement de gaz vers un autre endroit
- Plus que l'épaisseur augmente on trouve des zones productives au gaz multiples que peut-être grâce a la variation batimitrique dans l'ancien mer grâce à alternance de régression et progression, ce que nos donne une idée sur le paléo-environnement de zone prospecté.

Conclusion

Conclusion :

L'évaluation de la zone prospecté qui situé où sud-ouest de bassin d'Ahnet a travers les donnés de diagraphie et data gaz montre que la formation argileuse silurienne à un bon potentiel de COT qu'il attient 1.016481596%, ce que influe sur la présence de gaz dans cette zone où la moyenne de méthane trouvé est 6092.473ppm, ces résultats sont concentré dans une épaisseur moyen 544m

D'après notre étude les puits étudiés HCN et YSM qui comprennent des intervalles de COT faible avec une moyenne qui ne dépasse pas 1% dans ces deux dernier par contre leurs taux de méthanes est bon avec une moyenne de 8912.16 ppm

Les meilleurs intervalles en COT sont enregistrés dans le puits ZKR avec une moyenne 1.22721681% par contre leurs taux de méthane est faible d'une moyenne 453.1 ppm cette contrariété est reliev a des raisons diagénitique donc la partie nord-ouest n'arrive pas a l'étape de métagénèse

Les résultats obtenue par cette étude montre que les zones perspectives a exploité sont situé dans sud-ouest proche au puits HCN avec un intervalle producteur de gaz de 123m limité entre 452m et 575m de profondeur

Il serait également intéressant que cette présente étude soit complétée par l'étude de comportement de la production selon les résultats du puits, en impliquant la fracturation hydraulique du réservoir. Cette étape du processus s'avère ultime, afin d'apprécier la rentabilité du gisement. Au cours de cette étude, nous avons tenté à caractériser et évaluer la roche mère sédimentaire silurienne du bassin d'Ahnet.

Bibliographie

J

- [1]. ROBEI Sarra thèse magistère. (2014): Characterization of shale gas reservoirs by logging and mineralogical studies; UKMO.
- [2]. KASED Med (2013) Publication: Le potentiel Shale Gas en Algérie SONATRACH.
- [3]. ELHadj Habib. ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DE L'EMSIEN D'IN SALAH (BASSIN DE L'AHNET) : CARRACTERISATION ET EXTENSION DU RESERVOIR D55
- [4]. Boudjemâa, A. (1987): Evolution structurale du bassin pétrolier 'triasique' du Sahara nord orientale (Algérie). Thèse de Doctorat en Sciences, University Paris XI, XVII + 290pp. Paris : Editions Technip.
- [5]. Boots, D.R.D., Clark-Lowes, D.D., Traut, M.W., 1998, Palaeozoic petroleum systems of North Africa: in Macgregor, D.S., Moody, R.T., Clark-Lowes, D.D., eds., Petroleum geology of North Africa: Geol. Soc. London. Spec. Pub. n° 132, p. 7-68.
- [6]. Schlager, W. (1991): Depositional bias and environmental change—important factors in sequence stratigraphy. *Sedimentary Geology*, Vol. 70, p. 109–130.
- [7]. Fabre & Kazi-Tani, 1987 : Part de l'héritage dans la déformation phanérozoïque du Sahara central et occidental. In *Current Research in African Earth Sciences* (ed. G. Matheis and H. Schandelmeier), pp. 241-4. Rotterdam, Boston: A. A. Balkema.
- [8]. Beicip-Sonatrach. (1975), Étude structurale et cartographique de bassin d'Illizi. Môle d'El Biod., (Rapport interne S.H)
- [9]. Beuf, S., Biju-Duval, B., Rognon, D., Gariel, O. et Bennecef (1971) : Les grès du Paléozoïque inférieur au Sahara. Publ. I. F. P. Coll. « Sciences et Techniques du Pétrole », 18, p. 1-464, 357 fig., 30 pl., 1 carte h. t.
- [10]. Haddoum, H., Guiraud, R. & Moussine-Pouchkine, A. (2001) : Hercynian compressional deformations of the Ahnet-Mouydir Basin, Algerian Sahara Platforme : far-field stress effects of the Late Palaeozoic orogeny. *Terra Nova* 13, 220-6.
- [11]. Haddoum, H. (2009) : Les structures hercyniennes dans la couverture sédimentaire paléozoïque de l'Ahnet Occidental et de Bled El Mass (N.O. du Hoggar, Algérie) : une conséquence du jeu des failles panafricaines. *Bull. Serv. Géol. Nat.* Vol. 20 n°3.2009, 221-243.
- [12]. M.lefranc et A.dubois (2014) Ahnet-mouydir shale gas project geological and stuctural analysis part1 SHLUMBERGER.

J

Bibliographie

J

[13]. ZEROUG Samine, BOUNOUA Nourddine et LOUNISSI Rbih WELL EVALUATION CONFERENCE (2007) SONTRACH ET SHLUMBERGER.

[14]. SLAMA Abd El Madjid et BOUKAR Abd El Bassit. Mémoire(2014) : Les dépôts argilo-grésomicroconglomératiques Emsins dans la région d'Aoulef EL Arab(Bassin de l'Ahnet ,Sahara central Algérien) UKMO.

[15]. Gaz de schiste en Algérie: Aspect économique et environnemental SONTRACH (Article 2009).

[16].HASSAIN Nour El Houda et GUEDDOURI Zineb Mémoire(2016) ; étude de la fracturation dans les réservoirs de l'ordovicien du gisement de gaz de GARET EL GUEFOUL-bassin de l'Ahnet Algérie

[17] Zouaouid, Bensaci, (2015) Caractérisation et évaluation des paramètres pétrophysique de réservoir TAGI. UKMO.

[18]. Q. R. Passey, K. M. Bohacs, W. L. Esch, R. Klimentidis, and S. Sinha, ExxonMobil Upstream Research Co. From Oil-Prone Source Rock to Gas-Producing Shale Reservoir – Geologic and Petrophysical Characterization of Unconventional Shale-Gas Reservoirs 2010

[19]. Mika Laajalahti, Tapani Aaltonen, Kalle Kuoppamaki, Jani Maaranen, Jussi Timonen University of Jyväskylä Measurements with the He-gas methods of the disturbed zone caused by boring 1999

[20]. Renata Cicha-Szot, Lidia Dudek, Piotr Such Oil and Gas Institute – National Research Institute Permeability estimation in shale formations on the basis of desorption data and radial gas flow model 2015.

[21]. ABOUCHE Karima et BENSADI Walid. Evaluation des caractéristiques du shale gas du bassin d'Ahnet 2016

[22]. B.Carpentier, G.Bessereau, A.Y.Huc diagraphie et roches mères, estimation des teneurs en carbone organique par la méthode carbolog (IFP) 1989.

[23]. Q.R.Passey, S.Greaney, J.B.Kulla, F.J.Movitti and J.D.Stroud. a practical model of organic richness from porosity and resistivity logs 1990.

[24]. Dominique Chapellier & Jean-Luc Mari université de lausanne, IFP cours online de géophysiques

[25]. Weatherford Surface Logging Systems, (2008): Hydrocarbon Evaluation and Interpretation Gas Ratios.

J

Annexes

Les tableaux de COT des zones productives au gaz :

Puits-HCN :

DEPT	DT	RD5	R/Rbaseline	log10	DT01	DlogR	TOC
452	97.4137	2.5212	0.41166482	-0.38545625	0.358782	-0.02667425	0.77709701
453	97.2058	2.5876	0.42250669	-0.37416641	0.354624	-0.01954241	0.78322054
454	101.3141	2.66	0.43432826	-0.36218191	0.43679	0.07460809	0.86405985
455	102.4149	2.6232	0.42831951	-0.36823214	0.458806	0.09057386	0.87776834
456	105.4896	3.0703	0.50132258	-0.29988274	0.5203	0.22041726	0.98925424
457	104.0041	3.0175	0.49270133	-0.30741627	0.49059	0.18317373	0.95727627
458	102.6852	2.8175	0.46004507	-0.33719962	0.464212	0.12701238	0.90905512
459	101.8588	2.7612	0.45085233	-0.34596568	0.447684	0.10171832	0.88733718
460	101.9692	2.7302	0.44579061	-0.35086909	0.449892	0.09902291	0.88502286
461	101.7518	2.7772	0.45346483	-0.34345639	0.445544	0.10208761	0.88765426
462	99.8357	2.7703	0.45233819	-0.34453675	0.407222	0.06268525	0.85382269
463	99.3193	2.6815	0.43783881	-0.35868575	0.396894	0.03820825	0.8328063
464	98.471	2.6794	0.43749592	-0.35902599	0.379928	0.02090201	0.81794684
465	98.7632	2.8137	0.4594246	-0.33778576	0.385772	0.04798624	0.84120185
466	98.4696	2.8679	0.46827444	-0.32949954	0.3799	0.05040046	0.84327474
467	97.2378	2.8891	0.47173601	-0.32630097	0.355264	0.02896303	0.82486818
468	95.0959	2.9639	0.48394945	-0.3152	0.312426	-0.002774	0.79761819
469	96.7899	2.9494	0.48158187	-0.31732987	0.346306	0.02897613	0.82487943
470	98.5421	2.9867	0.48767226	-0.31187195	0.38135	0.06947805	0.85965511
471	97.3443	3.2168	0.52524329	-0.27963949	0.357394	0.07775451	0.86676143
472	105.0957	3.5151	0.5739501	-0.24112586	0.512422	0.27129614	1.03293975
473	107.224	3.3202	0.54212658	-0.2658993	0.554988	0.2890887	1.04821677
474	99.6984	3.1846	0.51998563	-0.28400866	0.404476	0.12046734	0.90343543
475	98.6902	3.0936	0.50512703	-0.29659939	0.384312	0.08771261	0.87531163
476	96.5684	2.9017	0.47379335	-0.32441104	0.341876	0.01746496	0.81499573
477	98.5254	3.0997	0.50612305	-0.29574388	0.381016	0.08527212	0.87321618
478	97.213	3.3747	0.55102541	-0.25882838	0.354768	0.09593962	0.88237549
479	97.5173	3.243	0.52952126	-0.2761166	0.360854	0.0847374	0.87275706
480	95.3166	3.2692	0.53379923	-0.27262206	0.31684	0.04421794	0.83796632
481	97.556	3.5049	0.57228463	-0.24238792	0.361628	0.11924008	0.90238168
482	97.1472	4.0088	0.65456208	-0.18404916	0.353452	0.16940284	0.94545233
483	96.8946	3.3396	0.54529423	-0.2633691	0.3484	0.0850309	0.87300907
484	97.1418	3.1127	0.50824571	-0.29392628	0.353344	0.05941772	0.85101712
485	97.761	3.1188	0.50924172	-0.29307602	0.365728	0.07265198	0.8623803
486	97.9597	3.1875	0.52045915	-0.28361335	0.369702	0.08608865	0.87391726
487	99.0748	3.2954	0.5380772	-0.26915541	0.392004	0.12284859	0.90548001
488	98.1977	3.3599	0.54860884	-0.2607372	0.374462	0.1137248	0.89764617
489	95.8727	3.0729	0.50174711	-0.29951512	0.327962	0.02844688	0.824425
490	94.2416	2.7008	0.44099014	-0.35557112	0.29534	-0.06023112	0.74828447
491	93.2363	2.6062	0.42554373	-0.37105581	0.275234	-0.09582181	0.71772567
492	91.9594	2.6603	0.43437725	-0.36213293	0.249696	-0.11243693	0.70345962
493	92.2191	2.934	0.47906734	-0.31960344	0.25489	-0.06471344	0.74443588
494	92.0457	3.1623	0.51634446	-0.28706048	0.251422	-0.03563848	0.76940016
495	93.9116	2.9713	0.48515773	-0.31411704	0.28874	-0.02537704	0.77821081
496	94.6956	3.6642	0.59829534	-0.22308438	0.30442	0.08133562	0.86983623
497	94.9341	3.4171	0.55794853	-0.25340586	0.30919	0.05578414	0.84789727
498	88.3276	3.1963	0.52189602	-0.28241601	0.17706	-0.10535601	0.70953943
499	93.877	2.7746	0.4530403	-0.34386317	0.288048	-0.05581517	0.75207609
500	94.9464	2.9004	0.47358109	-0.32460565	0.309436	-0.01516965	0.78697506
501	94.9239	2.8108	0.45895108	-0.3382336	0.308986	-0.0292476	0.77488748
502	95.1592	2.8378	0.46335968	-0.33408176	0.313692	-0.02038976	0.78249298
503	95.3404	2.8616	0.46724577	-0.33045462	0.317316	-0.01313862	0.78871894
504	95.5668	2.8632	0.46750702	-0.33021186	0.321844	-0.00836786	0.7928152
505	95.8593	2.8987	0.47330351	-0.32486028	0.327694	0.00283372	0.80243309
506	97.1032	2.9832	0.48710078	-0.31238118	0.352572	0.04019082	0.83450856
507	96.5392	2.9756	0.48585984	-0.313489	0.341292	0.027803	0.82387216
508	96.2143	2.8818	0.47054405	-0.32739971	0.334794	0.00739429	0.80634887
509	97.463	2.9422	0.48040624	-0.31839136	0.359768	0.04137664	0.83552673
510	97.1684	3.1913	0.52107962	-0.28309592	0.353876	0.07078008	0.86077306
511	96.1105	3.7558	0.61325191	-0.21236109	0.332718	0.12035691	0.90334061
512	95.3227	3.0195	0.49302789	-0.30712851	0.316962	0.00983349	0.80844321
513	95.6519	2.7495	0.44894194	-0.34780982	0.323546	-0.02426382	0.77916664
514	95.2867	2.7889	0.45537522	-0.34163061	0.316242	-0.02538861	0.77820089
515	94.4552	3.0631	0.50014695	-0.30090237	0.299612	-0.00129037	0.79889206
516	94.1924	3.0213	0.49332179	-0.3068697	0.294356	-0.0125137	0.78925551

