



Université Abderrahmane Mira de Bejaia

Faculté de Technologie

Département des Mines et géologie

Memoire de Fin d'Etudes

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Mine et Géologie

Option : Valorisation des Ressources Minérales

Présenté par : Loudjdi Boualem

Thème

**Etude Pétrographique et diagénétique du réservoir
Quartzite de Hamra (QH) -Hassi Guettar (HGA)**

Soutenu le 01/10 /2015 devant le jury composé de:

Président : Mr. Djemaa	MAA	Univer-Bejaia
Encadreur: Mme. K. Kicher	MAB	Univer-Bejaia
Examineur: Mr. A.Akdim	MAB	Univer-Bejaia

Année Universitaire: 2014-2015

Remerciements

Je remercie d'abord le dieu le tout puissant de me avoir donné la force, la patience et la volonté pour me avoir permit d'effectuer ce travail, aidé dans tous nos actes.

*Je désire adresser, un merci tout particulier, à ma promotrice **Mme .k.kicher** pour ses pertinents et judicieux conseils me grandement aidé tout au long des différentes étapes inhérentes au processus de recherche et à l'élaboration de ce mémoire.*

*Je remercie vivement l'ensemble des membres du jury, en commençant par **Mr .A.Akdim**. Ainsi que **Mr. Djemaa** voir accepté de juger ce travail.*

Je tiens à remercier tous les enseignants du département Mines et Géologie honorant à leur tête notre chef de département Mr Maza.

Le témoigne de ma sincère gratitude va vers tous ceux qui ont participés de près ou de loin a la réalisation de mon travail en particulier les ingénieurs de Centre de Recherche et Développement (C.R.D).

DEDICACES

J'ai toujours pensé faire où offrir quelque chose à mes parents en signe de reconnaissance pour tout ce qu'ils ont consenti comme efforts, rien que pour me voir réussir, et voilà, l'occasion est venue. A ceux qui m'ont donné la vie, symbole de fierté, de sagesse et de patience.

A ceux qui sont la source de mon inspiration et de mon courage, à qui je dois de L'amour et de la reconnaissance.

Je dédie ce modeste travail

A mes très chers parents que j'adore.

A mes frères, mes sœurs.

A mes nièces et mes neveux.

A tous (tes) les enseignants qui ont contribué à ma formation.

A tous mes amis (es) et tous ceux que j'ai côtoyé le cours d'initiation.

L. Boualem

Introduction Générale	1
Chapitre I : présentation du champ de Hassi Guettar (HGA)	
I. Introduction	2
I.1 Situation géographique.....	2
I.2. Situation géologique.....	3
I.3. Historique des travaux.....	4
I.4. Cadre géologique	4
I.4.1. Contexte structural régional.....	4
I.4.2. Contexte structural local.....	5
II. Aspect stratigraphique.....	6
II.1. Le socle.....	8
II.2. L'infrcambrien	8
II.3. Le paléozoïque.....	8
II.3.1. Le Cambrien	8
a) - Les unités R3 et R2.....	8
b) - L'unité Ra.....	8
c) - L'unité Ri.....	8
d) - La zone des alternances	9
II.3.2. L'Ordovicien	9
a) - Les argiles d'El Gassi.....	9
b) - Les grès d'El Atchane	9
c) - Les quartzites de Hamra	9
d) - Les éruptifs	9
II.4. Le mésozoïque.....	11
II.4.1. Le Trias	11
a) - La série inférieure	11
b) - Le Trias éruptif	11
c) - Le Trias argileux.....	12
d) - Le Trias salifère.....	12
II.4.2. Le Jurassique	12
II.4.2.1. Le Lias	12
II.4.2.2. Le Dogger	12
a. Le Dogger lagunaire.....	12
b. Le Dogger argileux	12

Sommaire

II.4.2.3. Le Malm	12
II.4.3. Le Crétacé	13
II.4.3.1. Le Néocomien	13
II.4.3.2. Le Barrémien	13
II.4.3.3. L'Aptien	13
II.4.3.4. L'Albien	13
II.4.3.5. Le Cénomaniens.....	13
II.4.3.6. Le Turonien	13
II.4.3.7. Le Sénonien	13
a) - Le Sénonien salifère	13
b) - Le Sénonien lagunaire	13
c) - Le Sénonien carbonaté.....	14
II.5. Le Cénozoïque.....	14
II.5.1. Eocène	14
II.5.2. Miopliocène	14
III. Aspect sédimentologique	14
III.1. Notion de faciès	14
III.2. Notion de séquence	14
III.2.1. Séquence virtuelle.....	15
III.2.2. Séquence positive	15
III.2.3. Séquence négative	15
III.3. l'environnement des dépôts.....	15
III.3.1 . les dépôts fluviatiles	15
IV. Les structures liées à l'activité des organismes.....	16
IV.1. Les tigillites	16
IV.2. Les structures sédimentaires liées à l'action des courants.....	17
IV.2.1. Le litage horizontal	17
IV.2.2. La stratification oblique ou entrecroisée	17
IV.2.3. Les stratifications lenticulaires et les flasers (flaser and lenticular bedding)	17
V. Evolution géodynamique.....	17
V.1. La phase panafricaine (650 MA).....	17
V.2. La phase caradoc (Phase de compression taconique).....	18
V.2.1. La phase de compression (~400 MA)	18

V.2.2. La phase hercynienne (~225 à 250 MA)	18
IV. ASPECT PETROLIER	20
1.Les roches réservoirs	21
a.Le Cambrien	21
a.1. L'unité Ra	21
a.2. L'unité Ri	21
a.3. La zone des alternances	21
b.L'Ordovicien.....	21
2.Les roches des couvertures	22
3.Les roches mères	22
4.Types de pièges	22
5.Migration des hydrocarbures.....	23
VI.Conclusion	23

Chapitre II : étude diagénétique et pétrographique

Introduction :.....	24
I.1. Généralité	24
II.1.1. Contexte structural.....	25
II.1.2. Contexte diagénétique.....	25
II.2.Les quartzites de Hamra (QH)	26
II.2.1.formation du Réservoir des quartzites de Hamra.....	26
II.3.Méthodologie	27
II.3.1.Analyse pétrographique	27
II.3.2.Analyse diagénétique.....	27
II.3.3.Données disponibles	27
II.3.4.Partie pétrographique	28
II.3.4.1.Introduction	28
II.3.4.2.Objectif.....	28
II.3.4.1.Puits HGA-26	28
II.3.4.1.1.Description des microfaciès	28
1- Phase clastique	29
a- Le quartz	29
b- Les micas	29
c- Les minéraux lourds.....	30
2-Phase de liaison.....	31

Sommaire

a- Le ciment siliceux	31
b- Ciment carbonaté	32
c- Le ciment argileux	32
d- Ciment sulfaté (L'anhydrite)	34
3-La matière organique	35
4-La porosité	35
II.3.4.2.Puits HGA-28	36
II.3.4.2.1.Description des microfaciès	36
1-Phase clastique	36
a- Mica	37
b- Les feldspaths	37
2-Phase de liaison	38
a- Le ciment siliceux	38
b- Le ciment argileux	38
c- Le ciment carbonaté (la dolomite)	38
3-Les roches éruptives.....	39
4-La porosité	39
5-L'oxyde de fer	40
II.3.4.Partie diagénétique	40
II.3.4.1.Introduction	40
II.3.4.2.Rappel de notions générales	40
II.3.4.2.1.Définition de la diagenèse	40
II.3.4.2.2.Les environnements diagénétiques	41
II.3.4.2.3.Limites et frontières de la diagenèse	41
a- Limite sédimentation diagenèse	41
b- Limite métamorphisme diagenèse.....	42
c- Limite altération superficiel diagenèse.....	42
II.3.4.3.Les Phases diagénétiques	42
a-Eodiagenèse	42
b-Mésodiagenèse ou l'anadiagenèse	42
c- Télodiagenèse ou l'épidiagenèse.....	42
II.3.4.3.Les changements diagénétiques	43
II.3.4.4.Description les microfaciès	44

Sommaire

II.3.4.4.1.Cimentation	44
a- Mise en place la fraction argileuse	44
b- Précipitation des sulfates.....	45
c- Illitisation	45
II.3.4.4.2.La dissolution	46
II.3.4.4.3.La compaction	47
II.3.4.4.La fracturation	47
II.3.4.4.5.La stylolithisation.....	48
II.3.Conclusion.....	50
Chapitre III : influence de différents facteurs sur la qualité du réservoir	
I. Introduction	51
II. Définition de quelques notions	51
II.1. Porosité	51
II.2. Perméabilité	51
III. Caractéristiques Du Réservoir	51
IV. Influence des différents facteurs sur la qualité du réservoir	52
IV.1. Influence des indices granulométriques	52
A . Puits HGA-26	52
B .Puit HGA-28	54
IV.2. Influence des ciments sur laqualité du réservoir	55
A.Puits HGA-26	55
B .Puits HGA-28	56
IV.3. Influence de la dissolution.....	58
VI.4.Influence de la tectonique sur les propriétés pétrophysiques des réservoirs.....	58
VI.5. Influence des phénomènes diagénétiques sur les qualités réservoirs	59
VI.6. Caractérisation de la porosité	59
V.Conclusion	59
Conclusion Générale.....	61

Liste des figures :

Figure.I.1 : plan de champ de Hassi Guettar (HGA).....	2
Figure.I.2 : Localisation de HGA dans la région (HMD).....	3
Figure.I.3 : schéma structural interprétatif	6
Figure .I.4 : Colonne stratigraphique du gisement Hassi Guettar (HGA).	7
Figure.I.5 : Colonne position des corps éruptifs dans le champ Hassi Guettar.....	11
Figure.I.6 : carte en isobathe de la discordance hercynienne.....	18
Figure.I.7 : Schéma structural des champs HGA, HGAS, HGAW et HGANE montrant les principales directions de fractures	20
Figure.I.8 : Carte de positionnement du puits vertical producteur huile (HGA).....	22
Figure .II.1 : Schéma structural des champs HGA, HGAS, HGAW et HGANE.....	25
Figure.II.2 : Les différents types de contacts et la morphoscopie de quartz à LPA (HGA.26.3371 .42).	29
Figure. II.3 : Les traces de la biotite à LPA-LPNA (HGA-26.3413.39).....	30
Figure. II.4 : les traces de muscovite à LPA (HGA-26.33.55.36).....	30
Figure. II.5 : zircon (trace). à LPA (HGA-26.3346.41).	31
Figure .II.6 : le nourrissage de quartz à LPA (HGA-26.3357.26).....	31
Figure .II.7 : ciment carbonaté (dolomite) à LPA (HGA-26.39.34.13).	32
Figure .II.8 : ciment argileux (kaolinite) à Lumière polarisé (HGA-26.3407.38)	33
Figure .II.9 : Ciment illitique à LPA-LPNA (HGA-26.3388.46).....	33
Figure .II.10 : L'illite à LPA (HGA-263390.53).	34
Figure .II.11 : ciment anhydritique à LPA (HGA-26.3349.52).....	34
Figure. II.12 : Matière organique à LR (HGA-26.39.34.13).....	35
Figure .II.13 : La porosité de dissolution à LPNA (HGA-26..3345.17).	36
Figure .II.14 : la biotite en voie d'altération à LPA (HGA-28,3295.60).....	37
Figure .II.15 : plagioclase altéré à LPA (HGA-28.3320, 55).....	37
Figure .II.16 : les types de contacts et le ciment siliceux à LPA (HGA-28. 3294,60).	38
Figure .II.17 : la dolomite à LPA (HGA-28.3300.46).....	39
Figure .II.18 : Porosité intergranulaire à LPNA (HGA-28,3294.60).....	39
Figure .II.19 : oxyde de fer à LR (HGA-28.33007.60).	40
Figure .II.20 : Fluides et matériaux en présence dans l'environnement diagénétique.	41

Liste des figures

Figure. II.21 : Profil idéalisé d'une marge continentale montrant les sites sédimentaires marins et les trois phases de diagenèse	43
Figure .II.22 : lumière polarisé. Mise en place la fraction argileuse.	44
Figure. II.23 : HGA26.3349.52. Lumière polarisé. Ciment anhydritique.....	45
Figure .II.24 : HGA-26.3357.26. Lumière polarisé. L'illitisation.....	46
Figure .II.25 : HGA-26.3343.43. Lumière naturel.la dissolution.....	46
Figure .II.26 : HGA-26.3411.44. Lumière polarisé. Phénomène de fracturation.	47
Figure .II.27 : HGA-26.3345.17 Lumière polarisé l'anhydritisation des carbonates.	48
Figure .II.28 : HGA-26.3343.43. Lumière naturelle phénomène de stylolithisation...48	
Figure.III.1 : influence des indices granulométrique sur les propriétés pétrophysiques du puits HGA-26.....	54
Figure .III.2 : influence des indices granulométrique sur les propriétés pétrophysiques du puits HGA-28.....	55
Figure.III.3 : influence des différents ciments sur les propriétés pétrophysiques du puits HGA-26.....	56
Figure.III.4 : influence des différents ciments sur les propriétés pétrophysique.....	57

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Epaisseur des corps éruptifs et leur encaissant.....10

Tableau .II.1 : description carottée des puits HGA-26 et 28.....27

Liste des abréviations

Liste des abréviations :

C.R.D : centre de recherche et développement

dp/ dx : est le gradient de pression (atm.cm^{-1})

GOR : Rapport Huile/ Gaz

HGA : Champ de Hassi Guettar

HMD : Champ de Hassi Messaoud

K : coefficient de perméabilité (m^2)

LPA : lumière polarisé

LPNA : lumière polarisé non analysé

LR : lumière réfléchie

LST : Lowstand Systems Track

MD-1 : Messaoud-1

N.NE - S.SW : Nord. Nord Est-Sud.Sud West

NW-SE : direction Nord West-Sud Est

Q : est le débit du fluide monophasique (cm.s^{-1})

QH : Quartzite de Hamra

S : est la section de la formation (cm^2)

SN REPAL : Société National des Recherches Pétrolière en Algérie.

TST : Transgressive Systems Track

μ : est la viscosité de fluide (Pa.s)

V_t = volume total de la roche.

V_v = Volume des vides.

WEC =Well Evaluation Conference

Introduction générale

Introduction Générale :

L'importance économique d'hydrocarbure dans la région de Hassi Guettar (HGA) exige de chercher toujours à améliorer les méthodes et les outils avec lesquelles on pourra exploiter au maximum ses réserves. Afin de répondre aux besoins énergétiques mondiaux, beaucoup de techniques sont utilisées pour améliorer la productivité.

La connaissance de l'histoire génétique du réservoir et les événements géologiques qui l'ont affecté permettra de mieux cerner ces caractéristiques et de déterminer leurs impacts sur sa rentabilité. Ce qui amène à une meilleure maîtrise de l'exploitation et de minimiser toute perte en termes de temps et/ou d'argent.

Dans ce présent travail nous allons essayer de retracer l'évolution génétique du réservoir ainsi que de déterminer les phénomènes qui l'ont affecté. Dans cette recherche nous avons opté pour le plan suivant :

- **Chapitre I :** présentation du champ de Hassi Guettar (HGA) ainsi que l'architecture géologique et les caractéristiques du champ, la positionnement des puits, l'historique de la découverte,...etc.).
- **Chapitre II :** étude pétrographique et diagénétique du réservoir de Quartzite de Hamra (QH) qui consiste en une description de lames minces au microscope optique polarisant pour évaluer les paramètres granulométriques et morphoscopiques des éléments, et mettre en évidence les phénomènes diagénétiques qui affectent les roches et déterminer le pourcentage de la porosité pour estimer la quantité de la matière organique.
- **Chapitre III :** l'étude des facteurs qui influent sur la qualité du réservoir par des courbes d'évolution verticale des proportions des différents ciments et les caractéristiques pétrophysiques (porosité et perméabilité).

chapitre 1

I. Introduction :

La plate forme saharienne appartient au carton Nord africain ; elle est constituée d'un socle précambrien et de sédiments du Phanérozoïque transgressif. Le Paléozoïque est représenté par tous ses termes du Cambrien au Carbonifère. Le Mésozoïque comprend des sédiments continentaux, lagunaires qui délimitent les bassins sédimentaires dans lesquels la lithostratigraphie est plus ou moins complète.

Les accumulations d'huile de champ de Hassi Guettar sont situées en aval par rapport au gisement de Hassi Messaoud dans une zone faillée en horst et grabens.

I.1 Situation géographique :

La région de Hassi Guettar (HGA) est située à 20 Km au Sud-ouest de Hassi Messaoud « Fig. I.1 ». Elle fait partie de la province triasique qui se trouve au Nord-est de la plate forme saharienne. Elle se situe entre les méridiens 5° et 6° Est et les parallèles 31° et 32°. D'après le découpage de Sonatrach, Division Exploration, elle fait partie du permis de Hassi Dzabat Bloc 427, entre le gisement de Hassi Messaoud et El Gassi.

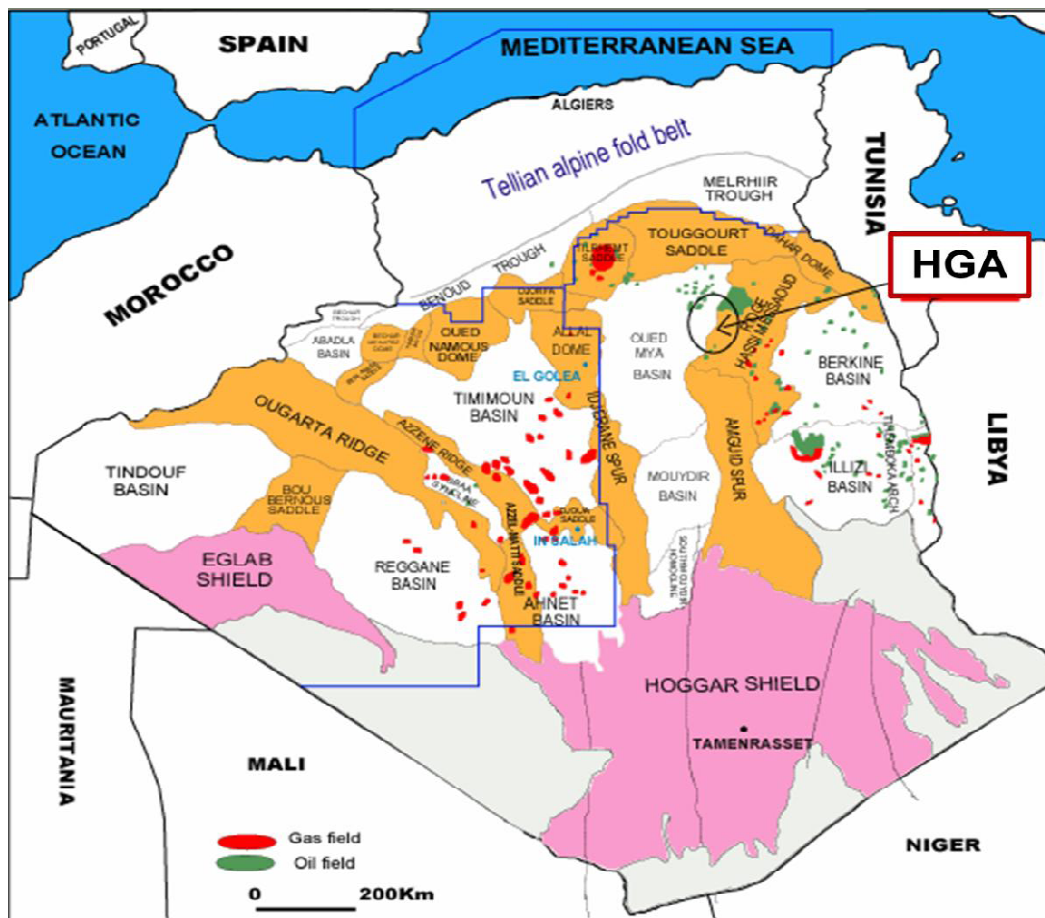


Figure I.1 : plan de champ de Hassi Guettar (HGA) (S.AOUIMER & K.HELLAL 2013).

I.2. Situation géologique:

Hassi Guettar se trouve sur l'axe haut du trend d'El-Agreb El-Gassi et Hassi Messaoud, ce champ est limité géologiquement par les principaux axes structuraux suivants « **Fig. I.2** » :

- 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 Mya à l'Ouest.
- Le dôme de Dahra au Nord-Est.

La région de Hassi Guettar est répartie sur trois zones hautes :

- Le dôme de Hassi Messaoud.
- Le bourrelet d'El Agreb – El Gassi plus au Sud.
- le bourrelet de Hassi Brahim à l'Est.

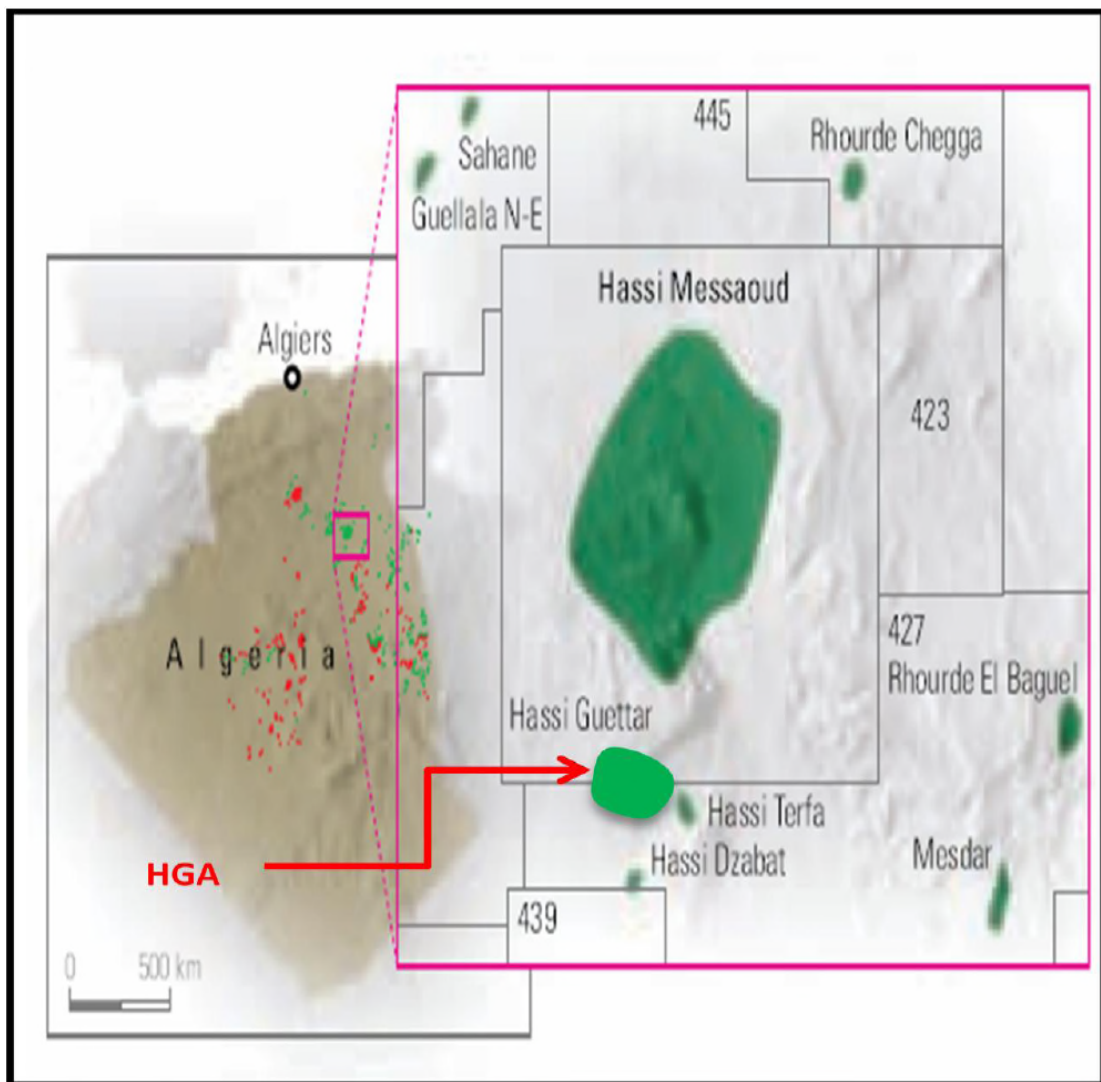


Figure I.2 : Localisation de HGA dans la région HMD (WEC 1995).

I.3. Historique des travaux :

Le champ de Hassi Messaoud a été découvert en 1956 par le forage du puits MD-1 suite à une campagne sismique ayant mis en évidence un dôme anticlinal ; Depuis, plus de 1000 sondages ont été réalisés.

