

UNIVERCITE KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des hydrocarbures de l'énergie

Renouvelable Et des sciences de la terre et de l'univers

Département des sciences de la terre et de l'univers



Mémoire

Présenté pour l'obtention d'un diplôme de

Master

Spécialité : Géologie

Option : Géologie Bassin Sédimentaire

Thème

**Etude pétrophysique et géologique du réservoir
Trias Argileux Gréseux du Hassi R'Mel**

Soutenu publiquement le : 19/06/2023

Présenté par :

Merabet khaireddine

Devant le jury :

Président :	Mr. REMMITA ABD ARAOUF	M.C.B	Univ. Ouargla
Promoteur :	Mr. MERABET LAKHDAR	M.A.A	Univ. Ouargla
Examineur :	Mr. SAHRAUI SALH	M.C.A	Univ. Ouargla

Année universitaire 2022/2023



Remerciements

Avant tout je donne mes grands remerciements a ALLAH Tout Puissant de m'avoir fourni de patience et de courage pour accomplir ce travail.

Je tiens à exprimer ses sincères remerciements à mon promoteur

L.Merabet qui ma propose ce thème intéressant.

remerciements, s'adressent aussi, aux membres du jury

Vous attachez également une sollicitude à nos personnels administratifs de département

des Sciences de la Terre et des Universités qui ont servi dans les répondants

Questions et ce que vous pensez de cette riche histoire.

Mes chaleureux remerciements s'adressent aussi à ma petite famille mes

amis et tous ceux qui ont pensé de prés ou loin à la réalisation de ce

Projet de fine d indication et qui m ont emporté leurs aides ne serait ce que

par un simple mot d'encouragement

Résumé

Après le déclenchement de la guerre russo-ukrainienne, la récente décision de l'Union européenne de réduire le volume des importations de gaz russe d'environ 90 % est intervenue à la fin de l'année dernière, et la forte hausse des prix du gaz dans le monde, y compris aux États-Unis Les États-Unis, le plus grand pays producteur de pétrole et de gaz au monde, ont réaffirmé que la guerre d'Ukraine n'a pas seulement affecté l'approvisionnement alimentaire dans le monde, mais aussi l'approvisionnement énergétique, avec ce que cela signifie en termes d'inflation des prix et de ralentissement de la croissance économique dans le monde.

Le champ de Hassi R'Mel est l'un des champs les plus importants en Algérie et au monde, plusieurs forages ont été réalisés depuis sa découverte en 1956, suite au forage du puits HR-1, implanté sur le sommet de l'anticlinal du gisement et qui a traversé une importante accumulation de gaz à condensat dans le trias supérieur avec une pression initiale égale à la pression de rosée de 311 kgf/cm².

Ce champ a connu un important développement depuis sa mise en exploitation, avec la construction de nombreux centres de traitement de gaz, dans l'objectif d'optimiser la récupération des différent effluent (Gaz, Condensat, GPL et Huile).

Le gisement de Djofra de trias situé dans la dépression de l'Oued M'ya, au centre de la province triasique Algérienne, Cette zone est localisé au Sud-Ouest (SW) du gisement gazier de Hassi R'mel, donc il est situé à environ 700 km au Sud-Ouest (SW) d'Alger.

Mots clés : sédimentologie, faciès, ensemble stratigraphique. trias.

ملخص :

بعد اندلاع الحرب الروسية الأوكرانية ، جاء قرار الاتحاد الأوروبي الأخير بخفض حجم واردات الغاز الروسي بنحو 90% نهاية العام الماضي ، والارتفاع الحاد في أسعار الغاز في العالم ، بما في ذلك في الولايات المتحدة أعادت الولايات المتحدة ، أكبر دولة منتجة للنفط والغاز في العالم ، التأكيد على أن الحرب في أوكرانيا لم تؤثر فقط على الإمدادات الغذائية في العالم ، ولكن أيضاً على إمدادات الطاقة ، مع ما يعنيه ذلك من حيث تضخم الأسعار. وتباطؤ النمو الاقتصادي حول العالم.

يعتبر حقل حاسي الرمل من أهم الحقول في الجزائر وفي العالم ، وقد تم إجراء العديد من الحفريات منذ اكتشافه عام 1956 ، بعد حفر بئر HR-1 الواقع في الجزء العلوي من خط المواجهة. الرواسب والتي مرت عبر تراكم كبير للغاز المكتنف في أعالي الترياسي بضغط أولي يساوي ضغط الندى البالغ 311 كجم / سم². شهد هذا الحقل تطوراً كبيراً منذ بدء تشغيله ، مع إنشاء العديد من مراكز معالجة الغاز ، بهدف تحسين استخلاص النفايات السائلة المختلفة (الغاز والمكثفات وغاز البترول المسال والنفط).

رواسب دجوفرا من العصر الترياسي الواقعة في منخفض واد ميا ، في وسط المقاطعة الترياسية الجزائرية ، وتقع هذه المنطقة في الجنوب الغربي (جنوب غرب) من مخزون الغاز في حاسي الرمل ، لذا فهي تقع على بعد حوالي 700 كلم جنوب غرب الجزائر العاصمة.

الكلمات المفتاحية : سدمنتولوجي. ساتيغرافي. الترياس

Summary

After the outbreak of the Russian-Ukrainian war, the European Union's recent decision to reduce the volume of Russian gas imports by around 90% came at the end of last year, and the sharp rise in the price of gas in the world, including in the United States. The United States, the largest oil and gas producing country in the world, has reaffirmed that the war in Ukraine has not only affected the food supply in the world, but also energy supply, with what this means in terms of price inflation and slowing economic growth around the world.

The Hassi R'Mel field is one of the most important fields in Algeria and in the world, several drillings have been carried out since its discovery in 1956, following the drilling of the HR-1 well, located on the top of the anticline of the deposit and which passed through a large accumulation of condensate gas in the Upper Triassic with an initial pressure equal to the dew pressure of 311 kgf/cm².

This field has undergone significant development since its commissioning, with the construction of numerous gas treatment centers, with the aim of optimizing the recovery of the various effluents (Gas, Condensate, LPG and Oil).

Key words: sedimentology, facies, stratigraphic ensemble.trias

TABLE DES MATIERES

Remerciements.....	
Introduction générale :.....	1
CHAPITRE I :Carte Géologique Régional et Local:.....	
1-Cadre régional.....	1
1.1-Présentation du champ de HASSI R'mel	1
1-2-Situation géographique :	1
1.3-Situation Géologique :.....	1
2-Cadre Géologique.....	2
2.1-Historique de la découverte du champ de Hassi R'mel	2
2.2-Structure :	3
2.3- La Stratigraphie :	4
2.3.1-Le socle (Précambrien) :	4
2.3.2-Paléozoïque (2500m à 3500m) :	4
2.3.4-Le Mésozoïque (2200m) :	5
3- Tectonique :	9
4- Le système pétrolier dans le champ de Hassi R'Mel :	12
5-CARACTERISATION GEOLOGIQUE DU TRIAS DE HASSI R'MEL :.....	14
6-Description lithologique	14
7-Caractéristiques et extensions des réservoirs triasiques.....	16
9-Conclusion :	24
CHAPITRE II :les milieux de dépôt de Triasse la Série Inférieur SI :	
.....	
1. Description lithologique et extension de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel	26
.....	
1.1 Le terme argilo-gréseux :.....	26
1-2- Le terme volcanique :.....	26

1-3- Le terme argileux :	27
2. Extension de la formation argilo-gréseuse de la Série Inférieure	30
2-1- Transect Nord-Sud :	31
2.2- Transects Est-Ouest :	32
2.2.1- Transect 01 :	32
2.2.2- Transect 02 :	33
2.2.3- Transect 03 :	33
2.2.4- Transect 04 :	Erreur ! Signet non défini.
3- Analyse sédimentologique du niveau argilo-gréseux.....	35
4. Découpage de la formation argilo-gréseuse de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel :.....	38
Chapitre III :étude des Caractéristiques Pétrophysique du Trias :	
1. Rappels :	Erreur ! Signet non défini.
1.1 Porosité :	Erreur ! Signet non défini.
1.1.1 Les types de porosité :	Erreur ! Signet non défini.
1.2 La perméabilité :	Erreur ! Signet non défini.
1.2.1 Types de perméabilités:	Erreur ! Signet non défini.
1.3 La Saturation :	Erreur ! Signet non défini.
2. Interprétation des graphes de Porosité et de perméabilité :	Erreur ! Signet non défini.
3. Interprétation des cartes :	46
3.1 Carte en iso-porosité :	46
3.2 Carte en iso- perméabilité :	48
3.4 Carte en iso-épaisseurs des grés utile :	50
3.5 Carte en iso-hauteur d'huile :	52
Conclusion :	54
Conclusion Générale :	56
Références et bibliographie	57

LIST DE FIGUER

Figure I.1 : Carte de situation géologique du champ de Hassi R'mel Document SONATRACH(Production) Hassi R'mel 2000.....	02
Figure.I.2 : Plan de position de Hassi R'Mel Sud (WEC, 2007).....	04
Figure I.3 : colonne stratigraphique synthétique du champ de Hassi R'mel.....	09
Figure I.4 : coupe géologique Nord-Sud du champ DE Hassi R'mel Document SONATRACH(Production) Hassi R'mel 2004.....	11
Figure.I.5 :coupe géologique Ouest-Est du champ DE Hassi R'mel Document SONATRACH(Production) Hassi R'mel 2004.....	11
Figure I.6 : Découpage du puits HRC-21.....	15
Figure I.7 : les différents pièges à hydrocarbures.....	16
Figure I.8 : Carte en isopaque du réservoir A du champ de Hassi R'mel.....	17
Figure I.9 : Carte en isopaque du réservoir B du champ de Hassi R'mel.....	18
Figure I.10 : Carte en isopaque du réservoir C du champ de Hassi R'mel.....	19
Figure I.11 : Évolution des séquences de la série triasique le champ de Hassi R'mel : Puits HRC-21.....	20
Figure I.12-Carte en isopaque du Trias gréseux du champ de Hassi R'mel.....	21
Figure I.13 : Répartition des réservoirs triasiques dans le champ de Hassi R'mel.....	22
Figure I.14 : Corrélacion Sud-Ouest/Nord-Est à travers les puits DJB-1B, HR200, HR-6B, HRI-03 et HR-164, montrant la répartition et le biseutage important des réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel..	22
Figure II.1: Carte en isopaque du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure de Hassi R'mel.....	26
Figure II.2 : Carte en isopaque du terme volcanique de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel.....	27
Figure II.3 : Carte en isopaque de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel.....	28
Figure II.4 : Description lithologique de la Série Inférieure (puitsHR-186) du champ de Hassi R'mel.....	29
Figure II.5 : Répartition de la série inférieure dans le champ de Hassi R'mel.....	29
Figure II.6 : Répartition du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure tout le champ de Hassi R'mel.....	30
Figure II.7 : Transects réalisés dans le champ de Hassi R'mel.....	31

List de Figuer

Figure II.8 : Transect Nord-Sud réalisé à travers les puits NL-05, TR-01, HR03, HR-02, HR-200, HRS-12, HRS-02, HRSI-03 et HRS-11, montrant la répartition spatiale du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel.....	31
Figure II.9 : Transect 01 : passant par les puits : NL-01, TR-01, HR-92 et HR-219, montrant l'importante réduction de l'épaisseur du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel...	32
Figure II.10 : Transect 02 : passant par les puits : HR-186, HR-03, HR-148, HRC11 et HR-165, montrant le biseautage important du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure jusqu'à la disparition totale à l'Est de la structure de Hassi R'mel	32
Figure III.11 : Transect 03 : passant par les puits : BSB-01, HRI-05, HRI-3 et HRI23, montrant le biseautage important du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure jusqu'à la disparition totale à l'Est de la structure de Hassi R'mel	33
Figure II.12 : Transect 04 : passant par les puits : DJB-1B, HR-200, HR139, HR-155 et HR-140, montrant la répartition du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure de l'Ouest vers l'Est du champ de Hassi R'mel.....	34
Figure II.13 : Transect 05 : passant par les puits : OEH-01, HRS-24, HRS-02 et HRS-06, montrant la répartition importante du niveau argilo-gréseux dans la partie Sud du champ de Hassi R'mel.....	35
Figure II.14 : Photos de carottes montrant les différents lithofaciès observés dans la formation de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel.....	36
Figure II.15 : Colonne lithologique du niveau argilo-gréseux de la Série Inferieure montrant les différents faciès rencontrés sur les carottes, l'association de faciès ainsi que l'environnement de dépôt.....	39
Figure II.16 : Découpage du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure : Puits HRS-11 du champ de Hassi R'mel	39
Figure II.17 : Corrélation diagraphique réalisée à travers les puits HR-186, HR-145 et HRS-21, montrant l'existence des quatre unités du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure du Nord vers le Sud.....	40
Figure.III.1: Evolution de la porosité en fonction de profondeur / HR-173.....	45
Figure.III.2:Evolution de la perméabilité en fonctionde la profondeur / HR-173	45
Figure.III.3: coefficient de tendance r2 de la porosité et la perméabilité (puits HR-173).....	45
Figure.III.4: Evolution de la porosité en fonctionde profondeur / HR-175.....	46
Figure.III.5:Evolution de la perméabilité en fonctionde la profondeur / HR-175.....	46
Figure.III.6: coefficient de tendance r2 de la porosité et la perméabilité (puits HR-175)	46
Figure.III.7: Carte en iso-porosité	47
Figure.III.8: une courbe représentant les valeurs de porosité dans les puits étudiés.....	48
Figure.III.9: Carte en iso-perméabilité	49

List de Figuer

Figure.III.10: une courbe représentant les valeurs de volume d'argile dans les puits étudiés.....	50
Figure.III.11: Carte en iso-saturation d'eau	51
Figure.III.12: une courbe représentant les valeurs de saturation d'eau dans les puits étudiés.....	52
Figure.III.13: Carte en iso-hauteur d'huile.....	53
Figure.III.14: une courbe représentant les valeurs de hauteur d'huile dans les puits étudiés.....	54

LIST DE TABLEAU

Tableau I.1 : Zonation palynologique et datation des niveaux gréseux (Hamel, 1988).....	13
Tableau I.2 : Hiérarchie des surfaces d'érosion (d'après Miall, 1996) et échelle de temps associée, modifié.....	20
Tableau II.1 : Codification d lithofaciès (Miall, 1996.....	38
Tableau II.2 : Association des lithofaciès en environnements de dépôts.....	38
Tableau.III.1:données de porosité pour certains puits.....	49
Tableau.III.2:données de perméabilité pour certains puits.....	51
Tableau.III.3:données de porosité pour certains puits.....	55
Tableau.III.4:données de hauteur d'huile pour certains puits.....	55

Introduction générale

Introduction générale :

Le champ de Hassi R'Mel est l'un des champs les plus importants en Algérie et au monde, plusieurs forages ont été réalisés depuis sa découverte en 1956, suite au forage du puits HR-1, implanté sur le sommet de l'anticlinal du gisement et qui a traversé une importante accumulation de gaz à condensat dans le trias supérieur avec une pression initiale égale à la pression de rosée de 311 kgf/cm². Ce champ a connu un important développement depuis sa mise en exploitation, avec la construction de nombreux centres de traitement de gaz, dans l'objectif d'optimiser la récupération des différents effluents (Gaz, Condensat)

L'opportunité nous a permis de faire un stage à la Société Nationale d'Exploration ENTP, et avec l'aide des ouvriers, nous avons pu réaliser des études sur le réservoir du Trias qui donneraient des solutions pour exploiter le gaz

La série triasique saharienne atteint une épaisseur de 200 à 800 m, elle est essentiellement d'origine continentale et contient des séries évaporitiques. Les données palynologiques (Achab, 1970 ; Reyre, 1973) indiquent que les dépôts triasiques sont datés Carnien supérieur à Rhetien. Ladinien-Carnien-Rhetien dans la partie Est de la plate-forme saharienne (Aït Salem, 1990 ; Nedjari et al., 2002). Du bas en haut, le Trias de Hassi R'mel est subdivisé en quatre réservoirs gréseux : la Série Inférieure, le niveau C, le niveau B et le niveau A. Les niveaux A, B et C correspondent au Trias argilo-gréseux Supérieur (TAGS) (Busson, 1970). La Série inférieure est équivalente du Trias argilo-gréseux inférieur (TAGI) (Boudjema, 1987, Turner et al., 2001). La formation fluviatile basale du TAGI repose en discordance sur le Paléozoïque, suivie de l'orogénie hercynienne carbonifère tardive (Bourquin et al., 2010). La Série Inférieure est datée du Carnien supérieur dans le champ Hassi R'mel (Achab, 1970) (Figure 01).

CHAPITRE I :
CADRE GEOLOGIQUE REGIONAL
ET LOCAL

Introduction :

Le gisement de Hassi R'mel est l'un des plus importants gisements au monde ; il représente environ 10% des réserves mondiales. Il fut découvert en 1956 par le forage HR1 à une profondeur de 2132 m et s'étend sur une superficie de 3500 Km.

1-Cadre régional**1.1-Présentation du champ de HASSI R'mel**

C'est un réservoir de gaz humide qui contient en plus de gaz condensé et GpL. Les études complémentaires du réservoir ont été menées en particulier dans les parties sud-est du champ ; on parle ainsi de présence d'anneau d'hile. Le champ de Hassi R'mel a connu un important développement, afin d'exploiter au maximum ce gisement qui représente actuellement 67% des ressources de l'économie algérienne.

1-2-Situation géographique :

Le champ de Hassi R'mel est situé au centre de la partie nord du bassin saharien algérien, à environ 550 km au sud d'Alger et à environ 110 km au nord de GHARDAIA et 100 km de LAGHOUAT entre les méridiens 2°55' et 3°50' est et les parallèles 33°15' et 33°45' nord. L'altitude moyenne de la région est de l'ordre de plus de 760 m. Il est considéré comme l'un des principaux gisements producteurs de gaz dans le monde.

1.3-Situation Géologique :

Le champ de Hassi R'mel est situé sur la plateforme saharienne dans la partie Nord-Ouest du bassin triasique sur la route de Tilghemt, il est limité au Nord par la chaîne de l'Atlas saharien, à l'est par les structures de Djemaa Touggourt et le bassin d'Oued Mya, à l'ouest par le sillon de Benoud et au sud par la dorsale Edjirane M'zab.

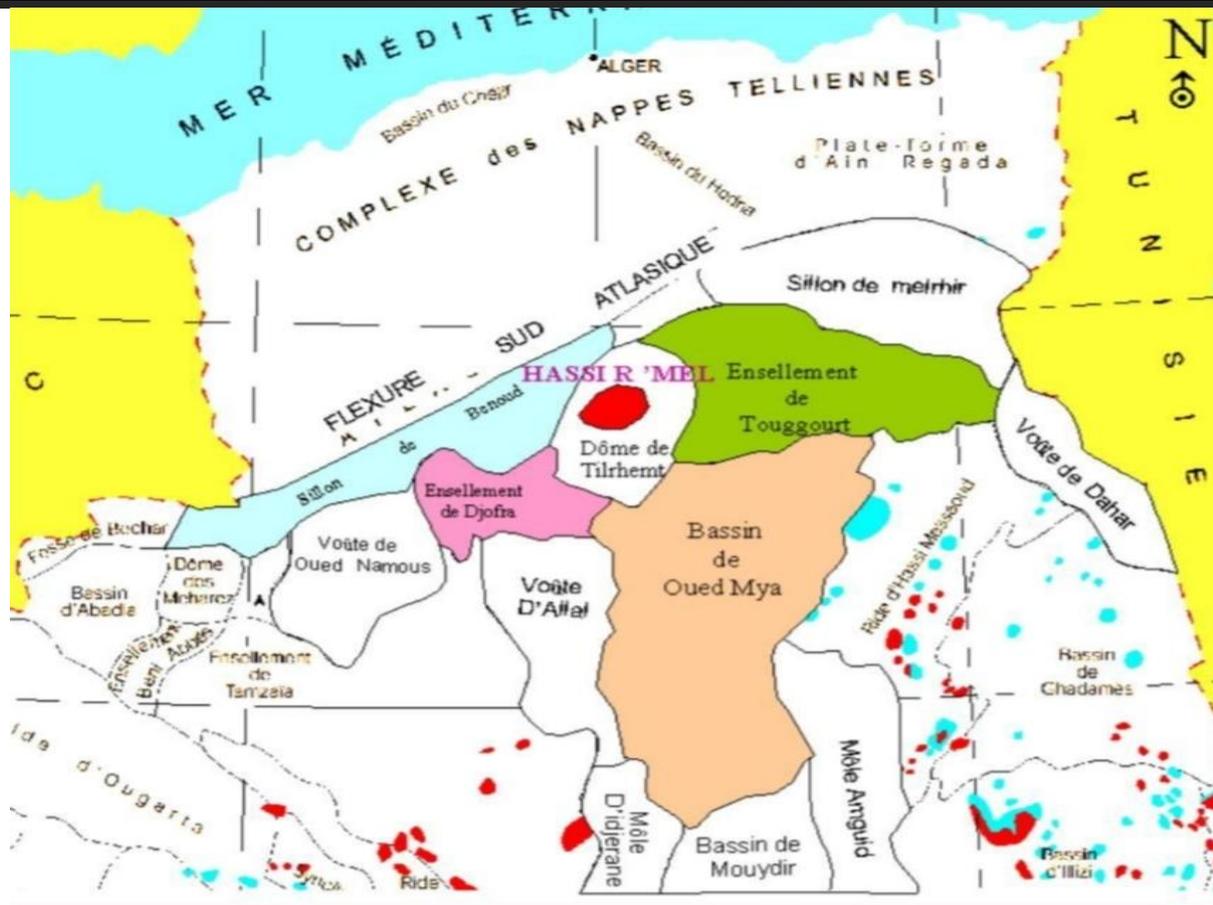


Figure.I.1 : Carte de situation géologique du champ de Hassi R'mel Document SONATRACH(Production) Hassi R'mel 2000

2-Cadre Géologique

2.1-Historique de la découverte du champ de Hassi R'mel

Une large campagne sismique déclenchée en 1952, non loin de Bordj-Tilghemt a permis de déceler une zone pouvant marquer un anticlinal. En parallèle, le sondage Berriane a révélé la présence d'un trias gréseux qui présente toutes les caractéristiques réservoirs nécessaires. Ainsi la SN-Repal entreprit en 1956 son premier sondage d'exploration à Hassi R'mel (HR1). Ce dernier a mis en évidence l'existence d'un gaz humide sous une très forte pression dans les grés du trias d'une profondeur de 2132m, ce sondage fut implanté sur le sommet de l'anticlinal. Les sondages qui s'en suivirent, permettent étudier avec précision les faciès des niveaux géologiques ainsi que les analyses PVT (pression volume température) du gaz. De 1957 à 1960 les puits HR2, HR3,... HR9 et TR1 furent forés. Le but de TR1 était l'exploration de la partie Nord de Telghemt. On a découvert du gaz humide sous haute pression ayant les mêmes propriétés que celles de Hassi R'mel. Donc il s'agit du prolongement septentrional du gisement. La CFPA, voulant déterminer l'extension des réservoirs vers le Sud avait entrepris le forage des puits de délimitation AE1, AE2, AJ1, AF1, AF2 et

AF3, seuls les puits AF1 et AF2 implantés au Sud de GHARDAIA ayant rencontré le réservoir. Le puit HR8 réalisé en 1958 fut le premier ayant rencontré une accumulation d'huile dans ces grès triasiques. Dans les années 70-80 d'autres puits implantés à l'Est et à Hassi R'mel Sud, mettaient en évidence la présence d'une accumulation d'huile, dont la hauteur totale varie entre 2 et 3m, cette accumulation est connue sous le nom d'anneau d'huile. Le champ de Hassi R'mel compte actuellement plus de 300 puits (producteur, injecteur)

2.2-Structure :

La structure de Hassi R'mel se prolonge vers le Sud-Ouest par la petite structure anticlinale du Djebel Bissa et vers le Sud par celle de Hassi R'mel sud qui est l'objet de cette étude, Il apparaît que la structure du champ est un anticlinal de pendage ($0,567^\circ$) suivant la direction Nord-Ouest dont nous distinguons trois zones : Zone centrale : Trois niveaux A, B et C sont présents avec d'excellentes caractéristiques pétrophysiques dont l'argile est la couche couverture. Zone Sud : Les réservoirs A, B et C sont présents et disparaissent en s'éloignant vers le sud. Zone Nord : Zone tectoniquement complexe, avec la présence des trois niveaux nettement individualisés, dont l'épaisseur diminue progressivement vers l'est, (Figure.I.2). Plusieurs missions sismiques, dans le cadre des projets d'études structurales du gisement triasique de Hassi R'mel ont eu lieu tel que la mission HRM-76 qui avait pour objectif de l'actualisation des données géologiques et géophysiques.