Annexes

517	94.8025	2.9708	0.48507609	-0.31419013	0.306558	-0.00763213	0.79344691
518	89.9898	2.9768	0.48605578	-0.31331389	0.210304	-0.10300989	0.71155385
519	93.1695	3.218	0.52543923	-0.27947751	0.273898	-0.00557951	0.79520933
520	93.6896	3.6027	0.58825354	-0.23043545	0.2843	0.05386455	0.84624907
521	93.9712	3.6232	0.59160081	-0.22797124	0.289932	0.06196076	0.85320063
522	91.9944	3.5301	0.57639932	-0.23927654	0.250396	0.01111946	0.80954737
523	93.3243	3.4017	0.555434	-0.25536754	0.276994	0.02162646	0.81856887
524	92.7342	4.3795	0.71509046	-0.14563902	0.265192	0.11955298	0.90265035
525	90.7948	4.2809	0.69899092	-0.15552846	0.226404	0.07087554	0.86085501
526	92.6885	4.1272	0.67389459	-0.17140803	0.264278	0.09286997	0.87973983
527	92.6509	3.6941	0.60317745	-0.2195549	0.263526	0.0439711	0.83775438
528	92.1182	3.15	0.5143361	-0.28875299	0.252872	-0.03588099	0.76919193
529	93.7695	3.1798	0.51920188	-0.28466374	0.285898	0.00123426	0.80105976
530	92.3301	3.2018	0.52279407	-0.28166935	0.25711	-0.02455935	0.7789129
531	92.5276	3.2879	0.53685259	-0.27014495	0.26106	-0.00908495	0.7921995
532	90.5264	3.5132	0.57363987	-0.24136067	0.221036	-0.02032467	0.78254887
533	91.1705	3.5772	0.58408987	-0.23352033	0.233918	0.00039767	0.80034145
534	90.1333	3.6492	0.59584612	-0.22486588	0.213174	-0.01169188	0.78996114
535	88.9507	3.7832	0.61772582	-0.20920425	0.189522	-0.01968225	0.78310047
536	89.0578	3.8959	0.63612762	-0.19645575	0.191664	-0.00479175	0.79588572
537	89.074	4.0257	0.65732153	-0.18222214	0.191988	0.00976586	0.80838514
538	89.2758	3.9948	0.65227614	-0.18556851	0.196024	0.01045549	0.80897728
539	91.2684	4.2444	0.69303115	-0.15924724	0.235876	0.07662876	0.86579483
540	92.9724	4.2801	0.69886603	-0.15560963	0.269956	0.11434637	0.89817985
541	85.02	4.5573	0.74412187	-0.12835593	0.110908	-0.01744793	0.78501889
542	81.9848	4.5233	0.73857031	-0.13160816	0.050204	-0.08140416	0.73010493
543	82.4057	4.4383	0.7246914	-0.13984689	0.058622	-0.08122489	0.73025884
544	83.1769	3.9231	0.64056887	-0.19343417	0.074046	-0.11938817	0.69749117
545	83.8345	3.16	0.51596891	-0.28737647	0.087198	-0.20017847	0.62812316
546	83.5651	3.3208	0.54222454	-0.26582083	0.08181	-0.18401083	0.64200499
547	84.9696	4.2851	0.6996767	-0.15510259	0.1099	-0.04520259	0.76118824
548	80.9868	4.3694	0.71344132	-0.14664174	0.030244	-0.11639774	0.7000588
549	81.9204	4.6003	0.75114297	-0.12427739	0.048916	-0.07536139	0.73529335
550	86.9116	5.1297	0.83758409	-0.07697158	0.14874	0.07176842	0.86162166
551	81.2557	5.1061	0.83373065	-0.07897423	0.035622	-0.04335223	0.76277699
552	81.1526	4.9644	0.81059369	-0.09119678	0.03356	-0.05763678	0.75051202
553	83.4089	4.8609	0.79369408	-0.10034686	0.078686	-0.02166086	0.78140159
554	82.3664	4.7905	0.78219907	-0.1066827	0.057836	-0.0488467	0.75805934
555	81.8848	4.3546	0.71102475	-0.14811528	0.048204	-0.09991128	0.71421437
556	81.7178	3.9235	0.64063418	-0.19338989	0.044864	-0.14852589	0.67247299
557	81.2341	3.4901	0.56986807	-0.24422568	0.03519	-0.20903568	0.6205182
558	79.5957	3.7479	0.61196199	-0.21327555	0.002422	-0.21085355	0.61895734
559	80.1254	4.1726	0.68130756	-0.16665679	0.013016	-0.15364079	0.66808125
560	80.7185	4.3679	0.71319639	-0.14679086	0.024878	-0.12191286	0.69532342
561	83.7211	4.2141	0.68808373	-0.16235871	0.08493	-0.07742871	0.73351831
562	78.3733	4.6599	0.76087453	-0.11868695	-0.022026	-0.14071295	0.67918132
563	78.8649	4.72	0.77068774	-0.11312155	-0.012194	-0.12531555	0.69240181
564	82.037	4.7646	0.77797009	-0.1090371	0.051248	-0.0577891	0.75038124
565	81.9826	4.7808	0.78061524	-0.10756297	0.05016	-0.05740297	0.75071277
566	81.8875	4.3804	0.71523741	-0.14554978	0.048258	-0.09729178	0.71646353
567	83.1667	3.8043	0.62117105	-0.20678879	0.073842	-0.13294679	0.68584949
568	85.2698	4.2474	0.693521	-0.15894039	0.115904	-0.04303639	0.76304818
569	83.9031	4.3665	0.7129678	-0.14693008	0.08857	-0.05836008	0.74989098
570	81.0143	4.4306	0.72343413	-0.140601	0.030794	-0.109807	0.70571773
571	82.3447	4.4411	0.72514859	-0.139573	0.057402	-0.082171	0.7294465
572	83.2135	4.717	0.7701979	-0.11339767	0.074778	-0.03861967	0.76684045
573	83.9483	4.6889	0.76560969	-0.11599258	0.089474	-0.02651858	0.77723067
574	85.3472	4.8127	0.78582392	-0.10467476	0.117452	0.01277724	0.81097077
575	85.0549	5.0339	0.82194174	-0.08515896	0.111606	0.02644704	0.8227079

Annexes

Puits- YSM :

1^{er} intervalle :

