

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHESCIENTIFIQUE



G)

UNIVERSITE MOULOUD MAMMERI DE TIZI OUZOU

Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques

DEPARTEMENT DES SCIENCES GEOLOGIQUES

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER EN GEOLOGIE

Option : Bassins sédimentaires

<u>SUJET</u>

Géométrie et Dynamique des bassins Triasiques dans l'Atlas Saharien Occidental (Monts des Ksours)-Intégration de nouvelles données

Réalisé par : BEN EL HADJ Mounir

HARBADI Nadjia

Soutenu publiquement le : 04 /07/ 2018

Devant le jury:

Mr. KARDACHE Remdane	MCA	FSBSA/UMMTO	Président
Mr. ACHOUI Mhand	MAA	FSBSA/UMMTO	Promoteur
Mr. BELFAR Farid	Chef Proje	t Exploration Sonatrach	Co-Promoteur
Mr. AMROUCHE Farid	MAA	FSBSA/UMMTO	Examinateur

Remerciements

En préambule à ce mémoire nous remercions Dieu le tout puissant qui nous a aidé et nous a donné la patience et le courage durant toutes ces longues années d'études et qui nous a donné la force d'accomplir ce modeste travail.

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention consciente d'un grand nombre de personnes, nous souhaitons ici les remercier.

Nous tenons à exprimer notre reconnaissance et gratitude à l'administration et à l'ensemble du corps enseignants de département sciences de la terre et l'univers pour leurs efforts à nous garantir la continuité et l'aboutissement de ce programme en Master.

Nous sincères gratitudes vont aussi pour nos encadreurs monsieur **Belfar farid** et monsieur **Achoui M'hand**, qui se sont toujours montrés à l'écoute et très disponible tout le long de la réalisation de ce travail, ainsi pour l'inspiration, l'aide, les conseils qu'ils nous ont prodigués, la confiance qu'ils nous ont témoignés et le temps qu'ils ont bien voulu nous consacré, sans eux ce mémoire n'aurait jamais vu le jour.

Les membres de jury qui nous ont fait l'honneur de lire et d'évaluer ce travail trouveront, ici, l'expression de notre considération et de notre respect à commencer par monsieur **AMROUCHE Farid**, monsieur **KARDACHE Remdhan**.

Nous vifs remerciements vont aussi à nos familles et nos amis pour leurs soutien et encouragement au cours de réalisation de ce mémoire et qui l'ont rendu sympathique.

Nous adressons une pensée spéciale à nos parents pour leur soutien dans nos choix et leur attention sans faille ainsi leur amour inconditionnel.

Dans l'impossibilité de citer tous les noms, nos sincères remerciements vont à tous ceux et celles, qui ont permis par leur conseils et leur compétences la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce travail à :

- Mes chers parents, ma mère et mon père
- Mes chers frères, Rabah, Belkacem et dada Yani
- Mes chers amis/amies

Résumé :

L'étude de la zone pré atlasique fait l'objet de plusieurs travaux sous déférents aspect (sédimentologie, stratigraphie, géodynamique...), Les dépôts Triasique de cette zone sont observés uniquement en sondages. Ces derniers sont constitués essentiellement de sédiments détritiques à la base avec alternance d'argiles suivis par une série évaporitique salifère, le tout est coiffé par des dépôts anhydritiques et quelques bancs carbonatés au sommet.

Le présent travail a pour objectif de déterminer la géométrie et la dynamique des séries Triasiques dans la zone préatlasique, plusieurs puits ont été plantés, c'est pour cela il est important de faire appel à la stratigraphique séquentielle afin de définir les séquences et les prismes sédimentaires qui s'intègrent dans quatre mégaséquence.

les corrélations à travers tous les sondages effectués dans l'atlas Saharien Occidental, ont permis de distinguer deux grand bassins à géométrie losangique limités au Nord et au Sud par deux grand accédants (ASM, ANA).

A l'aide des résultats pétrophysiques obtenu au niveau de la division exploration Sonatrach et l'interprétation de ces derniers, on pourrait finalement évaluer les réservoirs gréseux détritique triasiques, ainsi que leur intérêt pétrolier.

Mots clés : Trias, pré atlas, Stratigraphie séquentielle, géométrie, bassin.

Abstrat

The study of the pre-Atlas area is the subject of several works under different aspects (sedimentology, stratigraphy, geodynamics ...). The Triassic deposits of this zone are observed only in soundings. The latter consists essentially of detrital sediments at the base with alternating clays followed by a salt evaporite series, the whole is capped by anhydritic deposits and some carbonate benches at the top.

In order to determine the geometry and dynamics of the Triassic series in the pre-Atlas area, several wells have been planted, which is why it is important to use sequential stratigraphy to correlate the thicknesses of the Triassic series through all the polls.

Using petrophysical results obtained from the Sonatrach exploration division and their interpretation, we could finally evaluate the Triassic detrital sandstone reservoirs, as well as their oil interest.

Key words: Triassic, pre atlas, sequential stratigraphy, geometry, basin.

Sommaire

Remerciement

Dédicace

Dédicace

Résumé

Abstrat

Chapitre I : Généralité sur l'Atlas Saharien Occidentale.