Des puits aquifères tel que QL-1, SG-1, BST-1 et ONJ-76 ont été forés au périphérique du champ de Hassi Messaoud. Ils ont permis la délimitation du plan d'huile /eau régional. Les interprétations sismiques réalisées par la société nationale Sonatrach/Division Exploration et par MC.CONRAD et ses associés ont montré l'existence des zones hautes en dehors de ce (plan). Ces interprétations n'ont pas permis l'évaluation de la hauteur de ces zones par rapport au plan huile/eau de Hassi Messaoud.

En Juin 1990, le premier puits (HGA-1) a été foré dans la région. il a produit de l'huile à partir des niveaux la zone des alternances ainsi des Grés d'El Atchane (du Combro-Ordovicien).

Après dette découverte positive, d'autres puits ont été forés (HGA -2 en 1995 et HGA-3 en 1996). les résultats pétrolier de ces puits permis délimiter le gisement et de le préparer a une mise en production tout en planifiant d'autres forages :

EN 1998..... (HGA-4).

EN 2000..... (HGA-5).

EN 2002..... (HGA-6 HGA-7 HGA-8 HGA-9).

EN 2003..... (HGA-10 HGA-11 HGA-12 HGA-13).

EN 2004..... (HGA-14 HGA-15).

Avec les puits de HGA-16 aux HGA-32, sont actuellement en cours de forage.

I.4. Cadre géologique :

I.4.1. Contexte structural régional :

. Le môle de Hassi Messaoud a une histoire tectonique assez compliquée. Il se présente en un vaste anticlinal aplati, irrégulièrement ondulé, d'orientation générale Nord Est - Sud Ouest (BOUDJEMA. A, 1987). Il est constitué d'une succession de horsts et de grabens hachés par un réseau de failles très dense.

La formation de cet anticlinal est liée à plusieurs phases tectoniques

(Calédonienne, Hercynienne, et Autrichienne). La fin du Paléozoïque (Hercynien) est matérialisée par un soulèvement général, conduisant à une érosion profonde des séries Paléozoïque, notamment le long de l'axe structural El Agreb - Hassi Messaoud, donnant aux séries ordoviciennes une disposition en forme d'auréole (Sonatrach, Division, Exploration, 1998). A partir du Trias, s'est formé le bassin sédimentaire mésozoïque.

I.4.2. Contexte structural local :

La structure de Hassi Guettar se présente sous forme d'un horst entaillé par un réseau de failles de direction sub-méridienne, Sud Ouest - Nord Est et Nord Ouest - Sud Est « **Fig. I.3** ». Ces failles sont d'anciennes failles du socle héritées des événements antéhercyniens ayant joué ultérieurement. Les études structurales antérieures ont montré que la structure de cette région s'est faite principalement durant la phase de compression Hercynienne de direction Nord 120°.

La phase Autrichienne a achevé l'essentiel de la structuration du champ et de ses structures satellites (QL, HGA, HMJ et SG) par un jeu de failles inverses d'orientation grossièrement Nord-Sud et décrochant sur les failles Sud Ouest-Nord Est favorisent les «structures en fleurs ».

La différence des épaisseurs des séries Paléozoïque entre SG-1, HGA-1, HGA-2, et HGA-3 montre que la structure de Hassi Guettar a été reprise en phase distensive au début de l'Ordovicien ce qui expliquerait les différents épaisissements d'argiles d'El Gassi (56 à 135 m) et la mise en place des roches éruptives de type dolérite d'âge Trias supérieur, notamment à HGA-3 (B. ICADĪ, 1999).









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	CRETACE		PHASE AUTRICHIENNE ALPINE PRECOCE	 N.090	jeu en inverse sur les accidents N.090	
	JURASSIQUE					
	TRIAS					
PALEOZOIQUE	PERMIEN		PHASE HERCYNIEENNE TARDIVE	 N.120	jeu en inverse sur les failles NE-SW	
	CARBONIFE	VISIEN	PHASE HERCYNIEENNE PRECOCE	 N.040	jeu en inverse sur les failles NW-SE	
	DEVON	SUPERIEUR	PHASE FRASIEN		NW-SE	Jeu en faille normale sur les failles NE-SW (variation de facies et d'épaisseur) volcanisme.
		MOYEN				
		INFERIEUR				
	SILURIEN		PHASE CALEDONNIENNE	 EW ?	Jeu en inverse sur les failles N-S (érosion sur les moles submérien) tihamboka.	
	ordovicien					
COMBRIEN		PHASE PANAFRICAINE TARDIVE	 EW	tectonique cassante réseau NE-SW et NW-SE (caractérisation de Sahara centrale).		

Figure I.3 : schéma structural interprétatif (A. BOUDJEMAA & BEICIP 1987).

II. Aspect stratigraphique :

La stratigraphie de la région Hassi Guettar est la même que Hassi Messaoud. Elle a été définie au colloque de la stratigraphie saharienne en 1962 (SN REPAL - SNAP). La couverture sédimentaire de la région est représentée par trois entités géologiques distinctes ; le Paléozoïque, le Mésozoïque et le Cénozoïque, totalisant une épaisseur de 4500 à 5000 mètre et dont les dépôts Mésozoïque représentent 60 % de la totalité de la couverture. Le Mésozoïque repose en discordance angulaire sur les couches du Paléozoïque formé par les dépôts du Cambro-ordovicien, du Silurien et d'une partie du Dévonien, elles-mêmes transgressives et discordantes sur le socle Précambrien. La coupe stratigraphique type de la région est constituée par les termes stratigraphiques suivants :

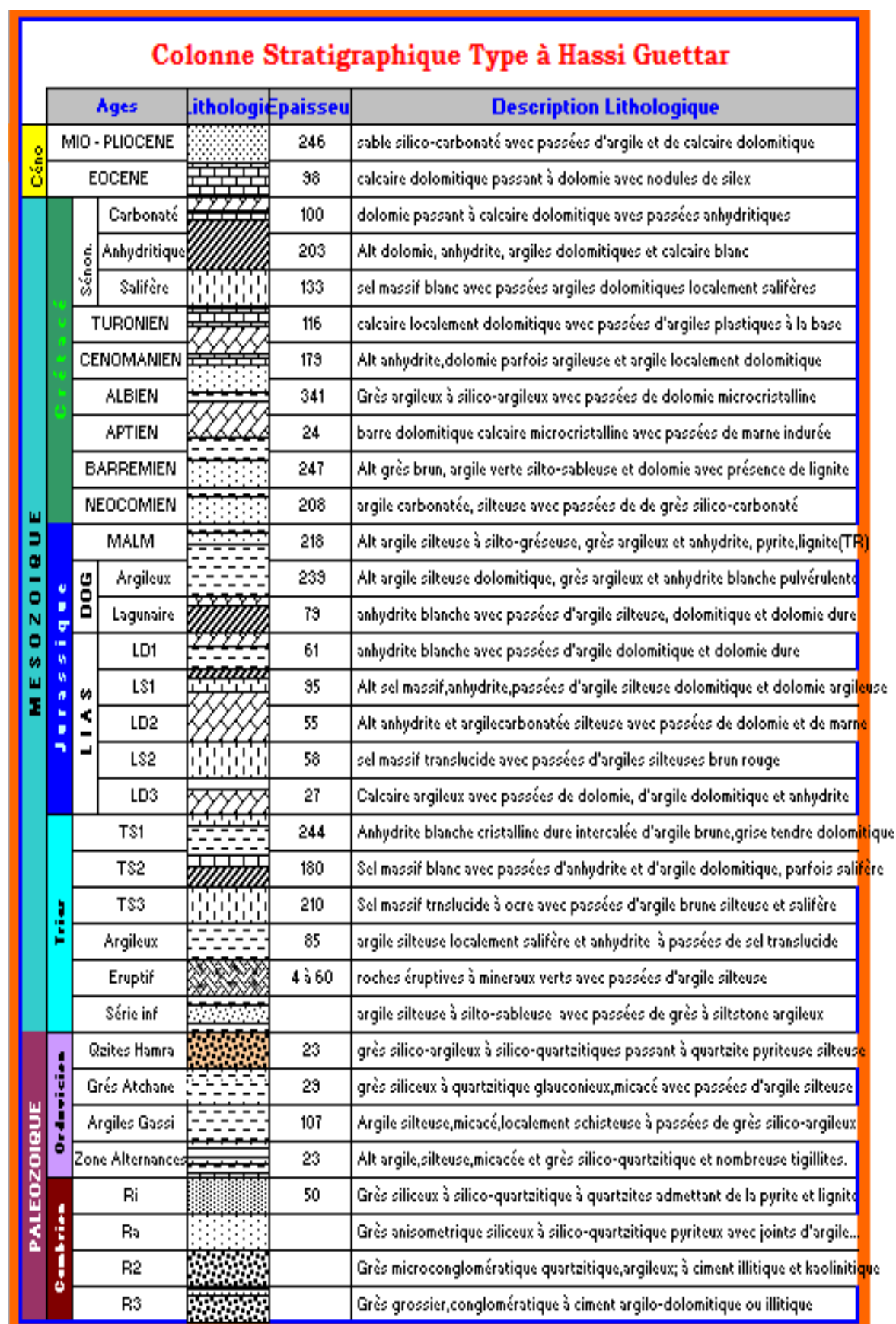


Figure I.4 : Colonne stratigraphique du gisement Hassi Guettar (HGA).

(Document Sonatrach 1998)

II.1. Le socle :

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

II.2. L' infracambrien :

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

II.3. Le paléozoïque :

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

II.3.1. 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 :

a) - Les unités R_3 et R_2 :

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

- **La zone R_3** : est constituée principalement par des grès grossiers, conglomératiques à la base avec un ciment argilo-dolomitique.

- **La zone R_2** : de granulométrie plus fine, a un ciment plus argileux (kaolinite).

b) - L'unité R_a :

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 HGA-18.

c) - L'unité R_1 :

Elle est formée de grès isométriques fins à moyens, siliceux à silico- quartzitiques, localement durs, intercalés de passées 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.

d) - 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.

II.3.2. L'Ordovicien :

Il est subdivisé en plusieurs unités dont les changements de faciès ont été rencontrés dans le périmètre étudié. Ces unités sont les suivantes de bas en haut :

a) - Les argiles d'El Gassi :

C'est une argile grise à gris foncé, silteuse, indurée, localement schisteuse à passées de grès gris blanc à gris vert, fin à moyen, rarement grossier, silico- argileux à quartzitique, pyriteux, glauconieux avec présence de corps éruptifs rencontrés dans quelques sondages.

b) - Les grès d'El Atchane :

Ils sont représentés par des grès de 30 m d'épaisseur en moyenne, de couleur gris clair, siliceux à quartzitiques, parfois micacés avec présence de glauconie ; ils sont intercalés de fines passées d'argile gris foncé, silteuse, micacée et indurée.

c) - Les quartzites de Hamra :

Ce sont des grès fins à moyens, silico-argileux à quartzitiques avec de fines passées d'argile grise verte, indurée et silteuse.

d) – Les éruptifs :

Il se présente en intercalations dans les grés des réservoirs Ra et Ri et dans les Argiles d'El Gassi. L'épaisseur de ces intervalles éruptifs varie de 19m à 33m dans le Ri, de 5m à 69m dans les Argiles d'El Gassi et de 7m dans le Ra (traversé par un seul sondage HGA18).

Dans la plus part des sondages ont traversé deux intervalles éruptifs dans le même encaissant, dans d'autres puits 3 intervalles sont rencontrés dans le même faciès et parfois un seul (1) intervalle rencontré surtout dans les grés des réservoirs Ri et Ra.

Ces corps éruptifs sont des roches sombres, d'une texture très fine, et parfois fracturée.

Le tableau suivant donne l'épaisseur des corps éruptifs et leur encaissant dans chaque puits :

Tableau I.1 : Epaisseur des corps éruptifs et leur encaissant (S.AOUMER & K.HELLAL 13 septembre 2013)

Nom de puits	Epaisseur de l'éruptif	La couche encaissante
HGA-1	35	Argile d'el Gassi
HGA-10	27	Réservoir Ri
HGA-11	15	Aigles d'el Gassi
HGA-12	19	Réservoir Ri
HGA-13	22,5	Aigles d'el Gassi
HGA-14	43	Aigles d'el Gassi
HGA-15	54	Argiles d'el Gassi
HGA-16	31	Réservoir Ri
HGA-2	5	Aigles d'el Gassi
HGA-3	48	Argiles d'el Gassi
HGA-4	22	Réservoir Ri
HGA-5	69	Aigles d'el Gassi
HGA-6	63	Argiles d'el Gassi
HGA-7	29	Argiles d'el Gassi
HGA-8	57	Argiles d'el Gassi
HGA-9	41	Argiles d'el Gassi
HGA-17	33	Réservoir Ri
HGA-18	7	Réservoir Ri
HGA-19	25	Réservoir Ri
HGA-20	31	Réservoir Ri

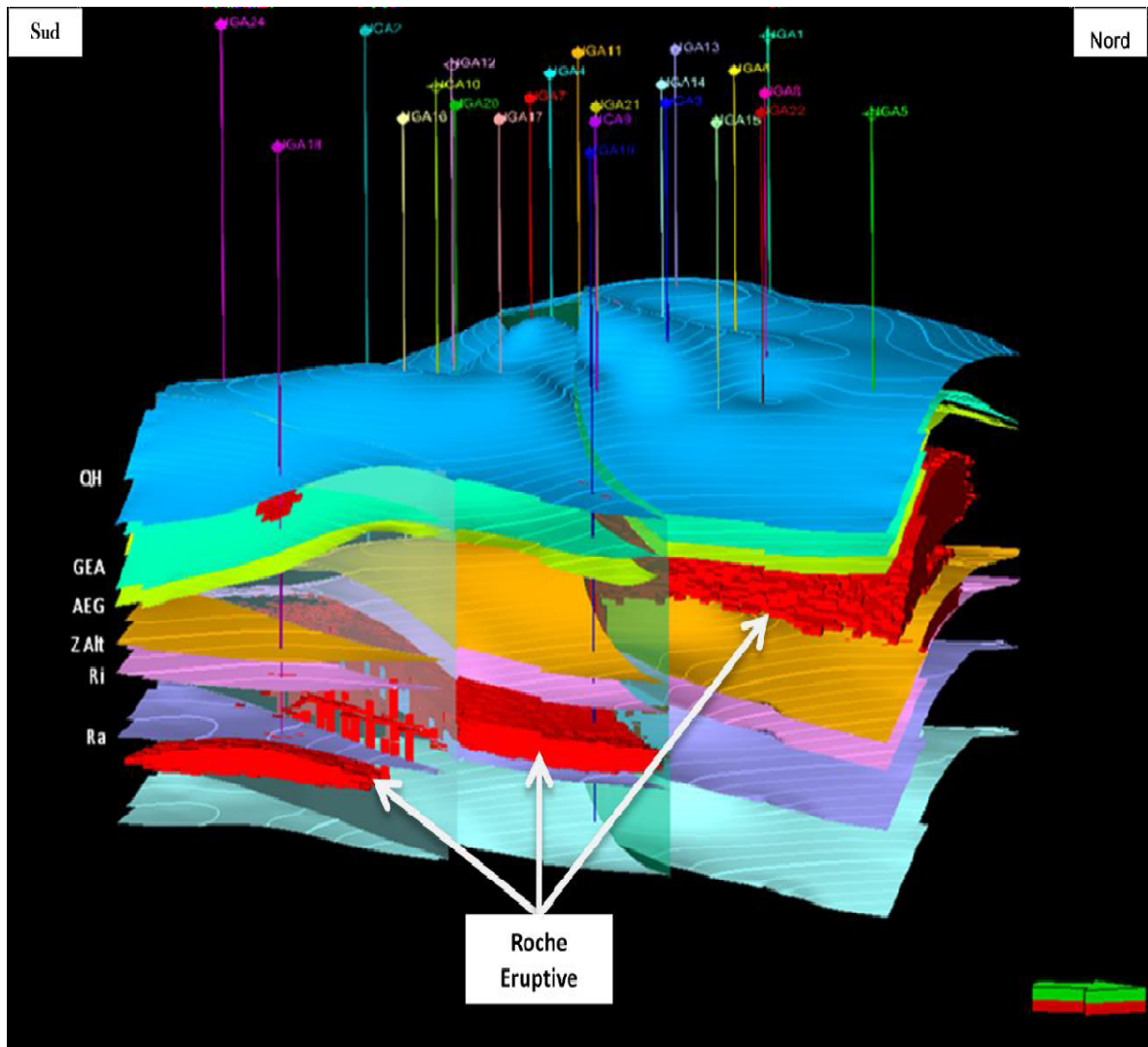


Figure I.5 : Colonne position des corps éruptifs dans le champ Hassi Guettar.

(AOUIMER & K.HELLAL 2013).

II.4. Le mésozoïque :

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

II.4.1. Le Trias :

Il repose en discordance sur les terrains paléozoïques, il est subdivisé dans la zone d'étude en quatre termes :

a) - La série inférieure :

Constituée essentiellement par une argile silteuse à silto-sableuse avec des passées de grès à siltstone argileux.

b) - Le Trias éruptif :

Ce sont des roches éruptives gris brun, vertes, parfois violacées riches en minéraux verts avec des passées d'argile brune, indurée, silteuse.

c) - Le Trias argileux :

Il est formé d'argile brune rouge, silteuse, à silto - sableuse, tendre et indurée alternant avec des passées de grès fin, blanc verdâtre.

d) - Le Trias salifère :

Il est limité à sa base par le repère dolomitique « d₂ » ; sa constitution est la suivante :

- ✓ Le Trias salifère « S₃ ».
- ✓ Le Trias salifère « S₂ ».
- ✓ Le Trias salifère « S₁ ».

II.4.2. 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 du calcaire qui forme l'horizon « B ». Il est représenté par :

II.4.2.1. Le Lias :

C'est essentiellement une anhydrite blanche à passées d'argile grise à gris vert, parfois brune, dolomitique et de dolomie microcristalline beige et dure. Il comprend :

- L'horizon «B» :
- Le Lias salifère « LS₂ » :
- Le Lias dolomitique « LD₂ » :
- Le Lias salifère « LS_j » :
- Le Lias dolomitique « LD_j » :

II.4.2.2. Le Dogger :

Il est subdivisé essentiellement en deux séries :

a. Le Dogger lagunaire :

C'est une succession de niveaux d'anhydrite de couleur blanche pulvérulente et de dolomie grise parfois blanche, microcristalline et moyennement dure.

b. Le Dogger argileux :

Formé essentiellement par des argiles bariolées, tendres, silteuses, en alternance avec quelques niveaux gréseux gris blanc et quelques rares passées dolomitiques.

II.4.2.3. Le Malm :

C'est une intercalation d'argile brune, silteuse, avec des niveaux de grès fins, gris à blanc à ciment argileux et quelques rares bancs de dolomie microcristalline.

II.4.3. Le Crétacé :**II.4.3.1. Le Néocomien :**

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

II.4.3.2. Le Barrémien :

Il est formé par une alternance de grès fin à moyen, parfois grossier, bien classé, friable et d'argiles vertes et brunes, ainsi que des niveaux de dolomie microcristalline.

II.4.3.3. L'Aptien :

C'est un niveau bien individualisé, formé par une barre dolomitique microcristalline de couleur blanche à beige avec des passées de marne gris verdâtre indurée.

II.4.3.4. L'Albien :

Il est constitué de grès fins à moyens rarement grossiers, friables, parfois argileux avec des passées de dolomie brunâtre microcristalline dure.

II.4.3.5. Le Cénomaniens :

Il est formé par des bancs d'anhydrite blanche, pulvérulente cristalline en alternance avec des niveaux de dolomie beige à grise et de quelques passées d'argile gris verdâtre.

II.4.3.6. Le Turonien :

Il est représenté par des calcaires blancs, crayeux, localement dolomitiques et quelques passées d'argile brune plastique à la base.

II.4.3.7. Le Sénonien :

Il est fortement développé dans la région de Hassi Guettar, 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.

II.5. Le Cénozoïque :

II.5.1. Eocène:

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

II.5.2. Miopliocène :

Essentiellement constitué par des sables jaunâtres moyens à grossiers, silico-carbonatés, intercalés de lits d'argile gris vert et de calcaire dolomitique microcristallin tendre à induré.

III. Aspect sédimentologique:

Cette étude se base sur la détermination de l'environnement de dépôt dans les deux puits étudiés (HGA-26 et 28) dans le bassin de Hassi Guettar. Elle se concentre sur l'étude de faciès en se basant sur leurs arrangements en séquence et leur évolution latérale et verticale.

III.1. Notion de faciès :

La notion de faciès est utilisée pour désigner une catégorie correspondant à un milieu ou un domaine de sédimentation, pour déterminer par un ou plusieurs caractères lithologique (lithofaciès) ou paléontologique (biofaciès) : ex faciès récifal (caractérisé par la présence de madréporaire), faciès calcaire.

III.2. Notion de séquence :

C'est l'ensemble des niveaux sédimentaires de nature différente se désignant par un ordre bien déterminé. Il est limité au mur et au toit par des discontinuités stratigraphiques. Son ordre de dépôts peut traduire soit :

- Par un mécanisme de sédimentation particulier (ex des séquences sédimentaires de flysch) ;
- Ou une histoire sédimentaire caractéristique (ex. séquence transgressive, dans laquelle des dépôts littoraux passent vers le haut à des dépôts plus profonds).

Il existe d'autres séquences présentées des arrangements ordonnés (séquence de deuxième ordre, ou de mégaséquence).

On distingue plusieurs types de séquences :

III.2.1. Séquence virtuelle :

Ils définissent comme des séries correspondant à une transgression marine et qui commencent par des sédiments gréseux et se terminent par des couches calcaires ou tout

au moins pour des séries ou la granulométrie décroît de bas en haut. (Après A. Lombard 1953).

III.2.2. Séquence positive :

- séquence ou l'on trouve l'ordre d'une séquence virtuelle (A. Lombard 1972).
- Succession de turbidités qui deviennent moins épaisses et moins grossières vers le haut : il s'agit en fait d'une mégaséquence.

III.2.3. Séquence négative :

- Séquence à l'ordre inverse d'une séquence virtuelle (A. Lombard 1972).
- Succession de turbidités qui deviennent plus épaisses et plus grossières vers le haut : il s'agit en fait d'une mégaséquence.

III.3.l'environnement des dépôts :

III.3.1. les dépôts fluviaux :

C'est un environnement continental caractérisé par des dépôts produits par un système fluvial constitué par des chenaux à haute sinuosité résultant d'un courant mature se déplaçant d'un côté à un autre de la plaine d'inondation sur une pente douce. Ce type de sédimentation est influencée par plusieurs facteurs (le climat, la végétation, la nature du substratum, le contexte structural et l'apport sédimentaire).

III.3.1.1. les dépôts fluviaux anastomosés :

Ils se forment dans les zones à fort gradient topographique et/ou lorsque le débit est très variable. Morphologiquement ces fleuves se distinguent par une faible sinuosité du lit majeur et par la présence d'un réseau complexe de chenaux séparés par des barres. La largeur des fleuves est souvent importante de quelques kilomètres, avec une profondeur fréquemment faible (de 5 à 10 m). Ces fleuves se caractérisent par des régimes de crues brutaux, qui s'observent dans les faciès.

Le dépôt de style de fleuve est ordinairement grossier (sables et graviers), avec des figures sédimentaire de forte énergie et de nombreuses surfaces d'érosion avec un rapport sable/argile supérieur à 1, et un faible pourcentage de silt. Deux types de dépôt peuvent se distinguer dans les systèmes de fleuve anastomosé :

III.3.1.1.1. Les chenaux :

Se marquent par des séquences à base érodée et des dépôts grossiers résiduels. L'épaisseur de ces séquences varie de 1 à 10 mètres.

III.3.1.1.2. Les dépôts de barres :

Forment le sommet des séquences et représentent la partie sommitale du remplissage des chenaux. Ils sont constitués de sédiments plus fins tels que le sable fin à grossier ;

des stratifications souvent oblique de type tabulaire ; des rides et des laminassions parallèles. Les dépôts sont souvent (multistory) et multilatéraux avec des épaisseurs jusqu'à 10 à 30 mètre et des extensions latérales fréquemment très grandes, pouvant atteindre des dizaines de kilomètres.

Les berges sont stabilisées par la végétation et les chenaux se déplacent peu. Ils déposent des graviers en barres à graduation verticale. La plaine d'inondation est très humide ; il s'y dépose des limons, des vases et de la tourbe

III.3.1.1.3. Le système littoral :

Ce système regroupe tous les environnements qui se situent dans la zone transitionnelle entre le domaine fluvial et le domaine marin. Ils sont conditionnés par un nombre important de facteurs : quantité et nature des sédiments arrivant à la mer ; caractéristique du bassin marin récepteur (notamment la salinité relative des eaux ; nature des courants ; morphologie, bathymétrie, taux de subsidence, activité tectonique, fluctuations du niveau de la mer etc...).