DEPTH	RLA5	DTCO	log10R	DT	DlogR	TOC
1624.1268	5.64722	95.88331	-0.59149588	0.4544312	-0.13706468	0.68231379
1625.0412	6.1016	94.72321	-0.55788686	0.4312292	-0.12665766	0.69124945
1626.108	5.92557	96.77568	-0.57060046	0.4722786	-0.09832186	0.71557908
1627.0224	6.88815	94.82746	-0.505228	0.4333142	-0.0719138	0.73825352
1628.0892	5.46766	98.73734	-0.60552909	0.5115118	-0.09401729	0.71927506
1629.7656	5.98152	94.72452	-0.56651903	0.4312554	-0.13526363	0.68386021
1630.0704	6.18925	94.61196	-0.55169257	0.4290042	-0.12268837	0.69465756
1631.1372	7.3271	94.62226	-0.47839847	0.4292102	-0.04918827	0.75776606
1632.0516	7.84083	95.12037	-0.44896855	0.4391724	-0.00979615	0.79158885
1633.1184	5.61198	97.41493	-0.59421448	0.4850636	-0.10915088	0.70628109
1634.0328	5.59369	98.15508	-0.5956322	0.4998666	-0.0957656	0.71777393
1635.0996	6.3559	99.28884	-0.54015354	0.5225418	-0.01761174	0.78487825
1636.014	5.68165	97.97546	-0.58885611	0.4962742	-0.09258191	0.7205075
1637.0808	6.29604	96.96953	-0.54426311	0.4761556	-0.06810751	0.74152166
1638.1476	6.39649	98.93695	-0.53738887	0.5155504	-0.02188487	0.78120926
1639.062	6.4628	98.06038	-0.53290987	0.4979726	-0.03493727	0.77000223
1640.1288	6.07165	96.82658	-0.56002386	0.4732966	-0.08672726	0.72553441
1641.0432	6.49543	97.78597	-0.53072268	0.4924844	-0.03823828	0.76716792
1642.11	6.7605	98.06111	-0.51335177	0.4979872	-0.01536457	0.7868077
1643.0244	5.56423	97.6998	-0.59792552	0.490761	-0.10716452	0.70798661
1644.0912	5.69755	97.83102	-0.58764245	0.4933854	-0.09425705	0.7190692
1645.0056	6.0233	96.86349	-0.5634961	0.4740348	-0.0894613	0.72318692
1646.0724	6.98635	96.71722	-0.49908025	0.4711094	-0.02797085	0.77598372
1647.1392	6.44694	97.20483	-0.53397696	0.4808616	-0.05311536	0.75439419
1648.0536	7.04845	94.05942	-0.49523697	0.4179534	-0.07728357	0.73364294
1649.1204	6.21706	93.53096	-0.54974553	0.4073842	-0.14236133	0.67776599
1650.0348	7.64806	93.6405	-0.4597793	0.409575	-0.0502043	0.75689368
1651.1016	6.81091	97.41274	-0.51012545	0.4850198	-0.02510565	0.77844384
1652.016	7.1063	92.69056	-0.49168705	0.3905762	-0.10111085	0.7131844
1653.0828	8.76037	90.28566	-0.40080814	0.3424782	-0.05832994	0.74991686
1654.1496	8.2906	85.86948	-0.42474463	0.2541546	-0.17059003	0.65352833
1655.064	10.04663	88.23564	-0.34131018	0.3014778	-0.03983238	0.7657992
1656.1308	8.75304	95.99329	-0.40117168	0.4566308	0.05545912	0.8476182
1657.0452	9.72023	92.94047	-0.35565405	0.3955744	0.03992035	0.83427633
1658.112	9.71577	85.77142	-0.35585337	0.2521934	-0.10365997	0.71099569
1659.0264	10.83484	86.81243	-0.30850809	0.2730136	-0.03549449	0.76952379
1660.0932	8.95206	90.15563	-0.39140761	0.3398776	-0.05153001	0.75575541
1661.0076	7.6945	97.71897	-0.45715019	0.4911444	0.03399421	0.82918804
1662.0744	5.59631	101.69564	-0.59542883	0.5706778	-0.02475103	0.77874832
1663.1412	6.41882	101.46253	-0.53587539	0.5660156	0.03014021	0.82587892
1664.0556	6.50671	100.55968	-0.52996914	0.5479586	0.01798946	0.81544607
1665.1224	7.1494	102.19094	-0.489061	0.5805838	0.0915228	0.87858313
1666.0368	8.93779	101.65406	-0.39210044	0.5698462	0.17774576	0.95261571
1667.1036	9.62683	92.82129	-0.35984729	0.3931908	0.03334351	0.82862934
1668.018	7.44794	93.09095	-0.47129442	0.398584	-0.07271042	0.73756952
1669.0848	6.74967	96.35819	-0.51404805	0.4639288	-0.05011925	0.75696671
1670.1516	8.64918	100.55364	-0.40635566	0.5478378	0.14148214	0.92147912
1671.066	8.85056	101.20052	-0.39635984	0.5607754	0.16441556	0.94117016
1672.1328	6.66422	102.34236	-0.51958127	0.5836122	0.06403093	0.85497811
1673.0472	6.61484	102.28564	-0.52281125	0.5824778	0.05966655	0.85123078
1674.114	8.1264	100.47881	-0.4334324	0.5463412	0.1129088	0.89694553
1675.0284	8.14081	100.43907	-0.43266297	0.5455464	0.11288343	0.89692375
1676.0952	7.29711	102.05216	-0.4801797	0.5778082	0.0976285	0.88382559
1677.0096	7.10981	103.319	-0.4914726	0.603145	0.1116724	0.89588394
1678.0764	6.95799	101.3984	-0.50084679	0.564733	0.06388621	0.85485385
1679.1432	6.74162	101.99324	-0.51456632	0.5766298	0.06206348	0.85328882
1680.0576	8.78298	99.49632	-0.3996887	0.5266914	0.1270027	0.90904681
1681.1244	7.29515	105.37533	-0.48029636	0.6442716	0.16397524	0.94079209
1682.0388	7.44774	104.06162	-0.47130608	0.6179974	0.14669132	0.92595181
1683.1056	8.81152	103.76879	-0.39827976	0.6121408	0.21386104	0.98362494
1684.02	8.17422	104.45749	-0.43088427	0.6259148	0.19503053	0.96745673
1685.0868	9.97375	102.78755	-0.34447211	0.592516	0.24804389	1.01297495
1686.0012	8.19767	100.1742	-0.42964016	0.540249	0.11060884	0.89497074
1687.068	7.80853	98.58564	-0.45076131	0.5084778	0.05771649	0.84955642
1688.1348	7.09068	101.64099	-0.4926427	0.5695848	0.0769421	0.86606387
1689.0492	7.72738	101.69875	-0.45529832	0.57074	0.11544168	0.89912031
1690.116	7.80463	99.68825	-0.45097827	0.53053	0.07955173	0.86830455
1691.0304	7.13895	100.09836	-0.48969625	0.5387322	0.04903595	0.84210315
1692.0972	8.12139	102.10145	-0.43370022	0.578794	0.14509378	0.92458013
1693.0116	7.96254	99.83462	-0.44227896	0.5334574	0.09117844	0.87828745

Annexes

1694.0784	7.42684	101.21869	-0.47252652	0.5611388	0.08861228	0.8760841
1695.1452	6.93615	100.5206	-0.50221211	0.547177	0.04496489	0.83860766
1696.0596	7.29497	100.21815	-0.48030708	0.541128	0.06082092	0.85222194
1696.212	7.39471	100.38237	-0.47440944	0.5444124	0.07000296	0.8601058
1697.1264	7.59708	100.61235	-0.46268389	0.549012	0.08632811	0.87412287
1698.0408	7.11768	102.39217	-0.49099213	0.5846084	0.09361627	0.88038061
1699.1076	6.47925	104.19335	-0.53180585	0.620632	0.08882615	0.87626773
1700.022	7.11506	102.45694	-0.49115202	0.5859038	0.09475178	0.88135558
1701.0888	7.2096	103.44202	-0.48541942	0.6056054	0.12018598	0.90319385
1702.0032	6.64542	101.97239	-0.52080816	0.5762128	0.05540464	0.84757143
1703.07	6.9635	100.40414	-0.50050301	0.5448478	0.04434479	0.83807523

2^{eme} intervalle :

DEPTH	RLA5	DTCO	log10R	DT	DlogR	TOC
1730.9592	6.67847	104.96026	-0.51865361	0.6359702	0.11731659	0.90073014
1731.1116	6.46476	105.10827	-0.53277818	0.6389304	0.10615222	0.89114421
1732.026	6.93262	105.09909	-0.5024332	0.6387468	0.1363136	0.91704132
1733.0928	7.78747	104.50739	-0.4519342	0.6269128	0.1749786	0.95023978
1734.0072	6.28705	104.47764	-0.54488368	0.6263178	0.08143412	0.86992081
1735.074	6.20364	104.87123	-0.550684	0.6341896	0.0835056	0.87169941
1736.1408	5.89003	105.23375	-0.57321308	0.64144	0.06822692	0.85858086
1737.0552	6.2588	104.67606	-0.54683952	0.6302862	0.08344668	0.87164883
1738.122	6.35787	104.83258	-0.54001895	0.6334166	0.09339765	0.88019291
1739.0364	6.58588	104.80048	-0.52471678	0.6327746	0.10805782	0.89278039
1740.1032	5.90646	104.68091	-0.57200332	0.6303832	0.05837988	0.85012601
1741.0176	5.86475	104.57273	-0.57508109	0.6282196	0.05313851	0.84562568
1742.0844	5.94371	103.9151	-0.56927298	0.615067	0.04579402	0.83931957
1743.1512	5.96684	104.19076	-0.5675862	0.6205802	0.052994	0.8455016
1744.0656	5.84274	104.31847	-0.57671403	0.6231344	0.04642037	0.83985737
1745.1324	6.04892	103.94729	-0.56165275	0.6157108	0.05405805	0.84641522
1746.0468	5.58876	103.27285	-0.59601513	0.602222	0.00620687	0.80532933
1747.1136	5.46608	103.66632	-0.60565461	0.6100914	0.00443679	0.80380951
1748.028	6.34425	103.27331	-0.5409503	0.6022312	0.0612809	0.85261688
1749.0948	6.90869	104.5272	-0.50393489	0.627309	0.12337411	0.90593124
1750.0092	7.3412	104.40625	-0.47756354	0.62489	0.14732646	0.92649716
1751.076	7.77672	104.58045	-0.45253413	0.628374	0.17583987	0.95097928
1752.1428	9.56576	104.62894	-0.36261111	0.6293438	0.26673269	1.02902149
1753.0572	11.27773	104.72318	-0.2911089	0.6312286	0.3401197	1.09203291
1754.124	9.80786	103.77187	-0.35175633	0.6122024	0.26044607	1.02362369
1755.4956	10.32825	102.95702	-0.32930385	0.5959054	0.26660155	1.0289089
1756.8672	11.41063	100.7268	-0.28602097	0.551301	0.26528003	1.02777422
1757.0196	11.688	100.71893	-0.27559039	0.5511436	0.27555321	1.03659495
1758.8484	12.12243	102.80389	-0.25974091	0.5928428	0.33310189	1.08600729
1759.0008	12.03041	101.98617	-0.26305016	0.5764884	0.31343824	1.06912372
1760.982	10.67812	105.31553	-0.31483579	0.6430756	0.32823981	1.08183261
1761.1344	11.9447	105.39545	-0.26615534	0.644674	0.37851866	1.12500294
1762.9632	11.00043	104.70057	-0.30192093	0.6307764	0.32885547	1.08236123
1763.1156	11.341	105.65709	-0.28867924	0.6499068	0.36122756	1.11015649
1764.9444	16.9008	104.30491	-0.11542333	0.6228632	0.50743987	1.23569702
1765.0968	17.03397	104.20972	-0.11201471	0.6209594	0.50894469	1.23698908
1766.9256	12.27342	104.70968	-0.25436499	0.6309586	0.37659361	1.12335006
1767.078	12.52493	104.62446	-0.24555528	0.6292542	0.38369892	1.1294508
1768.9068	9.22544	103.03526	-0.3783435	0.5974702	0.2191267	0.98814613
1769.0592	9.01501	102.84223	-0.38836438	0.5936096	0.20524522	0.97622725
1771.65	11.60064	103.02435	-0.27884864	0.597252	0.31840336	1.07338686
1773.936	9.39132	104.18393	-0.37060395	0.6204436	0.24983965	1.01451682
1774.0884	9.42339	104.12017	-0.36912343	0.6191684	0.25004497	1.01469312
1776.984	9.51947	106.53879	-0.36471782	0.6675408	0.30282298	1.06000927
1777.1364	9.39864	106.36813	-0.37026558	0.6641276	0.29386202	1.05231523
1779.8796	8.25379	101.40501	-0.42667718	0.5648652	0.13818802	0.91865073
1780.032	7.67485	101.18601	-0.45826069	0.5604852	0.10222451	0.8877718
1782.9276	25.83676	74.36965	0.06890746	0.024158	0.09306546	0.87990768
1783.08	21.02788	78.93302	-0.0205351	0.1154254	0.0948903	0.88147452
1785.9756	16.73269	93.68257	-0.11976483	0.4104164	0.29065157	1.04955868
1786.128	13.13968	95.92474	-0.2247458	0.4552598	0.230514	0.99792347
1788.8712	20.30515	76.31954	-0.03572439	0.0631558	0.02743141	0.8235531
1789.0236	12.03512	76.0739	-0.26288017	0.058243	-0.20463717	0.62429484
1791.9192	13.6345	101.34353	-0.20869137	0.5636356	0.35494423	1.10476151
1792.0716	13.03748	101.81308	-0.22813694	0.5730266	0.34488966	1.09612848
1794.9672	6.72941	106.47874	-0.5153536	0.6663398	0.1509862	0.92963947
1795.1196	6.67587	106.55189	-0.51882272	0.6678028	0.14898008	0.92791698
1797.8628	6.0758	106.36334	-0.55972712	0.6640318	0.10430468	0.88955788
1798.0152	5.98348	105.5815	-0.56637675	0.648395	0.08201825	0.87042235
1800.9108	7.87838	103.46274	-0.44689367	0.6060198	0.15912613	0.93662857

