

# République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la recherche  
Scientifique

## Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

Département des Sciences Géologiques

Mémoire de fin d'études

En vue d'obtention du diplôme de

**MASTER EN GEOLOGIE**

Option : Géologie des bassins sédimentaires

**Thème:**

**Caractérisation du réservoir de la série inférieure du Trias du champ de  
Hassi R'mel centre**

Proposé par : Mme ZINAI Maya

Réalisé par : ABDERRAHIM Slimane

LEZOUL Sara

**Soutenu publiquement le 16/01/2022 devant le jury composé de :**

M <sup>r</sup> BRAHMI B.	MAA, UMMTO	<b>Président</b>
M <sup>r</sup> ACHOUI M	MAA, UMMTO	<b>Promoteur</b>
Mme ZINAI M.	Ingénieur géologue(SONATRACH)	<b>Co- promotrice</b>
M <sup>r</sup> AMROUCHE F.	MAA, UMMTO	<b>Examineur</b>

**Année universitaire 2020/2021**



# Remerciements





Ce manuscrit rassemble l'ensemble du travail scientifique de cinq années d'études au sein de l'université. Mais cette période de notre vie ne se résume pas simplement aux résultats scientifiques, ce sont également des rencontres, une expérience humaine et donc un enrichissement personnel de cinq ans d'une vie, ponctués de bons moments et d'obstacles à surmonter. Ces cinq années bien remplies, qui sont une part de vie et que nous n'oublierons pas, on les doit à tous les échanges scientifiques, à toutes les personnes qui n'ont encouragées et soutenues, et enfin à toutes les personnes qu'on a croisées pendant cette période notre vie. Cette page de remerciement leur est destinée, et nous espérons n'oublier personne. Si c'est le cas, mille excuses : il y a peut-être des oublis sur le papier, mais pas dans l'esprit.

On tiens tout d'abord à remercier notre co-promotrice et celle qui nous a proposer ce thème, Madame Zinai Maya de nous avoir lancer et guider pas à pas dans cette aventure.

Nos remerciements vont également à notre promoteur au sein de l'université, Monsieur Achoui M'hand pour avoir accepté de nous encadrer et pour sa présence efficace tout au long de notre parcours, il a contribué par ses nombreuses remarques et suggestions à améliorer la qualité de ce mémoire.

Monsieur Benkarrad Mounir, chef du département... Pour nous avoir permis à effectuer ce travail dans les meilleures conditions possibles au sein de son département.





Messieurs Brahmi Boualem et Amrouche Farid, nous en fait l'honneur de participer au jury de soutenance.

On ne saurai jamais assez remercier Monsieur El Mahdi Habib ancien ingénieur à la SONATRACH et actuel détaché au ministère des énergies et des mines, c'est lui qui nous a lancer et beaucoup aider dans ce travail.

Enfin, mais pas des moindres, un grand merci à nos amis, nos trois petits rayons de soleil, Célia, Mélissa et Mourad pour nous avoir supporté au quotidien dans les moments difficiles.

Ces remerciements ne sauraient être complets si nos familles n'étaient citées. On a gardé le meilleur pour la fin : un grand merci à toutes nos familles qui nous ont toujours fait confiance et soutenues dans nos choix. Tout au long de nos études, vous avez su nous encourager et nous remonter le moral dans les moments difficiles, et nous avez permis de réaliser nos projets...

A tous, merci



# SOMMAIRE

<b>Remerciments.....</b>	<b>1</b>
<b>Liste des figures et tableaux.....</b>	<b>5</b>
<b>CHAPITRE I : INTRODUCTION GENERALE.....</b>	<b>9</b>
Introduction .....	9
Objectif et problématique.....	11
Méthodologie.....	11
<b>CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE CHAMPS DE HASSI R'MEL.....</b>	<b>13</b>
Situation géographique.....	14
Situation géologique .....	14
Cadre géologique .....	15
Aspect stratigraphique.....	16
Tectonique et évolution structurale .....	20
Intérêt pétrolier du bassin .....	24
Sismique réflexion .....	25
Conclusion .....	27
<b>CHAPITRE II : CARACTERISATION GEOLOGIQUE DU TRIAS DE HASSI R'MEL.....</b>	<b>28</b>
Introduction .....	28
Description lithologique du Trias de Hassi R'mel .....	30
Caractéristiques et extensions des réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel .....	32
Description des principaux réservoirs dans le champ de Hassi R'mel.....	33
Découpage des réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel .....	36

<b>CHAPITRE III : CARACTERISATION SEDIMENTOLOGIQUE DE LA SERIE INFERIEURE SI .....</b>	<b>41</b>
Description lithologique et extension de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel.....	42
Extension de la formation argilo-gréseuse de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel .....	47
Analyse sédimentologique du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel .....	53
Découpage de la formation argilo-gréseuse de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel .....	58
<b>CHAPITRE IV : CARACTERISATION PETROPHYSIQUE DU RESERVOIR SI .....</b>	<b>61</b>
Introduction .....	62
La porosité .....	62
La perméabilité .....	64
Interpretation des graphes de porosite et de perméabilité en fonction de la profondeur .....	65
Conclusion .....	70
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>71</b>
<b>BIOBLIOGRAPHIE .....</b>	<b>75</b>

## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Zonation palynologique du Trias de Hassi R'mel et leur équivalent dans la plateforme saharienne (IFP, 1996, modifiée) .....	10
<b>Figure I.1</b> : une carte qui représente la situation géographique du champ de Hassi R'mel (WEC2007) .....	14
<b>Figure I.2</b> : Carte des bassins sédimentaires qui montre la situation géologique du champ Hassi R'mel (WEC 2007) .....	15
<b>Figure I.3</b> : Coupe géologique montrant les différentes séries sédimentaires de la plateforme saharienne (Sonatrach, 1991,) .....	16
<b>Figure I.4</b> : Colonne stratigraphique type du champ de Hassi R'mel.....	19
<b>Figure I.5</b> : Plan de position de Hassi R'mel Sud, (WEC, 2007).....	21
<b>Figure I.6</b> : Evolution structurale de la province triasique (WEC, 1979).....	23
<b>Figure I.7</b> : Profil sismique HRM-10, montrant la structure de Hassi R'mel (Beicip, 2002).....	25
<b>Figure I.8</b> : Profil sismique HRM-12, montrant les failles qui apparaissent dans les séries supra-salifères (Beicip, 2002) .....	26
<b>Figure I.9</b> : Profil sismique HRM-17, montrant des grabens étroits au niveau des réservoirs triasiques (Beicip, 2002).....	26
<b>Figure II.1</b> : Découpage du puits HRC-21.....	31
<b>Figure II.2</b> : les différents pièges à hydrocarbures.....	32
<b>Figure II.3</b> : Carte en isopaque du réservoir A du champ de Hassi R'mel.....	34
<b>Figure II.4</b> : Carte en isopaque du réservoir B du champ de Hassi R'mel.....	35
<b>Figure II.5</b> : Carte en isopaque du réservoir C du champ de Hassi R'mel.....	36
<b>Figure II.6</b> : Évolution des séquences de la série triasique dans le champ de Hassi R'mel : Puits HRC-21.....	36
<b>Figure II.7</b> : Carte en isopaque du Trias gréseux du champ de Hassi R'mel.....	39
<b>Figure II.8</b> : Répartition des réservoirs triasiques dans le champ de Hassi R'mel.....	40
<b>Figure II.9</b> : Corrélation Sud-Ouest/Nord-Est à travers les puits DJB-1B, HR-200, HR-6B, HRI-03 et HR-164, montrant la répartition et le biseautage important des réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel.....	40

**Figure III.1** : Carte en isopaque du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel.....42

**Figure III.2** : Carte en isopaque du terme volcanique de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel.....43

**Figure III.3** : Carte en isopaque de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel.....44

**Figure III.4** : Description lithologique de la Série Inférieure (puit HR-186) du champ de Hassi R'mel.....45

**Figure III.5** : Répartition de la série inférieure dans le champ de Hassi R'mel.....46

**Figure III.6** : Répartition du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dans tout le champ de Hassi R'mel.....46

**Figure III.7** : Transects réalisés dans le champ de Hassi R'mel.....47

**Figure III.8** : Transect Nord-Sud réalisé à travers les puits NL-05, TR-01, HR-03, 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.....48

**Figure III.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.....49

**Figure III.10** : Transect 02 : passant par les puits : HR-186, HR-03, HR-148, HRC-11 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.....59

**Figure III.11** : Transect 03 : passant par les puits : BSB-01, HRI-05, HRI-3 et HRI-23, 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....50

**Figure III.12** : Transect 04 : passant par les puits : DJB-1B, HR-200, HR-139, 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.....51

**Figure III.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.....52

- Figure III.14 :** Photos de carottes montrant les différents lithofaciès observés dans la formation de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel.....54
- Figure III.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.....57
- Figure III.16 :** Découpage du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure : Puits HRS-11 du champ de Hassi R'mel.....59
- 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.....60
- Figure IV.1 :** La perméabilité en fonction de la texture de la roche (Beghoul, 2013)..64
- Figure IV.2** Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HR-145.....65
- Figure IV.3:** Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HR-186 .....66
- Figure IV.4 :** Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HRS-21.....67
- Figure IV5 :** Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HRS-11.....68
- Figure IV.6 :** Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HR-148 .....69

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau II.1</b> : Zonation palynologique et datation des niveaux gréseux (Hamel, 1988).	29
<b>Tableau II.2</b> : Hiérarchie des surfaces d'érosion (d'après Miall, 1996) et échelle de temps associée, modifié.....	38
<b>Tableau III.1</b> : Codification des lithofaciès (Miall, 1996) .....	56
<b>Tableau III.2</b> : Association des lithofaciès en environnements de dépôts.....	56
<b>Tableau IV.1</b> : Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HR-145.....	66
<b>Tableau IV.2</b> : Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HR-186 .....	67
<b>Tableau IV.3</b> : Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HRS-021.....	68
<b>Tableau IV.4</b> : Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HRS-11 .....	69
<b>Tableau IV.5</b> : Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HR-148 .....	70

**INTRODUCTION**

**GENERALE**

## INTRODUCTION GENERALE

Le champ de Hassi R'mel est situé au Nord de la plate-forme Saharienne il est considéré, de par ses dimensions et ses réserves comme l'un des principaux gisements producteurs de gaz dans le monde, produisant essentiellement du gaz à condensât (Humide) et de l'Huile sur sa périphérie Orientale (Flanc Est).

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 Rhetian. 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).

AUTHORS: Achab, 1970    In Hamel, 1988    In Aït Salem, 1990    In Boudjema, 1987    Turner & al., 2001    In Boudjema, 1987    Nedjari et al. 2002

Localités	Palynologic Zone	Hassi R'Mel	Oued Mya Hassi-Messaoud	Gassi Touil Roud En Nous	Berkine	Zarzaïtine		Stages
Hetzangian	Q	Salifère	Salifère	Salifère Argileux	Salifère	Zarzaïtine Sup.		Lower Lias ..
	Horizon Dolomitique (D2)							
Norian - Rhetian	P3	S4	S4	Argilo - Gréseux Supérieur	S4	Zarzaïtine Inf.	Formation (III) Formation (II) Formation (I)	Upper Trias
		Argilo - Salifère	Argilo-Salifère					
	Azöic	A B C	TAGS	T2	Carbonaté	Carbonaté inférieur		
P2		T1	Gréseux intermédiaire					
Upper Carnian	P1	Basalts Lower Series (Série inférieure)	TAGI	Série inférieure	Argilo - Gréseux inférieur	Seq. 4 Seq. 3 Seq. 2 Seq. 1		

**Figure 01** : Zonation palynologique du Trias de Hassi R'mel et leur équivalent dans la plate-forme saharienne (IFP, 1996, modifiée)

### **Objectif et problématique**

L'objectif de ce présent travail est de caractériser la formation argilo-gréseuse de la Série Inférieure du Trias de Hassi R'mel en montrant les différents niveaux réservoirs ainsi que leurs extensions afin d'aboutir à déterminer un modèle géologique type du réservoir étudié, ce qui permettra de déterminer les meilleurs endroits favorables pour l'exploitation.

Toutes les études faites auparavant sur le champ de Hassi R'mel s'intéressaient uniquement aux réservoirs supérieurs A,b et C. Ces réservoirs présentent d'excellentes caractéristiques pétrophysiques associées à des épaisseurs utiles importantes, alors que la Série Inférieure était plus ou moins ignorée vu la présence de faciès argileux et volcanique.

A cet effet, il est important de mettre en valeur la Sédimentologie des réservoirs TAG Série Inférieure du champ de Hassi R'mel tout en démontrant ses relations avec le cadre paléogéographique régional, tout en mettant l'accent sur l'importance pétrolière et perspective.

### **Méthodologie**

Dans le but de développer le réservoir argilo-gréseux de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel, nous avons entrepris une étude de caractérisation de ce réservoir en utilisant toutes les données disponibles des puits à savoir les données géologiques, les données diagraphiques enregistrées au niveau du réservoir de la Série Inférieure, les données pétrographiques et les données géophysiques. Comme outil de travail, nous avons utilisé le logiciel Pétrel (c'est un programme de simulation numérique conçu par la compagnie de services pétroliers Schlumberger), pour la réalisation de cette étude.

La démarche adoptée pour ce présent travail est la suivante :

En premier lieu, faire une étude bibliographique profonde sur tous les travaux réalisés sur le trias du champ de Hassi R'mel, puis faire la description et l'extension des différents niveaux de ce trias à savoir la description lithologique des différents niveaux, établir des cartes en isopaque pour enfin faire des corrélations orientées SW-NE pour montrer la répartition spatiale des réservoirs triasiques dans ce champ.

En deuxième lieu, faire la description lithologique et extension de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel : c'est-à-dire décrire les différents lithofaciès rencontrés sur les carottes des puits qui ont traversés la Série Inférieure en se basant sur les critères suivants : la lithologie, la granulométrie, la morphoscopie, la stratonomie (tailles des bancs, organisations des couches, limites supérieures et inférieures) et la reconnaissance des structures sédimentaire.

La codification des faciès utilisée dans cette étude est celle de Miall (1996), nous a permis de regrouper ces différents lithofaciès en trois associations de faciès, afin de mettre des modèles de dépôt pour chaque association de faciès, ensuite établir des cartes en isopaque des différents termes de la Série Inférieure pour corréler des puits orientés N-S afin de montrer la répartition spatiale de la Série Inférieure dans le champ de Hassi R'mel.

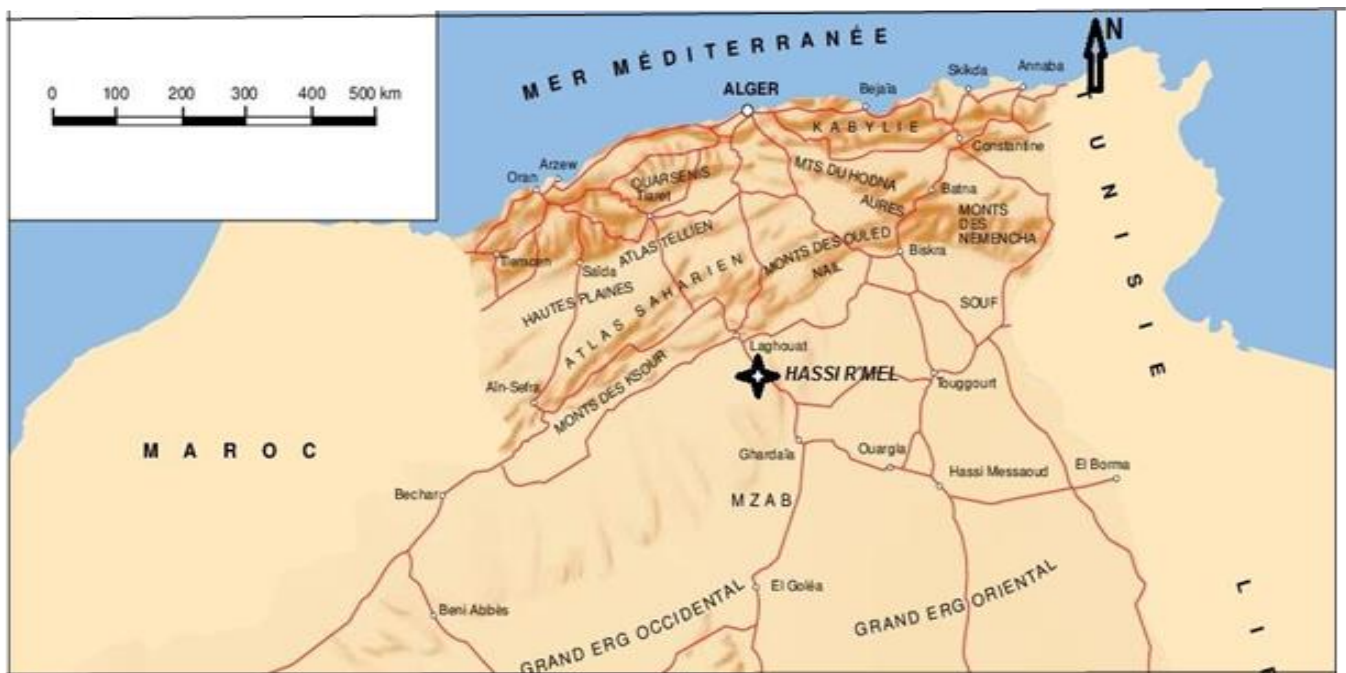
Enfin, faire l'étude pétrophysique du réservoir de la série inférieure du champ de Hassi R'mel en introduisant les données obtenues de la Sonatrach sous format LAS dans le logiciel PETREL.

**CHAPITRE I**

**GENERALITES SUR LE CHAMP DE HASSI R'MEL**

## 1.1 Situation géographique

Le champ de HassiR'mel est situé au centre de la partie Nord de la plateforme saharienne à environ 550 km au Sud de la capitale Alger, à 120 km au SSE de Laghouat, et à 100 km au Nord de Ghardaïa. Il s'étale sur plus de 3500 km<sup>2</sup>, 80km du Nord au Sud et 60km d'Est en Ouest. Il est considéré comme l'un des plus grands gisements de gaz à l'échelle mondiale. Il est compris entre les méridiens 2°55' et 3°50'Est et les parallèles 33°15' et 33°45'Nord, tandis que l'altitude moyenne de la zone est de l'ordre de 760 m (figure I.1).



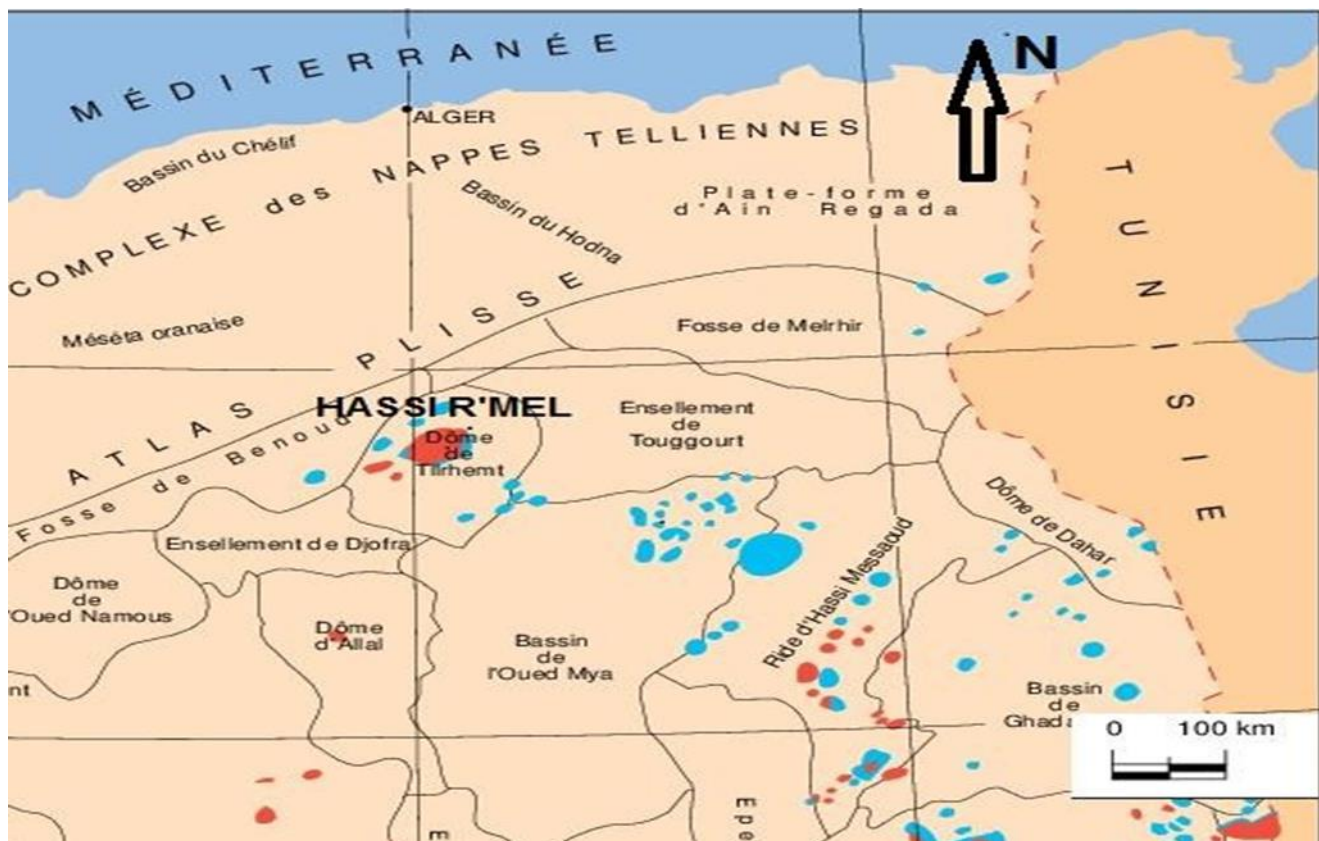
**Figure I.1** : une carte qui représente la situation géographique du champ de HassiR'mel (WEC2007).

## 1.2 Situation géologique

De point de vue géologique (**figure I.2**), le champ de HassiR'mel situé dans la partie Nord- Ouest du bassin triasique, il se présente sous forme d'une structure anticlinale orienté NNE-SSO.

Il est limité :

- Au Nord par la chaîne de l'Atlas saharien.
- A l'Est par les structures de Djamaa Touggourt et le bassin d'Oued Mya.
- A l'Ouest par le sillon de Benoud
- Au Sud par la dorsale Idjrane M'zab.