La succession verticale des séquences élémentaires dépendra des facteurs cités ci-dessus, elle pourra être limitée aux facteurs suivants :

- développements de quelque séquences d'ordre décimétrique que l'on reconnaît dans de nombreux dépôts côtier ancien (barres littorales, cordon de plage...etc.).
- Accumulation des séquences négatives littorales alternant avec des dépôts de chenaux de marée sur des milliers de mètre d'épaisseur, dans le cas de grands deltas subsidents.

-

IV. Les structures liées à l'activité des organismes :

IV.1. Les tigillites :

Les tigillites sont liées au genre scolithes (SKOLITHOS HALDMANE, 1840), d'après la majorité des auteurs leur origine est animale. Elles sont présentes dans les grès et les argiles sous forme de tubes verticaux nettement bien développés , fins , centimétriques, généralement remplis de sédiments plus fins ou plus grossiers que celui qui les environne.

Ces structures caractérisent un milieu où l'action des vagues se fait ressentir.

IV.2. Les structures sédimentaires liées à l'action des courants :

IV.2.1. Le litage horizontal :

Les strates présentent des stratifications parallèles qui s'observent aussi bien

dans les sédiments sableux qu'argileux. Selon la granulométrie, on parle de litage horizontal pour les sédiments grossiers, et de laminassions parallèles pour les matériaux de granulation plus fine. Dans les grés et les silts, la formation de ces stratifications est due à des courants tractifs en milieu de moyenne à haute énergie (upper fiat bed). Pour les sédiments plus fins (argiles) elles se produisent sans mouvements de particules, et cela par simple décantation (lower plane bed) ; elle indique un milieu de dépôt calme

IV.2.2. La stratification oblique ou entrecroisée :

Les plans d'orientation sont suivant les directions déterminées par les courants dominants au moment du dépôt ; ces plans sont obliques par rapport à l'horizontale. Elle correspond au transport d'un sable par saltation et roulement en milieu moyennement agité suite à l'action des vagues, ce phénomène est rencontré dans les faciès de plage et dans les talus deltaïques.

IV.2.3. Les stratifications lenticulaires et les flasers (flaser and lenticular bedding) :

Elles se forment dans des environnements de dépôts ou des conditions d'écoulement dynamique ou d'actions des vagues alternent avec des périodes de calme. Les milieux les plus favorables à la formation de telles structure sont les milieux subtidaux et intertidaux.

V. Evolution géodynamique :

Les mêmes phases tectoniques ont agit sur Hassi Messaoud et Hassi Guettar :

V.1. 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 (A.BOUDJEMAA 1987).

Cette distension serait à l'origine de l'étirement de la croûte continentale, accompagné de subsidence tectonique et, plus tard, thermique.

V.2. 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.

V.2.1. La phase de compression (~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 (A.BOUDJEMAA).

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

V.2.2. La phase hercynienne : (~225 à 250 MA) (Fig. I.6)

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

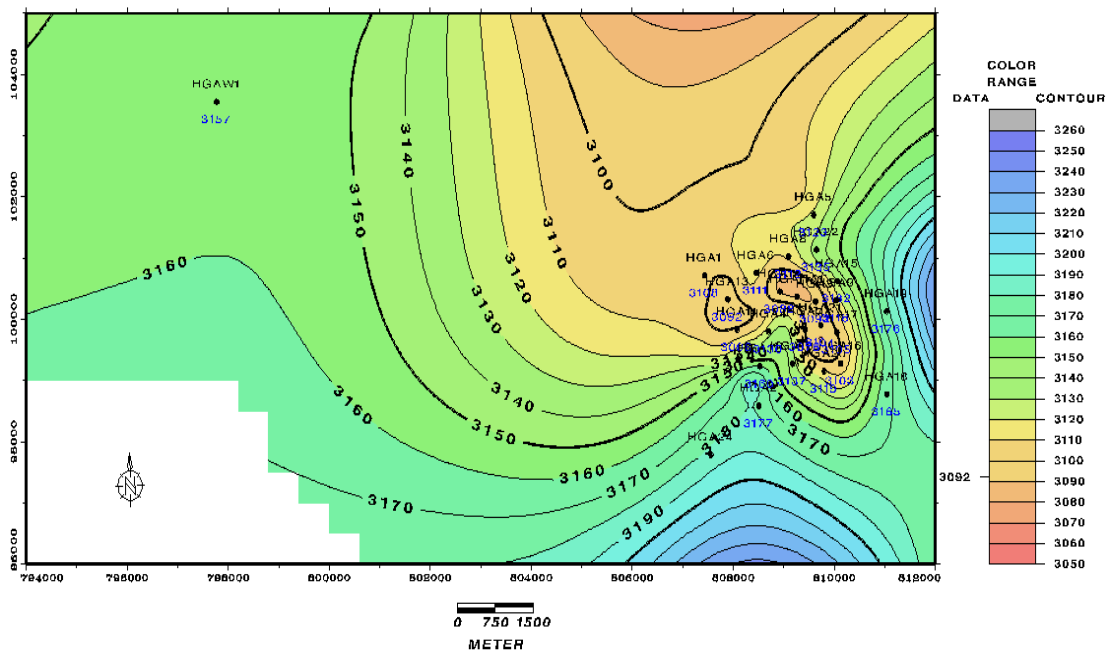


Figure I.6 : carte en isobathe de la discordance hercynienne (A.BOUDJEMAA 1987).

a. Les mouvements hercyniens précoces :

Ces mouvements se résument en une phase tectonique compressive (40°) dite phase « Viséenne » (A. BOUDJEMAA 1987).

Cette phase tectonique a causé l'individualisation de certaines structures appuyées sur des accidents orientés NW-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. (M. BOUDJEMAA 1987).

Cette direction N040 a été aussi retrouvée par (J.L. 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. (M. BOUDJEMAA).

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 Est 120°, perpendiculaires aux accidents majeurs, sont responsables des bombements NE-SW 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 les grabens triasiques.

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

2. La phase atlasique (éocène) :

C'est une phase compressive de direction N.NE - S.SW, 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.

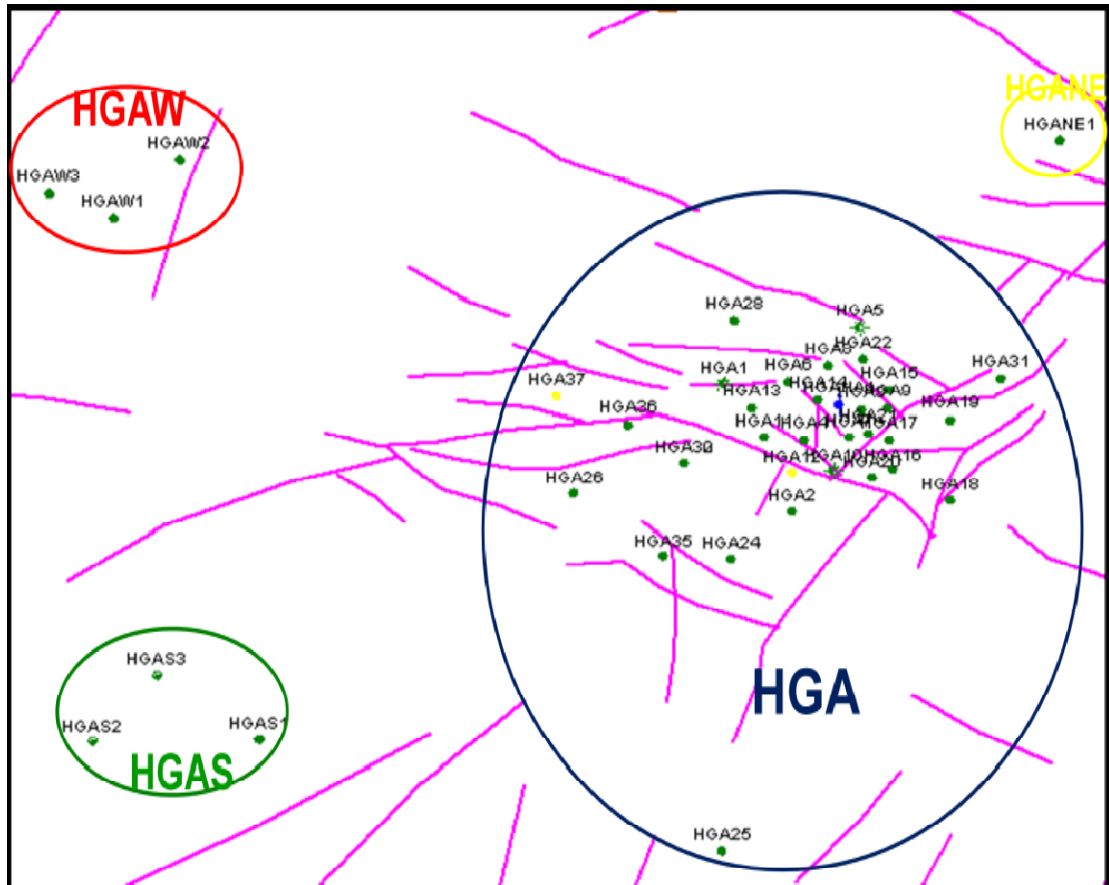


Figure I.7 : Schéma structural des champs HGA, HGAS, HGAW et HGANE montrant les principales directions de fractures (A. BOUDJEMAA 1987).

IV. ASPECT PETROLIER:

L'huile de Hassi Guettar provient des argiles radioactives du Silurien. Elle présente les mêmes caractéristiques que celle 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. (LEBLAB.S - 1998) (DAOUD. A - 1996)

1. Les roches réservoirs :

a. Le Cambrien :

Il est constitué par les grès de Messaoud, représentés par les unités Ri, R_a et la zone des alternances :

a.1. L'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 : porosité de 4 à 18% et la perméabilité de 60 à 100 mD.

a.2. L'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.

a.3. La 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. L'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).

2. Les roches des couvertures :

Les séries argilo-salifères du Lias et à des degrés moindres 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.

3. Les roches mères :

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 Mya, Mouydir et Berkine. (DAOUD. A - 1996).

4. Types de pièges :

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

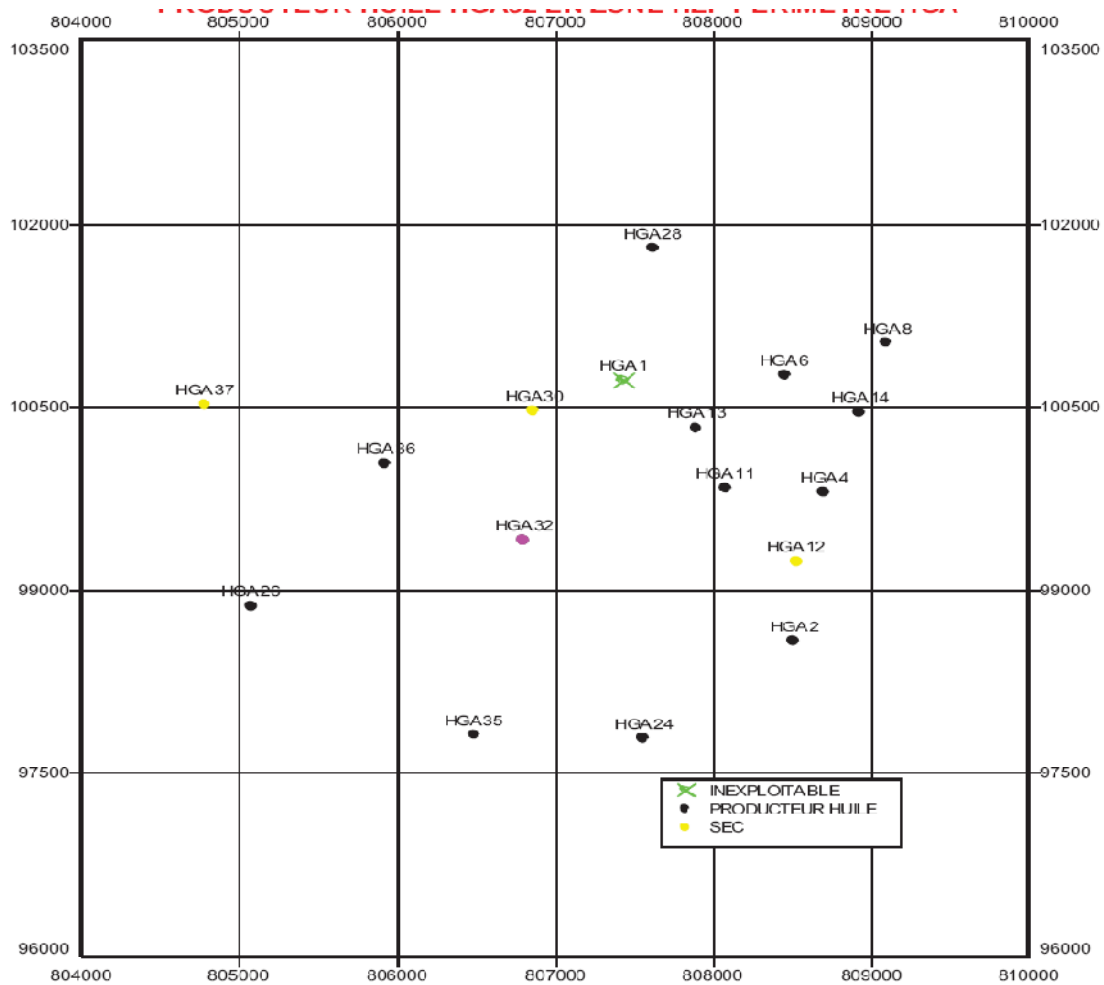


Figure I.8 : Carte de positionnement du puits vertical producteur huile HGA (document Sonatrach 1998).

5. Migration des hydrocarbures :

Le remplissage des réservoirs de Hassi Guettar (HGA) 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 (HMD) et dans les bassins avoisinants tel qu'Oued Mya, Moydir et Berkine. (DAOUD. A – 1996).

La migration primaire et l'alimentation des gisements s'est effectuée au sein du Silurien, en suite à travers les niveaux gréseux triasiques au contact de la discordance hercynienne (migration secondaire).

Les réservoirs Cambro-ordoviciens affleurant à la discordance hercynienne sont alimentés à partir des grés triasiques et la surface d'érosion qui sont en « up dip » au

Nord et Nord-Ouest par rapport au chemin de migration.

VI. Conclusion :

L'étude géologique et structurale nous à permis de déduire les évènements qui ont marqué la plate forme saharienne. En générale, l'Algérie est subdivisée en trois provinces: Est, Nord et Ouest, le mouvement principal responsable de la déformation et de la structuration du Sahara orientale est le mouvement hercynien, avec une série sédimentaire presque complète, qui s'étale depuis le cambrien jusqu'à l'actuel, avec une sédimentation épaisse de 6000 m. aussi ,l'étude géologique dans les bassins orientales de l'Algérie, a décelé que le silurien et le frasnien sont les deux formations responsables de la production des hydrocarbures.

chapitre II

I. Introduction :

Dans le cadre de recherche scientifique en collaboration entre université de Bejaïa et Sonatrach / le Centre de Recherche et du développement (CRD) il a été proposé un sujet de mémoire de fin d'étude se rapportant à: L'étude pétrographique et diagénétique du réservoir de Hassi Guettar (HGA), division Quartzite de Hamra(QH). Il a pour objectif :

- Une étude pétrographique et diagénétique des puits HGA-26 et 28 afin de retracer l'histoire des sédiments, et essayer de proposer un modèle d'évolution diagénétique, qu'a subit cette formation.

(Une étude qui permettra de mettre en évidence l'influence de la diagenèse sur les qualités de réservoirs).

- La détermination des faciès, leur agencement et les caractéristiques sédimentologiques (environnement de dépôts).

- La description de lames minces au microscope optique polarisant pour évaluer les paramètres granulométriques et morphoscopiques des éléments, et mettre en évidence les phénomènes diagénétiques et les différents types de porosités.

- Les phénomènes diagénétiques qui affectent les roches.

En cours d'étudier la formation diagénétiques et pétrographiques de nos puits on doit étudier l'architecture géologique et structural de réservoir Quartzite de Hamra (QH) qui contient les deux puits HGA-26 et 28 :

I.1. Généralité :

Les études effectués sur l'Ordovicien de Hassi Messaoud montrent d'un point de vue général, que la formation des Quartzites de Hamra est située entre deux formations argileuses marines d'extension régionale : les Argiles d'El Gassi, d'âge Ordovicien Inférieur, et les Argiles d'Azzel, d'âge Ordovicien Moyen. Les Grès d'El Atchane et les Grès de Ouargla sont intercalés entre ces deux formations argileuses et marquent un passage progressif vers les Quartzites de Hamra. Du point de vue sédimentologique la formation des Quartzites de Hamra correspond à un cortège transgressif (TST, ou « Transgressive Systems Track ») et localement de bas niveau (LST, ou « Lowstand Systems Track » (TST et LST en français) pour sa partie inférieure (d'après BEICIP, 2007). L'unité des Quartzites de Hamra présente dans notre secteur d'étude a le même aspect sédimentologique que celle dans les secteurs

périphériques de Hassi Messaoud, sauf que son contexte structural et son évolution diagénétique se distinguent nettement.

II.1.1. Contexte structural :

La carte structurale au toit des Quartzites de Hamra (Fig.I.8) montre une individualisation de ce secteur, par l'orientation de la déformation représentée par un réseau de failles NW-SE, ce qui est différent de toute la région de Hassi Messaoud et sa périphérie où le réseau de failles est d'orientation NE-SW. La carte en isobathes (Fig : II.1) montre que notre secteur d'étude est le plus « soulevé », c'est également le plus affecté par l'érosion hercynienne, les sondages l'ont confirmé. Ainsi la région d'étude montre que c'est la seule zone périphérique de Hassi Messaoud où l'on retrouve le Trias en discordance sur les Quartzites de Hamra.

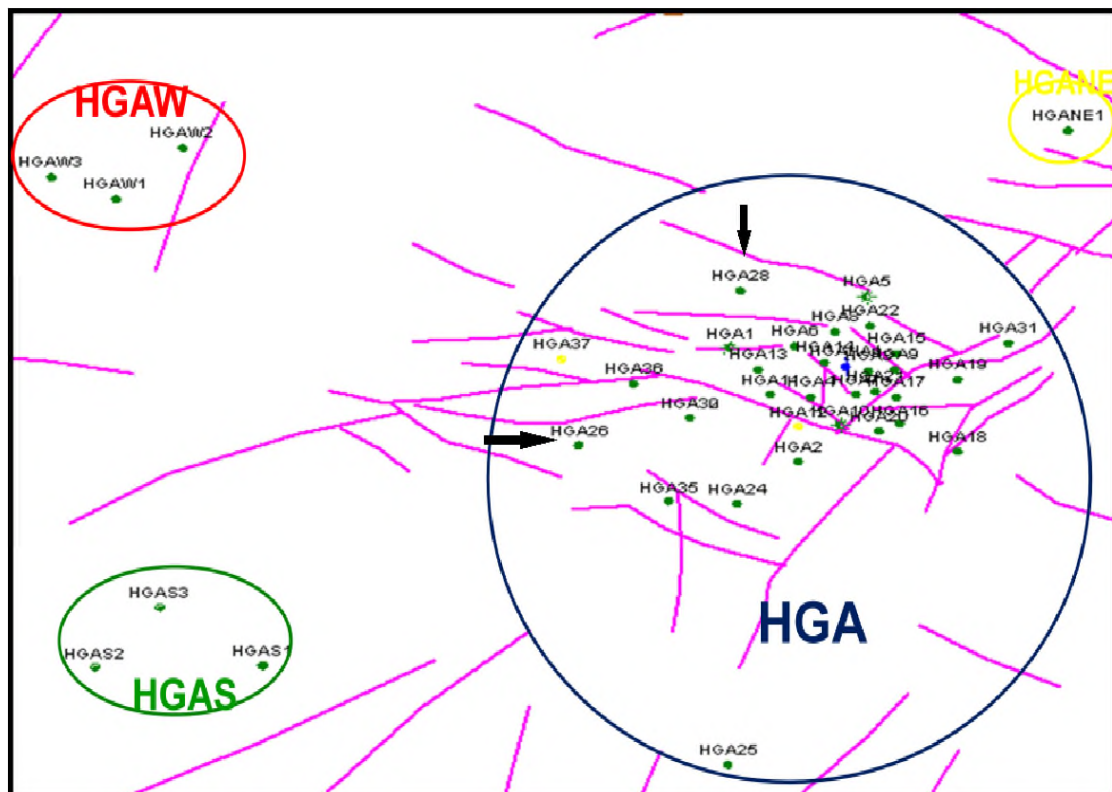


Figure II.1 : Schéma structural des champs HGA, HGAS, HGAW et HGANE montrant les principales directions de fractures (BOUDJEMAA 1998).

II.1.2. Contexte diagénétique :

La position de l'unité des Quartzites de Hamra (QH) par rapport à la discordance hercynienne détermine l'histoire diagénétique, car à la fin de l'histoire Hercynienne cette unité atteinte par l'érosion hercynienne est restée exposée aux conditions de surface induisant la circulation des eaux météoriques (superficielles) et leur

infiltration qui peut causer des transformations importantes. Donc un épisode diagénétique particulier est à prendre en compte.

II.2. Les Quartzites de Hamra (QH) :

Il s'agit de quartzites à rares intercalations d'argiles azoïques. C'est l'un des plus importants réservoirs pétroliers dans les bassins paléozoïques algériens. Cette formation à faciès homogènes et grande extension régionale, s'est déposée à l'Arenig dans un environnement marin peu profond mais son contexte sédimentologique et séquentiel est resté mal compris à l'échelle régionale. Son épaisseur varie entre quelque mètres à 500 mètres.

L'intervalle allant du Tremadoc au Caradoc, c'est-à-dire tout l'Ordovicien inférieur, comprend deux cycles sédimentaires (transgressifs-régressifs) :

- Un cycle Tremadoc-Arenig inférieur : formations déposées en milieu marin peu profond à fluviatile ;
- Un cycle Arenig moyen-Caradoc, tronqué par endroits par la discordance tectonique, comprenant les quartzites de Hamra, les grès de Ouargla, les argiles marines d'Azzel et les grès littoraux de l'Oued Saret.

Cette formation des Quartzites de Hamra est souvent décrite comme massive et compacte, d'une épaisseur moyenne de 90 m et constituée de grès blancs, fins à moyens, localement grossiers, quartzitique, comprenant quelques passées d'argile noire, silteuse. L'analyse des lithofaciès des niveaux carottés dans les quartzites de Hamra a montré l'existence de lithofaciès variés :

- Grés fin quartzitique à litage horizontal.
- Grés fin quartzitique à litage oblique.
- Grés fin à fin quartzitique bioturbé.
- Grés fin quartzitique à litage entrecroisé, granoclassé (exclusivement à HGA).
- Grés fin à copeaux d'argile, à galets d'argile et films argileux.
- Grés fin quartzitique sans structures visibles. L'existence d'un ichnofaciès lié à la présence de skolithos, qui sont parfois très abondants, est caractéristique d'un environnement marin de type avant-côte supérieure. (Équivalent shore-face).

II.2.1. formation du Réservoir des Quartzites de Hamra :

Dans le réservoir ordovicien, la section la plus importante est formée par les quartzites de Hamra, avec de nombreuses productions d'huile prouvées tout autour du

gisement de Hassi Messaoud. Les quartzites de Hamra se présentent sous la forme de grés massifs, propres et bien développés, avec une porosité allant de 2 à 17 % et des perméabilités variant de 0,1 à 100 mD. Cependant, les qualités de réservoir sont variables en raison des transformations diagénétiques, de la position de ces quartzites par rapport à la discordance hercynienne et de la présence ou non des fractures qui augmentent de façon significative les valeurs de perméabilité. L'Ordovicien produit à partir de zones où les propriétés pétrophysiques s'améliorent grâce à la fracturation. Son intensité est liée directement à :

- La densité de la formation.
- L'épaisseur de la formation.
- La proximité du réseau de faille régional.

II.3.Méthodologie :

II.3.1.Analyse pétrographique :

Le but de cette étude pétrographique est l'évaluation quantitative (pourcentage des éléments et des liants) et qualitative (nature des éléments clastiques, morphoscopie, granulométrie des éléments). L'analyse détaillée au microscope optique de 53 lames minces nous a permis de décrire les faciès dans les 2 puits HGA-26 et 28 séparément où ils sont situés en réservoir de Quartzite de Hamra, en précisant la nature (phase clastique et liants), les constituants pétrographiques et leurs pourcentages relatifs.

