

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA

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

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS



## Mémoire de Master Professionnel

Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géologie des Hydrocarbures

### THEME

**Etude des fracturations de réservoir des Quartzites de  
Hamra par carottes et imagerie. Cas de Hassi  
Guettar Ouest (Sud-est algérien)**

Présenté par

- ❖ AICHAOUI Amir
- ❖ KHELLOU Wail
- ❖ KHOULDI Selman

*Soutenu publiquement le*

**Devant le jury :**

Président : Mr. MEDJANI Fethi  
Promoteur : M<sup>eme</sup>. BEGUIRET Lilia  
Examineur : Mr. LAOUINI Hamza

M.C.A Univ. Ouargla  
M .C.B Univ. Ouargla  
M .A.A Univ. Ouargla

Année Universitaire : 2018/2019



## REMERCIEMENT

*Louange à **ALLAH** et grâce à lui, le tout-puissant pour lequel nous avons convenu de compléter, ce mémoire. Ce que nous espérons pouvoir faire cesser après pour faire une différence et si simple dans leurs recherche et préoccupations concernant le sujet de **Etude de fracturation des Quartzites Hamra par carottes et imagerie .Cas de Hassi Guettar Ouest (Sud-est algérien).***

*Nous exprimons nos remerciements et notre reconnaissance à notre directrice de mémoire, Mme **Beguiret Lilia** que nous considérons comme notre principal soutien dans la réalisation de ce présent travail.*

*Nous apportons les fruits de notre plantation à ceux qui se vouent à l'âge de faire passer un message qu'ils ont fait des feuilles de patience à nos parents  
Nous remercions au personnel de la fondation, du directeur au gardien et à tous ceux qui nous ont amenés sur cette plateforme.*

# SOMMAIRE

---

## SOMMAIRE

**.Remerciement**

**.Sommaire**

**.Liste des figures**

**.Liste des tableaux**

INTRODUCTION GENERALE .....	01
<b>CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE ET LOCALE</b>	
1. Géologie d'oued m'ya .....	02
1.1. Situation géographique d'oued m'ya.....	02
1.2. Situation géologique du bassin d'Oued M'ya.....	03
1.3. Lithostratigraphie.....	04
1.3.1. Le Paléozoïque.....	04
1.3.2. Le Mésozoïque .....	06
1.3.3. Le Cénozoïque.....	07
1.4. Tectonique d'Oued M'ya .....	07
2. Géologie Locale de Hassi Guettar .....	08
2.1. Situation géographique de la région d'étude .....	08
2.2. Situation géologique de la région d'étude .....	08
2.3. Historique de la découverte du champ .....	09
2.4. Lithostratigraphie du champ .....	10
2.4.1. Le socle.....	11
2.4.2. L'Infracambrien.....	11
2.4.3. Le Paléozoïque.....	11
2.4.4. Le Mésozoïque.....	13
2.4.5. Le Cénozoïque.....	15
2.5. La géodynamie du champ .....	16
2.6. Aspect structural.....	19
2.7. Aspect pétrolier.....	19
• Roches Réservoir.....	20
• Roches Couvertures.....	20
• Roches mères.....	20
• Types de pièges.....	21
<b>CHAPITRE 2 : METHODES UTILISEES</b>	
1. Imagerie .....	22

# SOMMAIRE

---

1.1. Les Outils d'imagerie .....	23
a) Les outils électriques .....	23
b) Les outils acoustiques.....	23
1.2. Description de l'outil Earth Imager .....	23
1.3. Application de l'outil Earth Imager .....	24
1.4. Développement de l'image.....	24
1.5. Nomenclature des fractures adoptées par (BEAKERATLAS).....	25
1.6. Détermination des fractures.....	25
1.7. Types de fractures.....	25
a) Les fractures naturelles.....	26
Les fractures ouvertes.....	26
Les fractures cimentées .....	27
Fractures partiellement ouvertes.....	28
b) Fractures induites.....	28
Les failles .....	29
Les breakouts .....	29
2. Analyse et description des carottes.....	30
2.1. Matériel de carottage .....	30
2.2. Eléments d'un carottier.....	32
2.3. Types des fractures .....	32
a) Les diaclases .....	32
b) Les stries.....	32
c) Les stylolithes .....	32
d) Les fentes de tensions.....	32
e) Les brèches.....	32
2.4. Type des fractures.....	32
a) Les fractures naturelles.....	32
b) Les fractures induites .....	33

# SOMMAIRE

---

## CHAPITRE 3 : CARACTIRISATION DES FRACTURES

La structure de Hassi Guettar Ouest (HGAO) .....	35
1.1. Implantation des puits .....	35
1.2. Interprétation de la carte en isobathes.....	36
1.3. Interprétation de la carte en isobathes du toit de reservoir.....	36
2. Caractérisations des fractures .....	37
<b>2.1.</b> Analyse des fractures à partir des données d’Imagerie .....	37
• Puits HGAO-7 :23 December 2016.....	38
• Puits HGAO-8 :16 Mars 2017.....	39
• Puits HGAO-10 :08 Janvier 2018 .....	40
• Puits HGAO-11 :21 Février 2019.....	42
<b>2.2.</b> Analyse des fracturations à partir des carottes .....	43
• Puits HGAO-1.....	43
• Puits HGAO-4.....	43
• Puits HGAO-6.....	44
• Puits HGAO-8.....	45
<b>2.3.</b> Analyse des Breakouts .....	46
a) Les breakouts .....	46
b) Les fractures induites.....	46
• Puits HGAO-7.....	46
• Puits HGAO-8.....	47
• Puits HGAO-10 .....	47
• Puits HGAO-11 .....	48
Conclusion.....	49
Référence.....	51
RESUME	

**LISTE DES FIGURES**

**CHAPITRE 1**

Fig.01 : Situation géographique d'Oued M'ya..... 02  
Fig.02 : Situation géologique du bassin d'Oued M'ya..... 03  
Fig.03 : Log litho-stratigraphique de bassin d'Oued M'ya ..... 05  
Fig.04 : Schéma structural d'Oued M'ya ..... 08  
Fig.05 : Localisation géographique de la région de Hassi Guettar (in.BELKHIR.2017)..... 09  
Fig.06 : Colonne litho-stratigraphique du champ de Hassi Guettar..... 12  
Fig.07 : schéma structural montre l'effet des plus importantes phases Tectonique sur le Sahara Algérien..... 18  
Fig.08 : Schéma la structurale de Hassi Guettar Ouest..... 19

**CHAPITRE 2**

Fig.09 : outil Earthe Imager..... 24  
Fig.10 : La translation d'un plan 3D vers un plan 2D « puits vertical»..... 25  
Fig.11 : Images acoustique et électrique en face de différents types de fracture..... 26  
Fig.12 : fracture ouvert sur une image de fond HGAO-8..... 27  
Fig.13 : fracture colmatée sur une image de fond HGAO-7..... 28  
Fig.14 : Exemple de breakouts de puits HGAO-10..... 30  
Fig.15 : appareil de carottage..... 31  
Fig.16 : a) fracture naturelle ouverte, b) fracture naturelle colmatée (HGAO-6)..... 33  
Fig.17 : fracture induite HGAO-8..... 34

**CHAPITRE 3**

Fig.18 : Carte d'implantation des puits de Hassi Guettar Ouest..... 35  
Fig.19 : Carte en isobathes du toit de réservoirs quartzites de Hamra de HGAO..... 36  
Fig.20 : Carte en Isopaques de réservoirs quartzites de Hamra HGAO..... 37  
Fig.21 : types des fractures de HGAO- 7 à l'aide d'Earthe Imager..... 38  
Fig.22 : Les fracture partiellement ouverte de puits HGAO-8..... 39  
Fig.23 : Rosace présence multiple pendage de puits HGAO-8..... 40  
Fig.24 : Des fractures ouvertes et partiellement ouvertes..... 41  
Fig.25 : Absence de fracturation par l'outil OMRI de puits HGAO-1..... 42

## LISTE DES FIGURES

---

Fig.26 : Rosace :a)Fracture cimentées, b) fractures induites, c)fractures ouvertes HGAO-1.....	43
Fig.27 : Rosace :a)Fracture cimentées, b) fractures induites, c) fractures ouvertes de puits HGAO-4.....	44
Fig.28 : Rosasses a)Fracture cimentées, b) fractures induites, c) fractures ouvertes de Puits HGAO-6.....	44
Fig.29 : Rosasses a)Fracture cimentées, b) fractures induites, c) fractures ouvertes, d) fractures partiellement ouvertes de puits HGAO-8.....	45
Fig.30 : Rosace de Breakouts puits HGAO-7.....	47
Fig.31 : Rosace de Breakouts de puits HGAO-8.....	47
Fig.32 : Rosace de Breakouts de puits HGAO-10.....	48
Fig.33 : Rosace de Breakouts de puits HGAO-11Par CAST Image.....	48

## LISTE DES TABLAUX

---

### LISTE DES TABLEAUX

Tab.01 : Densité des fractures dans l'intervalle 3335m à 3550m.....	38
Tab.02 : Types des fractures naturelles dans les intervalles (3280-3363).....	39
Tab.03 : Types des fractures dans l'intervalle (3531m-3553m).....	40



# **INTRODUCTION**

## **GENERALE**

### **INTRODUCTION GENERALE**

La géologie structurale de HASSI Guettar est dominée par une série des failles de chevauchement. Depuis de nombreuses années, l'imagerie sismique a été utilisée comme un outil essentiel dans l'exploration pétrolière dans cette région à géologie complexe. Malheureusement, la délimitation structurale dans la profondeur, des structures très complexes en utilisant seulement des données sismiques est difficile en raison de la déformation et / ou formations renversées. Ainsi, les images des forages ont été rapidement acceptées comme une composante de plus en plus critique dans l'interprétation structurale et l'analyse des fractures à l'intérieur du réservoir, cette technique est rapidement évoluée pour devenir un outil indispensable à la caractérisation des réservoirs pétroliers. La caractérisation détaillée des réservoirs est devenue un enjeu majeur.

L'interaction complexe des fractures, des zones de failles, de la matrice et des fluides au niveau du réservoir de Hassi Guettar est suffisamment variable pour rendre chaque réservoir unique.

Dans le cadre de la préparation de mémoire de fin d'étude Géologie des Hydrocarbures et pour répondre à une évaluation satisfaisante de réservoir de Hassi Guettar, il paraît nécessaire de localiser les zones fracturées, de déterminer le type de système contenant des fractures ouverte ou fermées et de discuter et maîtriser les méthodes utilisées pour pouvoir effectuer une analyse des fractures

Le présent travail est le premier qui a ciblé une étude de fracturation des quartzites de Hamra par carottes et par imagerie au sein de Hassi Guettar Ouest, d'où la nécessité de l'intégration de tous types des données disponibles.

La réponse aux problématiques pétrolières et structurales a été mise en évidence un apport très intéressant dans la zone d'étude.

Le manuscrit s'organise comme suit:

- Le premier chapitre : Présentation du cadre géologique de bassin d'Oued Mya ainsi que celui de Hassi Guettar, en présentant la lithostratigraphie et la tectonique;
- Le deuxième chapitre: Présentation de matériel et des méthodes analytiques utilisées pour la caractérisation structural de reservoir;
- Le troisième chapitre: Discussion et interprétation des résultats obtenus, en établissant une caractérisation structurale par la détermination des types et des directions des fracturations par imagerie et par carottes au niveau du champ de Hassi Guettar Ouest.

Et en fin c'est la présentation des principales conclusions et les perspectives.

**CHAPITRE I :**  
**GEOLOGIE**  
**REGIONALE ET**  
**LOCALE**

CHAPITRE I : GEOLOGIE REGIONALE ET LOCALE

1. GEOLOGIE D'OUED M'YA

1.1. Situation géographique d'oued M'ya

Faisant partie du Sahara algérien, la région d'Oued M'ya est située au Nord de la plateforme saharienne entre les latitudes : 32°08' et 32°46' Nord Longitudes : 4°28' et 5°08' Est.

Il est limitée au Nord par l'ensellement de Touggourt et la route de Tirlhemt, au Sud par le bassin du Moudir, à l'Est par le môle d'Amguid -El.Biod -Hassi Messaoud, au Nord-Ouest par le champ de Hassi R'mel, à l'Ouest par la route d'Allal et au Sud-ouest par le môle d'Idjerane (Fig.01).

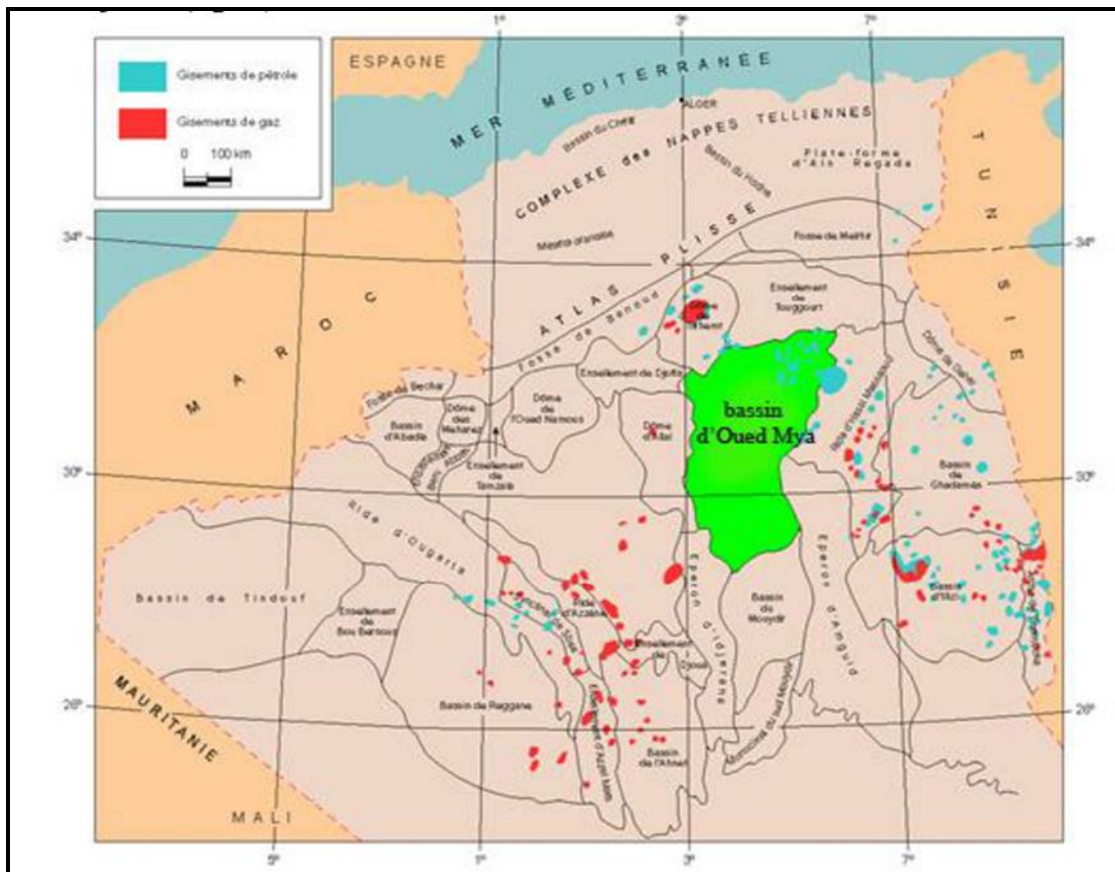


Figure-01 : Situation géographique d'Oued M'ya (WEC, 2003)

1.2. Situation géologique du bassin d'Oued M'ya

La région d'Oued M'ya ne constitue qu'un sous bassin intracratonique. Sa bordure Nord s'ennoie progressivement vers la flexure saharienne où l'existence d'un fossé très subsident au mésozoïque donnera naissance à la chaîne péricratonique de l'atlas saharien (Fig. 02).

L'évolution de la région de l'Oued M'ya depuis le Cambrien comporte deux étapes majeures :

- La sédimentation du Paléozoïque, pratiquement restreinte au 3aléozoïque inférieur et sa structuration pré-hercynienne.
- La création d'un bassin au Trias et son évolution au cours du Mésozoïque et du tertiaire.

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

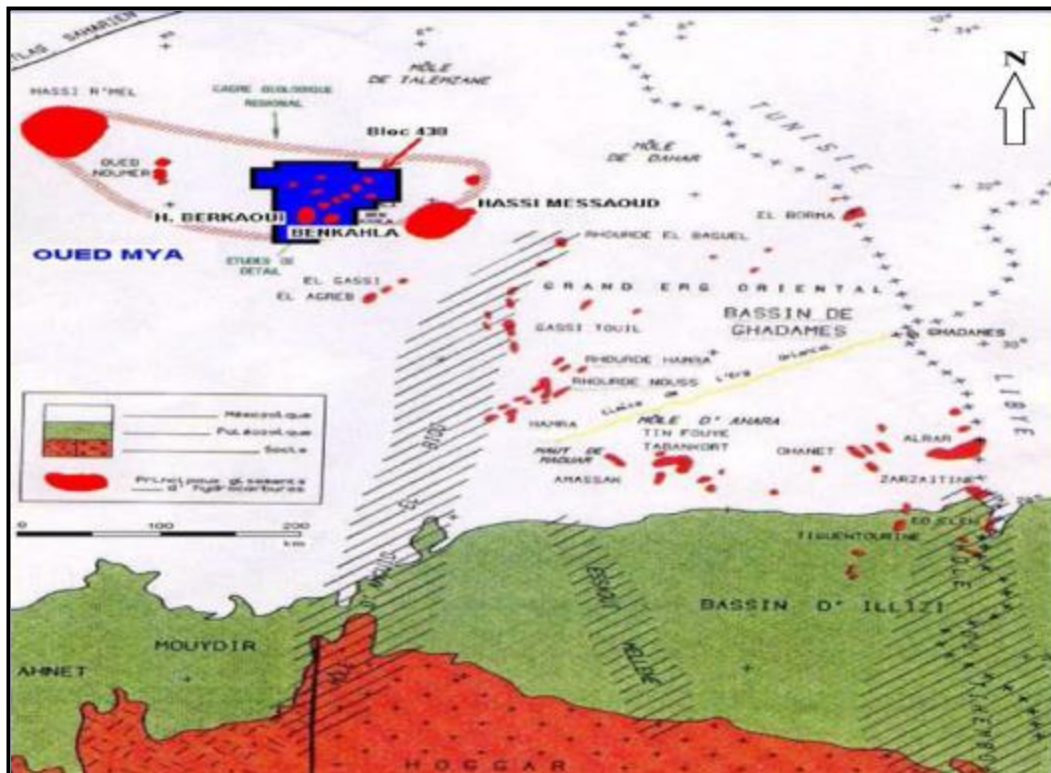


Figure-02 : Situation géologique du bassin d'Oued M'ya (SONATRACH/ PRODUCTION). (in MEBROUKI.2015)

### 1.3. Lithostratigraphie

Sur le plan lithostratigraphique (Fig.03) La couverture sédimentaire reconnue dans la région d'Oued M'ya est représentée par trois grands ensembles d'âge Paléozoïque, Mésozoïques et Cénozoïque (BOUDJEMAA, 1987).Leurs épaisseurs moyenne est d'environ 5000m. Elle est marquée par plusieurs discordances qui sont :

- ✓ La discordance hercynienne : qui affecte les dépôts de Paléozoïque supérieur ;
- ✓ La discordance autrichienne : affectant les dépôts du Crétacé inférieur ;
- ✓ La discordance pyrénéenne : qui a érodée les dépôts du tertiaire.

La série stratigraphique de bassin d'Oued M'ya est marquée par l'absence des termes du Paléozoïque supérieur et se présente de bas en haut comme suit :

#### 1.3.1. Le Paléozoïque

Reposant sur le socle granitique, il s'amincit d'une façon progressive vers l'Est et l'Ouest par rapport au centre du bassin (bloc 438), ce phénomène est du à l'érosion hercynienne durant le Carbonifère et le Permien. Cette série comprend uniquement le Cambrien et l'Ordovicien.

##### a. Le Cambrien

C'est un ensemble grès-conglomératique, son épaisseur moyenne est de 500m. Le niveau gréseux est subdivisé en quatre zones : Ri, Ra, R2 et R3.

- Zone R3 : Constituée par des grès feldspathiques à ciment gypseux fin à grossier avec quelques passés de marnes grises et siltstones.
- Zone R2 : Elle est formée par des grès feldspathiques plus au moins grossiers avec des passés de silts.
- Zone Ra : Elle est essentiellement quartzitique avec des fins passés d'argiles grises verdâtres indurées.
- Zone Ri : Elle est constituée par un grès quartzitique brun, blanc, fin à moyen et des passés d'argiles grises verdâtres indurées silteuses.