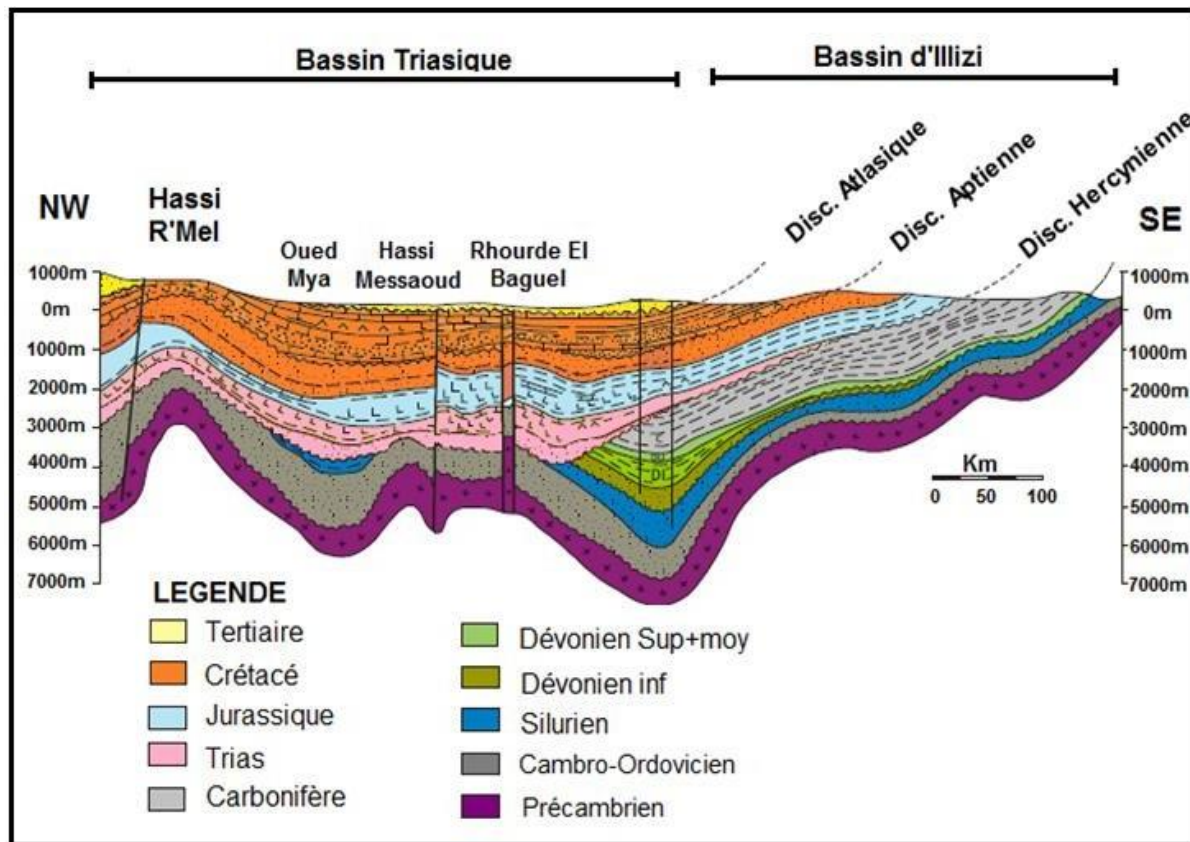
**Figure I.2:** Carte des bassins sédimentaires qui montre la situation géologique du champ Hassi R'mel (WEC 2007).

### 1.3 Cadre géologique

Le champ de Hassi R'mel est un anticlinorium allongé en direction NNE-SSW. Il est situé à l'extrémité occidentale de la province Triasique, cet anticlinal est greffé sur un relief paléozoïque érodé jusqu'au Cambro-Ordovicien, il fait partie de la dorsale du Hoggar –Indjane M'zab qui est l'un des axes structuraux principal de la plate-forme saharienne.

Les séries sédimentaires sont très épaisses au Nord où le paléozoïque est complet, alors que sur les zones structurellement hautes, les formations Mésozoïques reposent directement sur le Paléozoïque érodé.

La voûte de Tirlhemt est la plus affectée par l'érosion hercynienne. Ses sédiments ont été complètement érodés, par conséquent le Trias s'est déposé directement sur les formations du cambrien. Sous la discordance hercynienne, les dépôts paléozoïques se présentent sous forme d'un grand anticlinorium à cœur du cambrien (**figure I.3**).



**Figure I.3:** Coupe géologique montrant les différentes séries sédimentaires de la plate-forme saharienne (Sonatrach, 1991,)

## 1.4 Aspect Stratigraphique

La colonne stratigraphique de bas en haut se présente comme suit :

### 1. Le Paléozoïque

**a. Le Cambrien :** les dépôts cambriens reposent sur le socle cristallin. Ce sont des grès quartzitiques blancs, fins à moyens à ciment siliceux abondant et à nombreux feuillets d'argile verte très micacée.

Le sommet présente une zone de transition entre le Cambrien et l'Ordovicien ; elle est formée d'une alternance de grès fins plus ou moins quartzifiés et d'argiles noires silto- micacées et, les Tigillites sont abondants.

**b.L'Ordovicien:** il est développé surtout à l'Ouest, il est entièrement détritique et puissant d'environ 500m.

Le Cambro-ordovicien n'a pas été atteint par la totalité des puits à gaz ou à huile de HassiR'mel.

**Le Silurien** : il est argilo-gréseux, il n'a été rencontré qu'au Nord-Ouest du champ.

**Le Dévonien** : il est essentiellement argileux. Il est érodé dans la région d'étude.

**Le Carbonifère** : il est formé par des calcaires fossilifères au sommet et des grès à la base ; il n'est présent que dans la partie Nord-Ouest du champ.

### 2. Le Mésozoïque

**Le Trias** : son épaisseur moyenne est de 200m au Nord et 75m au Sud. Sa limite de base est la discordance hercynienne.

Le Trias de HassiR'mel comprend de bas en haut les ensembles lithologiques suivants :

**Le Trias Argilo- Gréseux Inférieur (TAGI)** : appelé Série Inférieure ; cette série est représentée par une alternance d'argiles indurées vertes, parfois brunes et par des grès fins, bien classés.

Elle est caractérisée par la présence de coulées volcaniques (andésites) Cette série repose en discordance sur les formations paléozoïques.

**Le Trias Argilo-Gréseux Supérieur (TAGS)** : il regroupe les trois niveaux producteurs du champ de HassiR'mel et s'étend du mur du niveau C au toit du niveau A.

**Le Trias Argileux** : appelé l'argileux inférieur ; il est formé d'argiles indurées de couleur brun-chocolat, parcourues par des filonnets d'anhydrite et de sel.

**Le Trias Salifère infra-D2 ou S4** : il est constitué par une série importante de sel et d'argile.

Le sel se présente le plus souvent en bancs massifs cristallins. Ce terme n'existe pas partout sur le champ de HassiR'mel, il est absent dans toutes les parties Nord- Ouest et centrale du champ, il est très bien développé dans la région de notre étude (HassiR'mel Sud) et dans la région de Djebel Bissa.

**Le Jurassique** : d'une épaisseur moyenne de 1100m, il est subdivisé en trois unités :

**Le Lias** : il est constitué de trois ensembles lithologiques : Lias salifère, Lias anhydritique et le Lias carbonaté. La base du Lias salifère est représentée par une argile brune rouge et grise, légèrement dolomitique, surmontant un banc de dolomie compacte (repère d2, isochrone sur tout le champ de HassiR'mel).

**Le Dogger** : il est constitué au sommet par des dolomies cristallines beiges ou grises à oolithes, à sa base; il est caractérisé par des calcaires oolithiques surmontés d'argiles plastiques vertes, souvent dolomitiques.

**Le Malm**: il est détritique au centre du champ. Il est représenté par des argiles plastiques brunes, des calcaires cristallins, parfois argileux et de dolomie grise argileuse.

Au Nord, le faciès carbonaté prédomine ; il est caractérisé par l'abondance de fossiles.

**Le Crétacé** : son épaisseur moyenne est environ 640m, de bas en haut on distingue :

**Le Néocomien** : formé d'une alternance argilo- gréseuse.

**Le Barrémien** : formé d'une succession de grés fin à grossier à ciment argileux ou carbonaté et d'argiles plastiques sableuses versicolores. Ce terme est totalement absent au Nord du champ.

**L'Aptien** : comprend des marnes gréseuses et de passées de grés argileux au Sud ; il devient dolomitique beige à rosâtre avec des argiles vers le Nord. Le gypse est présent par endroit.

**L'Albien** : il est essentiellement gréseux et, subdivisé en deux séries :

Une série de grés fins rouges, roses ou beiges à ciment argilo- dolomitique ou calcaire à intercalations d'argiles versicolores souvent sableuses. Une série de grés et de sables fins devenant plus argileux et gypseux vers la base.

**Le Céno manien** : il est formé de dolomie cristalline à intercalations d'argiles versicolores et de calcaires dolomitiques.

**Le Turonien** : il est composé de dolomies cristallines blanches ou beiges, vacuolaires et fissurées par endroit.

**Le Sénonien** : il est représenté essentiellement par des calcaires dolomitiques. A sa base, apparaissent quelques mètres de dolomie fissurée à niveaux siliceux.

### **Le Cénozoïque**

Les terrains cénozoïques ont été affectés par une érosion intense ; ils ne sont représentés que par l'Eocène et le Mio- Pliocène.

L'Eocène : il a une épaisseur moyenne de 50m, il est constitué de marnes blanches plastiques à la base et de calcaires ou de calcaires marneux blancs et jaunes au sommet.

Le Mio-Pliocène : il a une épaisseur moyenne de 100m. Rencontré uniquement au Nord-Ouest du champ, il est formé d'un grès argileux surmonté d'un sable moyen à grossier à ciment carbonaté à quelque passées d'argiles rouges.

ERE	AGE	ETAGE	LITHO	DESCRIPTION LITHOLOGIQUE	
Cénozoïque	TERTIAIRE	Eocène		Marnes blanches plastiques	
		Mio-Pliocène		Croute calcaire et série argilo-gréseuse	
Mésozoïque	CRETACE	Sénonien		Calcaire à silex	
		Turonien		Dolomie vacuolaire	
		Albien		Grès fin, friable, à passées d'argile	
		Aptien		Marnes et grès	
		Barrémien		Grès fin à grossier, à ciment carbonaté	
		Néocomien		Grès argileux, calcaire et lignite	
	JURASSIQUE	DOGGER	Malm		Grès argilo-carbonatés
			Argileux		Calcaire argileux
		LIAS	Lagunaire		Calcaire dolomitique
			Marneux		Marnes et calcaires
			Carbonaté		Calcaire à passées d'argile et d'anhydrite
			Anhydritique		Anhydrite massive à passées d'argile
			Horizon B		Argile dolomitique
			Salifère S1 + S2		Sel massif à passées dolomitique
			S3		Sel à passées d'argile
			Argileux		Argile plastique à passées de dolomie
	TRIAS	Salifère S4			Sel massif à argile
		Argileux-Inf			Argile brun chocolat à grès induré
		T2	A		Grès fin à moyen, à ciment plus ou moins argileux, anhydritique, à intercalations d'argile brune
		T1	B		
C					
Série Inférieure			Grès argileux, surmonté par des andésites <b>DH</b>		
Paléozoïque	Dévonien			Argile à passées dr grès	
	Silurien			Argile noir à graptolithe	
	Cambro-Ordovicien			Quartzites-Grès à grès quartzitique, grès fin à moyen, gris blachatre à lit d'argile. Grès fin, argilo-bitumineux à breches tectoniques	
SOCLE				Granite fracturé, rose	

Figure I.4 : Colonne stratigraphique type du champ de HassiR'mel

## 1.5 Tectonique et évolution structurale

### 1.5. a. Aspect structural

La structure de Hassi R'Mel apparaît comme un grand anticlinal ondulé, de direction NNE-SSW, affecté par un réseau assez dense des failles, imprimant à celle-ci un certain compartimentage structural. Elle se prolonge vers le Sud-Ouest par la petite structure anticlinale de Djebel Bissa et vers le Sud par celle de Hassi R'mel Sud. (Aliev, M.1971).

Cette structure est caractérisée par un réseau de failles orientées dont le rejet peut atteindre 100m et jouant un rôle important dans le compartimentage et l'accumulation des hydrocarbures.

La structure de Hassi R'Mel est caractérisée par l'individualisation de trois zones marquées par de nombreuses culminations et dépressions d'ampleur variable (**Figure I.5**)

**Zone Sud** : Formée par une série d'ondulations de dimensions notables (5x10km), de forte amplitude verticale (50m) et affecté par de nombreuses failles de rejet parfois important (100m).

**Zone Centre** : Structuralement haute, elle apparaît comme un plateau faiblement ondulé pour les formations mésozoïques. Par contre, l'importance des chutes structurales des flancs Est et ouest lui assurent une bonne fermeture structurale.

**Zone Nord** : Cette zone est fortement affectée par les mouvements tectoniques particulièrement pour les formations post jurassiques. Des failles assez profondes ont donné naissance à des Horst et Grabens et favorisant les dépôts du mio-pliocène.

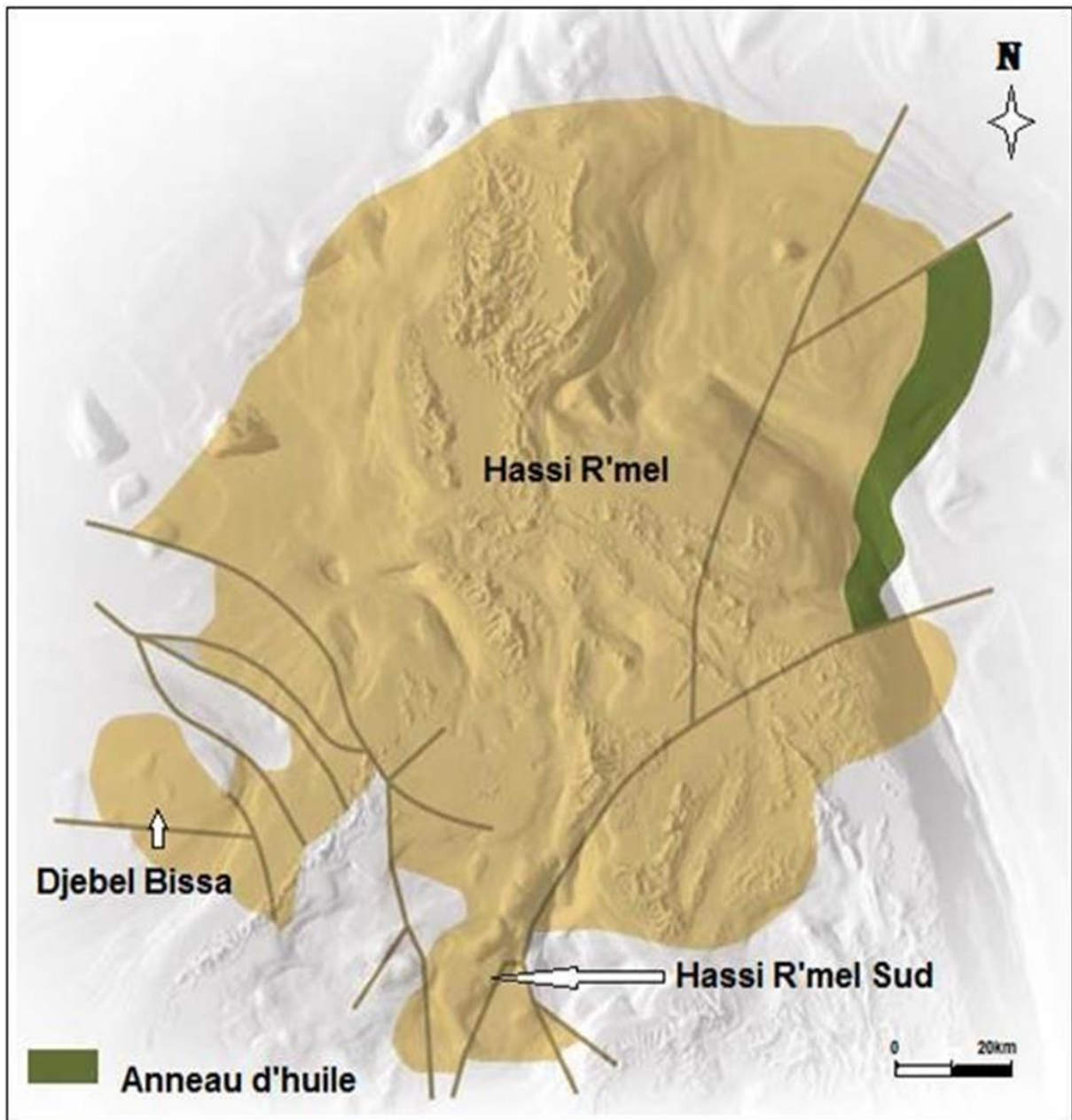


Figure I.5: Plan de position de Hassi R'mel Sud, (WEC,2007).

### 1.6.b Tectonique

La tectonique du champ de HassiR'mel s'inscrit dans le cadre de la tectonique globale de la plateforme saharienne qui est effectuée principalement au cours de trois cycles tectoniques :

- **Le cycle panafricain** : La tectonique précambrienne et particulièrement la phase panafricaine sont à l'origine d'un grand réseau de fracturation caractérisé par des accidents sub-méridiens verticaux et qui a engendré des formations subméridiennes dont la dorsale Idjerane M'Zab. Cette structuration a été réactivée par le cycle hercynien.
- **Le cycle hercynien** : La phase tectonique Hercynienne est l'événement majeur qui termine le cycle sédimentaire du paléozoïque. Dans les grandes lignes, cette phase se traduit par une inversion tectonique régionale, la zone la moins érodée où le Carbonifère a été partiellement conservé correspond à la zone Sud Est du bassin.
- **Le cycle alpin** : avec notamment sa phase atlasique, a engendré des structures sub-latitudinales dont la dorsale Djemaa-Touggourt.

L'anticlinal de HassiR'mel est situé sur la voûte de Tilrhemt à l'intersection de la dorsale Idjerane M'Zab dont elle forme sa terminaison septentrionale et la dorsale Djemâa-Touggourt. Les mouvements tectoniques qui ont affecté le dôme de HassiR'mel peuvent être résumés en quatre phases principales d'après l'étude sismique et structurale de Beicip1978, (**Figure I.6**).

- Mouvement de cisaillement sénestre qui a pour conséquence un glissement horizontal du socle paléozoïque
- Création d'un pli d'entraînement et la remontée de la partie sous-jacente du Trias argilo-gréseux.
- Amincissement du sel (Trias salifère) par fluage au top du pli (zone de pression maximum).
- L'amincissement des sels est suivi par l'effondrement d'une partie du Jurassique, créant des grabens dont la largeur est de l'ordre du kilomètre et les rejets de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres.

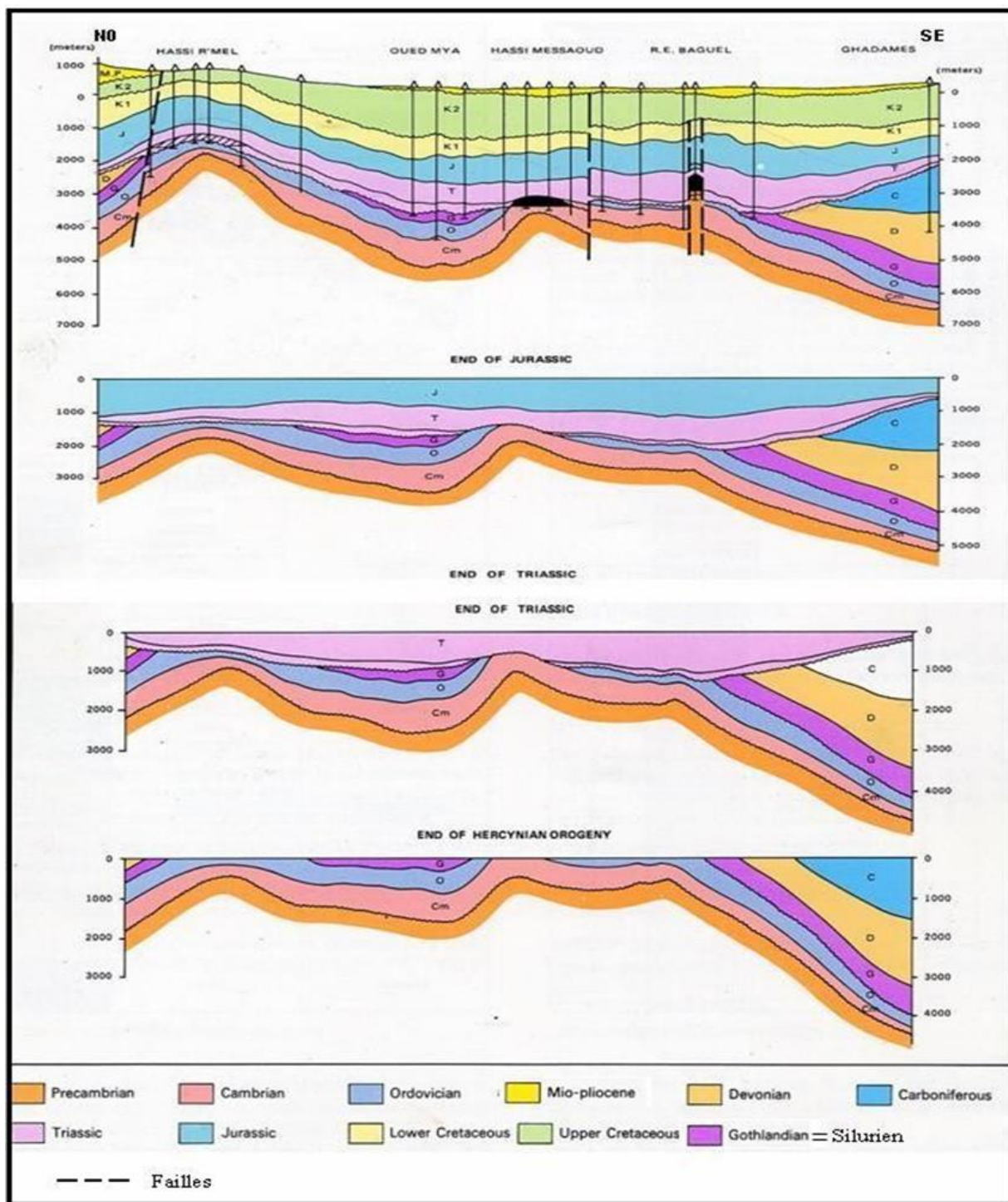


Figure I.6: Evolution structurale de la province triasique (WEC,1979).

### 1.7 Intérêt pétrolier du bassin

#### 1.7.1. La genèse des hydrocarbures

Il existe deux hypothèses possibles de roche mère :

- **Les argiles d'El-Gassi d'Ordovicien** : Ces argiles noires, marines et organogènes pourraient avoir apporté la plus grande contribution à l'accumulation des réserves de Hassi Messoud. Cette formation de 38 à 50m d'épaisseur, et présente dans les puits au-delà de la limite actuelle du champ, ainsi que les grabens de la structure de Hassi Messoud.
- **Les argiles du silurien** : Une formation silurienne est présente à 20 km à l'Ouest du champ Hassi Messoud (HMD) et à 100 km à l'Est du champ. Il est donc probable que ses hydrocarbures aient subi une migration au sein de la structure.

Ces deux formations (argile du silurien et argile d'El-Gassi), peuvent dans une alternative se combiner pour être des roches mères uniques du bassin Triasique.