Annexes

1801.0632	8.16309	101.2605	-0.43147601	0.561975	0.13049899	0.91204879
1803.9588	8.47122	105.85021	-0.41538463	0.6537692	0.23838457	1.00468129
1804.1112	7.50166	106.14815	-0.46817321	0.659728	0.19155479	0.96447239
1806.8544	8.19875	103.19601	-0.42958295	0.6006852	0.17110225	0.94691148
1807.0068	8.18648	101.97642	-0.43023339	0.5762934	0.14606001	0.92540976
1808.988	9.77912	102.38814	-0.35303082	0.5845278	0.23149698	0.99876748
1809.1404	9.4616	101.732	-0.36736601	0.571405	0.20403899	0.97519156
1811.8836	7.77285	108.02792	-0.4527503	0.6973234	0.2445731	1.00999487
1812.036	6.92049	106.09823	-0.50319375	0.6587296	0.15553585	0.93354589
1814.9316	9.0417	97.77886	-0.3870805	0.4923422	0.1052617	0.89037959
1815.084	13.58612	98.30967	-0.21023514	0.5029584	0.29272326	1.05133746
1817.9796	9.47402	111.52641	-0.36679629	0.7672932	0.40049691	1.14387386
1818.132	8.94858	111.5105	-0.39157647	0.766975	0.37539853	1.12232395
1820.8752	12.46501	109.92877	-0.24763796	0.7353404	0.48770244	1.2187501
1821.0276	11.37117	108.68287	-0.28752544	0.7104224	0.42289696	1.16310695
1823.9232	11.03064	109.45188	-0.30072988	0.7258026	0.42507272	1.1649751
1824.0756	10.10196	108.54961	-0.33892495	0.7077572	0.36883225	1.11668602
1826.9712	8.63372	106.09274	-0.40713263	0.6586198	0.25148717	1.01593142
1827.1236	7.98495	101.32701	-0.44105839	0.5633052	0.12224681	0.90496331
1829.8668	5.64423	91.44716	-0.59172589	0.3657082	-0.22601769	0.60593714
1830.0192	5.29894	91.60468	-0.61914159	0.3688586	-0.25028299	0.58510252
1832.9148	5.56159	100.91218	-0.59813162	0.5550086	-0.04312302	0.7629738
1833.0672	4.6742	100.38743	-0.6736233	0.5445136	-0.1291097	0.68914408
1837.944	14.55751	107.72985	-0.18024349	0.691362	0.51111851	1.23885556
1838.0964	15.26872	106.86742	-0.15952796	0.6741134	0.51458544	1.24183233
1840.992	7.8064	104.07676	-0.45087979	0.6183002	0.16742041	0.94375018
1841.1444	8.51053	104.97922	-0.41337398	0.6363494	0.22297542	0.99145071
1843.8876	8.58487	94.74598	-0.40959687	0.4316846	0.02208773	0.81896492
1844.04	8.62328	94.51674	-0.4076581	0.4270998	0.0194417	0.81669299
1847.85	6.45177	103.75858	-0.53365171	0.6119366	0.07828489	0.86721681
1848.0024	6.44547	104.06674	-0.534076	0.6180998	0.0840238	0.87214435
1852.8792	7.10524	112.82836	-0.49175184	0.7933322	0.30158036	1.05894233
1853.0316	6.89268	112.4595	-0.50494247	0.785955	0.28101253	1.04128242
1855.9272	6.46678	115.09422	-0.5326425	0.8386494	0.3060069	1.06274304
1856.0796	6.62635	115.21946	-0.52205622	0.8411542	0.31909798	1.07398328
1859.8896	6.01442	115.10025	-0.56413684	0.83877	0.27463316	1.03580498
1860.042	6.05627	114.94157	-0.56112536	0.8355964	0.27447104	1.03566578
1863.852	5.11119	109.67289	-0.63480857	0.7302228	0.09541423	0.88192438
1864.0044	4.96743	109.30344	-0.64719884	0.7228338	0.07563496	0.86494154
1867.9668	4.40514	115.0798	-0.69937088	0.838361	0.13899012	0.91933943
1868.1192	4.80029	116.0832	-0.66206312	0.858429	0.19636588	0.96860329
1872.996	4.72027	108.23	-0.66936375	0.701365	0.03200125	0.82747685
1873.1484	4.53968	107.90383	-0.68630535	0.6948416	0.00853625	0.80732938
1878.9396	4.03008	106.61157	-0.73801692	0.6689964	-0.06902052	0.74073773
1879.092	3.97472	104.78055	-0.74402405	0.632376	-0.11164805	0.70413697
1883.9688	4.04547	108.11905	-0.73636161	0.699146	-0.03721561	0.76804601
1884.1212	3.99615	109.47279	-0.74168881	0.7262208	-0.01546801	0.78671889
1888.998	4.91185	111.16303	-0.6520855	0.7600256	0.1079401	0.89267932
1889.1504	4.94637	111.25243	-0.64904399	0.7618136	0.11276961	0.89682602
1894.9416	4.41029	115.84086	-0.69886344	0.8535822	0.15471876	0.93284431
1895.094	5.0507	115.46565	-0.63997902	0.846078	0.20609898	0.9769603
1898.904	3.73563	89.64945	-0.77096674	0.329754	-0.44121274	0.42116679
1899.0564	3.78582	90.38984	-0.76517063	0.3445618	-0.42060883	0.43885768
1903.9332	3.31815	100.56766	-0.82243458	0.5481182	-0.27431638	0.56446702
1904.0856	3.11574	100.53011	-0.84976938	0.5473672	-0.30240218	0.54035204
1908.81	3.53395	118.25609	-0.79507019	0.9018868	0.10681661	0.89171467
1915.9728	4.19626	115.45937	-0.7204682	0.8459524	0.1254842	0.90774299
1916.1252	4.00727	116.20527	-0.74048199	0.8608704	0.12038841	0.90336766
1920.8496	12.6539	123.48859	-0.24110619	1.0065368	0.76543061	1.45721251
1921.002	8.54412	122.17594	-0.41166325	0.9802838	0.56862055	1.28822785
1925.8788	11.41613	93.44577	-0.28581169	0.4056804	0.11986871	0.90292144
1927.098	12.63463	94.87564	-0.24176806	0.4342778	0.19250974	0.96529233
1927.4028	15.52101	94.80566	-0.15241061	0.4328782	0.28046759	1.04081453

Annexes

Les tableaux de « gas ration » des zones productives :

Puits-HCN

depth	wh	bh	ch	TG chromat
452	7.57177255	72.1571816	0.17515924	2.9682
453	8.42359132	64.3438395	0.17905405	2.5333
454	8.70891378	62.1206897	0.17966102	2.4485
455	7.6142924	72.037037	0.16611296	2.8194
456	6.91492314	80.1666667	0.18085106	1.9649
457	6.06117295	90.3760684	0.1758794	2.3072
458	5.44961074	109.679842	0.14479638	2.9938
459	7.26531369	84.6428571	0.13513514	2.3538
460	7.40485324	83.3672727	0.13168724	2.5331
461	7.49377636	116.160714	0.12751678	2.141
462	6.48554313	99.004717	0.07070707	2.2853
463	5.34161964	110.135593	0.14009662	2.7996
464	7.4182172	116.471429	0.05263158	1.7836
465	6.71476138	94.4701987	0.00666667	1.5536
466	5.23636826	127.827869	0	1.6662
467	6.44599303	107.090909	0	1.7873
468	6.48446187	104.475309	0	1.8357
469	5.30930107	125.813665	0	2.1662
470	5.3461788	123.428571	0	2.1265
471	5.30283991	124.125786	0	2.1109
472	5.63095853	121.373563	0	2.2666
473	5.97891427	116.532609	0	2.3103
474	4.96405341	141.875	0	2.7778
475	6.56029949	101.926606	0	1.2064
476	5.24867309	122.321212	0	2.1581
477	6.58356941	101.616279	0	1.8984
478	6.21588504	107.812121	0	1.9235
479	6.34820144	106.253086	0	1.864
480	6.53018002	103.925926	0	1.827
481	6.1149631	112.477157	0	2.3919
482	6.48230192	107.847716	0	2.303
483	6.31253323	110.832432	0	2.218
484	6.53935828	105.591716	0	1.9361
485	6.56022215	102.81982	0	1.2391
486	7.96440239	76.8684211	0	0.9698
487	6.35338346	103.724409	0	1.4272
488	6.4939997	104.328	0	1.4146
489	6.01525608	112.760331	0	1.4714
490	6.69342016	101.379845	0	1.422
491	6.18808428	110.116279	0	1.535
492	6.65956313	102.456693	0	1.4141
493	6.45365391	104.366667	0	1.358
494	6.16536562	107.224138	0	1.3444
495	5.31746032	116.6	0	0.9364
496	4.82758621	144	0	1.5147
497	4.55255959	164.096774	0	0.5382
498	4.68889741	155.54	0	0.8244
499	4.98670213	134.495495	0	1.5901
500	4.92117597	139.119403	0	1.9834
501	4.80405638	147.229299	0	2.4547
502	4.81276596	145.875	0	2.4791
503	4.73700763	149.52071	0	2.6812
504	4.74868643	147.338235	0	2.1268
505	5.13735837	124.512987	0	2.0476
506	4.50421717	155.766667	0	2.9669
507	4.53875732	153.594444	0	2.927
508	4.57878938	150.247126	0	2.7696
509	4.58445142	150.194286	0	2.7847
510	4.54400128	150.648485	0	2.6324
511	4.51706733	152.802632	0	2.4586
512	4.5566237	152.622517	0	2.4405
513	4.50308106	155.271605	0	2.6618