II.3.2.Analyse diagénétique :

L'analyse des microfaciès nous a permis de mettre en évidence des transformations diagénétiques notables et d'intensité variable; certaines se sont manifestées précocement juste après le dépôt des sédiments et d'autres se sont produites tardivement au cours de l'enfouissement, et même postérieurement aux événements hercyniens.

II.3.3.Données disponibles :

Les données disponibles se résument en un ensemble de lames minces régulièrement échantillonnées sur des carottes à intervalles plus ou moins continus; ceci est résumé dans ces tableaux :

- **Tableau .II.1** : description carottée des puits HGA-26 et 28.

Puits	N° des carottes	Intervalle (m)	Epaisseur (m)
HGA-26	1	3343 – 3349	6
	2	3349 – 3376	27
	3	3376 – 4315	39
HGA-28	1	3287– 3314	27
	2	3314 – 3339	25

II.3.4.Partie pétrographique :

II.3.4.1.Introduction :

L'étude pétrographique est basée sur l'observation de 53 lames minces au microscope optique polarisant, complétée par des analyses radio-cristallographiques de 41 échantillons pour la détermination quantitative et qualitative des minéraux argileux. Notre objectif est de déterminer, d'une manière détaillée, les constituants pétrographique et minéralogique des faciès analysés ainsi que l'estimation de leurs qualités de réservoirs. Cette caractérisation rentre dans le cadre de l'évaluation du potentiel pétrolier de l'objectif profond dans le bassin de Hassi Guettar (HGA).

II.3.4.2.Objectif :

Ce chapitre fera l'objectif d'une description détaillée des différents constituants pétrographique et minéralogique qui composent les faciès gréseux des puits HGA-26 et 28. Ces différentes techniques nous permettent de :

- Déterminer la composition pétrographique et le pourcentage des principaux constituants de la roche
 - La granulométrie par estimation du grain le plus fréquent (moy) et la mesure du grain le plus grossier (max)
 - Le classement
 - La morphoscopie et le type de contact entre les grains, ainsi que leur fréquence
 - La nature du ciment
 - La porosité par estimation visuelle.

II.3.4.1.Puits HGA-26 :

II.3.4.1.1.Description des microfaciès :

Presque toutes les lames minces observées ont montré que cette unité des Quartzites de Hamra est représentée par un seul faciès dont la description est la suivante :

1-Phase clastique :

a- Le quartz :

Elle comprend essentiellement des grains de quartz en pourcentages variant entre 70 à 80%, ayant une sphéricité moyenne, parfois elle est parfaite (la photo ci-dessous).

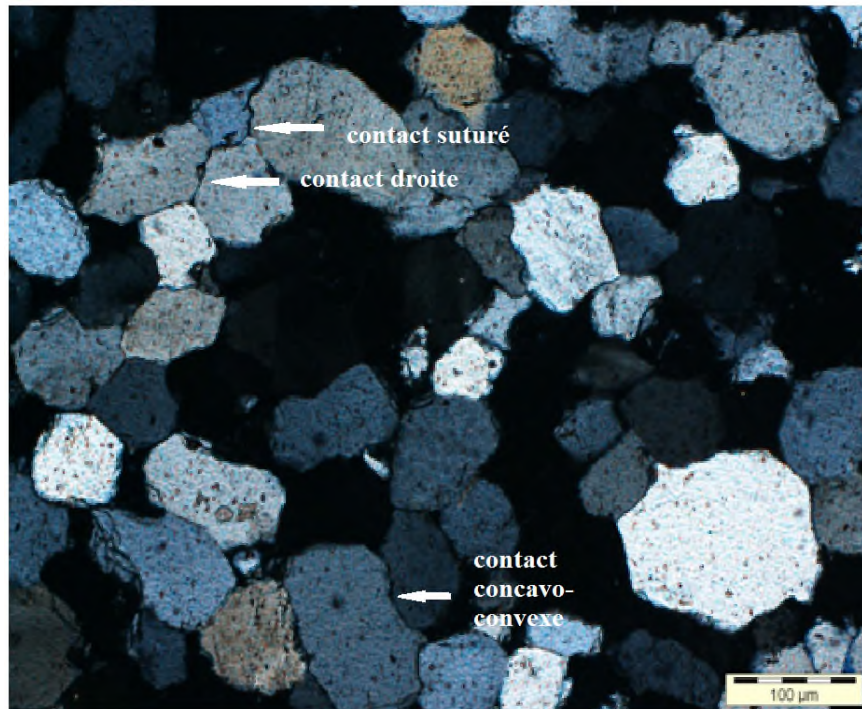


Figure. II.2 : Les différents types de contacts et la morphoscopie de quartz à LPA (HGA.26.3371 .42).

Les résultats d'observation, au microscope optique polarisant, des échantillons du puits HGA-26 montrent que les grains de quartz sont monocristallins à extinction droite. Leur granulométrie varie de fin à moyen. Le classement des grains est entre moyennement et parfois à mal classé, la morphoscopie anguleux et sub-anguleux et parfois arrondie et sub-arrondie et montrent entre eux des contacts droits concavo-convexe et des cas suturés, rarement ponctuel.

b- Les micas :

Dans les faciès étudiés, les micas sont représentés par la biotite et la muscovite. Leurs pourcentages est inférieur à 1% .Ils apparaissent comme des traces (< 1%).

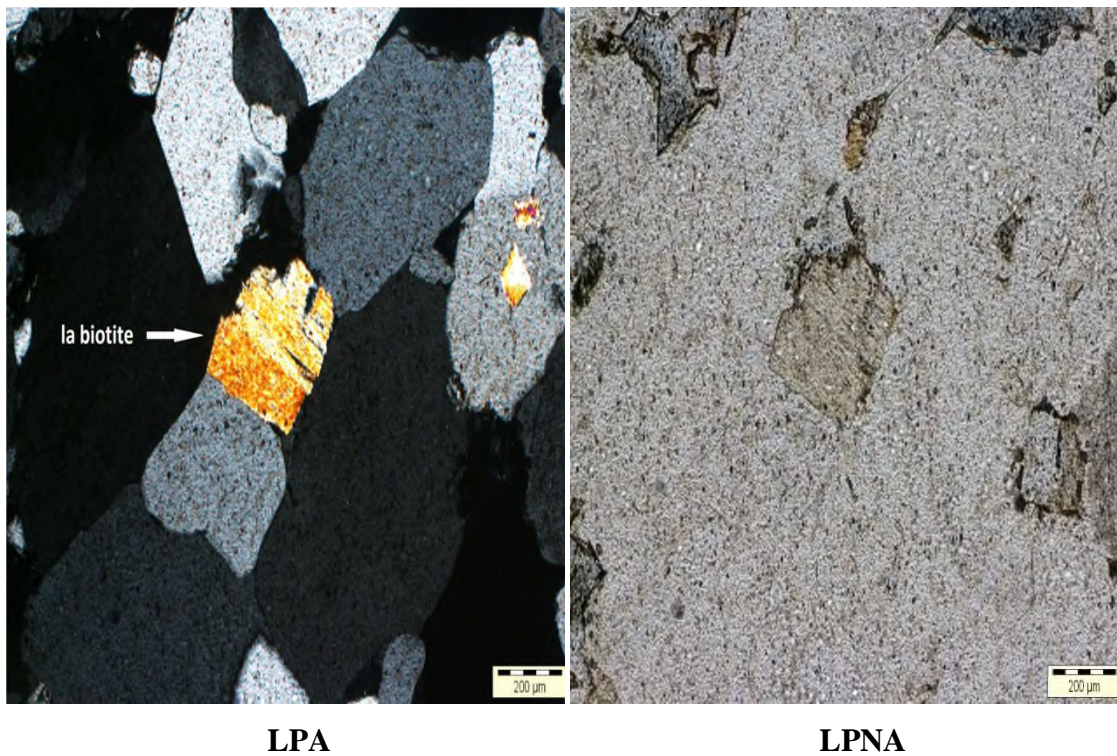


Figure. II.3 : Les traces de la biotite à LPA-LPNA (HGA-26.3413.39).



Figure. II.4 : les traces de muscovite à LPA (HGA-26.33.55.36).

c- Les minéraux lourds :

- Le Zircon :

On les retrouve rarement en petites traces comprises dans la phase clastique dans toute la formation des Quartzite de Hamra.

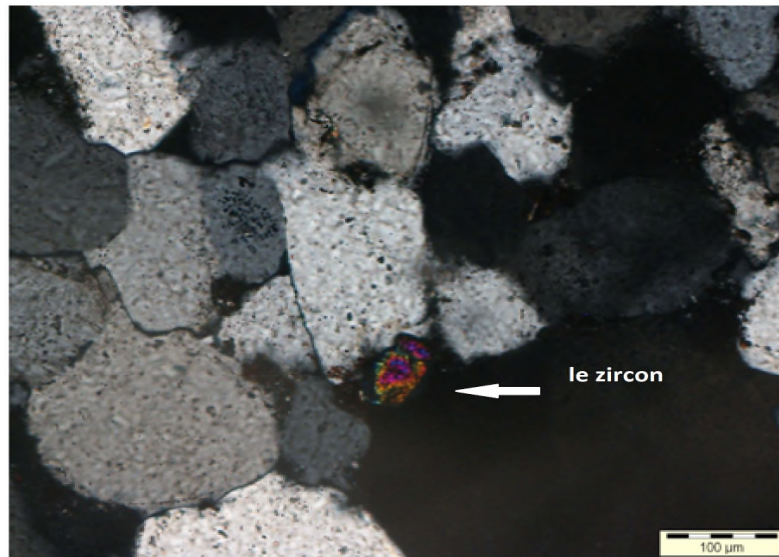


Figure .II.5: zircon (trace). à LPA (HGA-26.3346.41).

2-Phase de liaison :

Elle se compose de ciments essentiellement siliceux, carbonaté et argileux en faibles proportions.

a- Le ciment siliceux :

Il est le liant principal dans ce faciès ; son pourcentage varie de 15 à 30%. C'est un quartz secondaire de nourrissage présent autour des grains de quartz de la phase clastique. Les grains non nourris sont rares. Ce nourrissage est moins prononcé lorsque le faciès est plus fin. Cette silice se développe autour des grains de quartz détritiques du sédiment original, formant une auréole et remplissant les pores qui existaient au moment de dépôt.

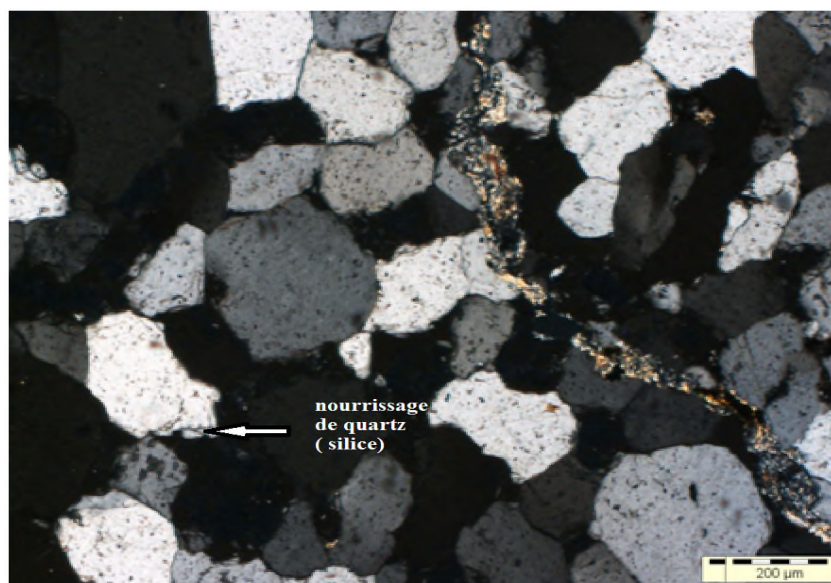


Figure .II.6 : le nourrissage de quartz à LPA (HGA-26.3357.26).

Ces derniers (pores) sont rarement préservés devant ce phénomène de silicification. Une autre génération de vides est créée suite à la dissolution partielle de cette silice. Ce ciment siliceux ne comporte presque pas de silice tardive, (de pression dissolution) le phénomène a été observé mais de très faible importance (photos en dessus).

b- Ciment carbonaté :

Il a apparue de pourcentage de 2 à 10% parfois comme des traces (< 1%).

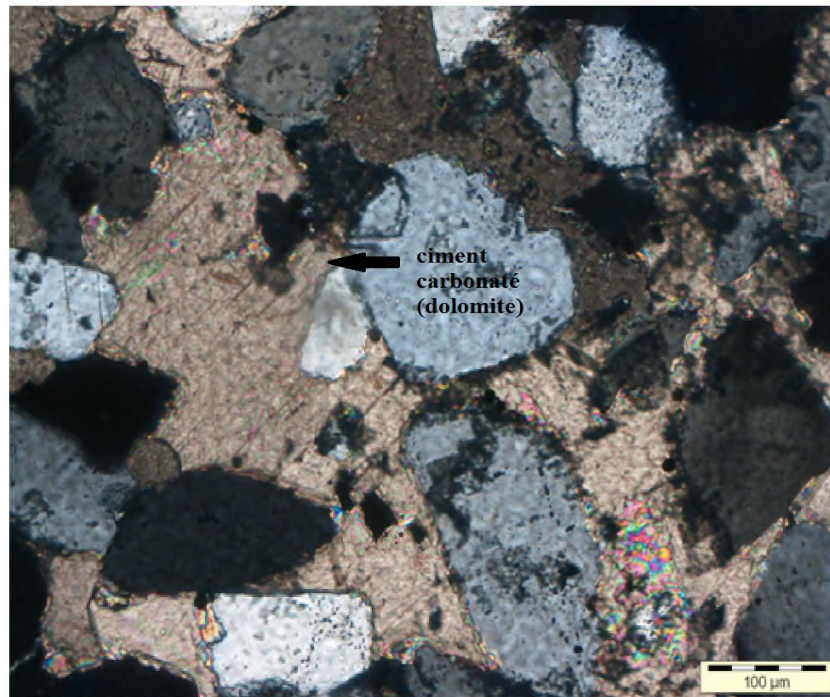


Figure .II.7 : ciment carbonaté (dolomite) à LPA (HGA-26.39.34.13).

c- Le ciment argileux :

Le volume d'argile montre une répartition latérale des grains de quartz (Figure .II.7). En effet, les teneurs moyennes passent de 18% au sud à 46% au Nord où se situe dans le dépôt centre. Une importante variation s'observe également dans le sens de la profondeur. Cette répartition est fonction de plusieurs facteurs incluant la maturité minéralogique du réservoir, les conditions hydrodynamiques (nature des fluides interstitiels) et la compaction (action simultanée de la température et de la pression). Dans les intervalles orthoquartzitiques, la formation de ce ciment est très limitée, et correspond généralement à la précipitation de kaolinite sous forme de plages empilées, ou à la précipitation de chlorite sous forme de revêtements superficiels autour des grains détritiques et Illite présente dans le faciès fin. Elle occupe les espaces inter-granulaires, autour grains et parfois en litage. Il s'agit probablement

d'illite « détritique » héritée. Dans les intervalles peu matures, ce ciment se développe considérablement et constitue une partie non négligeable du ciment total (90%).

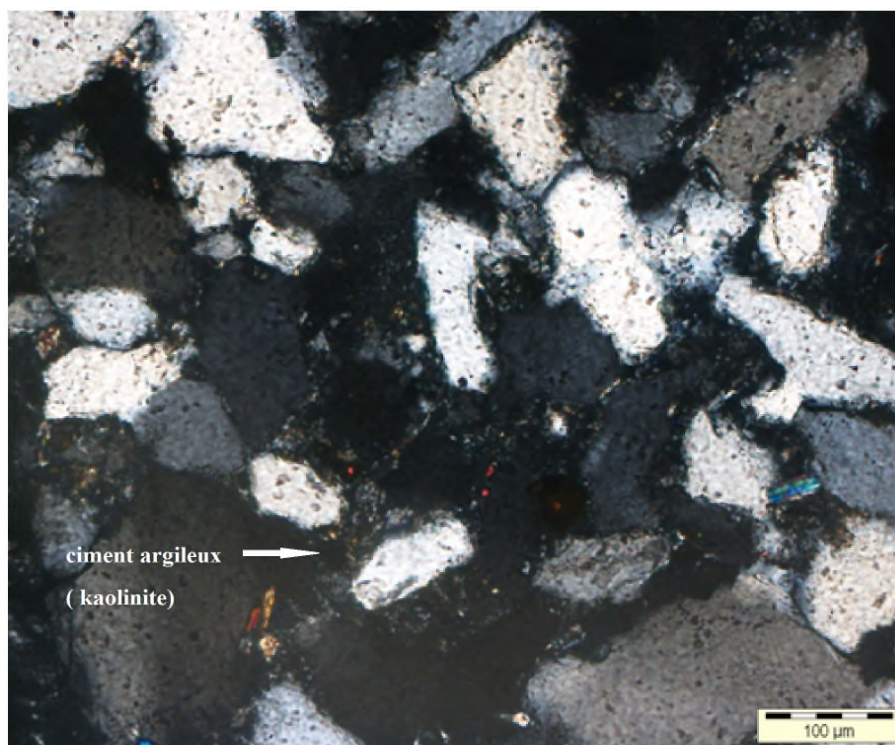


Figure .II.8 : ciment argileux (kaolinite) à LPA (HGA-26.3407.38).

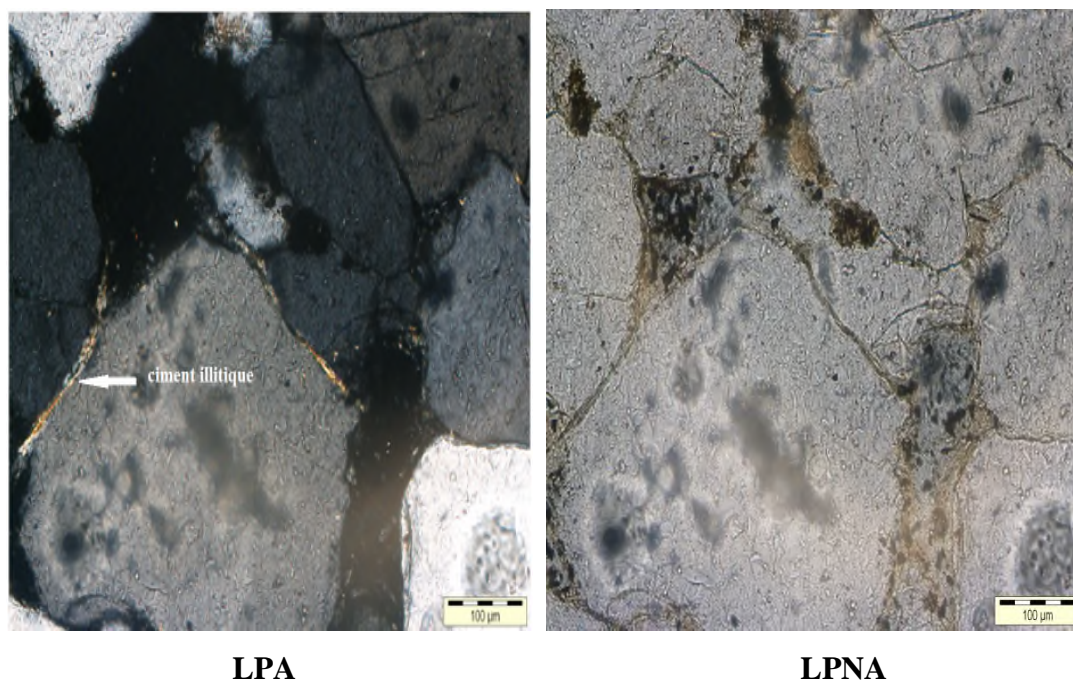


Figure .II.9 : Ciment illitique à LPA-LPNA (HGA-26.3388.46).

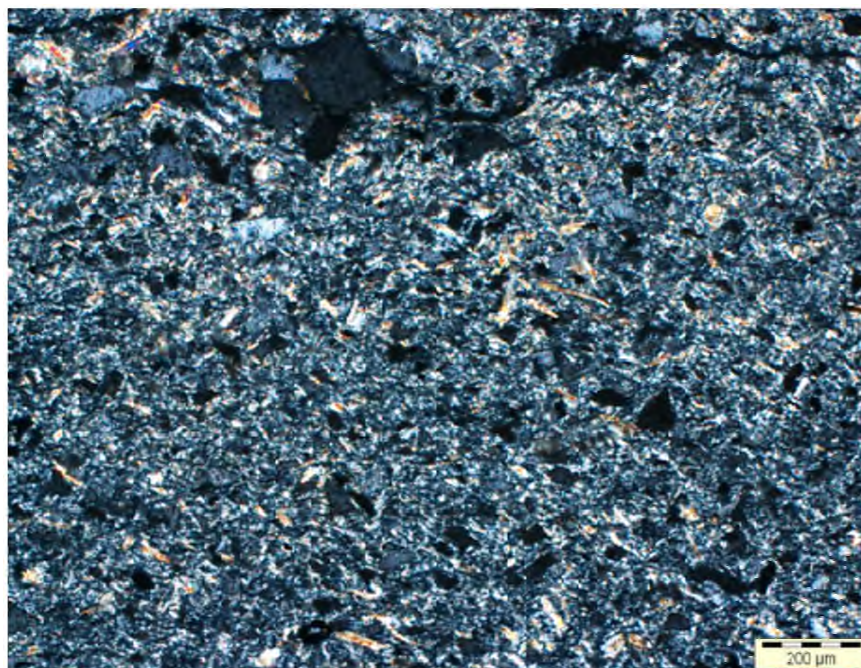


Figure .II.10 :L'illite à LPA (HGA-263390.53).

d- Ciment sulfaté (L'anhydrite) :

L'anhydrite est apparue au sommet des Quartzites de Hamra comme des traces (<1%), Le ciment anhydritique colmate les espaces inter-granulaires primaires et de dissolution. Parfois il se présente sous forme de petites plages isolées.

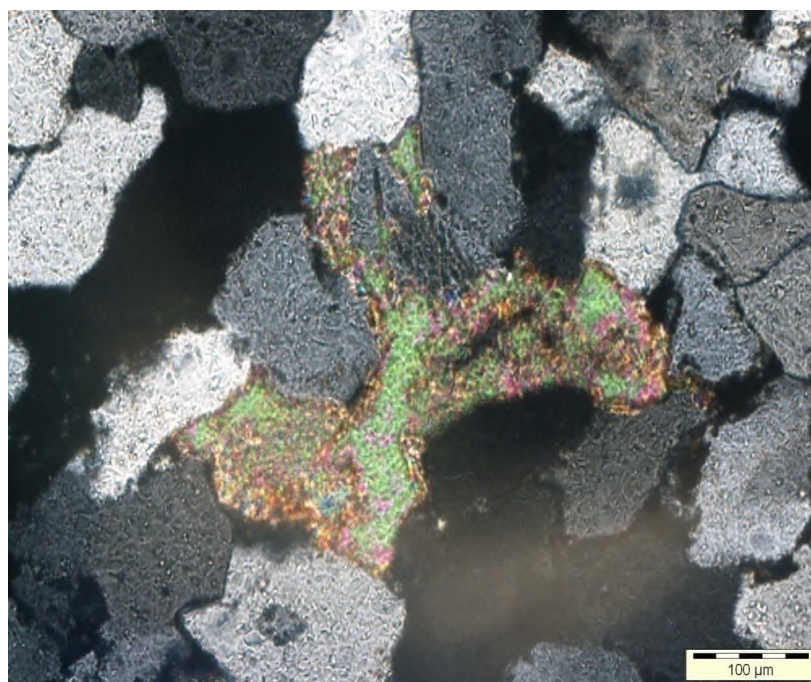


Figure .II.11 : ciment anhydritique à LPA (HGA-26.3349.52).

3-La matière organique :

Elle provient de matières préexistantes de la faune et la flore .Elle n'est présente qu'un seul échantillon à 3 %.