#### 1.7.2. Accumulation des Hydrocarbures

L'histoire de l'accumulation des hydrocarbures est développée comme suit :

- Dépôt des roches magasins du Cambro-Ordovicien pendant une période d'instabilité du socle précambrien, avec quelques arrêts de sédimentation des cycles infra-formationnels (Ra/Ri). Ces roches magasins correspondant à une accumulation dans une plaine d'inondation très étendue.
- Suite au dépôt Mésozoïque, la migration des hydrocarbures a débuté tôt au Jurassique inférieur et s'est poursuivie durant le Crétacé inférieur. Une légère activité tectonique au cours de cette période a transformé la structure déjà existante en piège.
- Le piégeage des hydrocarbures a eu lieu au Crétacé inférieur.
- Les roches couvertures, argilo-gréseuse et salifères du trias, assurent une bonne couverture du réservoir Cambrien, leur dépôt a eu lieu dans une phase de repos du socle Précambrien.

### 1.3 SISMIQUE REFLEXION

Le champ de HassiR'mel peut-être observé dans son ensemble sur les profils Est-Ouest le recoupant dans sa partie centrale : la fermeture structurale est très nette vers l'Ouest et un peu plus subtile vers l'Est au niveau des réservoirs (**figure I.7**).

Toutes les failles observées sont pratiquement des failles normales et peuvent être classées en deux familles :

- Un système profond qui affecte les séries infra-salifères et en particulier les réservoirs triasiques, et qui a probablement été généré lors de la distension triasique ; réactivées au cours des déformations ultérieures, ces failles affectent parfois les séries supra-salifères.
- Un second système apparaît dans les séries supra-salifères et semble en grande partie déconnecté du précédent, les failles s'amortissant généralement dans l'épaisse série évaporitique ; ces failles, affectant les séries supra-salifères sont très nombreuses et peuvent être totalement indépendantes des failles profondes (**figure I.8**), ou associées à ces failles profondes le long de trends présentant des critères de décrochement.

Des grabens étroits et de faible extension sont localement observés au niveau des réservoirs tel celui de la ligne HRM-17 et ligne HRM-19 (**Figure I.9**) confirmé par le forage HRC-29 ayant atteint le réservoir environ 40 m plus bas que les puits voisins (Beicip-Franlab, 2002). Ces évènements peuvent être associés à la distension triasique.

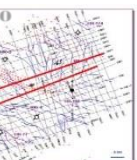
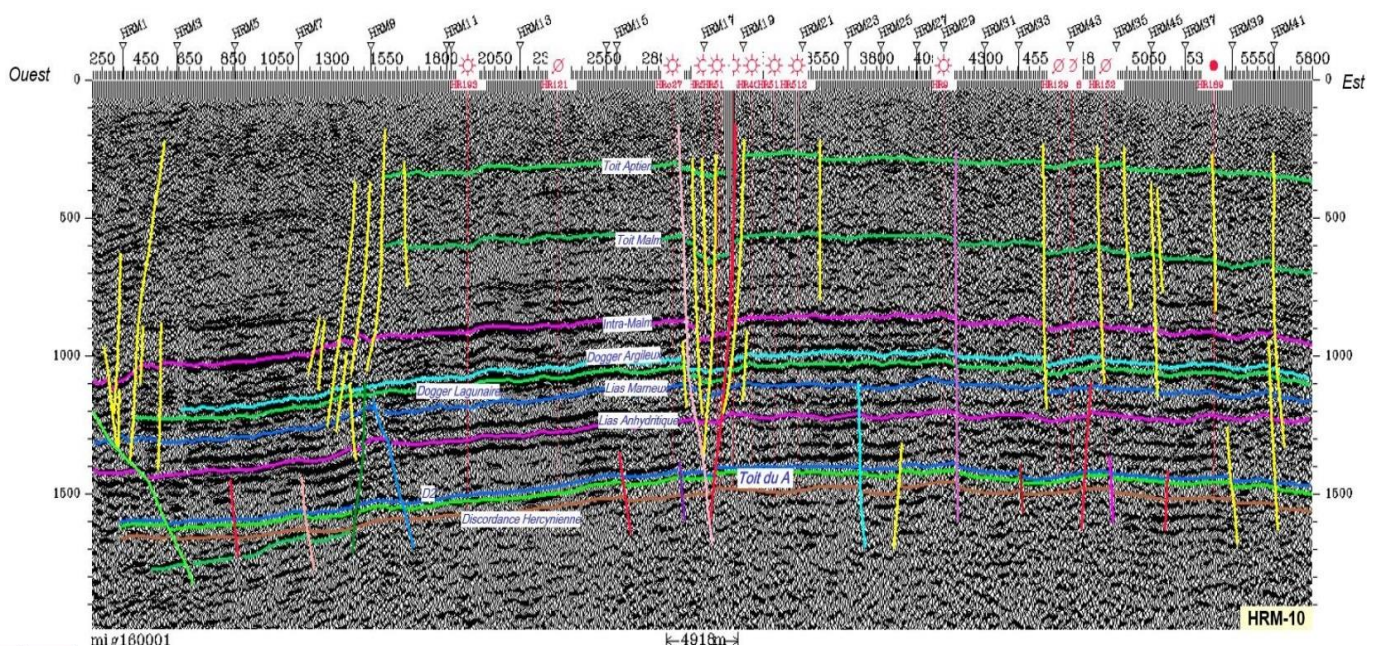


Figure I.7 : Profil sismique HRM-10, montrant la structure de HassiR'mel (Beicip, 2002)

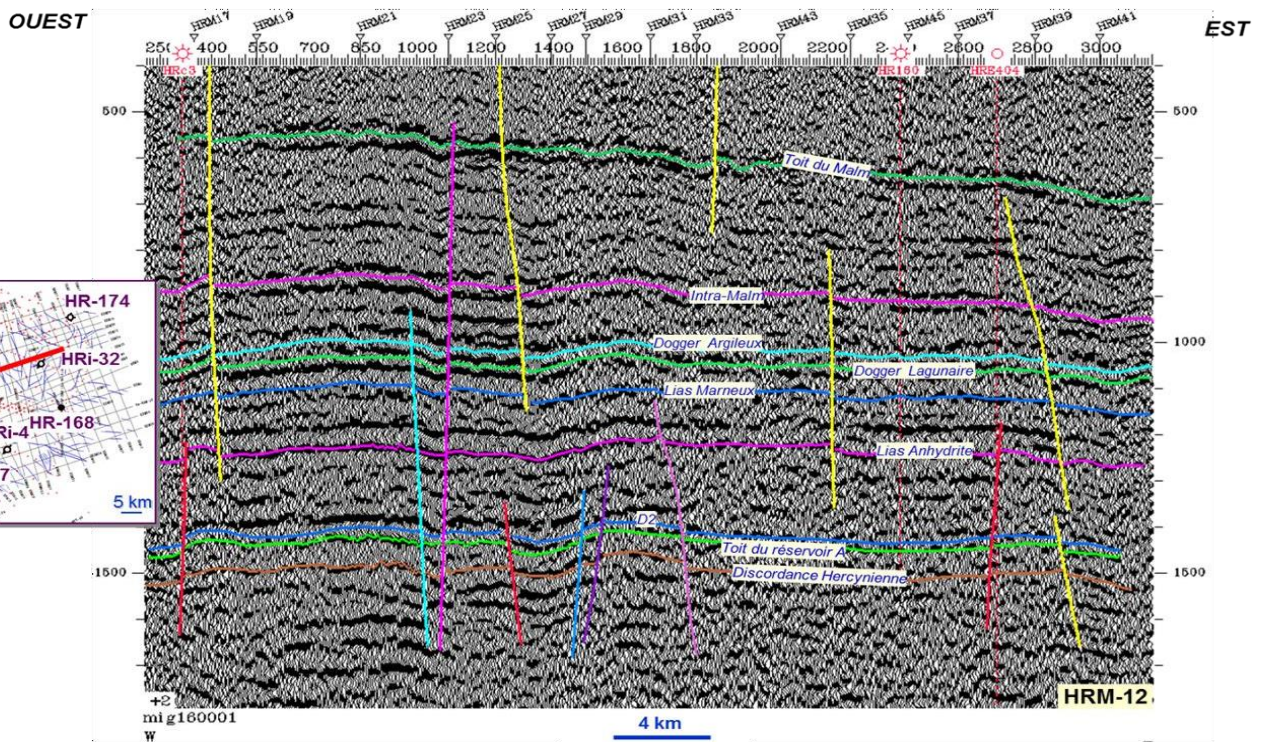


Figure I.8: Profil sismique HRM-12, montrant les failles qui apparaissent dans les séries supra-salifères (Beicip, 2002)

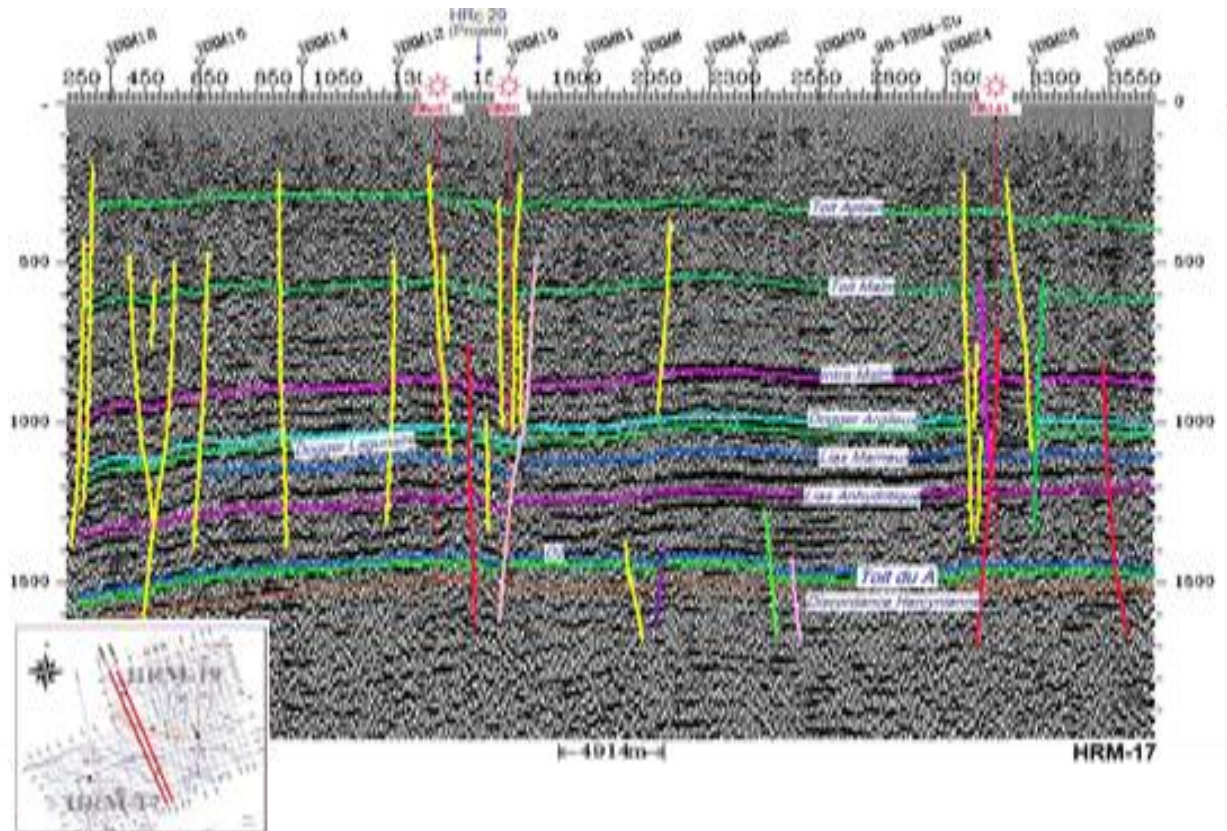


Figure I.9 : Profil sismique HRM-17, montrant des grabens étroits au niveau des réservoirs triasiques (Beicip, 2002)

### **Conclusion**

Le réservoir triasique est le seul réservoir productif d'hydrocarbures dans le gisement de Hassi R'mel. Il est arrivé à un rythme productif avancé, ce qui a provoqué un abaissement de sa pression. Pour cette raison, l'exploration et l'exploitation des nouveaux réservoirs dans le champ tel que la série inférieure s'imposent, surtout qu'on a des bons indices d'hydrocarbures dans quelques puits qui atteignent ce niveau.

**CHAPITRE II**  
**Caractérisation**  
**géologique du trias de**  
**Hassi R'mel**

**Introduction**

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 II.1**).

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

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

## 1- 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 II.1**) qui est surmonté par une barre dolomitique qui forme un excellent repère diagraphique (D2) et daté par ailleurs Hettangien (Zone Q) (**Tableau II.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 claire ou vert claire, 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.

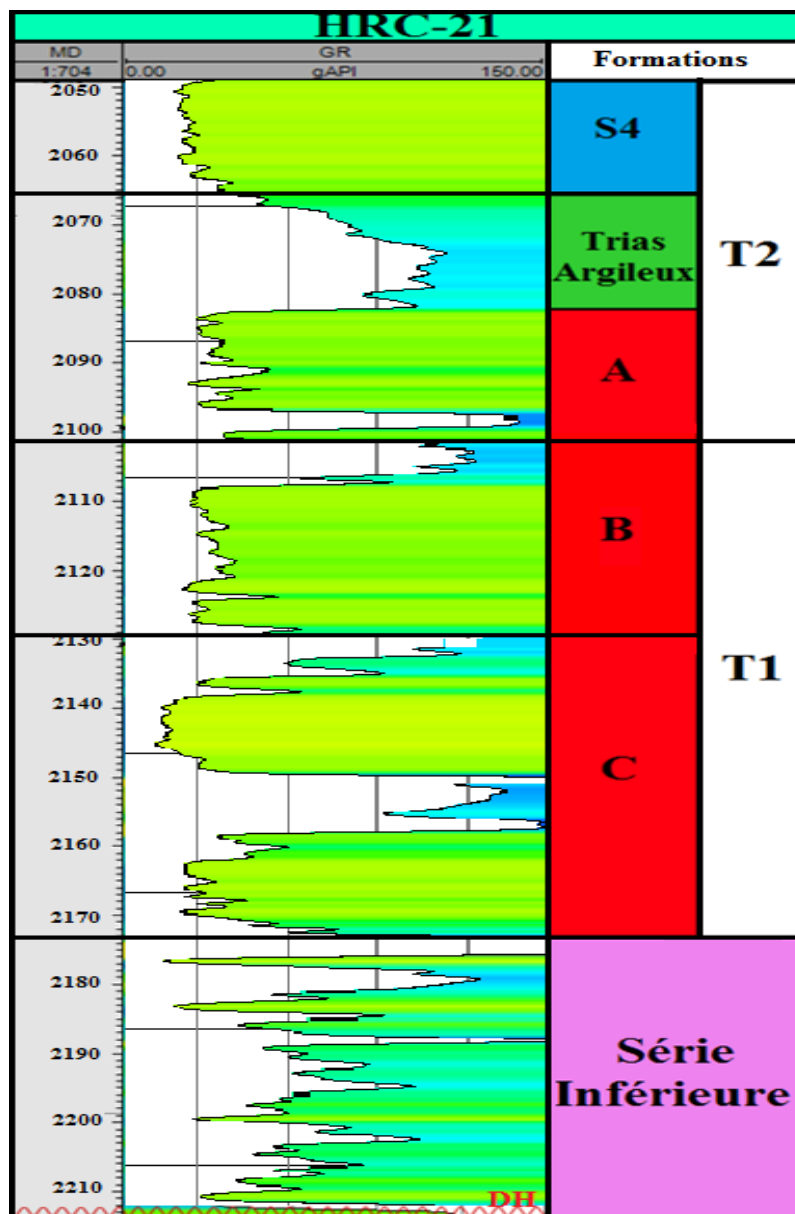


Figure II.1 : Découpage du puits HRC-21

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

### 2.1 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 II.2**).

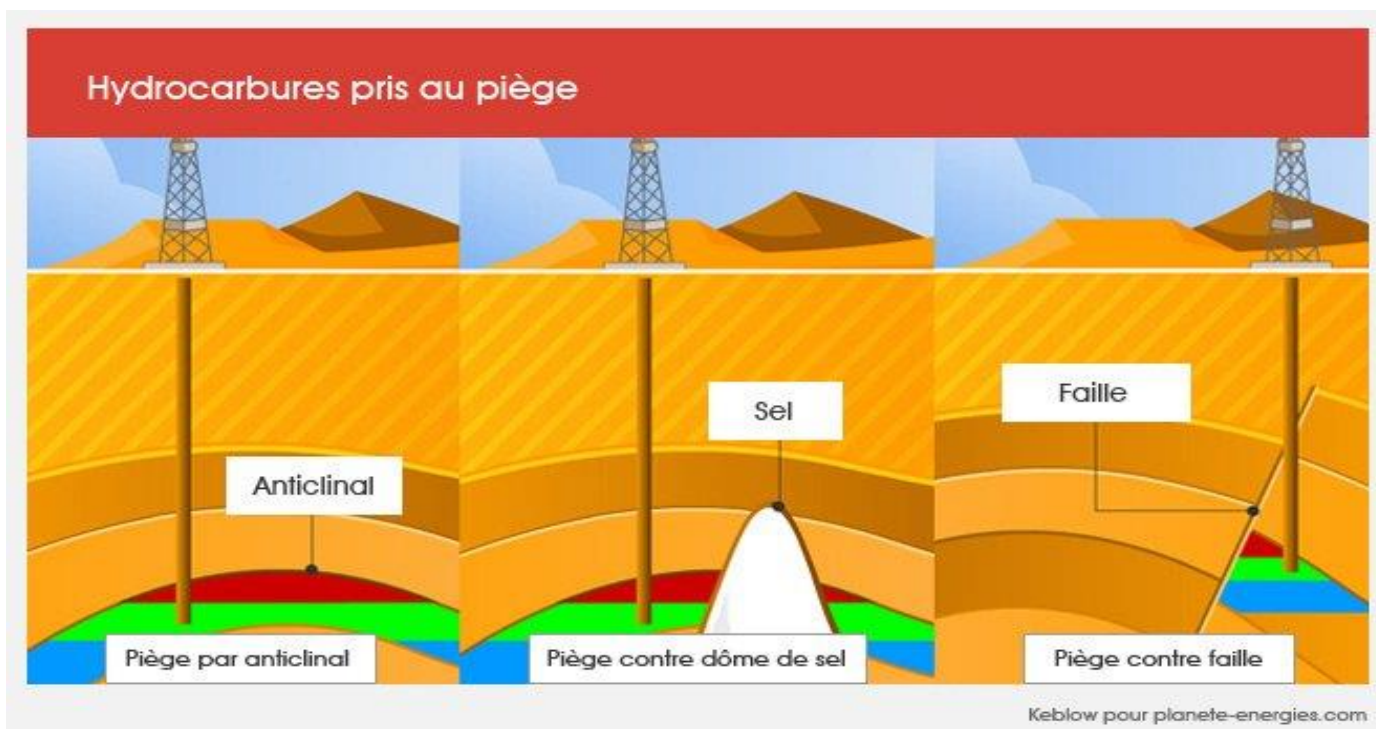


Figure II.2 : les différents pièges à hydrocarbures

## 2.2. 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 II.3**). 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.

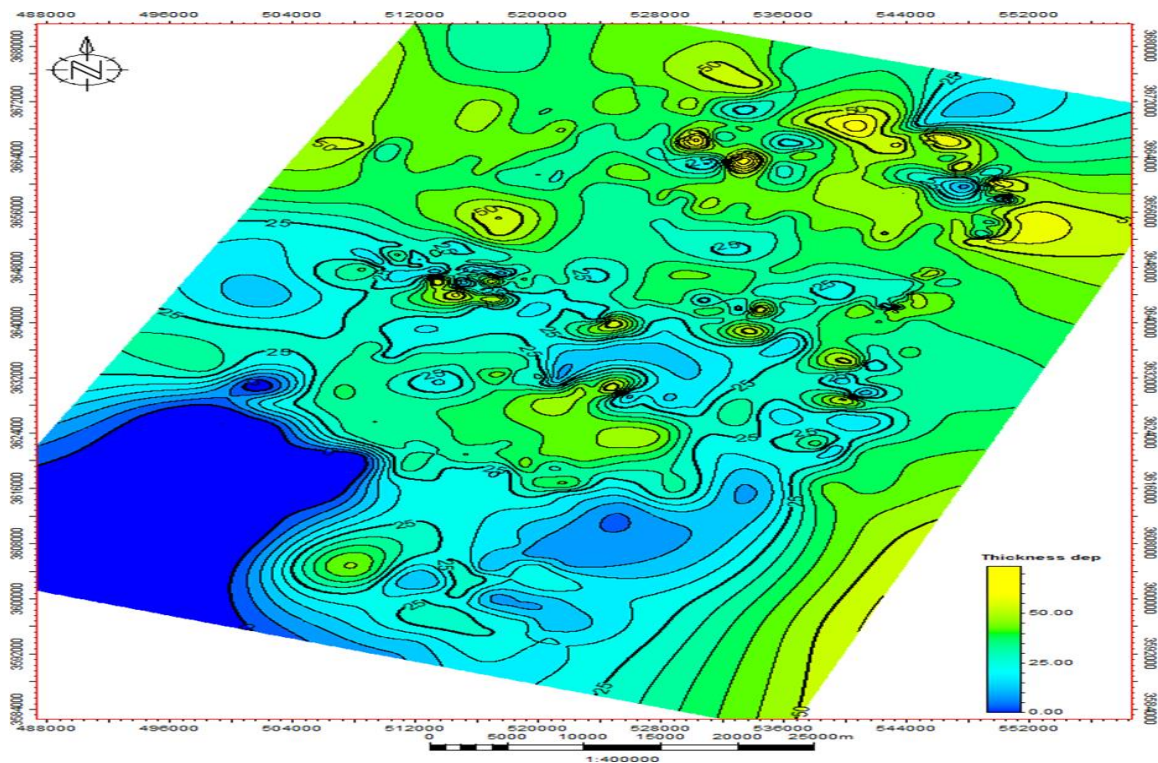


Figure II.3 : Carte en isopaque du réservoir A du champ de Hassi R'mel

**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 II.4). 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.

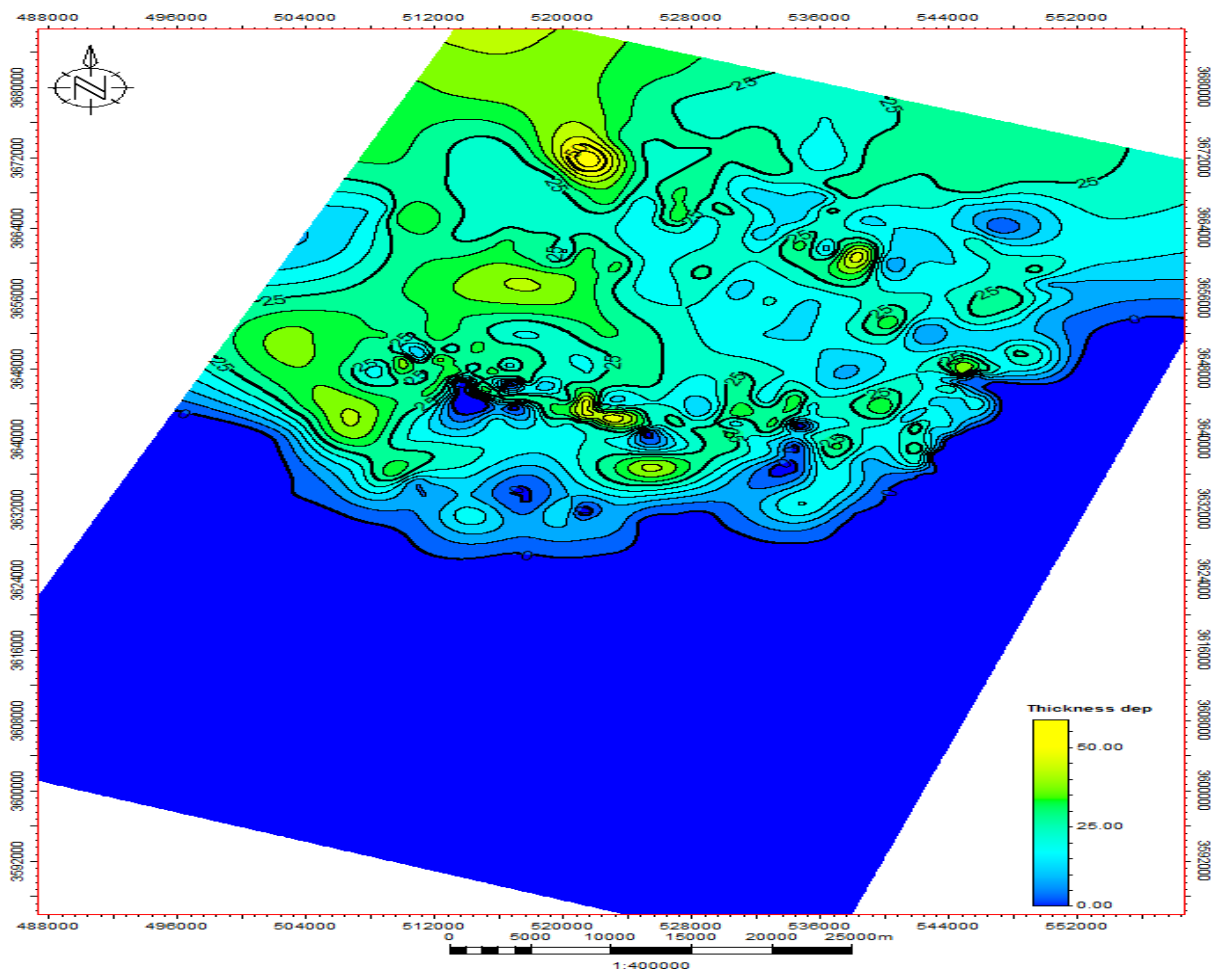


Figure II.4 : Carte en isopaque du réservoir B du champ de Hassi R'mel

### 3. 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 II.5). 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.