Introduction1
I-I Les principaux domaines géologiques du nord de l'Algérie
I-I-1- Domaine tellien (tello- rifain)
I-I-2- Domaine atlasique (Avant pays)4
2-1- L'atlas saharien
2-2- La Méséta Oranaise7
I-II-1- Les phases tectoniques affectant l'Atlas Saharien
I-II-2- Evolution géodynamique de l'Atlas Saharien10
II-1-Situation Géographique et géologique de la région d'étude12
1-1-cadre géographique de L'Atlas saharien occidental (Monts des Ksours)12
1-2-Situation géologique de la région d'étude13
II-2-Cadre Structural de la région d'étude16
II-3- Géodynamique de L'Atlas Saharien Occidentale17

Chapitre II : Etude sédimentologique des séries triasiques.

I-Généralités sur le remplissage des bassins triasiques1	19
II- Généralités sur le remplissage des bassins triasiques	20
1-Introduction	20
2- Les Diagraphies	20

3- La stratigraphie séquentielle	21
III- Application des méthodes utilisées aux séries triasiques	24
1-Localisation des Sondages	24
2-Le Trias des sondages étudiés	25
3- Environnements des dépôts	25
4- Le découpage séquentiel	25
4-1- Le sondage de référence NAS-1	26
4-2- Comparaison avec d'autres sondages de L'Atlas Saharien (Vers le SE)	31
4-2-1- Le sondage ADB-1	31
4-2-2- Le sondage ZRG-1	34
4-3- Comparaison avec d'autres sondages (Vers le SW)	38
4-3-1- Le sondage CC-1	38
4-3-2- Le sondage EBD-1	40
4-3-3- Le sondage OBKR-1	42
IV- Corrélations des séries des sondages de l'atlas saharien occidental	44
1-Introduction	44
2-Interprétation du profile de corrélation NAS-1, CC-1, EBD-1 et OBKR-1	44
3-Interprétation du profil de corrélation NAS-1, ADB-1 et ZRG-1	46
4- Conclusion	49
V- Paléogéographie	50
1- Attributions faciologique de supercycle UAA3	50
2- Attributions faciologique de supercycle UAA4	51

I- Les propriétés pétrophysiques des formations réservoirs54
1-La porosité
2-La saturation de l'eau
3-La perméabilité
4-La résistivité
5-La densité
II- pétrographie
1-Sondage NAS-1
2-Sondage ADB-1
III- L'extension latérale
IV-1- Présentation des puits choisis dans l'étude pétrophysique
IV-2- Les paramètres pétrophysiques calculés
IV-3-1- Les résultats pétrophysique pour le puits NAS-167
IV-3-2- Les résultats pétrophysiques pour les puits ADB-1 et ZRG-170
V- Conclusion

Chapitre III : Analyse pétrophysiques et pétrographiques.

Chapitre IV : Possibilités d'Alimentation.

IV-1-Introduction	75
IV-2-Lithostratigraphie des niveaux roches mère	75
IV-3-La roche réservoir	76
IV-4-La roche couverture	.77
IV-5-Possibilitéd'alimentation	.78
IV- 6-Conclusion	83

Chapitre V : Conclusion Générale.

V- 1-Stratigraphies	84
V- 2-Corrélations	84
V- 3-Pétrophysiques	85
V- 4-Possibilité d'alimentation	85

Introduction

De nombreuses études ont été effectuées par les auteurs (Ait Ouali, 1991, Kazi Tani, 1986, Harkat, 1999, Mekahli, 1998, Kacemi, 2013...) qui ont travaillé essentiellement sur le domaine atlasique, sous différents aspects (sédimentologique, stratigraphique, structural, hydrologiques, géodynamique ...), quoique les séries triasiques de la région de la zone pré atlasique n'ont pas été vraiment achevées sur l'ensemble du pré-atlas. Les travaux de Belfar Farid en 2000 ont traité la géométrie et la dynamique des bassins triasiques dans cette région.

Problématique et objectifs du travail

Ce travail est une suite pour l'étude des séries triasiques, en intégrant les nouvelles données de puits et de sismiques réflexions. Il a pour but l'étude de la géométrie et la dynamique des séries triasiques dans la région préatlasique, ainsi que leur remplissage et leur extension latérale à travers les sondages étudiés.

Plusieurs objectifs sont souhaités à travers ce travail, et on distingue :

- La Définition des faciès des séries triasiques à partir des données de sondages, afin de les comparer avec le sondage de référence NAS-1 réalisé par Belfar, 2000.
- Réalisation d'un découpage séquentiel des séries triasiques à l'aide des diagraphies et les masters logs (données de la Sonatrah).
- Comparaison des séquences enregistrées avec la charte eustatique de Sloss et al, 1988 afin de reconstituer les variations eustatiques pendant cette période.
- Faire des corrélations entre toutes les séries triasiques (nouvelles et anciennes) pour définir la géométrie et l'évolution des corps sédimentaires.
- Interprétation des résultats pétrophysiques afin d'évaluer le potentiel des réservoirs des séries triasiques.