##### b. L'Ordovicien

Débutant à la base par une combe argileuse silteuse (argiles d'El Gassi), suivie par des grès fins à moyens (grès d'El Atchane), ensuite se dépose des grès blancs, très fins à moyens (Quartzites de Hamra), surmontés par des grès très fins à moyens, localement grossiers (grès d'Ouargla), surmontés par une combe argileuse (argiles d'Azzel, suivie par une succession des bancs gréseux à ciment argileux (grès d'Oued Saret) à laquelle fait suite une série d'argiles intercalée par des niveaux micro conglomératiques (argiles micro conglomératiques). L'ensemble est clôturé par la dalle de M'Kratta.

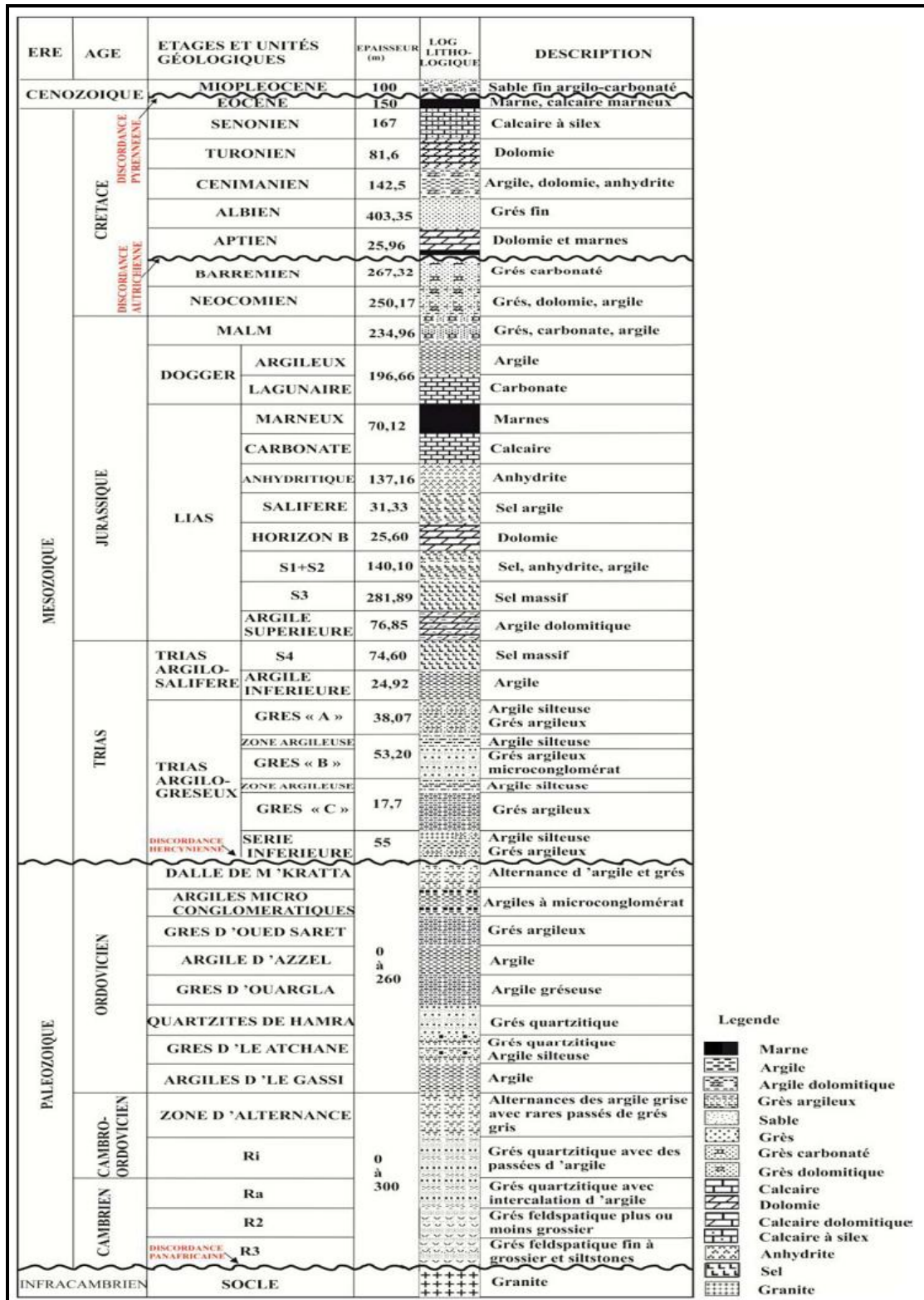


Figure-03 : Log lithostratigraphique du bassin d'Oued M'ya (SONATRACH, 2010).

### 1.3.2. Le Mésozoïque

Son épaisseur moyenne est de 3700m, il comporte :

#### a. Le Trias

Son épaisseur moyenne est de 350m, il est limité à la base par la discordance hercynienne. Il est composé de bas en haut par la succession suivante :

- La Série inférieure ou le Trias argilo-gréseux inférieur (T.A.G.I) : qui repose en discordance angulaire sur le Paléozoïque (discordance hercynienne). Son épaisseur diminue vers le Nord et le Nord-Ouest. Il est constituée d'une alternance de grès fins à moyens souvent argilo-siliceux et de passés d'argiles bruns-rouges, d'origine continentale. Cette série est surmontée par un dépôt d'épanchement des roches éruptives.

- Le Trias T1 : C'est l'unité qui se développe au sommet des roches éruptives et qui comprend des intervalles distincts d'argiles aussi bien à la base qu'au sommet avec certains niveaux intermédiaires de grès. La diminution d'épaisseur des roches éruptives sur les flancs Nord-Ouest, Nord et Nord-Est est compensée par le développement des bancs de grès d'où l'épaississement de l'unité est remarquable.

- Le Trias T2 : Correspond au dernier épisode silico-gréseux du Trias qui évolue progressivement vers un faciès argileux.

- Le Trias argileux : Représenté par des argiles pâteuses, salifères avec une épaisseur plus ou moins constante.

- Le Trias salifère "S4" : C'est l'unité finale triasique qui marque l'installation du cycle évaporitique clôturant toute la série argilo-gréseuse du Trias. Elle est constituée par une puissante série de sel massif.

#### b. Le Jurassique

Il est représenté par une épaisse série laguno-marine de 1450m d'épaisseur moyenne. Cette série est à prédominance évaporitique à la base devenant argilo-gréseuse vers le sommet. Elle comprend trois séries :

- Le Lias : constitué de différents ensembles lithologiques :

- Lias argileux : Il est constitué d'alternance d'argile salifère et de sel.
- Lias salifère (S3) : Sel massif.
- Lias salifère (S1+S2) : Sel massif à passés d'anhydrites et d'argiles.
- Lias dolomitique (Horizon B)
- Lias salifère : Sel massif à passés d'argiles.
- Lias anhydritique : Anhydrites massives à passés dolomitiques.
- Lias carbonaté et marneux.



-Le Dogger : il est subdivisé en Dogger lagunaire et argileux. Le premier est constitué d'Argiles avec quelques passés d'anhydrites, de calcaires et de dolomies. Par contre le second est formé par des argiles avec des passés de calcaires, de dolomies et d'anhydrites.

- Le Malm : il est constitué principalement par une alternance irrégulière d'argiles et de grès à passés de marnes et traces d'anhydrite.

### **c. Le Crétacé**

C'est la série la plus puissante avec 1900m d'épaisseur moyenne. Elle est représentée par des dépôts clastiques continentaux, formé essentiellement par des grès et des argiles au cours de Crétacé inférieur. Passant à des dépôts d'origine lagunaire et marine, formés essentiellement d'argiles, d'anhydrites, de dolomies et de calcaires au cours de Crétacé supérieur.

### **1.3.3. Le Cénozoïque**

Il est peu épais, cet étage est constitué de sables et de grès du Mio-Pliocène. Quelques sondages dans la moitié Nord du bassin ont montré la présence de gypses, anhydrites, dolomies, argiles et marnes de l'Éocène inférieur.

### **1.4. Tectonique d'Oued M'ya :**

Le bassin d'Oued M'ya est affecté par plusieurs bourrelets de direction NE-SO dont la majorité est liée à un système de failles de même direction. Parmi les plus importants dans le bloc 438 (BEICIP, 1992), en citant : le bourrelet d'Erg Djouad qui s'étend jusqu'à Benkahla, Haoud Berkaoui et se prolonge jusqu'au bloc 417 en passant par Guellala, N'goussa et Boukhezana, le bourrelet de Tahtani, le bourrelet de Kef el Argoub et le bourrelet de Djerrah (BOUDJEMA, 1987) (Fig. 04).

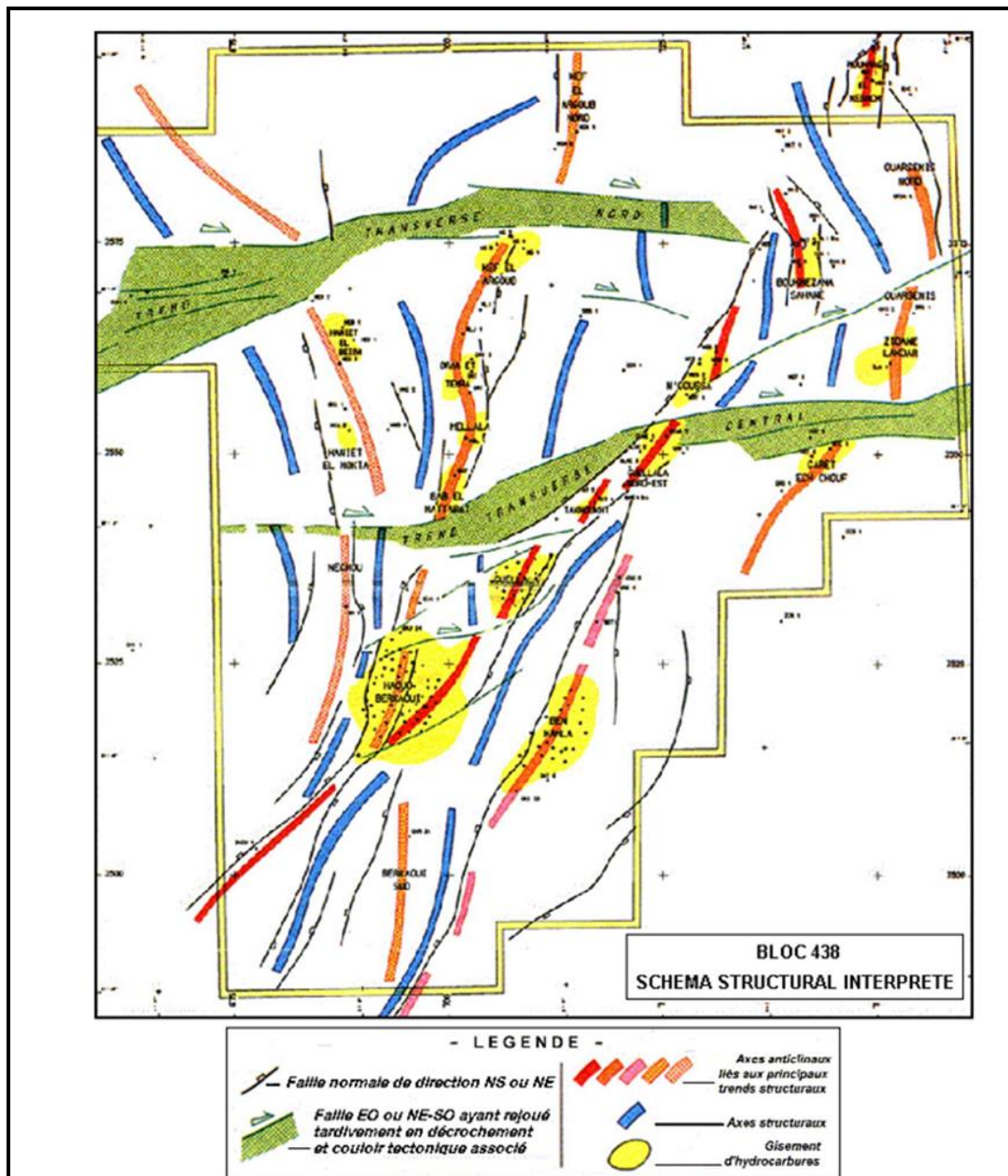


Figure-04: Schema structural d'Oued M'ya (SONATRACH, 2010)

## 2. Géologie Locale de Hassi Guettar

### 2.1. Situation géographique de la région d'étude

La région de Hassi Guettar est située à 20 km au Sud-Ouest de Hassi Messaoud, dans le bloc n°427, entre les longitudes 5°30' et 6°30' Ouest et les latitudes 30°50' et 31°40' Nord.

### 2.2. Situation géologique de la région d'étude

La structure de Hassi Guettar est située sur la dorsale Amguid El Biod / Hassi Messaoud (Fig.05), ses limites sont : L'ensellement de Touggourt au Nord, la dorsale d'Amguid, qui sépare le bassin d'Illizi de celui de Mouydir, au Sud, le bassin de Berkine à l'Est, le bassin d'Oued

M'ya à l'Ouest et le dôme de Dahar au Nord-Est. Hassi Guettar est répartie sur trois zones hautes : le dôme de Hassi Messaoud, le bourrelet d'El Agreb – El Gassi plus au Sud et le bourrelet de Hassi Brahim à l'Est.

Ce périmètre est considéré comme étant un grand dôme compartimenté en blocs (Horsts et grabens), affecté par un réseau complexe de failles très denses de directions NE-SO et NO-SE, issues du socle et héritées des événements antéhercyniens.

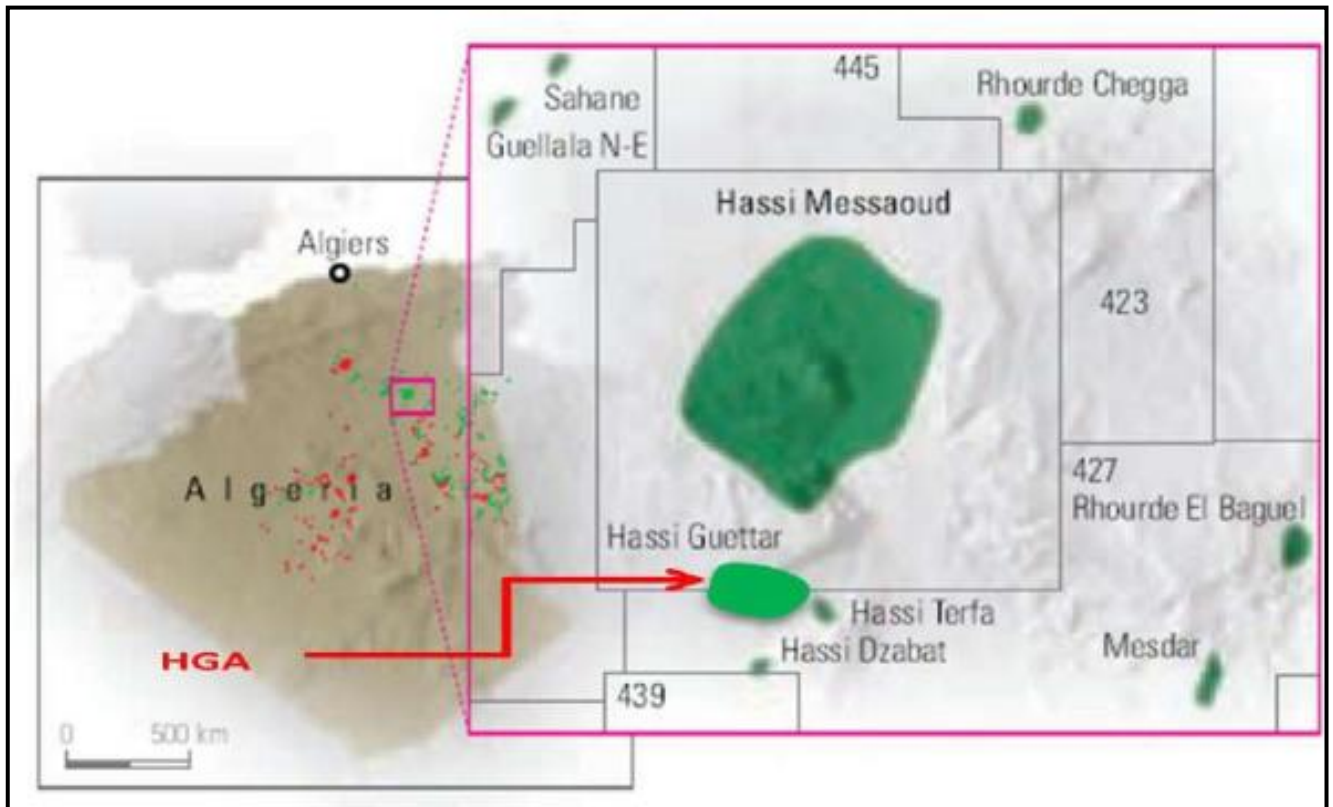


Figure-05 : Localisation géographique de la région de Hassi Guettar (in.BELKHIR.2017).

### 2.3. Historique de la découverte du champ

La plateforme saharienne appartient au craton Nord-Africain où le socle cristallin, considérablement affaissé est recouvert par une puissante couverture sédimentaire paléozoïque et mésozoïque.

Le Paléozoïque est représenté par tous ses termes du Cambrien au Carbonifère. Le Mésozoïque comprend des sédiments continentaux, lagunaires et marins appartenant au Trias, Jurassique et Crétacé.

A différentes phases orogéniques, cette plateforme a été affectée par des mouvements tectoniques ayant donné naissance à des zones hautes et basses (antéclises et synéclises) et des dorsales (Amguid, Idjerran ...).

Le môle de Hassi Messaoud, de forme ovoïde et de direction NE-SO est situé au Nord de la plateforme saharienne entre les méridiens 5°40' et 6°20' Est et les parallèles 31°30' et 32°00' Nord, il occupe ainsi une superficie de 5400 Km<sup>2</sup>; il est le résultat d'une histoire paléo tectonique très complexe.

La périphérie du champ de Hassi Messaoud est constituée de zones faillées avec des Horsts et Grabens. Ces zones périphériques hautes, situées en aval par rapport au gisement de Hassi Messaoud contiennent des accumulations d'huile.

Parmi ces structures, il y a celle de Hassi Guettar, située au Sud-Ouest du champ de Hassi Messaoud.

Le champ de Hassi Guettar (HGA) est productif de deux réservoirs indépendants, l'un au-dessus de l'autre. Le réservoir inférieur est d'âge Cambrien et comprend les drains D5 (Ri), D4 et D3, produit à partir d'un anticlinal bien défini. L'huile originale en place pour le Cambrien est estimée à 13.500.000 m<sup>3</sup> en 16 km<sup>2</sup>, dont 5.399.000 m<sup>3</sup> (40%) ont été produites (31 Août 2013). Les drains de Cambrien présentent un réservoir de bonne qualité et un entraînement actif de l'eau, et un facteur de récupération relativement élevé. La salinité de l'eau de formation est très élevée, et les dépôts de sel dans les puits est une question majeure de production. Le réservoir Cambrien atteint sa limite de production économique.

Le second est le réservoir Ordovicien composée de quartzites de Hamra. L'huile originale en place est estimée à 43,15 millions de m<sup>3</sup> en 27,7 km<sup>2</sup>, dont 1.316.000 m<sup>3</sup> (3,05%) ont été produites. Le drain Quartzites de Hamra est un sable bitumineux serré, qui nécessite généralement un traitement de fracture, et a un facteur de récupération faible.

Il ya deux champs satellites avec une production très limitée (13.200 m<sup>3</sup>) qui ne sont pas compris dans ces réserves: Hassi Guettar Ouest (HGAO), et Hassi Guettar Sud (HGAS) totalisant six puits). Ils n'ont pas été entièrement développés.

#### **2.4. Lithostratigraphie du champ**

Du point de vue lithostratigraphique, les terrains traversés par tous les sondages HGA sont presque les mêmes à l'exception des intercalations éruptives qui sont distribuées d'une façon discontinue avec des épaisseurs variables. La colonne lithostratigraphique de la région se compose de bas en haut comme suit : (Fig.06)

### 2.4.1. Le socle

Il est représenté par des granites porphyroïdes roses, déduit par analogie avec le champ de Hassi Messaoud.

### 2.4.2. L'Infracambrien

Il correspond à des grès argileux rouges mis en évidence au Nord de la région sur une épaisseur de 45 m.