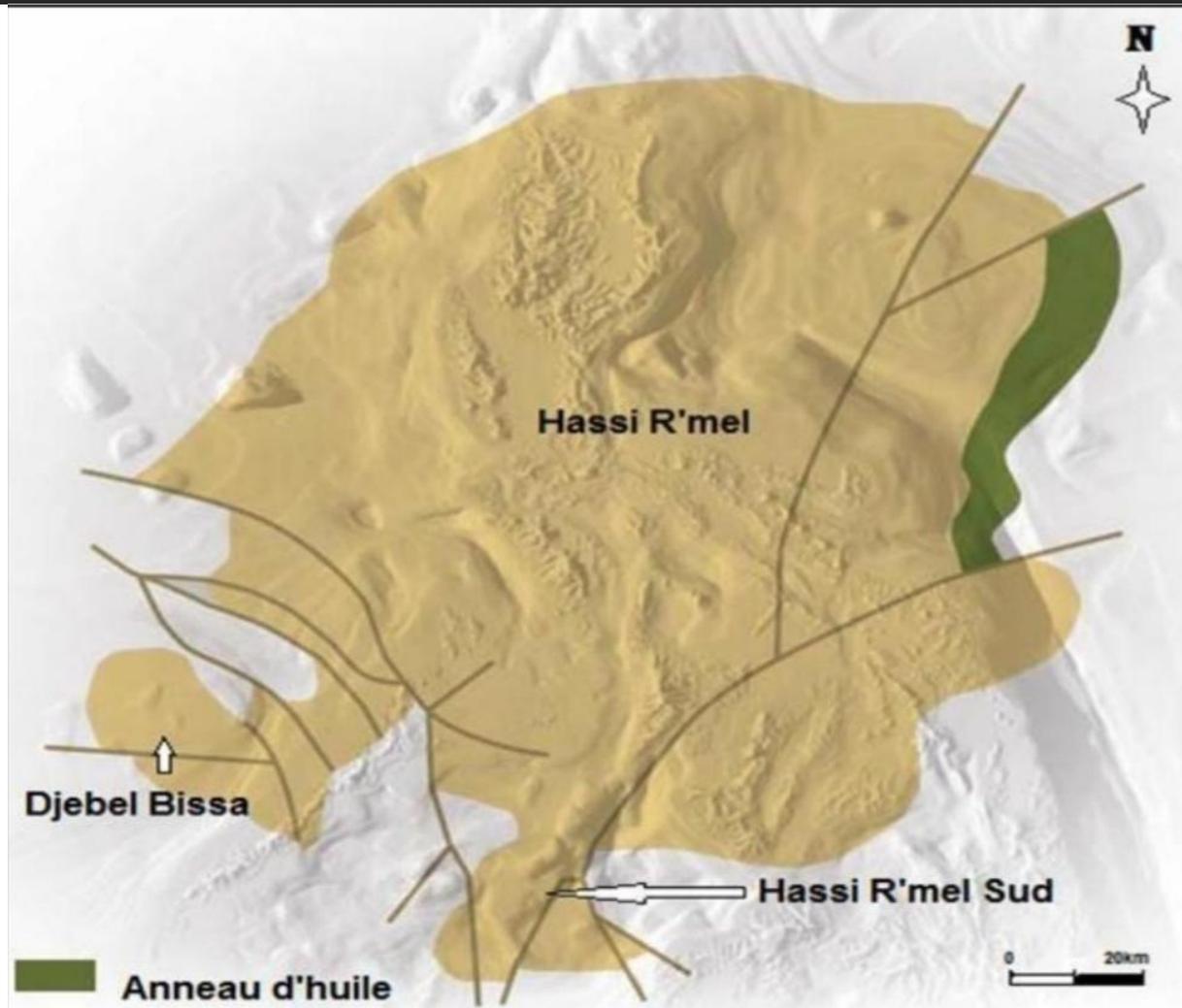


Figure.I.2 : Plan de position de Hassi R'Mel Sud (WEC, 2007)

2.3- La Stratigraphie :

La colonne stratigraphique du champ de Hassi R'Mel se compose du bas en haut par :

2.3.1-Le socle (Précambrien) :

Il s'agit des grands éléments granitiques fracturés et d'altérites, de couleur rose, orange et d'éléments de roches volcaniques.

2.3.2-Paléozoïque (2500m à 3500m) :

a. Cambrien (250m) :

Il est représenté par des grés quartzitiques et des quartzites blancs, fins à moyens à ciment siliceux en feuillets, verts, micacés, à stratifications obliques, les tigilites sont rares, et le tout est surmonté par un ensemble gréseux dans lequel se trouvent des horizons réservoirs, qui sont de la base au sommet :

Le R3 : il est composé des grés quartzitiques argileux, très grossiers mal classés et d'épaisseur variable, avec de mauvaises caractéristiques pétrophysique.

Le R2 : il est constitué de grés moyens à grossiers, à ciment argileux, dont les caractéristiques pétrophysique sont mauvaises.

Le Ra : il est constitué de grés fins à grossiers, anisométriques, c'est le plus intéressant du point de vue pétrolier. Il est constitué de trois zones distinctes :

- Le zone à grés grossiers à la base.
- Le zone à grés fins intermédiaires.
- Le zone à grés grossiers au sommet.

Le Ri : il est constitué de grés fins, isométriques, bien classés, silicifiés et intercalés de minces lits d'argiles

. b. L'Ordovicien (150m) :

Il est présent pratiquement dans la partie Ouest du champ, il est entièrement détritique, il est constitué de bas en haut par Les argiles d'El Gassi, les grés d'El Atchane, les quartzites de Hamra, les grés de Ouargla, les argiles d'Azzel, les grés de Oued Saret, les argiles micro-conglomératiques et la dalle de M'rata.

c. Le silurien (350m) :

Il est représenté par des argiles sombres à noires micacées, il n'a été rencontré qu'à l'Ouest et au Sud du champ.

d. Le dévonien (160m) : Il est présenté uniquement dans l'extrême Nord-Ouest du champ, il est essentiellement argileux.

2.3.4-Le Mésozoïque (2200m) :

a. Le Trias (210 à 220m) :

Le trias argilo-gréseux inferieure (série inferieure) (30m) :

- Cet ensemble n'est pas présent partout sur le champ de Hassi R'Mel. Il est notamment absent dans la partie orientale (HR-4, HR-1, HR-6) et sur le reste du champ, cette série est représentée par des argiles indurées vertes, interceptées par de rares niveaux conglomératiques, elle est caractérisée par la présence des coulées volcaniques (andésites), notamment dans la partie méridionale du champ.

Le trias argilo-gréseux supérieur (A, B, C) (120 m) :

- Il regroupe les trois niveaux producteurs d'hydrocarbures dans le champ de Hassi R'Mel et s'étend du mur du C au toit du niveau A. L'ensemble des niveaux C et B est dénommé T1 et le niveau A avec la zone des argiles radioactives qui le surmontent constituent le membre T2.

Le trias argileux (40 m) :

- Il est formé d'argiles indurées souvent brun-chocolat, parfois vertes ou noires avec des inclusions d'anhydrite et de sel, ces argiles présentent de rares fines passées dolomitiques.

b. Le Jurassique (1400 m) :

Le système est limité à la base par le niveau repère dolomitique D2, il débute au Lias par des dépôts lagunaires devenant progressivement marins francs au Dogger et Malm, il comprend trois ensembles lithologiques distincts :

Le Lias:

- Cet ensemble est formé de six(6) séries sédimentaires :

Le Lias Argileux (50 m) est constitué d'argile plastique et une passée de Calcaire dolomitique.

Le Lias Salifère (III + II) (200m) est constitué de sel massif avec des passées d'argiles plastiques et un banc dolomitique, qui représente le repère D1.

Le Lias Salifère (I) (100 m) est constitué d'argiles salifères brun-rouges, à passées d'argiles et de marnes, parfois dolomitiques.

Le Lias Anhydritique (50 m) est constitué d'anhydrite massive à passées d'argiles.

Le Lias Carbonaté (150 m) est formé de marnes grises, brunes ou vertes, pâteuses avec des passées de calcaires blancs argileux et d'argiles brun-rouges.

Le Lias Marneux est composé de marne, dolomite indurée, pyrite à intercalation d'argile et carbonate.

Le Dogger (220 m) :

- Il est représenté à sa base par des calcaires oolithiques avec des passées de dolomie microcristalline, d'argiles silteuses et d'anhydrites, il passe ensuite à des grés rosâtres, fins à moyens à ciment siliceux, présentant des intercalations d'argile plastique légèrement dolomitique.

Le Malm (600 m) :

- Il est essentiellement détritique au centre du champ, il est présenté par des argiles brunchocolat parfois vertes, des grés friables beiges, des calcaires cristallins gris-bruns et des argiles dolomitiques grises, cet étage est riche en fossiles (Gastéropodes et Échinodermes).

c. Le Crétacé (620 m) :

le Néocomien (150 m) :

- Il est formé par une alternance des argiles plastiques grises à grés-noires par endroits, dolomitiques et des grés gris à gris verdâtres, avec un ciment souvent argilo-dolomitique.

LE BARREMIEN (200 m) :

- Il est totalement absent au Nord, il est formé d'une succession de grés fins à grossiers à ciment argileux ou carbonaté et d'argile plastique versicolore.

L'APTIEN (35 m) :

- Il est caractérisé par des marnes gréseuses et des passées de grés argileux au Sud, devient dolomitique beige et des sables roses ou rouges vers le Nord, avec des inclusions des gypses.

L'ALBIEN (220 m) :

- Il est entièrement gréseux, se subdivise en une série de grés fins rouges et /ou beiges à ciment argilo-dolomitique, admettant des intercalations d'argile versicolore et une série de grés sable, rose, mal cimenté et mal classé, devenant plus argileux et gypseux vers la base.

LE CENOMANIEN (100 m) :

- Il est constitué de dolomie cristalline ou microcristalline blanche à beige parfois vacuolaire à intercalation d'argile versicolore et calcaire dolomitique.

LE TURONIEN (40 m) :

- C'est une série de dolomie cristalline blanche à beige fissurée par endroits et argile grise tendre à plastique.

LE SENONIEN (40 m) :

- Il est composé de calcaire dolomitique blanc ou beige et de dolomie cristalline fissurée, admettant une passée de calcaire marneux, à sa base apparaissent quelques minéraux de dolomie fissurée

d. Le Cénozoïque (100 m):**Le Mio-Pliocène:**

- C'est une série argilo-gréseuse, discordante sur les formations adjacentes (Discordance pyrénéenne), se trouve uniquement au No

ERE	SYST	ETAGES		Epmoy	DESCRIPTION
CENO-ZOIQUE		CROUTE HAMMADIENNE		100	Croûte calcaire et série argilo-gréseuse
		MIO-PLIOCENE discordance alpine			
MESOZOIQUE	CRETACE	SENONIEN		40	Calcaire à silex
		TURONIEN		40	Dolomie vacuolaire
		CENOMANIEN		100	Calcaire et argile
		CONTINENTAL INTERCALLAIRE	ALBIEN	220	Grès fins, friables, à passées d'argile
			APTIEN	20 à 40	Dolomie gréseuse, marne et argile
			BARREMIEN	35	Grès fin à grossier, à ciment carbonaté
			NEOCOMIEN	150	Grès à passées d'argile, de calcaire et de lignite
		JURASSIQUE	MALM		600
	DOGGER		ARGILEUX	100	Calcaire dolomitique et argile
			LAGUNAIRE	120	
	LIAS		MARNEUX	130	Marnes et calcaire
			CARBONATE		Calcaire à passées d'argile et d'anhydrite
			ANHYDRITIQUE	80	Anhydrite massive à passées d'argile
			ENSEMBLE SALIFERE I + II	300 à 400	Sel massif à passées d'argile REPERE D1 (dolomie)
			SALIFERE III		Sel à passées d'argile
Argileux			15	Argile plastique REPERE D2 (dolomie)	
SALIFERE IV	0 à 70		Sel à passées d'argile		
TRIAS	TRIAS ARGILO-GRESEUX	TRIAS ARGILEUX	40	Argile plastique	
		ARGILO-GRESEUX	A	120	Grès fins à moyens, à ciment plus ou moins argileux, anhydritique, à intercalations d'argile brune
			B		
			C		
SERIE INFERIEURE discordance hercynienne	30	Andésite, argile et passées de grès argileux			
PALEOZOIQUE	SILURIEN		350	Argile noire indurée à graptolites	
	ORDOVICIEN		150	Quartzites de Hamra - Grès d'El Atchane - Argiles d'El Gassi - Zone des alternances	
	CAMBRIEN	R1	250	Quartzites- grès, grès fin à moyen à lits d'argiles	
		Ra		Grès fins, argilo-bitumineux et brèches tectoniques	
		R2		Grès quartzitiques, argileux, très grossiers	
R3					
SOCLE			Eléments de granite fracturé, ferromagnésiens		

Figure I.3 : colonne stratigraphique synthétique du champ de Hassi R'mel

(SONATRACH rapport d'implantation)

3- Tectonique :

Le champ de Hassi R'Mel est lié au cadre tectonique de la plate forme saharienne, qui s'est effectuée aux cours des cycles tectoniques suivants :

Le cycle panafricain:

- Il est interprété comme étant le résultat d'une collision entre deux blocs, le craton Ouest Africain rigide à l'Ouest et le bloc Est Africain à l'Est, cette collision a engendré de grandes failles subméridiennes et qui sont responsables des structures majeure Idjrane-M'Zab.

Le cycle calédonien :

- Une extension a eu lieu au Cambro-ordovicien, mettant en place la première série sédimentaire du Paléozoïque inférieur, le Cambrien est marqué par une sédimentation détritique littorale à continentale sur toute la plate- forme saharienne.

Le cycle hercynien :

- Durant ce cycle les zones qui étaient hautes pendant le paléozoïque, ont subi un soulèvement, ceci a provoqué l'érosion de la majorité des termes paléozoïques sur les parties hautes, ce qui explique que le Cambrien affleure sur la voûte de Tirlhemt.

Le cycle alpin :

- Avec notamment sa phase Atlasique qui a donné des déformations su latitudinales et à la suite de laquelle la dorsale Djemaa- Touggourt est née, laquelle se trouve à l'intersection de la dorsale Idjrane-M'Zab qui est la terminaison septentrionale de la dorsale Djemaa- Touggourt. La carte structurale au Toit du D2 (repère stratigraphique isochrone dans la région), montre que le champ de Hassi R'Mel forme un vaste anticlinal plongeant en pente douce vers le Nord, l'Est, l'Ouest, et vers le Nord-Ouest.

Cette pente est perturbée par des failles, vers le Sud apparaissent des petites structures anticlinales : -

Djebel Bissa au Sud- Ouest.

-Hassi R'Mel Sud.

-une troisième au Sud

- Est située au Nord-est de Hassi R'Mel Sud.

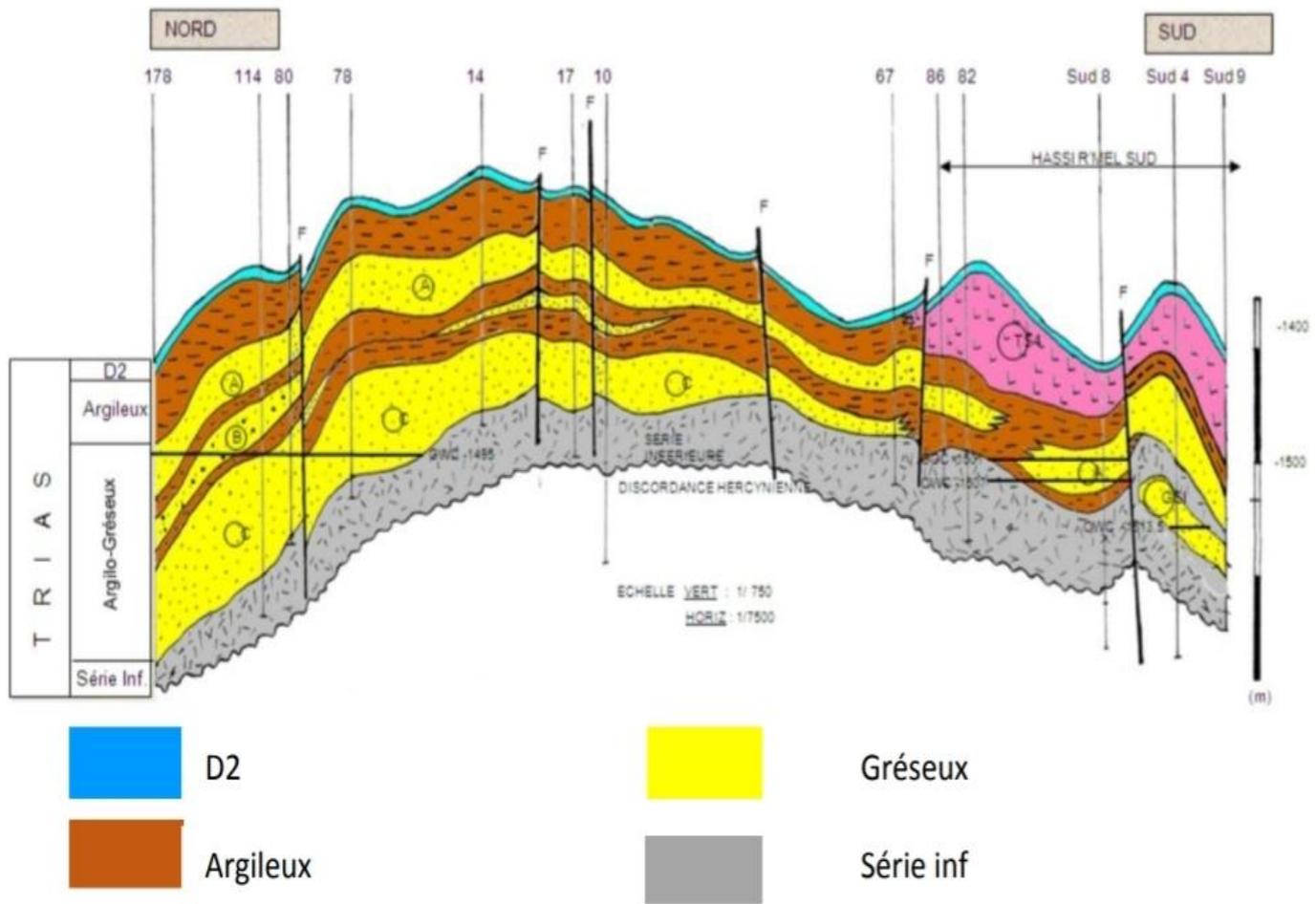


Figure I.4 : coupe géologique Nord-Sud du champ DE Hassi R'mel Document SONATRACH(Production) Hassi R'mel 2004

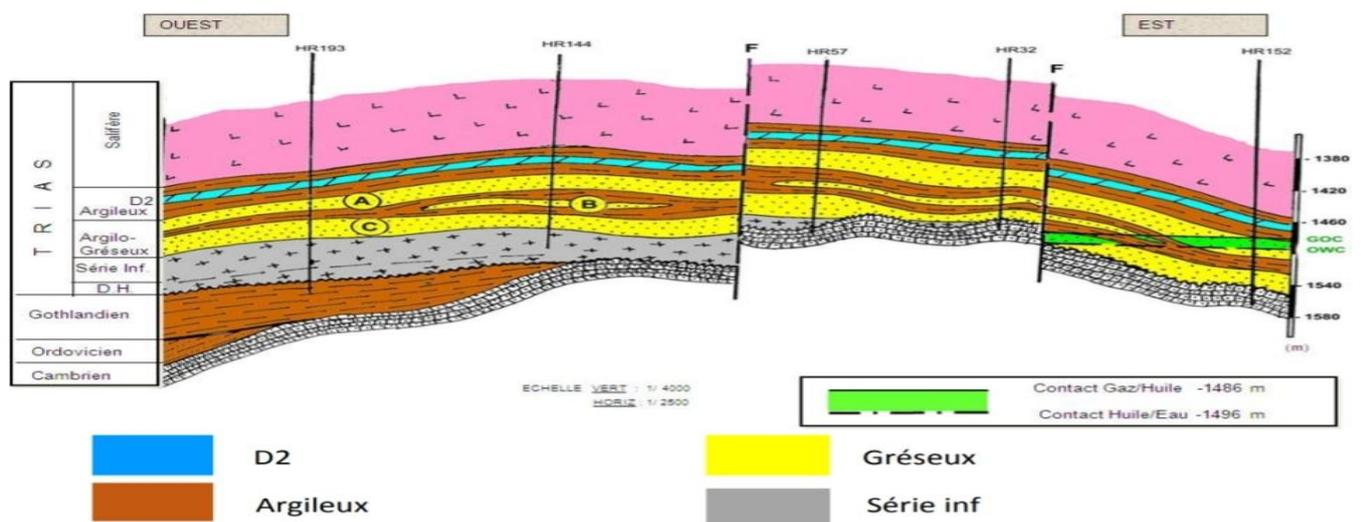


Figure I.5 : coupe géologique Ouest-Est du champ DE Hassi R'mel Document SONATRACH(Production) Hassi R'mel 2004

4- Le système pétrolier dans le champ de Hassi R'Mel :

Trois facteurs semblent jouer un rôle majeur dans la distribution des hydrocarbures dans cette région

- . -Les réservoirs constitués par les grés du Trias.
- La couverture salifère triasique
- . -La discordance Hercynienne et son rôle présumé dans les migrations des hydrocarbures.

Chapitre I Généralité sur le champ

Les Roches mères :

- Il ressort de différentes études géochimiques faites par le CRD, la Sonatrach-Exploration et par des compagnies étrangères (AGIP, PECTON), que les formations argileuses du Dévonien et du Silurien situées au périphérique de la région d'étude, sont considérées comme roches mères.

Les Roches réservoir :

- Du point de vue roches réservoirs, le Trias argilo-gréseux supérieur (TAGS) est le plus important, il est constitué par la superposition de trois niveaux A, B et C bien distincts, intercalés par des niveaux argileux. Son épaisseur varie entre 48 et 157m, avec une porosité allant de 12 à 18 %, et une perméabilité allant jusqu'à 3Darcy. L'évaluation des trois niveaux gréseux s'est faite sur la base de leurs caractéristiques granulométriques, pétrographiques et diagraphiques.

Les roches couvertures:

- La couverture présente un critère fondamental pour la préservation des gisements. L'efficacité de la roche couverture est conditionnée par : -Sa plasticité -Son imperméabilité -Son épaisseur La roche couverture du réservoir Trias gréseux de Hassi R'Mel est assurée par : -Le Trias argileux -Le Trias salifère (TS4) présent uniquement dans la partie Est et Sud du champ -Lias salifère un et deux (LS1+LS).

Les pièges :

- Les pièges à Hassi R'Mel sont de type structuraux il s'agit d'un anticlinorium démembré par failles normales, plis faillés. Et de types lithologique et stratigraphique (biseautage).

5-CARACTERISATION GEOLOGIQUE DU TRIAS DE HASSI R'MEL :

Le champ de Hassi R'mel est constitué par la superposition de quatre réservoirs gréseux d'âge triasique : ce sont le niveau A de la série T2, les niveaux B et C de la série T1 et la Série Inférieure, séparés par des intercalations argileuses d'épaisseur variable à l'échelle du champ (Figure II.1)

L'étude palynologique de A. Achab, 1970 et Châteauneuf, 1975 sur le Trias a permis de mettre en évidence quatre types d'associations à base de pollens correspondant à quatre zones palynologiques successives. De la base au sommet, on distingue les zones P1, P2, P3 et la zone Q. Ces biozones accordent une valeur chronostratigraphique aux différentes formations du Trias. Achab 1970 a conclu que seule la partie basale des évaporites (S4) appartient au Trias, tandis que les autres niveaux salifères (S1, S2, et S3) appartiennent au Lias.

La Série Inférieure datée Carnien supérieur est l'équivalent de la zone palynologique (P1) supérieure (Tableau I.1).

Lithologie		Achab 1970	Chateauneuf 1975	Age		
D2		Q	Q	Hettangien	Jurassique	
S4	T2	P3	P3	RHETIEN	TRIAS SUPERIEUR	
Trais argileux				à		
A				AZOIQUE		NORIEN
B						P2
C	T1	P2	P1 Sup.	CARNIEN Sup.		
Série Inférieure		P1	P1 Sup.	Carnien Sup.		

Tableau I.1 : Zonation palynologique et datation des niveaux gréseux (Hamel, 1988)

6-Description lithologique du Trias de Hassi R'mel

L'analyse des différents sondages pétroliers effectués dans le champ de Hassi R'mel nous a montrées que le Trias de Hassi R'mel est constitué par trois ensembles : un ensemble détritique qui repose directement sur la discordance hercynienne et qui regroupe quatre formations gréseuses (A, B, C et la Série inférieure), un ensemble argileux et au sommet par un ensemble salifère (Figure I.1) qui est surmonté par une barre

dolomitique qui forme un excellent repère diagraphique (D2) et daté par ailleurs Hettangien (Zone Q) (Tableau I.1).

Le Trias détritique : est constitué par quatre niveaux gréseux : La Série Inférieure qui est constituée d'un complexe argilo-gréseux à pourcentage important d'argile d'origine fluviatile, installé juste après l'érosion hercynienne et suivi par une sédimentation volcano-détritique et évaporitique.

- Le niveau C de la série T1.

- Le niveau B de la série T1.

- Le niveau A de la série T2.

Ces niveaux argilo-gréseux supérieur (A, B et le C) reposent soit en concordance sur la Série Inférieure à terme volcanique ou argilo-gréseuse, soit directement, en discordance, sur les différents termes paléozoïques par l'intermédiaire de la discordance hercynienne.