Ainsi, cette thématique sera reliée directement au potentiel pétrolier ou gazier de la zone étudiée.

Méthodologie

Afin de mener à terme notre présent travail et répondre aux problèmes posés précédemment nous entreprenons la démarche suivante :

✓ Consultation des travaux antérieurs, principalement les rapports réalisés par l'IAP sur les séries triasiques de la région des hauts palataux et L'atlas saharien Occidentale ainsi que d'autres mémoires de fin d'étude et les thèses, afin d'établir une synthèse bibliographique pour représenter le contexte géologique de cette région d'étude.



- ✓ L'utilisation des masters logs, les fiches stratigraphiques, les enregistrements diagraphies, pour réaliser une étude sédimentologique complète (analyse séquentielle) des séries triasiques.
- ✓ Faire des corrélations des séries triasiques à travers tous les sondages réalisés sur le logiciel ILLUSTRATOR afin de définir l'évolution de la géométrie des bassins triasiques.
- ✓ Intégration des fiches de description des carottes ainsi que les photos dans l'étude pétrographie.
- ✓ Description des faciès et leurs extension latérale afin de suivre leurs évolution dans l'espace ainsi que leurs caractère pétrophysique en vue d'affiner la caractérisation des niveaux réservoirs argilo-gréseux du Trias.



Chapitre I : Généralités sur L'Atlas Saharien Occidental (Monts des Ksours)

I-I Les principaux domaines géologiques du nord de l'Algérie (chaines alpine)

Les domaines géologiques du nord de l'Algérie s'étendent sur plus de 2000Km de long, ils peuvent être subdivisés en deux grands ensembles structuraux. Ces derniers portent l'empreinte de l'orogénèse alpine. Le premier se situe sur la bordure littorale de l'Afrique du nord qui est représenté par le domaine tellien ou tello-rifain et le second, est représenté par le domaine atlasique sens large (l'avant pays).

Le domaine Nord est séparé de la plateforme saharienne par l'accident sud atlasique, ce dernier correspond à une ligne continue qui affecte tout le Maghreb, depuis Agadir au Maroc jusqu'à Gabes en Tunisie.



figI.1 : les principaux domaines géologique du Nord de l'Algérie (R ; Bracene 2002).

I-I-1 Domaine tellien (tello- rifain)

C'est une chaine qui se situe au nord de l'Algérie formée d'un socle cristallophyllien d'âge Précambrien et Paléozoïque et d'une couverture Méso-cénozoïque. Elles s'étendent de Gibraltar (Espagne) jusqu'à la Sicile (Italie) sur plus de 2000Km, elle fait partie de l'orogenèse alpine péri-méditerranéenne (Durand –Delga, 1969). Elle correspond au front de la collision (Afrique – Eurasie), d'âge Tertiaire.



Ce domaine comprend les unités suivantes :

1-1 Les zones internes : selon (Bouillin, 1986) sont caractérisées par des massifs de socle.

En Algérie du nord ces zones internes sont représentées par les massifs littoraux cristallophylliens précambriens à carbonifères, les plus importants se trouvent en grande Kabylie et petite Kabylie d'où le nom : Socle Kabyle. Ce dernier est couvert par des dépôts méso-cénozoïques correspondant à la chaine calcaire (dorsale kabyle). Ces zones affleurent également dans d'autres massifs qui sont localisés à Alger, Chenoua, Collo et Ténès.

Au Sud de la dorsale kabyle, affleure des nappes de flysch d'âge Crétacé – Paléogène. Ce sont des dépôts de mer profonde mis en place par les courants de turbidités.

Bouillin (1986) distingue les flysch mauritaniens, les flysch massyliens et enfin les flysch numidiens.

1-2 Les zones externes : Constituées par un ensemble de nappes allochtones

pelliculaires, formées essentiellement de marnes et marno calcaires d'âge Crétacé moyen à Néogène. Ces formations ont subi une tectonique tangentielle majeure d'âge Fini-Lutétien ou Fini – Oligocène (Bouillin, 1977).

On distingue du nord au sud :

- Zones ultra-telliennes (Durand Delga, 1969).
- Zones telliennes (Kieken, 1962).
- Zones péni-telliennes (Vila, 1980).

I-I-2 domaine atlasique (Avant pays)

C'est une chaine intracontinentale essentiellement méso-cénozoïque déformée. Elle est formée dans des bassins intraplaques plus au moins subsidents et d'éléments cratoniques peu plissés (Méséta). Il est représenté d'Ouest en Est par le Haut Atlas, le Moyen Atlas et la Meseta Marocaine au Maroc, par l'Atlas saharien s.s, les Aurès et la meseta oranaise en Algérie, et par l'Atlas tunisien en Tunisie.

Ce domaine correspond à la transition entre le domaine tellien au Nord et la plate forme saharienne au Sud.



2-1 L'atlas saharien

2-1-1 géographie

L'atlas Saharien est un massif montagneux de l'Afrique du Nord, cette chaine de montagne s'étend sur 2500km au Nord-ouest de l'Afrique en passant sur trois pays du Maghreb : Maroc, Tunisie et l'Algérie.