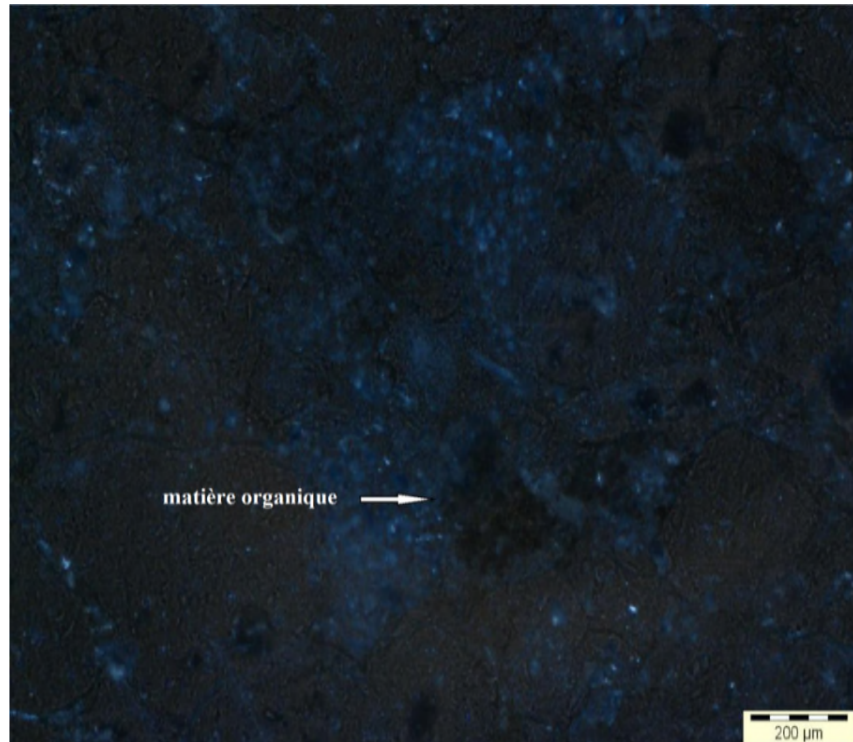


Figure. II.12 : Matière organique à LR (HGA-26.39.34.13).

4-La porosité :

Au microscope polarisant, cette porosité est mieux observée sur la lame mince lorsque cette dernière est imprégnée de bleu de Méthylène. L'observation au microscope des plaques minces nous a permis d'observer une porosité variant de 0-10%.

L'unité sédimentaire des Quartzites de Hamra présente une meilleure porosité qui varie entre 2 à 10%, parfois même supérieure à 10%. Cette valeur élevée est observée à proximité des zones fissurées affectées par la dissolution. Elle est souvent associée à la silice secondaire de nourrissage.

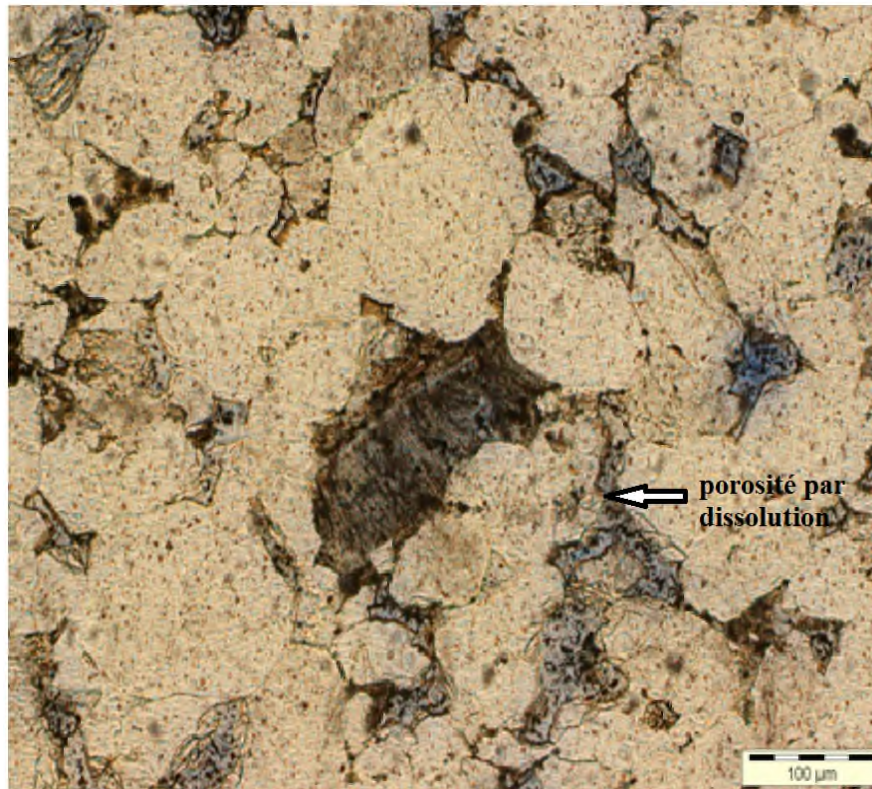


Figure .II.13 : La porosité de dissolution à LPNA (HGA-26..3345.17).

II.3.4.2.Puits HGA-28 :

II.3.4.2.1.Description des microfaciès :

Le faciès des Quartzite de Hamra dans ce puits est presque analogue au puits HGA-26 mise à part quelques différences qui se rapportent à des variations en pourcentages et d'autres minéraux sont détectés, les échantillons des roches éruptives.

1-Phase clastique :

La phase clastique dans ce puits est identique à celle du puits HGA-26.

Elle présente les mêmes :

- Pourcentages
- Morphoscopie
- Granulométrie
- Classement
- Contacts

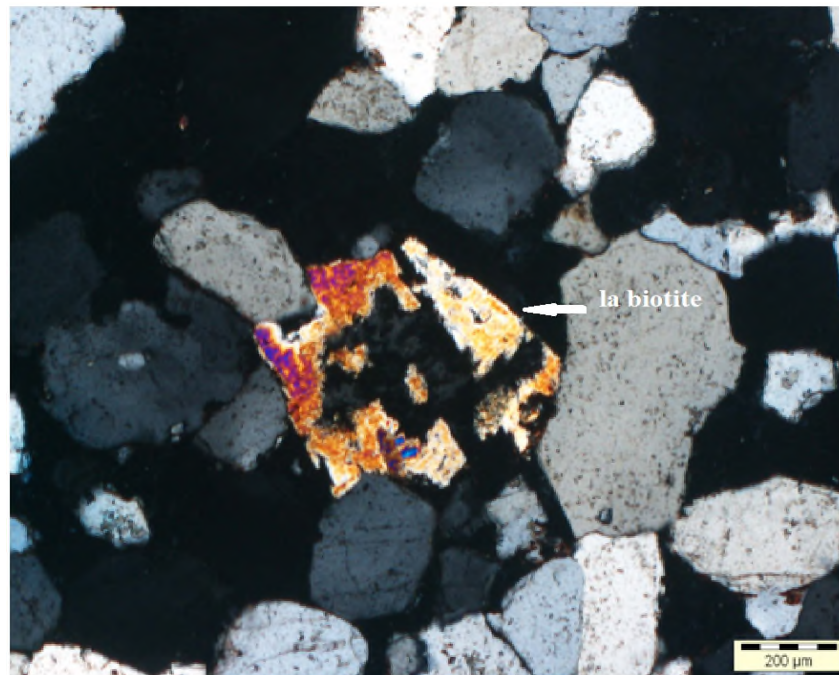
a- Mica :

Figure .II.14 : la biotite en voie d'altération à LPA (HGA-28,3295.60).

b- Les feldspaths :

Les plagioclases plus fréquents dans le faciès. Le pourcentage des feldspaths est compris entre 20 à 40%.

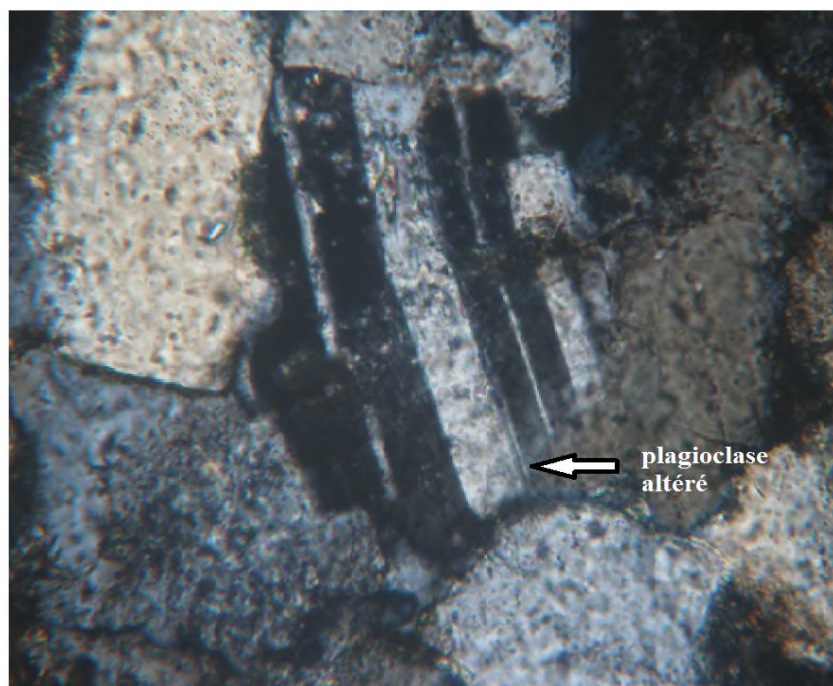


Figure .II.15 : plagioclase altéré à LPA (HGA-28.3320, 55).

2-Phase de liaison :

a- Le ciment siliceux :

Le ciment siliceux dans HGA apparait comme un ciment de nourrissage plus ou moins précoce ; c'est le liant principal dans ce faciès, avec des proportions variant de 15 à 30. Il présente le même caractère pétrographique.

C'est un quartz secondaire nourrissant presque tous les grains de quartz de la phase clastique. Et les grains non nourris sont rares. Ce nourrissage est moins prononcé dans le faciès plus fin.

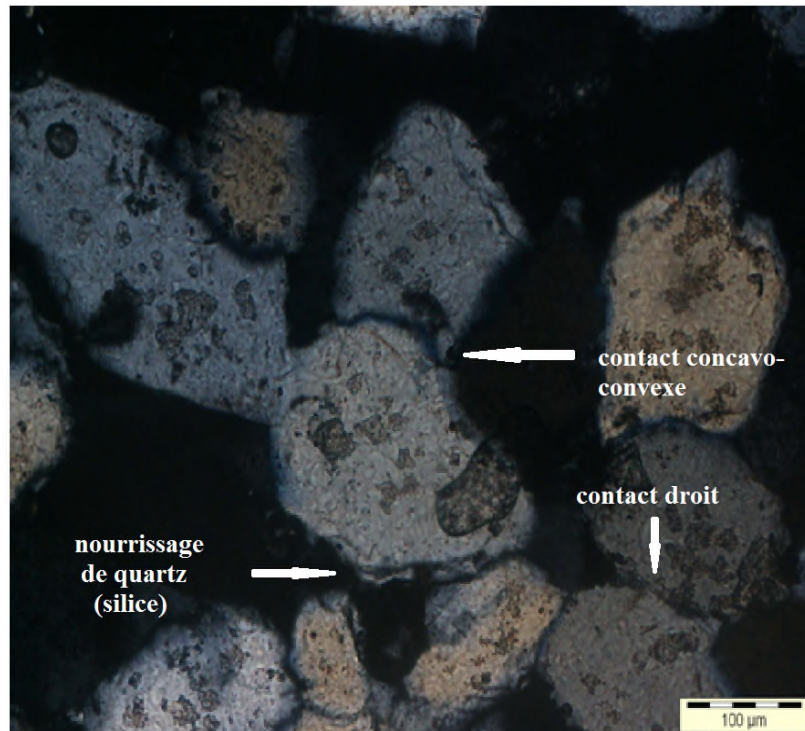


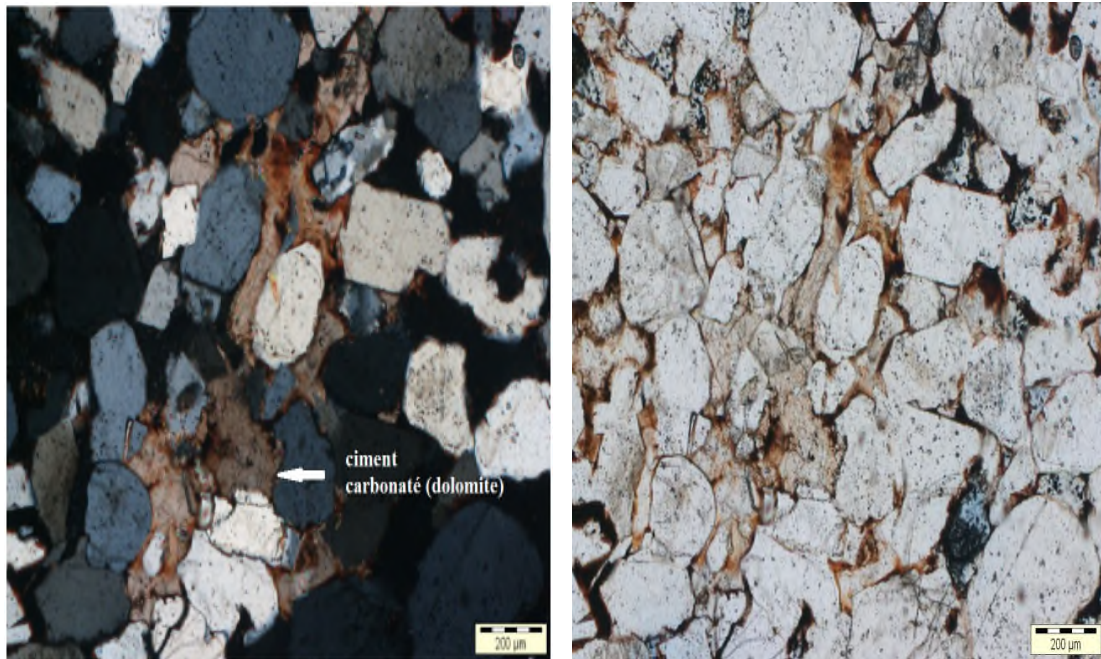
Figure .II.16 : les types de contacts et le ciment siliceux à LPA (HGA-28. 3294,60).

b- Le ciment argileux :

Dans le puits HGA-28, l'argilosité est plus ou moins forte que HGA-26 est représentée par l'illite qu'on retrouve notamment dans les faciès fins et la kaolinite plus ou moins faible. Elle varie entre 0% à 30%. Elle occupe les espaces intergranulaires, autour de grains et parfois en litage, soulignant la stratification.

c- Le ciment carbonaté (la dolomite) :

Elle est plus abondante dans tout l'intervalle, Son pourcentage varie de 0%, à 15 % au niveau des zones fissurées.



LPA

LPNA

Figure .II.17 : la dolomite à LPA-LPNA (HGA-28.3300.46).

3-Les roches éruptives :

A la base du réservoir, l'observation des lames minces a montré la présence de roches éruptives à texture doléritique, elles sont composés de plagioclases et de biotite.

4-La porosité :

Dans ce puits nous avons observé une porosité décroissante de la base au sommet, avec des valeurs de 0-10%. Le type le plus abondant (porosité intergranulaire).

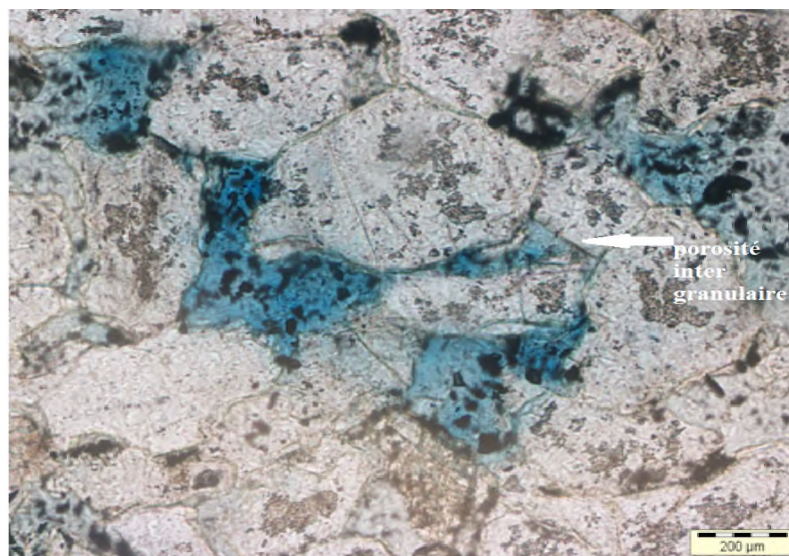


Figure .II.18 : Porosité intergranulaire à LPNA (HGA-28,3294.60).

Les porosités s'observent dans l'ensemble des puits avec des pourcentages variables verticalement et l'on note une meilleur porosité, où elle est majoritairement faible à moyenne atteignent les 10%. Elle est représentée par :

- La porosité primaire intergranulaire.
- La porosité secondaire de dissolution.

5-L'oxyde de fer :

Il se présente avec un pourcentage varie entre 3 à 10%.

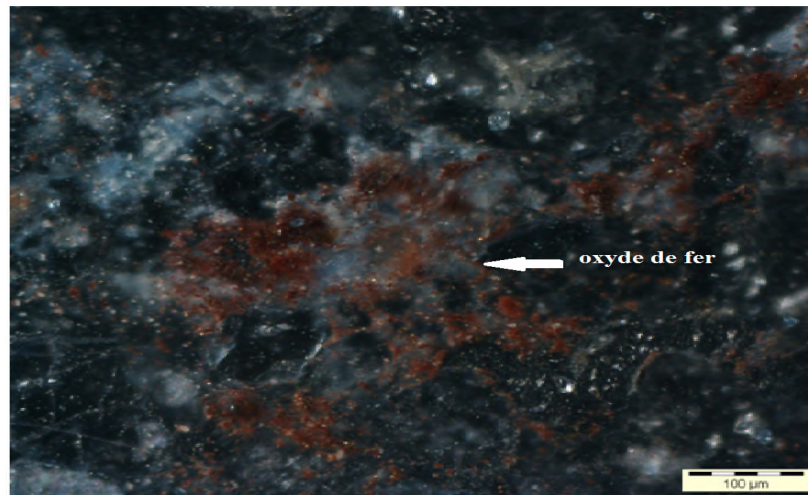


Figure .II.19 : oxyde de fer à LR (HGA-28.33007.60).

II.3.4.Partie diagénétique :

II.3.4.1.Introduction :

Les phénomènes diagénétiques modifiant les propriétés originelles des sédiments, il est important de les détecter et d'apprécier l'importance des changements survenus, pour être en mesure de remonter à l'environnement de dépôt à travers une meilleure reconnaissance des faciès originels. Par ailleurs, la reconnaissance des différentes étapes et cycles de la diagenèse permet une meilleure reconstitution de l'histoire géologique d'une roche et donc du bassin dans lequel elle s'est déposée.

II.3.4.2.Rappel de notions générales :

II.3.4.2.1.Définition de la diagenèse :

La diagenèse comprend un spectre de processus post dépositionnels, physiques, chimiques et biologiques par lesquels les assemblages sédimentaires originels et leurs

fluides de pores interstitiels atteignent un équilibre géochimique et textural avec leur environnement, à l'exclusion toutefois du métamorphisme et de l'altération de surface (Burley et al ; 1985, Curtis ; 1987).

II.3.4.2.2. Les environnements diagénétiques :

Un environnement diagénétique on peut le définir comme un certain volume de roches dans lequel s'opère une série de transformations dont la nature dépend fondamentalement de la maturité de la roche (teneur en minéraux stables, paramètres texturaux), de son contenu originel en fluides, de la température et de la pression, donc de la profondeur d'enfouissement, et d'éventuelles circulations de fluides.

Les fluides originaux occupant l'espace poreux au moment du dépôt se caractérisent par leur nature, et éventuellement par leur teneur en sels et gaz dissous (Figure .II.20). Très rapidement, sous l'effet de l'enfouissement, par suite des interactions avec les minéraux et de l'action des bactéries, leur composition va se modifier, entraînant des changements du pH et du potentiel d'oxydo-réduction.

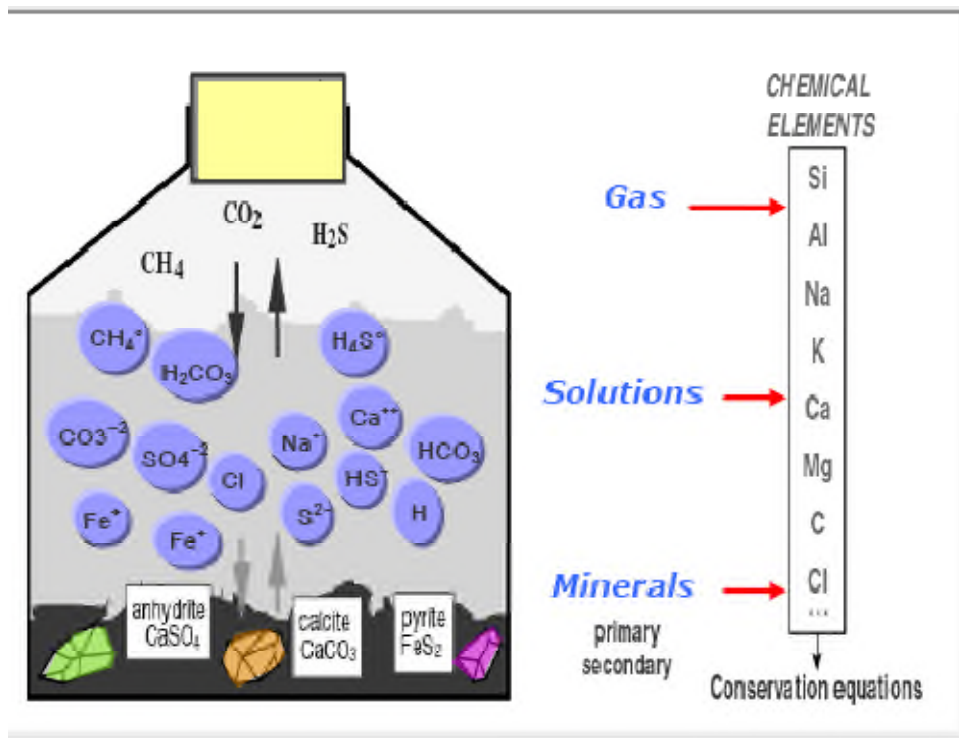


Figure .II.20 : Fluides et matériaux en présence dans l'environnement diagénétique.

II.3.4.2.3. Limites et frontières de la diagénèse :

a- Limite sédimentation diagénèse :

Cette limite correspond à la limite séparant deux milieux contigus différents qui vont induire des néoformations et des transformations.

b- Limite métamorphisme diagenèse :

Passage progressif à l'épigenèse.

c- Limite altération superficiel diagenèse :

Cette limite désigne les phénomènes qui s'exercent à proximité immédiate de la surface du sol.

L'évolution diagénétique doit tenir compte à la fois de tout les constituants de la roche à savoir : la solution aqueuse toujours présente, cette solution représente le milieu réactionnel des transformations diagénétiques.

II.3.4.3. Les Phases diagénétiques :**a-Eodiagenèse :**

Cette phase est assimilée à la phase syndiagenèse, c'est le stade d'enfouissement précoce des premières unités de sédiment (centimétrique à métrique). Elle est généralement définie comme la limite inférieure de l'activité bactérienne, le sédiment est généralement soumis aux conditions de surface.

b-Mésodiagenèse ou l'anadiagenèse :

C'est une phase caractérisée par un enfouissement important des sédiments, permettant l'apparition de plusieurs phénomènes diagénétiques, tel que la compaction. Cette phase dépend de deux principaux facteurs :

- En fonction du type d'enfouissement (long ou rapide).
- Taux de subsidence.

c- Télodiagenèse ou l'épidiagenèse:

C'est une phase caractérisée par une compaction du sédiment avec perte d'eaux, une augmentation de la densité, la multiplication des contacts entre les grains et dissolution possible des grains.