Les réservoirs triasiques présentent des extensions et des variations de faciès qui leur sont propres : le niveau C disparaît vers la zone orientale contre le paléorelief de Hassi R'mel, cependant, le réservoir B, d'extension plus réduite, disparaît par variation de faciès au profit des argiles encaissantes vers le Sud-Ouest du pourtour de Hassi R'mel, tandis que le réservoir A présente l'extension la plus importante en s'étendant pratiquement sur toute la région à l'exception de la zone méridionale où il se biseaute vers le Sud-Ouest.

Le Trias argileux : appartient à la série T2, il est constitué d'une formation argileuse, représenté par des argilites indurées souvent brunes chocolat, mais parfois bariolées vertes ou noires, parcourues par des filons d'anhydrite et de sel. Elles présentent par endroits de rares et fines passées dolomitiques

Le Trias salifère : appartient à la série T2, c'est un ensemble salifère qui se termine par un repère dolomitique D2 marquant la fin du Trias et le début du Lias. Il est caractérisé par des bancs massifs cristallins, translucides, hyalins et de couleur blanche grise, rosée à jaunâtre. Il existe aussi dans les argiles soit sous forme d'une fraction finement dispersée (argile salifère), soit en inclusions ou en nodules. Les argiles s'intercalent les bancs de sel en couches d'une certaine épaisseur, où se forment de fines intercalations. Leur teinte varie de couleur brune rouge pouvant tendre vers le rose, gris clair ou vert clair, beige et plus

rarement noire. De consistance plastique parfois indurée ou litée, elles sont en général salifères, mais souvent anhydritiques ou gypseuses, parfois même dolomitiques.

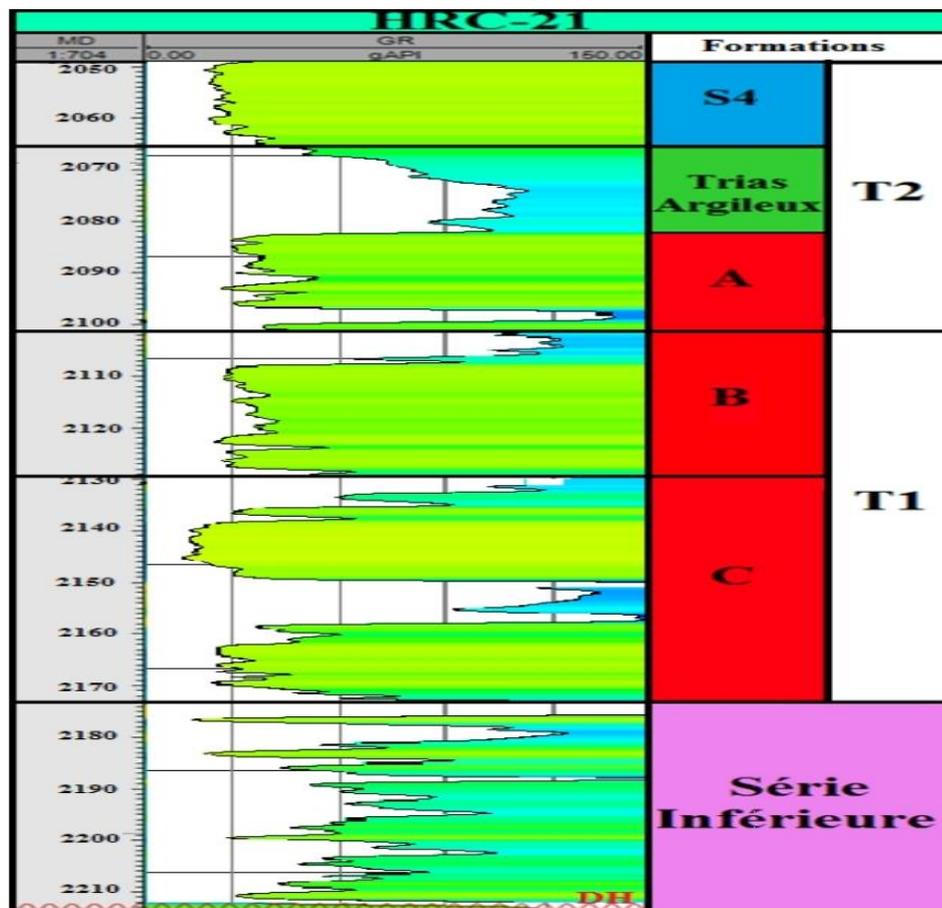


figure I.6 : Découpage du puits HRC-21

7- Caractéristiques et extensions des réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel

7.1- Caractéristiques des réservoirs

Dans leur migration verticale, les hydrocarbures peuvent être accueillis par des roches réservoirs qui combinent porosité et perméabilité. Lorsque ces réservoirs sont surmontés d'une roche couverture imperméable, l'ascension du pétrole et du gaz est bloquée. Mais pour qu'un gisement se constitue, il faut en outre que les hydrocarbures soient retenus dans un volume fermé étanche que l'on appelle le piège. Il existe deux grandes familles de pièges :

Les plus répandus sont les pièges structuraux, engendrés par des déformations de couches géologiques. Nés d'un plissement rocheux, les pièges de type anticlinal ont une forme de dôme et sont les pièges structuraux les plus courants ;

Les pièges stratigraphiques sont composés de couches sédimentaires qui n'ont pas subi de déformation tectonique. Une roche couverture y enveloppe complètement une roche

réservoir. Par exemple, des dômes de sel peuvent faire office de roche couverture dans ce genre de piège (Figure I.6).

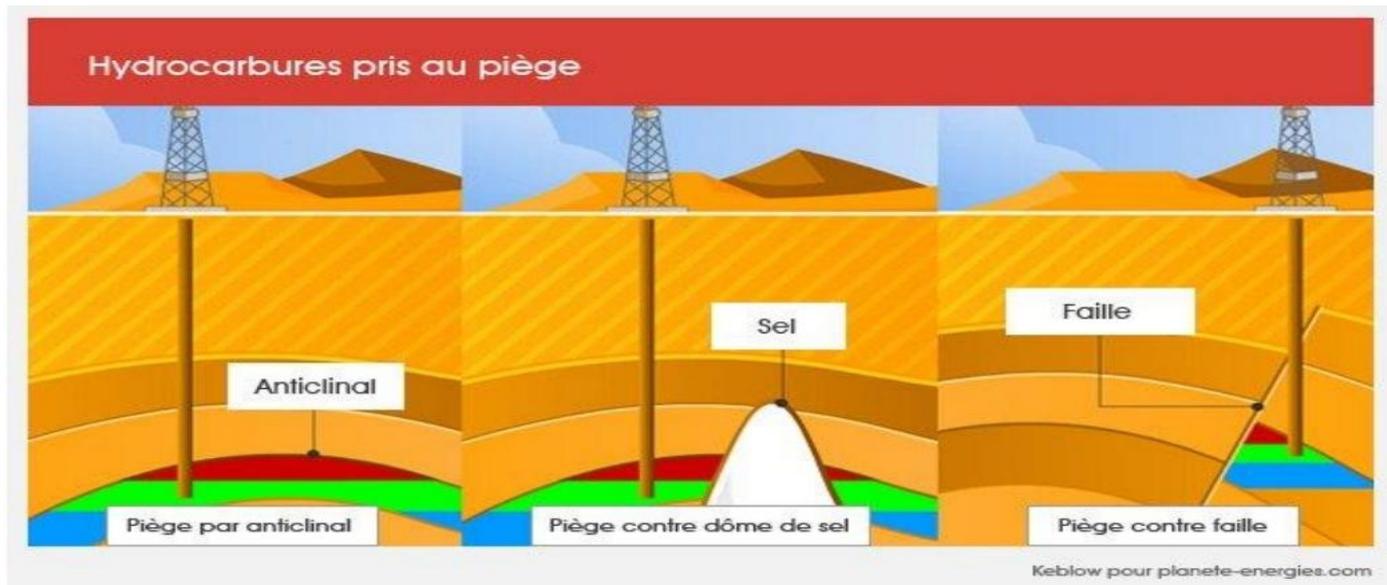


Figure I.7 : les différents pièges à hydrocarbures

7.2-Réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel

Le Trias inférieur de Hassi R'mel est caractérisé par des dépôts volcano-détritiques et lagunaires. Le Trias argileux gréseux (détritique) montre une évolution stratocroissante des épaisseurs du Sud-Est vers le Nord-Ouest. Il montre des épaisseurs considérables qui dépassent les 150 m d'épaisseur au Nord et au centre du champ.

L'étude géologique des réservoirs triasiques, notamment celle qui traite le faciès, le microfaciès et les diagraphies nous a permis de subdiviser le Trias de Hassi R'mel en quatre formations, chaque formation possède des critères de reconnaissance spécifiques pour qu'elle soit toujours identifiable dans chaque puits avec une bonne certitude.

3- Description des principaux réservoirs dans le champ de Hassi R'mel a- Le réservoir

a- (réservoir supérieur)

Il est constitué de grès fins à très fins, à nombreuses intercalations conglomératiques à galets d'argile et passées argileuses et à forte cimentation anhydritique. Il présente l'extension la plus importante puisqu'il s'étale plus ou moins régulièrement sur tout le champ à l'exception de l'extrême Sud-Ouest du champ.

Ce réservoir est caractérisé par des épaisseurs qui sont relativement constantes sur l'ensemble du champ (20 m à 50 m), sauf dans la partie Sud-Ouest où s'observe une absence totale de ce réservoir (Figure I.8). Ses caractéristiques pétrophysiques sont localement influencées par le développement d'une cimentation argileuse et surtout anhydritique qui vient s'ajouter à une granulométrie plus fine des grès dans quelques puits. Cette cimentation peut localement entraîner une dégradation très importante du réservoir. Malgré cet inconvénient, ce réservoir présente de bonnes qualités pétrophysiques dans l'ensemble et des capacités de stockage et de productions importantes.

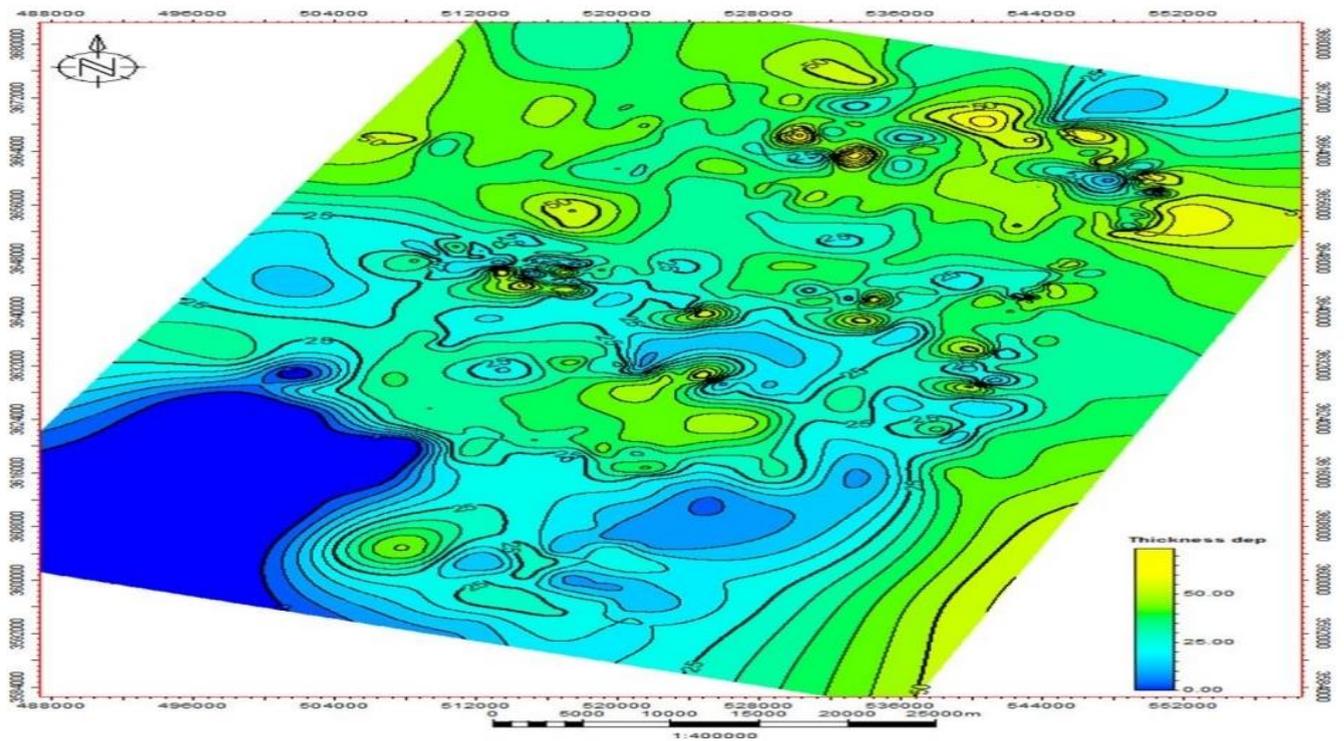


Figure I.8 : Carte en isopaque du réservoir A du champ de Hassi R'mel

b- Le réservoir B (réservoir intermédiaire)

Il est constitué de grès fins plus ou moins argileux, localement moyen, à passées conglomératiques de galets d'argile, intercalés dans une série argileuse. L'extension du réservoir B est limitée à la moitié Nord du champ, il est absent sur toute la partie Sud où il passe latéralement à des argiles (Figure I.9). Les épaisseurs varient rapidement, particulièrement dans la zone centrale où elles passent de plusieurs mètres à quelques mètres, les épaisseurs maximales se situant vers le Nord-Ouest du champ. Les caractéristiques pétrophysiques de ce niveau sont en relation avec le mode de dépôt et le type des chenaux, elles présentent des valeurs maximales dans les axes des chenaux et des valeurs plus faibles à nulles sur les flancs, avec des porosités et des perméabilités supérieures à 20 % et 500 mD (mili Darcy) au Nord du champ de Hassi R'mel.

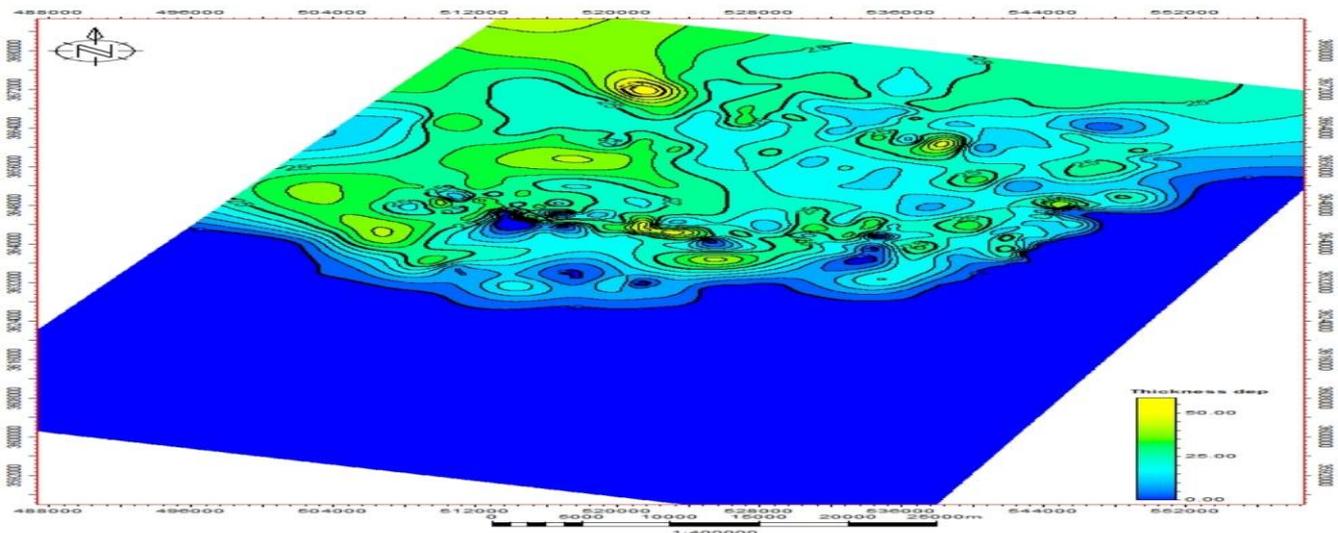


Figure I.9 : Carte en isopaque du réservoir B du champ de Hassi R'mel

C-Le réservoir C (réservoir inférieur)

Il est composé de grès fin à moyen, très peu cimenté, avec de nombreux conglomérats à galets de quartz et, à débris charbonneux. Il présente des variations d'épaisseurs importantes suivant une direction NNO- SSE. Les épaisseurs maximales se trouvent vers le Nord, Nord-Est et au Sud-Ouest, dans la région de Djebel Bissa où elle dépasse les 50 m d'épaisseur, avec une absence totale de ce réservoir à l'Est et au Sud du champ (Figure I.10). Il se repose, soit en concordance sur la Série Inférieure, soit directement sur le Paléozoïque par l'intermédiaire de la discordance hercynienne.

Ce réservoir présente d'excellentes caractéristiques pétrophysiques associées à des épaisseurs utiles importantes ; il dispose de ce fait des meilleures caractéristiques de stockage et de production

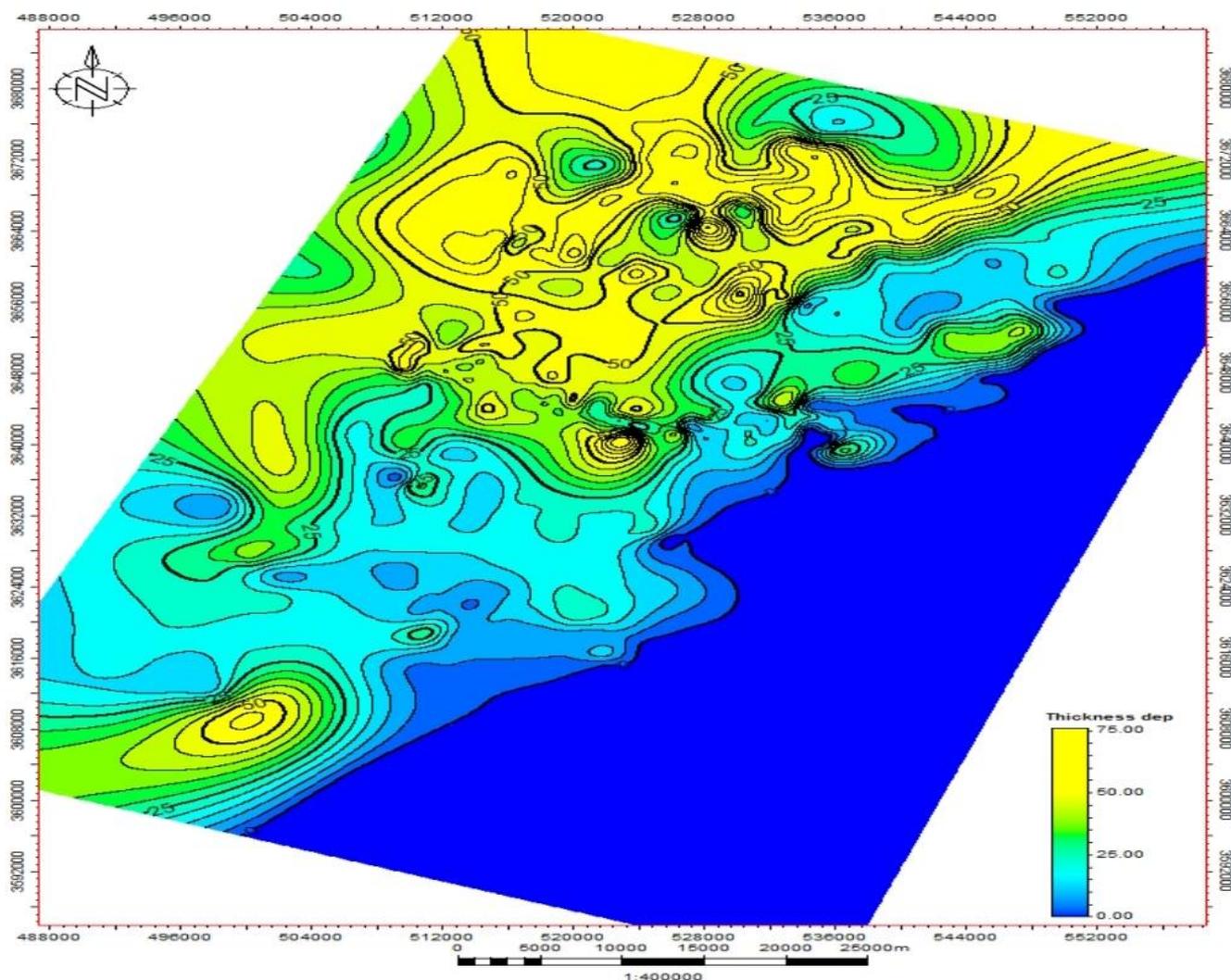


Figure I.10 : Carte en isopaque du réservoir C du champ de Hassi R'mel

8- Découpage des réservoirs triasiques du champ de HassiR'mel

Cinq séquences positives d'épaisseur métrique à décimétriques identifiées sur carottes et diagraphies sont corrélables sur toute la région d'étude (Figure I.9).

Chaque séquence est caractérisée par un couplet Grès-Argile et qui débute généralement par des éléments grossiers, évoluant vers des grès moyens à stratifications obliques et entrecroisées traduisant des milieux fluviatiles, surmontés par des silts et des argiles rouges de plaines d'inondation.

Les limites de séquences adoptées sont représentées par des surfaces d'érosion majeure similaires aux surfaces de 6ème ordre de Miall (1996) (Tableau I.2). Ces surfaces d'érosion majeure délimitent cinq ceintures de chenalisation complexe (canaux multiples et empilés), très continues et corrélables à l'échelle du champ (Figure I.6).

Dans les secteurs à fort taux d'aggradation verticale des sédiments fins (argileux et silteux), les surfaces d'érosion majeure sont relayées latéralement par des paléosols

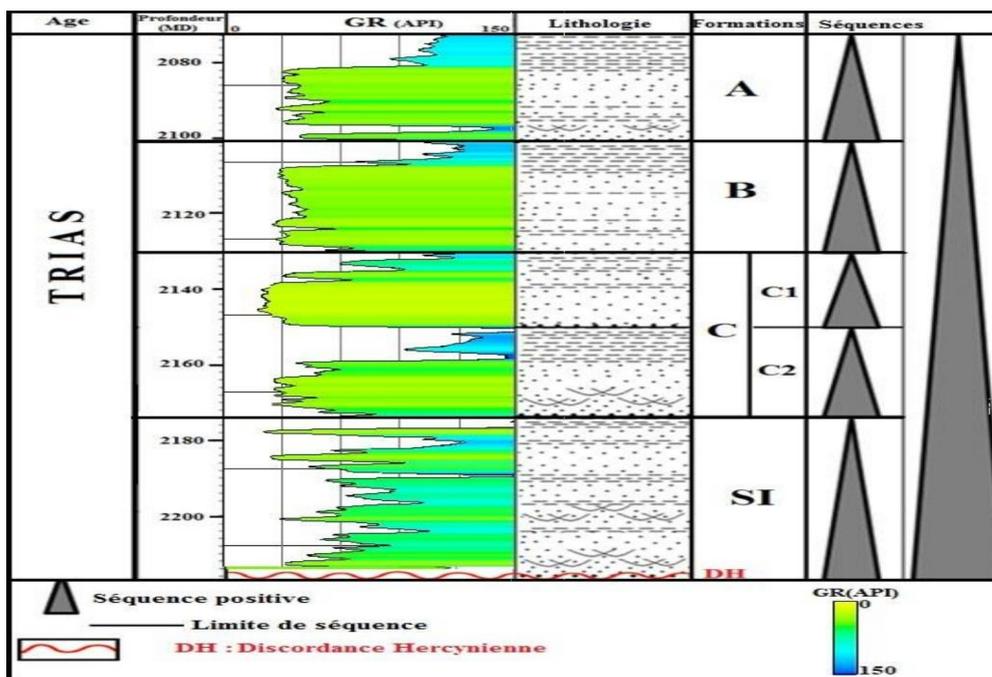
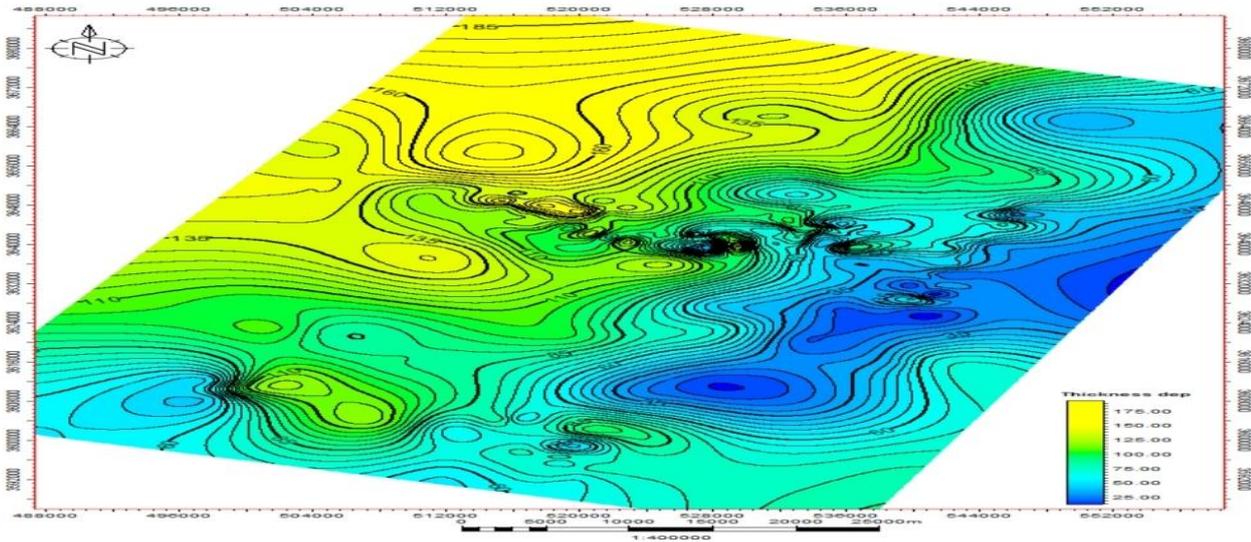


Figure I.11 : Évolution des séquences de la série triasique dans le champ de Hassi R'mel : Puits HRC-21

Echelle de temps associée	Ordre des surfaces	Hierarchie des surfaces
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Autocyclique</div>	0	Lamine (roll)
	1	Limite de set (microform)
	2	Limite de banc (macroform)
	3	Limite d'un ensemble de bancs (macroform growth increment)
	4	Limite convexe d'un ensemble de macroform (point bar, levee, splays, immature paleosol)
	5	Limite plate ou concave de chenal (channel, mature paleosol)
<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 0 auto;">Allocyclique</div>	6	Limite de séquence ou base d'une vallée incisée (minor sequence channel belt)
	7	Limite de séquence ou base d'une vallée incisée (major depositional system)
	8	Discontinuité régionale (bassin-fill complex)

Tableau I.2 : Hierarchie des surfaces d'érosion (d'après Miall, 1996) et échelle de temps associée, modifié

Les réservoirs gréseux sont variables suivant les secteurs de la zone d'étude. Quand la série triasique est la plus complète, quatre réservoirs sont identifiés (A, B, C et le Série Inférieure). Cependant, dans les zones Est, Sud et Sud-Ouest, s'observent d'importantes variations régionales et un seul niveau gréseux est alors présent ou le non-dépôt de la série



triasique (Figure I.7).