### 2.4.3. Le Paléozoïque

Ses dépôts s'étalent en discordance majeure sur un soubassement précambrien, il comprend :

#### a- Le Cambrien

Sa subdivision en cinq zones obéit à des critères granulométriques tels que la taille des grains diminuant vers le haut et le pourcentage des argiles évoluant dans le sens inverse. De bas en haut, le Cambrien comprend :

#### Les unités R<sub>3</sub> et R<sub>2</sub>

Constituées de grès micro conglomératiques, quartzitiques et argileux, à ciment illitique ; ces deux unités ne présentent aucun intérêt pétrolier.

La zone R<sub>3</sub> est constituée principalement par des grès grossiers, conglomératiques à la base avec un ciment argilo-dolomitique.

La zone R<sub>2</sub> de granulométrie plus fine, a un ciment plus argileux (kaolinite).

L'unité R<sub>a</sub> : Elle est représentée par des grès anisométriques, parfois micro- conglomératiques, siliceux à silico-quartzitiques, de couleur gris blanc à blanc ; avec des intercalations de joints d'argile grise, indurée, silteuse, micacée et feuilletée, soulignés par des traces d'illite et la présence de Tigillites. Une intercalation de corps éruptif est observée dans le puits HGA18.

L'unité R<sub>i</sub> : Elle est formée de grès isométriques fins à moyens, siliceux à silico- quartzitiques, localement durs, intercalés de passés d'argile noire, indurée, silteuse et micacée avec une abondance de Tigillites ainsi que des traces de pyrite et de lignite. En plus de ces faciès, cette couche réservoir renferme aussi des intercalations de roches ignées observées dans quelques sondages.

#### La zone des alternances

C'est une zone où les lits d'argile noire, indurée, silteuse et micacée alternent avec des grès gris clair, fins à très fins silico-quartzitiques, durs avec une abondance des Tigillites.

		Lithologie	MD (m)	TVDSS (m)	Description Lithologique	
Céno	MIO - PLIOCENE		10	178	sable silico-carbonaté avec passées d'argile et de calcaire dolomitique	
	EOCENE		235	-47	calcaire dolomitique passant à dolomie avec nodules de silex	
MESOZOIQUE	CRETACE	SENONNIEN	Carbonaté	365	-177	dolomie passant à calcaire dolomitique avec passées anhydritiques
			Anhydritique	455	-267	Alt dolomie, anhydrite, argiles dolomitiques et calcaire blanc
			Salifère	665	-477	sel massif blanc avec passées argiles dolomitiques localement salifères
		TURONIEN	810	-622	calcaire localement dolomitique avec passées d'argiles plastiques à la base	
		CENOMANIEN	920	-732	Alt anhydrite, dolomie parfois argileuse et argile localement dolomitique	
		ALBIEN	1095	-907	Grès argileux à silico-argileux avec passées de dolomie microcristalline	
		APTIEN	1475	-1287	barre dolomitique calcaire microcristalline avec passées de mame indurée	
		BARREMIEN	1500	-1312	Alt grès brun, argile verte silto-sableuse et dolomie avec présence de lignite	
		NEOCOMIEN	1805	-1617	argile carbonatée, silteuse avec passées de de grès silico-carbonaté	
	JURASSIQUE	MALM	1997	-1809	Alt argile silteuse à silto-gréseuse, grès argileux et anhydrite, pyrite, lignite (TR)	
		DOG	Argileux	2202	-2014	Alt argile silteuse dolomitique, grès argileux et anhydrite blanche pulvérulente
			Lagunaire	2452	-2264	anhydrite blanche avec passées d'argile silteuse, dolomitique et dolomie dure
		LIAIS	LD1	2549	-2361	anhydrite blanche avec passées d'argile dolomitique et dolomie dure
			LS1	2609	-2421	Alt sel massif, anhydrite, passées d'argile silteuse dolomitique et dolomie argileuse
			LD2	2691	-2503	Alt anhydrite et argile carbonatée silteuse avec passées de dolomie et de mame
			LS2	2746	-2558	sel massif translucide avec passées d'argiles silteuses brun rouge
			Horizon B	2804	-2616	Calcaire argileux avec passées de dolomie, d'argile dolomitique et anhydrite
		TS1 + TS2	2829	-2641	Anhydrite blanche cristalline dure intercalée d'argile brune, grise tendre dolomitique, sel	
		TS3	3064	-2876	Sel massif translucide à ocre avec passées d'argile brune silteuse et salifère	
		Argileux (G10)	3271	-3083	argile silteuse localement salifère et anhydrite à passées de sel translucide	
TRIAS	Eruptif triasique	3346	-3158	Argile brun rouge à grise à passées de grès blanc, brun rouge		
<b>Discordance Hercynienne 3361</b>						
PALEOZOIQUE	ORDOVICIEN	Quartzites de Hamra	3361	-3173	Grès silico-argileux à silico-quartzitiques passant à quartzite pyriteuse silteuse	
		Grès d'El Atchane	3391	-3203	Grès siliceux à quartzitique glauconieux, micacé avec passées d'argile silteuse	
		Argiles d'El Gassi	3411	-3223	Argile silteuse, micacé, localement schisteuse à passées de grès silico-argileux	
	CAMBRIEN	Z. ALTERNANCES	3469	-3281	Alt argile, silteuse, micacée et grès silico-quartzitique et nombreuse tigillites.	
		Ri	3492	-3304	Grès blanc fin à moyen subarrondi à arrondi isomérique silico-quartzitique.	
		Ra	3532	-3344	Grès gris blanc à blanc, moyen à grossier, anisométriques subarrondi compact dur.	
Profondeur finale			3550	-3362		

Figure-06 : Colonne lithostratigraphique du champ de Hassi Guettar (SONATRACH-Service d'exploration, 2005).

**b-L'Ordovicien**

Il est subdivisé en plusieurs unités dont les changements de faciès ont été rencontrés dans le périmètre étudié. Ces unités s'organisent du bas en haut comme suit

- **Les argiles d'El Gassi**

Ce sont des argiles grises à gris foncé, silteuses, indurées, localement schisteuses à passés de grès gris blanc à gris vert, fins à moyens, rarement grossiers, silico- argileux à quartzitiques, pyriteux, glauconieux avec présence de corps éruptifs rencontrés dans quelques sondages.

- **Les grès d'El Atchane**

Ils sont représentés par des grès de 30m d'épaisseur en moyenne, de couleur grisclair, siliceux à quartzitiques, parfois micacés avec présence de glauconie ; ils sont intercalés de fins passés d'argiles gris foncé, silteuses, micacées et indurées.

- **Les quartzites de Hamra**

Ce sont des grès fins à moyens, silico-argileux à quartzitiques avec de fins passés d'argiles grises vertes, indurées et silteuses.

- **L'Eruptif**

Il se présente en intercalations dans les grès des réservoirs Ra et Ri et dans les argiles d'El Gassi. L'épaisseur de ces intervalles éruptifs varie de 19 m à 33 m dans le Ri, de 5 m à 69 m dans les Argiles d'El Gassi et de 7 m dans le Ra (traversé par un seul sondage HGA18). Dans la plupart des sondages ont traversé deux intervalles éruptifs dans le même encaissant, dans d'autres puits, trois intervalles sont rencontrés dans le même faciès et parfois un seul intervalle rencontré sur tout dans les grès des réservoirs Ri et Ra Ces corps éruptifs sont des roches sombres, d'une texture très fine, et parfois fracturée.

**2.4.4. Le Mésozoïque**

Il repose sur les formations primaires et représenté par ses trois systèmes géologiques

**A- Le Trias**

Il repose en discordance sur les terrains paléozoïques, il est subdivisé dans la zone d'étude en quatre termes : La série inférieure ; le Trias éruptif, le Trias argileux et le Trias salifère.

**a) La série inférieure**

Elle est constituée essentiellement par une argile silteuse à silto-sableuse avec des passés de grès à siltstones argileux.

**b) Le Trias éruptif**

Ce sont des roches éruptives de couleur gris brun, vert, parfois violacées riches en minéraux verts avec des passés d'argiles brunes, indurées, silteuses.

**c) Le Trias argileux**

Il est formé d'argiles brunes rouges, silteuse, à silto-sableuses, tendres et indurées alternant avec des passés de grès fins, blancs verdâtres.

**d) Le Trias salifère**

Il est limité à sa base par le repère dolomitique « d<sub>2</sub> » ; sa constitution est la suivante : Le Trias salifère « S<sub>3</sub> », le Trias salifère « S<sub>2</sub> » et le Trias salifère « S<sub>1</sub> ».

**B- Le Jurassique**

Les sédiments du Jurassique sont largement représentés dans la région de Hassi Guettar, ce sont des dépôts lagunaires et marins, confirmés par la présence de calcaires qui forment l'horizon « B ». Il est représenté par :

**Le Lias**

Il est représenté essentiellement par d'anhydrites blanches à passés d'argile grise à gris vert, parfois brunes, dolomitiques et des dolomies microcristallines beiges et dures. Il comprend : L'horizon «B», le Lias salifère « LS<sub>2</sub> », le Lias dolomitique « LD<sub>2</sub> », Le Lias salifère « LS<sub>j</sub> » et le Lias dolomitique « LD<sub>j</sub> ».

**Le Dogger**

Il est subdivisé essentiellement en deux séries :

**a) Le Dogger lagunaire**

C'est une succession de niveaux d'anhydrites de couleur blanche pulvérulentes et de dolomies grises parfois blanches, microcristallines et moyennement dures.

**b) Le Dogger argileux**

Il est formé essentiellement par des argiles bariolées, tendres, silteuses, en alternance avec quelques niveaux gréseux gris blanc et quelques rares passés dolomitiques.

**Le Malm**

C'est une intercalation d'argiles brunes, silteuses, avec des niveaux de grès fins, gris à blanc à ciment argileux et quelques rares bancs de dolomies microcristallines.

**C- Le Crétacé****Le Néocomien**

C'est une série argilo-carbonatée, grise à gris vert, tendre, silteuse avec quelques passés de grès fins à moyens, gris blancs, silico-carbonatés, localement glauconieux, intercalés de rares passés de dolomies microcristallines.

**Le Barrémien**

Il est formé par une alternance de grès fins à moyens, parfois grossiers, bien classés, friables et d'argiles vertes et brunes, ainsi que des niveaux des dolomies microcristallines.



**L'Aptien**

C'est un niveau bien individualisé, formé par une barre dolomitique microcristalline de couleur blanche à beige avec des passés de marnes gris verdâtres indurées.

**L'Albien**

Il est constitué de grès fins à moyens rarement grossiers, friables, parfois argileux avec des passés de dolomies brunâtres microcristallines dures.

**Le Cénomanién**

Il est formé par des bancs d'anhydrites blanches, pulvérulentes cristallines en alternance avec des niveaux de dolomies beiges à grises et de quelques passés d'argiles gris verdâtres.

**Le Turonien**

Il est représenté par des calcaires blancs, crayeux, localement dolomitiques et quelques passés d'argiles brunes plastiques à la base.

**Le Sénonien**

Il est fortement développé dans la région de Hassi Guettar et il se subdivise en trois parties :

**a) Le Sénonien salifère :**

Il est formé de bancs de sel massif translucide, microcristallin, intercalés de bancs d'anhydrite et de quelques joints d'argile moyennement dure.

**b) Le Sénonien lagunaire :**

Il est constitué par des niveaux d'anhydrite blanche, cristalline ; intercalés de bancs de dolomie et de lits d'argile légèrement silteuse, indurée.

**c) Le Sénonien carbonaté :**

Il est formé par des niveaux de dolomie claire, cristalline, parfois vacuolaire, passant par endroits à des calcaires dolomitiques gris blancs argileux.

**2.4.5. Le Cénozoïque****a-Eocène**

C'est une formation carbonatée représentée par des calcaires dolomitiques cryptocristallins avec des nodules de silex.

**b-Mio-Pliocène**

Il est constitué essentiellement par des sables jaunâtres moyens à grossiers, silico-carbonatés, intercalés de lits d'argiles gris vertes et de calcaires dolomitiques microcristallins tendres à indurés.

## 2.5. La géodynamique du champ

**Principales phases orogénique affectant la région :** (Fig.08)

- **La phase panafricaine : (650 MA)**

Au cours de cette phase, une collision continentale entre le craton Ouest africain rigide et le bloc Est africain plus plastique, a donné naissance à une tectonique cassante, suivie d'une érosion intense allant jusqu'au Cambrien. Cette érosion a affecté les reliefs et les structures résultants de ces mouvements compressifs.

La pédiplaine infra-tassilienne a pris naissance marquant ainsi la fin de la déformation du socle et le début de la cratonisation du Sahara. La planéité de la pédiplaine Infra tassilienne et son léger plongement vers le Nord sont bien exprimés par une parfaite régularité de directions de transport mesurées dans les formations sous-jacentes.

- **La distension cambro-ordovicienne**

Les séries Cambro-ordoviciennes présentent des caractères d'instabilité tectoniques matérialisées par des variations d'épaisseur et la présence de passées et coulées volcaniques intercalées dans les grés du Cambrien et les argiles d'El Gassi (BOUDJEMAA 1987). Cette distension serait à l'origine de l'étirement de la croûte continentale, accompagné de subsidence tectonique et, plus tard, thermique.

- **La phase Caradoc (Phase de compression taconique)**

C'est une phase de compression traduite par la formation de plis d'axe Nord-Sud et par le soulèvement du bouclier Réguibat (Eglab) et Targui (Hoggar), suivi d'une érosion pouvant atteindre le socle.

- **La phase de compression Calédonienne (~400 MA)**

Cette phase tectonique a eu lieu entre la fin du Silurien et le début du Dévonien. Elle est accompagnée par un soulèvement général avec exondation d'une grande partie du Hoggar et de ses parties méridionales (BOUDJEMAA, 1987).

Elle est marquée aussi par l'absence de sédiments dévoniens et caractérise toute la surface de l'axe structural d'El Biod.

- **La phase Hercynienne (~225 à 250 MA)**

D'après BOUDJEMAA, 1987 les mouvements Hercyniens se subdivisent en deux phases majeures.

**a- Les mouvements hercyniens précoces**

Ces mouvements se résument en une phase tectonique compressive (040°) dite phase « Viséenne » (BOUDJEMAA 1987).

Cette phase tectonique a causé l'individualisation de certaines structures appuyées sur des accidents orientés NO-SE parmi lesquelles : Zarzaitine- Ifefane, Dôme à Collénias, etc...

Les mesures de stries effectuées sur le terrain dans les grés du Khenig (Dévonien supérieur) indiquent une direction de serrage N040 compatible avec la formation des structures précédentes. (BOUDJEMAA, 1987).

Cette direction N040 a été aussi retrouvée par BLES (1969) dans les calcaires à Orthocéras du Dévonien inférieur (Muraille de Chine), de la chaîne d'Ougarta Elle serait aussi responsable de la formation des plis de cette chaîne. (BOUDJEMAA, 1987).

### **b- Les mouvements hercyniens majeurs**

Le schéma structural actuel de la région est le résultat des contraintes compressives hercyniennes de direction Nord 120°. Des contraintes compressives de direction Est120°, perpendiculaires aux accidents majeurs, sont responsables des bombements NE-SO et des jeux de failles de même direction dont résultent les horsts et les grabens Ces contraintes sont suivies d'une phase de relaxation qui a mis en place

#### **• La phase autrichienne (~110MA)**

Les premiers mouvements de cette phase marquent des phénomènes d'inversions tectoniques détectées au Lias avec un maximum à l'Aptien.

D'après. MASSA, RUHLAND et THOUVENIN (1972), cette phase est subsynchrone à l'achèvement de la mise en place des hydrocarbures à Hassi Messaoud.









ERE		EPOQUES D'INTERVENTION MAXIMALE	NOMS DES PHASES	NATURE ET DIRECTION DES PHASES	EFFET SUR LES JEUX DES FAILLES
CENOZOIQUE	NEOGENE	MIOCENE	ALPIN TARDIF TERTIAIRE TARDIF N.0.60	 N.060	jeu une compression des accidents N.060
	PALEOGENE	EOCENE	ALPIN MOYEN EOCENE N .160	 N .160	jeu en compression des accidents n.160, et création des nouvelles structures
MESOZOIQUE	<b>CRETACE</b>		PHASE AUTRICHIENNE  ALPINE PRECOCE	 N.090	jeu en inverse sur les accidents N.090
	<b>JURASSIQUE</b>				
	<b>TRIAS</b>				
PALEOZOIQUE	<b>PERMIEN</b>		PHASE HERCYNIENNE TARDIVE	 N.120	jeu en inverse sur les failles NE-SW
	<b>CARBONIFE</b>	VISIEN	PHASE HERCYNIENNE PRECOCE	 N.040	jeu en inverse sur les failles NW-SE
	<b>DEVONI</b>	SUPERIEUR	PHASE FRASIEN	 NW-SE	Jeu en faille normale sur les failles NE-SW (variation de facies et d'épaisseur) volcanisme.
		MOYEN			
		INFERIEUR			
	<b>SILURIEN</b>		PHASE CALEDONIENNE	 EW ?	Jeu en inverse sur les failles N-S (érosion sur les moles subméridien) tihamboka.
	<b>ordovicien</b>				
<b>COMBRIEN</b>		PHASE PANAFRICAINE TARDIVE	 EW	tectonique cassante réseau NE-SW et NW-SE (caractérisation de Sahara centrale).	

Figure-07 : Schéma structural montre l'effet des plus importantes phases Tectoniques sur le Sahara Algérien (BOUDJEMA et BEICIP modifier par Kadi, 1987)

### • La phase Atlasique (Eocène)

C'est une phase compressive de direction NNE - SSO, d'âge fini Eocène début Miocène. Elle se traduit par une érosion locale des terrains éocènes et une lacune du Miocène. Postérieure à la formation des hydrocarbures, cette phase a probablement donné naissance à des barrières de perméabilité dues au décalage des niveaux réservoirs, favorisant ainsi la création de fractures colmatées qui ont permis la détérioration des caractéristiques pétrophysiques du réservoir.

### 2.6. Aspect structural

La structure de Hassi Guettar Ouest, secteur d'étude se situé dans le prolongement sud du champ de Hassi Messaoud. Cette région se dessine comme un grand système de dislocation en Horsts et Grabbens. Elle est fracturée par un réseau de failles qui a été repris par les différentes phases compressives : hercynienne puis autrichienne ce qui a entraîné l'édifice structural actuel du prospect Hassi Guettar Ouest (Fig.09).

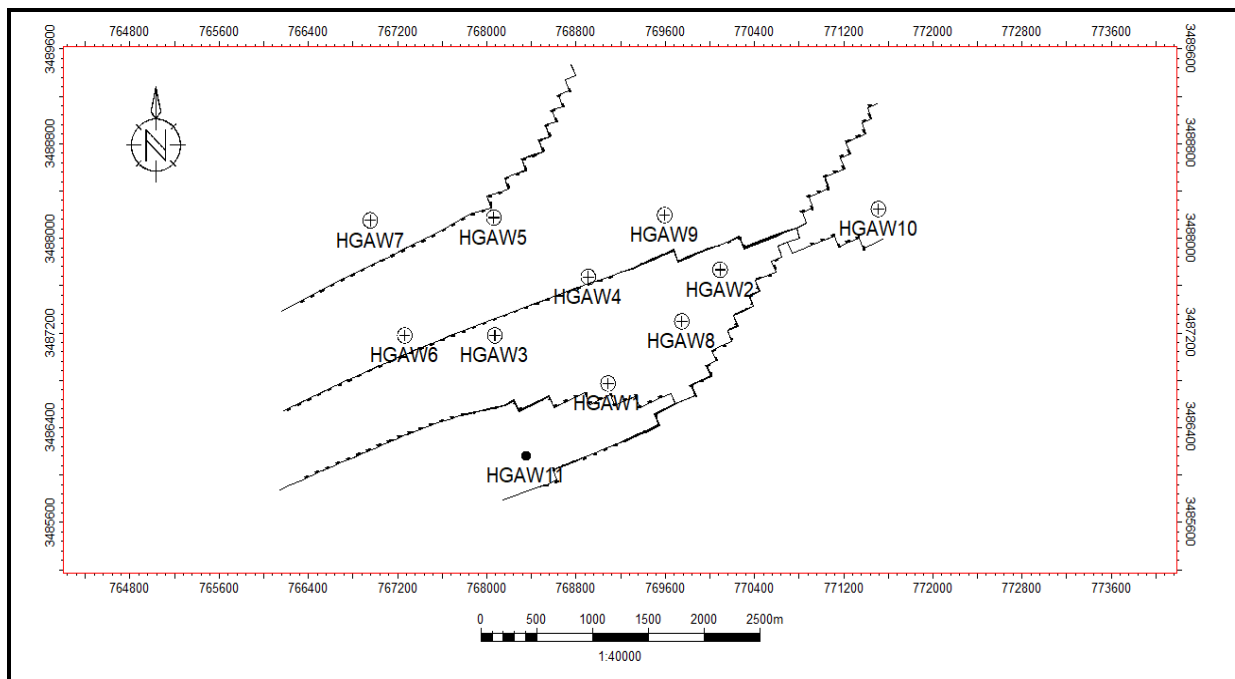


Figure-08 : Schéma structural de Hassi Guettar Ouest.