Annexes

514	4.67756784	144.292994	0	2.4035
515	4.99428136	128.302817	0	1.942
516	4.7490658	139.94	0	2.2295
517	4.55391121	149.636943	0	2.4884
518	4.47507094	154.157233	0	2.5933
519	4.45913801	154.993711	0	2.6068
520	4.41007381	158.532544	0	2.8319
521	4.38306925	160.325444	0	2.8628
522	4.45527188	157.364198	0	2.696
523	4.53745035	151.61875	0	2.5687
524	5.33321883	112.048544	0	1.2368
525	4.78393254	138.983607	0	1.8017
526	4.81569944	142.435185	0	1.635
527	5.26315789	116.694444	0	1.3488
528	5.03771896	127.213115	0	1.6552
529	4.96507254	135.838235	0	1.967
530	4.88968396	141.723404	0	2.1249
531	4.79292067	149.418919	0	2.3477
532	4.74686175	155.220779	0	2.5354
533	4.85636115	150.896104	0	2.4682
534	5.33939394	125.923077	0	1.7511
535	4.63610374	168.783626	0	3.055
536	4.93359442	149.589744	0	2.4807
537	5.2277591	132.510204	0	2.0799
538	5.34045394	126.380952	0	1.9872
539	5.62699956	114.514493	0	1.6976
540	5.74150192	110.065217	0	1.6345
541	5.91405474	105.030075	0	1.5069
542	6.0234375	100.587302	0	1.3697
543	6.49243466	85.547619	0	0.7826
544	6.63655316	81.2285714	0	0.6208
545	6.97806893	69.22	0	0.3806
546	6.74453655	70.7297297	0	0.287
547	6.34495085	80.8780488	0	0.3611
548	6.05087676	88.9777778	0	0.4339
549	5.93588418	93.8039216	0	0.5173
550	6.00888889	95.9827586	0	0.6021
551	5.68704044	110.589744	0	0.9277
552	6.21537396	92.1612903	0	0.6197
553	6.68921458	80.8769231	0	0.5743
554	6.81546433	76.2	0	0.5425
555	6.80884367	76.4393939	0	0.5525
556	6.83097225	75.9104478	0	0.5572
557	6.89124158	74.2898551	0	0.5622
558	6.92567568	74.0422535	0	0.5768
559	6.96781273	73.9041096	0	0.5922
560	6.97595088	74.1666667	0	0.635
561	7.36657479	66.6440678	0	0.4344
562	6.92717584	76.6551724	0	0.7311
563	6.72245072	79.125	0	0.7613
564	7.69230769	60.2857143	0	0.469
565	7.5452089	63.1466667	0	0.5249
566	7.29978738	67.8292683	0	0.6138
567	7.24346076	69.1647059	0	0.6481
568	7.28443164	69.2738095	0	0.6417
569	7.21579306	69.7951807	0	0.6383
570	7.21037591	70.078125	0	0.4941
571	7.5429727	64.0657895	0	0.5394
572	7.21285141	71.3837209	0	0.676
573	7.53666234	65.5061728	0	0.5874
574	7.5663467	65.4125	0	0.5795
575	7.4199806	68.505618	0	0.6734

Annexes

Puits-ZKR

1^{er} intervalle :

depth	wh	bh	ch	TG chro
2880	13.9705882	9.88	0.66666667	0.0745
2881	13.4615385	10.6734694	0.48484848	0.0769
2882	13.1810193	10.6122449	0.48484848	0.073
2883	13.3333333	10.1702128	0.51612903	0.0686
2884	13.4991119	10.7291667	0.45454545	0.0746
2885	13.5652174	10.0576923	0.57575758	0.0756
2886	13.3448873	10.3137255	0.54545455	0.0747
2887	12.3924269	11.1041667	0.5483871	0.0756
2888	11.8333333	12.3333333	0.40625	0.0762
2889	12.7243067	11.5102041	0.48484848	0.0788
2890	13.8317757	10.1458333	0.45454545	0.0707
2891	13.9146568	10.2291667	0.5	0.0717
2892	13.0681818	11	0.33333333	0.0693
2893	14.0461216	9.84090909	0.41935484	0.0646
2894	12.815534	11.875	0.25	0.0665
2895	13.6065574	10.9607843	0.45714286	0.0799
2896	13.6034732	10.9137931	0.48717949	0.0904
2897	12.5336927	12.7407407	0.42105263	0.0943
2898	12.086514	13.2909091	0.41025641	0.1

2^{eme} intervalle :

depth	wh	bh	ch	TG chro
2949	12.3745819	14.5324675	0.4	0.1485
2950	11.7086453	15.3222222	0.40625	0.1809
2951	12.4707716	14.6463415	0.4137931	0.1596
2952	12.724434	14.0705882	0.39344262	0.1592
2953	12.9815745	13.0470588	0.44067797	0.1504
2954	16.6273585	10.1578947	0.46153846	0.1179
2955	19.9612403	11	0.48275862	0.075
2956	20.5607477	12.9565217	0.24324324	0.0911
2957	20.9764919	11.5681818	0.25714286	0.0726
2958	19.4492255	15.1388889	0.2	0.074
2959	26.618705	11.0869565	0.24324324	0.0771
2960	28.2700422	12.4150943	0.26190476	0.1041
2961	29.2035398	10.8947368	0.3255814	0.1001
2962	27.9132791	12.1785714	0.27272727	0.1081
2963	26.5209125	14.2463768	0.32692308	0.1485
2964	28.7920073	12.2650602	0.45614035	0.1582
2965	30.8270677	11.4133333	0.41509434	0.1372
2966	30.2677532	10.7671233	0.40384615	0.1285
2967	29.6943231	11.3783784	0.37037037	0.1339
2968	30.0529101	10.5243902	0.43859649	0.1391

Puits-YSM :

1^{er} intervalle :

Depth: TMD [m]	wh	bh	ch	TG chromat
1624.25	8.57628766	26.9050847	0.49746193	0.9649
1625.75	8.72796772	26.377907	0.48275862	1.1078
1626	8.73717722	26.2876448	0.48424069	1.6695
1627.75	8.70841487	26.6216216	0.46052632	0.3543
1628	8.70841487	26.6216216	0.46052632	0.3543
1629.75	8.69216904	26.5856354	0.47154472	0.5824
1630	8.69216904	26.5856354	0.47154472	0.5824
1631.75	8.72909504	26.3264331	0.48463357	2.0292
1632	8.73155693	26.3142857	0.484375	2.1486
1633.75	8.73131033	26.3293103	0.48337596	1.8732
1634	8.73131033	26.3293103	0.48337596	1.8732
1635.75	8.72572957	26.3481717	0.48349057	2.0337
1636	8.73681687	26.2679739	0.48543689	1.9736
1637.75	8.73058382	26.3410042	0.48447205	1.5424
1638	8.73058382	26.3410042	0.48447205	1.5424

Annexes

1638.25	8.736771	26.3012295	0.48328267	1.5728
1638.5	8.74055227	26.2714286	0.48484848	1.5779
1638.75	8.74055227	26.2714286	0.48484848	1.5779
1639	8.74055227	26.2714286	0.48484848	1.5779
1640.75	8.95203178	26.7961783	0.4952381	1.5471
1641	8.95203178	26.7961783	0.4952381	1.5471
1642.75	8.95452099	26.7831776	0.49441341	1.7581
1643	8.95299677	26.7789292	0.49612403	1.9037
1644.75	8.95863204	26.7334315	0.49559471	2.2312
1645	8.96007428	26.7339056	0.49678801	2.2976
1646.75	8.95614577	26.7542857	0.4957265	2.3022
1647	8.95825733	26.7698987	0.495671	2.2736
1648.75	8.95926462	26.7674825	0.49347258	1.8795
1649	8.95376028	26.7924528	0.49529781	1.5667
1650.75	8.95505491	26.7767296	0.49295775	1.0397
1651	8.94458496	26.8782051	0.48571429	1.0226
1652.75	8.9333782	26.9061033	0.48951049	0.695
1653	8.93124066	27.0209424	0.48062016	0.6239
1654.75	8.93898786	26.9427313	0.48366013	0.7421
1655	8.9476692	26.8386364	0.49152542	1.446
1656.75	8.93246187	26.8950276	0.48360656	0.5882
1657	8.93246187	26.8950276	0.48360656	0.5882
1658.75	8.92605634	26.9802956	0.48175182	0.663
1659	8.92605634	26.9802956	0.48175182	0.663
1660.75	8.9456467	26.8877193	0.4921466	0.9338
1661	8.9456467	26.8877193	0.4921466	0.9338
1662.75	8.95929246	26.7445378	0.49497487	1.9543
1663	8.96013865	26.7403846	0.49640288	2.0502
1664.75	8.95949289	26.7596567	0.49358974	1.5285
1665	8.95949289	26.7596567	0.49358974	1.5285
1666.5	8.95438933	26.7583149	0.49337748	1.4788
1667.75	8.95082571	26.7969283	0.49489796	1.9277
1668	8.95938011	26.7630252	0.49497487	1.9555
1669.5	8.9534539	26.7841845	0.49507389	1.9965
1670	8.95622078	26.772344	0.49370277	1.9493
1671.75	8.95687431	26.778157	0.49489796	1.9266
1672	8.95687431	26.778157	0.49489796	1.9266
1673.75	8.9561603	26.7799564	0.49511401	1.5066
1674	8.95875356	26.7548263	0.49710983	1.7007
1675.75	8.94222394	26.851752	0.48995984	1.2176
1676	8.94693729	26.8151899	0.49056604	1.2957
1677.75	8.95773463	26.7568093	0.49418605	1.6871
1678	8.95571065	26.7735507	0.49593496	1.8141
1679.75	8.95812507	26.7442219	0.49539171	2.1329
1680	8.95538225	26.7599411	0.49559471	2.2331
1681.75	8.96088143	26.7503506	0.49475891	2.3448
1682	8.95821129	26.7560976	0.4969574	2.4282
1683.75	8.95997961	26.7570755	0.49559083	2.7918
1684	8.95997961	26.7570755	0.49559083	2.7918
1685.75	8.95222129	26.8088578	0.49477352	1.4085
1686	8.95571712	26.7614679	0.49315068	1.4294
1687.75	8.95035935	26.827907	0.49305556	1.4125
1688	8.95587593	26.7791262	0.49275362	1.3508
1689.75	8.95566973	26.7578773	0.49627792	1.9818
1690	8.96002618	26.7413011	0.49547511	2.1724
1691.75	8.95775844	26.7525773	0.49559471	2.2326
1692	8.96308226	26.7388316	0.49614396	1.9112
1693.75	8.95029545	26.7971014	0.49458484	1.3583
1694	8.95029545	26.7971014	0.49458484	1.3583
1695.75	8.93876492	26.9275362	0.48387097	0.9045
1696	8.93876492	26.9275362	0.48387097	0.9045
1697.75	8.94887526	26.8473804	0.49319728	1.4433
1698	8.95014187	26.8442438	0.49158249	1.4562
1699.75	8.96347325	26.7422222	0.49501661	1.475
1700	8.95617025	26.7907489	0.49342105	1.4903
1701.75	8.94997067	26.8158508	0.49477352	1.4088
1702	8.95621223	26.7724138	0.49484536	1.4268
1703.75	8.95621223	26.7724138	0.49484536	1.4268
1704	8.95534753	26.7494253	0.49484536	1.4257