En Algérie, il est allongé sur plus de 1200km et large de 100 à 200 km, suivant une orientation générale NE-SW à E-W. le plus haut pic de la chaine se trouve à Djebel Chélia dans les Aurès avec une altitude de 2328m.

2-1-2 géologie

L'atlas saharien est une chaine intracontinentale, formée de terrains méso-cénozoïques très plissés par plusieurs phases de déformation compressives et transpressives.

Il est bordé par deux accidents majeurs, L'Accident Nord Atlasique au Nord et L'Accident Sud Atlasique au Sud.

2-1-3 subdivision de L'Atlas Saharien

L'Atlas Saharien comprend suivant une direction NE-SW trois faisceaux de plis qu'on nomme l'Atlas saharien senso stricto (s.s) selon la subdivision de Ritter en 1902, on distingue :

- ✓ Monts d'Ouled Naïl (Atlas Saharien Central).
- ✓ Djebel Amour (Atlas Saharien Central).
- ✓ Monts des Ksour (Atlas Saharien Occidental).

Toutefois, l'Atlas oriental correspond aux Aurès (Kazi.Tani, 1986) séparé par l'Atlas Saharien (ss) par le seuil des Zibans qui est un couloir d'accidents décrochants NW-SE.

Ce dernier forme un complexe de gouttières NE-SW (Selloua, Metlila) et de bassins rhombiques liés aux transversales de l'Est algérien.

Des nouvelles données ont été introduites par (N.Kazi Tani, 1986) proposant une subdivision de l'Atlas (ss) comme suit :



- ✓ Une subdivision longitudinale (NE-SW) où deux compartiments, méridional (SW) essentiellement Jurassiques et septentrional (NE) Crétacé, séparé par une ride d'orientation E-W correspondant au seuil de <u>Tadjerouna</u>.
- ✓ Une subdivision Transversale (N-S) : comprenant le pré atlas et l'Atlas Saharien dans la partie occidentale (Monts des ksours).

La zone préatlasique : représente quelques ondulations probablement dues a l'Halocinèse, elle est formée du Nord au Sud par des chainons de Antar-Guettar et les Monts du Nador de Tiaret et les Monts de Chellala au Nord et au Sud par Djebel Aissa- Souiga-Melah et Djebel Chebaitita du Zahrez (Kazi.Tani, 1986).

La zone Atlasique : elle est comprise entre l'alignement du Djebel Aissa-Chebaitita jusqu'à l'alignement méridionale du Bou Amoud au Zegra d'AIN Rich.

2-1-4 Les Accidents majeurs

Les Accidents majeurs affectants le domaine Atlasique correspondent à des plans tectoniques décro-chavauchants dextres qui montrent un double chevauchement sur le pré atlas au Nord par l'intermédiaire de l'Accident Nord Atlasique et sur la Plateforme Saharienne au Sud par l'intermédiaire de l'Accident Sud Atlasique.

Accident Nord Atlasique : correspond à une ligne de discontinuité tectonique qui chevauche le pré atlas, d'orientation NE-SW. Il s'étend de Bouarfa au Maroc jusqu'à Zahrez –Chergui (Guirand ,1985; kazi Tani, 1986) voire plus à l'Est de Boussaâda (Emberger, 1960).

Cet accident est apparu dès le Jurassique voir le Trias (Kazi Tani, 1986), il sépare actuellement deux zone de raccourcissement différent, la zone atlasique plus structure et la zone pré atlasique peu déforme.

Dans les Monts des Ksour, (Achoui, 2011) suggère que l'Accident Nord Atlasique passe au Nord de la marge Nord de l'Atlas Saharien, chevauchant ainsi directement le domaine mésétien, suivant un mouvement décro- chevauchant dextre.

Accident sud Atlasique : forme une longue ligne tectonique au sud de L'atlas saharien et au Nord de la plateforme saharienne, Cette ligne correspond à plusieurs accidents en



échelons et /ou relais à double branches, allant d'Agadir au Maroc jusqu'à gabes en Tunisie il passe en Algérie aux environ de Biskra et Laghouat.

Cet Accident joue le rôle d'un décrochement dextre avec une composante chevauchante (D.Aissaoui 1987, A.Bettahar et al 1996). Ce dernier est réactivé en faille inverse avec la même composante chevauchante (A.Bettahar, 2009).

Accident Sud Mésétien : C'est une ligne tectonique complexe, séparant par leur sédimentation et leur remplissage le domaine des hauts plateaux (méséta) moins déformés et le domaine pré-atlasique subsident au jurassique, correspond à une limite paléogéographique profond du socle à caractère chevauchent, il est mis en évidence par Kazi Tani (1986).



FigI.2 : <u>Schéma structural du Nord de L'Algérie, principaux accidents et diapirs du système</u> atlasique (Bracéne et Al, 2002).

2-2 La Méséta Oranaise : composée d'éléments cratoniques de forme losangique peu ou pas plissée, résultants de l'effondrement du domaine tellien suite à l'ouverture de l'Océan Atlantique au passage Domerien-Toarcien (Kazi-Tani, 1986). Elle se comporte en une vaste



plateforme peu subsidente, caractérisée par un remplissage sédimentaire des environnements peu profond en l'occurrence des évaporites et des carbonates tidaux.