L'augmentation du degré géothermique favorise les réactions chimiques, l'aggradation des argiles, la transformation de certains minéraux, et leur cristallisation à partir des solutions obtenues dans les espaces intergranulaires :

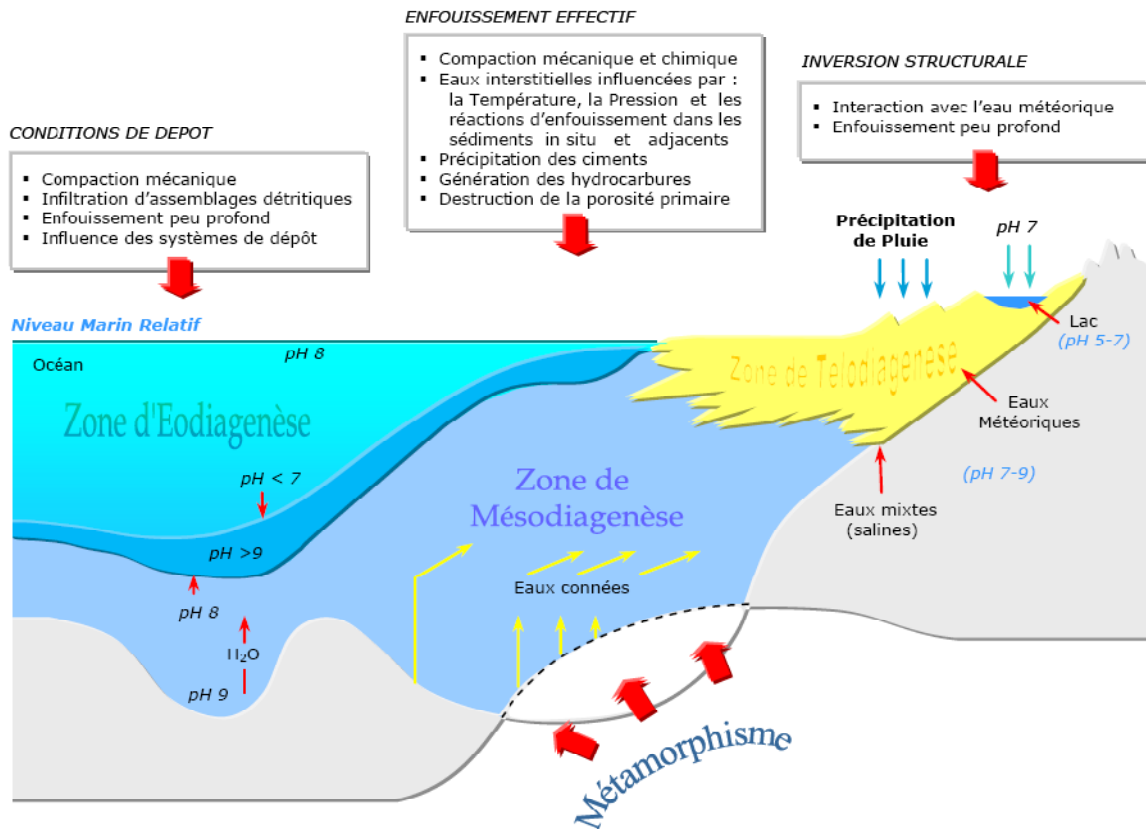


Figure. II.21 : Profil idéalisé d'une marge continentale montrant les sites sédimentaires marins et les trois phases de diagenèse : (1) diffusion durant L'eodiagenèse, (2) mouvement de fluides ascendants durant la mésodiagenèse, (3) mouvement de fluides descendants durant la télodiagenèse (Serra ; 2003, Burley et Worden ; 2003).

II.3.4.3. Les changements diagénétiques :

L'étude des phénomènes diagénétiques est basée essentiellement sur les observations des lames minces, par le microscope optique polarisant, ainsi que les résultats des analyses radiocristallographiques. Ces études consistent à déterminer les minéraux authigènes, étudier les relations entre les grains et les ciments, identifier les phases de cimentation, de dissolution et de remplacement des minéraux et de déterminer l'ordre chronologique de leur mise en place.

Certains phénomènes diagénétiques se manifestent précocement et juste après le dépôt des sédiments, et d'autres se produisent tardivement au cours de l'enfouissement.

Les processus diagénétiques sont en relation avec :

- La nature des eaux interstitielles qui existent dans les sédiments. Ces eaux sont considérées comme le milieu réactionnel, des transformations diagénétiques.

La température et la pression (la profondeur et l'enfouissement).

Les facteurs importants de la diagenèse sont d'une part la composition minéralogique, la taille des grains ou cristaux, les fluides contenus et la matière organique, d'autre part la température, la pression et conditions chimiques régnant dans l'environnement (Burley et Worden ; 2003). De ce fait une grande variété de changements diagénétiques peut se rencontrer.

II.3.4.4. Description les microfaciès :

À partir des résultats obtenus suite à l'analyse pétrographique plusieurs phénomènes diagénétiques ont été mis en évidence. Ils sont classés par rapport à leurs types qui sont chimiques, physiques ou physico-chimiques, sans oublier la fracturation dont l'origine est tectonique et qui est un facteur important dans l'histoire diagénétique des roches. La cimentation, la dissolution, compaction (avec parfois stilolythisation) et la fissuration sont les phénomènes observés dans l'unité des Quartzites de Hamra.

II.3.4.4.1. Cimentation:

a- Mise en place la fraction argileuse :

C'est l'installation de la fraction argileuse dans les espaces inter-granulaires qui existaient déjà au moment de dépôt, donc le ciment est précoce, cela est observé surtout dans le faciès à granulométrie fine à la base de l'unité sédimentaire. Une autre fraction argileuse essentiellement Kaolinitique s'est installée, en jouant le rôle de colmatant au niveau de la zone brechifiée.

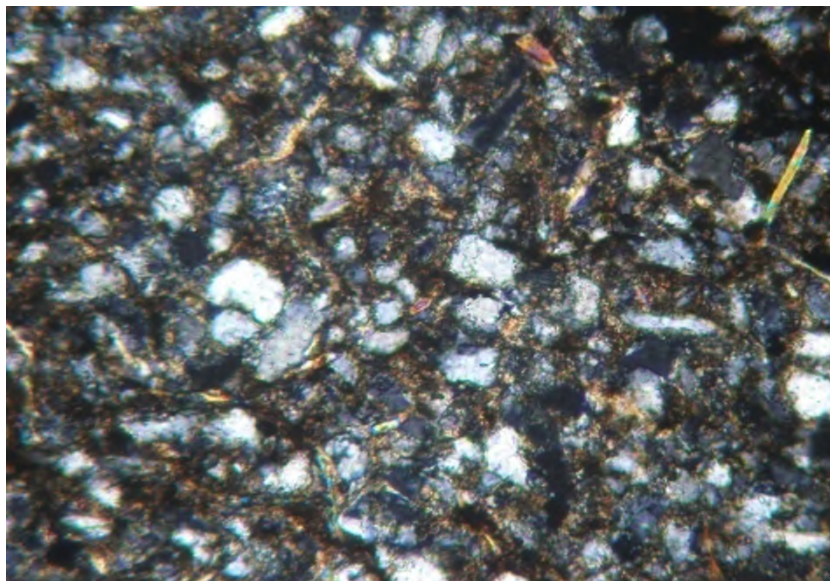


Figure .II.22 : Mise en place la fraction argileuse à LPA..

b- Précipitation des sulfates :

Suite à la circulation d'une solution riche en sulfate et avec la présence de Ca, le ciment gypsifère s'installe dans les fissures et les espaces intergranulaires autour de ces dernières.

Ce phénomène se manifeste dans un environnement évaporitique et en conditions normales de pH (milieux neutre). Suite à un enfouissement, avec des conditions de pression et température plus élevées, le gypse sera dépourvu de son radical OH et devient donc anhydrite. Donc cette anhydrite est alors postérieure à la dissolution.

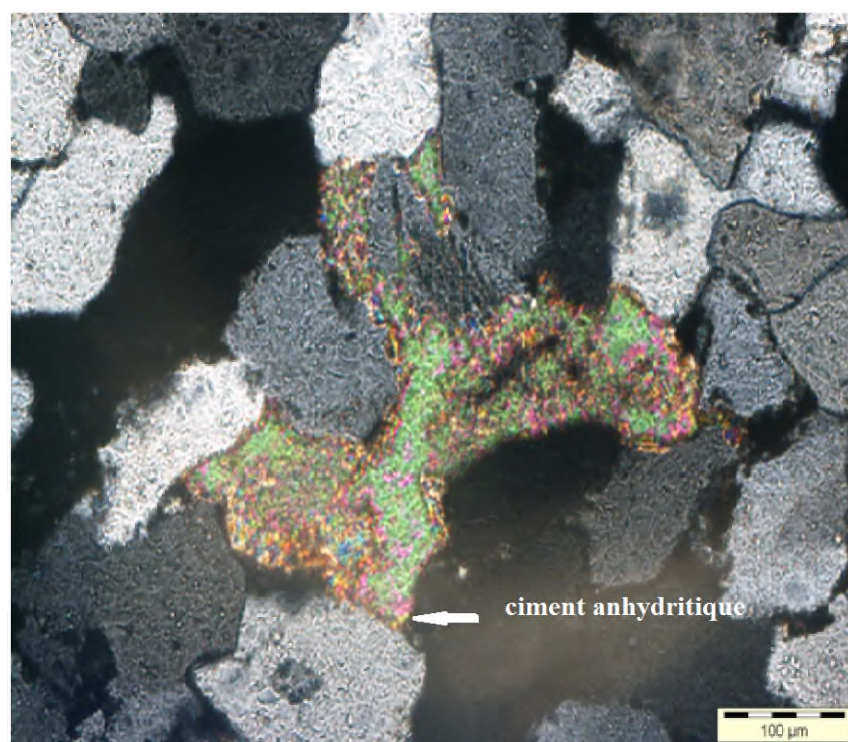


Figure. II.23 : Ciment anhydritique à LPA (HGA26.3349.52) .

c- Illitisation :

Elle correspond à la transformation des minéraux argileux par aggradation au cours de l'enfouissement. Presque toute la fraction argileuse, dans les échantillons analysés, est illitisée.

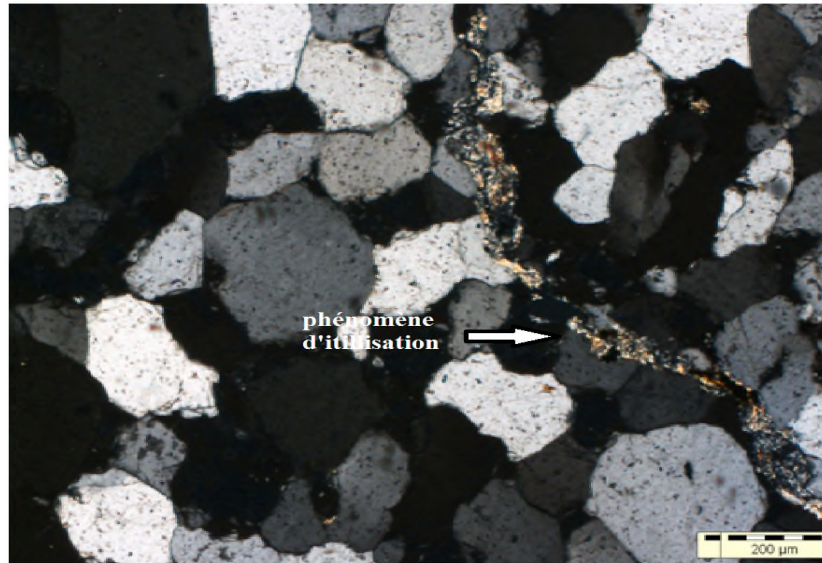


Figure .II.24 : L'illitisation à LPA (HGA-26.3357.26) .

II.3.4.4.2.La dissolution :

La dissolution peut être considérée comme la réaction inverse de la précipitation. Ce processus est important car il contribue à la modification de la composition minéralogique originelle et la création de porosité secondaire. Au minimum deux phases de dissolution ont été distinguées : La première a affecté partiellement le ciment siliceux précoce, créant ainsi de l'espace pour la précipitation des futures espèces minérales. La deuxième est moins importante que la première a affecté partiellement les ciments tardifs. Dans les deux puits et surtout dans les parties basales HGA-26, les pores de dissolution sont plus importants à proximité des fissures

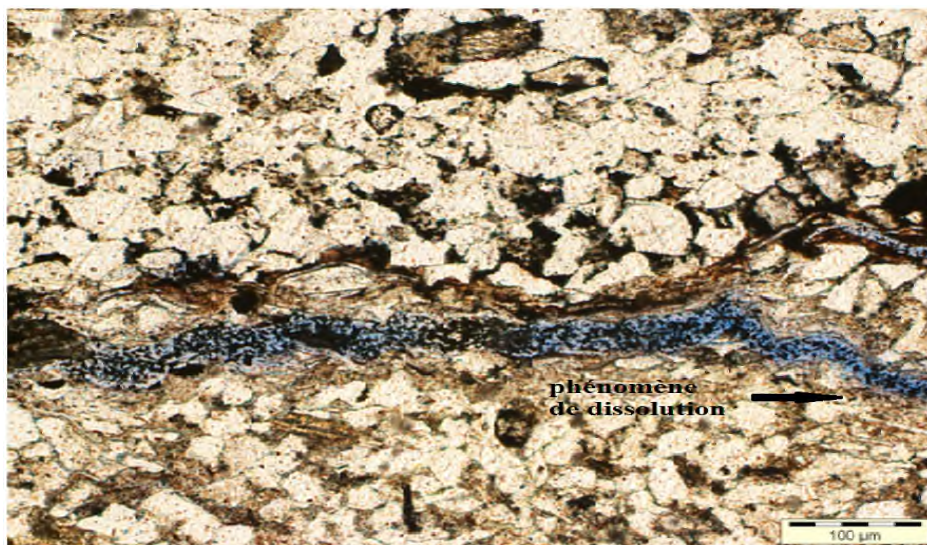


Figure .II.25 : la dissolution à LPNA (HGA-26.3343.43) .

II.3.4.4.3. La compaction :

Le contact entre le grain du sédiment originel est surtout ponctuel, et il est rarement suturé, ce qui témoigne d'une faible compaction.

II.3.4.4.4. La fracturation :

Une zone brechifiée de la base dans les deux puits témoigne de la présence d'une phase de fracturation précoce. Elle est datée par rapport à sa position stratigraphique. Une fissuration verticale est retrouvée dans les deux puits, sauf qu'elle est plus importante au niveau de HGA-26, ces fissures ont favorisé les phénomènes de dissolution et de précipitation de ciments dans les espaces intergranulaires les plus proches (connection des pores). Donc cette fissuration est antérieure à ces phénomènes.

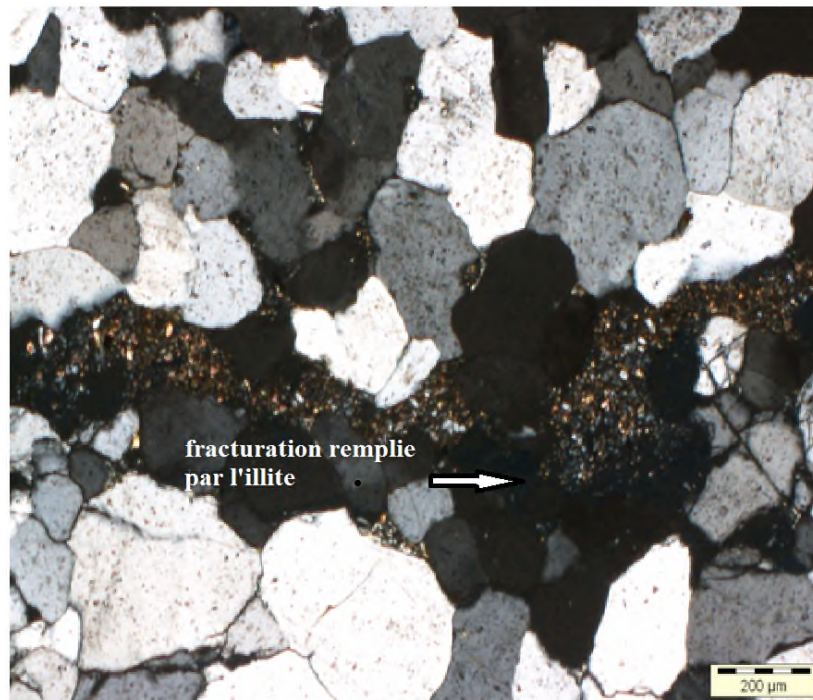


Figure .II.26 : Phénomène de fracturation à LPA (HGA-26.3411.44) .

II.3.4.4.5. Le remplacement minéralogique :

C'est le processus par lequel un nouveau minéral prend la place d'un autre. Pour notre cas, on a détecté le phénomène d'anhydritisation, à laquelle se rattache également la transformation de la dolomite en l'anhydrite (Burley et Worden ; 2003).

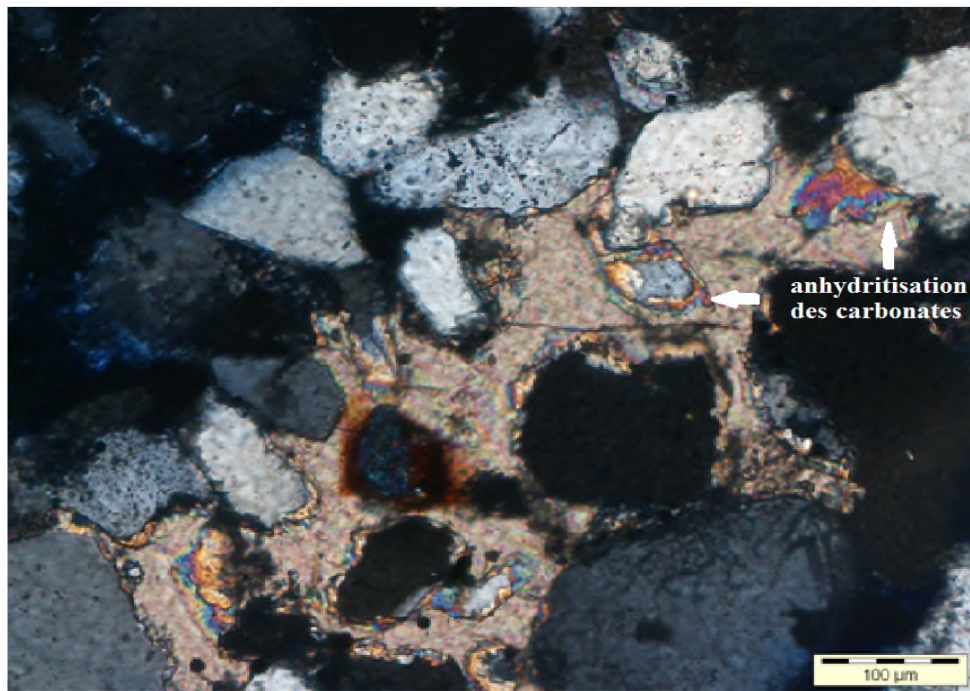


Figure .II.27 : l'anhydritisation des carbonates à LPA (HGA-26.3345.17).

II.3.4.4.6. La stylolithisation :

L'idée de base de ce phénomène est que les hautes pressions développées aux points de contact des grains augmentent la solubilité de façon telle qu'ils sont le siège de dissolution préférentielle que la présence d'un film d'argile va être encore favoriser. (Burley et Worden ; 2003).

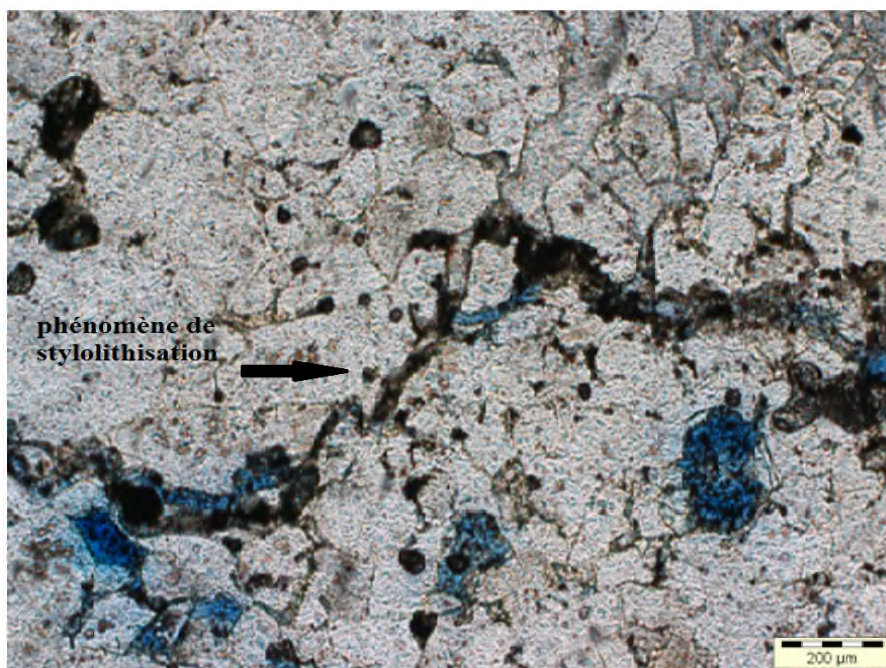


Figure .II.28 : stylolithisation à LPNA (HGA-26.3343.43).

II.3.Conclusion :

. Sur le Plan Pétrographique :

L'analyse pétrographique des deux puits a permis d'obtenir les résultats suivants :

- La morphoscopie des grains est sub-anguleux à sub-arrondie dans presque tous les faciès, le grain ne change de forme que s'il est affecté par les phénomènes diagénétiques physiques et physico-chimiques.
- dans les deux puits de la formation de Quartzite de Hamra (QH), la cimentation est assez importante représentée essentiellement par la silicification et argilosité qui affecte les grains de quartz; elle est engendrée par les ciments siliceux et accessoirement par les ciments sulfatés (anhydrite) et carbonatés (dolomite) présentant les mêmes traits pétrographiques. c'est un quartzite argileux-siliceux qui apparait vers le sommet dans HGA-26, qui comme HGA-28 est exposé aux conditions de surface à la discordance hercynienne.

. Sur le Plan Diagénétique :

Les Quartzites de Hamra ont subi presque la même histoire diagénétique. Les phénomènes diagénétiques observés sont représentés par : La cimentation, le phénomène de dissolution, le remplacement entre les ciments et une légère compaction accompagné parfois de stylolithisation. Une chronologie de transformation est proposée ci-dessous, la séquence est la suivante:

. Chronologie des stades diagénétiques :

Après avoir décrit tous les phénomènes diagénétiques, et cela suite à l'analyse des échantillons de lames minces, une chronologie doit être établie afin de retracer toute l'histoire post-dépôt de l'unité Quartzite de Hamra dans notre secteur d'étude. La séquence suivante va résumer l'histoire depuis le dépôt (Ordovicien) jusqu' à l'actuel:

- **Dépôt** : du sédiment originel à l'Ordovicien.
- **Cimentation précoce** par Nourrissage de tous les grains de quartz.
- **Premier enfouissement** antéhercynien.
- **Evénements tectoniques** hercyniens contribuant à :
- **Structuration** du champ, dont la mise en position plus haute le bloc Hassi Guettar.
- **Fracturation** et **fissuration** (connexion entre les pores préexistants).
- Erosion** et exposition de l'unité des Quartzites de Hamra aux conditions météoriques

- **Infiltration** et **Circulation**, à travers les fissures, d'une solution neutre (sulfatée).
- **Dissolution** partielle de la silice (création de porosité secondaire).
- **Cimentation** par précipitation de Gypse. (Destruction partielle de la porosité).
- **Cimentation** par précipitation de **Carbonate** de calcium (destruction partielle de la porosité).
- **Deuxième enfouissement** post hercynien.
- **Illitisation** de la Kaolinite.
- **Stylolitisation** avec très faible pression-dissolution.

Chapitre III

I. Introduction :

Cette présente étude va mettre en évidence, l'influence des conditions de dépôts et des phénomènes diagenétiques sur la qualité de réservoirs.

La méthodologie est basée sur des corrélations entre les courbes d'évolution verticale des proportions des différents ciments, et celle des caractéristiques pétrophysiques (porosité et perméabilité).

II. Définition de quelques notions :

II.1. Porosité :

La porosité (\emptyset) d'une roche est sa propriété de présenter des vides, pores et fissures. Elle s'exprime quantitativement par le pourcentage du volume poreux par rapport au volume total de la roche.

$$\emptyset (\%) = \frac{V_v}{V_t} \cdot 100$$

V_v = Volume des vides.

V_t = volume total de la roche.

Cette porosité dépend de l'arrangement et du classement des grés.

II.2. Perméabilité :

Un milieu poreux ne permet le déplacement de fluides que dans la mesure où ses pores sont liés entre eux, on dit alors qu'il est perméable. La perméabilité présente ainsi la facilité avec laquelle une formation permet à un fluide de viscosité donnée de la traverser.

La perméabilité absolue d'un fluide est alors donnée d'après la loi de Darcy :

$$Q = K \cdot \frac{S}{\mu} \cdot \frac{dp}{dx}$$

- Q : est le débit du fluide monophasique.
- S : est la section de la formation.
- μ : est la viscosité de fluide.
- dp/dx : est le gradient de pression.
- K : coefficient de perméabilité

III. Caractéristiques Du Réservoir :

- L'huile est légère de densité moyenne 0.8 (45° API).
- La pression de gisement : variable de 120 à 400 (kg/cm²).
- La température est de l'ordre de 120 °c.

- Le GOR de dissolution est de l'ordre de 219 (v/v), sauf pour les puits en percée de gaz où le GOR peut dépasser 1000 (v/v).
- La porosité est faible, elle est de l'ordre de 5 à 10%.
- La perméabilité varie de 0.1 md à 1000 mD.
- Contact huile/eau : \approx - 3380 m.
- Point de Bulle : 140 à 200 kg/cm².
- Côte de référence : \approx - 3200 m.
- L'épaisseur de la zone productive peut atteindre 120m au maximum mais peut également être nulle.
- La saturation en huile est de 80 % à 90 % maximum.