Figure I.12-Carte en isopaque du Trias gréseux du champ de Hassi R'mel

Les corrélations réalisées au niveau des réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel montrent l'existence de toutes les séquences (A, B, C et la Série Inférieure) dans les parties Nord, Ouest et au centre de la région d'étude. Un biseautage très net des séquences s'observe dans les parties marginales Sud et Est du champ (Figure I.8 et Figure I.14).

Dans la partie sud, au niveau de la structure de Hassi R'mel Sud (HRS), les dépôts triasiques sont représentés que par deux séquences, le niveau A et la Série Inférieure.

Au Sud-Ouest, au niveau de la structure de Djebel Bissa (DJB), les dépôts triasiques sont représentés uniquement par le C et la partie supérieure (formation volcanique) de la Série Inférieure.

À l'extrémité Est de la zone d'étude, on note la présence d'un seul niveau triasique (le niveau A), reposant en discordance hercynienne sur le CambroOrdovicien (Figure I.13 et Figure I.14)

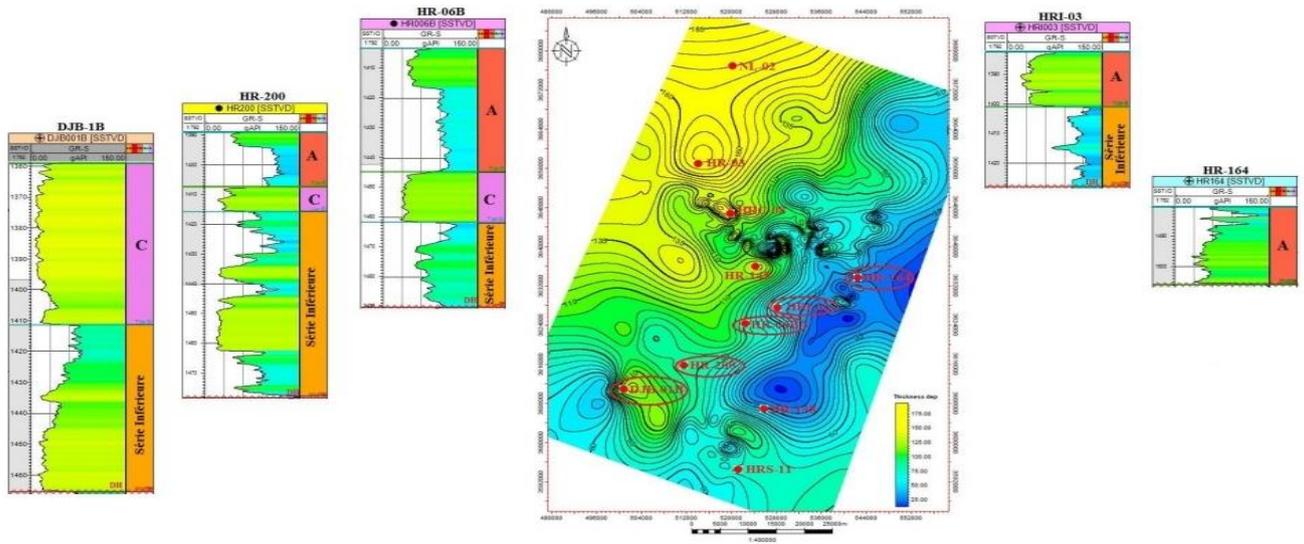


Figure I.13 : Répartition des réservoirs triasiques dans le champ de Hassi R'mel

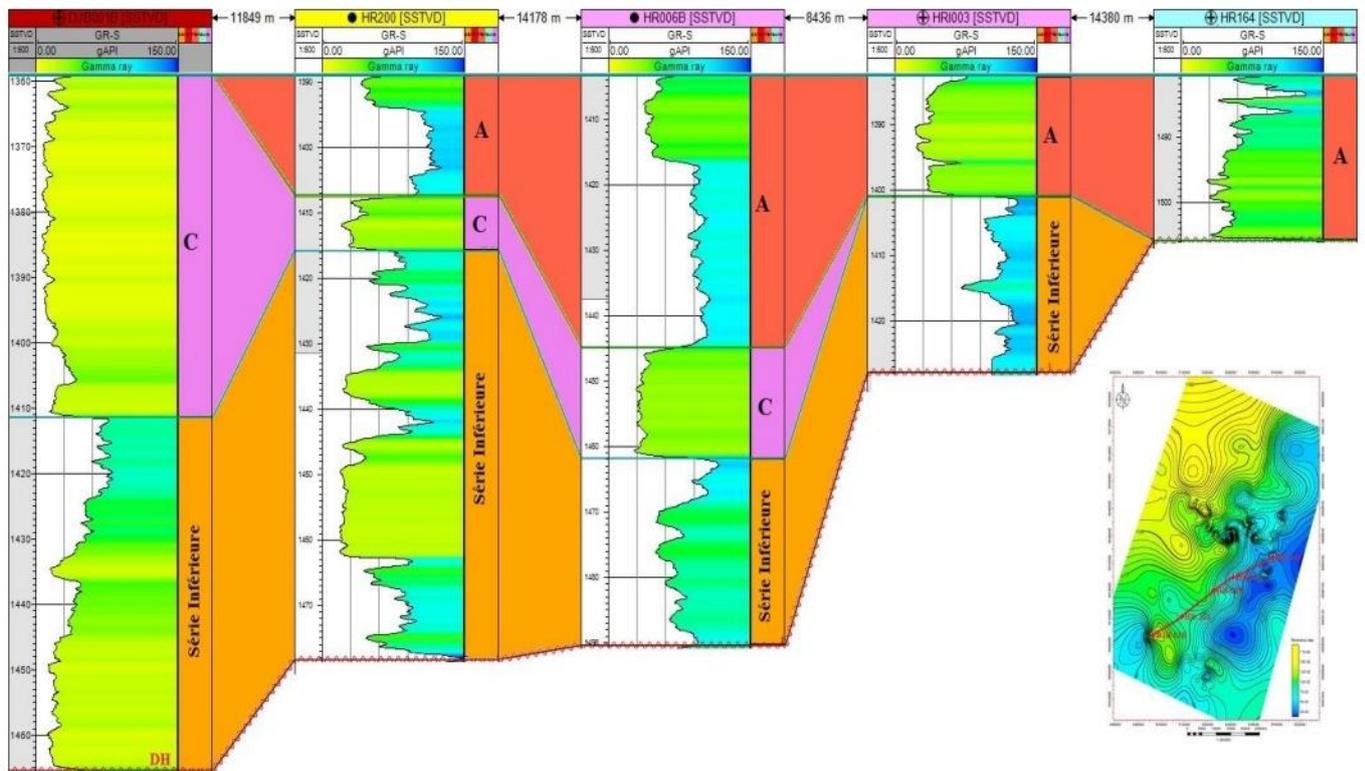


Figure I.14 : Corrélation Sud-Ouest/Nord-Est à travers les puits DJB-1B, HR200, HR-6B, HRI-03 et HR-164, montrant la répartition et le biseutage important des réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel

9-Conclusion :

Le champ de Hassi R'Mel de dimensions de 80Km du Nord au Sud et 65Km de l'Est à l'Ouest , et avec une forme anticlinale orientée Nord / Est / Sud Sud Ouest , se situe dans la plate forme saharienne dans la partie Nord Ouest de la Province Triasique. C'est le plus important gisement de gaz naturel , il produit essentiellement du gaz à condensat , et une fraction de pétrole . Le champ de Hassi R'Mel est divisé en trois zones d'après leurs caractères structuraux les zone (Nord et Center et Sud). La série stratigraphique du champ repose sur la discordance hercynienne (Paléozoïque) et le Cénozoïque généralement est érode . Les réservoirs de Hassi R'Mel d'âge Trias Argileux Gréseux supérieur (TAGS) composé de trois niveaux (A , B et C). Le champ de Hassi R'Mel ne peut être considéré comme un anticlinal de forme simple mais une zone régionalement haute constituée par la juxtaposition d'une série d'anomalie de forme et des taille sdifférentes.

CHAPITRE II :

les milieux de dépôt de Triasse la Série
Inférieure SI

1. Description lithologique et extension de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel

La réalisation de la carte en iso-épaisseur de la Série Inférieure a permis de mettre en évidence l'existence de cette formation sur la majeure partie du champ, à l'exception de l'extrême Est où se développe l'anneau d'huile et une partie du centre (Figure II.3). Elle repose directement sur la discordance hercynienne. L'analyse géologique des enregistrements diagraphiques ainsi que les descriptions de carottes (Figure II.14) nous ont permis de découper la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel en trois termes (Figure II.4), du bas vers le sommet, on trouve

1.1 Le terme argilo-gréseux :

il est constitué d'un complexe argilo-gréseux à pourcentage important d'argile d'origine fluviatile (Boudjema, 1987), il s'est installé juste après l'érosion hercynienne, suivi par une sédimentation volcano-détritique et évaporitique. Ce terme argilo gréseux de la Série Inférieure fait l'objet de cette présente étude, limitée à sa base par la discordance hercynienne et par une formation volcanique au sommet

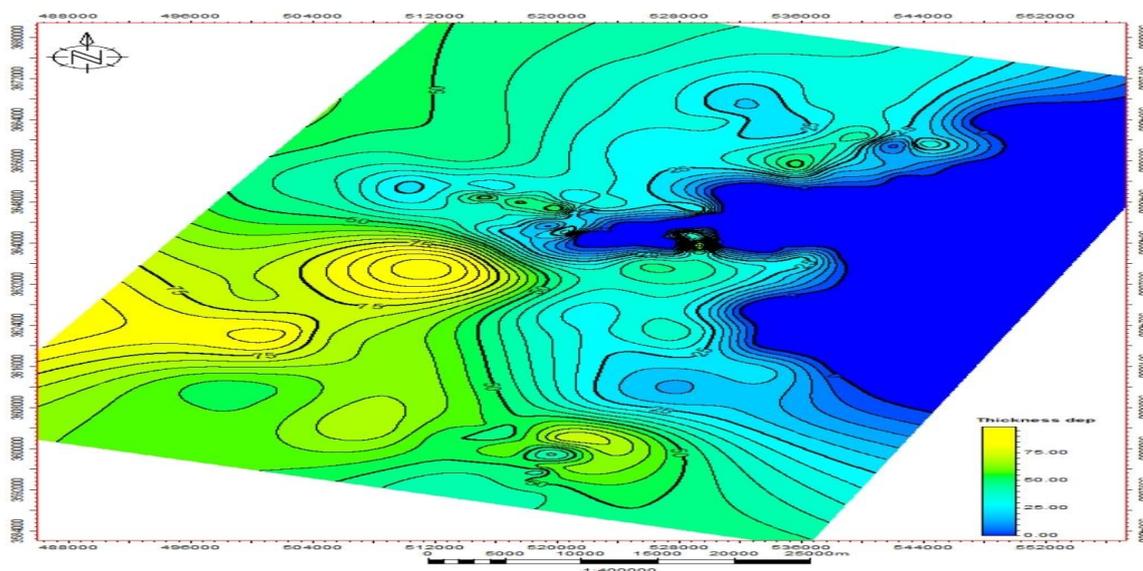


Figure II.1: Carte en isopaque du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel

1-2- Le terme volcanique :

assure une excellente couverture pour le réservoir argilo- gréseux inférieur (Série Inférieure). Les études palynologiques placent cette série dans la zone palynologique P1, attribuée au Carnien. Au Sud-Ouest de Hassi R'mel, la série volcanique inférieure forme un corps allongé NW-SE d'épaisseur variable de 0 à 50 m, son maximum se trouve au SW, dans la région de Djebel Bissa le long des failles orientées NW-SE. Ces dépôts volcaniques superposent aux zones dépressives lors du dépôt de la série détritique de base. Ces phénomènes sont un indicateur d'une période de distension (rifting continental), caractérisée par le rejoue d'accidents anciens en failles normales, accompagnés de vastes épanchements de roches volcaniques (Figure II.2)

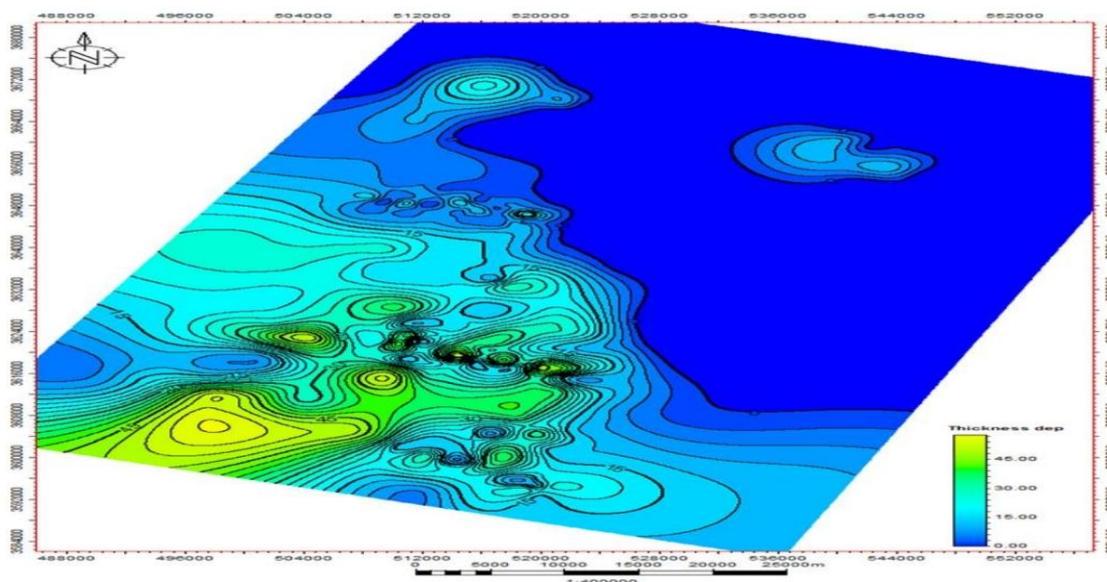
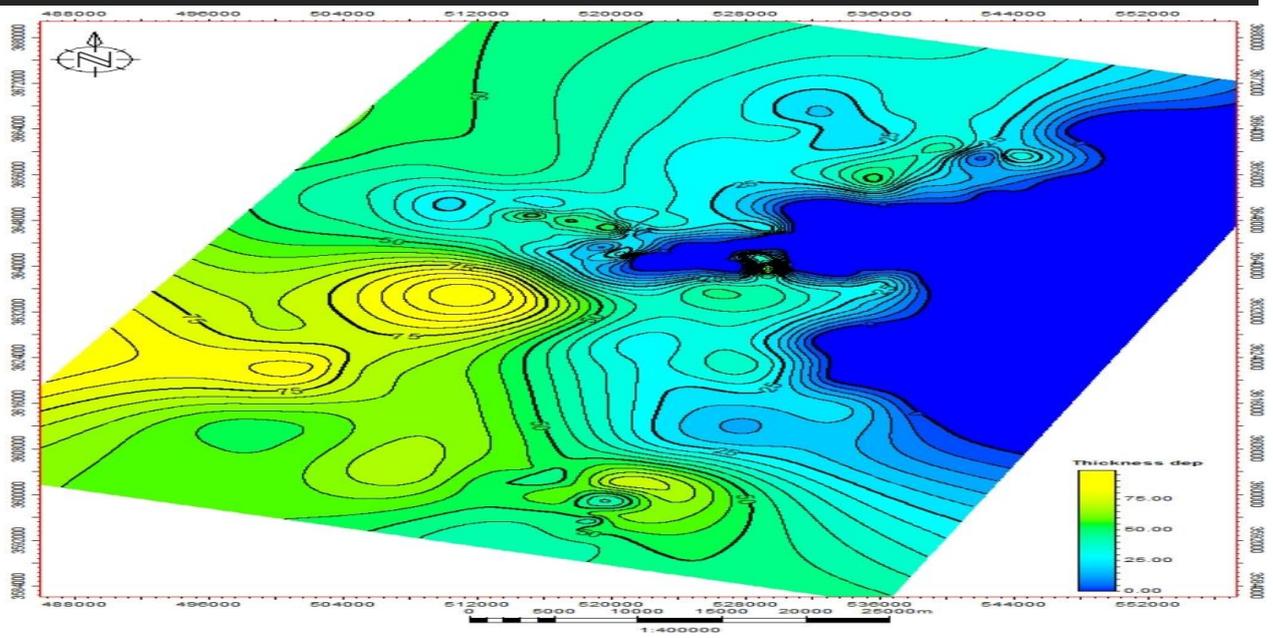


Figure II.2 : Carte en isopaque du terme volcanique de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel

1-3- Le terme argileux :

il coiffe la Série Inférieure. Sa présence variable d'un puits à l'autre dans le champ de Hassi R'mel lui donne un caractère discontinu. Il est composé d'argile brun-rouge, localement gris, salifère, anhydritique, indurée. Présence de niveaux de dolomie gris-blanc, microcristalline dure, d'anhydrite blanche, et de grès blanc, fin, silico-argileux, moyennement consolidé à friable. Le terme volcanique est absent à l'Est et au Nord de la région d'étude, où on illustre la présence uniquement du terme argilo-gréseux. Ce terme est présent au Sud-Ouest avec une épaisseur qui dépasse 50 m au niveau de la structure de Djebel Bissa (DJB). La série Inférieure est complète au centre et au sud du champ de Hassi R'mel (HRS). À l'Est, on observe une absence totale de la Série Inférieure



FigureII.3 : Carte en isopaque de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel

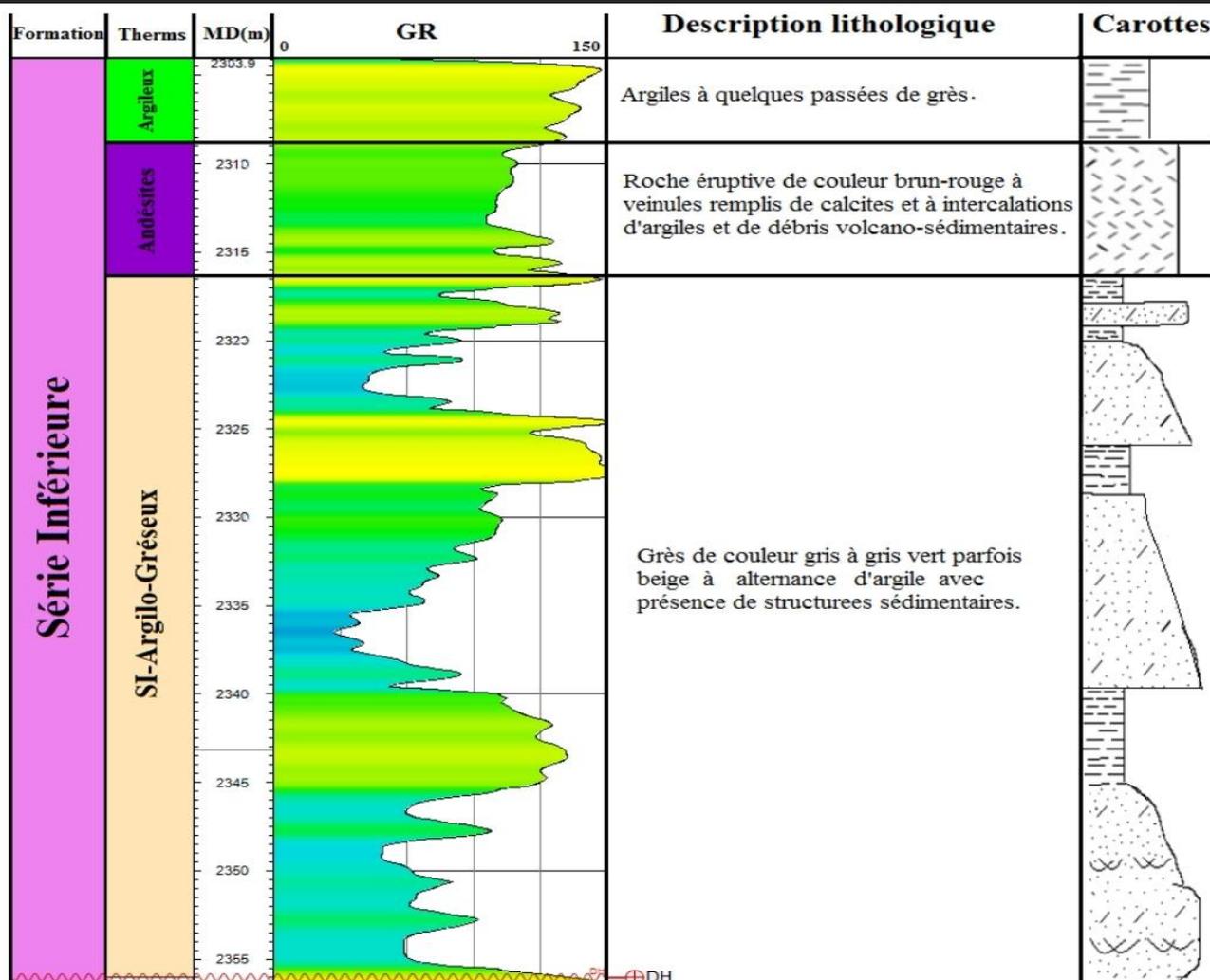


Figure II.4 : Description lithologique de la Série Inférieure (puitsHR-186) du champ de Hassi R'mel