### 2.7. Aspect pétrolier

L'huile de Hassi Guettar provient des argiles radioactives du Silurien. Présentant les mêmes caractéristiques que celui du champ de Hassi Messaoud ; sa migration s'est faite à travers la surface de discordance hercynienne et/ou les zones de développement des grès triasiques, qui l'ont drainé de la roche mère silurienne vers les roches réservoirs du Cambro-Ordovicien. Cette migration est

accentuée grâce à un pendage favorable vers le Sud. Le drainage latéral devient parfois vertical suivant les plans de failles. (DAOUD, 1996 et LEBLAB, 1998).

### • **ROCHES RESERVOIR**

#### **A. Cambrien**

Il est constitué par les grès de Hassi Messaoud, qui sont représentés par les unités Ri, Ra et la zone des alternances.

##### **a) Unité Ra**

Elle est formée par des grès mal classés de taille supérieure à 1mm. C'est une succession de lits millimétriques grossiers et fins avec de bons paramètres pétrophysiques : une porosité qui varie de 4 à 18% et une perméabilité de 60 à 100 md.

##### **b) Unité Ri**

C'est le réservoir principal dans la région de Hassi Guettar constituée de grès fins à moyens, bien classés, siliceux à silico-quartzitiques, présentant de faibles caractères pétrophysiques, parfois améliorés sensiblement par la transformation du ciment argileux, illite en kaolinite permettant un gain de porosité.

##### **c) Zone des alternances**

Elle assure une bonne production, c'est un niveau fortement altéré, caractérisé par une alternance de bancs d'argile indurée et de quartzite fine et isométrique.

#### **B. Ordovicien**

Dans la région de Hassi Messaoud, l'Ordovicien est subdivisé en quatre unités (I, II, III et IV), dont seule l'unité III contient des hydrocarbures. Cette unité est subdivisée à son tour en trois sous unités (III inférieure, III moyenne et III supérieure).

Dans le périmètre étudié, le réservoir ordovicien est représenté par les grès d'El Atchane (III inférieure) et les quartzites de Hamra (III moyenne).

### • **ROCHES COUVERTURES**

Les séries argilo-salifères du Lias et à de degré moindre, la série inférieure et les roches éruptives du Trias, jouent le rôle de couverture et assurent une étanchéité pour les réservoirs ordoviciens ; quant aux réservoirs cambriens, c'est l'épaisse série des argiles d'El Gassi qui leur assure une étanchéité parfaite.

### • **ROCHES MERES**

Comme dans toute la plate forme saharienne et en particulier dans le champ de Hassi Messaoud, les argiles noires radioactives siluriennes constituent la roche mère des réservoirs : de Hassi Guettar. Ces

argiles riches en matière organique, de nature amorphe et d'origine marine, sont absentes dans la structure de Hassi Guettar à cause de l'érosion hercynienne.

Le remplissage des réservoirs de Hassi Guettar en hydrocarbures c'est fait par migration grâce à un pendage favorable vers le Sud, à partir des roches mères siluriennes préservées au Nord de Hassi Messaoud et dans les bassins avoisinants tel qu'Oued M'ya, Mouydir et Berkine (DAOUD, 1996).

• **TYPES DE PIEGES**

Les pièges rencontrés dans la structure de Hassi Guettar sont essentiellement liés à des horsts (résultat d'une activité tectonique complexe).

**CHAPITRE 2 :**  
**MATERIEL ET METHODES**  
**UTILISES**



## CHAPITRE 2 : MATERIEL ET METHODES UTILISES

La fracturation est un paramètre très important lors de l'évaluation d'un réservoir pétrolier. Elle peut avoir plusieurs effets sur les performances de production.

Au sein du champ de Hassi Guettar ouest, l'analyse de fracturation s'effectue en intervenant les données des carottes prélevées dans les puits (HGAO-1, (HGAO-4,(HGAO-6),(HGAO-8) ; ainsi que les données d'imagerie dans les puits (HGAO-7,(HGAO-8,(HGAO-10 et HGAO-11).

La qualité des données utilisées qui allant de l'année 2016 jusqu'au 2019, a donné une originalité à ce travail.

La détection des fracturations se fait pendant diverses opérations au cours des phases d'exploration et de production dans les gisements de pétrole et de gaz, La maîtrise de l'imagerie assure, en combinaison avec les données de carottes, Une bonne interprétation des milieux de dépôt et des événements tectoniques affectant la région à travers les temps géologiques,

Le présent travail est le premier qui a cibler une étude de fracturation au sein du champ de Hassi Guettar ouest, dont en se basant sur les méthodes suivantes :

- ❖ Imagerie
- ❖ Analyse et description des carottes.

### 1. Imagerie

L'imagerie a été introduite par Schlumberger au milieu des années 80, elle a perfectionné la caractérisation géologique des réservoirs, Elle est devenu un outil essentiel dans les forages d'exploration et les puits de développement.

Son avantage principal est la possibilité de caractériser un réservoir en l'absence de carottes. En outre, elle permet d'orienter l'image obtenue par rapport au Nord magnétique dans un puits vertical et au top du trou dans un puits horizontal.

Cette orientation est indispensable pour :

- La représentation complète du trou par image 360°
- La détermination de pendage
- La détection des fractures et des failles ainsi que leurs types et leur orientation.
- La détermination de la limite grès/argiles des intervalles de stratification minces.

Elle fournit également des informations détaillées concernant :

- Le diamètre du trou avec une haute résolution acoustique
- La géométrie de la paroi du trou

- Localisation et l'évaluation des intervalles de corrosions, l'usage mécanique, l'orientation et la corrélation des carottes.

### 1.1. Les outils d'imagerie

Les outils d'imagerie à haute résolution ont plusieurs avantages par rapport au carottage conventionnels, il existe deux types d'outils :

#### a) Les outils électriques

Le corps inférieurs de l'outil émet un courant appelé EMEX (pour Emettre-Exciter), dans la formation. Une très faible partie de ce courant passe par les électrodes et donne les courbes enregistrées, représentant des contrastes de micro-résistivité aux limites des couches ou sur les fractures traversant le sondage.

Il existe une grande variété d'outils d'imagerie de micro-résistivité disponibles pour une boue à base d'huile et à base d'eau, les outils les plus courants sont le STAR, Earth Imager (BAKER ATLAS), FMI, OBMI (SLB) et OMRI (Halliburton).

#### b) Les outils acoustiques

Les outils d'imagerie acoustique utilisent un transducteur piézoélectrique à rotation rapide pour émettre une impulsion sonore à haute fréquence vers la paroi du trou. L'outil d'imagerie acoustique enregistre ensuite l'amplitude de l'écho de retour, ainsi que le temps de déplacement total de l'impulsion sonore. Le temps de trajet de l'onde acoustique réfléchi et son amplitude sont mesurés dans différents azimuts et différentes directions à l'intérieur du puits de forage pour une profondeur donnée. Ces données sont ensuite traitées tel que les images de la réflectance de la paroi du forage (sur la base de l'amplitude de l'écho de retour) et le rayon du trou de forage (sur la base de temps de parcours d'impulsion). Il existe une grande variété d'outils d'imagerie acoustique disponibles, certains des outils les plus courants sont le **CBIL** (BAKER ATLAS), **UBI** (SLB) et **CAST-V** (Halliburton).

### 1.2. Description de l'outil Earth imager

L'Earth Imager permet l'acquisition simultanée de la résistivité en haute résolution. Cette capacité unique offre une perspective d'interprétation puissante basée sur deux ensembles de données complémentaires. La redondance des données assure une excellente couverture des données dans le puits de forage et élimine pratiquement la perte de données. En outre, l'Earth Imager peut fonctionner en combinaison avec d'autres services Baker Atlas, y compris RCI, 3DEX et XMAC Elite. Le système d'acquisition multitâche à grande vitesse, permet des regroupements flexibles pour répondre aux besoins d'information, de réduire les incertitudes et d'améliorer la rentabilité en minimisant le temps d'acquisition de données. Le câble de wireline ou le système de pipe de forage peut être utilisé pour transporter l'instrument dans les puits fortement déviés ou horizontaux (Fig.09)

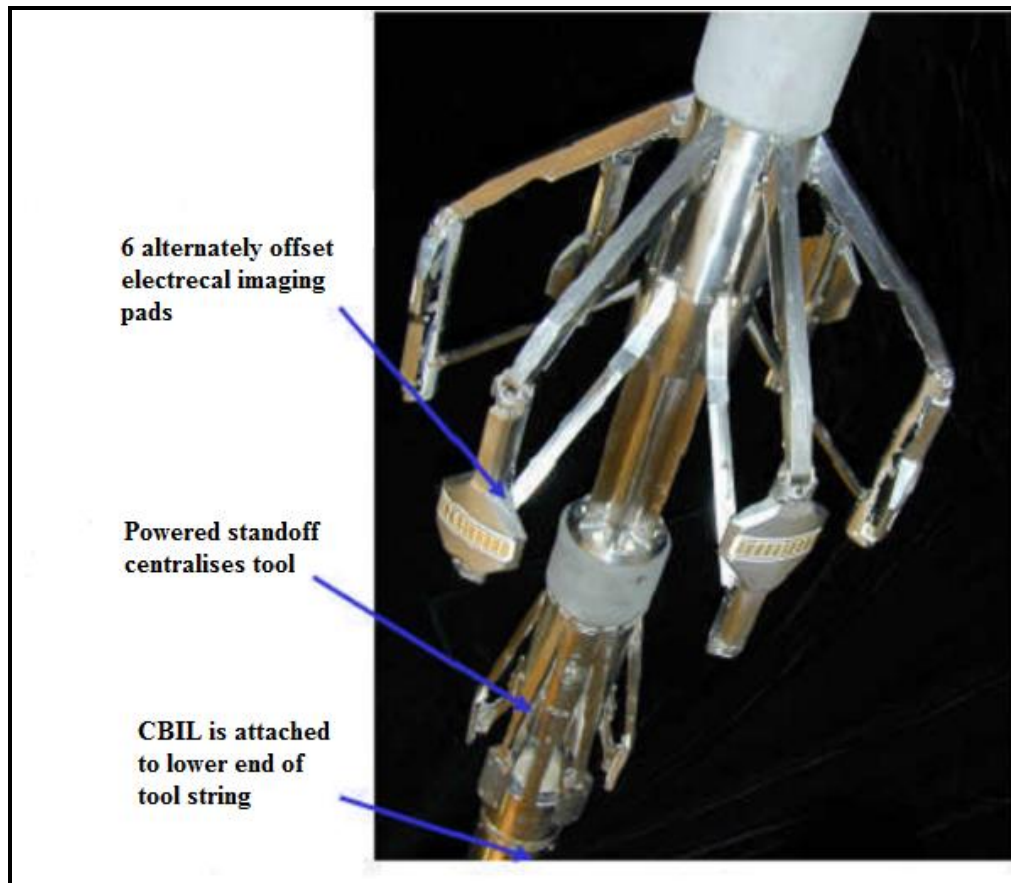


Figure-09 : L'outil Earth Imager

### 1.3. Application de l'outil Earth Imager

Les domaines d'applications des données d'outil Earth imager permet de d'effectuer plusieurs types d'interprétation :

- 1- Interprétation sédimentologie à travers l'identification des environnements de dépôt, l'évolution des courbes, les figures de sédimentation .ainsi que l'analyse des faciès.
- 2- Interprétation pétrophysique par : la détermination des types des pores, l'étude diagénitique et l'analyse de changement de la porosité.
- 3- Interprétation structurale par l'organisation interne du banc (texture, structure interne), la mesure du pendage, son évolution et la description des fractures.

### 1.4. Développement de l'image

Au fond d'un trou, l'outil enregistre des événements tel que la stratification, les failles, fractures...) représentés géométriquement par des plans dans les trois dimensions de l'espace ; ces mêmes événements seront représentés par une ligne dans une image à deux dimensions. Ce développement est illustré par la figure suivante (Fig.10)

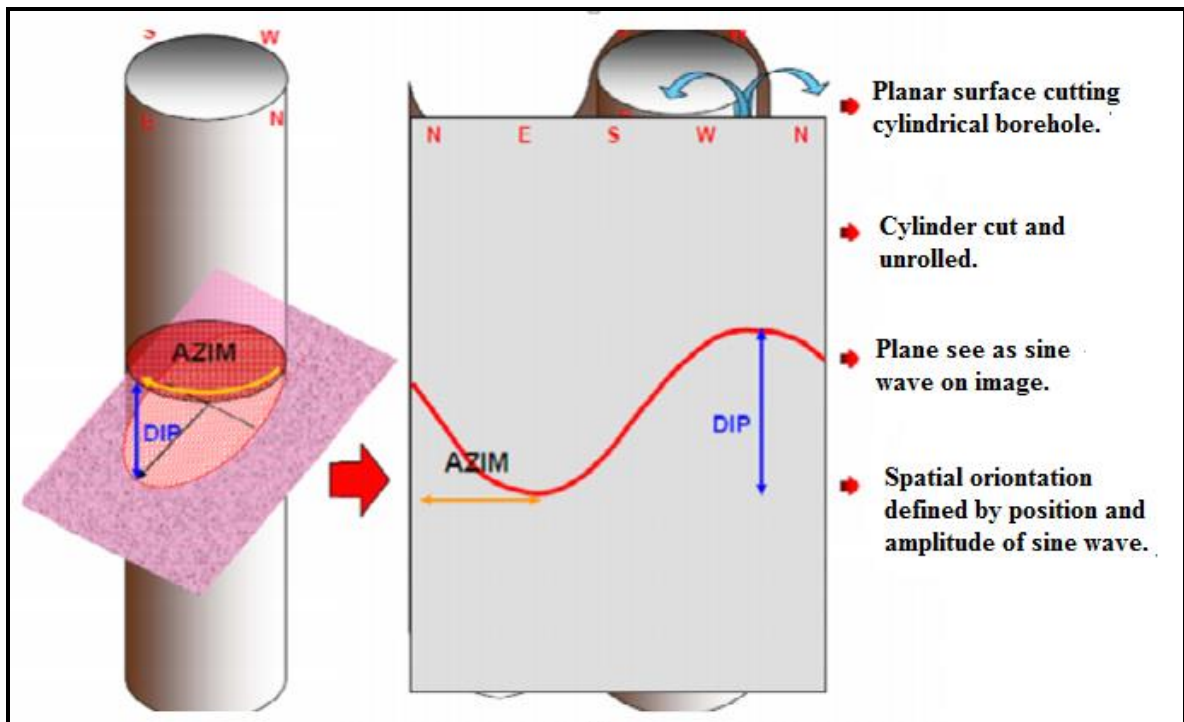


Figure -10 : La translation d'un plan 3D vers un plan 2D « puits vertical».  
(In.AMARI.2013)

### 1.5. Nomenclature des fractures adoptées par (Beaker atlas)

La nomenclature est basée sur l'amplitude des ondes réfléchies, et sur la continuité des fractures par rapport au trou de forage, en notant :

High amplitude fractures : ce sont les fractures qui ont un caractère acoustique des ondes réfléchies élevées elles correspondent aux fractures fermées ou colmatées par des ciments compacts (ex : quartz).

Low amplitude fractures : ce sont les fractures qui ont un caractère acoustique faible, elles correspondent aux fractures ouvertes.

Mix fractures : ce sont les fractures où le caractère acoustique est double, elles correspondent aux fractures partiellement ouvertes.

### 1.6. Détermination des fractures

Les principaux domaines d'applications des différents outils de l'imagerie sont la géologie structurale et la caractérisation de structures sédimentaires, Les données d'imagerie constituent le meilleur moyen d'étude des structures tectoniques à l'aplomb d'un puits, La nature des fractures (fractures ouvertes naturelles, fractures cimentées ou fractures induites par le forage) peut même être identifiée avec les différents outils de l'imagerie.

1.7. Types de fractures

a) Les fractures naturelles

Pour bien caractériser les différents types des fractures il est indispensable de combiner les outils acoustiques aux outils électriques. (Fig.11) montres en détail la complémentarité des images acoustiques et électriques en face de différents types de fractures.

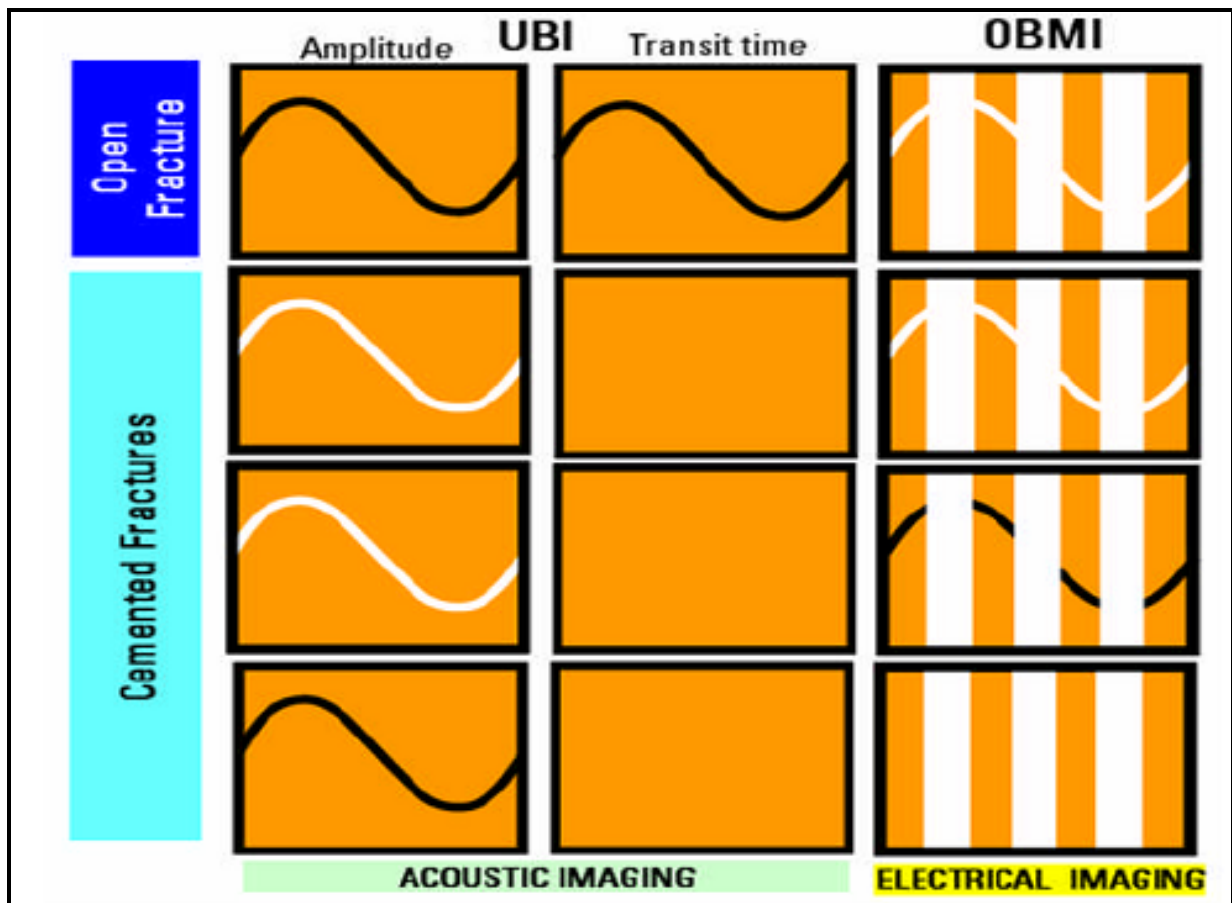


Figure-11 : Images acoustique et électrique en face de différents types de fractures.