Annexes

2^{eme} intervalle :

Depth: TMD [m]	wh	bh	ch	TG chromat
1730.25	8.95633288	26.7714286	0.49643705	2.072
1731.75	8.95295903	26.7798595	0.49300699	1.4004
1732	8.95019576	26.8050633	0.49056604	1.2953
1733.5	8.9596519	26.7802198	0.49180328	1.192
1734.75	8.95548093	26.7822967	0.49285714	1.3707
1735	8.94579045	26.8577878	0.49158249	1.4568
1736.75	8.95751205	26.7849899	0.49393939	1.6193
1737	8.95751205	26.7849899	0.49393939	1.6193
1738.75	8.95979809	26.735	0.49625935	1.9705
1739	8.95979809	26.735	0.49625935	1.9705
1740.75	8.95804858	26.7693431	0.49563319	2.2538
1741	8.95804858	26.7693431	0.49563319	2.2538
1742.75	8.95295903	26.7739464	0.49570201	1.7147
1743	8.96455872	26.7263969	0.49567723	1.7023
1744.75	8.95264431	26.8173077	0.49103943	1.3655
1745	8.95264431	26.8173077	0.49103943	1.3655
1746.75	8.95345891	26.7910798	0.49473684	1.3978
1747	8.95890228	26.7504621	0.49447514	1.7762
1748.75	8.96116696	26.7213115	0.49754501	3.0103
1749	8.96116696	26.7213115	0.49754501	3.0103
1750.75	8.95743979	26.7648855	0.49543379	2.1541
1751	8.95743979	26.7648855	0.49543379	2.1541
1752.75	8.95396949	26.7701975	0.49329759	1.83
1754.75	8.9529379	26.7833656	0.49421965	1.6986
1755	8.96054791	26.7564356	0.49408284	1.6575
1756.75	8.9608823	26.7655502	0.49285714	1.37
1757	8.9608823	26.7655502	0.49285714	1.37
1758.75	8.95410083	26.8162791	0.49305556	1.412
1759	8.95534753	26.7494253	0.49484536	1.4257
1760.75	8.9223233	27.0196078	0.47826087	0.4379
1761	8.93665158	26.9525692	0.48823529	0.829
1762.75	8.96023894	26.7564767	0.49612403	1.2642
1763	8.96023894	26.7564767	0.49612403	1.2642
1764.75	8.95510401	26.7924107	0.49333333	1.4706
1765	8.95464127	26.7852495	0.49190939	1.5131
1766.75	8.94500321	26.8985075	0.48888889	1.0999
1767	8.93391665	26.9292605	0.48803828	1.0211
1768.75	8.91614186	27.0651163	0.48275862	0.7049
1769	8.91614186	27.0651163	0.48275862	0.7049
1770.75	8.93746986	26.896861	0.48666667	0.7279
1771	8.9417776	26.8539326	0.49162011	0.8731
1772.75	8.93252212	27.0310078	0.48275862	0.4176
1773	8.89910738	27.221374	0.47191011	0.4265
1774.75	8.94269572	26.9054054	0.48993289	0.725
1775	8.93968406	26.9464883	0.48756219	0.9818
1776.75	8.94071914	26.8735892	0.49158249	1.4575
1777	8.94071914	26.8735892	0.49158249	1.4575
1778.75	8.95623811	26.7660377	0.49717514	1.741
1779	8.95454249	26.7771739	0.49593496	1.8143
1780.75	8.95218049	26.7934186	0.49453552	1.7984
1781	8.95384097	26.8032787	0.49300699	1.4015
1782.75	8.9364594	26.8957346	0.48591549	0.688
1783	8.9364594	26.8957346	0.48591549	0.688
1784.75	8.94514768	26.845953	0.49027237	1.2572
1785	8.94514768	26.845953	0.49027237	1.2572
1787	8.95756195	26.7549407	0.49704142	1.661
1788.75	8.93941754	26.9173913	0.48387097	0.7514
1790.75	8.94299144	26.8422819	0.49	0.9753
1791	8.95140665	26.8338983	0.48989899	0.9652
1792.75	8.93925449	26.9485531	0.48803828	1.0218
1793	8.93925449	26.9485531	0.48803828	1.0218
1794.75	8.94557823	26.8672986	0.48591549	0.6874
1795	8.93933307	26.9662921	0.48333333	0.5797
1796.75	8.93550894	26.9782609	0.48387097	0.6
1797	8.94039735	26.962963	0.47945205	0.7058
1798.75	8.94085282	26.8722045	0.49047619	1.026

Annexes

1799	8.94547829	26.8454545	0.49321267	1.0818
1800.75	8.94896295	26.8636364	0.48792271	1.0091
1801	8.93711352	26.9185668	0.49029126	1.0077
1802.75	8.93711742	26.9037267	0.49074074	1.057
1803	8.94656779	26.8253968	0.49407115	1.2402
1804.75	8.93287435	26.9326923	0.48571429	0.6789
1805	8.9301661	26.995	0.48148148	0.6534
1806.75	8.94658953	26.8389513	0.49162011	0.8727
1807	8.94658953	26.8389513	0.49162011	0.8727
1808.75	8.94584622	26.8527778	0.48760331	1.181
1809	8.95040595	26.8555858	0.49186992	1.2048
1810.75	8.94798311	26.8275	0.49253731	1.3131
1811	8.95963814	26.7681159	0.49458484	1.3571
1812.75	8.95522388	26.8082524	0.49275362	1.3521
1813	8.95238095	26.7777778	0.49407115	1.2383
1814.75	8.95073336	26.8429319	0.4921875	1.254
1816.75	8.94660895	26.8916409	0.48847926	1.0598
1817	8.95284752	26.7721088	0.49238579	0.9601
1818.75	8.93880012	26.8739496	0.4875	0.7771
1819	8.9456869	26.9201878	0.48951049	0.6954
1820.75	8.95318891	26.8523207	0.49056604	0.7735
1821	8.93997446	26.8537549	0.48823529	0.8263
1822.75	8.94620189	26.8820225	0.48333333	0.5781
1823	8.93423138	26.8895028	0.48360656	0.5881
1824.75	8.93727162	26.9489362	0.48734177	0.7691
1825	8.94510582	26.8709677	0.48630137	0.7073
1826.75	8.93459746	26.9058296	0.48666667	0.7281
1827	8.9364594	26.8957346	0.48591549	0.688
1828.75	8.92824869	26.9444444	0.4887218	0.646
1829	8.92824869	26.9444444	0.4887218	0.646
1830.75	8.89252591	27.2	0.47727273	0.2054
1831	8.8748019	27.2537313	0.45652174	0.2121
1832.75	8.90837104	27.0634921	0.48235294	0.408
1833	8.92779939	27.0363636	0.48648649	0.5378
1834.75	8.95817867	26.7731959	0.49230769	0.9503
1835	8.93988287	26.89	0.48514851	0.9831
1836.75	8.9446414	26.8859316	0.48587571	0.8603
1837	8.9446414	26.8859316	0.48587571	0.8603
1838.75	8.91548608	27.0410959	0.47474747	0.4755
1839	8.89087125	27.2605042	0.4691358	0.3887
1840.75	8.94168467	26.8915663	0.48214286	0.5384
1841	8.93492362	26.9473684	0.48695652	0.5563
1842.75	8.94112919	26.9606742	0.48333333	0.5796
1843	8.92751333	26.9723757	0.48360656	0.5897
1844.75	8.94013993	26.8628159	0.48924731	0.9062
1845	8.94098405	26.8973384	0.48587571	0.8606
1846.75	8.95191669	26.8580247	0.48623853	0.5248
1847	8.92337536	27.0544218	0.48484848	0.4781
1848.75	8.93325267	27.0169492	0.48739496	0.5775
1849	8.93086374	26.9641026	0.48854962	0.6365
1850.75	8.87486075	27.3473684	0.46153846	0.3089
1851	8.90732059	27.2959184	0.46268657	0.3185
1852.75	8.91795482	27.0333333	0.48514851	0.4887
1853	8.93589467	26.9096386	0.48214286	0.5397
1854.75	8.94240485	26.8779343	0.48951049	0.6944
1855	8.94240485	26.8779343	0.48951049	0.6944
1856.75	8.93463922	26.9497207	0.47933884	0.5825
1857	8.93071686	27.0561798	0.48333333	0.5814
1858.75	8.79725086	28.1	0.42857143	0.1683
1859	8.77192982	28.0816327	0.44117647	0.1649
1860.75	8.87696119	27.4941176	0.46551724	0.2795
1861	8.94110467	27.008547	0.48101266	0.3793
1862.75	8.92930398	27.0191571	0.49142857	0.8577
1863	8.93762851	26.9501916	0.49142857	0.8558
1864.75	8.8772846	27.5820896	0.45652174	0.2412
1865	8.85131775	27.7285714	0.45833333	0.2324
1866.75	8.94230769	26.9194631	0.49	0.4828
1867	8.90255009	27.1538462	0.48571429	0.5096
1868.75	8.9141359	27.0797546	0.48181818	0.5317
1869	8.90642616	27.2484076	0.48113208	0.5144
1870.75	8.91110628	27.2269939	0.48181818	0.5343
1871	8.90614296	27.2516129	0.47619048	0.5076
1872.75	8.91111616	27.1987179	0.48571429	0.5104
1873	8.89323766	27.2147239	0.48181818	0.534
1874.75	8.91787099	27.0891089	0.48529412	0.6622