I-II-1 Les phases tectoniques affectant l'Atlas Saharien

Au cours du Méso-cénozoïque l'Atlas Saharien a subi plusieurs phases de déformation, ce qui explique la complexité de ce domaine et la diversité des éléments structuraux que l'on retrouve et on distingue :

- La phase Néo-Cimmérienne (jurassique/Crétacé) : elle se manifeste par des plis de direction N010° à N020° (Kazi Tani, 1986) et deux familles de failles de décrochement conjugués (N120°/N140° senestres et N060°/N080° dextres) (A ; Bettahar et Al, 2008; 2009).
- La phase Autrichienne : elle correspond aux premiers mouvements de surrection de l'Atlas Saharien ; est une phase de raccourcissement EW qui se traduit par des structures plicatiles NW_SE (Kazi Tani, 1986) elle engendre des failles et des plis et même des décrochements NE_SW (Boudjmaa, 1987).
- La phase Laramienne: elle est de régime compressif définit par un axe de raccourcissement NNE_SSW qui engendre des plis orientés NW_SE (Bertraneu, 1952; Guillemot, 1972; Guiraud, 1990) et autres de direction N070°/N075° (Haddadi, 1990).
- La phase Atlasique : elle est responsable de la structuration de l'Atlas Saharien, qui est à l'origine la conséquence de l'activation des accidents majeurs (ANA, ASA) ainsi des plis allongés et coffrés (NE_SW).
- La phase Mio_Pliocène : aussi responsable de la déformation et remodelage de l'Atlas Saharien elle se manifeste par une tectonique compressive (NW_SE) à NS.
- La phase Quaternaire : est une phase compressive affecte tout l'Atlas Saharien jusqu'à l'actuel, elle accentue les phases précédentes.





FigI.3 : Direction des phases de déformation de L'Atlas Saharien au cours de Méso-Cénozoïque d'après Bettahar 2009.



I-II-2 Evolution géodynamique de l'Atlas Saharien

L'évolution des bassins atlasique a commencé au Trias supérieur suite à la dislocation de la pongée où l'héritage hercynien a joué un rôle prépondérant dans l'initiation des bassins. En effet, par la formation de la pongée au Permien suite à la convergence des blocs continentaux à la fin de Paléozoïque, l'Afrique du Nord est structuré par divers éléments (plis et accidents) ; c'est l'orogenèse hércynienne. C'est par la réactivation de ces accidents que les bassins atlasiques ont été initiés au Trias supérieur.

✓ Trias : début d'ouverture de l'océan Téthys ce qui provoque des cassures
continentales qui conduisent au compartimentage du substratum paléozoïque en blocs
basculés, liés à la réactivation des accidents en décrochements senestre et failles normales.
C'est le riftng triasique.



FigI.4 : Modèle géodynamique envisage pour le trias (Ait Ouali, 1991).

 ✓ Jurassique : durant cette période on assiste à la poursuite de la phase rifting (extension pure) qui succède à celle du Trias.

<u>Lias inférieur /moyen</u> : caractérisée par une phase tectono-sédimentaire traduit par l'activation des failles normales syn-sédimentaires orientées NE-SW.

<u>Lias supérieur</u> : correspond à la formation des bassins en pull apart résultat de la tectonique transtansive liée à l'ouverture de l'Atlantique central (Proust, 1977 ; Ait Ouali, 1991).



<u>Dogger (début de comblement)</u> : au cours de cette période une vaste plateforme s'est mise en place recouverte d'une faible tranche d'eau, ceci s'est produit après la disparition de sillon profond constitué au Lias.

<u>Malm</u> : en cette période les dépôts deltaïques ont été interrompus à la faveur de l'influence téthysienne, le fait de reculer vers l'Ouest et vers le Sud.



FigI.5 : Modèle géodynamique envisage pour Lias inf-moyen (Ait Ouali1991).

✓ Crétacé : correspond à l'ouverture complète de l'Atlantique à l'Ouest et de la Téthys au Nord, cela explique la poursuite de l'extension du bassin atlasique suivant la direction NW-SE.

<u>Crétacé inférieur</u>: A la fin de berriasien le bassin atlasique a connu la poursuite de la phase extensive jusqu'à son paroxysme a l'Aptien inferieur et enregistre un haut niveau eustatique a l'Aptien supérieur.

<u>Crétacé supérieur</u> : correspond à l'évènement majeur qui est le début d'ouverture de l'Atlantique Sud à partir de l'Albien supérieur.

Cénozoïque (début de structuration de la chaine)

le tertiaire

I-le Paléogène : Le blocage de l'Afrique par l'Ibérie a engendré une tectonique transpressif dextre de direction E-W ; le domaine marin en cette période a connu un retrait définitif ou temporaire suite au déplacement latéral en mouvement coulissant de



l'Afrique par rapport à l'Ibérie (phase majeure Atlasique : Eocène moyen-Eocène supérieur). (in Belfar.F, 2000; in Achoui .M, 2011).