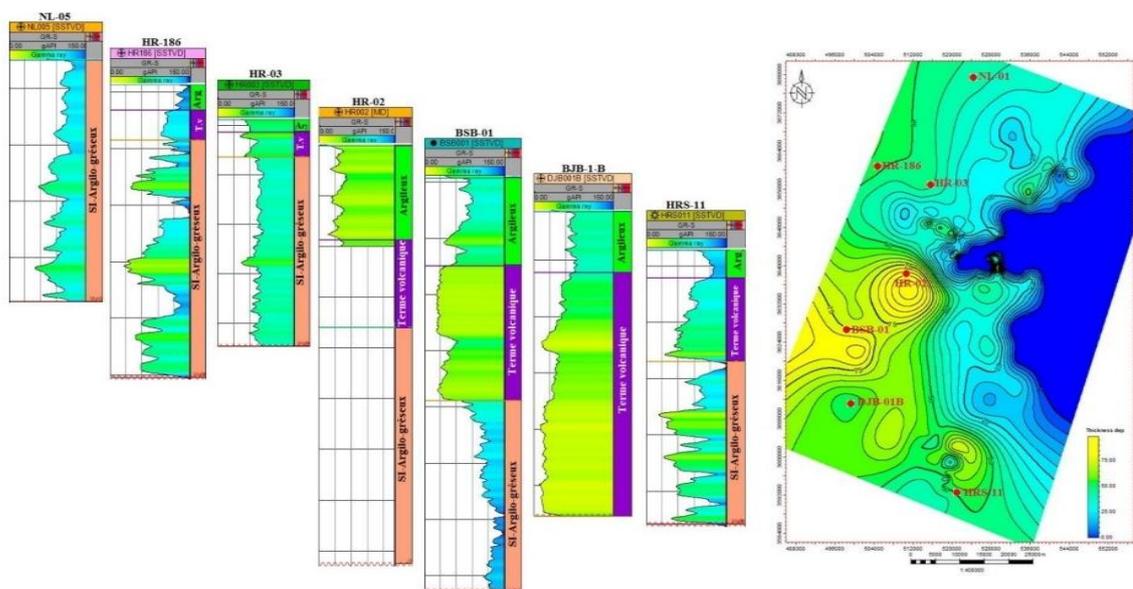


Figure II.5 : Répartition de la série inférieure dans le champ de Hassi R'mel

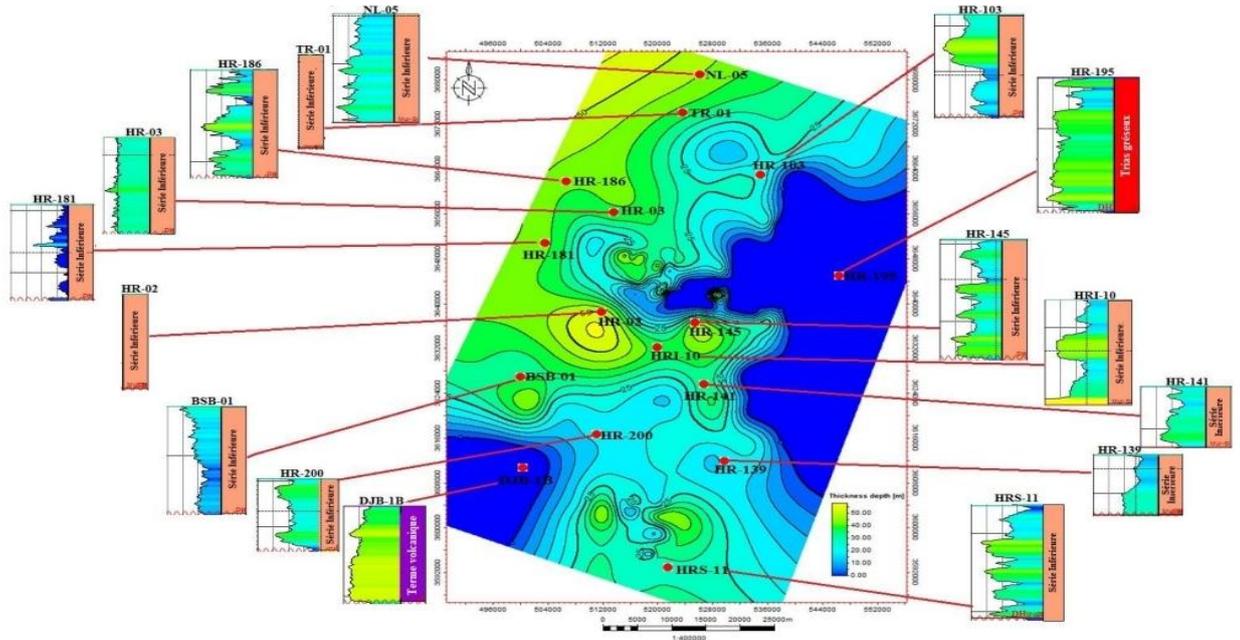


Figure II.6 : Répartition du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dans tout le champ de Hassi R'mel

2. Extension de la formation argilo-gréseuse de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel

La réalisation de la carte en iso-épaisseur du terme argilo-gréseux de la Série Inférieure a permis de mettre en évidence l'existence de ce niveau argilo-gréseux sur la majeure partie du champ (Figure II.1), à l'exception :

- L'extrême Est, où se développe l'anneau d'huile.
- L'extrême Sud-Ouest, au niveau de la structure de Djebel Bissa , où on trouve le terme volcanique qui s'installe directement sur le Paléozoïque (Ex : DJB- 1Bis, DJB-2 et DJB-3).
- Une partie du centre du champ, où on illustre des dépôts du Trias détritique supérieur (A, B et C) s'installant directement sur le Paléozoïque.

Pour bien montrer l'extension de ce niveau argilo-gréseux dans toute la structure de Hassi R'mel, nous avons réalisé plusieurs corrélations en balayant toute la région d'étude du Nord au Sud et de l'Ouest vers l'Est

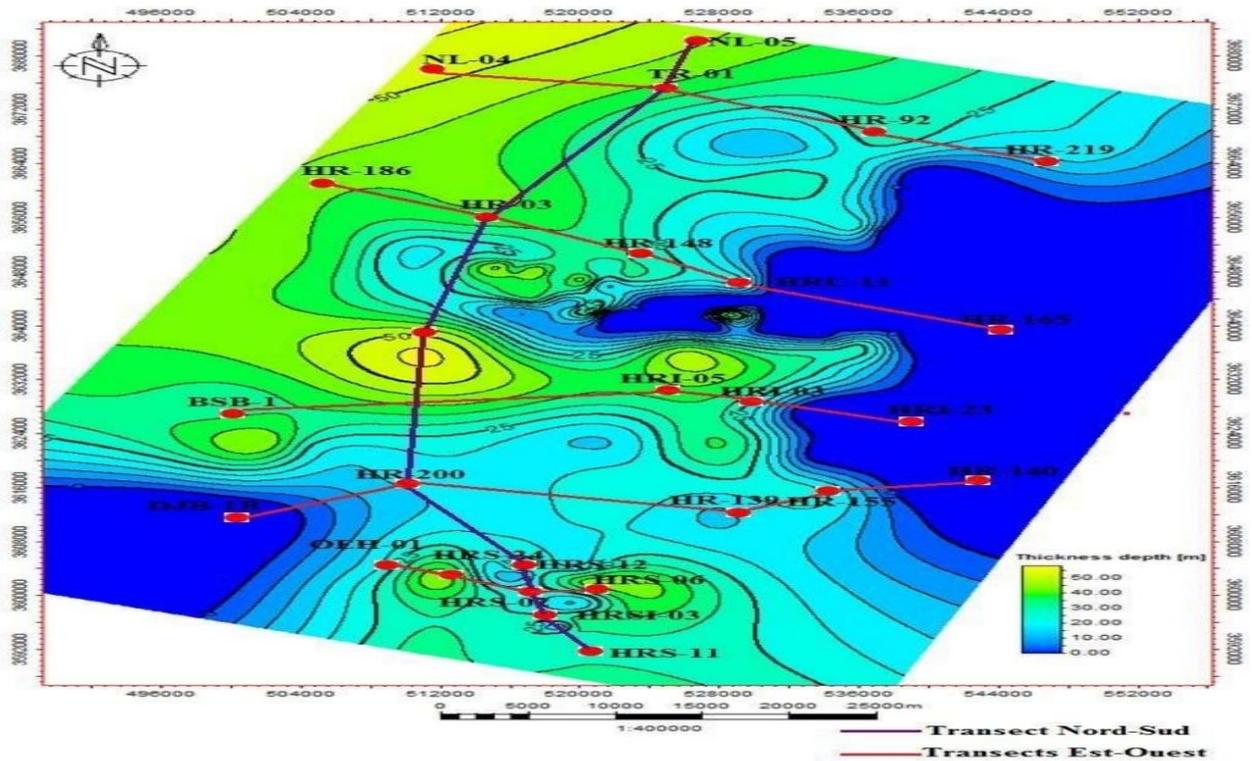
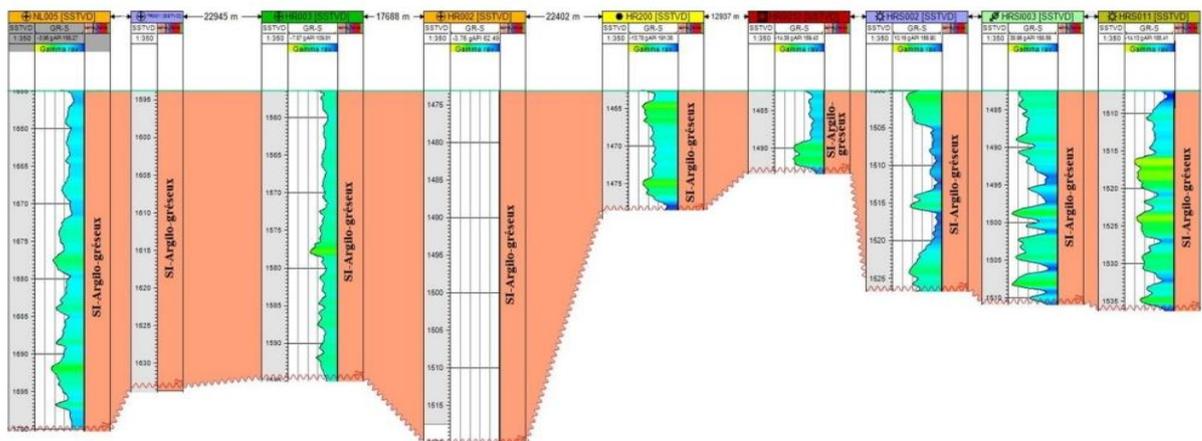


Figure II.7 : Transects réalisés dans le champ de Hassi R'mel

2-1- Transect Nord-Sud :

incluant les puits : NL-05, TR-01, HR-03, HR-2, HR-200, HRS12, HRS-02, HRSI-3 et HRS-11, ce premier profil montre la présence du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure du Nord vers le Sud (Figure II.8), montrant ainsi le rôle important de la tectonique sur la variation spatiale des épaisseurs au cours des dépôts des différents faciès de la Série Inférieure



FugirII.8 : Transect Nord-Sud réalisé à travers les puits NL-05, TR-01, HR03, HR-02, HR-200, HRS-12, HRS-02, HRSI-03 et HRS-11, montrant la répartition spatiale du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel

2.2- Transects Est-Ouest : 05 transects Est-Ouest ont été réalisés :

2.2.1- Transect 01 :

passant par les puits : NL-01, TR-01, HR-92 et HR-219. Ce premier profil montre l'existence du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dans la partie Nord du champ de Hassi R'mel avec une réduction importante d'épaisseur en allant vers l'Est de la structure

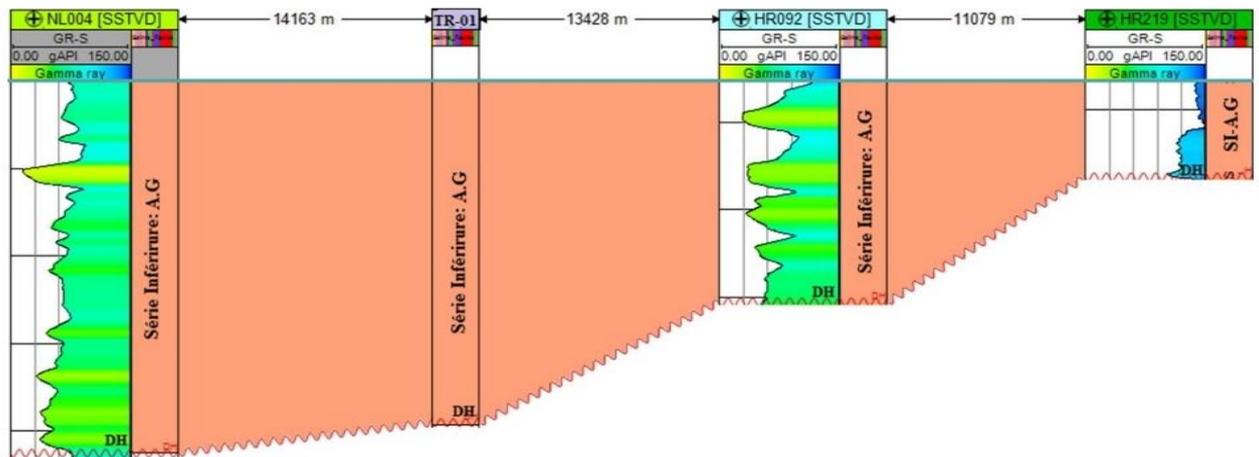


Figure II.9 : Transect 01 : passant par les puits : NL-01, TR-01, HR-92 et HR-219, montrant l'importante réduction de l'épaisseur du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel

2.2.2- Transect 02 : passant par les puits : HR-186, HR-03, HR-148, HRC-11 et HR-165 (Figure III.10).

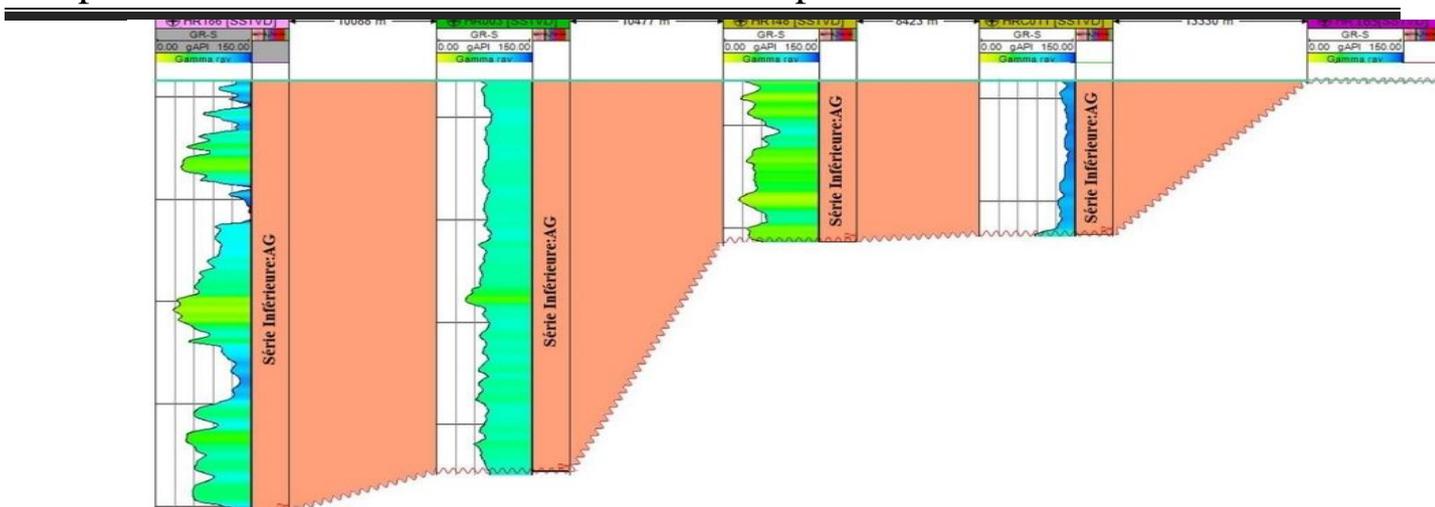


Figure II.10 : Transect 02 : passant par les puits : HR-186, HR-03, HR-148, HRC11 et HR-165, montrant le biseautage important du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure jusqu'à la disparition totale à l'Est de la structure de Hassi R'mel

2.2.3- Transect 03 :

passant par les puits : BSB-01, HRI-05, HRI-3 et HRI-23 (Figure III.11). Ces deux transects, montrent l'existence du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dans la partie Ouest, dépassant 40 m d'épaisseurs. Vers l'Est, une importante réduction d'épaisseur est illustrée jusqu'à l'absence totale de la Série Inférieure vers l'extrémité Est (au niveau de l'anneau d'huile), où on enregistre l'installation du Trias détritique supérieur en discordance sur le Paléozoïque

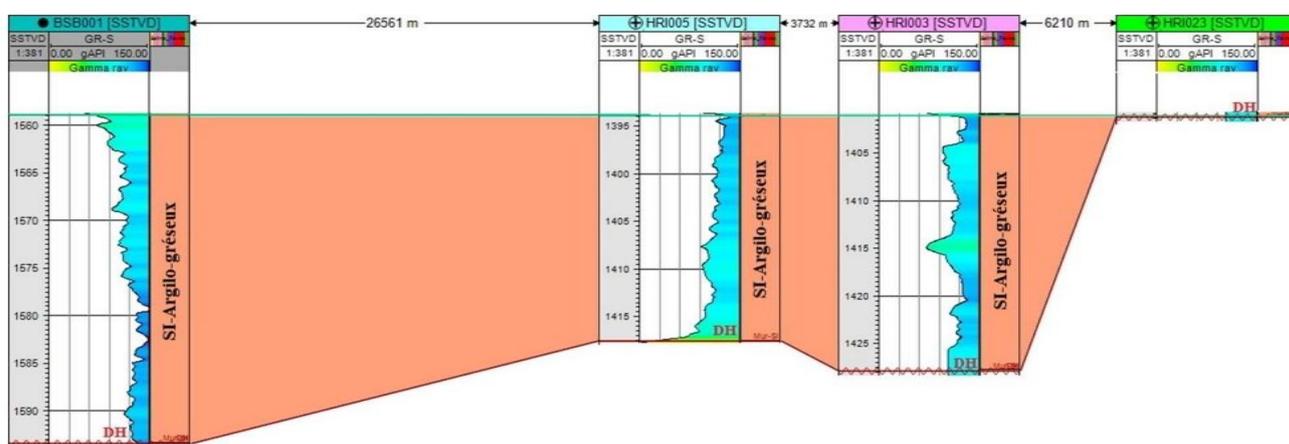


Figure II.11 : Transect 03 : passant par les puits : BSB-01, HRI-05, HRI-3 et HRI23, montrant le biseautage important du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure jusqu'à la disparition totale à l'Est de la structure de Hassi R'mel

2-2-4- Transect 04 : passant par les puits : DJB-1B, HR-200, HR-139, HR-155 et HR140. Ce transect montre une absence du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure au SudOuest, dans la majorité des puits de Djebel Bissa (Ex : DJB-01B, DJB-02, DJB-03, DJB-04, DJB-05,

DJB-06 et DJB-07), elle est remplacée par des dépôts volcaniques qui s'installent en discordance sur le Cambro-Ordovicien. Comme on illustre l'absence de ce terme argilo-gréseux à l'Est du champ, là où se développe l'anneau d'huile (Ex : HR-140, HR-153, HR83, HR-194 et HRE-301), le Trias gréseux supérieur s'installe directement en discordance sur les formations du Paléozoïque (Figure III.12). Il est présent au centre avec une épaisseur moyenne de 15 m.

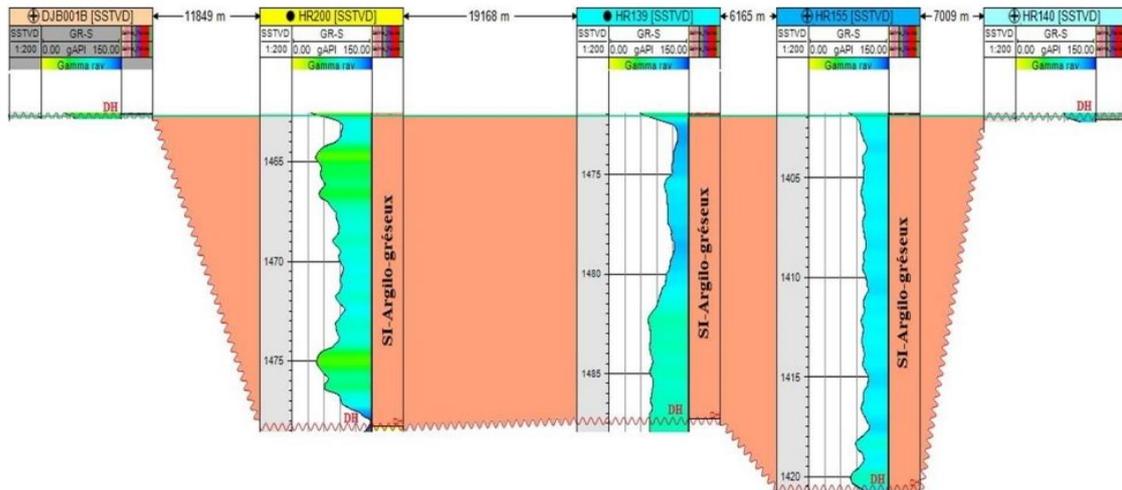


Figure II.12 : Transect 04 : passant par les puits : DJB-1B, HR-200, HR139, HR-155 et HR-140, montrant la répartition du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure de l'Ouest vers l'Est du champ de Hassi R'mel

2-2-5- Transect 05 : passant par les puits : OEH-01, HRS-24, HRS-02 et HRS-06 (Figure III.13), il se situe dans la partie Sud de la région d'étude, au niveau de la structure de Hassi R'mel Sud (HRS), il illustre la présence importante du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dépassant 30 m d'épaisseur (Ex : HRS-11, HRS09, HRS-06, HRS-25 et HRS-26)

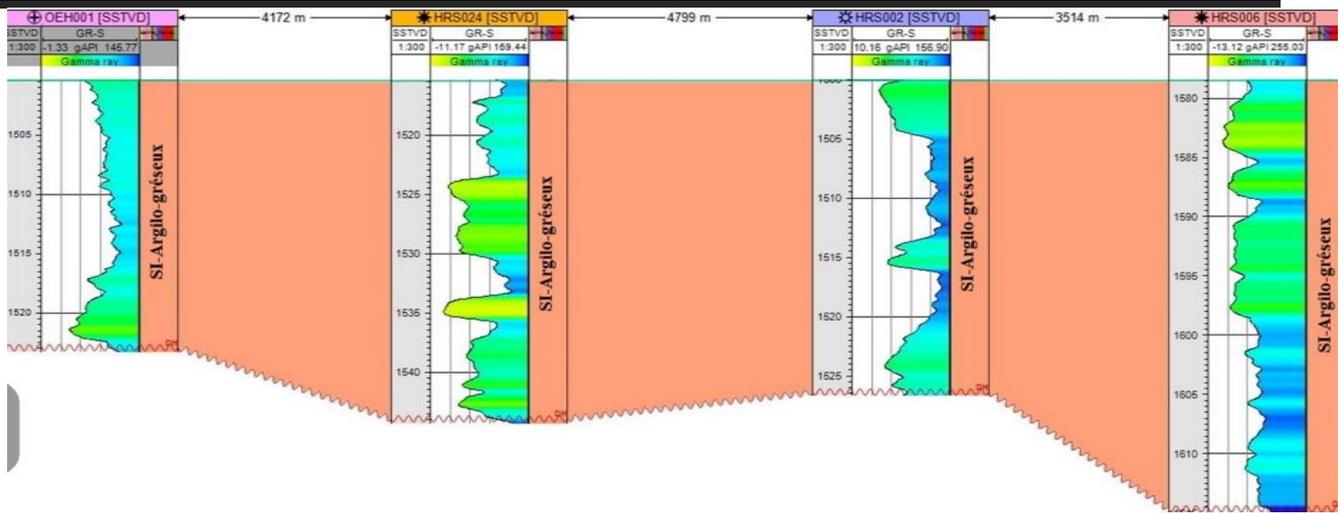


Figure II.13 : Transect 05 : passant par les puits : OEH-01, HRS-24, HRS-02 et HRS-06, montrant la répartition importante du niveau argilo-gréseux dans la partie Sud du champ de Hassi R'mel

3- Analyse sédimentologique du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel:

Il s'agit ici de décrire les différents lithofaciès rencontrés sur les carottes (Figure II.14). La description précise de ces lithofaciès et leur interprétation en termes de régime hydrodynamique a permis de déduire des associations de faciès et milieux de dépôts. Ces milieux de dépôts s'intègrent eux-mêmes à des environnements sédimentaires. La description des faciès se fait selon plusieurs critères : la lithologie, la granulométrie, la nature des grains, la stratonomie (tailles des bancs, organisations des couches, limites supérieures et inférieures), de même que la reconnaissance des structures sédimentaires. Les carottes disponibles ont été analysées dans le but de préciser les environnements de dépôt de la base de la série Inférieure. La codification des faciès utilisée dans cette étude est celle de Miall (1996). Cette analyse a permis de mettre en évidence 19 lithofaciès, (Tableau III.1), rassemblés en 3 associations de faciès (Tableau II.2) :

-Lithofaciès Gp : couches conglomératiques minces à stratifications planes (< 0,5 m) à base érosive. Ces conglomérats sont composés d'éléments mono ou polygéniques (schistes, sables, fragments de carbonates et nodules), généralement de moins de 5 cm, emballés dans une matrice sableuse (Figure II.14 a).

-Lithofaciès St : grès grossier à stratifications entrecroisées (Figure II.14 b). Parfois, les surfaces gréseuses sont pavées par de petits cailloux d'argile et /ou de quartz (Stm) (Figure II.14 c).

-LithofacièsSp : grès fin à moyen, bien trié, à stratifications planes ou légèrement inclinées (Figure II.14 d).

-Lithofaciès Sh : grès fins à moyens, bien classés, avec une stratification horizontale marquée par la présence d'intercalations d'argile très fines (Figure II.14 e).

-Lithofaciès Sr : grès à grains fins asymétriques à symétriques, parfois associés à des rides de courant (Figure II.14 f et Figure II.14 g).