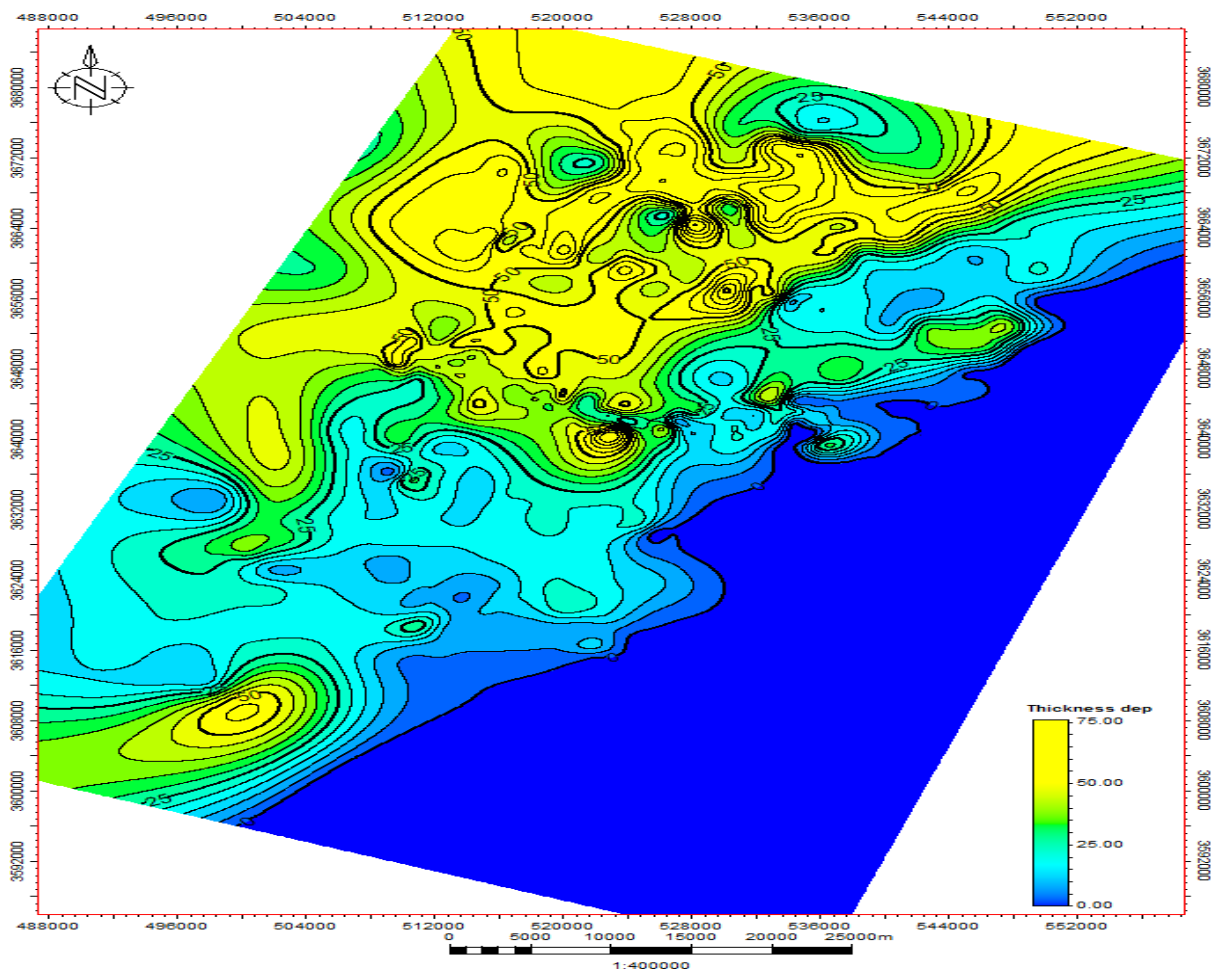


Figure II.5 : Carte en isopaque du réservoir C du champ de Hassi R'mel

#### 4. Découpage des réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel

Cinq séquences positives d'épaisseur métrique à décimétriques identifiées sur carottes et diagraphies sont corrélables sur toute la région d'étude (Figure II.6).

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 fluviaux, 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 6<sup>ème</sup> ordre de Miall (1996) (Tableau II.2). Ces surfaces d'érosion majeure délimitent cinq ceintures de chenalisation complexe (chenaux multiples et empilés), très continues et corrélables à l'échelle du champ (Figure II.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.

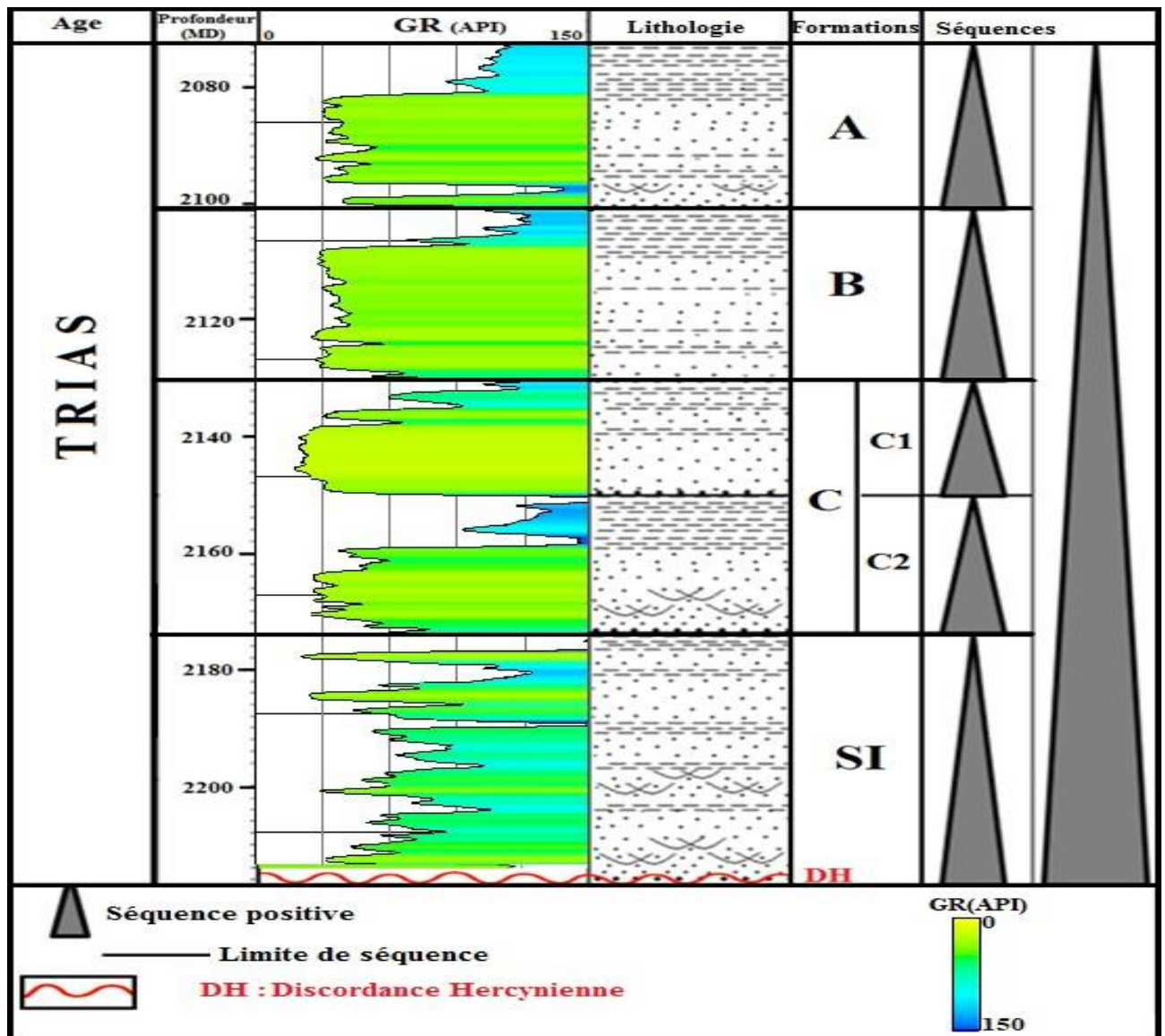
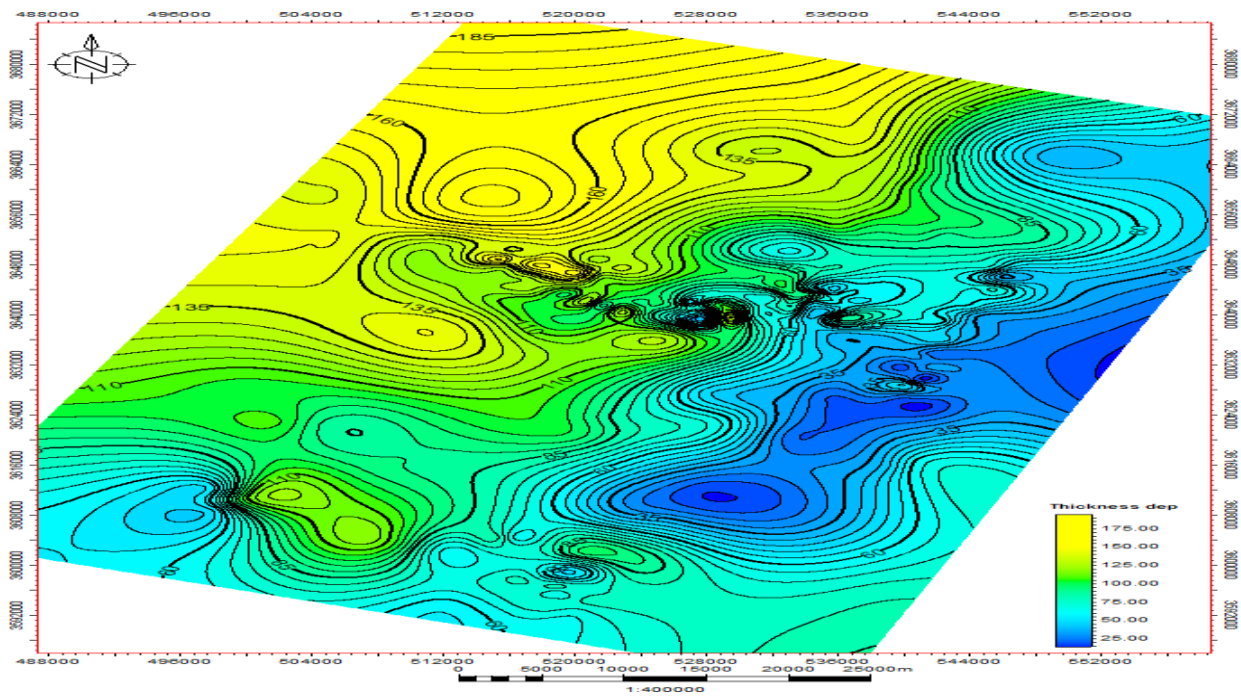


Figure II.6 : Évolution des séquences de la série triasique dans le champ de Hassi R'mel : Puits HRC-21

Echelle de temps associée	Ordre des surfaces	Hierarchie des surfaces
	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)
	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 II.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 II.7**).



**Figure II.7 :** 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 II.8** et **Figure II.9**).

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 Cambro-Ordovicien (**Figure II.8** et **Figure II.9**).

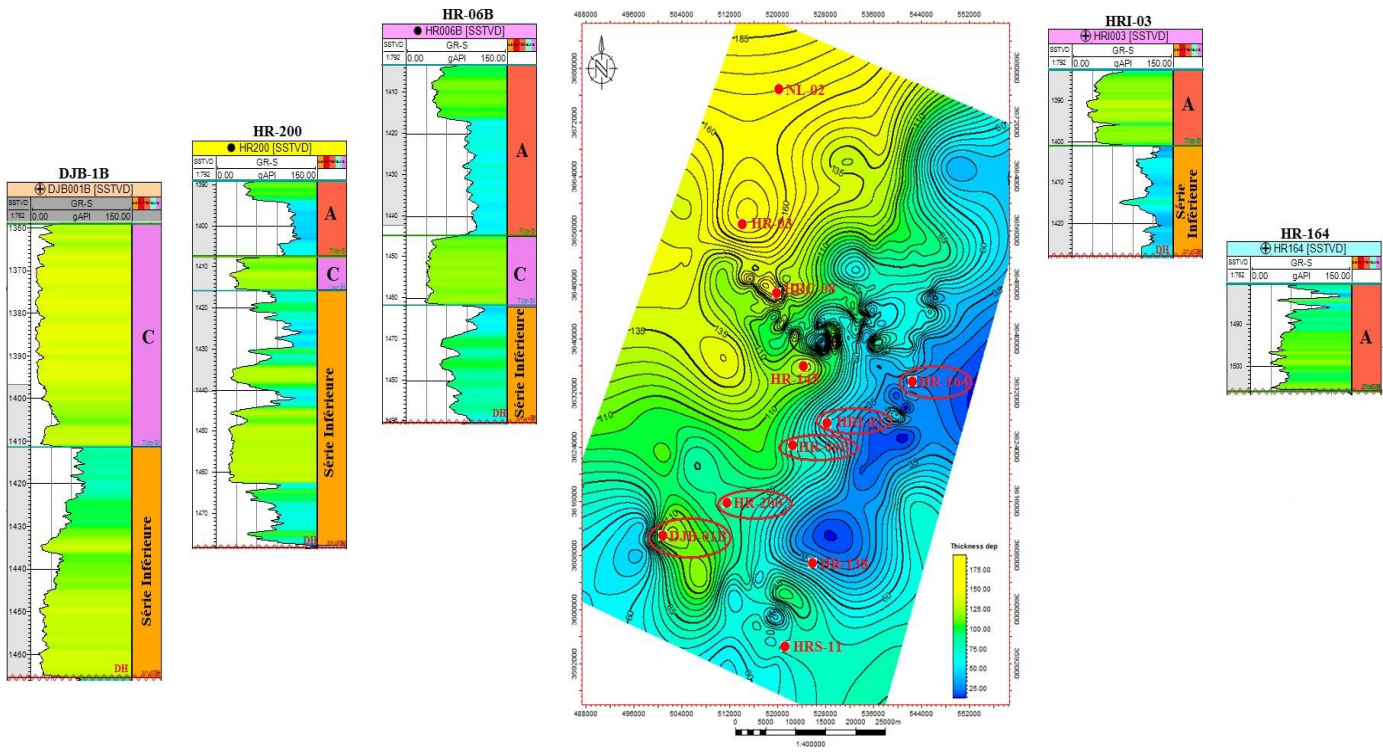


Figure II.8 : Répartition des réservoirs triasiques dans le champ de Hassi R'mel

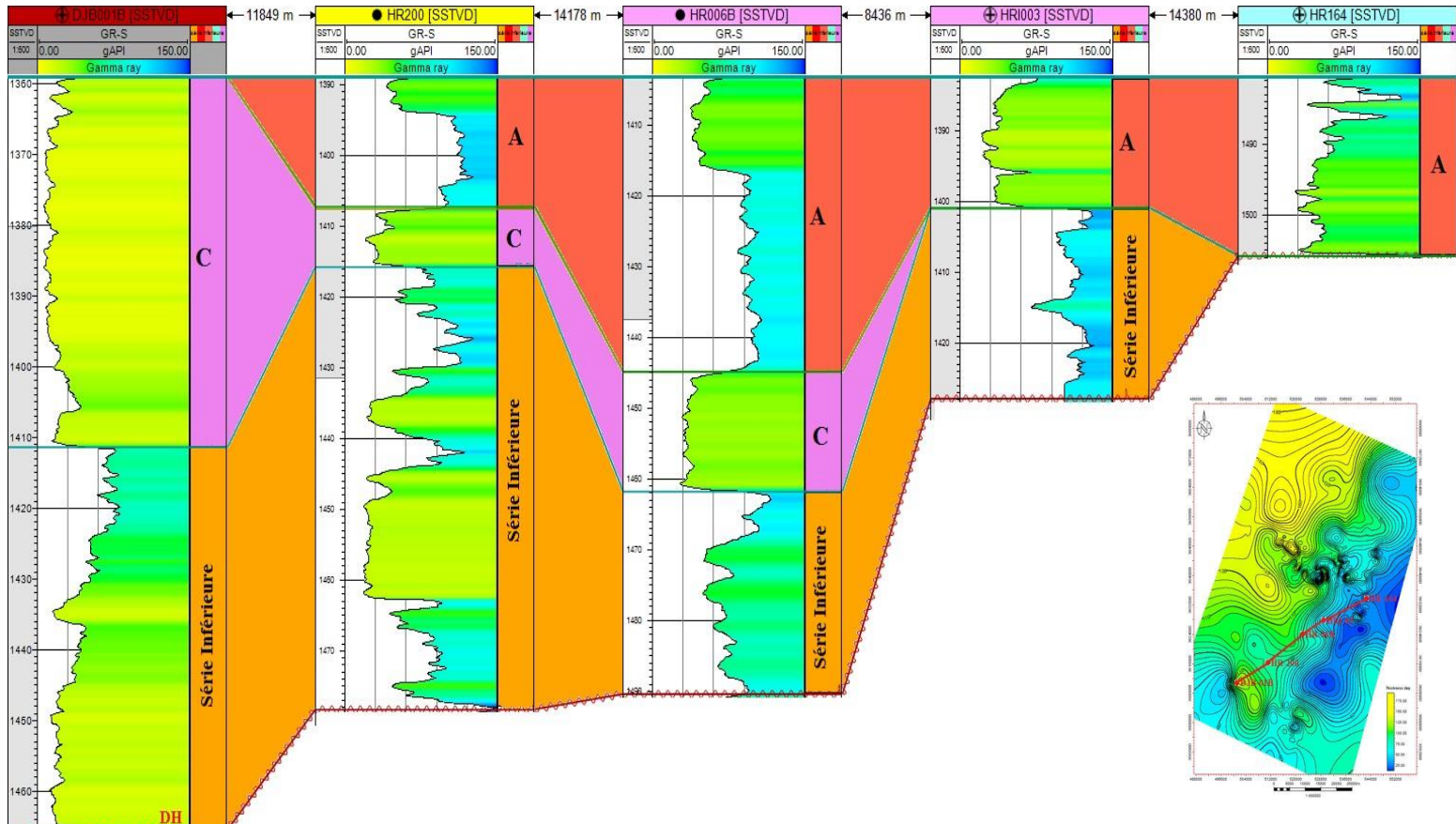


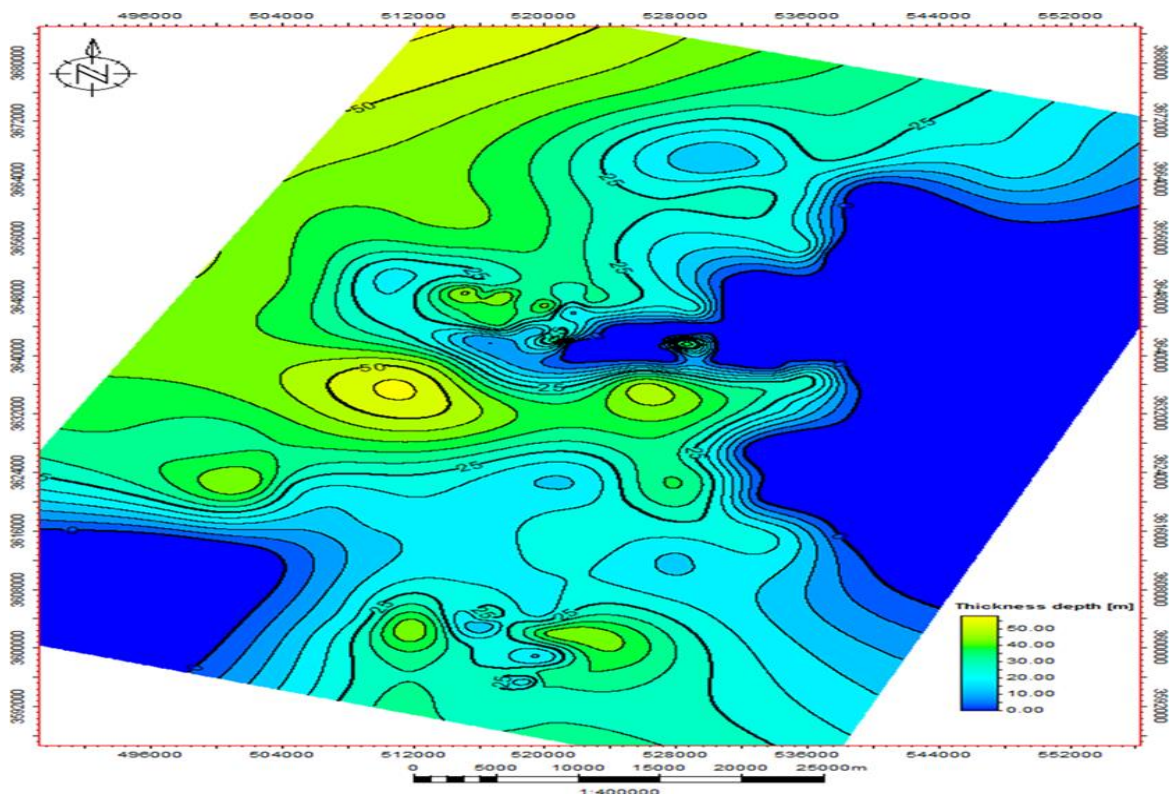
Figure II.9 : Corrélation Sud-Ouest/Nord-Est à travers les puits DJB-1B, HR-200, HR-6B, HRI-03 et HR-164, montrant la répartition et le biseautage important des réservoirs triasiques du champ de Hassi R'mel