**Les fractures ouvertes** : l’image électrique montre un signal résistif probablement due à un remplissage ou à la pénétration de la boue de forage, quant à l’outil acoustique, il montre un transit time élevé et une faible amplitude affirmant ainsi que la fracture est de type ouverte. (Fig.12)



un signal sombre qui explique la diminution de l'amplitude alors que rien n'est observé sur le transit time ainsi qu'au niveau de l'image électrique. (Fig.13)

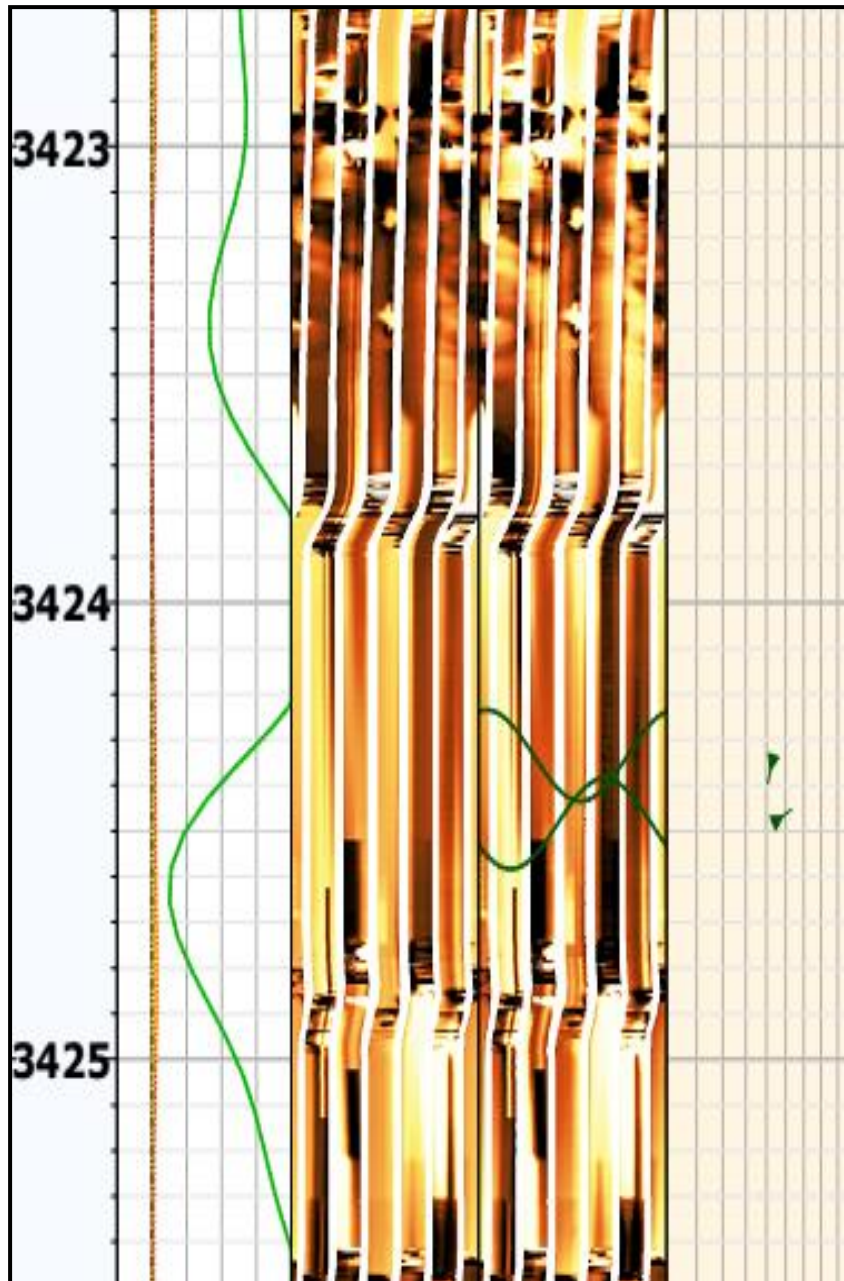


Figure-13 : fracture colmatée sur une image de fond HGAO-7

**Fractures partiellement ouvertes :** ce sont des fractures dont leur réflexion des ondes acoustique et élevée dans une moitié de la fracture et faible dans l'autre moitié.

b) Fractures induites :

La séparation des fractures naturelles et des fractures induites par le forage en sub-surface, se base sur la combinaison de la géométrie et l'orientation. Par exemple, la plupart des fractures induites

par le forage forment parallèlement à la direction de la contrainte horizontale maximale ( $\sigma_H$ -max), ce qui signifie qu'elles sont en extension. L'orientation de la contrainte horizontale minimale ( $\sigma_H$ -min) est bien identifiée à partir des breakouts et peut être utilisée pour définir l'orientation préférentielle de la fracture. La fracture induite, n'est jamais minéralisée et ne cause jamais un décalage de stratification.

**Les failles :** L'allure des failles sur l'image ressemble à celle des fractures sauf que les failles ont une empreinte intense et possèdent souvent un déplacement des compartiments. Les failles peuvent être déterminées indirectement sur l'image ; par l'intensité des fractures, par la perturbation des formations sédimentaire ou par la relation des breakouts.

**Les breakouts :** Les breakouts sont marquées par l'élargissement du trou dans la direction de la contrainte horizontale minimale ( $\sigma_H$ -min). L'élargissement est signalé sur le log d'image amplitude et le log du temps de trajet sous forme de bandes verticales indiquant une mauvaise réflectivité et de long temps de transit ou perte de signal (Fig.14)



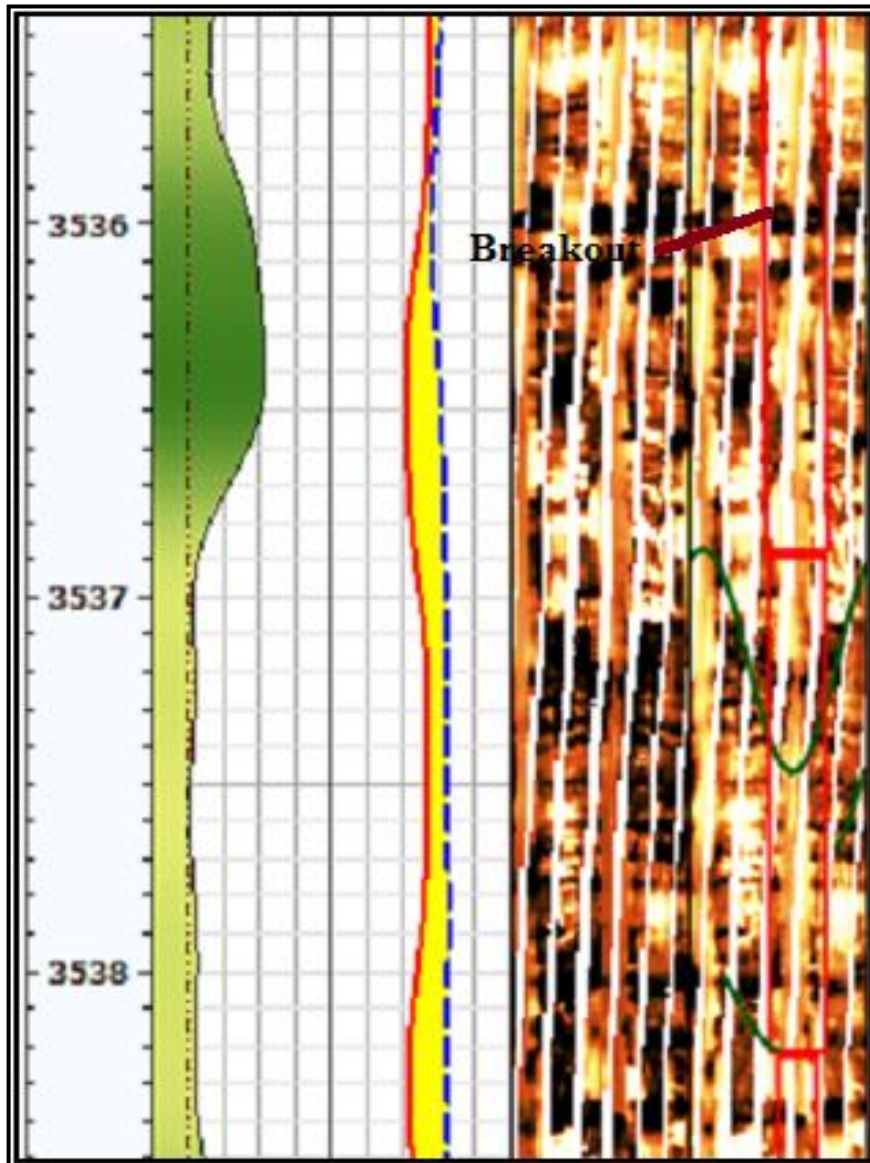


Figure-14 : Exemple de Breakouts de puits HGAO-10

## 2. Analyse et description des carottes

Cette méthode directe permet d'étudier le réseau de fracturations dans un réservoir pétrolier, par description macroscopique des carottes ou microscopique à partir des lames minces afin de déterminer la répartition générale, le nombre, l'orientation ainsi que le type (fermée ou ouverte) des fractures.

### 2.1. Matériel de carottage

Le système conventionnel de récupération de carottes est le basique double tube carottier.

(Fig.15)

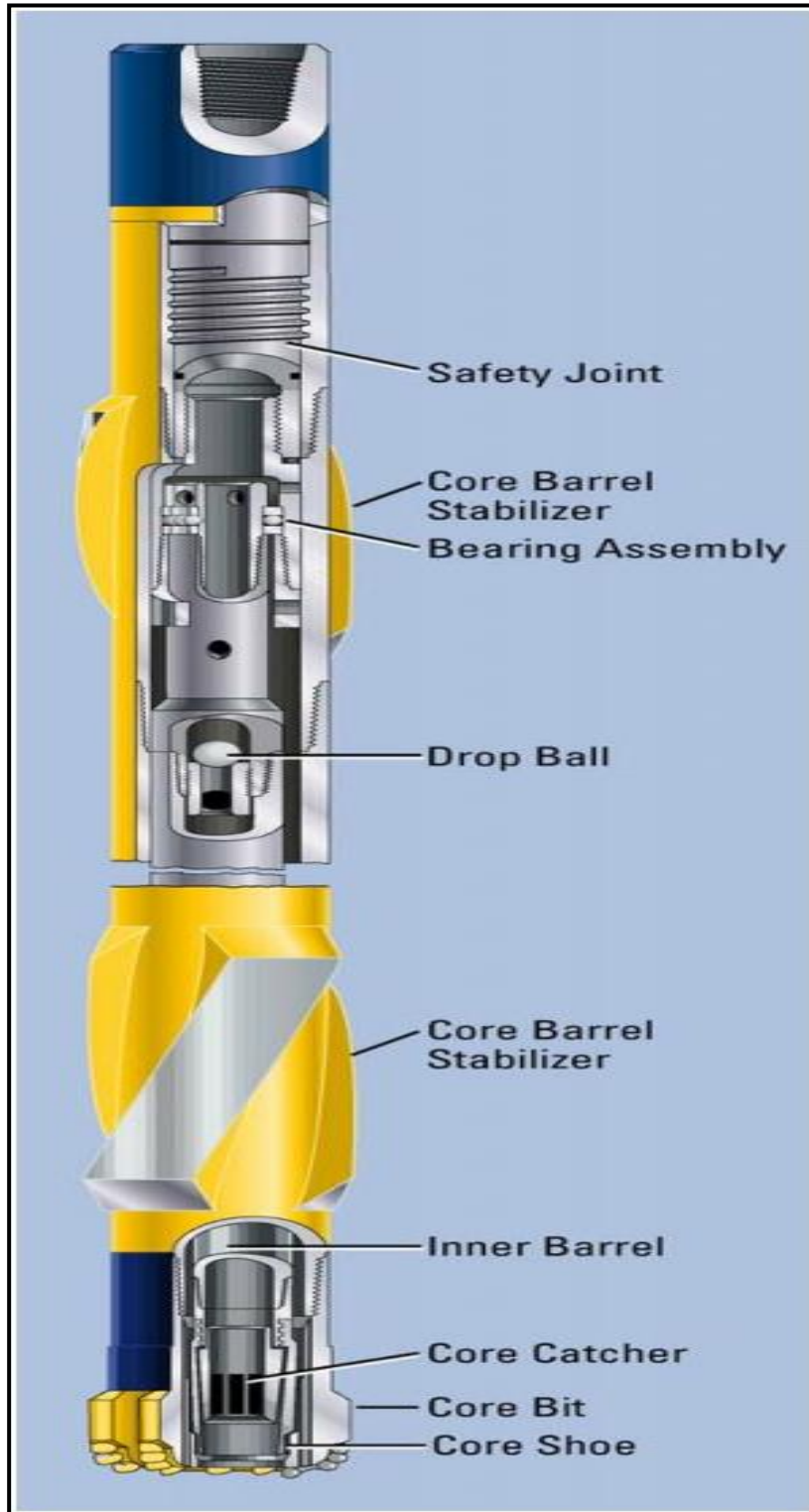


Figure-15 : Appareil de carottage

## 2.2. Éléments d'un carottier :

Le carottier est constitué des éléments suivants :

- Tube extérieur (Outer Barrel)
- Tube intérieur (Inner Tube ou Inner Barrel)
- Joint des écrits (Safety joint)
- Stabilisateurs (Stabiliser)
- Couronne de carottage (Core Bit)
- Système de rotation (Swivel Assembly ou Bearing Assembly)
- Système de retenue de la carotte (Catcher Assembly ou Core Catcher)

## 2.3. Types des fractures

La fracturation désigne toute cassure de roche, avec ou sans déplacement relatif des parties. Une fracture dans une roche représente deux lèvres et une ouverture qui se mesure perpendiculairement aux lèvres. Ces fractures peuvent être associées à un événement tectonique local, ou régional. Selon l'orientation, la distribution et la morphologie des fractures ; différents objets microtectoniques accompagnent les systèmes fracturés, tels que :

- **Les diaclases** : Ce sont des fractures sans déplacement relatif des parties séparées.
- **Les stries** : Elles renseignent généralement sur la direction du mouvement, et leurs pitch, en permettent de définir le régime de déformation.
- **Les stylolithes** : Elles apparaissent sous forme de dents de scie, elles sont dues soit à une compaction (plan horizontal) ou à la tectonique (plan vertical).
- **Les fentes de tensions** : Elles apparaissent en régime décrochant, compressif ou extensif, elles sont caractérisées par un déplacement dont la composante principale est perpendiculaire aux lèvres, qui s'écartent l'une de l'autre, ces fentes sont souvent remplies de silice ou de calcite.
- **Les brèches** : Elles correspondent au remplissage des espaces vides créés dans la roche, elles sont généralement constituées par des éléments broyés.

## 2.4. Type des fractures

- **Les fractures naturelles** : Elles existent réellement dans la formation (fractures ouvertes, colmatées ou partiellement ouvertes), selon l'espace poreux vide, remplie, ou partiellement remplie. (Fig.16)

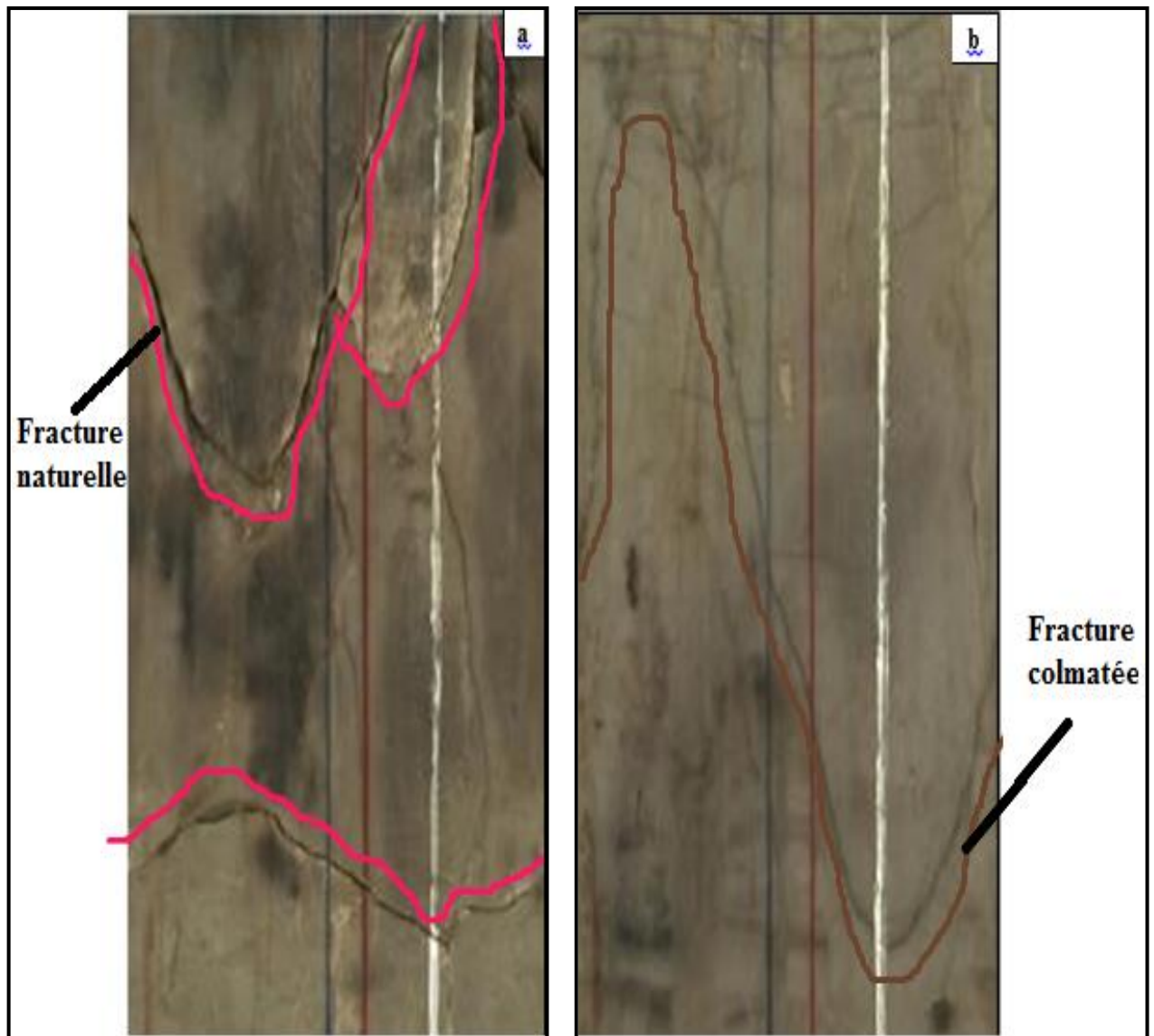


Figure-16 : a) Fracture naturelle ouverte, b) Fracture naturelle colmatée (HGAO-6)

- **Les fractures induites** : Ce sont des fractures provoquées involontairement par des différents outils de forage, soit par des vibrations des instruments, soit de l'extraction de la carotte au cours de sa récupération. (Fig.17)

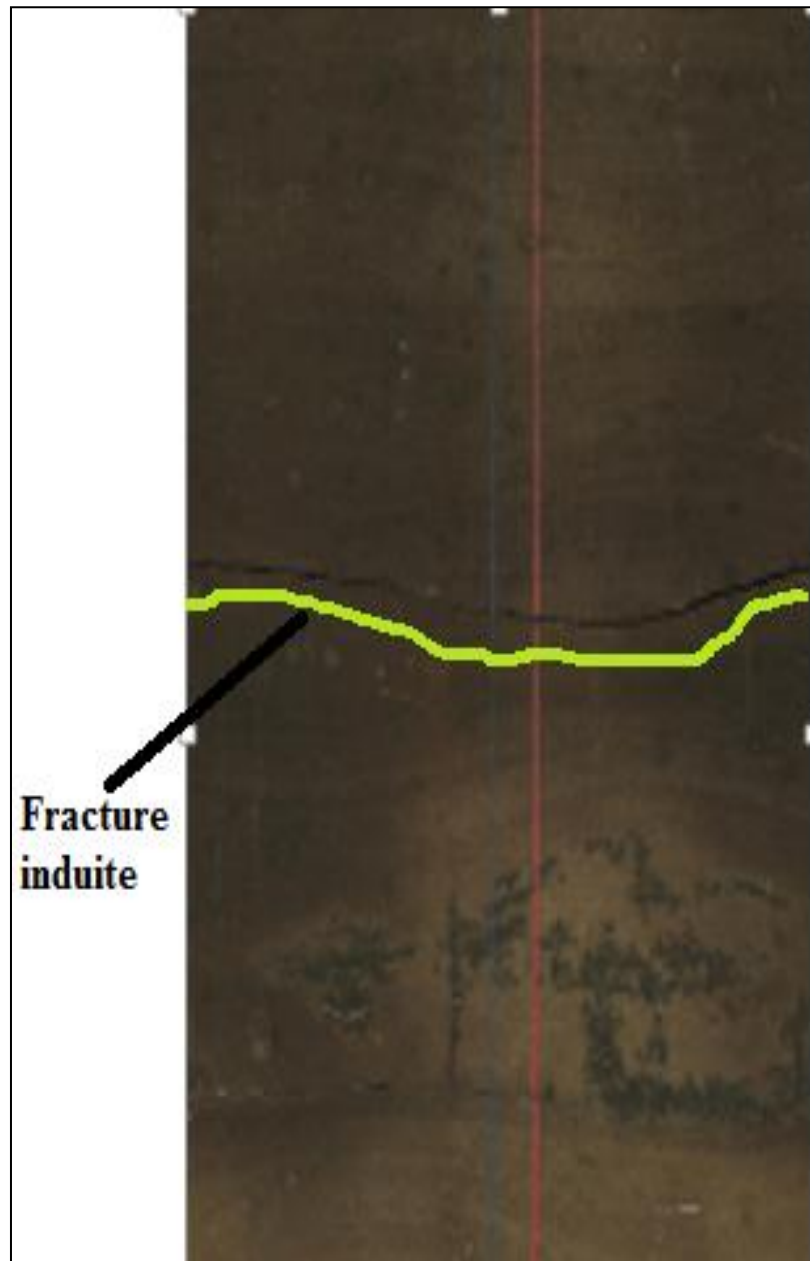


Figure-17 : Fracture induite (HGAO-8)

**CHAPITRE 3 :**  
**DISCUSSION ET**  
**INTERPRETATION DES**  
**RESULTATS**

## CHAPITRE 3 :DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS

### 1.La structure de Hassi Guettar Ouest (HGAO) :

L'étude de la structure de Hassi Guettar ouest s'appuie sur l'interprétation des différentes cartes en isopaques et en isobathes du réservoir Ordovicien de quartzites de Hamra.