II-Néogène : caractérisé par le retour de la mer suite à la transgression burdigaliènne engendré le remplissage des bassins marins dans l'avant pays.

Le contexte tectonique vécu en cette période est très intense ce qui conduit à la compression NW-SE responsable de l'édification de l'avant pays de la chaine alpine algérienne. (in Achoui 2011.in Belfar 2000).

III-Quaternaire : le système atlasique se développe entant que barrière montagneuse et ce à la limite Pliocène-Quaternaire suite à une phase compressive suivant un axe de raccourcissement horizontal N-S résultant de la convergence entre l'Afrique et l'Europe.

II-1 Situation Géographique et géologique de la région d'étude

1-1 cadre géographique de L'Atlas saharien occidental (Monts des Ksours)

Les Monts des ksour constituent la partie occidentale de L'Atlas saharien, situés au sud de la meseta oranaise et au nord de la plateforme saharienne, ils s'étendent depuis la terminaison oriental du haut Atlas Marocaine à l'Ouest jusqu'à Djebel amour à L'Est, ces Monts des ksour peuvent être subdivisée du NW au SE en quatre secteur (Antar-Guettar, Mekalis, kerdacha, Ain Ouarka).

Les Monts des ksour correspondent à une région montagneuse qui peut atteindre jusqu'à 2000m d'Altitude ou plus (Djebel M'Zi; 2145 m, Djebel Aissa; 2236m, Djebel Mekther; 2020m). Ces reliefs montagneux progressent vers le nord (haut plateaux) par des reliefs moins développés environ 1200m d'altitude, tandis qu'au sud n'atteignent que 800m d'altitude.





FigI.6 : <u>Situation géographique de la région d'étude, dans L'Atlas Saharien occidental et la</u> <u>Méséta oranaise</u>.

1-2 Situation géologique de la région d'étude

2-1 Stratigraphie de l'atlas saharien occidental

Les terrains de la partie occidentale de l'atlas saharien sont essentiellement des séries Méso-cénozoïque d'un âge qui s'étend du Trias jusqu'au Crétacé ; avec la présence d'une partie d'âge Tertiaire reposée en discordance dans les dépressions sur le Mésozoïque.

Les différentes formations stratigraphique de cette série peuvent être résumées dans le log stratigraphique ci-dessous réalisé par les différents auteurs ; Bassoulet (1973); Ait Ouali (1991) et Mekahli (1996).





FigI.7 : stratigraphie de L'Atlas Saharien Occidentale (Rapport interne Sonatrach).



La série stratigraphique type est constituée alors de :

Mésozoïque :

Trias : il est en position anormal ; observé uniquement en sondage et dans les failles sous forme de diapirs dans la zone préatlasique.

Les dépôts triasique sont représentés essentiellement par les sédiments détritique à la base (conglomérat) jusqu'à l'argile silteuse avec la présence de niveaux de basaltes expliquant sa remonté. Ces derniers sont suivis par une série évaporitique salifère d'une épaisseur importante indiquant ainsi un climat équatorial et confiné de sebkha (in Belfar.F, 2000 ; in Achoui.M, 2011) .enfin la série est clôturée par des dépôts anhydritique ou la séquence s'achève par des bancs carbonatés au sommet.

Jurassique :

• <u>Lias</u> : présenté par les calcaires et marno-calcaires et dépôts dolomitiques riches en faune (ammonites), (in Achoui, 2011), avec une épaisseur moyenne à l'affleurement de 400m et plus de 800m dans les sondages préatlasique.

• <u>Jurassique moyen et supérieur</u> : c'est la période d'installation progressive d'un complexe deltaïque des Ksours (J.Delfaud;1973) caractérisé par des dépôts marno-calcaires suivis d'argile gréseuse d'une épaisseur importante plus de 4500m, ce faciès est représenté par des calcaires oolithique située au Bajocien supérieur, passage Oxfordien-Kimméridgien et au Portlandien supérieur-Berriasien (in Belfar.F, 2000).

Crétacé :

• <u>Crétacé inférieur</u> : il correspond généralement à une formation détritique constituée de grés à stratifications obliques et alternance d'argiles et des niveaux de grés à dragées de quartz à environ 600m, cette formation se clôturée par un gisement fossilifère (restes de vertébrés).

• <u>Crétacé supérieur</u> : présente le début du second cycle sédimentaire, Il est Caractérisé par des argiles gypseuses et des marnes d'une épaisseur de 300 à 500m, surmontées par des dépôts marins d'âge Cénomanien supérieur –turonien inférieur présenté par des calcaires et dolomies.



Cénozoïque :

Tertiaire : englobe des dépôts détritiques post turoniens mal datées représentées par des grés conglomératiques(Mollasse) localisés sur les flancs des structures à la base avec la présence des niveaux argilo-gréseuses rougeâtres, elle s'achève par une croute calcaire attribuée au Pliocène.