**CHAPITRE III :**  
**Caractérisation**  
**sédimentologique de la Série**  
**Inférieur SI :**

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

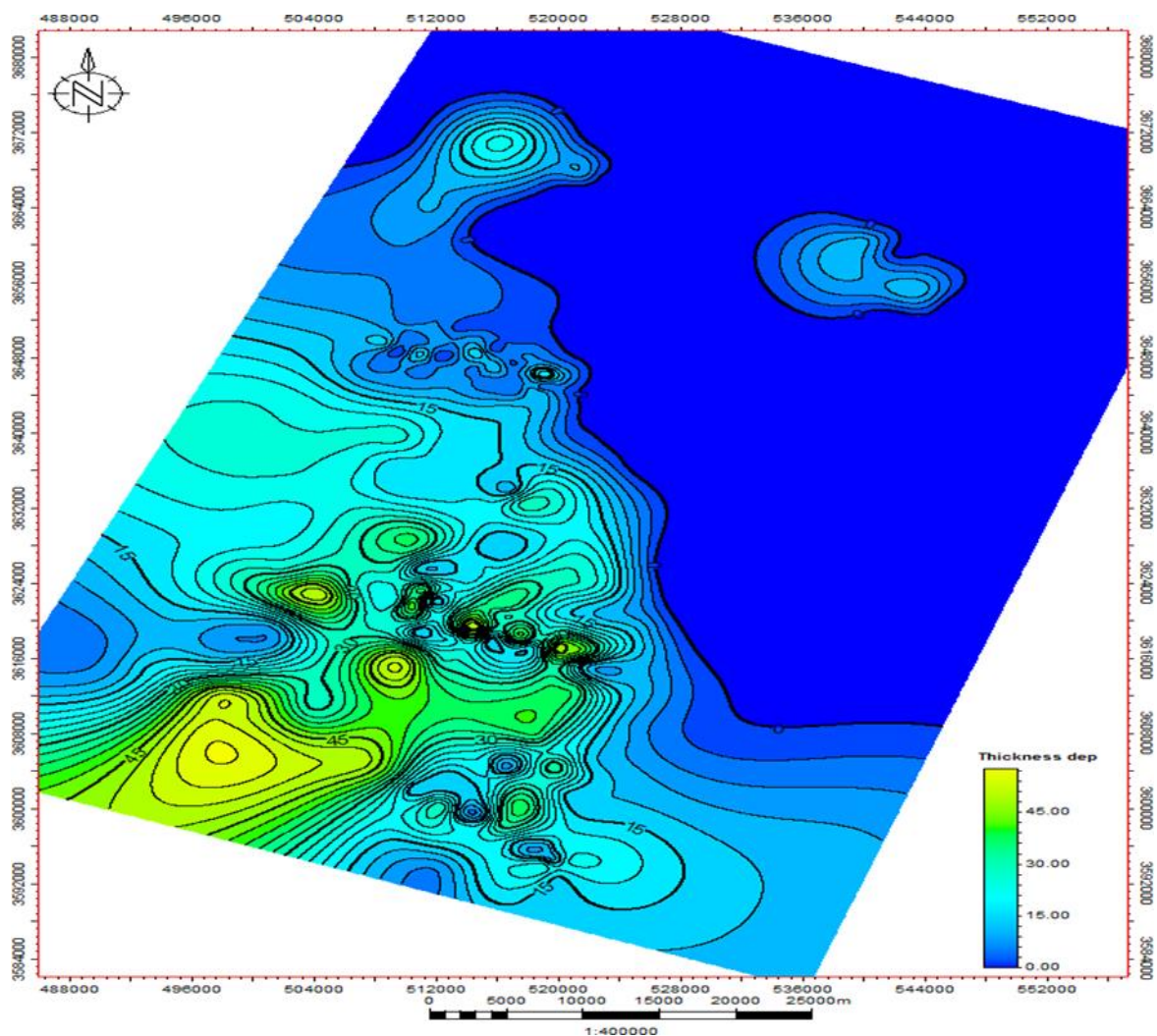
La réalisation de la carte en iso-épaisseur de la Série Inférieure a permis de mettre en évidence l'existence de cette formation sur la majeure partie du champ, à l'exception de l'extrême Est où se développe l'anneau d'huile et une partie du centre (**Figure III.3**). Elle repose directement sur la discordance hercynienne. L'analyse géologique des enregistrements diagraphiques ainsi que les descriptions de carottes (**Figure III.14**) nous ont permis de découper la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel en trois termes (**Figure III.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 III.1**).



**Figure III.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 III.2**)

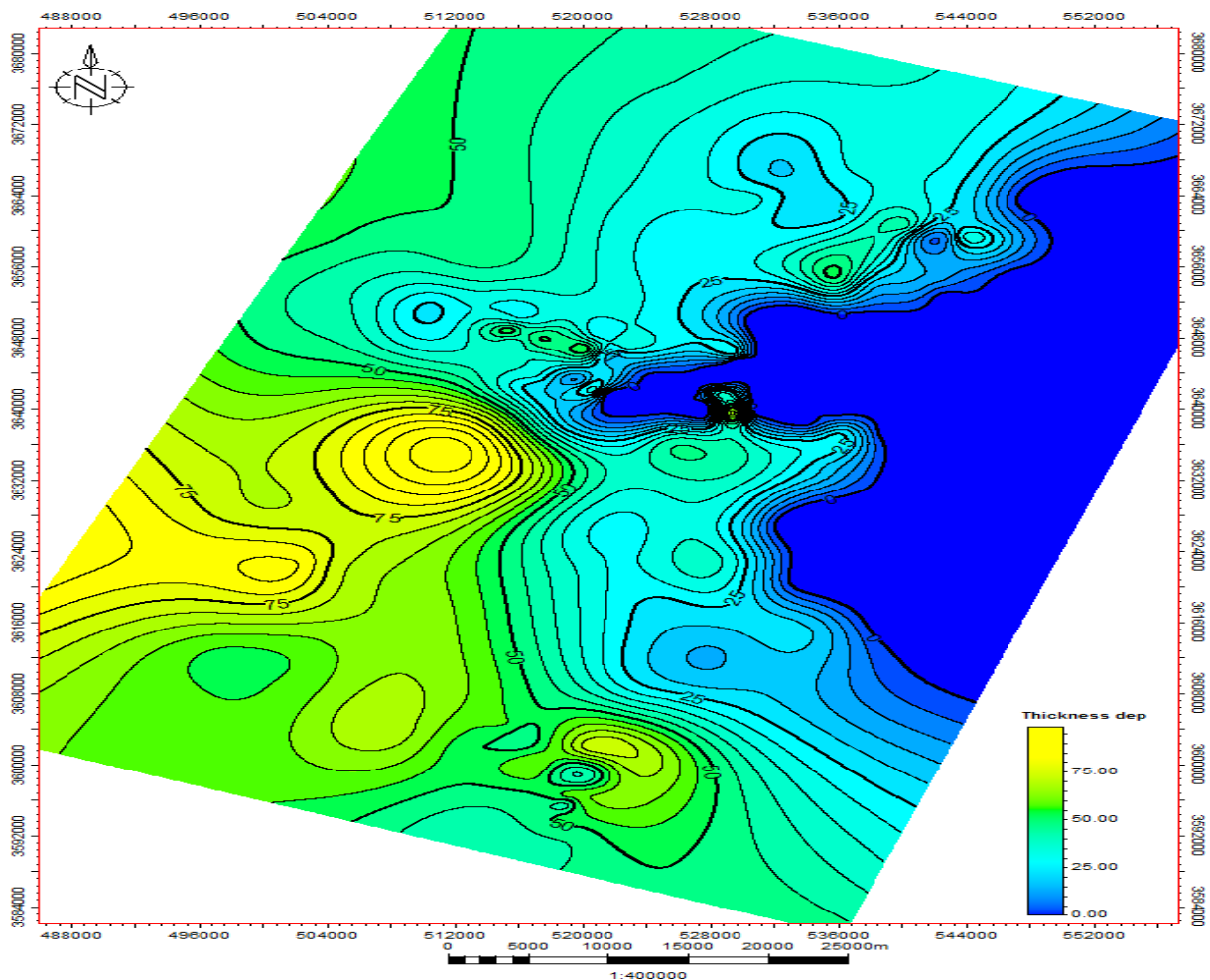


**Figure III.2 :** Carte en isopaque du terme volcanique de la Série Inférieure du champ de Hassi R'mel

**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 (**Figure III.3**).



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

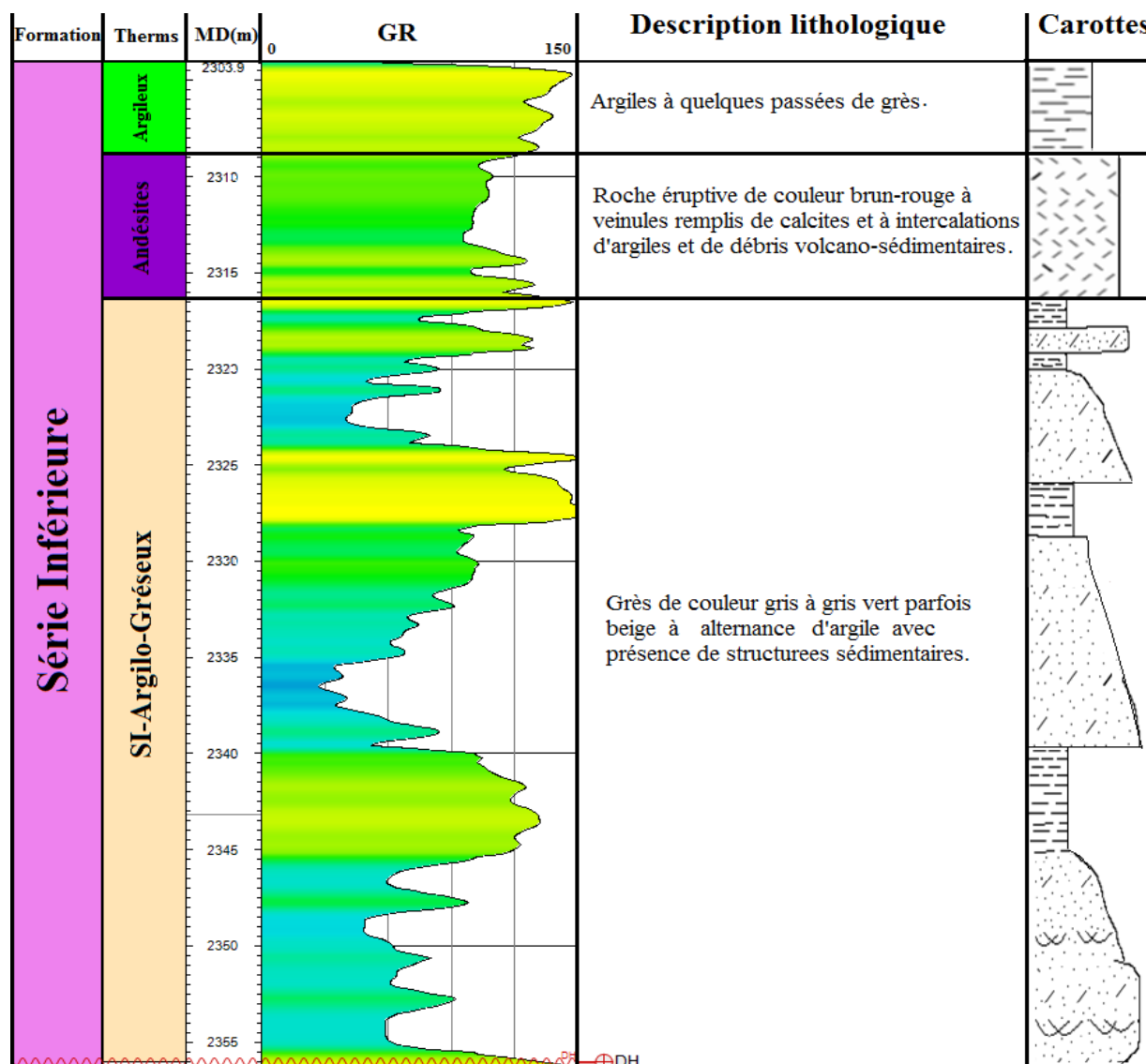


Figure III.4 : Description lithologique de la Série Inférieure (puitsHR-186) du champ de Hassi R'mel

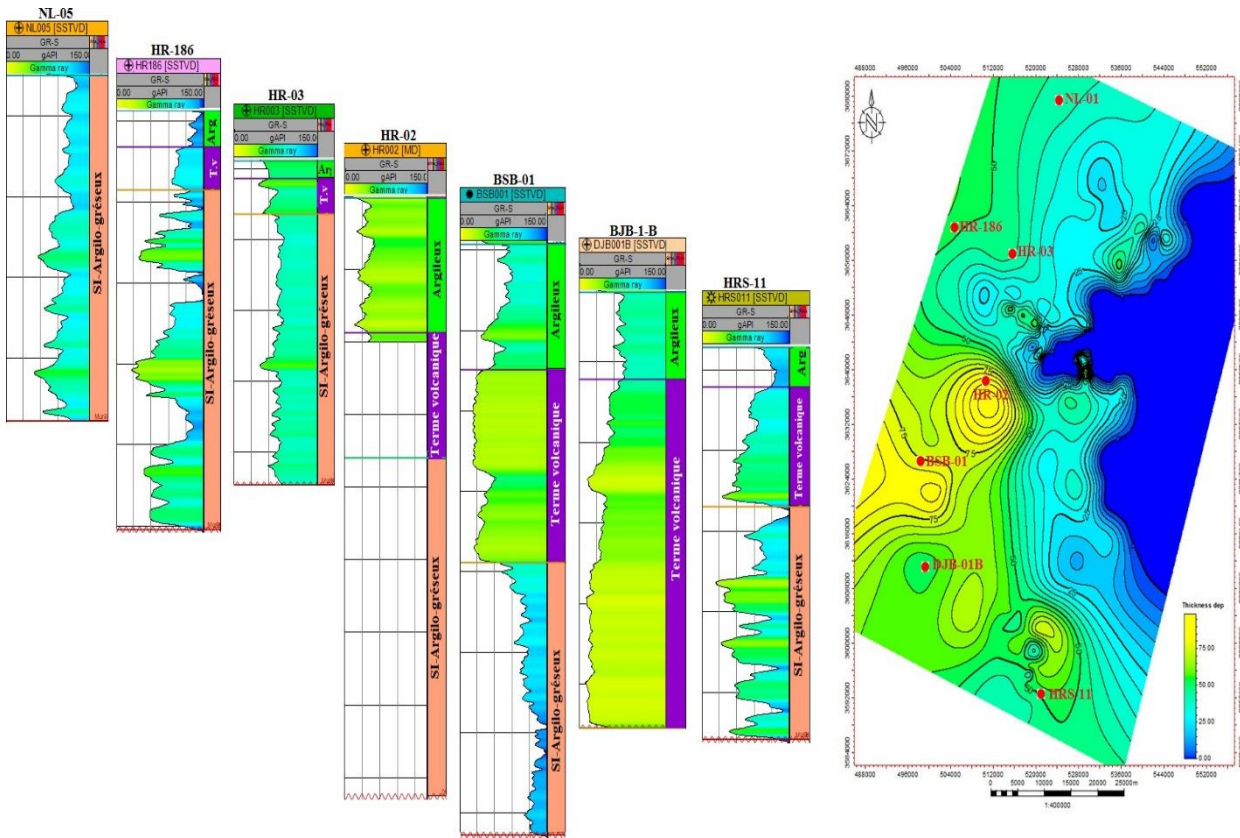


Figure III.5 : Répartition de la série inférieure dans le champ de Hassi R'mel

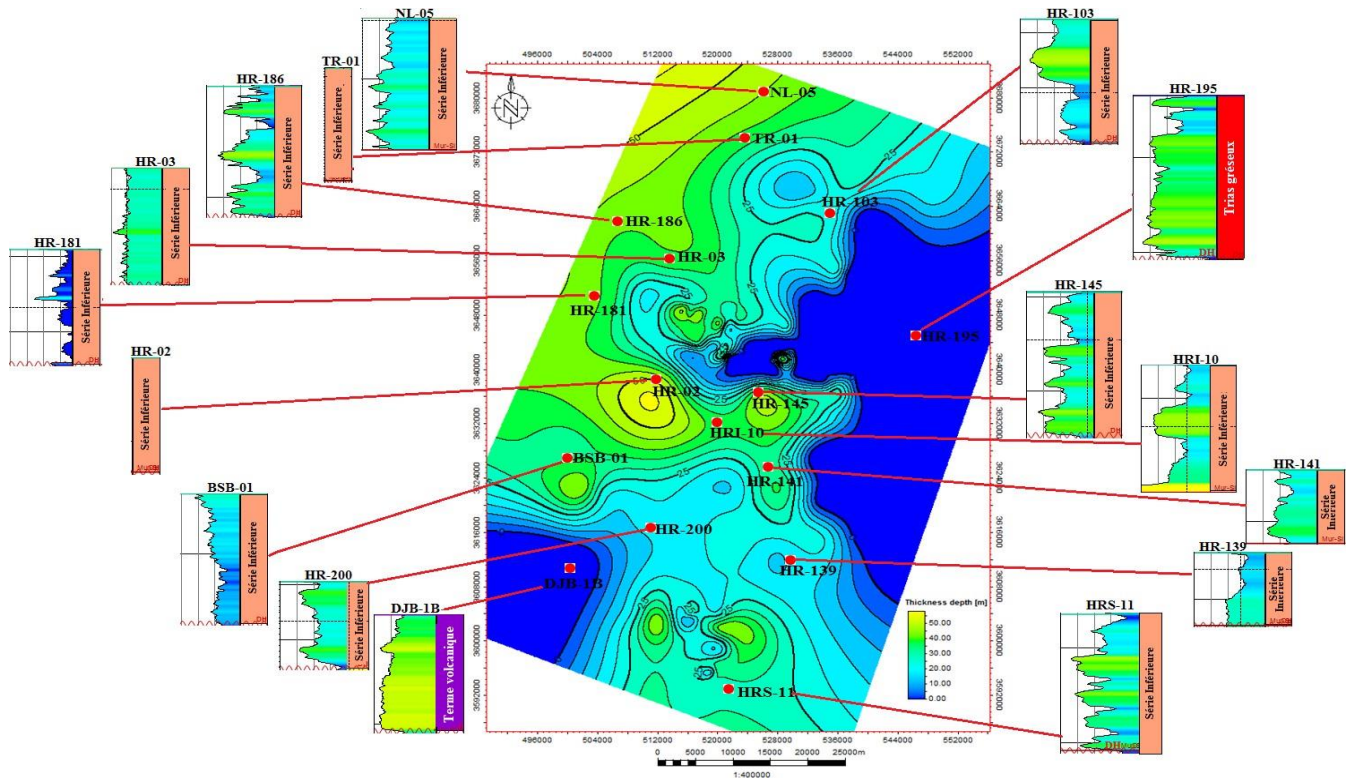


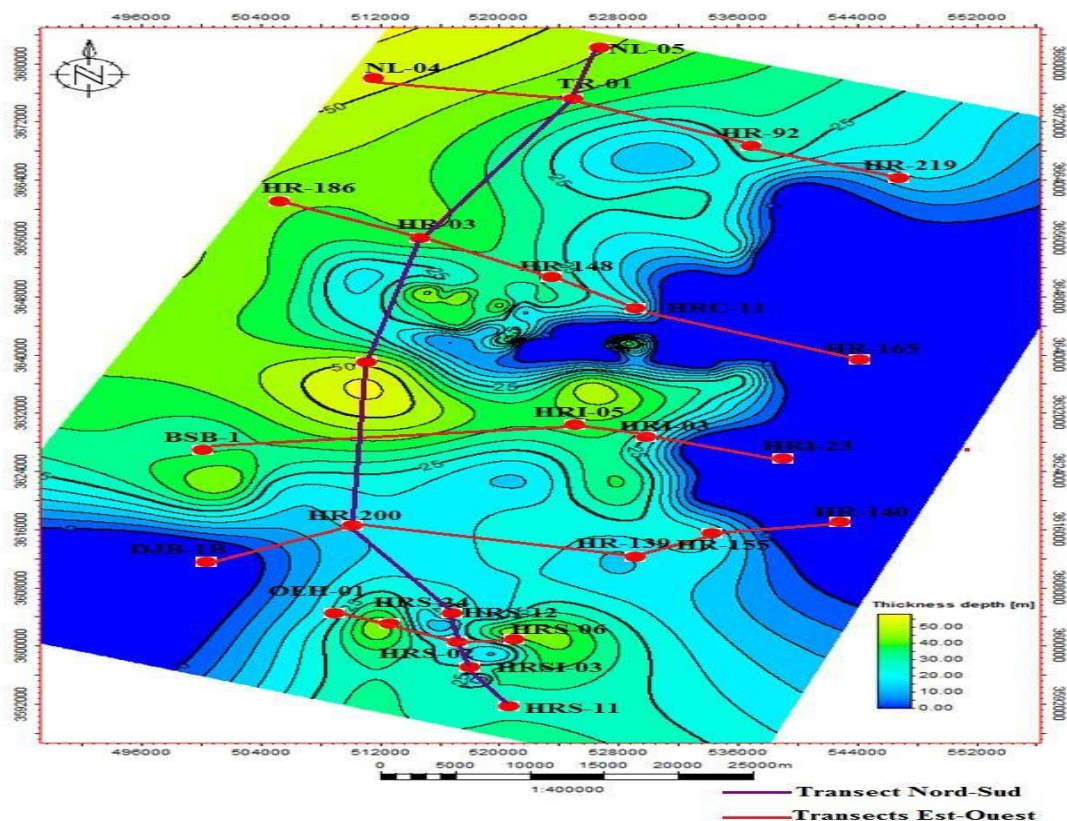
Figure III.6 : Répartition du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure dans tout le champ de Hassi R'mel