#### 1.1. Implantation des puits

Au niveau de réservoir de Hassi Guettar, se trouve 37 puits qui s'étendent sur une extension de 181 Km<sup>2</sup>. Ces puits se subdivisent comme suit : 11 puits ouverts, 12 puits fermés, un puits secs, 4 puits inexploitable, un puits abandonné et trois (03) forages.

La présente étude est limitée à la partie Ouest de Hassi Guettar, d'où l'existence de sept puits (Fig.18). Les puits HGAO-1, HGAO-4, HGAO-6, HGAO-8 font l'objet de l'étude de fracturation à partir des données des carottes et les puits HGAO-7, HGAO-8, HGAO-10, HGAO-11 sont consacrés pour l'étude d'imagerie.

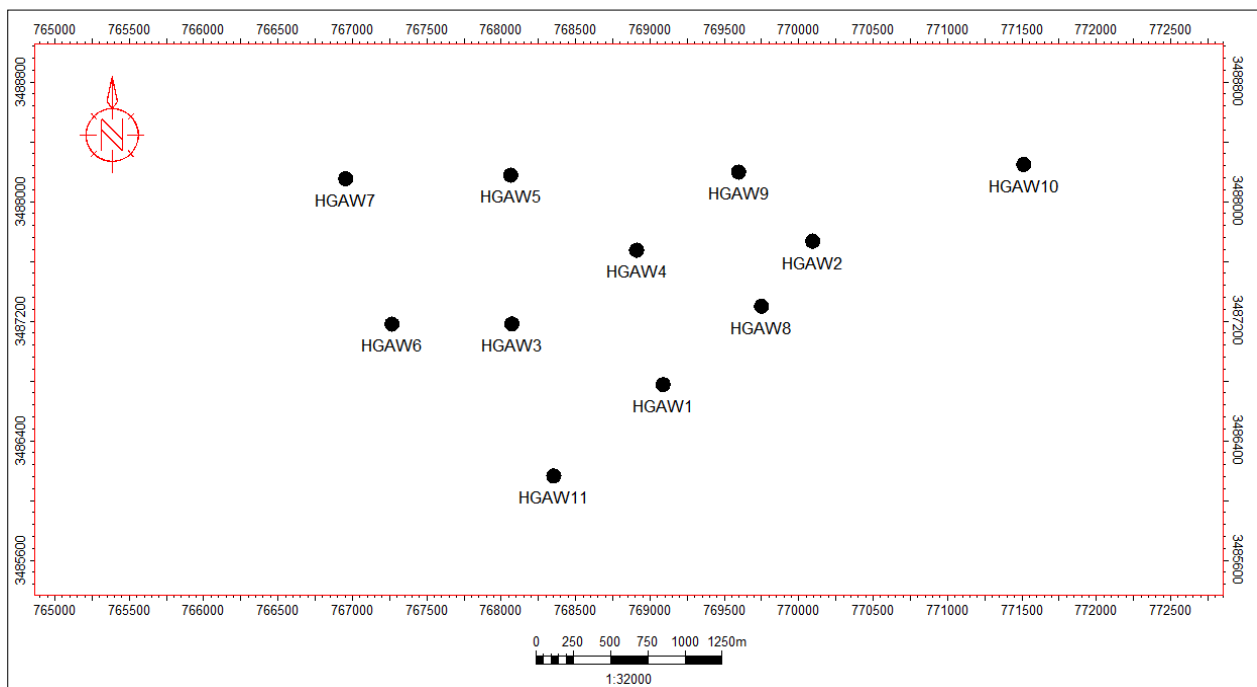


Figure18 : Carte d'implantation des puits de Hassi Guettar Ouest

De point de vue géographique, le forage de HGAO-1 est situé à la limite sud du champ de Hassi Messaoud et au Sud du gisement de Hassi Guettar

-Les forages HGAO-4, HGAO-6, HGAO-7, HGAO-8 se localisent à la limite sud du champ de Hassi Messaoud et au Nord-Ouest de gisement de Hassi Guettar

-Les forages HGAO-10, HGAO-11 se trouvent dans la partie Nord du périmètre de Hassi Guettar Ouest.

### 1.2. Interprétation de la carte en isobathes

La carte en isobathes au toit de réservoir de quartzites de Hamra, montre une structure qui plonge vers la direction ENE-OSO. La structure est limitée par deux réseaux de failles de direction NE-SO et E-O. (Fig.19)

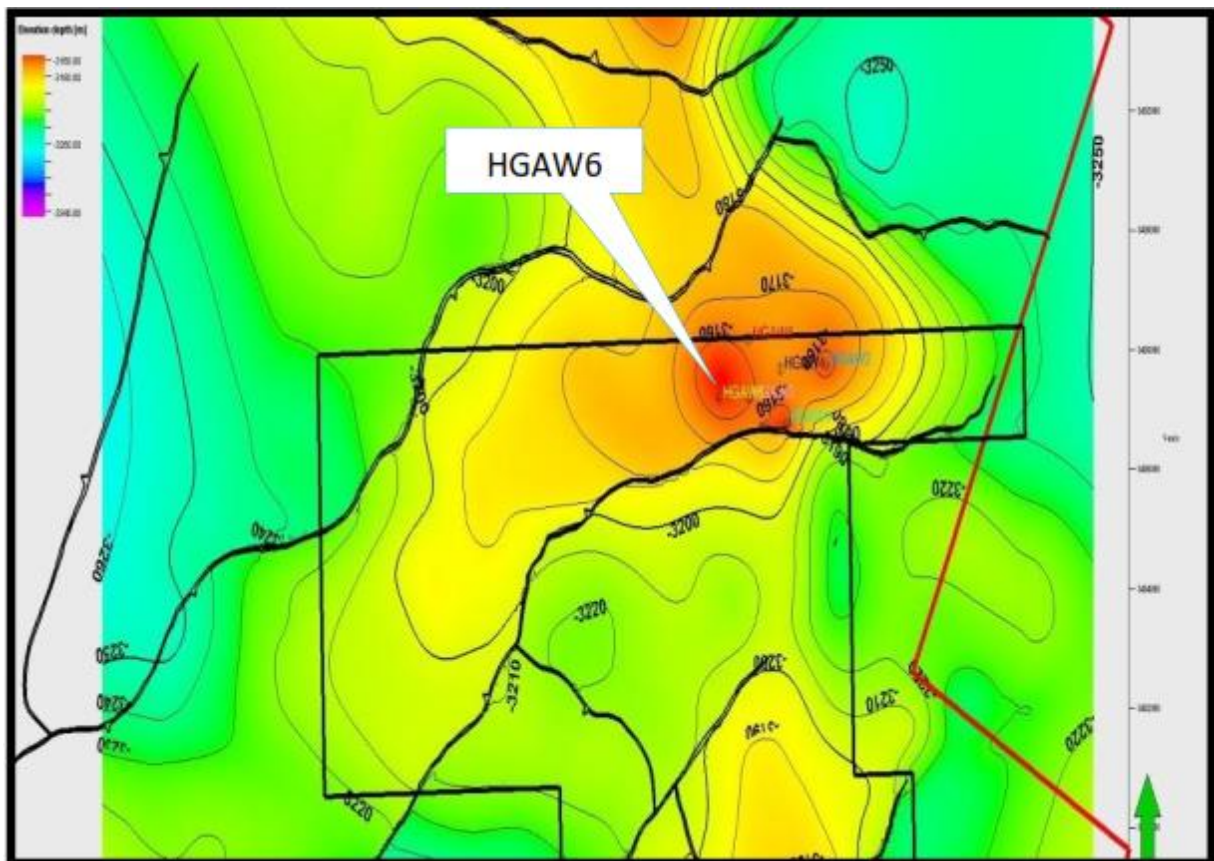


Figure 19 : Carte en isobathes du toit de réservoirs quartzites de Hamra de HGAO (SONATRACH/DP.2016)

### 1.3. Interprétation de la carte en isopaques du toit de reservoir:

La carte en isopaque du réservoir de quartzites de Hamra montre des épaisseurs élevées dans la partie ouest de la structure. Les valeurs des épaisseurs diminuent progressivement vers le Nord. Les épaisseurs maximales sont rencontrées dans la partie ouest de puits HGAO-6.

Les épaisseurs minimales sont enregistrées aux alentours de partie Nord avec des valeurs 28m de puits HGAO-9 et partie SSO de valeurs 34 m de puit HGAO-11 (Fig.20)



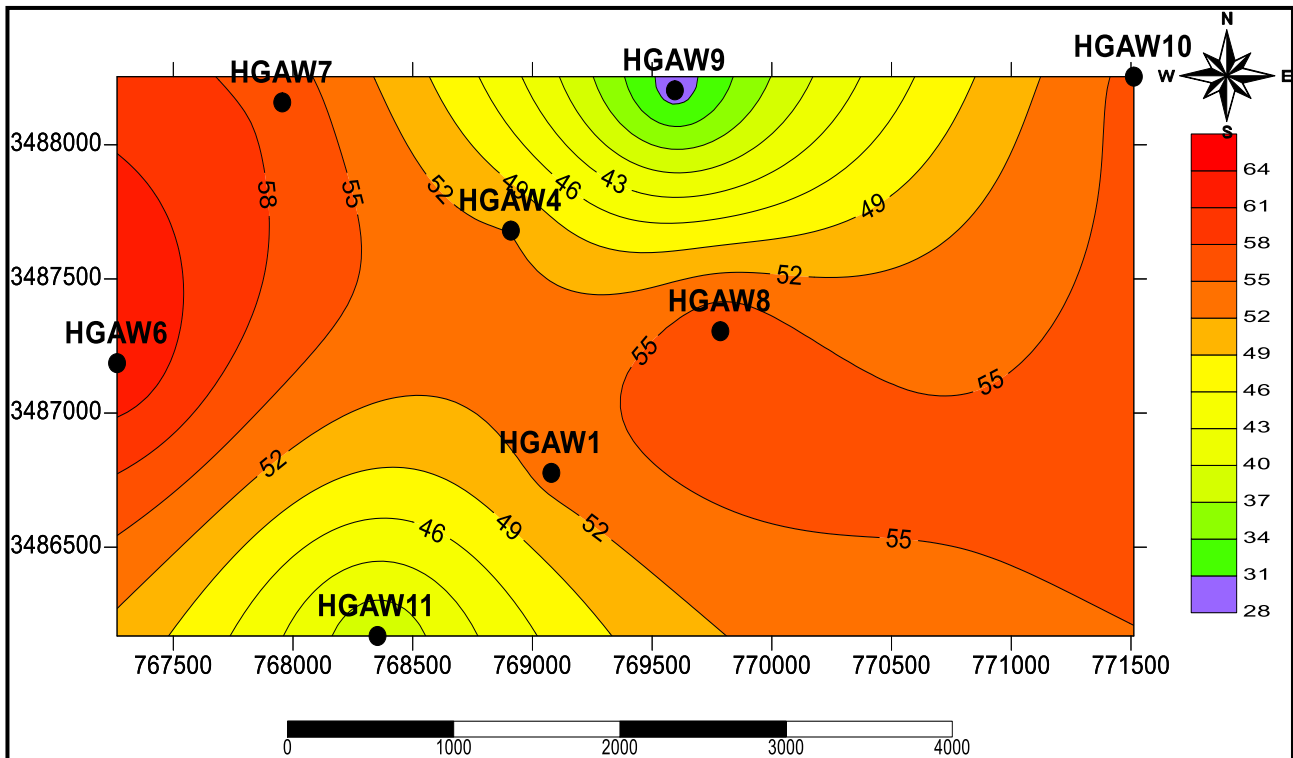


Figure 20 : Carte en Isopaques de réservoirs quartzites de Hamra HGAO

## 2. Caractérisation des fracturations

L'objectif crucial de la présente étude est d'effectuer une caractérisation des fracturations et d'identifier les différentes fractures (types, directions et intensités), affectant les réservoirs Ordovicien du champ de HGAO, pour pouvoir ainsi les combinaisons des fractures sur le potentiel de production.

Cette caractérisation est mise en œuvre en se basant sur les trois approches suivantes :

- Analyse des fractures à partir des données d'imagerie.
- Analyse des fractures à partir des données de carottes.
- Analyse de Breakouts.

### 2.1. Analyse des fractures à partir des données d'Imagerie

L'analyse des fractures à partir des données d'imagerie a permis de déterminer les différents types de fractures (ouvertes, partiellement ouvertes ou fermées), leurs directions et leurs distributions afin de classer les puits comme des puits fracturés, moyennement fracturés ou des puits faiblement fracturés. L'analyse est basée sur l'interprétation des données d'imagerie par l'outil « **Earth Imager** » dans les puits (HGAO-7, HGAO-8, HGAO-10), et l'outil « **CAST Image /OMRI** » au sein de puits de HGAO-11.

• **Puits HGAO-7 : 23 Décembre 2016**

L'opération d'imagerie réalisée dans le réservoir quartzites de Hamra du puits HGAO-7, montre une densité élevée des fractures : 52 fractures au total d'intervalle allant de 3335m à 3550m, dont 32 fractures ouvertes, une partiellement ouverte et 19 fractures conductives (cimentées) (Tab.01) et (Fig.21), Il est à noter qu'aucune faille n'est enregistrée dans cet intervalle.

Tableau 01 : Densité des fractures dans l'intervalle 3335m à 3550m

Les fractures	Fracture ouvertes	Fractures colmatées	Fracture mixtes
N de fractures	19	32	01
Pourcentage	37%	61%	02%

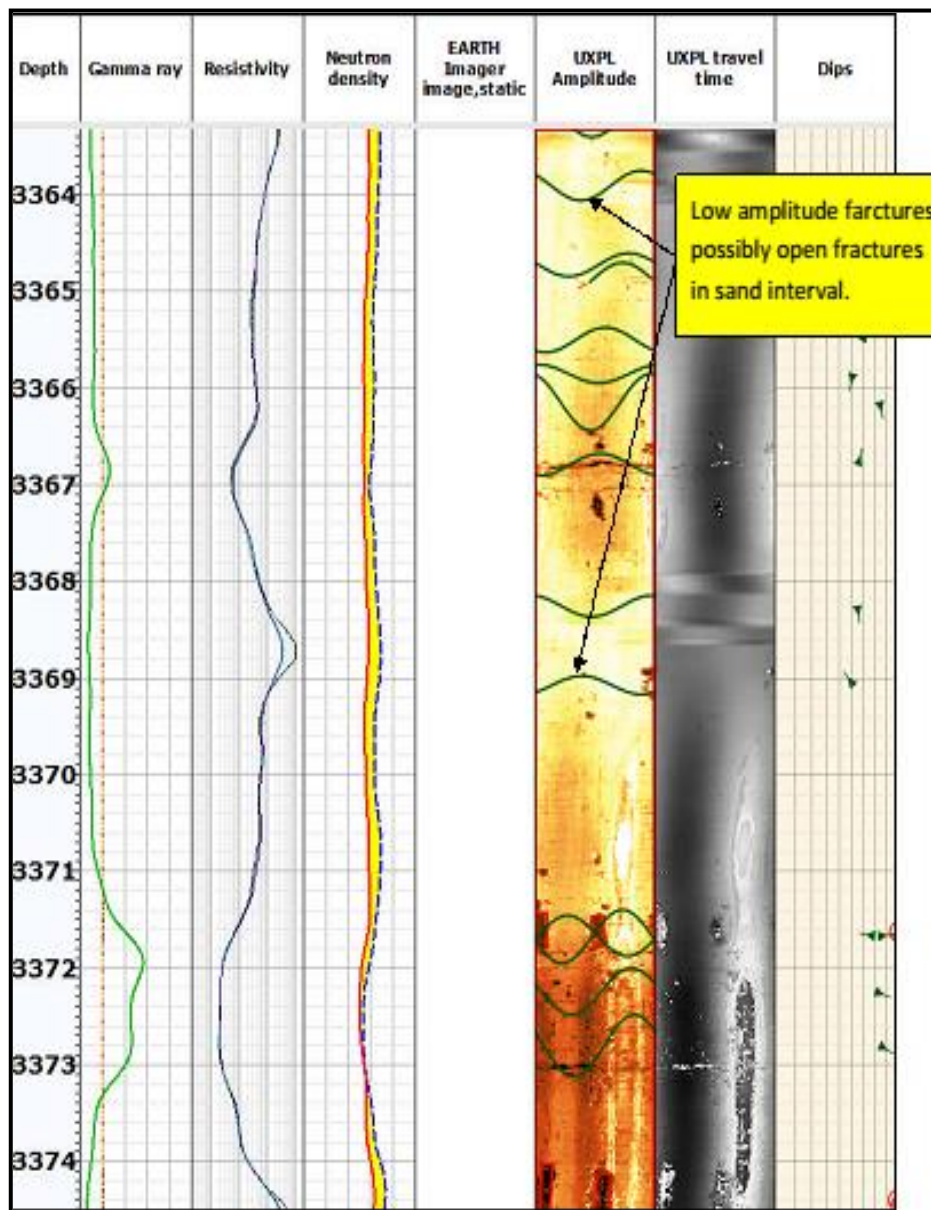


Figure 21 : types des fractures de HGAO- 7 à l'aide d'Earthe Imager

• **Puits HGAO-8 :16 Mars 2017**

Au niveau de ce puits, la plupart des fractures naturelles sont considéré comme des fractures ouvertes (Tab.02) et (Fig.22)

Tableau 02 : Types des fractures naturelles dans les intervalles (3280-3363)

Intervalle (m)	Description de fractures
3280m-3290m	Possibilité de la présence des fractures ouverte
3295m-3310m	Possibilité de la présence des fractures ouverte
3340m-3350m	Possibilité de la présence des fractures ouverte
3360m-3363m	Possibilité de la présence des fractures ouverte