-Lithofaciès Su : grès massif, très fin, bien classé grès sans figures sédimentaires (Figure II.14 h). On remarque parfois la présence de cailloux avec du ciment anhydritique dans ce lithofaciès (Figure II.14 **-LithofacièsFl** : argile silteuse laminée, parfois avec de minces lamines d'argiles brunâtres.

-Lithofaciès Fr : schistes noirs avec des traces organiques (racines), parfois associés à des rides de courant

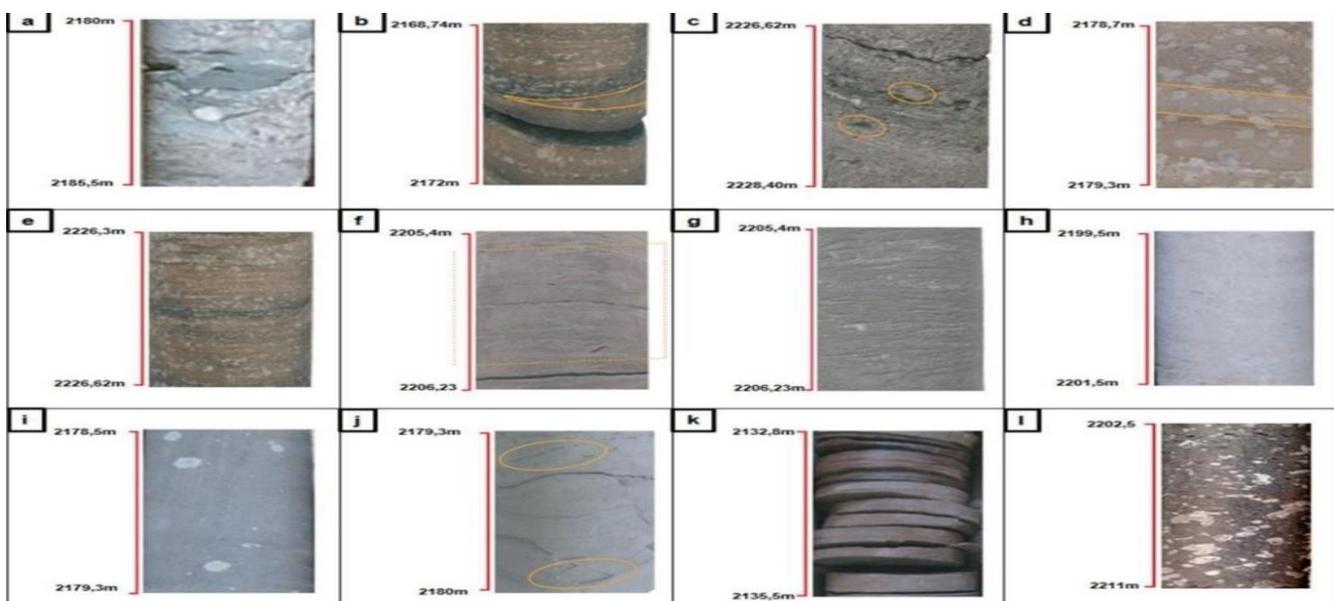


Figure II.14 : Photos de carottes montrant les différents lithofaciès observés dans la formation de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel

Les lithofaciès décrits peuvent être classés en trois associations correspondant à un environnement de dépôt fluvial (Tableau II.2 et Figure II.1). Ces associations définissent

des éléments architecturaux reflétant un agencement de grains et de structures sédimentaires. À partir des descriptions des lithofaciès et de leur interprétation en termes de systèmes d'écoulement hydrodynamique, trois associations peuvent être distinguées :

Association-1 : liée à un fort régime hydrodynamique, cette association est globalement composée d'un lag de galets centimétriques (microconglomérat), à matrice argilo-gréseuse à la base (Gp), surmonté par des grès à granulométrie moyenne et à stratifications entrecroisées (St, Stg, Stga, Stm et Stma), surmonté par des bancs centimétriques à métriques à stratifications inclinées à planes (Sp) ou sans stratifications (Su, Sug et Sua).

Milieu de dépôt : le lag de galets correspond à des dépôts de fond de chenal. Sur ce lag se dépose un ensemble métrique de bancs gréseux moyen, parfois sans argile, avec des figures sédimentaires, ce qui correspond aux dépôts de remplissage d'un chenal fluvial en tresse.

Association-2 : liée à un régime hydrodynamique moyen, cette association est composée par un ensemble de bancs gréseux à granulométrie moyenne à fine qui présente des stratifications horizontales (Sh), surmonté par des rides, avec ou sans argile (Sr).

Milieu de dépôt : il s'agit d'un ensemble de bancs gréseux décimétriques à métriques à granulométrie fine avec des structures sédimentaires caractérisant un régime hydrodynamique moyen (Sh et Sr). Cela correspond aux dépôts de remplissage d'un chenal.

Association-3 : liée à un régime hydrodynamique faible, il s'agit d'argiles silteuses rouges (dolomitiques ou non), dans lesquelles s'intercalent parfois des bancs de grès fin à moyen (Fsr et Fsm), surmontés de dépôts argileux où se développent des paléosols.

Milieu de dépôt : il s'agit de faciès de plaine d'inondation (Fr, Fc, Fl, Fsr et Fsm) où se développent un paléosol et de petits débordements (bas régime hydrodynamique)

CODE	LITHOFACIES	ENVIRONNEMENT DE DEPOT
Fr	Argile silteuse à racines	Plaine d'inondation
Fc	Argile silteuse à nodule de dolomie	Plaine d'inondation
Fl	Argile silteuse laminée	Plaine d'inondation
Fsr	Silt argileux à rides de courant	Levée ou Plaine d'inondation
Fsm	Silt argileux massif	Levée ou Plaine d'inondation
St	Grès à stratifications en auges	Chenal actif
Sta	Grès à stratifications en auges et ciment anhydritique	Chenal actif
Stm	Grès à stratifications en auges et galets argileux	Chenal actif
Stma	Grès à stratifications en auges à galets argileux et ciment anhydritique	Chenal actif
Stg	Grès à stratifications en auges et à graviers	Chenal actif
Stga	Grès à stratifications en auges à graviers et ciment anhydritique	Chenal actif
Sp	Grès à stratifications planes	Barre de chenal
Sl	Grès à stratifications planes faiblement pentées	Barre de chenal
Sh	Grès à stratifications planes horizontales	Levée
Su	Grès massif	Chenal actif
Sug	Grès massif à granules	Chenal actif
Sua	Grès massif à ciment anhydritique	Chenal actif
Sr	Grès à rides	Levée ou Crevasse
Gp	Conglomérat à stratifications planes	Chenal torrentiel

Tableau II.1 : Codification des lithofaciès (Miall, 1996)

Association-1	Association-2	Association-3
St – Sta- Stm-	Sh	Fr – Fc – Fl
Stg-Stga- Sp-	Sr	
Su-Sug- Sua-	Fsr →	Fsr
Gp	Fsm →	Fsm

Tableau II.2 : Association des lithofaciès en environnements de dépôts

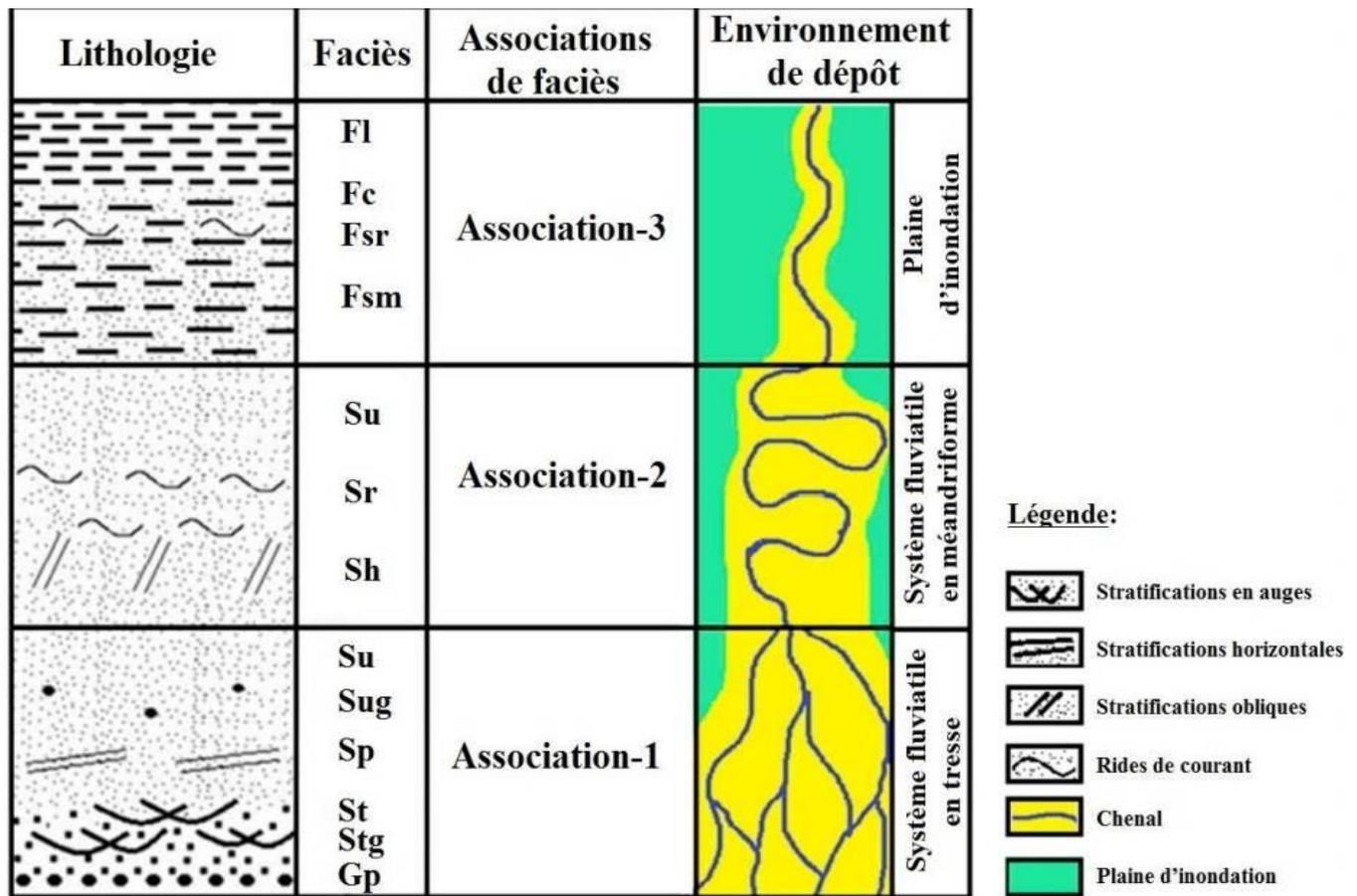


Figure II.15 : Colonne lithologique du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure montrant les différents faciès rencontrés sur les carottes, l'association de faciès ainsi que l'environnement de dépôt

4. Découpage de la formation argilo-gréseuse de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel:

L'analyse des enregistrements diagraphiques ainsi que le découpage en lithofaciès de la Série Inférieure (à partir des descriptions de carottes) de chaque puits nous ont permis de diviser la partie basale de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel en quatre unités (U) ; chaque unité est représentée par des chenaux de 1 m environ empilés les uns sur les autres dont la granulométrie décroît vers le sommet de chaque unité. Ces chenaux sont caractérisés par des dépôts microconglomératiques à la base correspondant à des dépôts de fond de chenal surmontant une surface érosive, passant progressivement à des grès à granulométrie moyenne et stratifications entrecroisées (St), surmontés par des bancs centimétriques à métriques de stratifications inclinées à planes (Sp) ou sans stratifications (Su).

Chaque unité est surmontée par des dépôts argileux qui correspondent aux dépôts de plaine d'inondation (Figure II.16). Vu le changement rapide du faciès du Nord vers le Sud et de l'Ouest vers l'Est, il est difficile de suivre ces séquences à l'échelle régionale du champ de Hassi R'mel. Parfois, le niveau argilo-gréseux devient totalement argileux. Malgré cet inconvénient, on a pu corrélater quelques puits entre eux (Figure II.17).

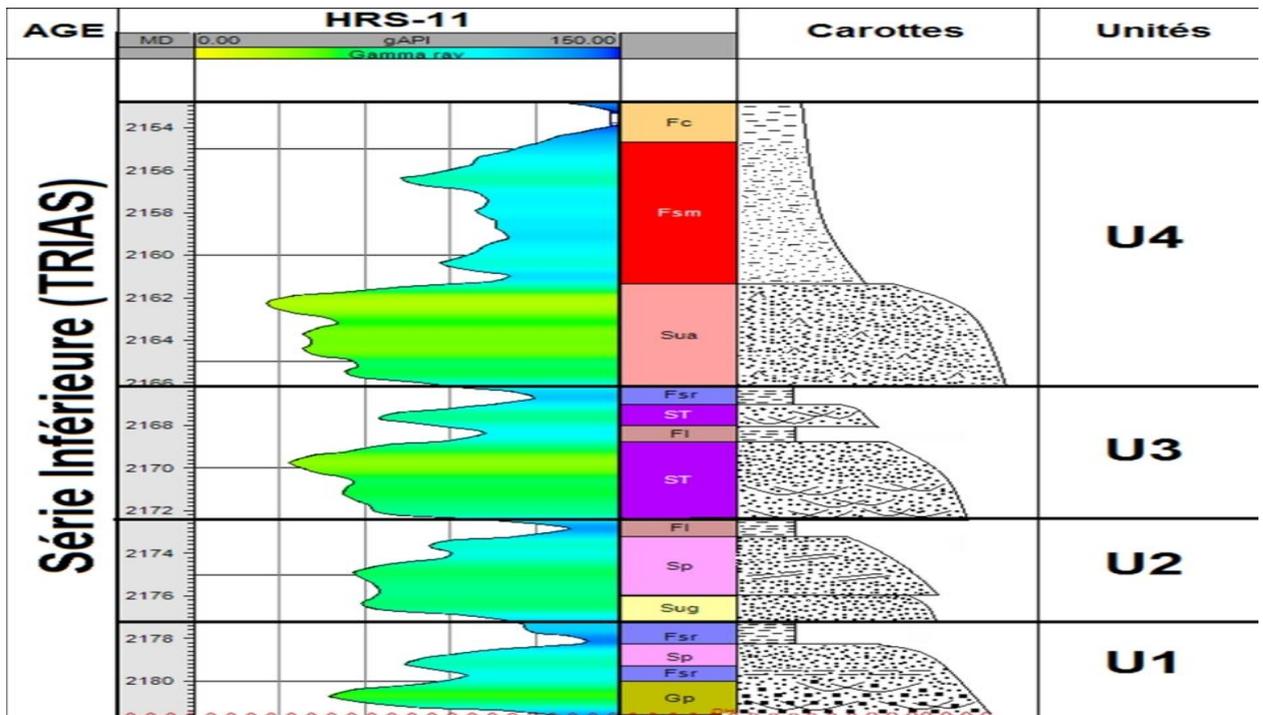


Figure II.16 : Découpage du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure : Puits HRS-11 du champ de Hassi R'mel

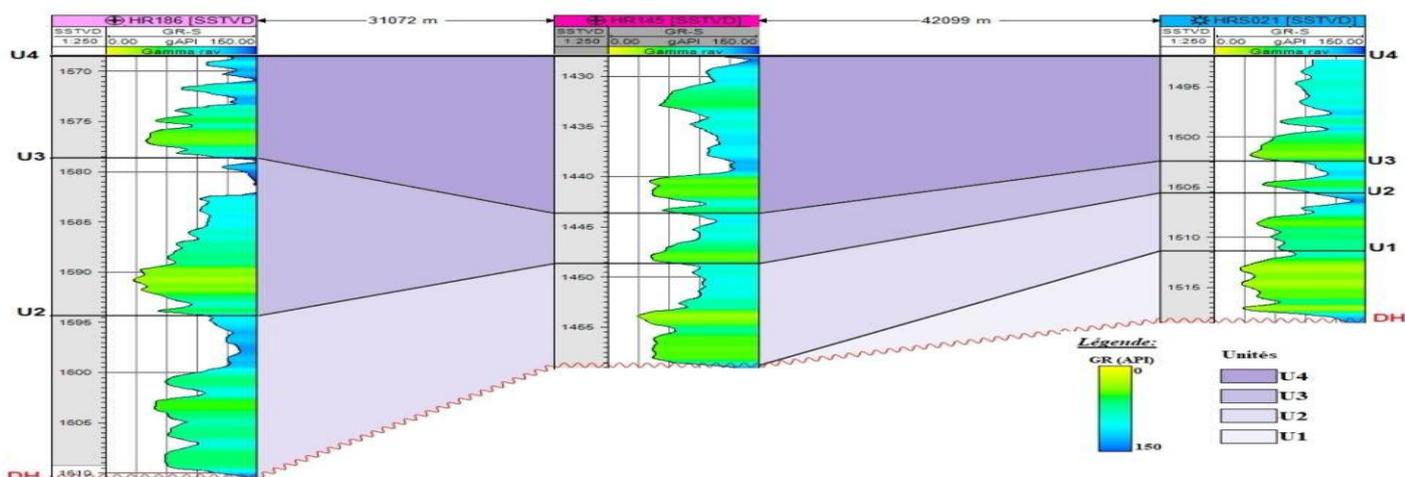


Figure III.17 : Corrélation diagraphique réalisée à travers les puits HR-186, HR-145 et HRS-21, montrant l'existence des quatre unités du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure du Nord vers le Sud

Conclusion:

Le gisement de Hassi R'mel (ALGERIE) produit du gaz à condensat à partir de trois niveaux gréseux (A, B ET C) séparés par des intervalles argileux et attribués au trias supérieur (Keuper-Rhétien). Ces niveaux gréseux ont une extension variable. Le niveau inférieur C, caractérisé par la présence de dragées de quartz, est absent à l'est et au sud du champ à l'exception des structures de djebel Bissa et de Hassi R'mel sud. Le niveau intermédiaire B, à changement brusques et latéraux de faciès, disparaît vers le sud et l'est du gisement. Quant au niveau supérieur A, le plus étendu, il couvre l'ensemble du champ, à l'exclusion des structures de djebel Bissa et de Hassi R'mel Sud. Les trois niveaux se présentent sous forme de corps gréseux allongés selon une direction subméridienne et s'épaississant vers le nord. L'étude sédimentologique et pétrographique montre qu'ils sont constitués de grès très fins à moyens, polycycliques et provenant du sud. La thermoluminescence permet d'envisager une alimentation par une même roche nourricière attribuée avec une forte probabilité aux grès ordoviciens. La séquence type a pu être identifiée comme étant de type fluviale à régime méandrique et d'énergie faible à modérée. Chaque niveau correspond à un épisode fluviale se terminant par la formation de lagunes ou se sont déposées des argiles carbonatées et sulfatées. L'ensemble du trias correspond au début d'un cycle sédimentaire évoluant d'une sédimentation continentale (Trias) à un dépôt de bassin évaporitique (Lias).

Chapitre III :

Étude des Caractéristiques pétrophysique
du Trias

Introduction :

Les caractéristiques pétrophysiques sont les principaux paramètres contrôlant un réservoir. Les études faites sur ce champ s'intéressaient sur les réservoirs Triasique. Ces réservoirs présentent d'excellentes caractéristiques pétrophysiques associées à des épaisseurs utiles importantes. donc, dans ce chapitre nous, étudions quelque puits (HR-173 HR-175) et interprété des cartes iso-porosité ; iso- perméabilité (HRE 196 ,104,206,202,185,112,302,303)

Sondage HR-173 :

Ce puits est situé dans l'extrémité nord du champ.

Le graphe montre une grande amélioration des propriétés pétro physiques en passant du sommet du banc à sa base.

A 2151 m de profondeur, marquant le haut du banc, on note une mauvaise porosité inférieure à 5% avec également une perméabilité qui ne dépasse pas 0,2 md.

Ces propriétés prennent une amélioration excessive à partir de 2154 m de profondeur pour noter une très bonne porosité de 22% et une perméabilité de 19 md.

D'après le plot de ce puits, concernant le nuage de points, nous constatant que la corrélation entre les deux propriétés est constante et linéaire, c'est-à-dire que plus la porosité augmente et plus la perméabilité augmente aussi, néanmoins les valeurs restent faible avec un maximum de perméabilité de 20 md.

Sondage HR-175 :

Ce puits est situé vers le N-NO de la région de Hassi R'Mel

.Les graphes montrent une porosité et une perméabilité avec des valeurs de 4% et 0,4 md respectivement, à une profondeur qui avoisine les 2122 m. Ces valeurs s'améliorent progressivement jusqu'à 2125 m de profondeur où on note une porosité moyenne de 13% et une perméabilité assez faible de 1,1 md.

Dans le graphe de corrélation, on constate qu'on a une évolution de la perméabilité avec la porosité, donc les pores sont connectés entre elles. On remarque une bonne porosité qui frôle les 13% vers la base.

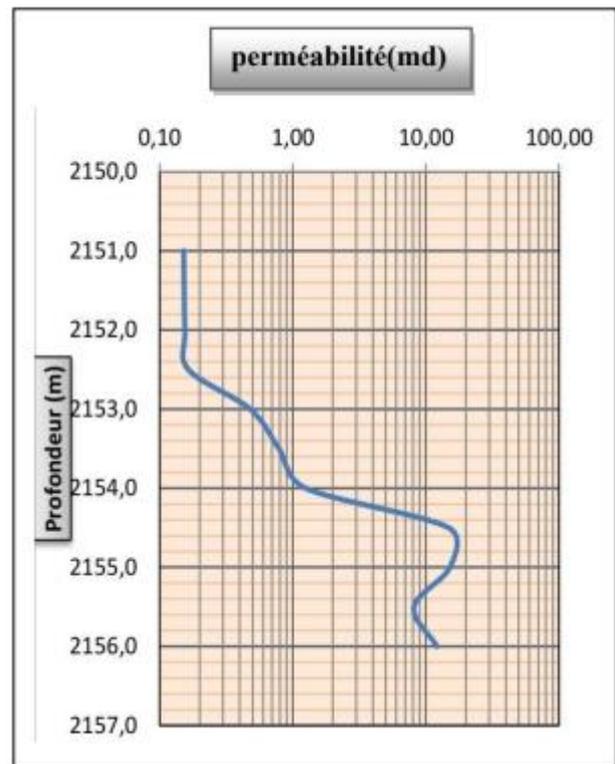
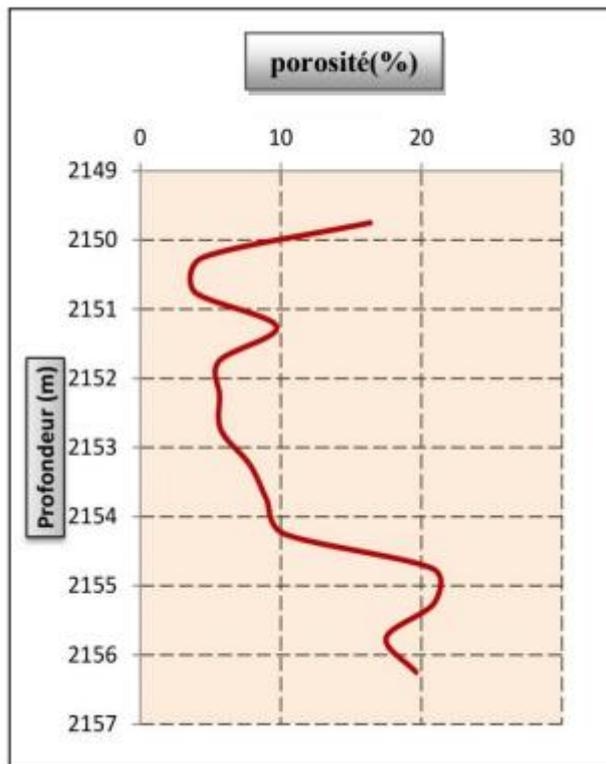