## 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 III.1**), à l'exception :

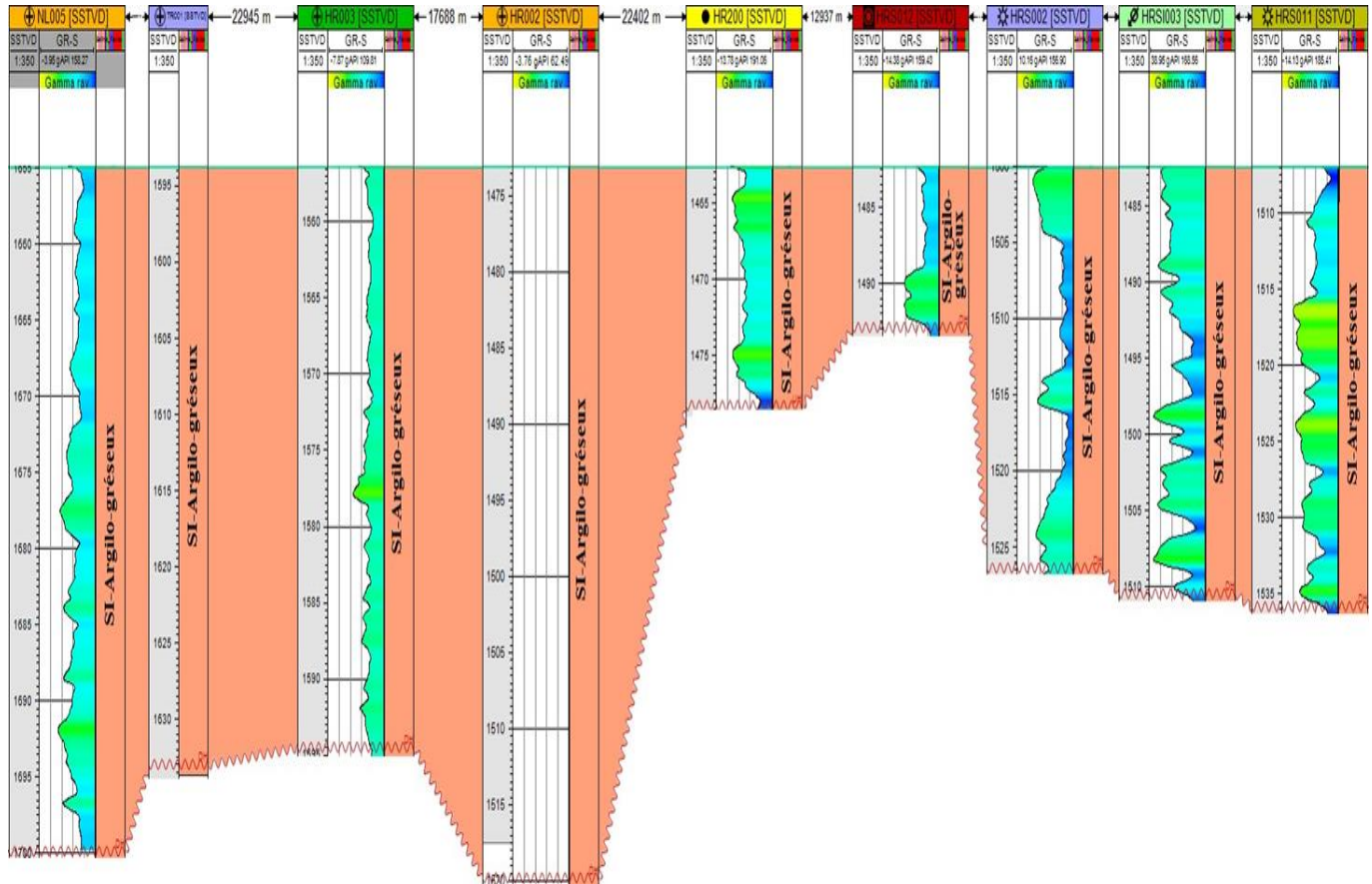
- L'extrême Est, où se développe l'anneau d'huile.
- L'extrême Sud-Ouest, au niveau de la structure de Djebel Bissa, où on trouve le terme volcanique qui s'installe directement sur le Paléozoïque (Ex : DJB- 1Bis, DJB-2 et DJB-3).
- Une partie du centre du champ, où on illustre des dépôts du Trias détritique 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 III.7**) :



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

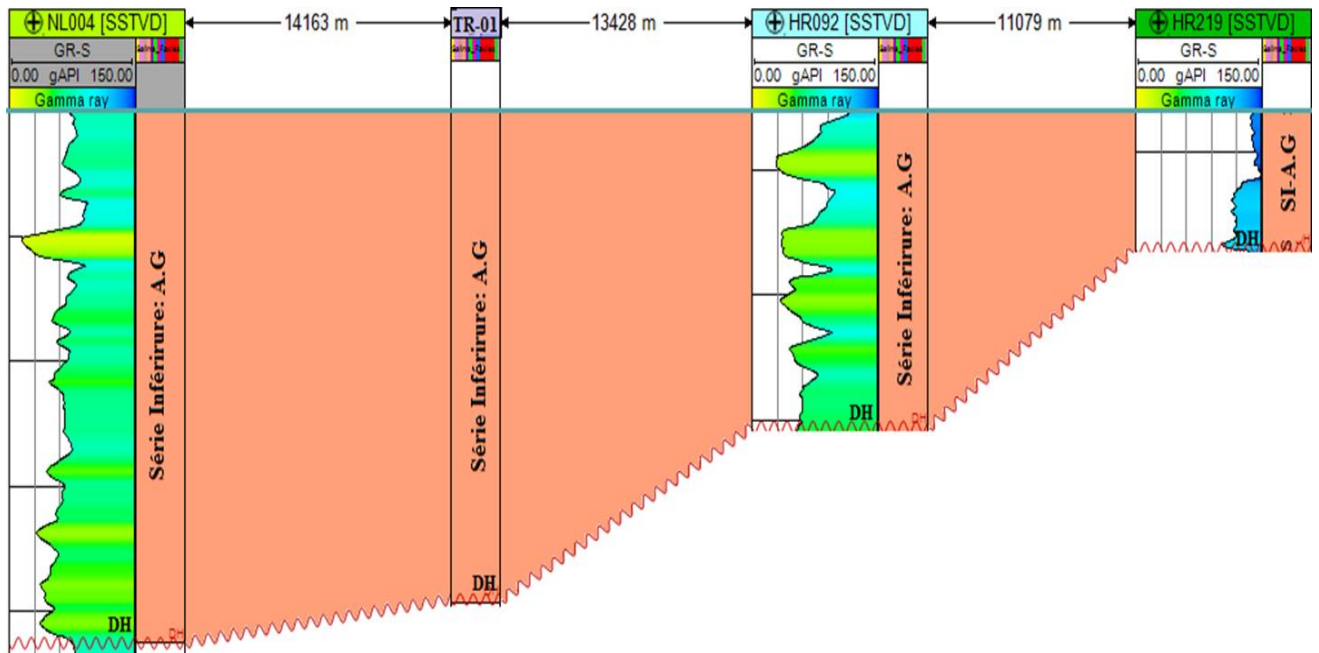
**2-1- Transect Nord-Sud** : incluant les puits : NL-05, TR-01, HR-03, HR-2, HR-200, HRS-12, HRS-02, HRSI-3 et HRS-11, ce premier profil montre la présence du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure du Nord vers le Sud (**Figure III.8**), montrant ainsi le rôle important de la tectonique sur la variation spatiale des épaisseurs au cours des dépôts des différents faciès de la Série Inférieure.



**Figure III.8** : Transect Nord-Sud réalisé à travers les puits NL-05, TR-01, HR-03, 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

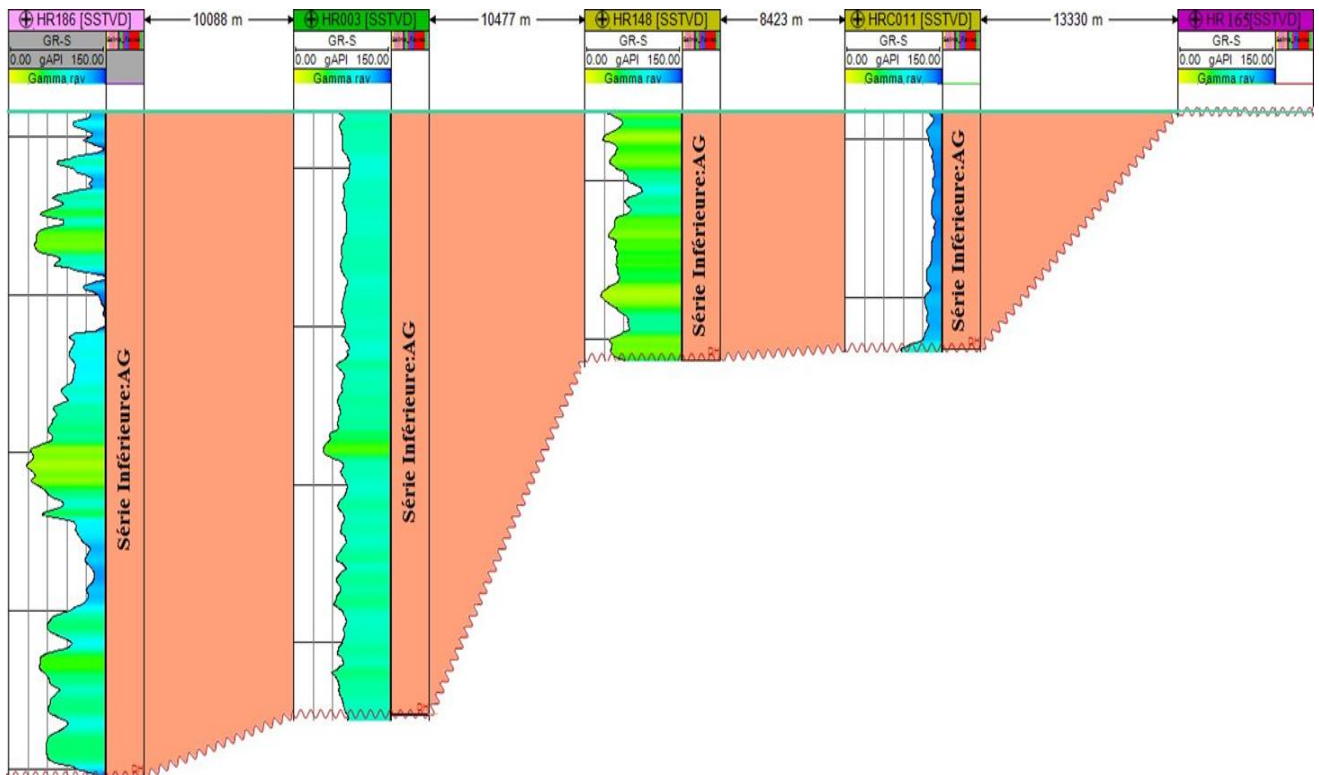
**2-2- Transects Est-Ouest** : 05 transects Est-Ouest ont été réalisés :

**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 III.9**).



**Figure III.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

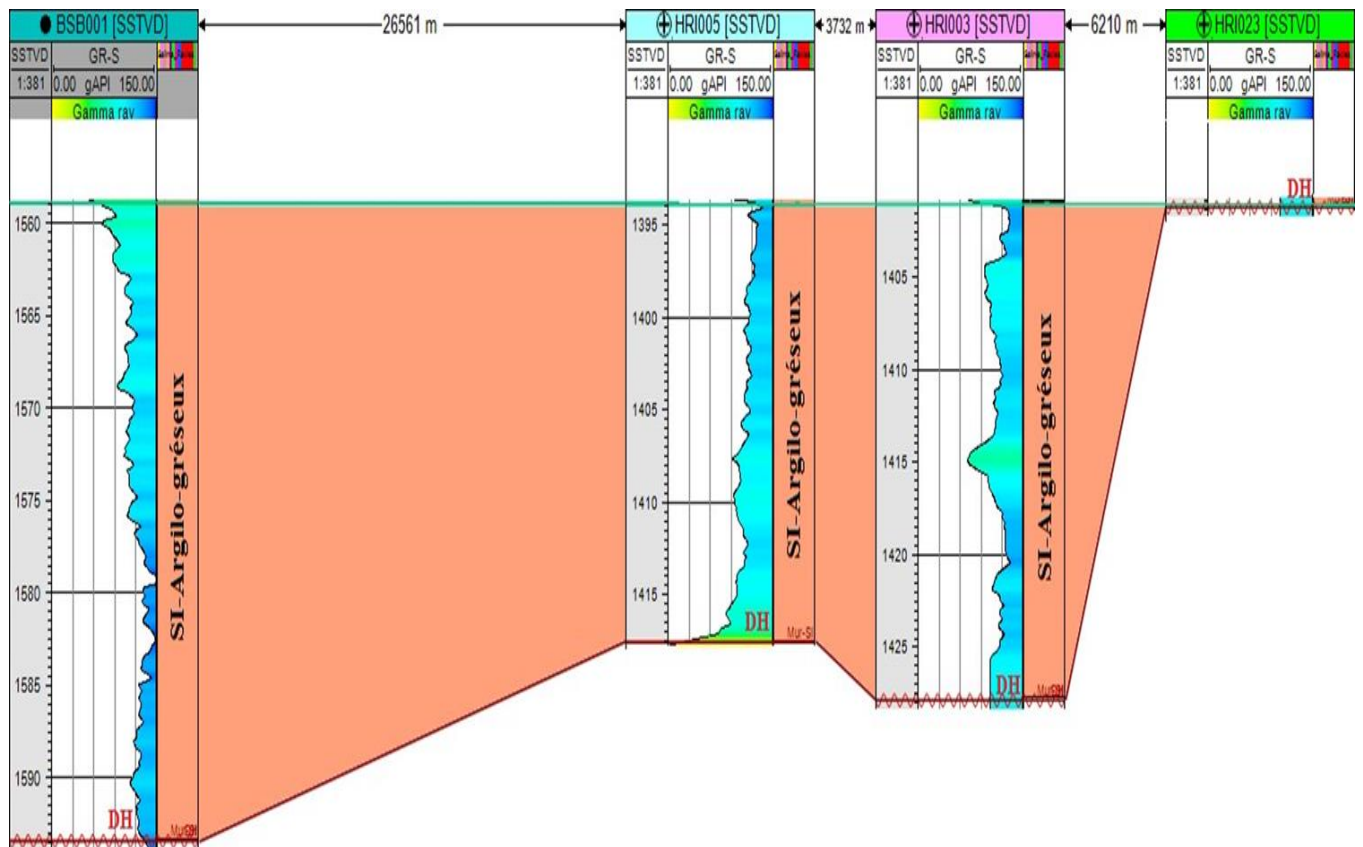
**2-2-2- Transect 02 :** passant par les puits : HR-186, HR-03, HR-148, HRC-11 et HR-165 (Figure III.10).



**Figure III.10 :** Transect 02 : passant par les puits : HR-186, HR-03, HR-148, HRC-11 et HR-165, montrant le biseutage important du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure jusqu'à la disparition totale à l'Est de la structure de Hassi R'mel

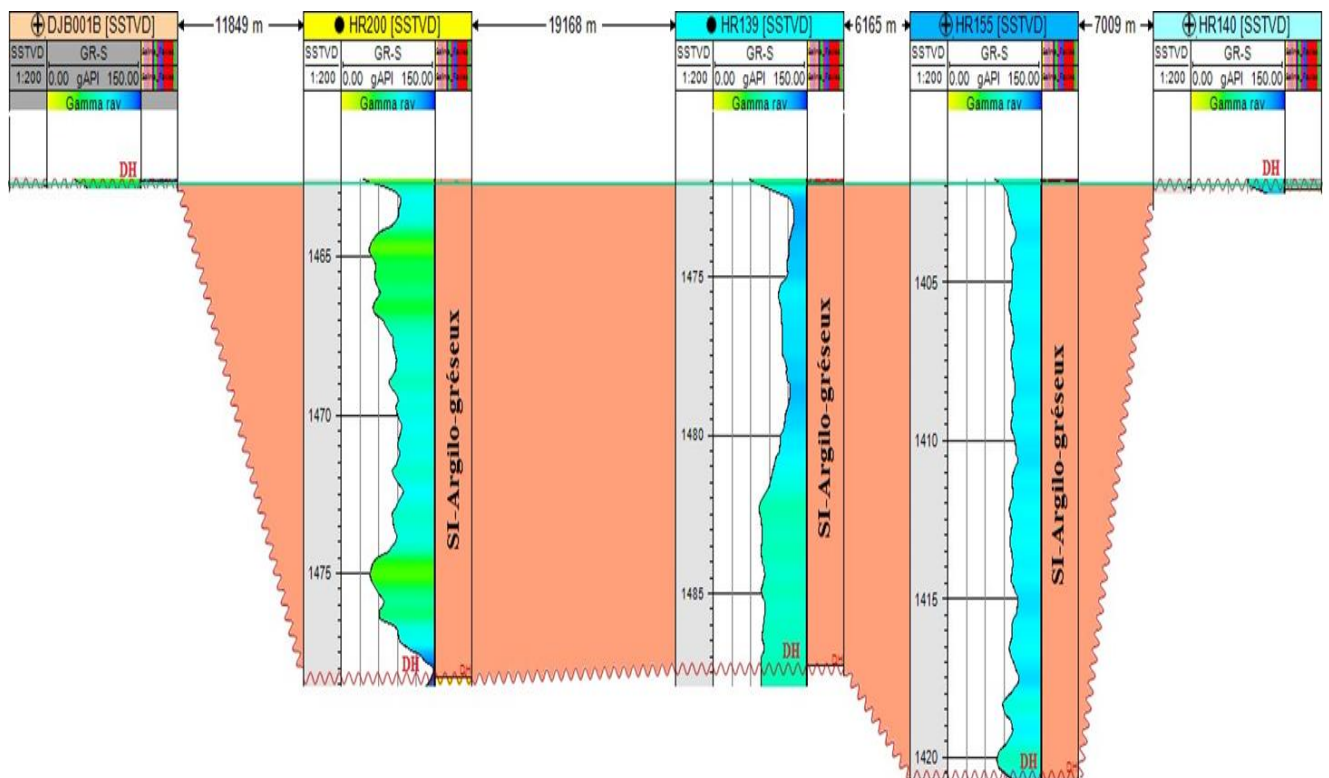
**2-2-3- Transect 03** : passant par les puits : BSB-01, HRI-05, HRI-3 et HRI-23 (**Figure III.11**).

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.



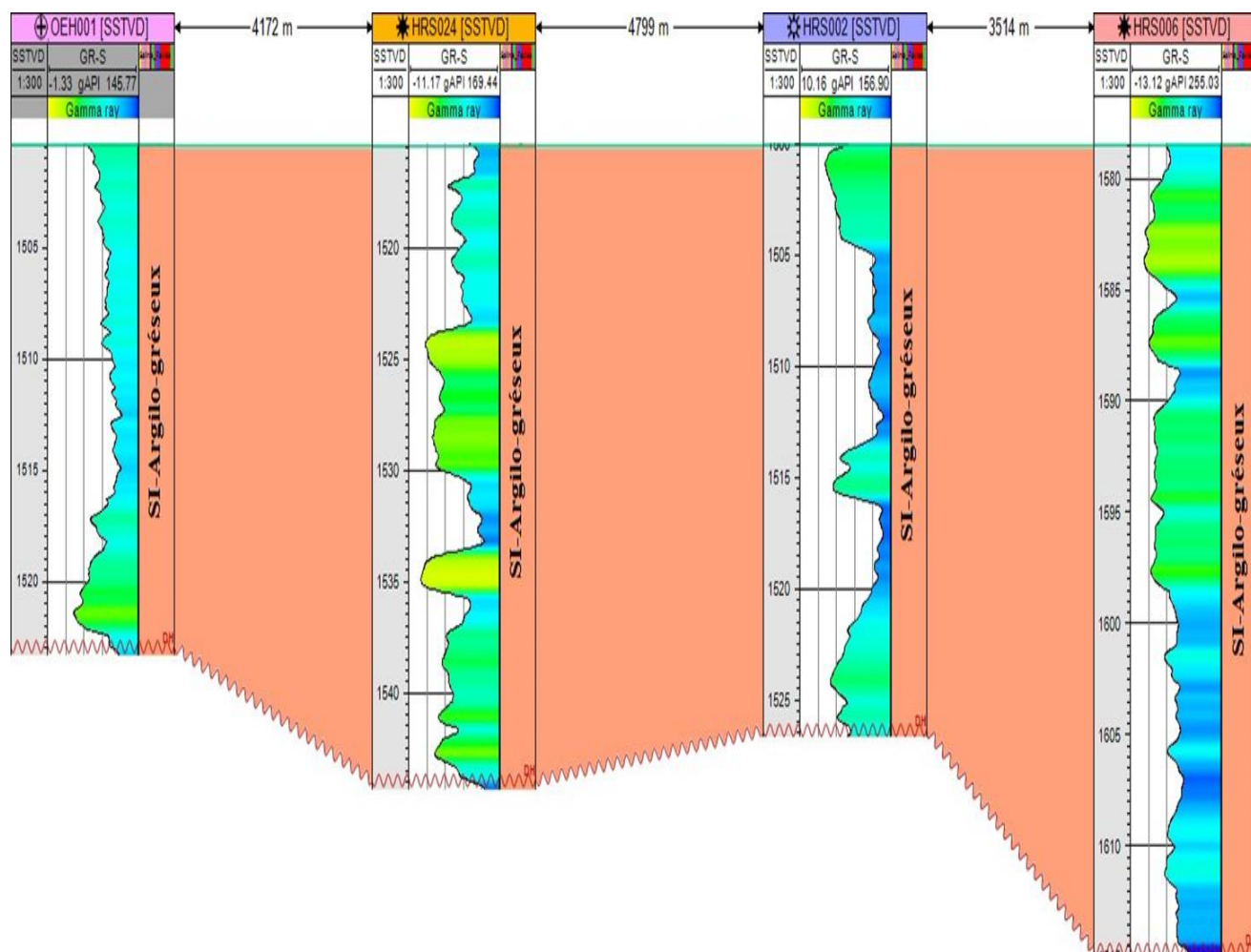
**Figure III.11** : Transect 03 : passant par les puits : BSB-01, HRI-05, HRI-3 et HRI-23, montrant le biseutage important du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure jusqu'à la disparition totale à l'Est de la structure de Hassi R'mel

**2-2-4- Transect 04** : passant par les puits : DJB-1B, HR-200, HR-139, HR-155 et HR-140. Ce transect montre une absence du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure au Sud-Ouest, 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, HR-83, 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 III.12** : Transect 04 : passant par les puits : DJB-1B, HR-200, HR-139, 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 III.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 III.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 III.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 III.14 a**).

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

**-Lithofaciès Sp** : grès fin à moyen, bien trié, à stratifications planes ou légèrement inclinées (**Figure III.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 III.14 e**).