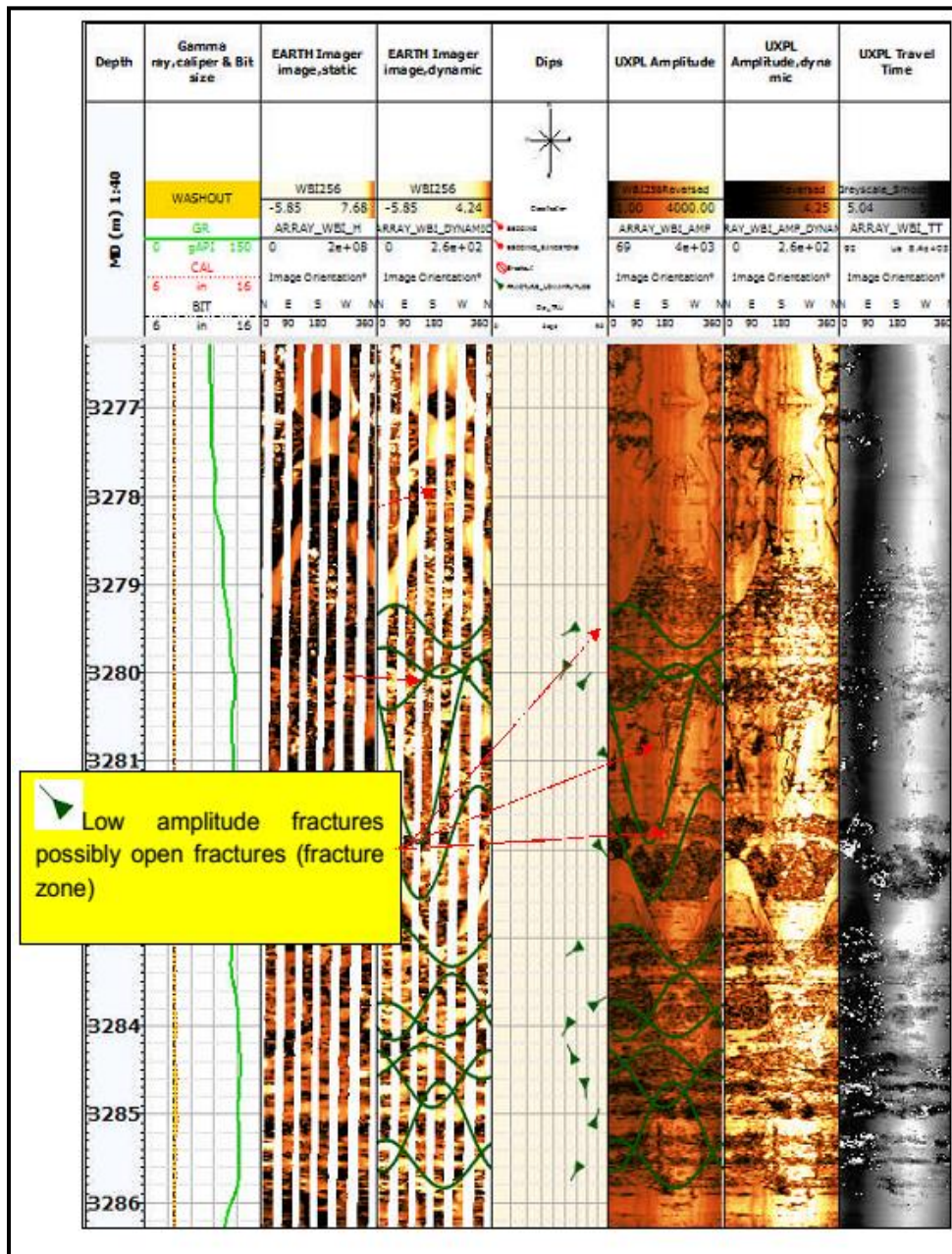


Figure 22 : Les fractures partiellement ouverte de puits HGAO-8

Les multiples pendages existants le long de puits HGAO-8 ont été répartis selon des classes des angles sous formes de rosace (Fig.23)

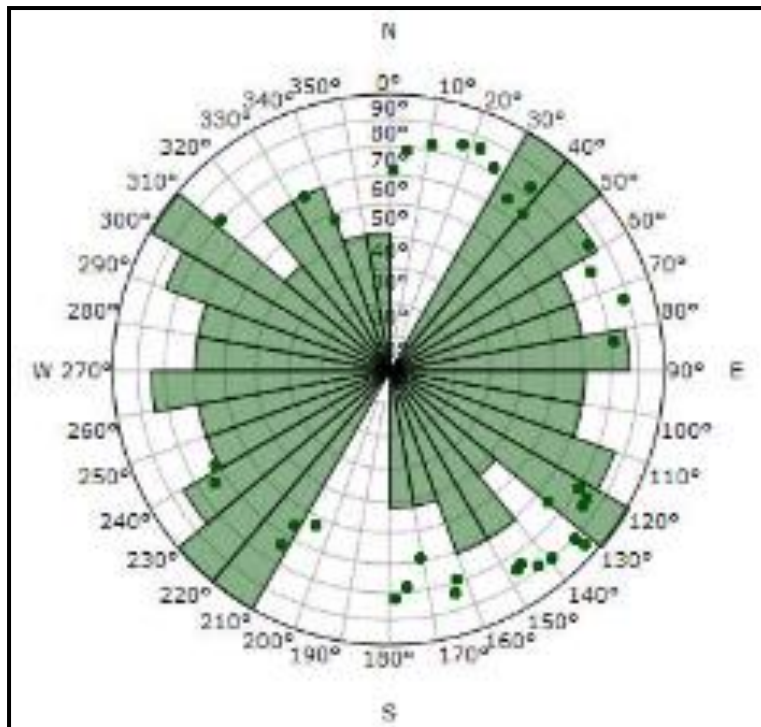


Figure 23 : Rosace présence multiple pendage de puits HGAO-8

• **Puits HGAO-10 :08 Janvier 2018**

Dans ce puits la plupart des fracturations est partiellement ouvertes. L'intervalle 3531m-3553m est caractéristique par la présence de onze (11) fracturations ouvertes (Tab.03) et (Fig.24)

Tableau 03 : Types des fractures dans l'intervalle (3531m-3553m)

Intervalle (m)	Description des fractures
3531-3533m	Fractures partiellement ouvertes
3536-3540m	Fractures partiellement ouvertes
3547-3553m	Fractures partiellement ouvertes

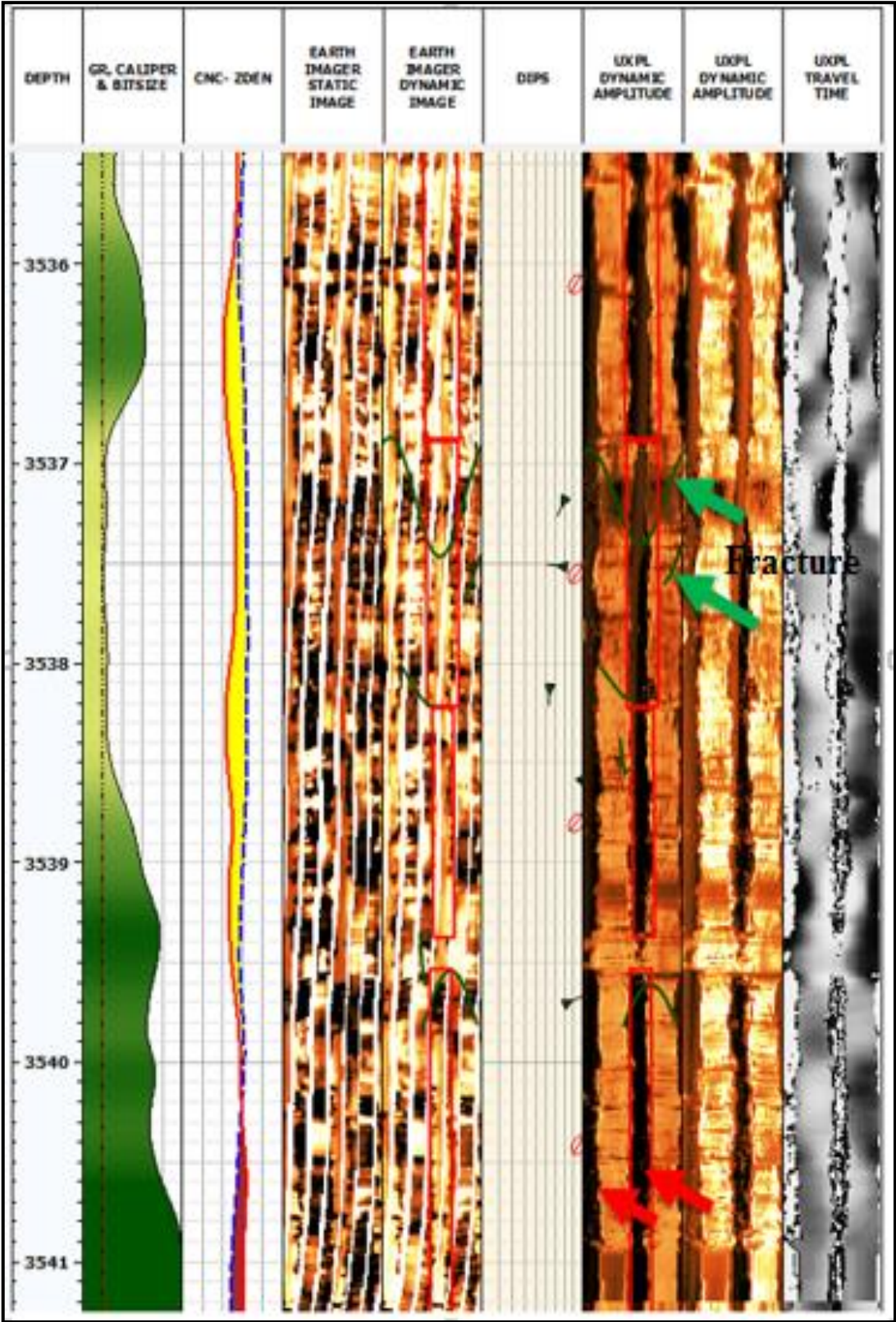


Figure 24 : Des fractures ouvertes et partiellement ouvertes

- **Puits HGAO-11 : 21 Février 2019**

Aucune fracturation n'est observée le long de ce puits (Fig.25).

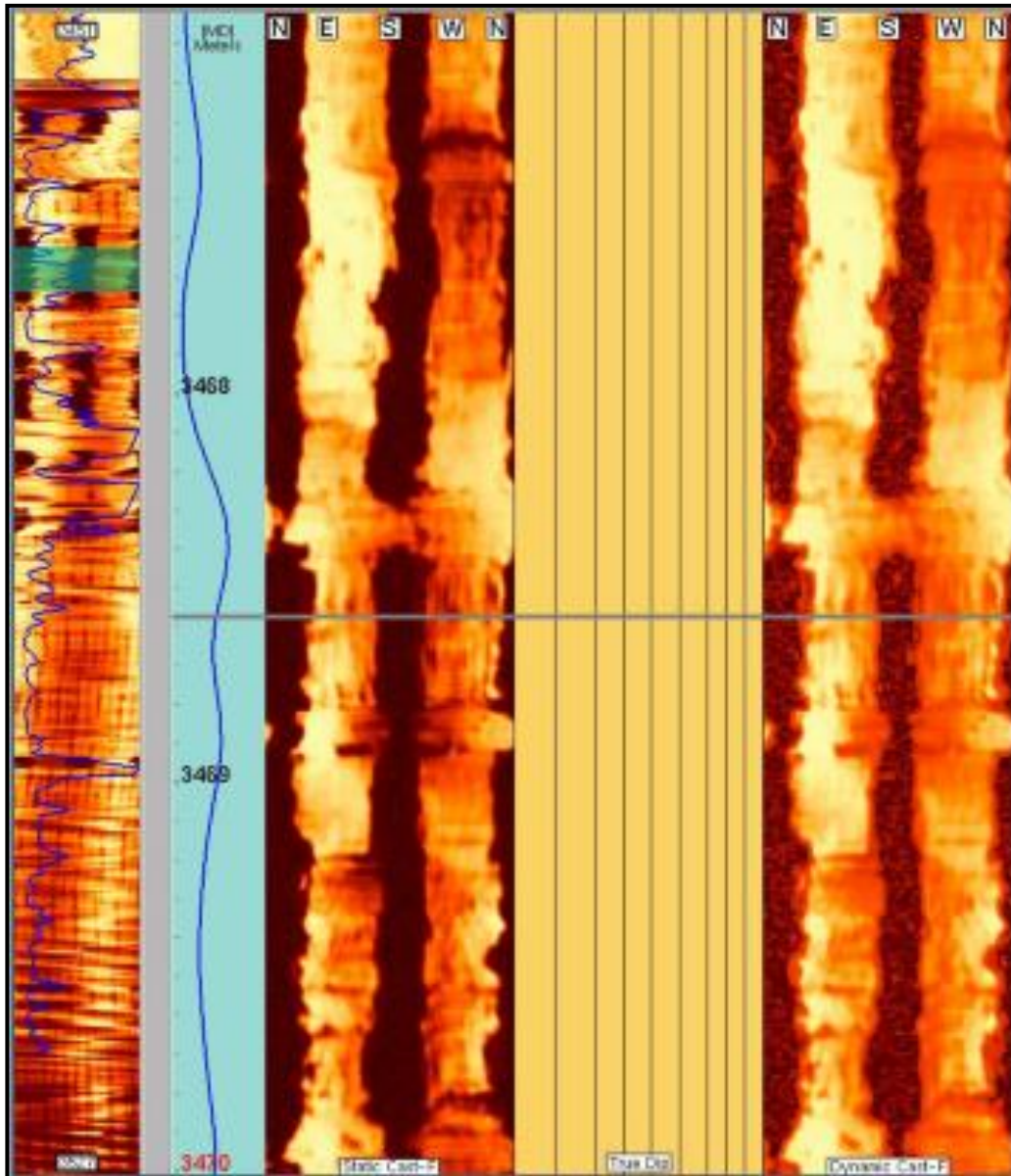


Figure 25 : Absence de fracturation par l'outil OMRI de puits HGAO-

D'après l'analyse de fracturations par l'outil Earth imager, la distribution des fractures dans le réservoir de quartzites de Hamra montre la majorité des fractures sont ouvert et partiellement ouvertes.

## 2.2. Analyse des fracturations à partir des carottes :

La caractérisation des fractures affectant les réservoirs quartzites de Hamra du champ de Hassi Guettar Ouest se base sur la description de carottes des puits HGAO-1, HGAO-4, HGAO-8, HGAO-6 qui apporte un complément, concernant :

- **Puits HGAO-1**

Dans les quartzites de Hamra, la carotte prélevée de l'intervalle 3318 m à 3335.5 m se présente par des grès gris-clairs à gris blancs, localement gris-sombres, silico-quartzitiques passant à des quartzites dures avec des fins passés d'argiles gris-foncées ; brunes et indurées micacées

Les fractures enregistrés dans la carotte sont de types et de directions multiples : Fractures cimentées de direction NNO-SSE, fractures induites orientées NNE-SSO et fractures ouvertes de deux direction NNO-SSE et NO-SE (Fig.26-a, b et c).

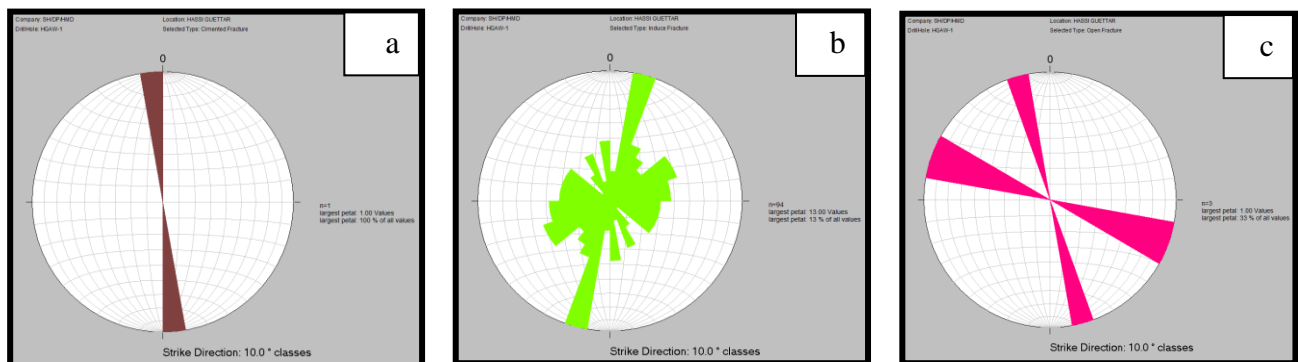


Figure 26 : Rosace :a)Fracture cimentées, b) fractures induites, c)fractures ouvertes HGAO-

- **Puits HGAO-4**

Dans les quartzites de Hamra, la carotte été prise de 3334 m à 3361 m montre une formation de grès blancs, fins à très fins, de couleur gris verdâtre à gris noir. Vers la cote 3336.6 m, le ciment est silico-argileux compact dur. Des quartzites beiges et noires à grains fins et moyens, avec un ciment siliceux à silico-argileux, compacts durs avec des passages de grès fins beiges. Nombreuses Tigillites longues et courtes et nombreux joint stylolithiques caractérisant cet intervalles. La présence de film d'argiles rougeâtres .Intercalation de fines strates d'argiles noires.

Des fracturation sub-horizontales abondantes, parfois remplies de pyrites et une fracture cimentée est enregistrée dans la direction NNE-SSO et NO-SE. Un bon nombre des fractures sub-verticales peu développées, fermées et ouvertes remplies de silice et d'argiles, et des fractures ouvertes d'orientation NNO-SSE (Fig.27- a, b et c)

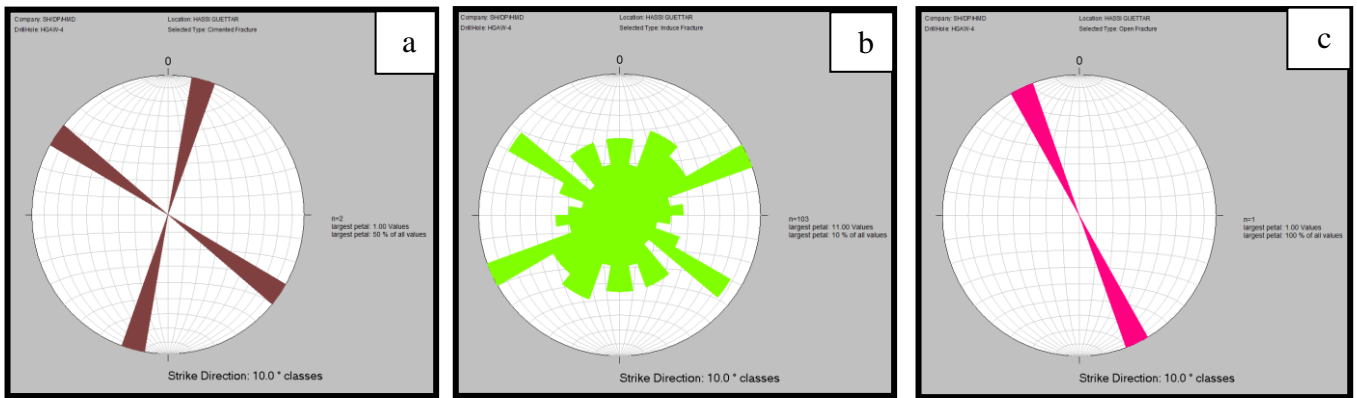


Figure 27 : Rosace :a)Fracture cimentées, b) fractures induites, c) fractures ouvertes de puits HGAO-4

Au sein de ce puits, l'intervalle 3340m à 3342m présente une fracturation intense (intersection des fissures sub-verticales avec des fracture sub-horizontales) d'où la présence d'un aspect béchique de la carotte. La stratification est inobservable à l'exception de quelques intervalles (de 3352 m à 3353 m). Des niveaux imprégnés d'huile s'intercalent entre 3340 m et 3352 m.

**Puits HGAO-6**

La carotte des quartzites de Hamra de niveau 3340m à 3384.7m, se représente par des grés quartzitiques fins à très fins clairs, beiges à ciment siliceux à silico-bitumineux micacé par endroit (présence de la muscovite et des traces d'oxydation de couleur rouille). Les grains sont arrondis et sub-arrondis. La présence des passés silteux de 1.2m à 5m et de glauconies, ainsi que des films d'argiles et des chlorites, avec la présence des joints stylolitiques sédimentaires. La stratification n'est pas observable dans les quartzites de Hamra. Les fissures verticales et sub-verticales remplies de pyrite, de silice et de bitume. Plusieurs fractures cimentées est enregistrées dans diverses directions (Fig.28 a).

La présence des fractures horizontales et fractures ouvertes orientatées NNO-SSE, et des fractures verticales, induites de direction SO-NE (Fig.28 b et c).