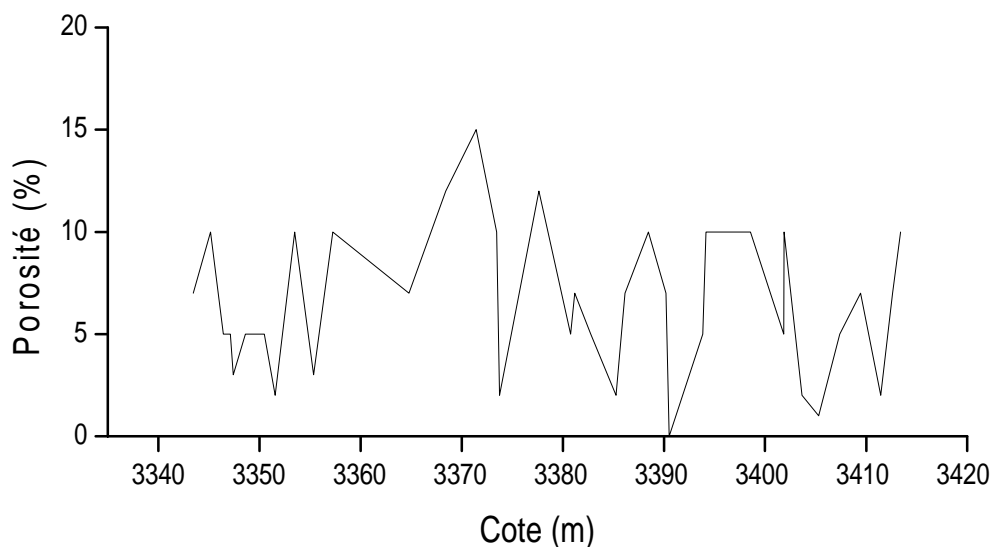
IV. Influence des différents facteurs sur la qualité du réservoir :

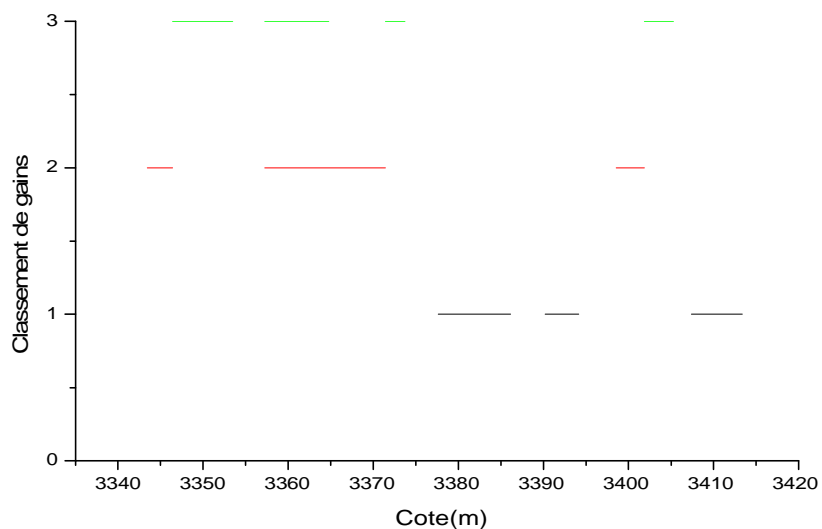
IV.1. Influence des indices granulométriques :

Les résultats des analyses pétrographiques des échantillons des deux puits étudiés HGA-26 et 28 montrent que les indices granulométriques des grés qui constituent le réservoir de quartzite de Hamra (QH) sont très 'variables verticalement et latéralement.

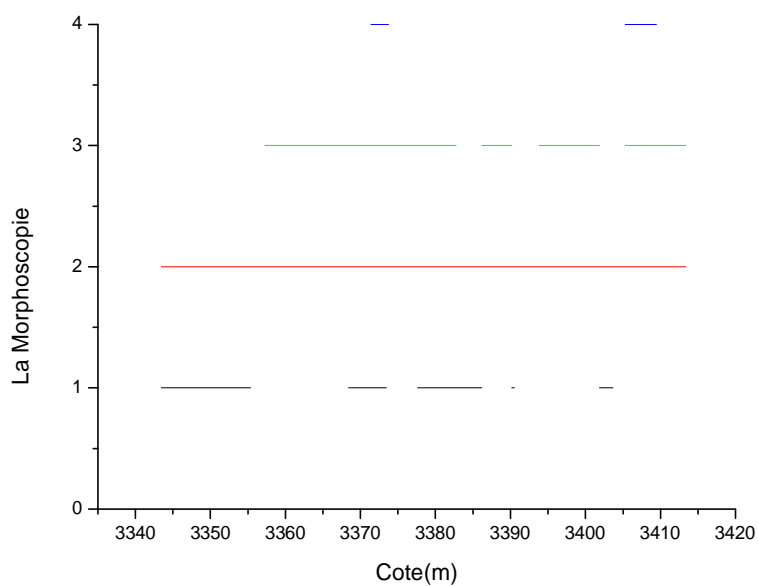
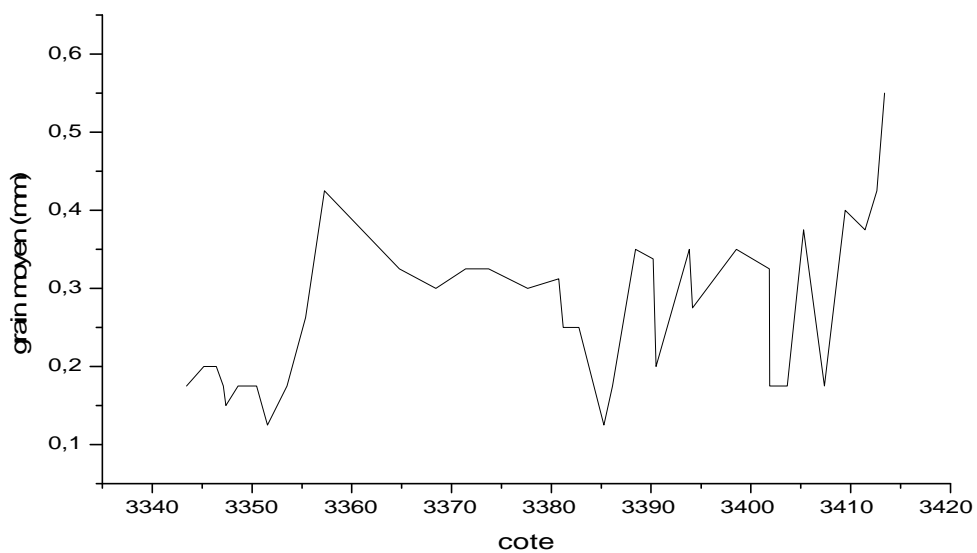
La comparaison corrélatrice entre les courbes d'évolution des indices granulométriques et celle des qualités réservoirs permettent de mettre en évidence des relations entre ces courbes.

. Puits HGA-26 :





LEGENDE : 1 : M : mal classé, 2 : My : moyennement classé, 3 :B: bien classé



LEGENDE : 1 : An : anguleux, 2 : Sa : Sub-anguleux, 3 :R : arrondi, 4 :Sr :sub-arrondi.

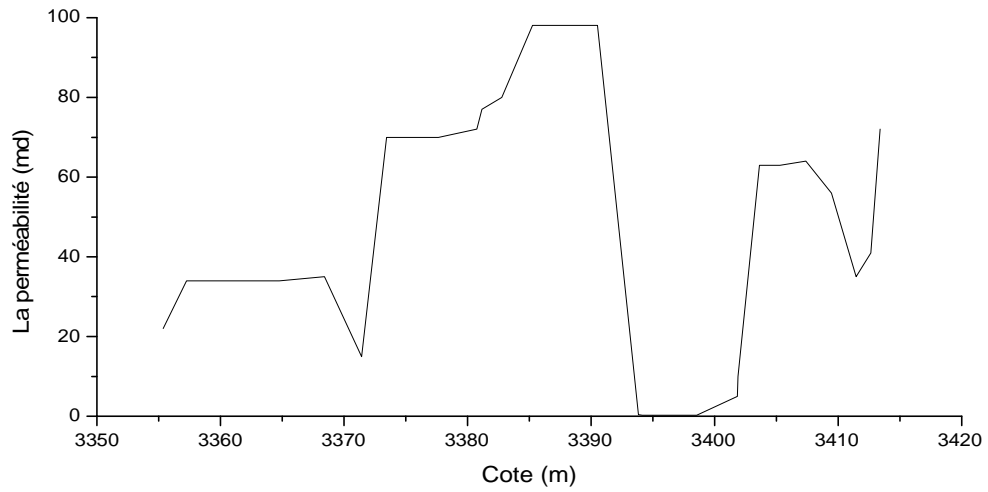
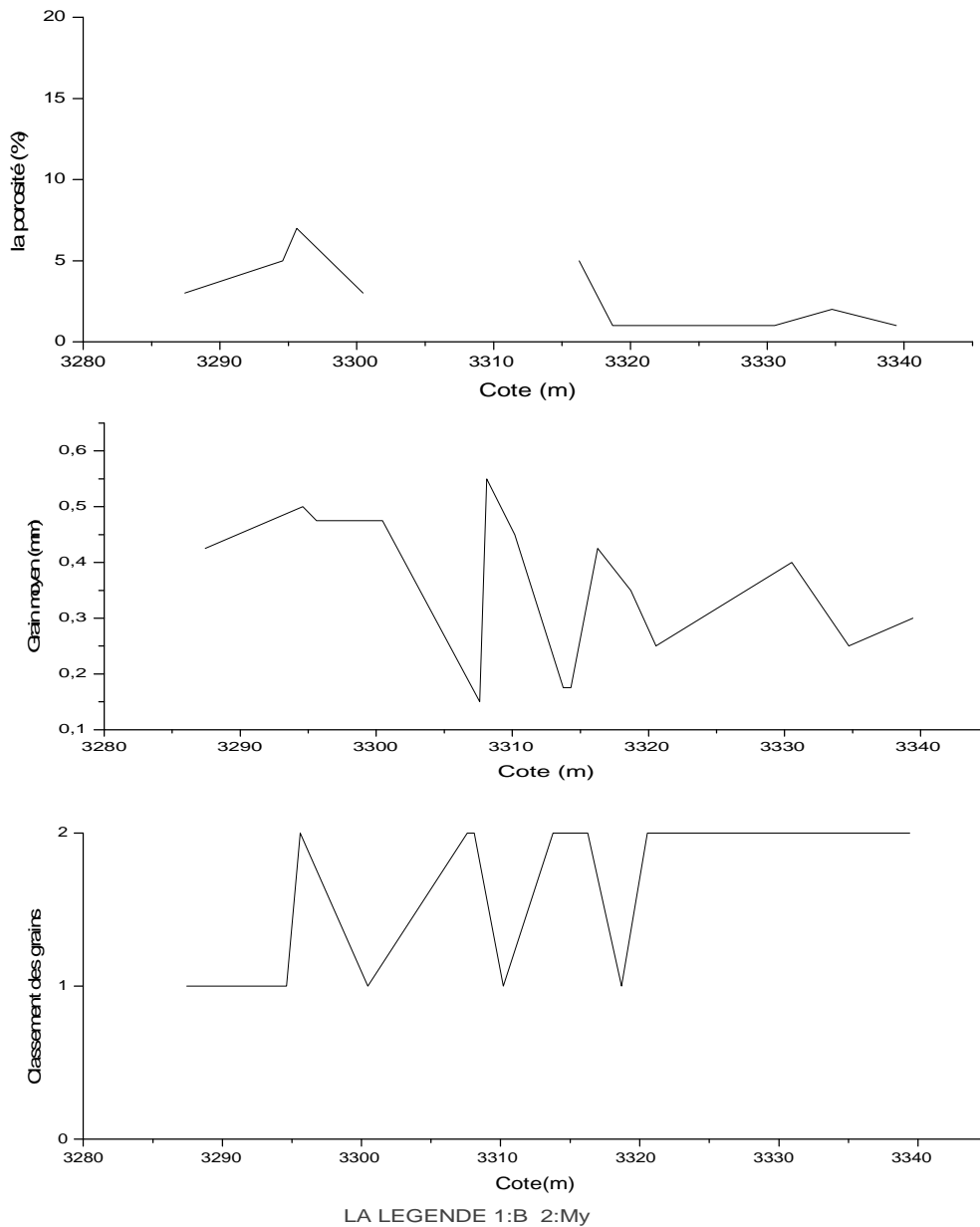


Figure.III.1 : influence des indices granulométrique sur les propriétés pétrophysiques du puits HGA-26.

2. Puit HGA-28 :



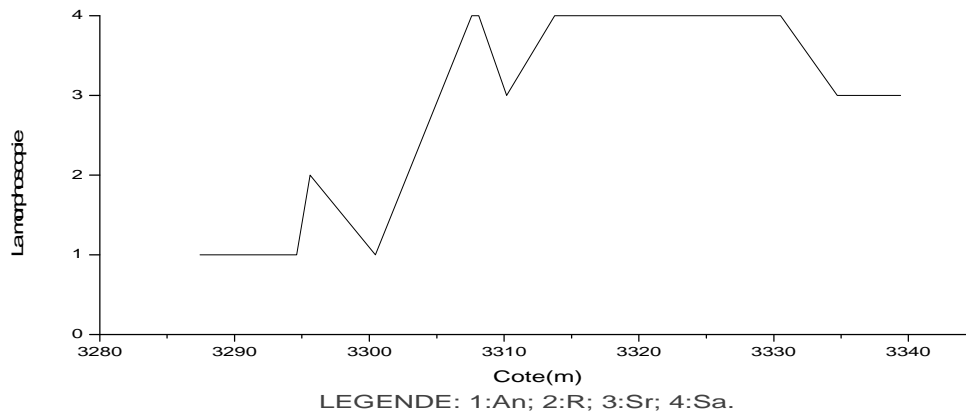


Figure III.2 : influence des indices granulométrique sur les propriétés pétrophysiques du puits HGA-28.

Interprétation :

. Relation granulométrie/qualité réservoir :

La corrélation entre les courbes d'évolution verticales et celui de la porosité « Fig.III. 1-2» montre une amélioration de la porosité en fonction de l'augmentation de la taille des grains moyens.

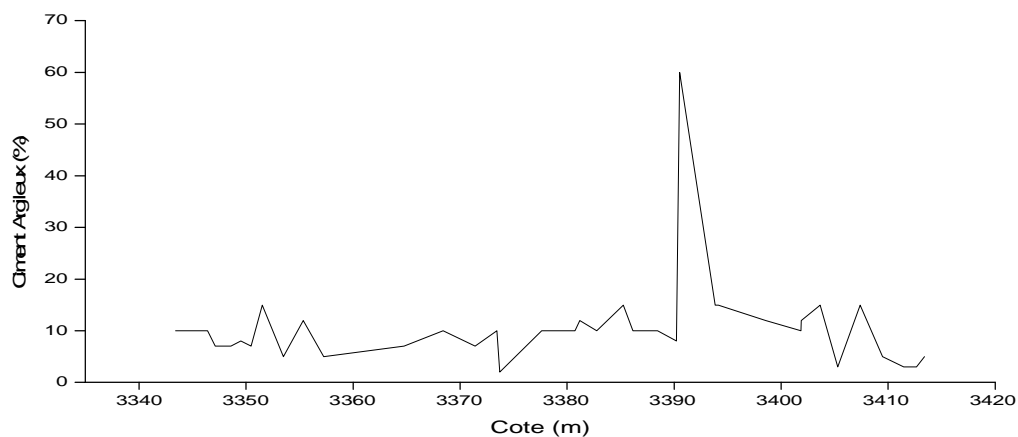
. Relation classement/qualité réservoir :

Elle n'est pas aussi évidente que la relation granulométrie qualité de réservoir «Fig.III.1-2», cependant on peut noter que parfois la porosité augmente en fonction de l'amélioration du classement des grains de quartz.

L'imperfection de la relation entre classement et qualité réservoirs peut être due à l'influence d'autres facteurs liés à la condition de dépôt (pourcentage des liants) et certains phénomènes diagénétiques (cimentation, pression dissolution...).

IV.2. Influence des ciments sur la qualité du réservoir :

• Puits HGA-26 :



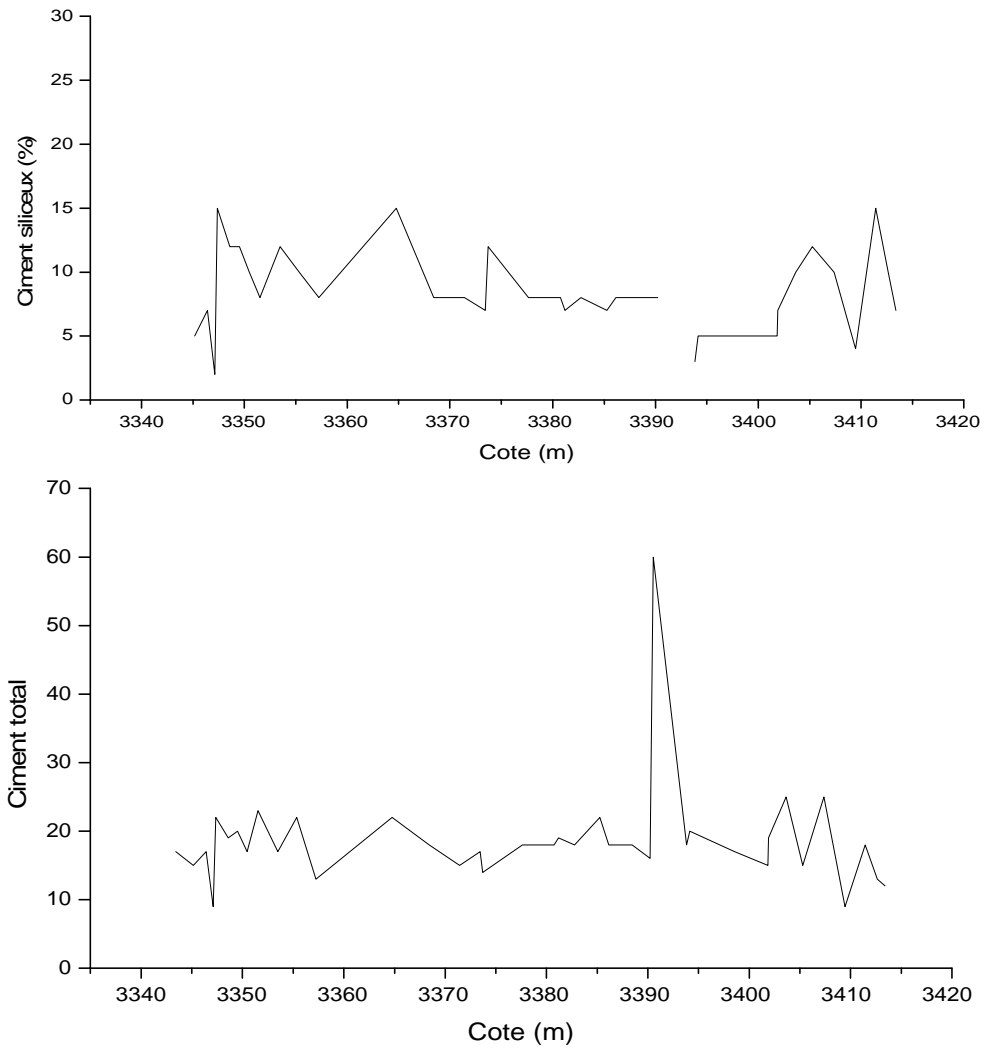
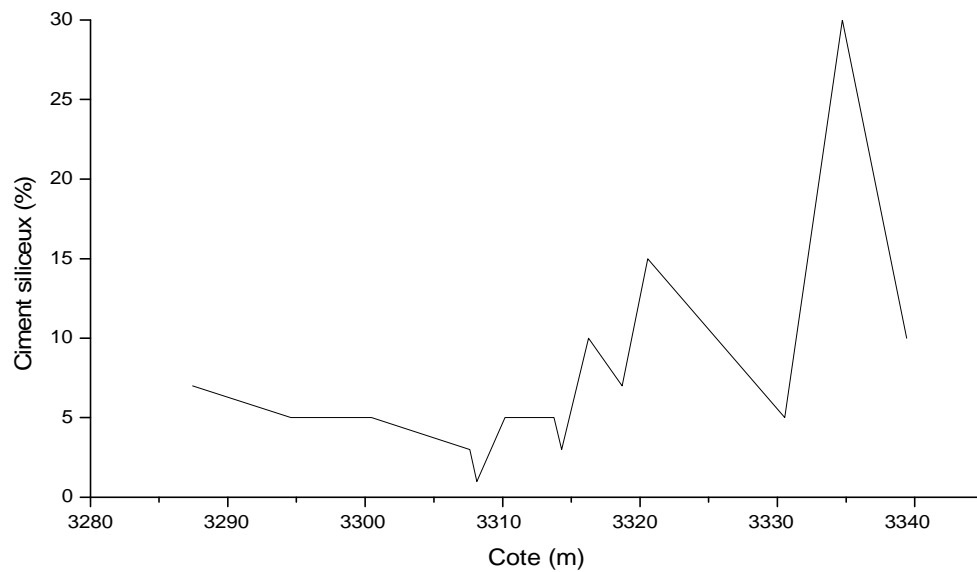


Figure.III.3 : influence des différents ciments sur les propriétés pétrophysiques du puits HGA-26.

- **Puits HGA-28 :**



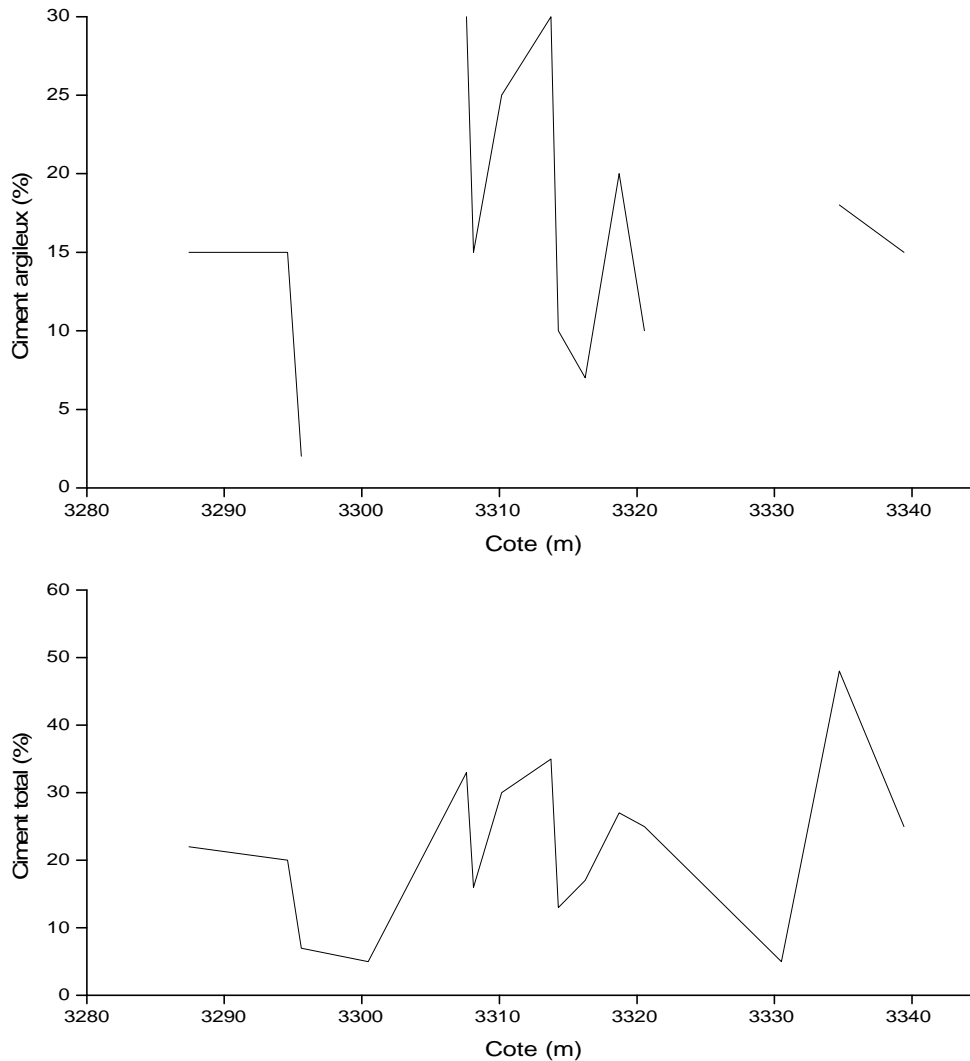


Figure.III.4 : influence des différents ciments sur les propriétés pétrophysique.