Annexes

1875	8.91787099	27.0891089	0.48529412	0.6622
1876.75	8.92700639	27.0245614	0.4921466	0.9379
1877	8.9355807	26.9419355	0.49038462	1.0184
1878.75	8.91660462	27.1256545	0.48062016	0.626
1879	8.91620499	27.038835	0.49275362	0.6749
1880.75	8.92335356	26.9811321	0.48598131	0.5169
1881	8.93271462	26.9567568	0.49193548	0.6032
1882.75	8.88700804	27.4698795	0.45614035	0.2724
1883	8.91805035	27.075188	0.47777778	0.4313
1884.75	8.92498326	27.0375587	0.48951049	0.698
1885	8.92498326	27.0375587	0.48951049	0.698
1886.75	8.9047195	27.3109244	0.4691358	0.3879
1887	8.89778325	27.2434783	0.47435897	0.3738
1888.75	8.90525611	27.1792453	0.47222222	0.3463
1889	8.93841361	27.0067114	0.49	0.4847
1892	8.92626132	26.939759	0.4954955	0.5414
1892.25	8.92961591	27.0273224	0.48780488	0.5993
1892.5	8.93103448	27.0193237	0.48920863	0.6792
1895.25	4.44806415	43.5865922	0.49166667	0.8736
1895.5	4.58852868	43.0659341	0.50413223	0.8801
1895.75	4.58852868	43.0659341	0.50413223	0.8801
1898.25	5.09138381	35.1320755	0.55882353	0.4243
1898.5	5.41205412	33.4491525	0.53246753	0.4532
1900.5	4.87294469	41.3417722	0.49056604	0.7362
1902.5	5.19781719	38.8369565	0.4488189	0.8107
1902.75	5.19781719	38.8369565	0.4488189	0.8107
1904.25	6.63634243	41.0294118	0.43661972	0.9585
1904.5	6.84423098	39.8973214	0.43589744	1.0279
1904.75	6.68815471	41.6094421	0.42073171	1.1101
1906.5	7.40108381	39.8212121	0.39240506	1.5197
1906.75	7.20674487	40.8404908	0.38135593	1.533
1907	7.20674487	40.8404908	0.38135593	1.533
1907.25	7.48797632	38.6334311	0.39183673	1.5279
1907.5	7.48797632	38.6334311	0.39183673	1.5279
1909.25	7.39697444	37.4939759	0.3988764	1.0827
1909.5	7.75459003	34.7918367	0.41618497	0.9982
1909.75	7.68746062	34.9049774	0.41666667	0.902
1910	7.67356882	34.1857143	0.41891892	0.8406
1912.5	8.13696613	34.2727273	0.41717791	0.9311
1912.75	7.45862884	36.7678571	0.4	0.9566
1917	10.5152027	21.552381	0.47887324	0.2814
1919.5	8.95376449	29.3347458	0.3964497	0.8296
1919.75	9.18005993	28.8455285	0.38983051	0.8532
1920	8.99760064	29.1285141	0.39106145	0.8706
1921.75	9.9377635	24.6752577	0.39568345	0.5871
1922	9.47490796	26.4521277	0.40298507	0.6031
1923.75	9.62142503	25.7654867	0.39506173	0.7104
1924	9.40306392	26.0428571	0.4	0.6648
1925.75	9.58328023	25.78157	0.38207547	0.9224
1926	9.97551231	24.6072607	0.38990826	0.9188
1927.75	12.0670798	18.3169014	0.40594059	0.3345
1928	10.847548	21.6024096	0.39495798	0.4485
1929.75	10.2528254	23.8782609	0.38	1.0209
1930	9.85686402	25.0508475	0.37743191	1.09
1931.75	9.72051161	25.2562189	0.3862069	1.2471
1932	9.46259424	26.1548556	0.38545455	1.2167
1933.75	8.92149088	27.8228571	0.38339921	1.1749
1934	8.92149088	27.8228571	0.38339921	1.1749
1935.75	9.73251692	24.8045738	0.39017341	1.4704
1936	9.16971191	26.3016241	0.38585209	1.3806
1937.75	8.9047854	27.5492958	0.39901478	0.9448
1938	8.98371019	27.3655172	0.40096618	0.9599
1939.75	10.6845857	22.8371681	0.36144578	1.6154
1940	10.5557189	23.0778761	0.36144578	1.6284
1941.75	11.6887272	21.5085509	0.33694344	3.0383
1942	11.6887272	21.5085509	0.33694344	3.0383
1943.75	10.797685	22.8678679	0.35365854	4.7828
1944	10.797685	22.8678679	0.35365854	4.7828
1945.75	13.5440181	15.4074074	0.43181818	0.3916
1946	13.7758744	14.5666667	0.41732283	0.3557
1947.75	12.6691554	17.4741379	0.38922156	0.5308
1948	11.7193378	19.9291339	0.38797814	0.6471
1949.75	9.26371236	25.9537037	0.38461538	1.0244
1950	9.26371236	25.9537037	0.38461538	1.0244
1951.75	8.85487309	28.3238636	0.38039216	1.2004

Annexes

1952	8.92095471	28.3058511	0.38235294	1.2828
1954.75	12.9928093	16.5347826	0.41104294	0.5044
1955	11.7560463	18.8953975	0.39766082	0.5814
1956.75	9.7670755	24.9853801	0.39591837	1.051
1957	9.7670755	24.9853801	0.39591837	1.051
1959.75	9.73928678	24.4086294	0.39222615	1.1864
1960	9.62826361	24.252451	0.38305085	1.2199
1961.75	11.0169492	21.155102	0.38028169	1.3145
1962	10.9352388	21.0678643	0.37260274	1.3376
1966.25	11.50255	19.9621711	0.36936937	1.5572
1968.75	10.8739206	22.4983766	0.36888889	1.7428
1969	10.6529684	23.1314476	0.35972851	1.7377
1970.75	8.93792489	26.953271	0.49302326	1.0556
1971	8.94327804	26.8996764	0.49275362	1.0139
1972.75	8.9492252	26.8173913	0.4990689	2.6554
1973	8.9492252	26.8173913	0.4990689	2.6554
1974.75	8.91566265	27.1790123	0.48623853	0.5303
1975	8.90957447	27.1121495	0.48611111	0.7028
1976.75	8.95279436	26.8093278	0.5015448	4.8191
1977	8.95063883	26.8116505	0.5	5.1071
1978.75	8.94976851	26.8362403	0.5	3.41
1979	8.95092164	26.8122363	0.5	3.129
1980.75	8.94339862	26.8745583	0.4973545	1.8666
1981	8.94339862	26.8745583	0.4973545	1.8666
1982.75	8.94448947	26.8870056	0.49367089	1.163
1983	8.93608495	26.9607843	0.49372385	1.1757
1984.75	8.94826124	26.8347386	0.49747475	1.9537
1985	8.9497193	26.8255416	0.4991453	2.8948

3^{eme} intervalle :

Depth: TMD [m]	wh	bh	ch	TG chromat
2060.5	10.3272418	31.6805556	0.30909091	0.272
2062.5	10.2959566	31.8630137	0.30357143	0.2771
2064.5	10.300975	31.7638889	0.30909091	0.2726
2066.5	10.2926337	32.0333333	0.30434783	0.2294
2068	10.2737009	32.1710526	0.28813559	0.2908
2069.75	10.253662	32.3214286	0.29230769	0.3233
2070	10.2787456	32.372093	0.28358209	0.3314
2070.25	10.2634804	32.3061224	0.28947368	0.3768
2070.5	10.2941176	31.9484536	0.29333333	0.3693
2070.75	10.2725367	32.2790698	0.28358209	0.3305
2071	10.2915349	32.1046512	0.28358209	0.3289
2072.75	10.2803738	32.2068966	0.27941176	0.3336
2073	10.2759622	32.1807229	0.296875	0.3183
2074	10.2941176	31.990099	0.29487179	0.3853
2075.75	10.3000811	32.0267857	0.30232558	0.4277
2076	10.2813568	32.0695652	0.29213483	0.4394
2077.75	10.2790433	32.1320755	0.29268293	0.4057
2078	10.2725968	32.1904762	0.2962963	0.4026
2079.75	10.2932882	32.1401869	0.28915663	0.4096
2080	10.2964119	31.8717949	0.3	0.4445
2081.75	10.2798233	32.2843137	0.29113924	0.3923
2082	10.2800954	32.2277228	0.29487179	0.3879
2083.75	10.2708407	32.4470588	0.28787879	0.3283
2084	10.2689487	32.2906977	0.28358209	0.3306
2086	10.2991162	32.0561798	0.28985507	0.3398
2087.5	10.2597403	32.4782609	0.27777778	0.3552
2089	10.2504944	32.3406593	0.28169014	0.35
2091	10.2749141	32.0681818	0.29411765	0.3361
2092.75	10.2857143	32.0555556	0.28571429	0.3435
2093	10.2774923	32.1704545	0.29411765	0.3371
2093.25	10.2739726	32.1818182	0.29411765	0.3372
2093.5	10.2739726	32.1818182	0.29411765	0.3372
2093.75	10.2677059	32.1573034	0.28985507	0.3407
2094	10.2644398	32.4186047	0.28358209	0.3318
2094.25	10.2761272	32.2674419	0.28358209	0.3304
2094.5	10.2836879	32.1764706	0.28787879	0.3258
2094.75	10.3032517	31.9759036	0.296875	0.3165
2095	10.2980008	32.1375	0.29032258	0.3066
2095.25	10.2828746	32.1139241	0.29508197	0.3026
2095.5	10.2554609	32.345679	0.28571429	0.3121