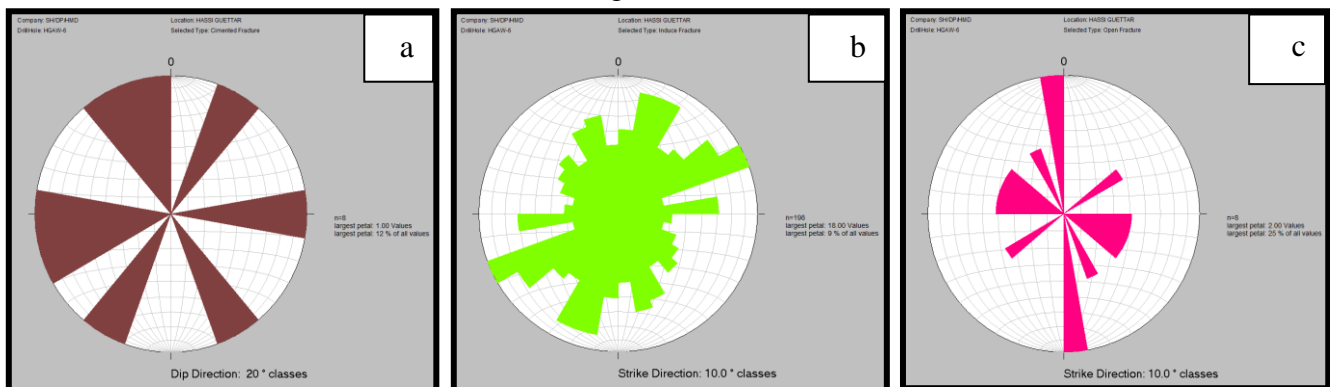


Figure 28 : Rosasses a)Fracture cimentées, b) fractures induites, c) fractures ouvertes de puits HGAO-6



• **Puits HGAO-8**

La carotte prélevée de niveau 3364 - 3380m de quartzites de Hamra est représentée par des grés quartzitiques fins à très fins, beiges à ciment siliceux à silico-bitumineux, micacé par endroit. Les grains sont arrondis et sub-arrondis. La présence des films d'argiles et des passés silteux. La stratification et des joints stylolithiques ont été enregistrés. Des fractures verticales et sub-horizontales remplies d'argile, silice et du bitume (fracture cimentée) de deux directions NNE-SSO et OS-NE avec l'abondance de Tigillites.

Cette analyse de carotte dans ce niveau, montre la dominance des fractures induites de direction NO-SE de multiples pendages avec très peu nombre de fractures ouvertes de direction NO-SE. L'orientation de fractures partiellement ouvertes a deux directions de NE-SO et NNE-SSO. Une répartition moyenne des fractures partiellement ouvertes par apport aux fractures induites. (Fig.29 a, b, c et d).

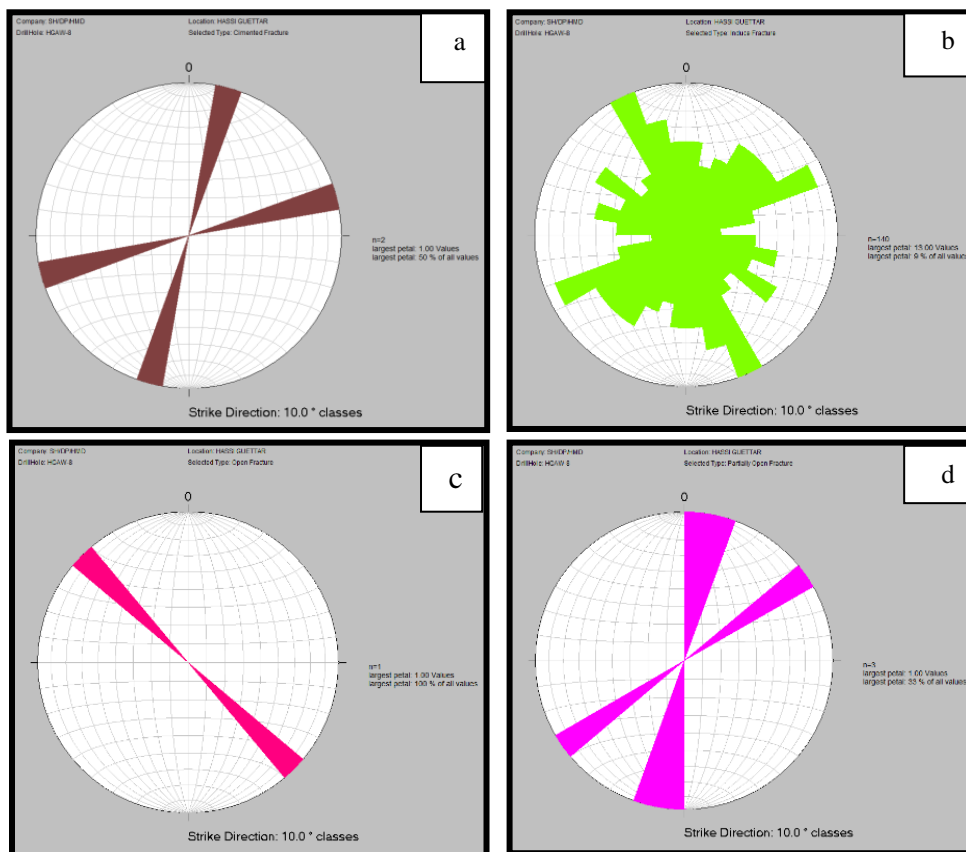


Figure 29 : Rosasses a)Fracture cimentées, b) fractures induites, c) fractures ouvertes, d) fractures partiellement ouvertes de puits HGAO-8

Le réseau des fractures dans le quartzite de Hamra à travers l'analyse des fracturations par les données des carottes a permis de noter:

- la présence de divers types de fractures : cimentées, induites, ouvertes et partiellement ouvertes.
- De Multiple directions des fractures dans les puits étudiés.
- Les fractures cimentées remplies parfois de pyrites et d'argiles.

### **2.3. Analyse des Breakouts :**

L'étude structurale d'un réservoir est généralement complétée par une analyse des Breakouts, Cette dernière servira à déterminer la direction de la contrainte maximale actuelle pour pouvoir ainsi déterminer son influence sur la qualité réservoir. Dans cette partie, il sera question de faire la direction de faire apparaitre la distribution ainsi des Breakouts que la direction de la contrainte maximale dans les puits : HGAO-7, HGAO-8, HGAO-10, HGAO-11.

A l'heure actuelle, la direction de la contrainte maximale horizontale peut être déterminée par l'enregistrement de deux phénomènes : les Breakouts et les fracture induites.

#### **A. Les Breakouts :**

Ce sont des déformations de la section du puits en forme elliptique. Elles sont issues d'une compression de part et d'autre de la paroi de trou.

Ces déformations ont permet d'identifier la direction de la contrainte horizontale maximale qui est perpendiculaire à l'axe de déformation.

#### **B. Les fractures induites :**

Ce sont des fractures artificielles qui apparaissent sur la paroi du trou ainsi que sur la section de la carotte.

Les fractures induites sont parallèles à la contrainte maximale horizontale et perpendiculaire à la direction des Breakouts.

Le présent travail se consacre à l'analyse des Breakouts, en se basant sur les enregistrements des Breakouts par l'outil « **Earth imager** » dans les puits : HGAO-7, HGAO-8, HGAO-10. Mais le puits HGAO-11 enregistrée par l'outil « **CAST Image /OMRI**».

#### **• Puits HGAO-7**

L'orientation de Breakouts est de NNE-SSO, alors que l'orientation horizontale de stress maximum est d'ONO-ESE (perpendiculaire à la direction des Breakouts). (Fig.30)

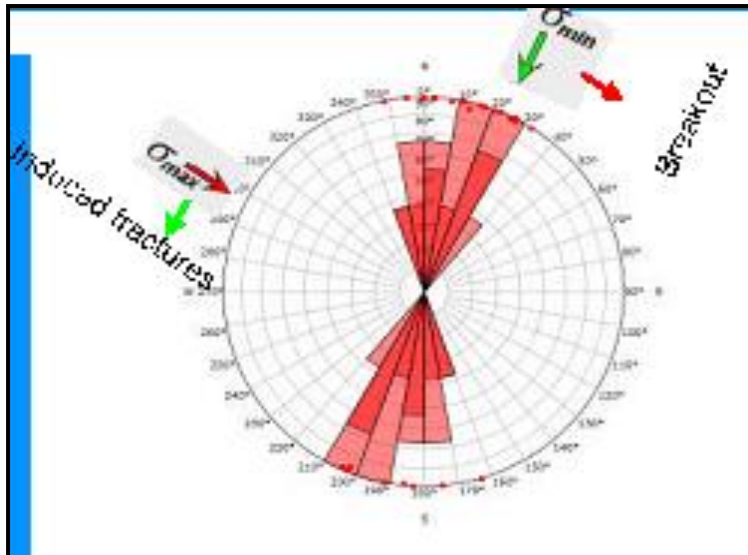


Figure 30 : Rosace de Breakouts puits HGAO-7

• **Puits HGAO-8**

Les Breakouts dans le puits HGAO-8, sont plus développés dans la zone d'étude. Les Breakouts qui sont observés au réservoir de quartzites de Hamra montrent une contrainte horizontale maximale de direction ONO-ESE. (Fig.31)

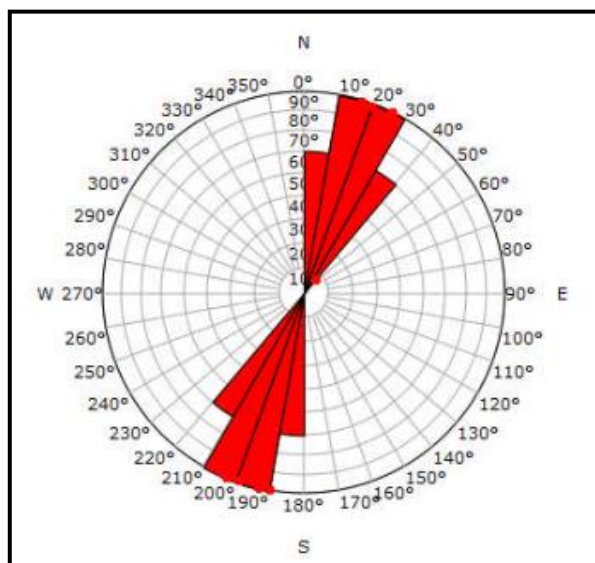


Figure 31 : Rosace de Breakouts de puits HGAO-8

• **Puits HGAO-10 :**

L'enregistrement dans le puits HGAO-10 montre une abondance des Breakouts dans la zone qui s'oppose au réservoir de quartzites de Hamra, qui présentent un nombre moins élevé de Breakouts. La contrainte horizontale maximale apparait dans la direction NO-SE. (Fig.32)

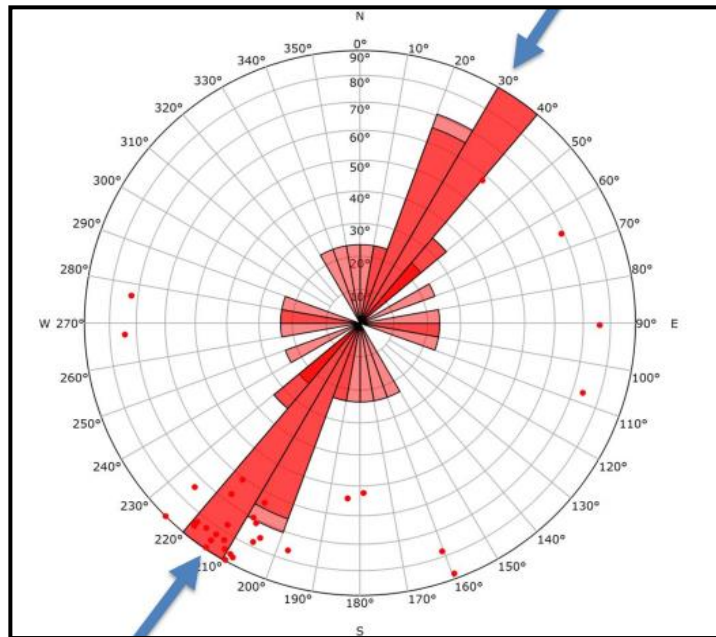


Figure 32 : Rosace de Breakouts de puits HGAO-10

• **Puits HGAO-11 :**

Les Breakouts sont observés le long des réservoirs Ri et Ra du puits HGAO-11, la projection de Breakouts à la direction NNE-SSO, qui se considère comme une direction de stress (contrainte) minimum. (Fig.33)

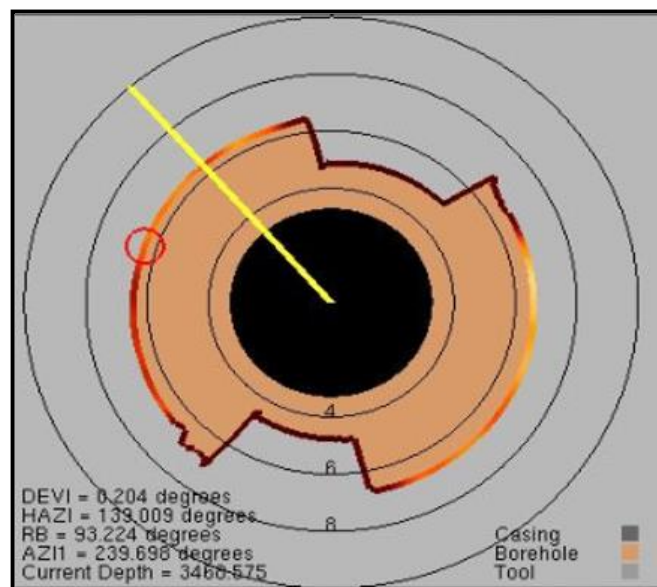


Figure 33 : Rosace de Breakouts de puits HGAO-11 Par CAST Image

Les études dans le champ de Hassi Guettar ouest au niveau de quartzites de Hamra, montre que l'orientation des Breakouts est NNE-SSO, ce qui indique une contrainte horizontale maximale orientée NO-SE.

**CONCLUSIONS**  
**GENERALES ET**  
**PERSPECTIVES**

## **CONCLUSIONS GENERALES ET PERSPECTIVES**

La présente étude a porté sur «**Etude de fracturation des Quartzites Hamra par carottes et imagerie : Cas de Hassi Guettar Ouest (Sud-est algérien)** ». Au terme de ce travail de thèse, les résultats et conclusions majeurs sont :

Le champ de Hassi Guettar est constitué de trois réservoirs ; deux dans le Cambrien (Ri & Ra), et l'autre dans l'Ordovicien (Quartzites de Hamra : QH).

L'analyse des fractures par l'imagerie les carottes a permis d'effectuer une caractérisation structurale des fractures naturelles.

Au terme de l'analyse des données d'imagerie enregistrées dans les puits HGAO-7, HGAO-8 & HGAO-10, HGAO-11 les principaux résultats obtenus sont les suivants :

- La majorité des fractures sont ouvertes et partiellement ouvertes.
- Au niveau du puits HGAO-11, l'enregistrement n'a pas noté l'existence des fractures.
- L'orientation préférentielle des Breakouts est NNE-SSO, ce qui indique une contrainte horizontale maximale orientée NO-SE.

L'analyse des données des carottes enregistrées dans les puits HGAO-2, HGAO-4, HGAO-6, HGAO-8 a permis de déduire :

- L'existence des types des fractures (cimentées, induites et ouvertes).
- L'orientation des fractures est multiple de direction.
- Les fractures cimentées remplies parfois de pyrites et d'argiles.
- La présence de la pyrite comme colmatant indique généralement la circulation d'une eau sulfurée.

L'étude de la fracturation à travers le traitement des données d'imagerie et des carottes a permis de faire une bonne caractérisation structurale en déterminant le réseau des fractures (Densité, type et direction) dans les réservoirs.

Par conséquent, les données d'imagerie permettent de montrer que les outils à haute résolution peuvent être exploités dans des différentes formations et peuvent apporter des informations supplémentaires par rapport aux données de carotte, qui parfois ne sont pas représentatives de l'ensemble du trou de forage à une profondeur donnée.

Dans un stade ultérieur, il sera souhaitable de faire une caractérisation structurale et diagraphiques complémentaire au sein de Hassi Guettar Ouest, car aucune étude n'est réalisée au niveau de ce secteur, d'où la nécessité d'intervenir une étude géostatistique afin de caractériser le

## *CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES*

---

réservoir d'une façon plus précise, bien sur tout dépend la disponibilité des données des paramètres pétrophysiques dans le champ de Hassi Guettar Ouest.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

**AMARI G (2013)** les outils d'imagerie utilisés DEP IRARA 24 p

**BAKER HUGHES- Sonatrach:** Rapport Earth Imager; Geological Interpretation ONIZ541, October 2010.

**BELKHIR N (2017)** Cadre géographique de Hassi Guettar p2

**BOUDJEMA A. (1987) :** Évolution structural du bassin pétrolier “triasique” du Sahara Nord oriental (Algérie). Thèse Doct. D'État, Univ. P et M. Curie – Paris (France), n°220, 259 p., 53 fig.

**Daoud 1996, et LEBLAB ,1998** Aspect pétrolier(In, *AMARI Gherici.2013*)

**KHALIFIE A (2014).**La détection des fracturations Mémoire d'ingénieur d'état Université, Ouargla 30 p

**KHALIFIE A (2014)** analyse et description des carottes Mémoire d'ingénieur d'état Université, Ouargla 30 p

**MABROUKI N. (2015).** Cadre régional du bassin Oued M'ya Mémoire d'ingénieur d'état Université, Ouargla, 05p

**SONATRACH(2016)**Rapport des carottesdes puits HGAO-1 ; HGAO-4 ; HGAO-6 ; HGAO-8 DP / SONATRACH/Hassi Massoud.

**SONATRACH (2016)**Rapport des imageries des puits HGAO-7 ; HGAO-8 ; HGAO-10 ; HGAO-11 DP / SONATRACH/Hassi Massoud.

Rapport d'éléments d'un carottier et Matériel de carottage DP / SONATRACH /Hassi Massoud.

**WEC, (2003).** Well Evaluation Conférence (Rapport inédit)

**WEC (2007).** La géologie pétrolière de l'Algérie. In sontrach- Schlumberger Well Evolution Conference – Algérie 2007, p.16\_18, Edité par Schlumberge, 2007.



## المخلص

يقع حقل نفط حاسي قطار غربًا جنوب غرب حقل حاسي مسعود، في الكتلة 427. تتكون هذه الدراسة من تحليل للكسور الموجودة في الآبار بواسطة الكاروت الأرضي وبالصورة في خزان كوارتزيت الحمراء للتعرف على أنواع واتجاهات الكسور التي مكنتها من دراسة الكسور من خلال بيانات الكاروت الأرضي (الجزر). وجود أنواع واتجاهات متعددة: الكسور المستحثة والمفتوحة والمدعمة والتي تسد عمومًا مع معدن البايريت (pyrite). كما أظهرت دراسة الكسور بالتصوير أن غالبيتها مفتوحة ومفتوحة جزئيًا. إن اتجاه الاختراقات في جميع الآبار من الشمال الشرقي إلى الجنوب الغربي في حين أن الاتجاه الأفقي للحد الأقصى من الإجهاد الشمال الغربي إلى الجنوب الشرقي متعامد مع اتجاه الاختراقات.

**الكلمات المفتاحية:** غرب حاسي قطار ، كسور ، الكاروت الأرضي (جزر) ، صور ، اتجاه الاختراقات

## RESUME

Le champ pétrolier de Hassi Guettar ouest se situe au Sud-ouest du champ de Hassi Messaoud, dans le bloc n°427, Il est constitué des formations paléozoïques allant du Cambrien (unités R3 et R2, unité Ra, unité Ri, zone des alternances) à l'Ordovicien (argiles d'El Gassi, grès d'El Atchane et quartzites de Hamra).

Cette étude consiste à réaliser une analyse des fracturations dans les puits par carottes et par imagerie dans le réservoir de quartzites de Hamra pour l'identification des types et des directions des fractures dont l'étude des fracturations par les données des carottes a permis de signaler la présence de types et directions multiples : fractures induites, ouvertes, et cimentées qui sont colmatées généralement de pyrite. L'étude des fracturations par imagerie a permis de remarquer que la majorité des fractures sont ouvertes et partiellement ouvertes.

L'orientation de Breakouts dans tous les puits est NNE-SSE alors que l'orientation horizontale de stress maximum est de NO-SE (perpendiculaire à la direction des Breakouts).

**Mots clés :** Hassi Guettar Ouest, Fractures, Carottes, imagerie, direction des Breakouts.

## ABSTRACT

The oil field of Hassi Guettar west is located southwest of the field of Hassi Messaoud, in the block n ° 427, It consists of the Paleozoic formations going from Cambrian (units R3 and R2, unit Ra, unit Ri, zone of the alternations ) to the Ordovician (Claystone of El Gassi, sandstone of El Atchane and Hamra quartzites).

This study consists of analysis of the fractures in the wells by cores and by imagery in the Hamra quartzites reservoir for the identification of the types and the directions of the fractures of which the study of fractures by the data of the carrots has made it possible to indicate the presence of multiple types and directions: induced, open, and cemented fractures that are generally clogged with pyrite. The study of imagery fractures has shown that the majority of fractures are open and partially open.

The orientation of Breakouts in all the wells is NNE-SSE while the horizontal orientation of maximum stress is NO-SE (perpendicular to the direction of the breakouts or direction of the fractures).

**Keywords:** Hassi Guettar West, Fractures, Carrots, imagery, direction of breakout.