Interprétation :

. Influence des ciments siliceux :

Les courbes d'évolution verticale des proportions du ciment siliceux et celles des propriétés pétrophysiques des réservoirs de quartzite de Hamra (QH) dans la région de Hassi Guettar (HGA) montre qu'il existe une relation entre les deux courbes « Fig.III.3-4 ». Elle se traduit par une élévation de la porosité en fonction de l'augmentation du pourcentage du ciment siliceux, ceci peut s'expliquer par :

Le ciment siliceux total est représenté en grande partie par la silice de nourrissage, cette silice précoce supporte la charge qui s'exerce sur le réservoir.

. Influence du ciment argileux :

Le ciment argileux a généralement une influence négative sur les pourcentages pétrographiques dans les niveaux de la région d'étude, il constitue une partie non

négligeable du ciment total du ordovicien de Hassi Guettar (HGA), sous forme de plages intergranulaires (Kaolinite et Illite).

Les courbes d'évolution des proportions du ciment argileux, et celle des qualités réservoirs « Fig.III.3-4 » montrent cette relation négative très nette entre ces deux courbes. Qui s'exprime par une diminution de la porosité et la perméabilité en fonction de s'augmentation du pourcentage d'argile. Néanmoins, l'observation des lames minces colorées au bleu de méthylène a révélé la présence d'un réseau poreux intercrystallin dans des plages de kaolinite. Ce réseau poreux n'est pas pris en considération, car il est négligeable par rapport aux autres types (porosité intergranulaire et de dissolution).

. Influence des ciments carbonatés :

Le ciment carbonaté a été uniquement rencontré à des niveaux restreints, dans les faciès du réservoir Quartzite Hamra (HQ) dans les deux puits HGA-26 et 28. Suite à son existence locale on ne peut pas observer des corrélations entre les courbes d'évolution verticale du pourcentage des carbonates. Néanmoins les observations pétrographiques ont montré que ce ciment précipite dans les réseaux poreux de dissolution et de fracture, donc on peut conclure que ce ciment présente une influence défavorable sur les qualités réservoirs.

IV.2. Influence de la dissolution :

La dissolution joue un rôle positif par l'amélioration des propriétés pétrophysiques des réservoirs. Les analyses pétrophysiques montrent que la dissolution affecte préférentiellement le ciment siliceux, et aussi que ce phénomène se fait avec une intensité élevée qui améliore la porosité et la perméabilité.

On peut aussi dire que la dissolution a aussi touché les ciments carbonates et évaporitiques mais de façon non significative (les évaporites sont en général en trace).

VI.3. Influence de la tectonique sur les propriétés pétrophysiques des réservoirs:

Les résultats d'étude structurale décrite dans le premier chapitre (Généralité) montrent que les séries Cambro-ordoviciennes de la région de Hassi Guettar sont affectées principalement par la phase Hercynienne qui était à l'origine de la structuration de cette région engendrant des accidents de direction SW-NE.

A moindre degré les phases tectoniques postérieures, sont à l'origine du rejeu des anciens accidents de faible importance. L'effet de cette tectonique sur les séries du Ordovicien de Hassi Guettar se manifeste par la création de fissure sub-verticale

ouverte ayant amélioré considérablement la perméabilité en plus de la porosité. Ces fissures sont parfois colmatées partiellement par les carbonates, comme le cas du puits HGA-26.

VI.4. Influence des phénomènes diagénétiques sur les qualités réservoirs :

Les plots des figures « Fig. 30-31-32 » traduisent l'évolution verticale des différents paramètres pétrographiques corrélés avec celle de la porosité, semblent démontrer l'existence d'une relation négative entre la porosité et le développement des différents ciments argileux et siliceux. Cet effet néfaste de la cimentation sur les qualités réservoirs du Cambrien est confirmé par l'étude (ci- après) de la perte de porosité suivant la méthode de LUNDEGNAID. 1991.

VI.5. Caractérisation de la porosité :

L'ensemble des échantillons étudiés au microscope a montré que l'essentiel du réseau poreux est constitué par la porosité intergranulaire et la porosité de dissolution.

Cependant, la porosité intergranulaire préservée de la compaction est généralement la plus importante, le reste étant représenté par l'espace de porosité de dissolution généralement de grande dimension.

V. Conclusion :

L'influence des différents phénomènes sur les qualités réservoirs se traduit par deux effets :

Effets favorables :

- Les indices de granulométrie.
- Développement du ciment siliceux de nourrissage qui une influence indirecte par inhibition des processus de compactions.
- Dissolution des ciments siliceux.
- L'influence de la tectonique qui est traduite par la porosité de fracture. Du point de vue stratigraphie, 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 coupe stratigraphique type de la région se présente ainsi :

Effet défavorable :

- Développement des ciments argileux et carbonatés (facultatif pour le sondage HGA-26).

Conclusion Générale

Conclusion Générale :

Au terme de cette étude certains nombres de conclusions peuvent être ainsi dégagés :

Les réservoirs Quartzite de Hamra (QH) des puits HGA-26, HGA-28 situés dans la région de Hassi Guettar (HGA) sont formés par des faciès gréseux et argilo-gréseux constitués par des grains de quartz, de micas et accessoirement de minéraux lourds. Ces éléments figurés sont cimentés par les ciments siliceux, argileux, et carbonatés. Le réseau poreux est représenté par la porosité intergranulaire de dissolution.

L'ensemble des observations pétrographiques nous a permis de déterminer les phénomènes diagénétiques qui ont affectés ce réservoir. Parmi les phénomènes majeurs on peut citer le développement du ciment siliceux, la transformation des argiles, la précipitation des carbonates, et la dissolution du ciment siliceux.

L'influence de ces phénomènes diagénétiques sur les qualités réservoirs se résume par un effet favorable de la dissolution du ciment siliceux et un effet défavorable de développement des différents ciments.

L'effet des conditions de dépôts se manifeste favorablement par l'augmentation de la taille des grains, l'amélioration de leurs classements et de leurs morphoscopie.

Ces différents résultats permettent de conclure que la zone de transition entre l'huile et l'eau est réduite à Hassi Guettar (HGA) par rapport à Hassi Messaoud (HMD), suite à la grande mobilité des fluides dans le réservoir favorisée par les réseaux poreux de dissolution élevée et aux fractures dont la fréquence est importante uniquement à HGA-26. Les mêmes causes peuvent être à l'origine de la grande variation entre la porosité et perméabilité.

Référence bibliographique :

- S.AOUIMER & K.HELLAL 30 septembre 2013 << Influence des événements hercyniens et post-hercyniens >> thèse de Mémoire de fin d'étude (étude des stades diagénétiques des quartzites de hamra (ordovicien) du champ de Hassi Guettar) P40.
- (WEC document sonatrach) 30 septembre 2013 << Influence des événements hercyniens et post-hercyniens >> (étude des stades diagénétiques des quartzites de hamra (ordovicien) du champ de Hassi Guettar (sw Hassi Messaoud) P38.
- MC.CONRAD 1998 << historique des travaux en HGA >> étude des stades diagénétiques des quartzites de hamra (ordovicien) du champ de Hassi Guettar document de sonatrach P4.
- BOUDJEMA.A 1987. << évolution structurale du bassin pétrolier « triasique » du sahara nord-occidental (algerie). >> these de doctorat. univ.paris xi, orsay,paris P4,
- BEICIP 2009 << champ de rhourde nouss Etude de la fracturation. >> document de sonatrach P23
- DAOUD. A 1996 << étude diagénétique et pétrographique (HGA) >> étude des corps éruptifs cambro-ordovicien de hassi guettar.de document sonatrach P34

Tableau 01 : Résultats d'analyses pétrographiques du sondage HGA-26.

Côtes (m)	Granu.(mm)		Texture							Composants pétrographiques (%)									
	G ₁ Max	G ₁ Moy	Mode	Classement	Morphoscopie	Contacts				Quartz détritique	Quartz secondaire	Feldspaths	Minéraux lourds	Micas	Argiles authigènes (kaolinite, illite et chlorite)	Anhydrite	Carbonates (dolomite)	Matière organique/Bitume	Porosité estimée
						Flottant	Droit / tangentiel	Ponctuel	Concavo-convexe										
3343,43	0,875	0,175	uni	My/B	An/Sa		A		P	73	7		1		10	Tr	2		7
3345,17	0,600	0,200	uni	M/My	An/Sa		A		F	68	5	Tr	Tr		10		7		10
3346,41	0,600	0,200	uni	My/B	An/Sa		A		P	78	7		Tr	Tr	10	Tr			5
3347,12	0,250	0,175	uni	B	An/Sa		A		F	79	2	Tr			7	Tr	7		5
3347,38	0,325	0,150	uni	B	An/Sa		A		F	75	15	Tr	Tr		7		Tr		3
3348,60	0,225	0,175	uni	B	An/Sa		A		F	76	12	Tr	Tr		7	Tr	Tr		5
3349,52	0,300	0,175	uni	B	An/Sa		A		F	74	12	1	Tr		8	Tr	Tr		5
3350,47	0,375	0,175	uni	B	An/Sa		A		F	71	10	Tr	Tr		7	Tr	7		5
3351,53	0,175	0,125	uni	B	An/Sa		A		F	62	8	1		2	15	Tr	10		2
3353,49	0,325	0,175	uni	My/B	An/Sa		A		P	73	12		Tr		5	Tr			10
3355,36	0,775	0,125 0,400	bin	M	An/Sa		A		P	F	75	10	Tr	Tr		12			3
3357,26	0,550	0,425	uni	My/B	Sa/Sr/R		A	F	P		77	8		Tr		5			10
3364,78	0,675	0,325	uni	My/B	Sa/Sr		A	F	P		71	15				7			7
3368,42	0,650	0,300	uni	My	An/Sa/Sr		A	F			65	8				10		5	12
3371,42	0,500	0,325	uni	My/B	An/Sa/Sr		A		P		69	8		Tr		7	Tr	1	15
3373,45	0,725	0,325	uni	My/B	An/Sa/Sr		A		P		73	7				7		Tr	10
3373,72	0,400	0,325	uni	B	Sa/Sr		F		A		84	12				2			2
3377,64	0,775	0,200 0,400	bin	M	An/Sa/Sr		A	F	P		68	8		Tr		10		2	12
3380,75	0,750	0,200 0,425	bin	M	An/Sa/Sr		A				77	8		Tr		10	Tr		5
3381,18	0,875	0,150 0,350	bin	M	An/Sa/Sr		A				74	7		Tr		12			7
3382,77	0,850	0,250	uni	M	An/Sa/Sr		A		F		77	8				10			5
3385,25	0,500	0,125	uni	M	An/Sa		A				76	7	Tr	Tr		15	Tr		2
3386,15	0,800	0,175	uni	M	An/Sa/Sr		A				75	8	Tr	Tr		10			7
3388,46	1,070	0,350	uni	My	Sa/Sr		A		F		72	8				10			10
3390,20	1,050	0,250 0,425	bin	M	An/Sa/Sr		A		P		77	8		Tr		8			7
3390,52	0,675	0,200	uni	M	An/Sa		A				40			Tr		60	Tr		Tr
3393,83	0,925	0,350	uni	M	Sa/Sr		A	F	F	P	77	3		Tr		15	Tr		5
3394,15	0,650	0,275	uni	M	An/Sa/Sr		A	F		P	70	5		Tr		15			10
3398,56	0,750	0,350	uni	My/B	Sa/Sr		A		F		73	5		Tr	Tr	12			10
3401,84	1,300	0,325	uni	M/My	Sa/Sr		A		F		80	5				10			5
3401,88	0,575	0,175	uni	My/B	An/Sa		A		F		71	7	Tr	Tr		12			10
3403,64	0,300	0,175	uni	B	An/Sa		A		F		73	10		Tr		15	Tr		2
3405,28	0,650	0,375	uni	B	Sa/Sr/R		A		F	P	84	12		Tr		3			1
3407,38	0,800	0,175	uni	M/My	Sa/Sr/R		A		F		69	10	Tr	1		15			5
3409,45	0,975	0,400	uni	My	Sa/Sr/R		A		F		84	4		Tr		5			7
3411,44	1,050	0,375	uni	My	Sa/Sr		F		A		80	15		Tr		3			2
3412,63	1,000	0,425	uni	My	Sa/Sr		A		F		80	10				3			7
3413,39	1,075	0,550	uni	My	Sa/Sr		A		F		75	7				5		3	10

Tableau 02 : Résultats d'analyses pétrographiques du sondage HGA-28.

Côtes (m)	Granu.(mm)		Texture							Composants Pétrographique %														
	G,Max	G,Moy	Mode	Classement	Morphoscopie	Contacts					Quartz détritique	Quartz secondaire	Feldspaths	Minéraux lourds	Micas	Argiles authigènes (kaolinite, illite et chlorite)	vermiculite	Oxydes de fer	Anhydrite	Carbonates (dolomite)	Pyroxène	Olivine	Matière organique/Bitume	Porosité estimée
						Flottant	Droit / tangentiel	Ponctuel	Concavo-convexe	Suturé														
3287,43	0,875	0,425	Uni	B	An		P				65	7			Tr	15		10						3
3294,60	0,875	0,500	Uni	B	R		F				75	5				15								5
3295,60	0,800	0,475	Uni	My	Sr		F				76	5		Tr		2		10						7
3300,46	0,875	0,475	Uni	B	Sa		F		R		87	5		Tr				7		1				3
3307,60	0,300	0,150	Uni	My	Sa		P		P		67	3		Tr	Tr	30								Tr
3308,12	0,800	0,550	Uni	My	Sa		F		R		75	1		Tr	Tr	15		5		Tr				Tr
3310,18	0,750	0,450	Uni	B	Sa				P		67	5		Tr	Tr	25				1				3
3313,75	0,300	0,175	Uni	My	Sa				P		65	5		Tr	Tr	30								
3314,30	0,400	0,175	Uni	My	Sr/R		P		R		87	3		Tr		10								Tr
3316,25	0,650	0,425	Uni	My	Sa/Sr	R	A		P	F	53	10	20			7		5	Tr					5
3318,70	0,700	0,350	Uni	B	Sa/Sr				P		3	7	40			20		5		15	10			1
3320,55	0,600	0,250	Uni	My	Sa						3	15	55			10		7	Tr	5	5			1
3330,52	0,650	0,400	Uni	My	Sa		P				5	5	43				25	7			20			1
3334,72	0,525	0,250	Uni	My	Sa/Sr		P				5	30	39			18		3			10			2
3339,42	0,500	0,300	Uni	My	An				P		3	10	42			15		5			35	3		1

LEGENDE :

Tm: très mal classé

Sr: sub-arrondi

A: abondant

M: mal classé

R: arrondi

F: fréquent

My: moyennement classé

Sa: sub-anguleux

P: présent

B: bien classé

An: anguleux

R: rare

Tb: très bien classé

Tr: trace

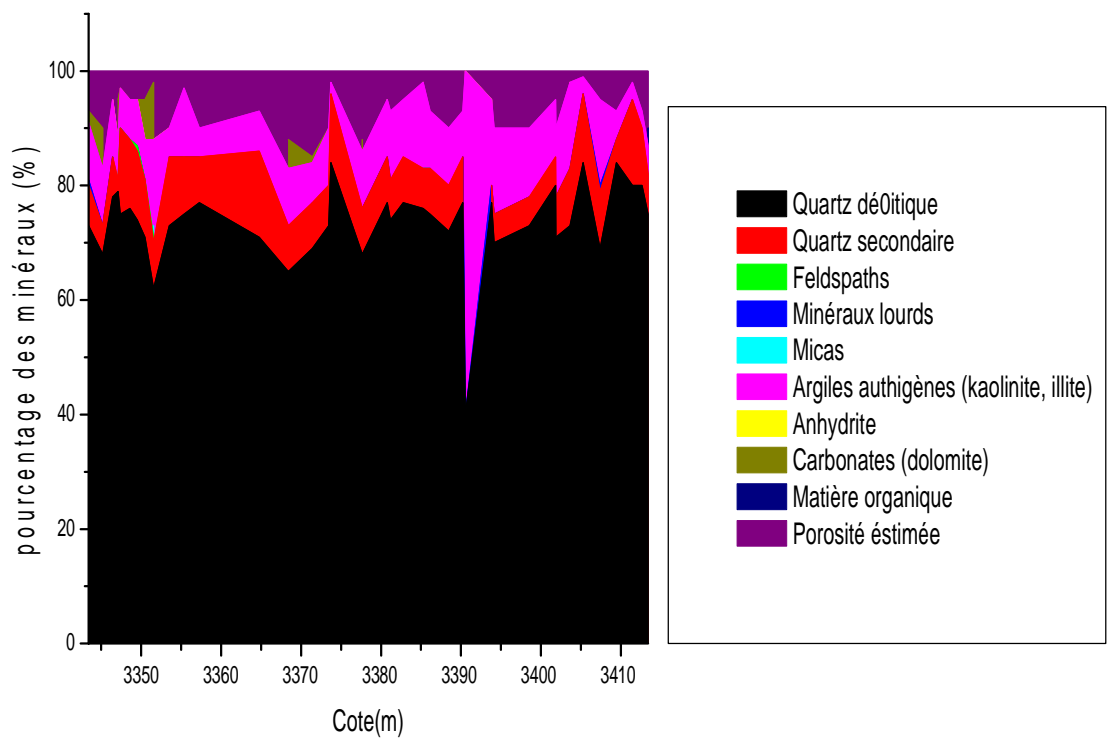


Figure 01 : log pétrographique de puits HGA-26.

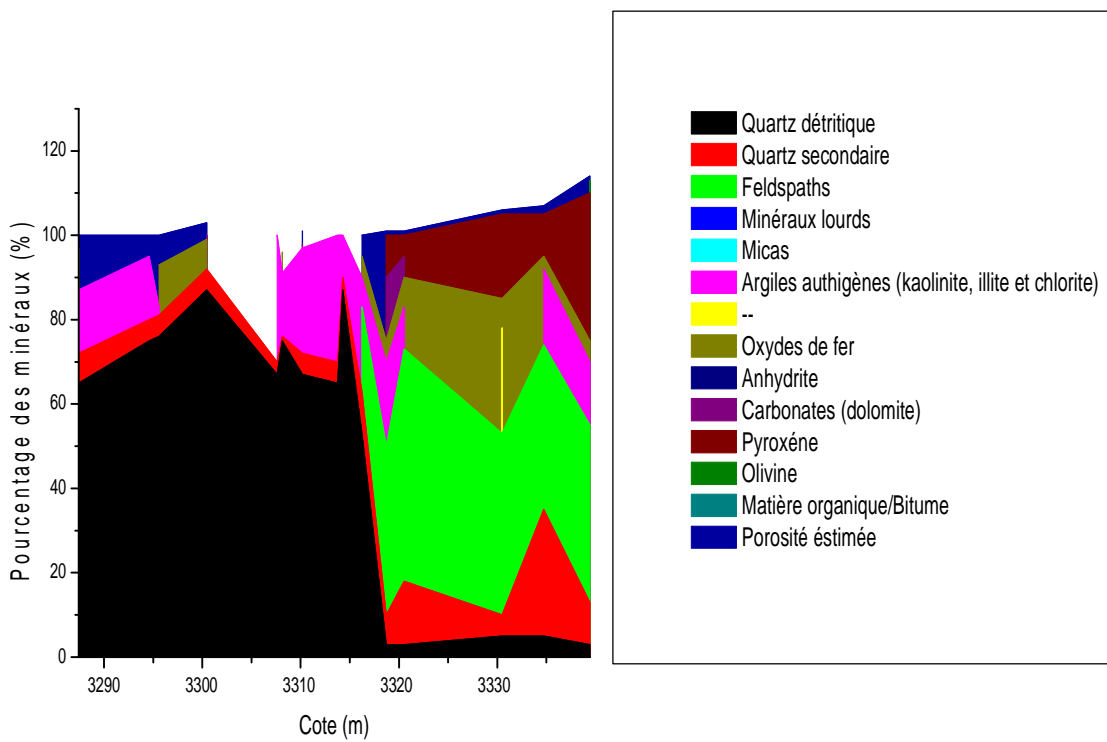


Figure 2 : log pétrographique du puits HGA-28

Tableau 01 : Résultats minéralogique et estimation semi-quantitative des échantillons du puits HGA-26.

N°	cote	% minéraux argileux						% minéraux non argileux								
		illite	Chlorite	muscovite	Interstrati -M	Somme argiles+indosés	somme des argiles	Quartz	Dolomite	Orthoclases	Anhydrite	Rutile	Anatase	Halite	Hématite	Somme minéraux non argileux
1	3343,43	90			10	2	100	95		Tr				2	1	98
2	3345,17	Tr	Tr			2	0	94		1				3		98
3	3346,41	Tr	Tr		Tr	3	0	93						4		97
4	3347,12					2	0	96		1				1		98
5	3347,38	Tr			Tr	2	0	95		2	Tr			Tr		98
6	3348,60	Tr			Tr	2	0	97		Tr				Tr		98
7	3349,52	Tr			Tr	2	0	96		1				1		98
8	3350,47		Tr			2	0	94		2				1		98
9	3351,53	90	5		5	16	100	73		4				1		84
10	3355,26	85			15	3	100	93						4		97
11	3357,26		Tr			3	0	94						3		97
12	3364,78		Tr			2	0	96		1				1		98
13	3368,42	Tr	Tr		Tr	3	0	93		Tr				4		97
14	3371,42	Tr	Tr		Tr	3	0	95						2		97
15	3373,45		Tr			2	0	98						Tr		98
16	3373,72		Tr			2	0	98						Tr		98
17	3380,75	Tr	Tr		Tr	3	0	96						1		97
18	3382,77		Tr			2	0	97		1				Tr		98
19	3385,25	Tr	Tr		Tr	3	0	94		Tr	Tr			1		97
20	3386,15	Tr	Tr		Tr	3	0	96						Tr		97
21	3388,46		Tr			2	0	98						Tr		98
22	3390,20	Tr	Tr		Tr	4	0	95						1		96
23	3390,52	85	5	P	10	41	41	47			1	6	3	2		59
24	3393,83	Tr			Tr	3	3	97						Tr		97
25	3394,15	Tr	Tr		Tr	3	3	96						1		97
26	3398,56		Tr			2	2	98						Tr		98

Tableau 01 : Résultats minéralogique et estimation semi-quantitative des échantillons du puits HGA-28.

N°	Cote (m)	% minéraux argileux						% minéraux non argileux									
		kaolinite	illite	Chlorite	vermiculite	Inters Tratl-M	Somme argiles+indosés	somme des argiles	Quartz	Dolomite	Orthoclases	plagioclases	Anhydrite	pyroxène	Halite	Hématite	Somme minéraux non argileux
1	3287,43		90			10	5	100	85	1	Tr				6	3	95
2	3294,60		90			10	4	100	91	Tr	Tr				5		96
3	3295,60		85			15	4	100	90		Tr				6	Tr	96
4	3300,46		Tr			Tr	4	0	90	2	Tr				4		96
5	3307,60			Tr		Tr	4	0	87	1	2				4	2	96
6	3308,12			Tr			3	0	87	4	3				2	1	97
7	3310,18		Tr	Tr		Tr	4	0	88	2	2				4	Tr	96
8	3313,75		Tr	Tr		Tr	3	0	89	Tr	5		1		2	Tr	97
9	3314,30		Tr	Tr		Tr	3	0	86	1	4		2		2	2	97
10	3316,30		75			25	10	100	47		26				3	14	90
11	3318,70		15	65		20	25	100	10	47	8	6				3	75
12	3320,55			10			18	10	21	5		53				3	82
13	3330,52				100		13	100	6			71		10			87
14	3334,72		Tr	60	30	10	24	100	9			62		5			76
15	3339,42		10		70	20	8	100	7			78		7			92

LEGENDE:

Tr : trace

ANNEXE

Résumé

L'objectif de cette étude est de découvrir et caractériser la formation géologique du réservoir Quartzite de Hamra (QH) constituée sur le champ de Hassi Guettar (HGA) afin d'estimer la rentabilité de ce réservoir. On s'intéresse dans ce travail en premier lieu à l'étude pétrographique qui consiste à préciser la nature de phase clastique et les liants, les constituants pétrographiques et leurs pourcentages relatifs. L'analyse détaillée au microscope optique nous a permis de décrire les faciès dans les 2 puits HGA-26 et 28 où ils sont situés en réservoir de Quartzite de Hamra, et l'étude diagénétique nous a permis de mettre en évidence des transformations diagénétiques notables et d'intensité variable des microfaciès par l'enfouissement ou les événements hercyniens. Et finalement par une étude a permis de savoir l'influence des conditions de dépôts et des phénomènes digénétiques sur la qualité de réservoirs.

Mots clés : Quartzite de Hamra (QH), Hassi Guettar (HGA), étude pétrographique et diagénétique.