II-2 Cadre Structural de la région d'étude

Les Monts des Ksours fait partie de domaine Atlasique occidental, compose de deux sillon l'un au nord le sillon préatlasique et l'autre au sud le sillon atlasique selon (kazi Tani, 1986), ces deux sillon sont séparé par une ride anticlinale de direction SO-NE, la ride souiga Mélah (kazi tani; 1986), ou ride de zerga de sfissifa (kacemi, 2013).

Cette ride correspond à L'Accident Nord Atlasique (cornet, 1952 ;Menchikoff, 1951; Galmier, 1951 ; Du Dresnay, 1951),le sillon préatlasique est limite au Nord par L'Accident sud Mésétien (chainons bordiers antar-Guettai), qui correspond à une limite paléogéographique séparant le préatlasique de la meseta oranaise selon (kazi Tani, 1986), cette accident profond de socle à caractère chevauchant, il peut se présente en échelons, le sillon Atlasique est limite par L'accident sud Atlasique de la plateforme saharienne.

Dans cette partie occidentale de L'Atlas Saharien on a des grands plis (anticlinale – synclinale) d'orientation généralement NE-SO, les caractères de ces plis sont en majorité des plis cylindrique, et parfois d'allure circulaire lie et encadre par les deux accidents majeur (ASA, ANA) par leur cinématique et la géométrie (in Achoui, 2011), on distingue :

- Les rides anticlinale : sont des repense en surface par des structures ENE-OSO et NE-SO qui correspond à des filles inverse ou chevauchement ou par des décrochements senestre ou dextre, ils sont à cœur jurassique moyen et supérieur (Djbel Djara, Djebel Boulerhfad).
- Les cuvettes synclinales : caractérise par un cœur crétacé supérieur, large à fond plats, il sépare les anticlinaux faillés, discontinue et étroite.





FigI.8 : <u>Coupe schématique de L'Atlas Saharien Occidental (Echelle verticale non</u> respectée) (A. Cherigue, 2002).

II-3- Géodynamique de L'Atlas Saharien Occidentale (Les Monts des Ksours)

Les Monts des Ksour a connu trois phase de subsidence depuis la dislocation de la Pangée au cours de trias jusqu'au crétacé supérieur, les dépôts dans ces phase sont essentiellement carbonate et deltaïque (Kacemi, 2013).

- la première phase correspond à la subsidence initiale qu'on appelle pré rift et rift, produite au cours du Trias au jurassique inferieur, la destruction de la Pangée qui a débuté au trais provoque une transgression eustatique qui a accentué au lias inferieur (Auboin, 1977), par la création d'un espace de sédimentation de plus en plus subsident. Cette transgression provoque des dépôts littoraux puis de Plateforme externe et de bassin rhombique au Lias supérieur par la réactivation des failles normales en décrochements senestres. C'est la phase de l'extension maximum.
- la seconde phase correspond à la subsidence par gravité (subsidence de maturité), qui se produit au cours du jurassique moyen et supérieur jusqu'au crétacé inferieur. Ce bassin continu à s'approfondit d'avantage dans les Monts des Ksours, dont les dépôts deltaïques s'est installé au cours de Bathonien suite à une phase régressive active jusqu'au Kimméridgien inférieur ou cette dernière est interrompue par une transgression marine. Mais ce système deltaïque se réinstalle de nouveau au cours de Kimméridgien supérieur.



la troisième phase dure du Vraconien jusqu'au Turonien (crétacé supérieur), coïncide avec la phase de comblement causée par l'Ouverture de l'Atlantique. Cette phase traduit par l'arrivée d'une autre transgression dès la fin de barrémien qui recouvre tout le bassin et qui enregistre le plus haut niveau eustatique à l'Aptien supérieure, suivit d'un événement majeur à l'Albien supérieur, qui est le début de l'Ouverture de l'Atlantique Sud au crétacé supérieure.



Chapitre II : Etude sédimentologique des séries triasiques

I- Généralités sur le remplissage des bassins triasiques

Introduction

Les dépôts triasiques dans les Monts des Ksours sont nombreux mais on les trouve le plus souvent en position anormale déposés à la faveur des accidents profonds (failles) sous forme des pointements diapiriques.

La série triasique est décrite donc grâce aux sondages (Situés pour la plupart dans la zone pré atlasique), elle s'organise sous forme d'une mégaséquence tectonique liée à la naissance de rifts continentaux (G. Poulot et X. le Pitchon, 1973) typique des bassins triasiques périméditerranéens (G. Busson, 1973; Burolet, 1980 et H M Salvan, 1974). Cette dernière débute par un remplissage détritique rouge granodécroissant depuis les conglomérats grossiers jusqu'aux argiles silteuses, carbonatées au sommet, avec des intrusions volcaniques.

Ces dépôts détritiques sont scellés par une formation évaporitique salifère suivit à la fin par des dépôts anhydritiques qui coiffent la série triasique.

Le remplissage des bassins triasiques

Les bassins triasiques formés au cours du Trias après la réactivation d'accidents anciens hercynienne sont constitués de deux types de bassin, l'un détritique (argilo-gréseux) et l'autre halitique (salifère), d'une épaisseur moins importante.