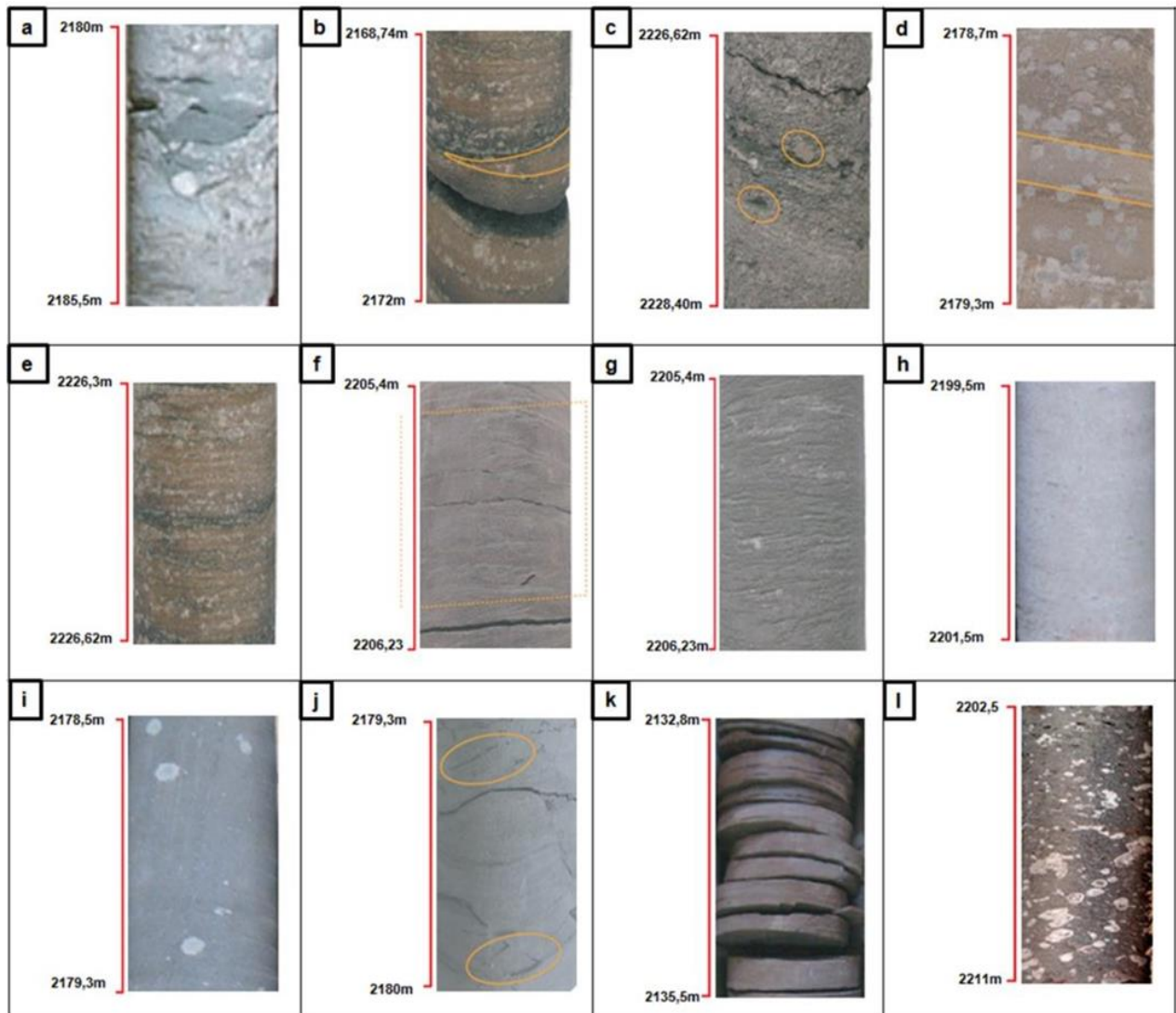
**-Lithofaciès Sr** : grès à grains fins asymétriques à symétriques, parfois associés à des rides de courant (**Figure III.14 f et Figure III.14 g**).

**-Lithofaciès Su** : grès massif, très fin, bien classé grès sans figures sédimentaires (**Figure III.14 h**). On remarque parfois la présence de cailloux avec du ciment anhydritique dans ce lithofaciès (**Figure III.14 i**).

**-Lithofaciès Fl** : 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 III.14 j**).

En général, la formation argilo-gréseuse de la Série Inférieure se termine par un développement de dépôts argileux très altérés (paléosol)



**Figure III.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 III.2 et Figure III.15**). 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.

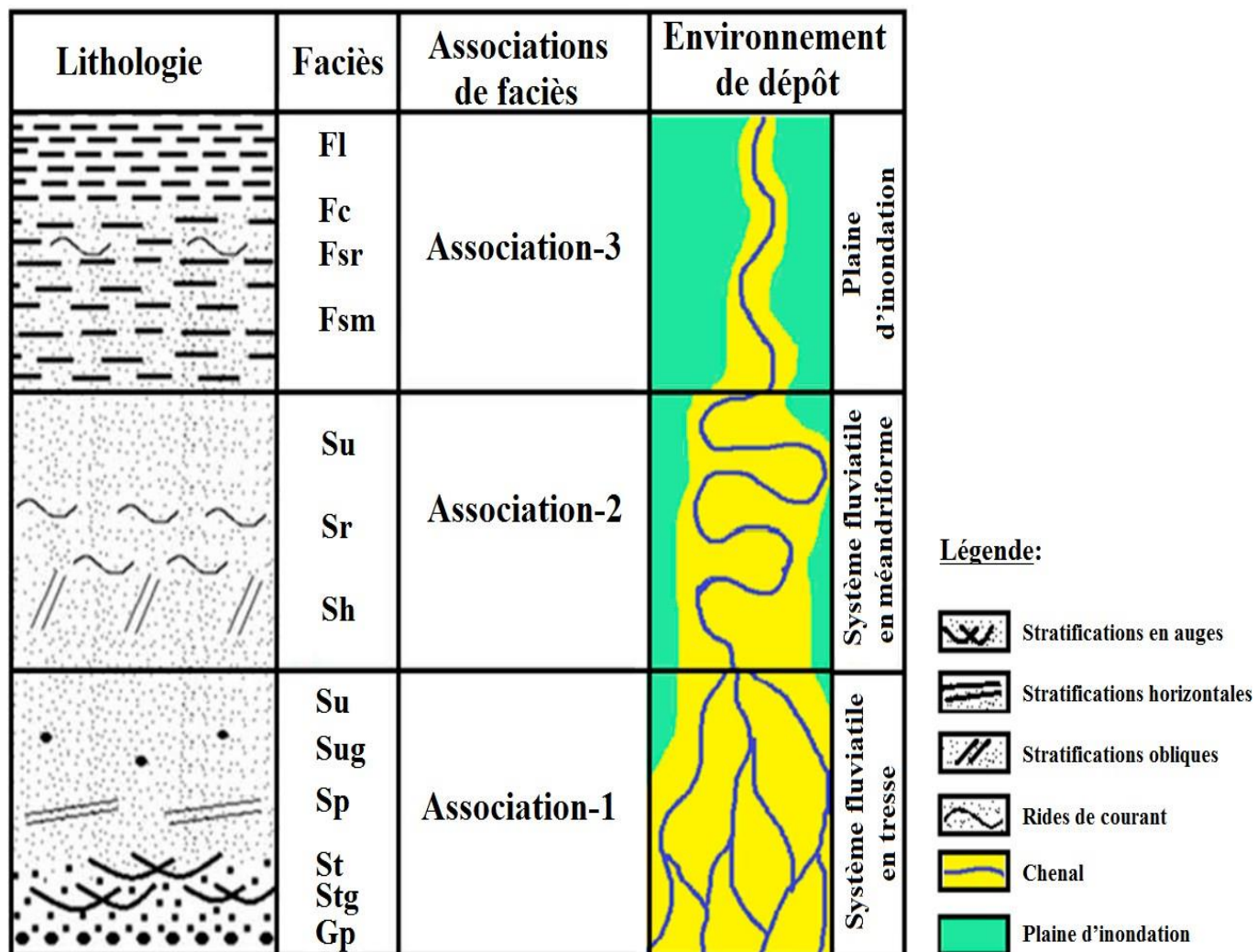
**Milieu de dépôt** : il s'agit de faciès de plaine d'inondation (Fr, Fc, Fl, Fsr et Fsm) où se développent un paléosol et de petits débordements (bas régime hydrodynamique).

CODE	LITHOFACIES	ENVIRONNEMENT DE DEPOT
Fr	Argile <u>silteuse</u> à racines	Plaine d'inondation
Fc	Argile <u>silteuse</u> à nodule de dolomie	Plaine d'inondation
Fl	Argile <u>silteuse</u> 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 <u>pentées</u>	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 III.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 III.2 : Association des lithofaciès en environnements de dépôts



**Figure III.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

#### 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 III.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 corréliser quelques puits entre eux (**Figure III.17**).

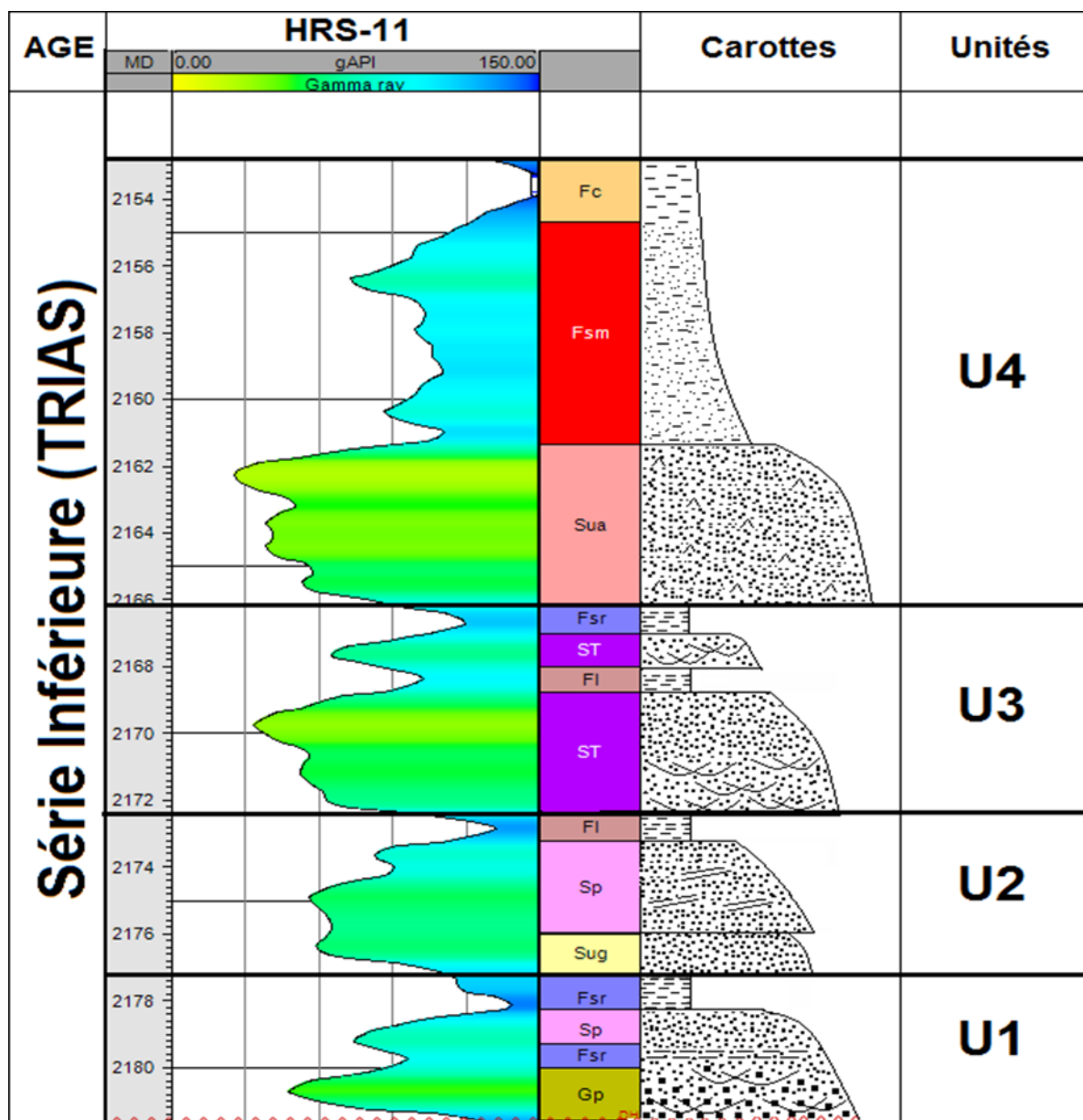
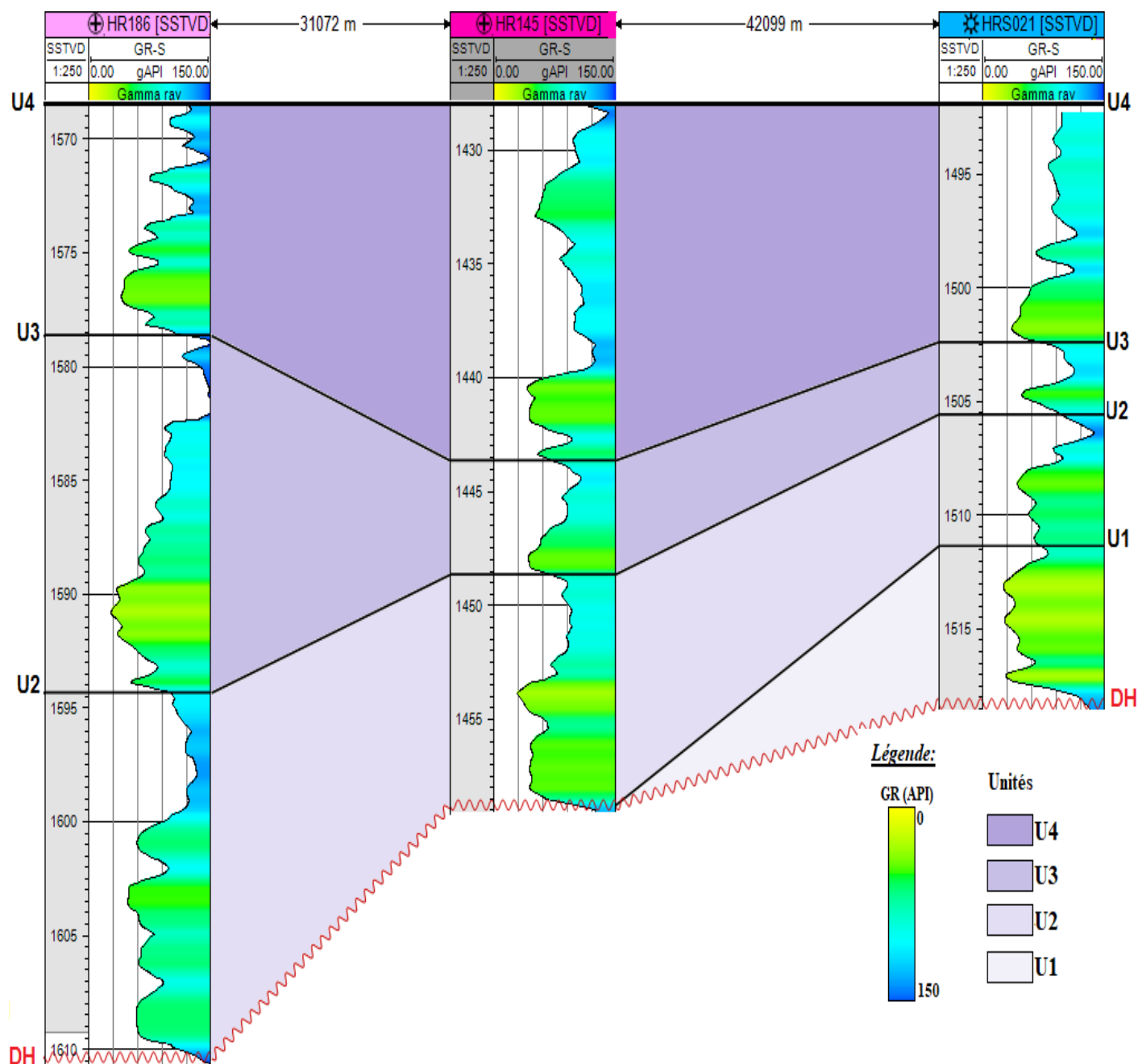


Figure III.16 : Découpage du niveau argilo-gréseux de la Série Inférieure : Puits HRS-11 du champ de Hassi R'mel



**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

**CHAPITRE IV :**  
**Caractérisation pétrophysique**  
**du réservoir SI**

### 1. INTRODUCTION

La discipline "pétrophysique" est l'étude des propriétés chimiques et physiques qui décrivent le comportement des roches, des sols et des fluides. Elle se base sur l'analyse détaillée des études diagraphiques et des carottes obtenues aux puits. Cette discipline, destinée en grande majorité à décrire le réservoir, cherche à mesurer deux types de propriétés : Les propriétés pétrophysiques conventionnelles : Typiquement, on cherche à estimer :

- La saturation en fluide correspondant à la fraction de l'espace du pore occupé par un fluide ;
- Le volume d'argile, soit le pourcentage d'argile sur un volume complet de roche ;
- La porosité ;
- La perméabilité,

. Ces différentes propriétés, une fois reconstituées nous permettent d'évaluer le volume d'huile ou de gaz en place.

#### LA POROSITE( $\Phi$ ) :

La porosité est le volume de vide existant dans la roche sur le volume total de la roche, cette valeur est exprimée en %. Elle est appelée une porosité utile lorsque tous les pores sont reliés entre eux, on l'appelle résiduelle lorsque ces pores ne sont pas reliés. La majorité des roches réservoirs ont une porosité de l'ordre de 10 à 35%, elle est très variable entre un réservoir et un autre. Il existe deux types de porosités :

- **Une porosité primaire :**

Elle est héritée du sédiment. Cette porosité se rencontre surtout dans les roches clastiques, elle est formée pendant le dépôt du sédiment, donc synsédimentaire ; elle est de type intergranulaire et dépend :

- du classement et de la forme des grains.
- du mode d'arrangement des grains.
- du degré de compaction et de cimentation.

- **Une porosité secondaire :**

Elle est générée par plusieurs processus lors de la diagenèse et l'enfouissement, elle est le résultat des changements post-sédimentaires, elle englobe la porosité vacuolaire acquise par dissolution dans les roches d'origine chimique ou biochimique, la porosité de fracture et la porosité due à l'altération.

### **Les différents types de porosité**

#### **a- La porosité totale**

La porosité totale est le rapport entre le volume total des vides (**V<sub>p</sub>**) non occupés par des solides (pores, fissures, cavités et fractures) et le volume total de la roche (**V<sub>t</sub>**). Elle s'exprime par :

$$\Phi_t = (V_p / V_t) \times 100$$

#### **b- La porosité utile (ou effective)**

C'est le rapport du volume des pores reliés entre eux au volume total de l'échantillon.

On considère les pores connectés contribuant à l'écoulement du fluide en place.

La porosité utile des roches varie entre 1 % et 40 % ; généralement, on dira que la porosité est:

- Médiocre si  $\Phi < 5\%$
- Faible si  $5\% < \Phi < 10\%$
- Moyenne si  $10\% < \Phi < 20\%$
- Bonne si  $20\% < \Phi < 30\%$
- Excellente si  $\Phi > 30\%$ .

#### **c- La porosité résiduelle**

C'est le rapport du volume des pores qui ne communiquent pas entre eux et avec le milieu extérieur au volume total de l'échantillon.

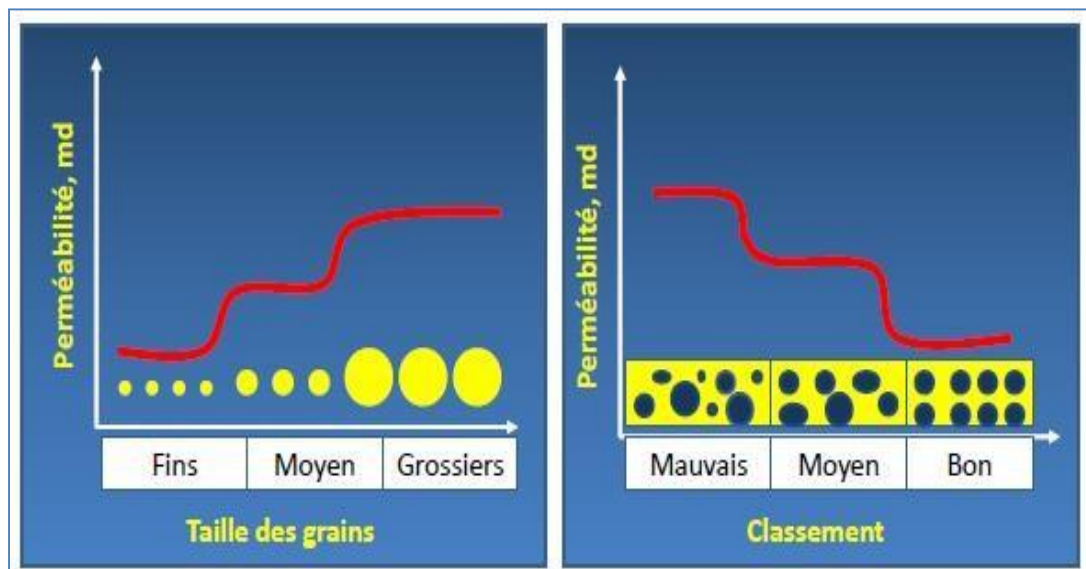
#### **d- La porosité apparente**

On appelle porosité apparente la porosité que les diagraphies fournissent avant toute correction en particulier des effets des argiles qui ont une porosité importante mais non utile.

## LA PERMEABILITE(K)

C'est la capacité d'une formation poreuse à se laisser traverser par un fluide lorsqu'un gradient de pression est appliqué, elle s'exprime en mDarcy ou en Darcy ou en mètre cube par seconde. Ce paramètre indispensable pour estimer la qualité et la rentabilité d'un réservoir est contrôlé par plusieurs facteurs tels que le type et la lithologie de la roche, la viscosité du fluide, la pression différentielle, la surface de la section ou de la formation et la porosité de la roche traversée par le fluide (eau, huile ou gaz).

La perméabilité varie est fonction des propriétés texturales de la roche (taille des grains, arrondi ou sphéricité, classement, dispositions des grains (packing), etc. Elle augmente avec la taille des grains et diminue avec le classement et l'arrondi des grains (**Figure IV.1**).