Annexes

2095.75	10.2646638	32.2857143	0.29230769	0.323
2096	10.3182257	31.7473684	0.30136986	0.3598
2096.25	10.3182257	31.7473684	0.30136986	0.3598
2096.5	10.3070175	31.9072165	0.29333333	0.3689
2096.75	10.268083	32.2268908	0.29347826	0.4565
2097	10.2912384	32.0850202	0.29319372	0.9443
2097.25	10.28285	32.0924171	0.29447853	1.6135
2097.5	10.28285	32.0924171	0.29447853	1.6135
2097.75	10.2895825	32.0721393	0.2926045	1.5362
2098	10.2886248	32.0898876	0.29454545	1.3611
2098.25	10.2780118	32.1255814	0.29518072	0.8231
2098.5	10.2902375	32.0189394	0.29411765	1.0075
2098.75	10.2902375	32.0189394	0.29411765	1.0075
2099	10.2679963	32.253886	0.28666667	0.7411
2099.25	10.2857143	32.1081081	0.28695652	0.5663
2099.5	10.2761881	32.214876	0.28723404	0.4639
2099.75	10.3062583	31.9385965	0.29545455	0.4341
2100	10.2908277	32.1111111	0.28571429	0.413
2100.25	10.2572048	32.2680412	0.29333333	0.3726
2100.5	10.2572048	32.2680412	0.29333333	0.3726
2100.75	10.2572048	32.2680412	0.29333333	0.3726
2101	10.2739726	32.326087	0.27777778	0.3537
2101.25	10.2851324	32.1011236	0.28985507	0.3402
2101.5	10.2732618	32.2298851	0.27941176	0.3338
2101.75	10.2582243	32.2588235	0.28787879	0.3265
2102	10.2657005	32.12	0.29310345	0.2866
2102.25	10.2750076	32.09	0.2987013	0.3826
2102.5	10.2813568	32.0695652	0.29213483	0.4394
2102.75	10.2842377	32.0769231	0.3	0.4471
2103	10.2871411	32.0991736	0.28723404	0.4624
2103.25	10.2724861	32.176	0.28865979	0.479
2103.5	10.2701444	32.2868217	0.29	0.4961
2103.75	10.2815433	32.0689655	0.29464286	0.5544
2104	10.3057983	31.9150327	0.29661017	0.5822
2104.25	10.3013591	31.9675325	0.29411765	0.5868
2104.5	10.2926733	32.0584416	0.29411765	0.5883
2104.75	10.2800295	32.097561	0.29133858	0.627
2105	10.2751756	32.1650485	0.2875	0.7889
2105.25	10.2847904	32.090535	0.29255319	0.9289
2105.5	10.2776031	32.2268657	0.28846154	1.2856
2105.75	10.2856766	32.0938865	0.29378531	1.7514
2106	10.2856766	32.0938865	0.29378531	1.7514
2106.25	10.2753238	32.2165242	0.29044118	1.3468
2106.5	10.2923556	31.9881423	0.2974359	0.9649
2106.75	10.2858635	32.1645022	0.29050279	0.8854
2107	10.2878716	32.109375	0.2885906	0.7344
2107.25	10.2782693	32.2459893	0.28965517	0.7178
2107.5	10.2923977	32.0662983	0.29285714	0.6916
2107.75	10.2895553	31.9659091	0.29411765	0.6704
2108	10.3014643	31.9829545	0.29411765	0.6708
2108.25	10.2964119	31.9657143	0.2962963	0.6667
2108.5	10.2728732	32.1775148	0.29007634	0.6478
2108.75	10.3037293	31.9240506	0.29508197	0.6011
2109	10.2938424	31.9814815	0.296	0.6175
2109.25	10.2867715	32.1595092	0.29365079	0.6244
2109.5	10.2867715	32.1595092	0.29365079	0.6244
2109.75	10.2850755	32.1296296	0.296	0.6201
2110	10.2852853	32.0931677	0.288	0.6152
2110.25	10.2913356	32.0375	0.29032258	0.6105
2110.5	10.2812619	32.0943396	0.29268293	0.6077
2110.75	10.2847282	32.1142857	0.2962963	0.6695
2111	10.2847282	32.1142857	0.2962963	0.6695
2111.25	10.2704443	32.2192513	0.28965517	0.7172
2111.5	10.2602073	32.2887324	0.29090909	0.5455
2111.75	10.2849201	32.2076923	0.28712871	0.4988
2112	10.2779724	32.1860465	0.29	0.4947
2112.25	10.2612827	32.4126984	0.28571429	0.486
2112.5	10.3061782	31.954955	0.30588235	0.4231
2112.75	10.259434	32.254902	0.29113924	0.3919
2113	10.2735902	32.1666667	0.28571429	0.4136
2113.25	10.2585259	32.3577982	0.28235294	0.4196
2113.5	10.2698238	32.3211009	0.28235294	0.4192
2113.75	10.2725968	32.1904762	0.2962963	0.4026
2114	10.2842074	32.1359223	0.2875	0.3944
2114.25	10.2635659	32.2474227	0.29333333	0.3724

Annexes

2114.5	10.2521566	32.4888889	0.28571429	0.3477
2114.75	10.2870813	32.1089109	0.29487179	0.3866
2115	10.3030303	32	0.2962963	0.4005
2115.25	10.3090458	31.837037	0.29807692	0.5125
2115.5	10.2901024	32.1073446	0.2919708	0.6769
2115.75	10.2809547	32.1028807	0.29255319	0.9292
2116	10.2908277	32	0.29565217	1.1369
2116.25	10.2864129	32.0982659	0.29104478	1.3235
2116.5	10.2820818	32.1184211	0.29251701	1.4541
2116.75	10.2893082	32.0561331	0.29301075	1.8376
2117	10.2865312	32.1049383	0.29255319	1.859
2117.25	10.2865312	32.1049383	0.29255319	1.859
2117.5	10.282017	32.1445221	0.29216867	1.6427
2117.75	10.2872063	32.0987654	0.29392971	1.5487
2118	10.282721	32.1021378	0.29141104	1.6101
2118.25	10.282721	32.1021378	0.29141104	1.6101
2118.5	10.2952309	32.025	0.29449838	1.5267
2118.75	10.2856213	32.1239892	0.29268293	1.4199
2119	10.28489	32.0906921	0.29320988	1.6021
2119.25	10.2813009	32.129108	0.29090909	1.6302
2119.5	10.2813009	32.129108	0.29090909	1.6302
2119.75	10.290278	32.0507614	0.29605263	1.5052
2120	10.2886279	32.0813253	0.29182879	1.2691
2120.25	10.2841541	32.0735786	0.29437229	1.143
2120.5	10.2817598	32.1639344	0.29100529	0.9346
2120.75	10.2822273	32.1060606	0.29411765	0.7575
2121	10.3032391	31.9772727	0.29411765	0.6707
2121.25	10.2769436	32.1160221	0.29285714	0.6925
2121.5	10.2842685	32.0985222	0.29299363	0.7762
2121.75	10.2858635	32.1645022	0.29050279	0.8854
2122	10.2820212	32.1128405	0.29145729	0.9833
2122.25	10.2820212	32.1128405	0.29145729	0.9833
2122.5	10.2832244	32.1009615	0.29192547	0.7951
2122.75	10.2859929	32.0860215	0.29166667	0.7108
2123	10.2837461	32.1358696	0.29577465	0.7043
2123.25	10.2898079	32.0215054	0.29166667	0.7095
2123.5	10.2708627	32.265625	0.2885906	0.7376
2123.75	10.2708627	32.265625	0.2885906	0.7376
2124	10.2815565	32.0994764	0.29054054	0.7304
2124.25	10.2762249	32.2349727	0.28873239	0.7024
2124.5	10.2464628	32.4503817	0.28431373	0.5059
2124.75	10.2886098	32.1313869	0.29245283	0.5243
2125	10.2845927	32.0844156	0.29411765	0.5887
2125.25	10.2817154	32.172619	0.29230769	0.644
2125.5	10.2690346	32.2573099	0.28571429	0.6568
2125.75	10.2690346	32.2573099	0.28571429	0.6568
2126	10.2875513	32.1301775	0.29007634	0.647
2126.25	10.2875513	32.1301775	0.29007634	0.647
2126.5	10.2676934	32.2560976	0.29133858	0.6298
2126.75	10.2752294	32.2317073	0.29133858	0.6294
2127	10.2752294	32.2317073	0.29133858	0.6294
2127.25	10.2926733	32.0584416	0.29411765	0.5883
2127.5	10.286783	32.1862069	0.29464286	0.5563
2127.75	10.3008776	32.0068966	0.29464286	0.5535
2128	10.2893236	32.1621622	0.28695652	0.5672
2128.25	10.2958816	31.9078947	0.2991453	0.5783
2128.5	10.2601762	32.3286713	0.28828829	0.5499
2128.75	10.2715218	32.2237762	0.28828829	0.5483
2129	10.2715218	32.2237762	0.28828829	0.5483
2129.25	10.2725724	32.1638418	0.2919708	0.6779
2129.5	10.2725724	32.1638418	0.2919708	0.6779
2129.75	10.3060306	31.9185185	0.29807692	0.5137
2130	10.3013945	31.9333333	0.29807692	0.5139
2130.25	10.2938678	32.0730337	0.28985507	0.68
2130.5	10.2903719	32.0842697	0.28985507	0.6802
2130.75	10.2851324	32.1011236	0.28985507	0.6805
2131	10.3389831	31.4175824	0.31884058	0.6825
2131.25	10.5084746	28.1758242	0.4	0.3147
2131.5	10.4243805	29.008547	0.36046512	0.4128
2131.75	10.4181432	29.0212766	0.35576923	0.4979
2132	10.3991212	29.1767956	0.35074627	0.6403
2132.25	10.3751267	29.5051546	0.32876712	0.6916
2132.5	10.3486442	29.7574468	0.32022472	0.8437
2132.75	10.360754	29.5763359	0.32994924	0.9358
2133	10.3986135	29.2622378	0.342723	1.011

Annexes

2133.25	10.3588992	29.6314103	0.32765957	1.1138
2133.5	10.3495044	29.7211538	0.3220339	1.1181
2133.75	10.3264915	29.9309211	0.31034483	1.0949
2134	10.3264915	29.9309211	0.31034483	1.0949
2134.25	10.3514029	29.7196653	0.32044199	0.8563
2134.5	10.4133545	29.0956938	0.3483871	0.7368
2134.75	10.5797101	27.5517241	0.42156863	0.4885
2135	10.5135952	28.0350877	0.40740741	0.3907
2135.25	10.463284	28.6542056	0.37179487	0.374
2135.5	10.6003752	27.300885	0.43037975	0.3788
2135.75	10.4800753	28.5092593	0.38461538	0.3764
2136	10.475557	28.4803922	0.37837838	0.3546
2136.25	10.5993905	27.3942308	0.44444444	0.3506
2136.5	10.6827025	26.7156863	0.47826087	0.3361
2136.75	10.6163164	27.07	0.44927536	0.3326
2137	10.5354659	28.0505051	0.3943662	0.3392
2137.25	10.4715673	28.4285714	0.38028169	0.3401
2137.5	10.6711409	26.8504673	0.46575342	0.3545
2137.75	10.6517169	26.9803922	0.45714286	0.3387
2138	10.6081548	27.372549	0.43661972	0.3438
2138.25	10.5810398	27.4347826	0.4375	0.3885
2138.5	10.5591748	27.78125	0.42222222	0.4352
2138.75	10.4741171	28.5285714	0.37254902	0.4854
2139	10.4035874	29.1351351	0.34545455	0.5226
2139.25	10.3982301	29.1333333	0.35135135	0.5305
2139.5	10.5365643	27.8875	0.40350877	0.5442
2139.75	10.3970169	29.192053	0.34821429	0.5354
2140	10.4504917	28.7482993	0.36111111	0.5144
2140.25	10.6266243	27.1544715	0.44705882	0.4113
2140.5	10.4948216	28.3581081	0.38317757	0.5125
2140.75	10.4743083	28.4186047	0.38709677	0.5951
2141	10.5156163	28.0913978	0.39849624	0.6372
2141.25	10.5393457	27.8520408	0.41007194	0.6663
2141.5	10.4029539	29.2378641	0.34640523	0.7301
2141.75	10.4053058	29.1555556	0.34730539	0.7943
2142	10.4449307	28.8043478	0.36094675	0.8044
2142.25	10.5012325	28.2548077	0.38666667	0.716
2142.5	10.5591201	27.7105263	0.41791045	0.6431
2142.75	10.4181952	28.956044	0.35820896	0.6401
2143	10.4974271	28.2964824	0.39160839	0.6853
2143.25	10.4898649	28.3069307	0.39310345	0.6957
2143.5	10.4017786	29.1291866	0.3483871	0.738
2143.75	10.4268203	28.960177	0.35329341	0.7932
2144	10.4629042	28.6150235	0.37419355	0.7398