Figure.III.1: Evolution de la porosité en fonction de profondeur / HR-173

Figure.III.2: Evolution de la perméabilité en fonction de la profondeur / HR-173

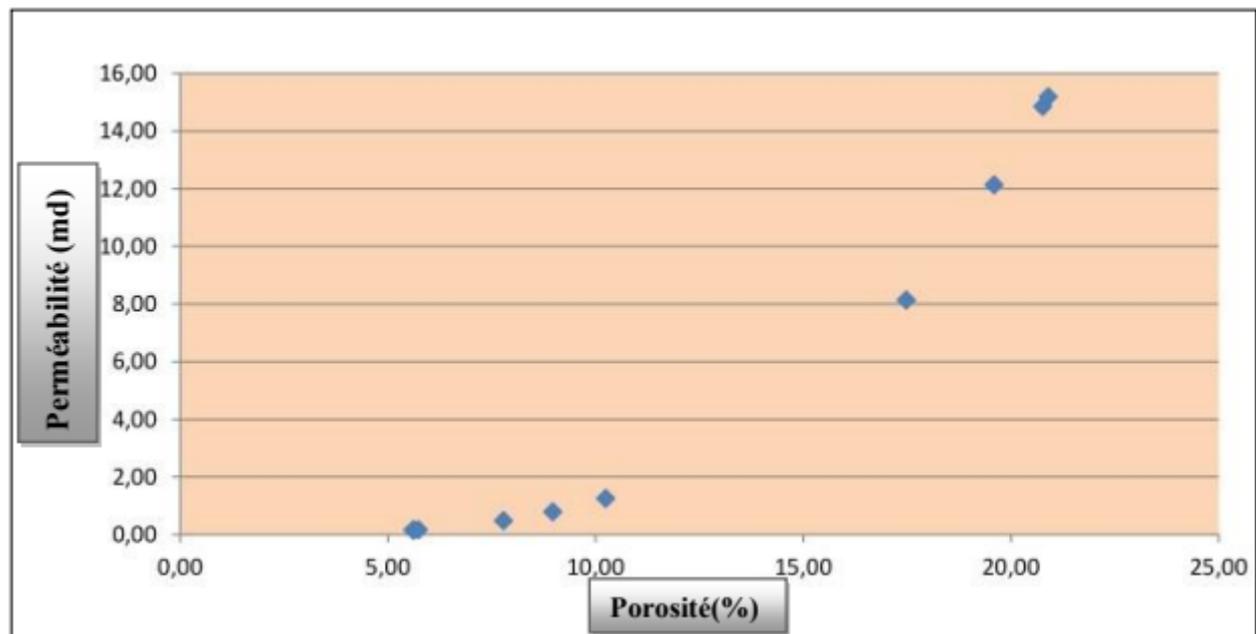


Figure.III.3: coefficient de tendance r2 de la porosité et la perméabilité (puits HR-173)[2]

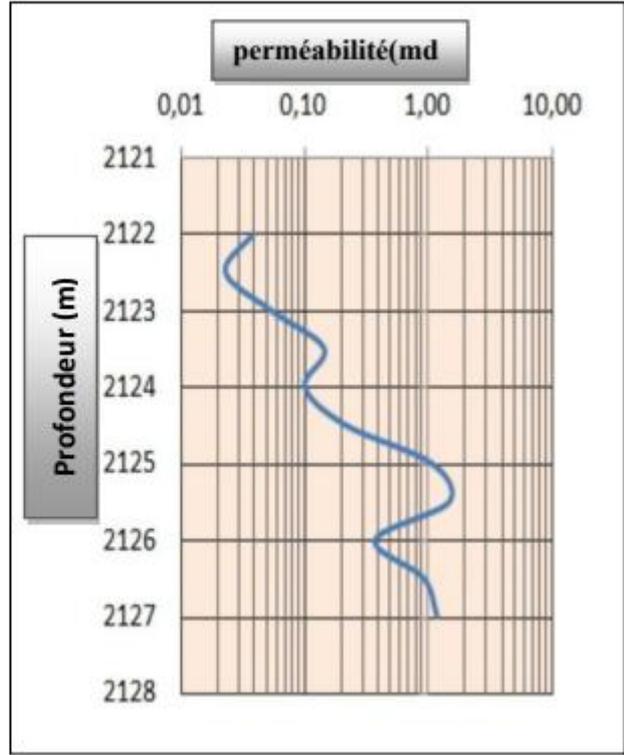
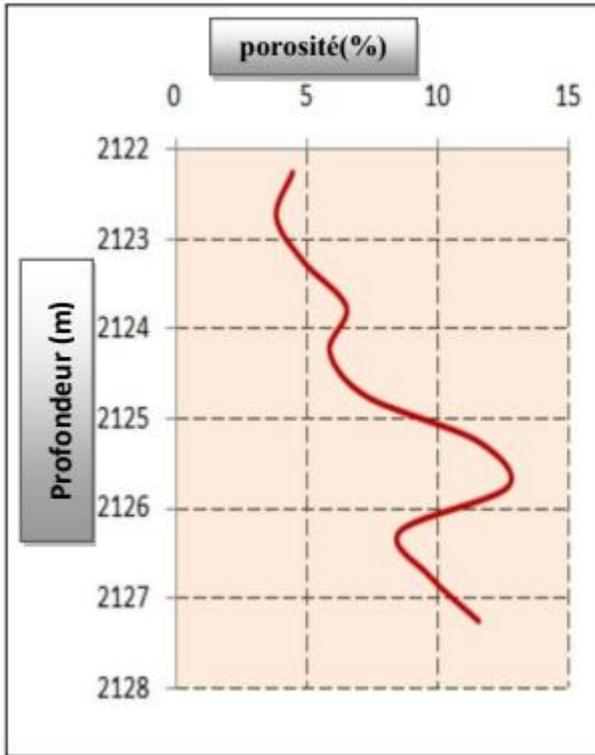


Figure.III.4: Evolution de la porosité en fonction de profondeur / HR-175 **Figure.III.5:** Evolution de la perméabilité en fonction de profondeur / HR-175

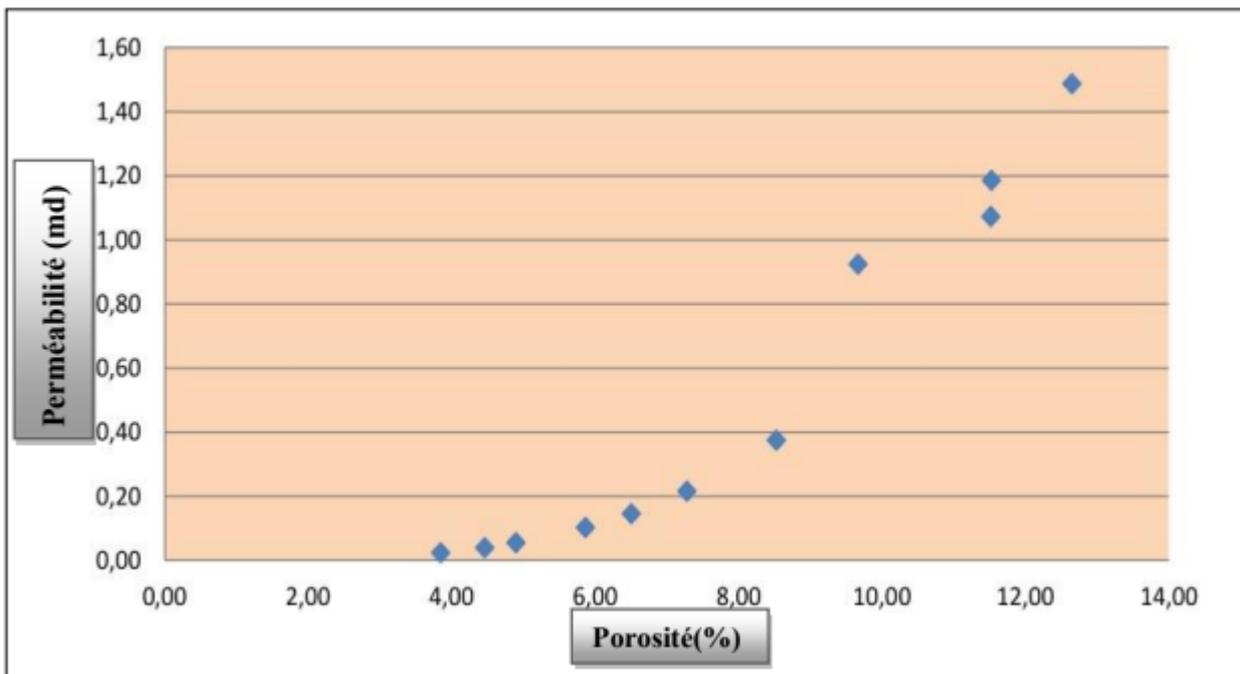


Figure.III.6: coefficient de tendance r^2 de la porosité et la perméabilité (puits HR-175) [2]

3. Interprétation des cartes :

3.1 Carte en iso-porosité :

La carte en iso-porosité montre que la porosité augmente du Nord vers le Sud où elle atteint 22% comme valeur maximale dans la partie Sud de l'anneau d'huile (puits HRE303). Dans la partie Nord du champ atteint une valeur de 16%, tandis que dans la zone Nord-Est on remarque la porosité est très faible à cause d'un changement locale de faciès.

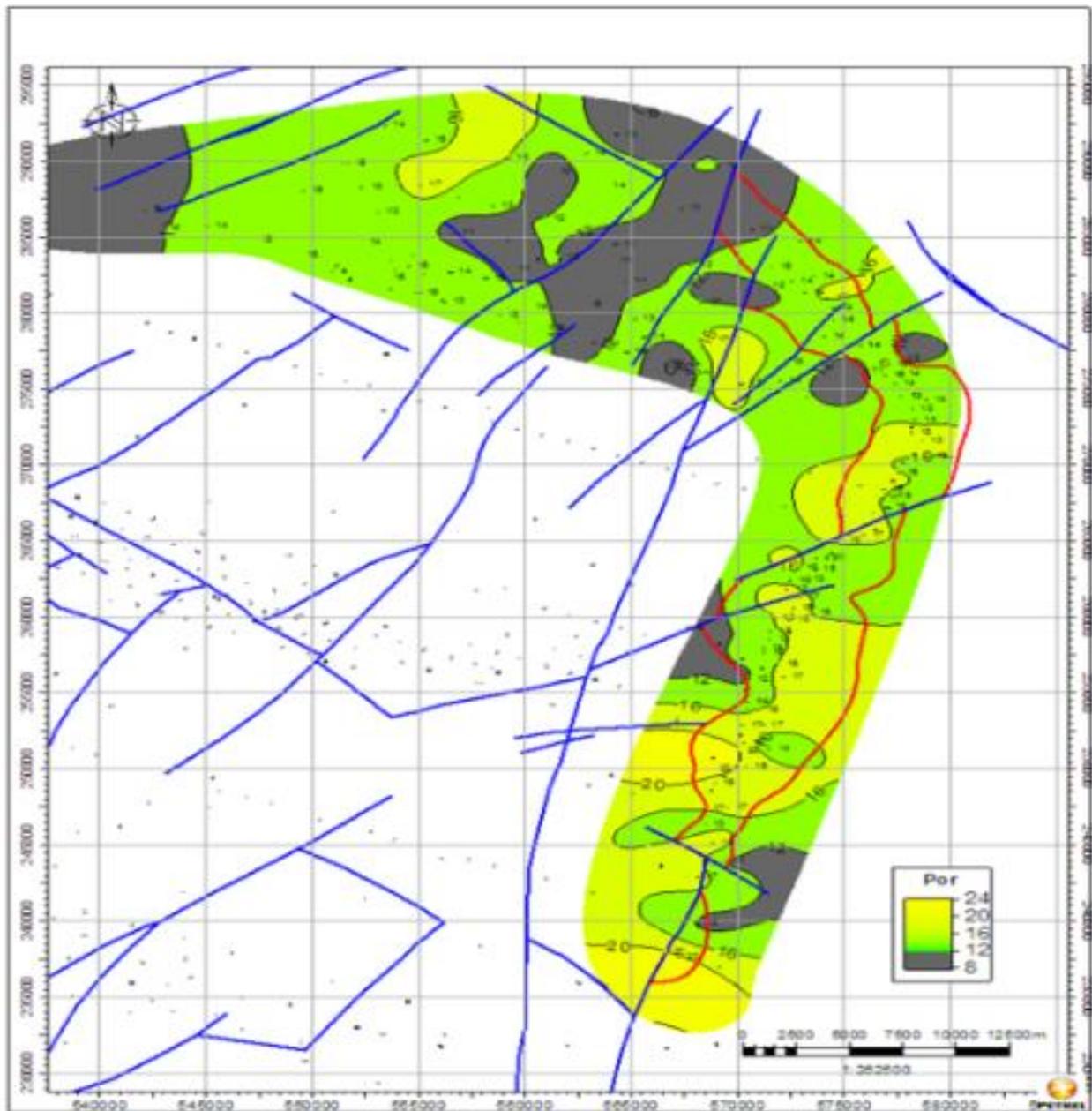


Figure.III.7:Carte en iso-porosité [8]

<i>Puits</i>	<i>PHI moy(%)</i>	<i>Puits</i>	<i>PHI moy(%)</i>	<i>Puits</i>	<i>PHI moy(%)</i>	<i>Puits</i>	<i>PHI moy(%)</i>
<i>HR154</i>	<i>15</i>	<i>HR167</i>	<i>15</i>	<i>HR185</i>	<i>13</i>	<i>HR197</i>	<i>12</i>
<i>HR161</i>	<i>15</i>	<i>HR168</i>	<i>14</i>	<i>HR188</i>	<i>17</i>	<i>HR199</i>	<i>13</i>
<i>HR164</i>	<i>13</i>	<i>HR170</i>	<i>14</i>	<i>HR189</i>	<i>16</i>	<i>HR201</i>	<i>16</i>
<i>HR165</i>	<i>13</i>	<i>HR174</i>	<i>12</i>	<i>HR195</i>	<i>16</i>	<i>HR202</i>	<i>15</i>
<i>HR166</i>	<i>14</i>	<i>HR184</i>	<i>13</i>	<i>HR196</i>	<i>14</i>	<i>HR203</i>	<i>14</i>

Tableau.III.1:données de porosité pour certains puits

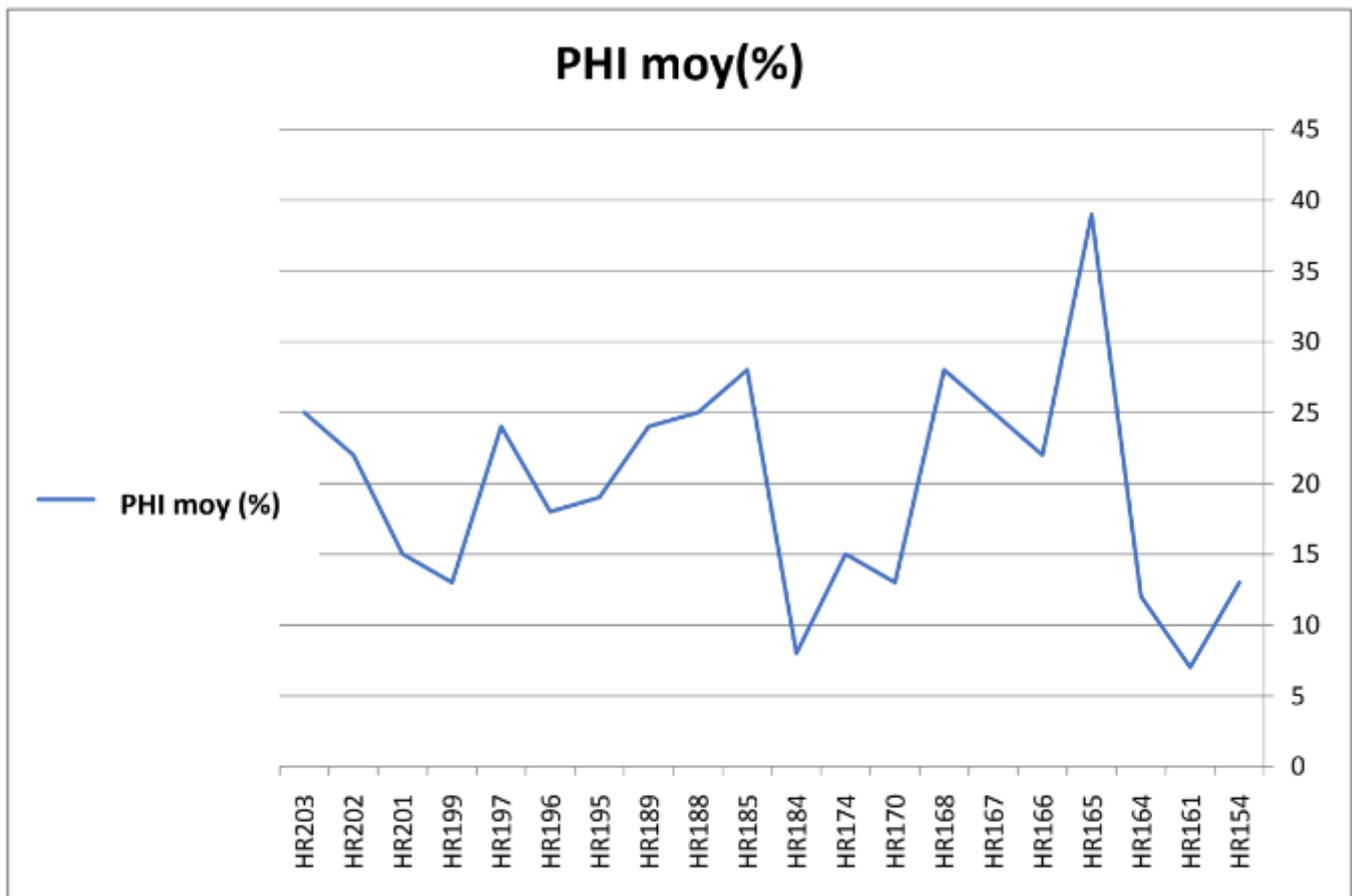


Figure.III.8:une courbe représentant les valeurs de porosité dans les puits étudiés

3.2 Carte en iso- perméabilité :

D'après cette carte on remarque une amélioration remarquable de la perméabilité dans la partie méridionale de l'anneau d'huile, où elle peut atteindre les 272mD (HR213), et dans la partie centrale jusqu'à 225mD (HR207).

Par contre la partie Nord-Est est marquée par une faible valeur de perméabilité en moyenne

2mD(HR122).

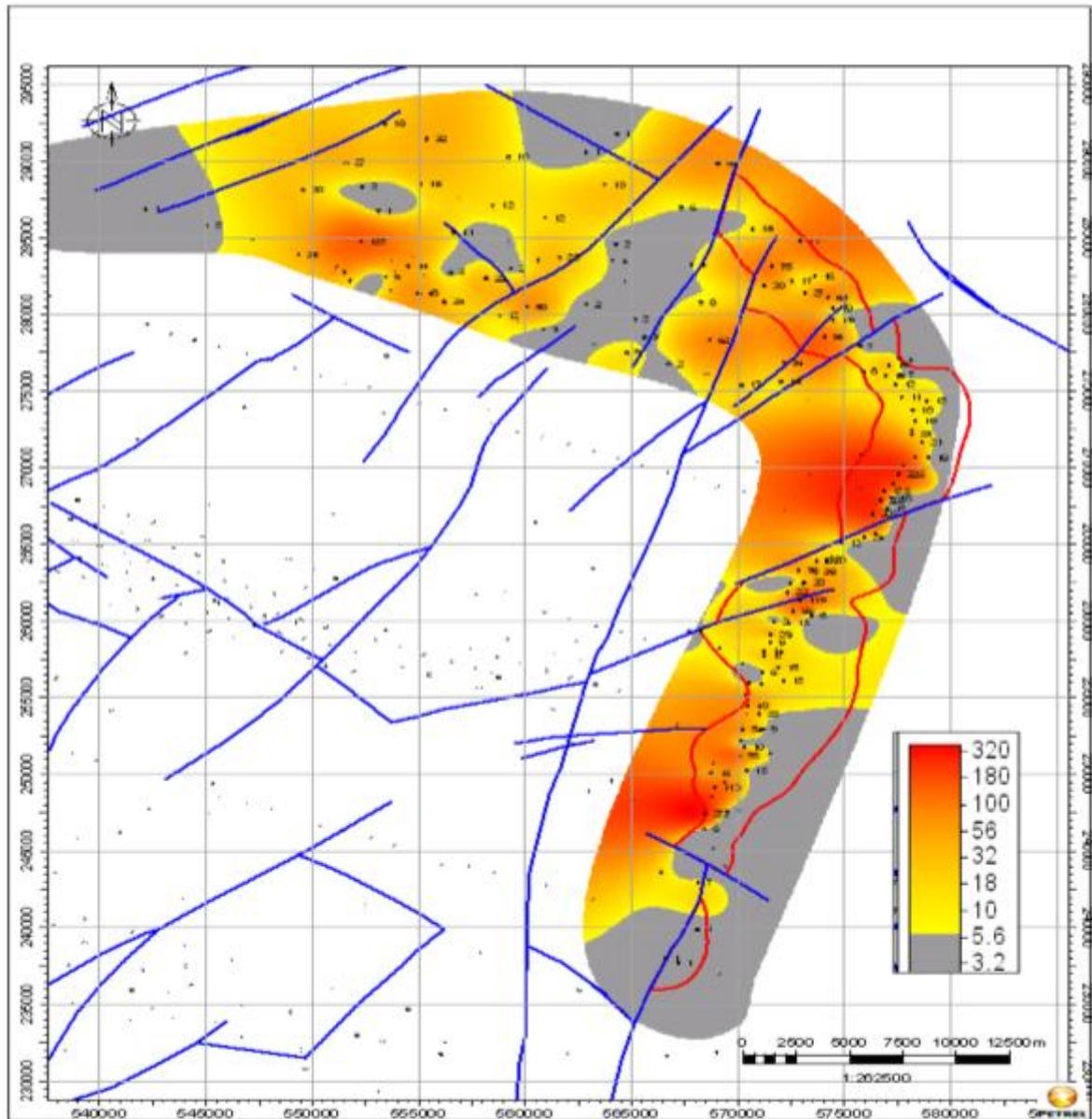


Figure.III.9:Carte en iso-perméabilité [8]

<i>Puits</i>	<i>K moy (md)</i>	<i>Puits</i>	<i>K moy (md)</i>	<i>Puits</i>	<i>K moy (md)</i>	<i>Puits</i>	<i>K moy (md)</i>
<i>HR154</i>	<i>12</i>	<i>HR167</i>	<i>12</i>	<i>HR185</i>	<i>3</i>	<i>HR197</i>	<i>7</i>
<i>HR161</i>	<i>14</i>	<i>HR168</i>	<i>13</i>	<i>HR188</i>	<i>5</i>	<i>HR199</i>	<i>9</i>
<i>HR164</i>	<i>31</i>	<i>HR170</i>	<i>14</i>	<i>HR189</i>	<i>9</i>	<i>HR201</i>	<i>19</i>
<i>HR165</i>	<i>23</i>	<i>HR174</i>	<i>16</i>	<i>HR195</i>	<i>11</i>	<i>HR202</i>	<i>12</i>
<i>HR166</i>	<i>22</i>	<i>HR184</i>	<i>15</i>	<i>HR196</i>	<i>33</i>	<i>HR203</i>	<i>18</i>

Tableau.III.2:données de perméabilité pour certains puits

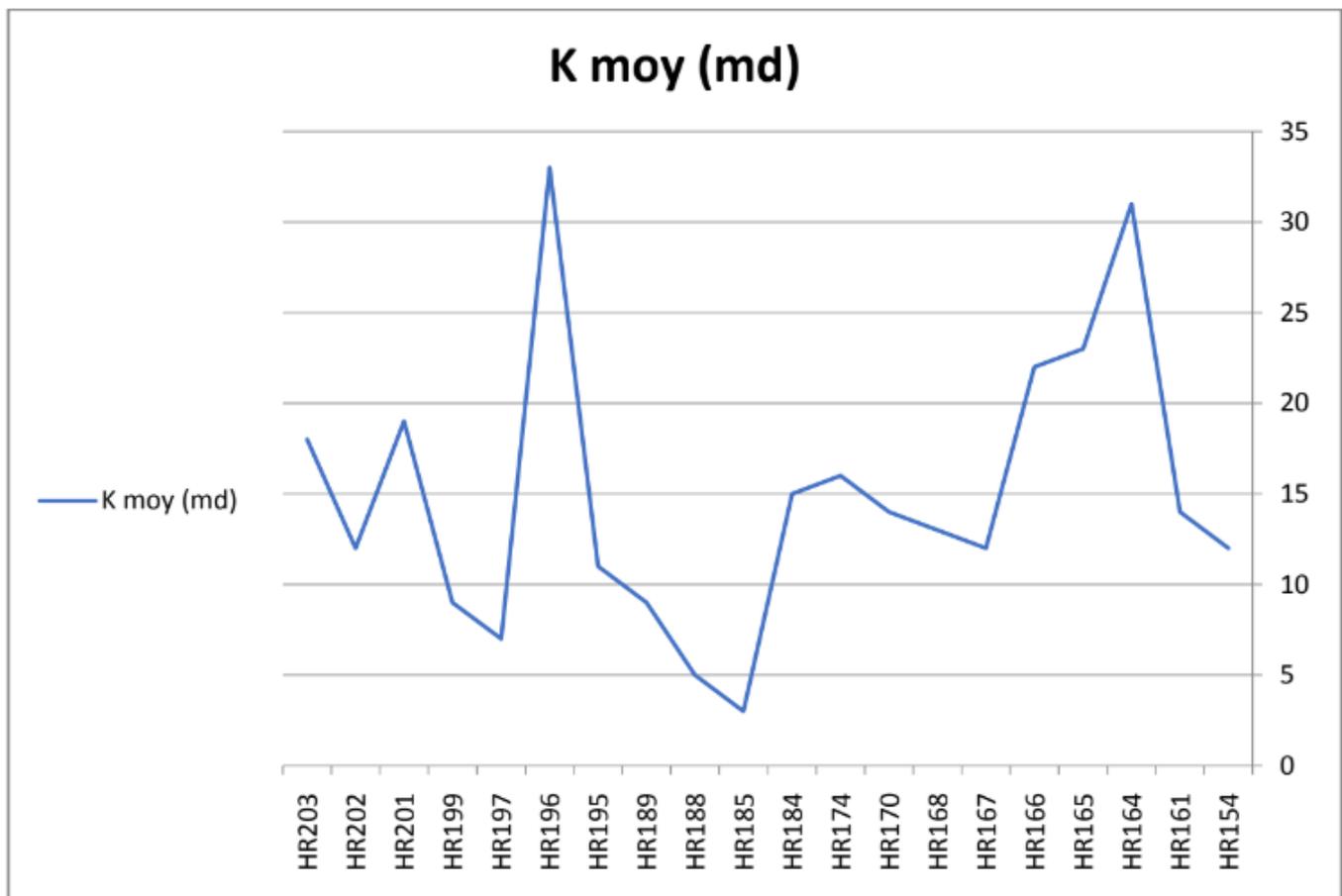


Figure.III.10:une courbe représentant les valeurs de volume d'argile dans les puits étudiés

3.4 Carte en iso-épaisseurs des grés utile :

D'après la carte en iso-épaisseurs des grés utiles on observe que la variation des épaisseurs des grés en allant de l'extrémité de l'anneau d'huile vers le centre de cette dernière est de l'ordre de 0 à 12m, la valeur maximale de 12m se trouve au niveau du puits (HRE196) dans la partie Sud. Dans la partie Nord le faciès devient argileux, donc les caractéristiques pétrophysiques deviennent médiocres.