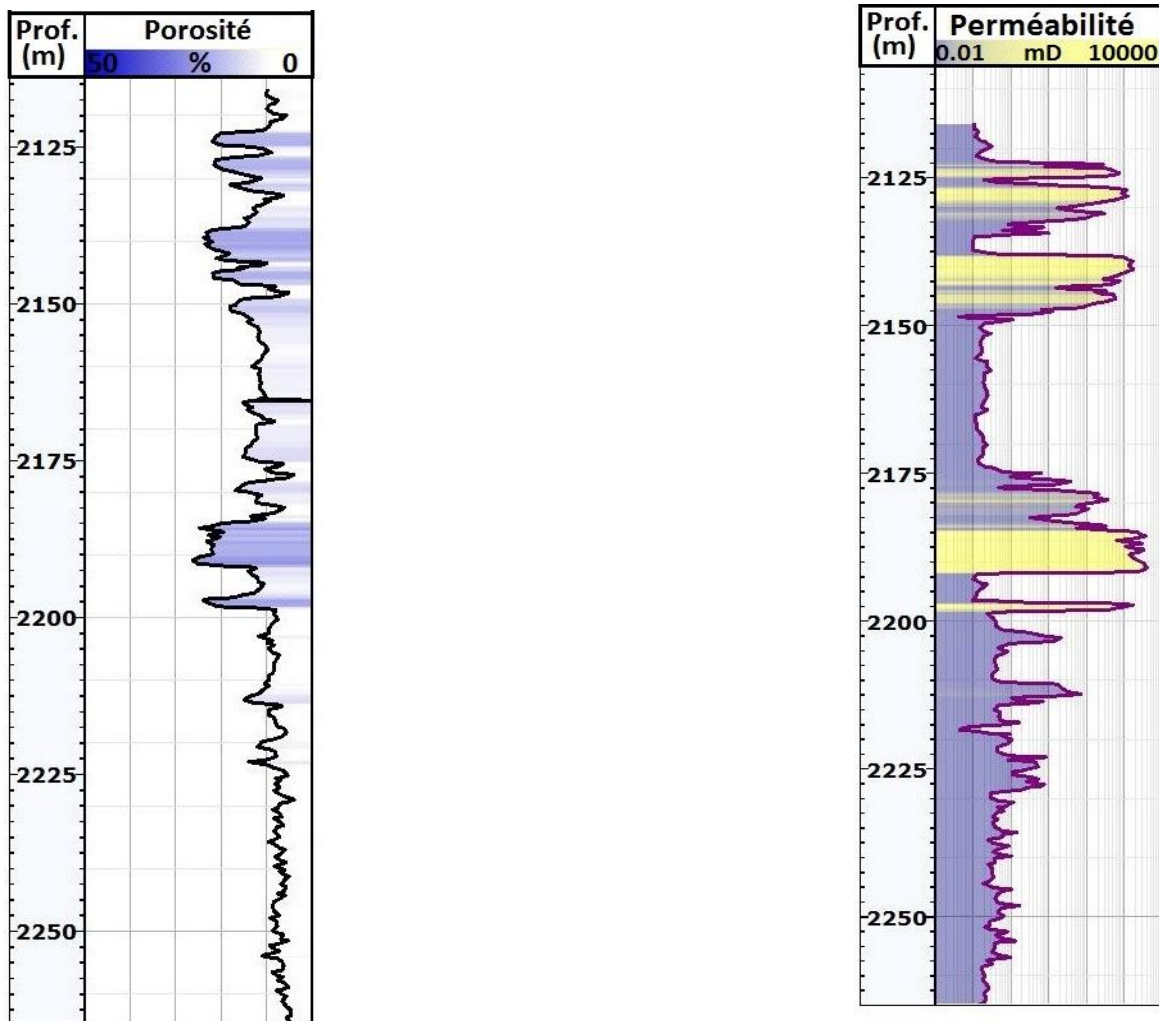
**Figure IV.1** : La perméabilité en fonction de la texture de la roche (Beghoul, 2013).

Ces deux paramètres pétrophysiques sont généralement étudiés par les pétroliers à l'aide des diagraphies qui donnent une vraie écographie du sous-sol, cette méthode permet d'avoir une meilleure vision de la porosité ainsi que de la perméabilité qui sont les deux paramètres les plus essentiels pour l'estimation de la rentabilité d'un réservoir.

## 2. INTERPRETATION DES GRAPHES DE POROSITE ET DE PERMEABILITE EN FONCTION DE LA PROFONDEUR

Après avoir reçu les données de diagraphies en format LAS, sont intégrés dans le logiciel PETREL (version libre) afin d'obtenir les logs ci-suivants :

**Puit HR-145 :**



**Figure IV.2 :** Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HR-145

Intervalle (m)	Porosité (%)	Perméabilité mD	Observations
2000-2125	13	0.1	Porosité moyenne et perméabilité très faible
2125-2150	15	800	Porosité moyenne et perméabilité très bonne
2150-2185	11	0.1	Porosité moyenne et perméabilité médiocre
2185-2200	25	1000	Porosité bonne et perméabilité excellente
2200-2275	9	1	Porosité faible et perméabilité faible

Tableau IV.1 : Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HR-145

Puit HR-186

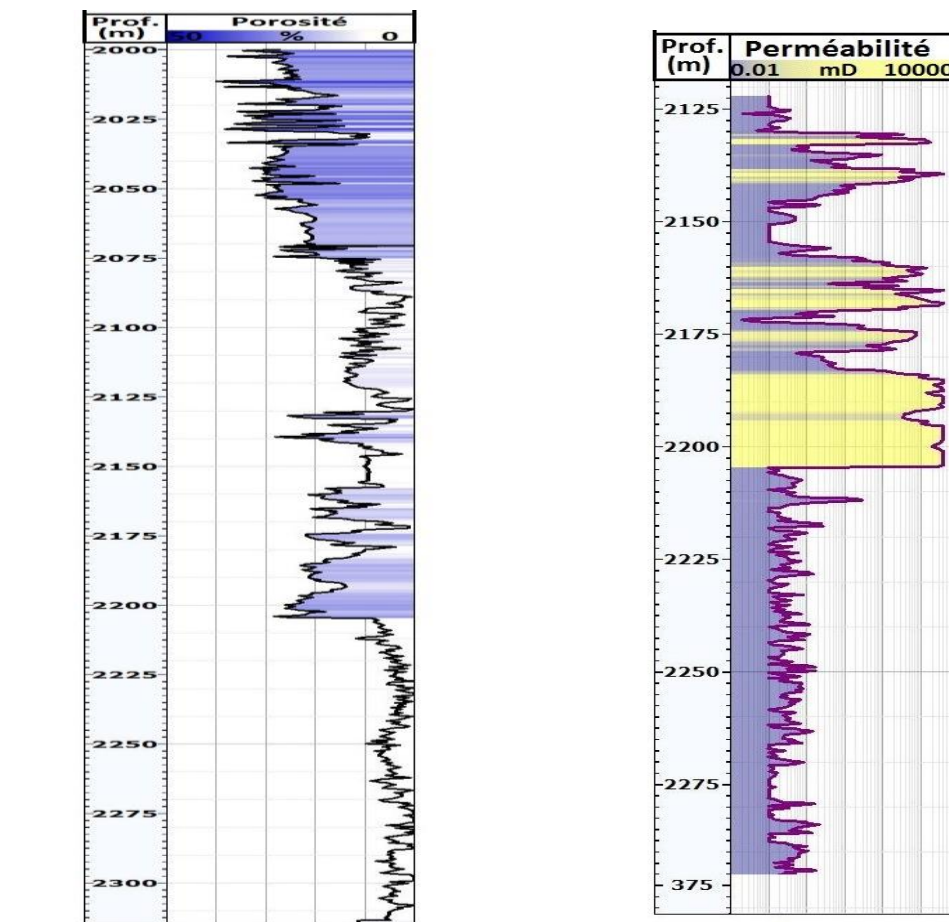


Figure IV.3: Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HR-186

Intervalle (m)	Porosité (%)	Perméabilité mD	Observations
2000-2050	35		Porosité excellente
2050-2075	25		Porosité bonne
2075-2125	10	1000	Porosité moyenne et perméabilité très bonne
2125-2150	20	800	Porosité bonne et perméabilité très bonne
2150-2200	25	1200	Porosité bonne et perméabilité excellente
2200-2300	2	1	Porosité médiocre et perméabilité faible

Tableau IV.2 : Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HR-186

Puit HRS-21

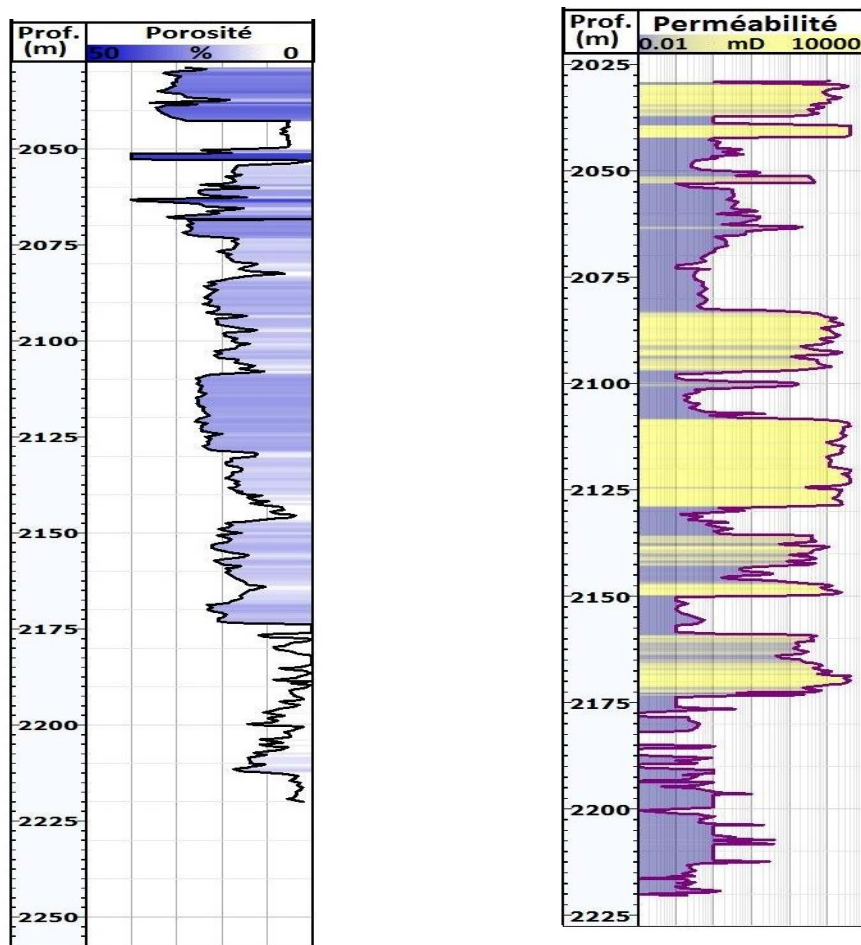
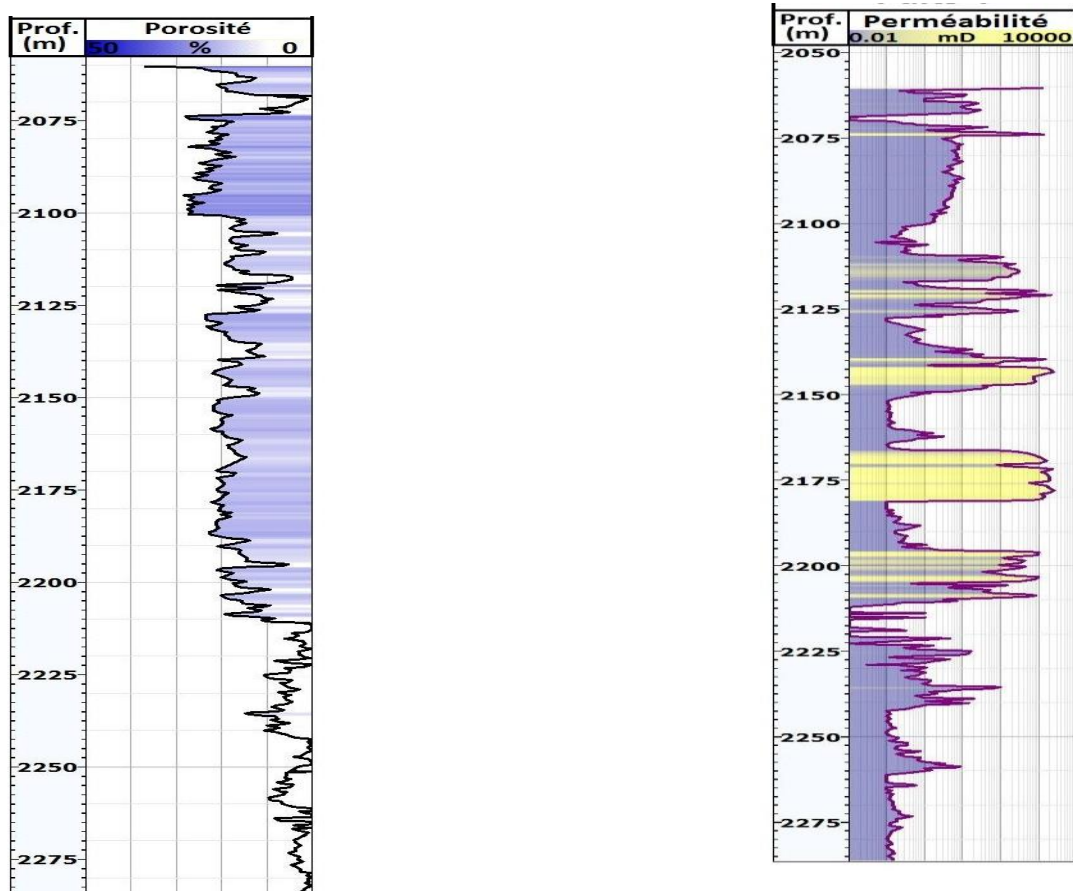


Figure IV.4 : Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HRS-21

Intervalle (m)	Porosité (%)	Perméabilité mD	Observations
2025-2050	35	1100	Porosité excellente et perméabilité excellente
2050-2080	30	100	Porosité bonne et perméabilité bonne
2080-2100	25	1100	Porosité bonne et perméabilité excellente
2100-2125	25	1200	Porosité bonne et perméabilité excellente
2125-2175	20	800	Porosité moyenne et perméabilité très bonne
2175-2225	10	10	Porosité faible et perméabilité faible

**Tableau IV.3 :** Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HRS-021

**Puit HRS-11 :**



**Figure IV.5 :** Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HRS-11

Intervalle (m)	Porosité (%)	Perméabilité mD	Observations
2050-2100	25	200	Porosité et perméabilités bonnes
2100-2150	22	1000	Porosité bonne et perméabilité très bonne
2150-2165	22	10	Porosité bonne et perméabilité faible
2165-2180	21	1200	Porosité bonne et perméabilité excellente
2180-2195	20	1	Porosité moyenne et perméabilité faible
2195-2210	20	900	Porosité bonne et perméabilité très bonne
2210-2275	5	1	Porosité médiocre et perméabilité très faible

Tableau IV.4 : Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HRS-11

Puit HR-148 :

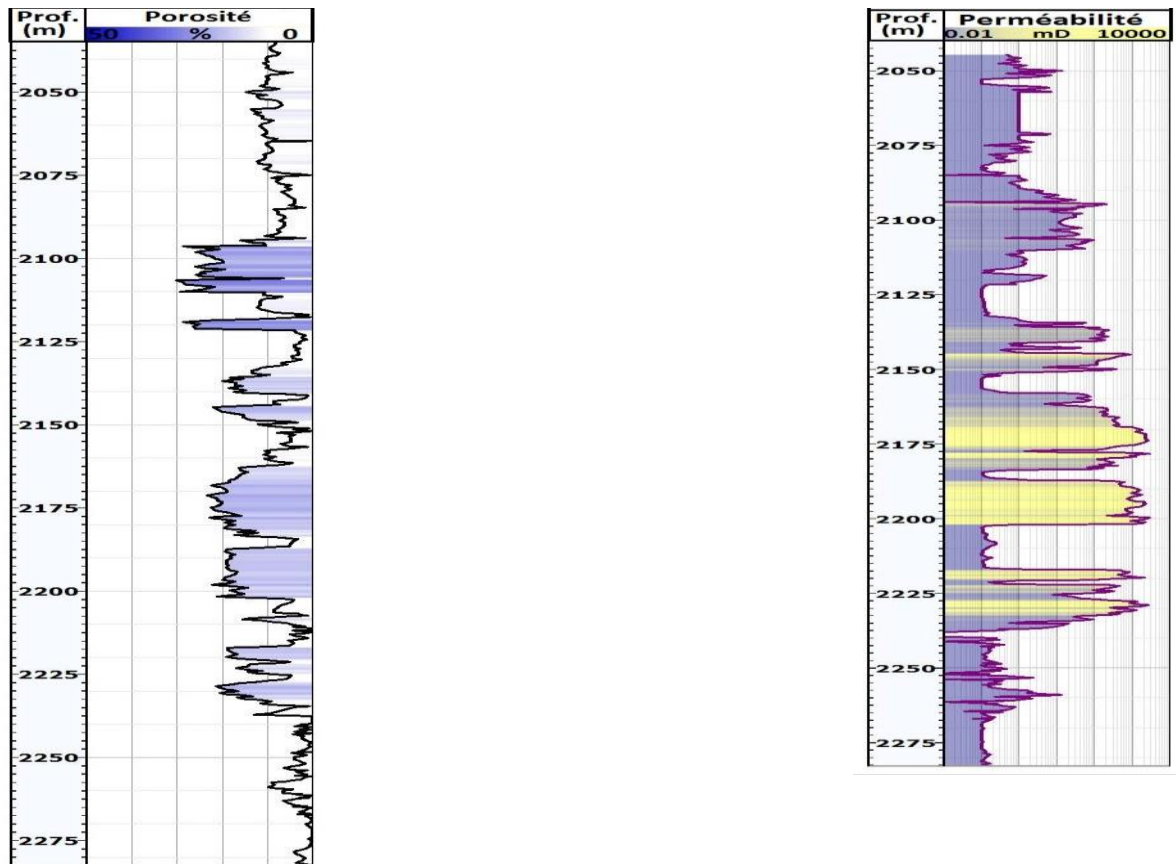


Figure IV.6: Evolution de la porosité et de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le puit HR-148

Intervalle (m)	Porosité (%)	Perméabilité mD	Observations
2050-2085	5	2	<b>Porosité médiocre et perméabilité faible</b>
2085-2125	30	90	<b>Porosité et perméabilité bonnes</b>
2125-2150	20	300	<b>Porosité moyenne et perméabilité très bonne</b>
2150-2200	21	1200	<b>Porosité bonne et perméabilité excellente</b>
2200-2215	10	0.1	<b>Porosité faible et perméabilité très faible</b>
2215-2235	20	1000	<b>Porosité moyenne et perméabilité très bonne</b>
2235-2275	3	1	<b>Porosité médiocre et perméabilité faible</b>

**Tableau IV.5 :** Résultats de l'interprétation des diagraphies pour le puit HR-148

### **Interprétation des diagraphies**

Les graphes et les tableaux précédents représentent les enregistrements et les valeurs de porosité et de perméabilité en fonction de la profondeur des formations traversées par un forage. Ces deux caractéristiques sont intéressantes pour les pétroliers, elles permettent de définir la qualité et la rentabilité d'un réservoir d'hydrocarbures. Dans ce cas de figure, les valeurs de porosité varient d'une manière remarquable dans l'espace et dans le temps. Au niveau du deuxième puits les diagraphies enregistrent des valeurs importante d'environ 40% entre 2000 et 2075 m de profondeur, ces dernières diminuent ensuite jusqu'à environs 20% entre 2150 à 2200 m de profondeur. Au niveau du puits 5 les valeurs la porosité sont faibles jusqu'à 2100 m, à partir de cette profondeur, ces valeurs commencent à augmenter pour atteindre les 30%. La perméabilité évolue de la même manière que la porosité, nous observons une certaine alternance verticale et latérale de niveaux très perméables et d'autres moins perméables, ce qui témoigne d'une part de la discontinuité latérale des formations géologiques composant ce bassin, d'une autre part ces caractéristiques étudiées et représentées sur ces graphes sont liées directement au type de formations et leurs environnements de dépôt. Sans négliger les conditions de la diagenèse qui peuvent affecter ces formations et qui jouent un rôle très important dans l'évolution de la porosité et de la perméabilité caractéristiques d'un réservoir donné.

**CONCLUSION**  
**GENERALE**

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 fluviaux, 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 Sud-Ouest, 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.

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.

L'analyse pétrographique et diagénétique montre que les réservoirs du Trias de Hassi R'mel et spécialement la Série Inférieure sont constitués de faciès gréseux et argilo-gréseux, composé de grains de quartz, de micas, de feldspaths et accessoirement de minéraux lourds. Ces éléments figurés sont liés par une matrice représentée par des ciments siliceux, argileux, carbonaté, évaporitique, ferrugineux et accessoirement pyriteux. Le réseau poreux dans ce réservoir est caractérisé par la porosité de dissolution et la porosité primaire intergranulaire.

A partir de l'analyse des différentes coupes réalisées au niveau de la Série Inférieure, nous nous intéressons aux endroits les plus élevés structuralement et qui présentent les meilleures qualités d'un bon réservoir à savoir les grès propres, une bonne porosité, une bonne perméabilité, un faible volume d'argile et une faible saturation en eau. Deux zones importantes sont illustrées :

- Une zone centrale.
- Une zone sud.

Ait Salem H. 1992 : Province Triasique – thèse de doctorat.

Boudjemaa : 1987 – thèse de doctorat ( aspect structural)

Aït Ouali, R. et Nedjari, A. 1996. La province triasique saharienne. 20 ans d'informations géologiques : bilan critique et réflexions. Bulletin du Service Géologique de l'Algérie 7 (2), 211-228.

Aït Yahia, A. 1999. Carte de situation des puits de Hassi R'Mel. Rapport interne. N°15 50 p. Département de géologie, Sonatrach Exploration, Boumerdès, Algérie.

Baouche, Nedjari 2010 ; Analyse faciologique des formations triasiques des puits de Hassi R'Mel à partir des diagraphies différées : reconnaissance des paléosols. January 2010. Africa Media Review 17(2) :129-151

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-Comté, France.

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.

Louni, F. et Zmiri, N. 2000. Faciès et modèles dans le Trias Saharien. Thèse 300 p. Université USTHB, Alger, Algérie.

Nedjari, A. 1992. Les faciès rouges de type playa;électroséquences et chromo séquences ; L'exemple des séries argileuses rouges permienes du bassin de Béchar (Sud-Oranais, Algérie). Actes du 115 e congrès national des sociétés savantes ; Section des sciences ; Géologie africaine; Actes du 3e colloque, Actes du Congrès National des Sociétés Savantes, Section des Sciences 115, 111-124.

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; Optimisation of Development Plan of Serie Inferior (Triassic Inferior) In Hassi R'Mel South, Algeria. AAPG ID 89987

- Petrolog, 2002. Advanced Log Analysis Software. V.10. Crocker data processing. Petroleum House. WA 6102, Australia.
- Schlumberger, 1987b. Recueil d'abaques d'interprétation des diagraphies. France.
- Serra, O. 1985a. Diagraphies différées, base de l'interprétation. Tome 2, interprétation des données diagraphiques, 7. Bull. Centres rech.Explor. Prod.Elif-Aquitaine, Mémo., Pau, 631.
- Serra, O. 1985b. Sedimentary environments from wireline logs. Schlumberger, 211.
- Serra, O. 1986. Les diagraphies différées : leur emploi en géologie sédimentaire. Bulletin Centre Recherches Exploration-Production Elf
- Sonatrach, 1978. Etude géologique du champ de Hassi R'Mel. 1<sup>ère</sup> partie : étude sismique et structurale ; 2<sup>ème</sup> partie : étude géologique des réservoirs. Rapport interne Sonatrach.
- Sonatrach, 2020-2021. Donnée Géologiques internes, Département Hassi R'mel, Direction Gisement, Division PED
- 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.