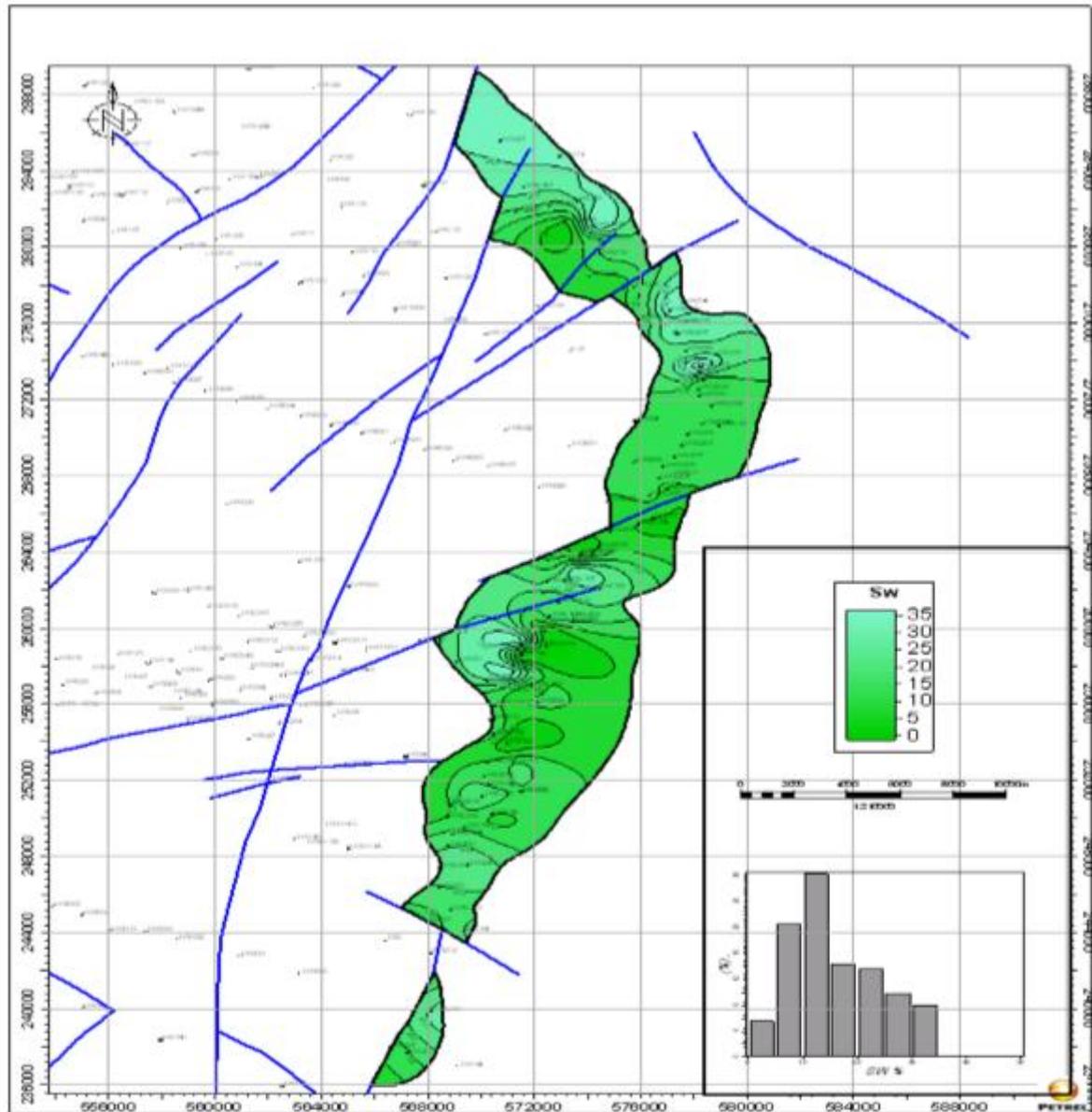


Figure.III.11: Carte en iso-saturation d'eau [8]

<i>Puits</i>	Sw moy (%)	<i>Puits</i>	Sw moy (%)	<i>Puits</i>	Sw moy (%)	<i>Puits</i>	Sw moy (%)
HR154	13	HR167	25	HR185	28	HR197	24
HR161	7	HR168	28	HR188	25	HR199	13
HR164	12	HR170	13	HR189	24	HR201	15
HR165	39	HR174	15	HR195	19	HR202	22
HR166	22	HR184	8	HR196	18	HR203	25

Tableau.III.3:données de porosité pour certains puits

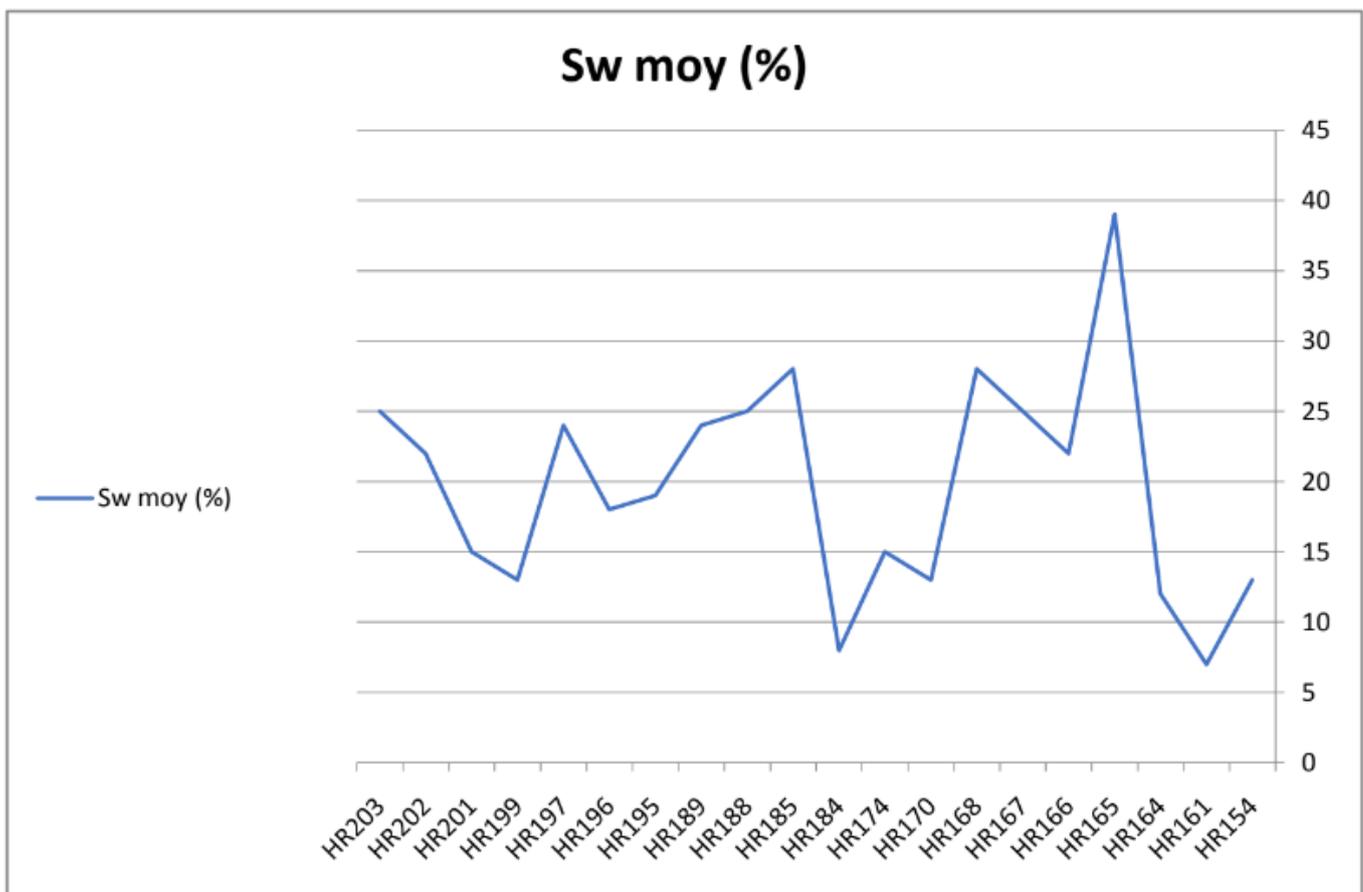


Figure.III.12:une courbe représentant les valeurs de saturation d'eau dans les puits étudiés

3.5 Carte en iso-hauteur d'huile :

La carte en iso-hauteur utile montre des valeurs maximales de l'ordre de 9 – 12 m d'huile dans les puits implantés dans la bonne position structurale de la tranche d'huile. Ces puits présentent des bonnes caractéristiques pétrophysiques.

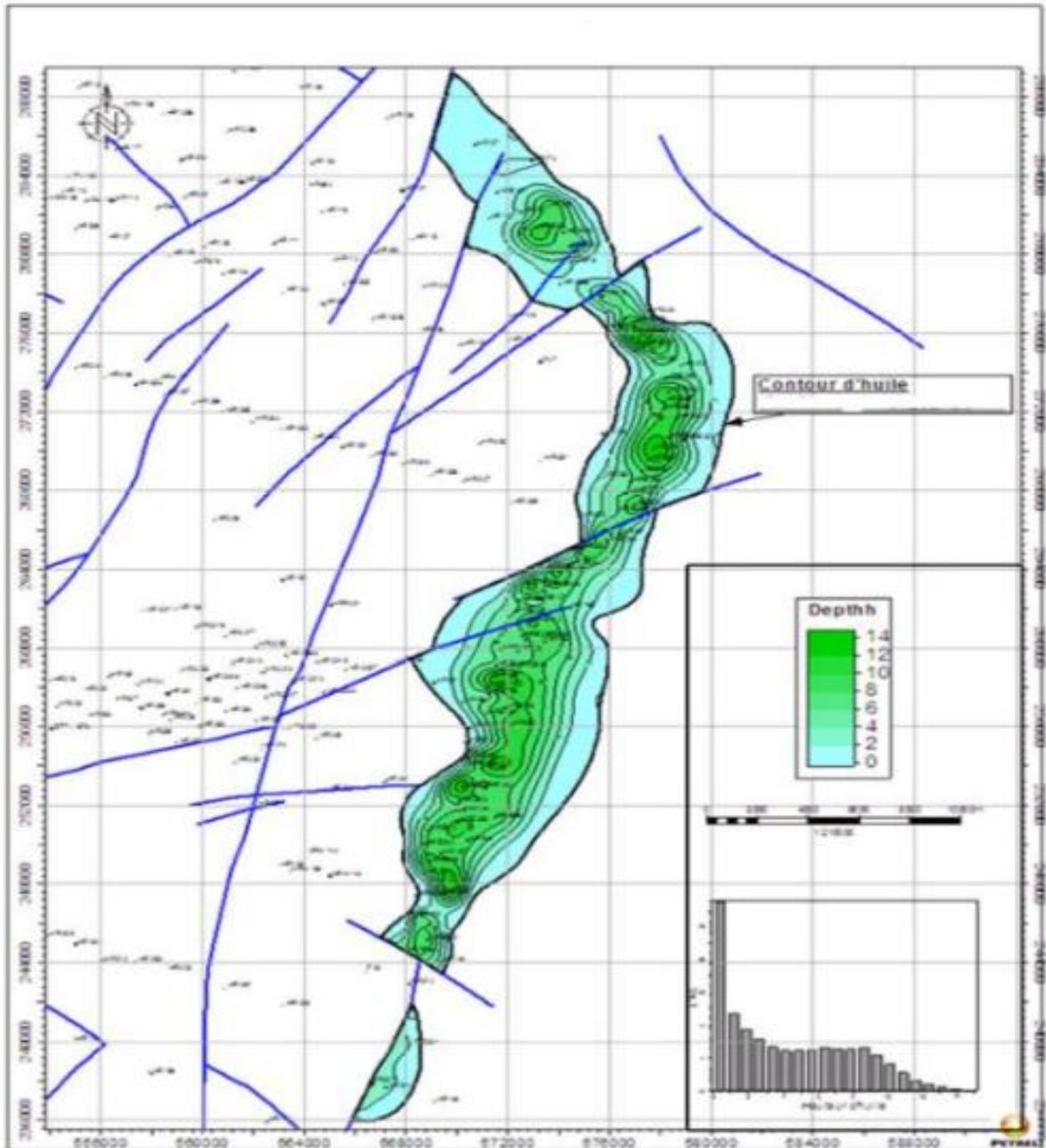


Figure.III.13:Carte en iso-hauteur d'huile

Puits	H utile (m)	Puits	H utile (m)	Puits	H utile (m)	Puits	H utile (m)
HR154	7	HR166	5.5	HR184	20	HR196	12
HR161	2.5	HR167	11.5	HR185	26	HR197	1.5
HR164	13	HR168	3	HR188	16	HR202	11
HR165	7	HR170	6.5	HR189	8.7	HR203	9

Tableau.III.4:données de hauteur d'huile pour certains puits

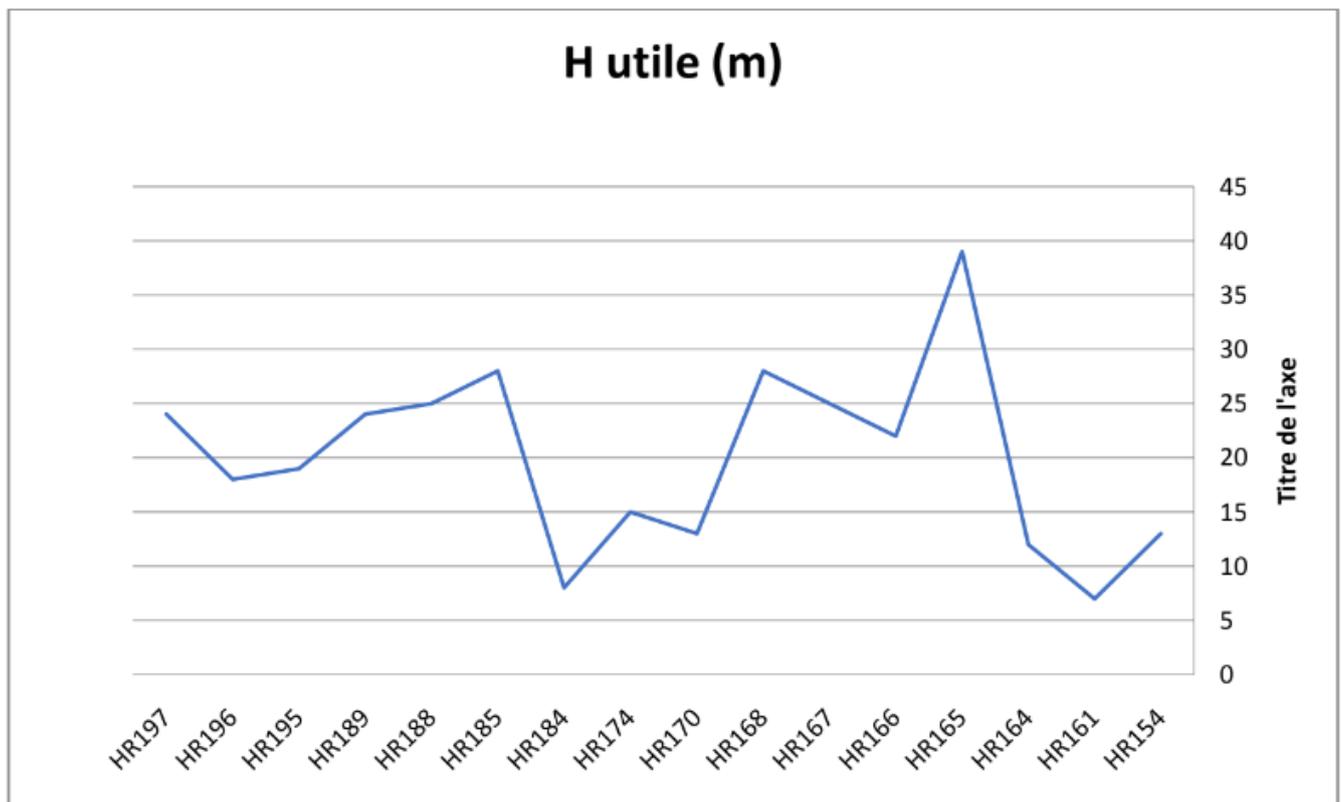


Figure.III.14:une courbe représentant les valeurs de hauteur d'huile dans les puits étudiés

Conclusion :

D'après l'interprétation des cartes en iso-porosités et Iso-perméabilités de distribution des paramètres pétrophysiques indique que ces grès présentent d'assez bonnes caractéristiques

pétrophysiques dont la porosité est de 18%, la perméabilité est de 350md, et la saturation en eau

moyenne est de 23, 5%, avec une zone de passage entre la partie Est et Nord caractérisée par des

paramètres faible suite à un changement local de facies .

Et conclure que seule la zone structurellement haute de la partie Sud qui présente de meilleures

valeurs pétrophysiques et par conséquent c'est elle qui peut présenter un intérêt pétrolier important.

Conclusion Générale

Conclusion Générale :

Le champ de Hassi R'mel est constitué par la superposition de quatre réservoirs gréseux d'âge triasique : ce sont le niveau A de la série T2, les niveaux B et C de la série T1 et la Série Inférieure, séparés par des intercalations argileuses d'épaisseur variable à l'échelle du champ.

-Le réservoir A est présent sur toute la région d'étude à l'exception de la partie sud-ouest où s'observe une absence totale de ce réservoir.

-L'extension du réservoir B est limitée à la moitié nord du champ, il est absent sur toute la partie sud où il passe latéralement à des argiles.

-Le réservoir C présente des variations d'épaisseurs importantes suivant une direction NNO- SSE. Les épaisseurs maximales se trouvent vers le Nord, Nord-Est et au Sud-Ouest, dans la région de Djebel Bissa où elles dépassent les 50 m, avec une absence totale de ce réservoir à l'est et au sud du champ.

Les réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel sont constitués de cinq séquences positives d'épaisseur métriques à décamétriques identifiées sur les carottes et les diagraphies qui sont corrélables sur toute la région d'étude. Chaque séquence est caractérisée par un couplet Grès-Argile et qui débute généralement par des éléments grossiers, évoluant vers des grès moyens à stratifications obliques et entrecroisées traduisant des milieux fluviatiles, surmontés par des silts et des argiles rouges de plaines d'inondation.

La Série Inférieure du champ de Hassi R'mel est subdivisée en trois termes, du bas vers le sommet, on trouve:

-Le terme argilo-gréseux.

Le terme volcanique : assure une excellente couverture pour le niveau argilo- gréseux inférieur de la Série Inférieure. Il est absent dans le Nord Est. Il se développe vers le SudOuest, dans la région de Djebel Bissa où se trouve son maximum d'épaisseur

Le terme argileux : sa présence est variable d'un puits à l'autre dans le champ de Hassi R'mel ce qui lui donne un caractère discontinu.

Le niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure est présent sur la majeure partie du champ, à l'exception :

-L'extrême Est, où se développe l'anneau d'huile.

-L'extrême Sud-Ouest, au niveau de la structure de Djebel Bissa, où on trouve le terme volcanique qui s'installe directement sur le Paléozoïque.

-Une partie du centre du champ, où on illustre des dépôts du Trias détritique supérieur (A, B et C) s'installe directement sur le Paléozoïque.

L'ensemble des corrélations établies sur le champ de Hassi R'mel, montre l'importante concentration de l'épaisseur du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure à l'Ouest, au centre et au Sud, au niveau de la petite structure de Hassi R'mel Sud (HRS). Avec une absence totale à l'Est de Hassi R'mel et au niveau de la structure de Djebel Bissa, qui se trouve à l'extrémité Sud-Ouest.

Conclusion générale

19 lithofaciès ont été identifiés sur les carottes du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure, rassemblés en 3 associations de faciès correspondant à un environnement de dépôt fluvial :

-Association-1, liée à un fort régime hydrodynamique

-Association-2, liée à un régime hydrodynamique moyen

-Association-3, liée à un faible régime hydrodynamique

Le niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel est subdivisé en quatre unités (U) ; chaque unité est représentée par des chenaux de 1 m environ empilés les uns sur les autres et dont la granulométrie décroît vers le sommet de chaque unité, surmontée par des silts et des argiles rouges de plaines d'inondation.

Le réseau poreux dans ce réservoir est caractérisé par la porosité de dissolution et la porosité primaire intergranulaire. La porosité de dissolution représente plus de 81 % du réseau poreux total.

Le réservoir de la Série Inférieure de la région Sud de Hassi R'mel présente des réserves d'huile en place évalués à : $16.53 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Les cartes d'isoporosité, d'isoperméabilité et d'isoépaisseurs utile, on constate une diminution de ces paramètres vers le nord du champ au niveau du réservoir (A)

Références et bibliographie

Hamel, A., Mania, J. et Perriaux, J. 1988. Etude géologique des grès triasiques du gisement pétrolier de Hassi R'Mel (Algérie). Caractérisation, extension et milieu de dépôt, Thèse, 241 pages. Université de Franche-Com

Boudjemaa : 1987 - thèse de doctorat (aspect structural)mté, France.

Zeggane, F. et Chikhi, Z. 2000. Etude sédimentopédogénétique du Trias de Hassi R'Mel Sud (Province Occidentale) et caractérisation des milieux de dépôts. Découpage du Trias en séquences A, B et C. Algérie. Thèse, 120 pages. USTHB. Algérie.

Zeggane, F. et Chikhi, Z. 2000. Etude sédimentopédogénétique du Trias de Hassi R'Mel Sud (Province Occidentale) et caractérisation des milieux de dépôts. Découpage du Trias en séquences A, B et C. Algérie. Thèse, 120 pages. USTHB. Algérie.

Hamel, A. (1988): Etude géologique des grès triasiques du gisement pétrolier de Hassi R'mel (Algérie) : Caractérisation, Extension et milieu de dépôt

Sonatrach : rapoort d' implantation puit HRLC-12

Sonatrach : Mémorandum de Hassi R'mel

WEC (2007). « La géologie pétrolière de l'Algérie ». In Sonatrach -Schlumberger Well Evaluation Conference.

Final report volume 6 of 7(December 2001).Convention d'étude between Sonatrach and BHP Billiton Ouest Hassi R'Mel.

Serra, O. 1985a. Diagraphies différées, base de l'interprétation. Tome 2, interprétation des données diagraphiques, 7. Bull. Centres rech.Explor. Prod.Elf-Aquitaine, Mémo., Pau, 631.

Serra, O. 1985b. Sedimentary environnements fromwireline logs. Schlumberger, 211.

Hamouche, B. 2006. Préservation des systèmes fluviatiles du Trias algérien : impact du climat et de la déformation. 10ème Congrès Français de Sédimentologie, Résumé. (Rennes, France), 35.

Nedjari, S., Mesbah, M., Benhammouche, A. et Berraki, A. 2001. La province triasique saharienne : une approche de sa structure par l'analyse du réseau hydrographique subactuel et actuel [Triassic Saharian province : structural approach by actual and subactual hydrographic net distribution analysis]. Bulletin Service géologique de l'Algérie 112, n°1, 77-95.

Nedjari, A., Aït Ouali, R. et Delfaud, J. 2002. Le Trias des bassins sahariens et atlasiques algériens : mise au point et nouvelle approche. [The Triassic of the Algerian Atlasic and Saharan basins: check point and new approach]. In: Stratigraphie de l'Algérie : Contributions et mises au point; CSA, SGA (Eds). Mémoires du Service Géologique Algérie 11, 87-113.

Nedjari, A., Aït Ouali, R., Philippe, T., Benhammouche, A. et Amrouche, F. 2006. Les phases passives en géologie et leur comptabilisation en stratigraphie. Mémoires Service Géologique Algérie 13, 253-261. Nennouche, Z. Bessa, F. Guerguour, N. 2004; Optimisati

. HALFAOUI et TALBI (2009) étude des propriétés pétrophysiques de l'anneau d'huile dans la partie est et la possibilité de son extinction au NORD-OUEST (province TRIASIQUE)