Bassin à remplissage argilo-gréseux

Ce bassin est formé à la base (Trias inferieur), constitue par des termes continentales telle que les grés, argiles, conglomérats, Arkos, le remplissage de ce bassin est due à l'érosion des reliefs bordiers et par des systèmes fluviatiles.

L'épaisseur de ces séries peuvent atteindre jusqu'à 6000m, dont les argiles et les grés montrent des traces de pédogenèse indiquant un environnement continentale.

Les conglomérats ravinent le socle hercynien et englobant des éléments volcaniques d'Age paléozoïque ? emballés dans une matrice argileuse.

Bassin à remplissage halitique (salifère)

Ce remplissage évaporitique du Trias supérieur se localise entre deux types de série continentale (argilo-gréseux) à la base et marin du lias au sommet (dolomie



calcaire), Il est de très grande extension horizontale que verticale sur toute L'Afrique du Nord et L'Europe occidentale (Salvan, 1974; Buroller, 1980), due à des facteurs climatiques favorisant la concentration et dilution des masses d'eaux résiduelles et eustatiques.

Ce bassin se situe sur des décrochements E-W senestres et des failles normales NE-SW, L'interprétation récente selon (Ait Ouali ; 1991), montre que cette série est le résultat liée à un confinement dynamique et une hausse eustatique, sous un climat aride.

II- Concepts et application des Méthodes utilisées

1- Introduction

Etant donné que le niveau triasique désigné par le Trias argilo-gréseux et le Trias évaporitique représente un marqueur litho stratigraphique corrélable sur tout l'Atlas Saharien occidental et les hauts plateaux du Nord au Sud, Nous allons aborder les déférents outils et méthodes utilisées, afin de déterminer la nature et l'épaisseur de cette formation triasique.

On exprimera habituellement la composition de cette formation à l'aide des paramètres suivants :

- Les diagraphies

- Découpage stratigraphique à partir des méthodes de Stratigraphie Séquentielle

2- Les Diagraphies

Les méthodes de diagraphie sont des techniques géophysiques mises en œuvre à l'intérieur d'un forage. Elles permettent l'enregistrement en continu des variations des paramètres physiques et pétro physiques en fonction de la profondeur. Le premier enregistrement a été réalisé en 1926 par les frères Conrad et Marcel, SCHLUMBERGER.

L'enregistrement des paramètres est effectué pendant la remontée de la sonde dans les puits (ouvert ou tubé) et on distingue dans ce cas deux types de diagraphies :

- Les_diagraphies_instantanées: qui sont réalisées pendant le forage.
- Les_diagraphies_différées: qui sont réalisées à la fin du forage.



Chapitre II : Etude sédimentologique des séries triasiques

Elles rendent aussi possible les corrélations des puits à puits, donc le suivi des horizons lithologiques entre les sondages, et fournissent une image en trois dimensions des structures géologiques, et permettre la détermination des épaisseurs des terrains traversés et leur probable extension, ainsi que l'estimation de la productivité, C'est pourquoi elles revêtent une importance qu'on ne peut plus ignorer de nos jours pour une synthèse géologique.

Les diagraphies traduisent en effet un état de fait qu'on ne peut changer. Elles établissent en quelque sorte un constat incontournable. Elles sont donc la signature du terrain.

Les diagraphies peuvent être subdivisées en quatre grands groupes :

- Diagraphies nucléaires.
- Diagraphies électriques.
- Diagraphies acoustiques.
- Diagraphies auxiliaires.

3- La stratigraphie séquentielle

C'est un outil conçu par les chercheurs d'Exxon (Vail et al, 1977), dont le but est de comprendre la dynamique d'un système sédimentaire dans un cadre stratigraphique précis.

Les concepts originaux sont fondés sur des profils sismiques et systèmes clastiques dans un contexte tectonique de marge passive.

La figure ci-dessous montre le modèle de la stratigraphie séquentielle d'Exxon :





Chapitre II : Etude sédimentologique des séries triasiques

Fig II.1 : Modèle de la stratigraphie séquentielle d'Exxon (Vail, al ; 1987).

3-1 Séquence de dépôt

D'après le concept d'Exxon (vail et al 1977), la séquence est définie comme étant une succession de séries sédimentaires génétiquement liées délimitées à la base et au sommet par des discontinuités, ces dernières sont considérées comme des MFS (maximum flooding surface) selon W .E Gallower.

Les cortèges sédimentaires enregistrés dans les séquences sont le résultat de variations de niveau marin (vail et al ; 1977, Mitchum et al ; 1977; vail et al, 1987; Posanmantier et al, 1988).





Fig II.2 : Schéma explicatif de la séquence de dépôt.

3-2 Les facteurs responsables de la formation de séquence de dépôt

L'enregistrement sédimentaire dans un bassin est contrôlé par plusieurs facteurs

- ✓ Niveau marin relatif.
- ✓ Espace disponible ou bien d'accommodation.
- ✓ Le flux de sédiments.



Fig II.3 : <u>Schéma explicatif des facteurs responsables de la formation de séquence de dépôt.</u>



3-3 Les cortèges sédimentaires dans les séquences

- cortège de bas niveau (LST) Lowstand Systems Tract : dans une plateforme continentale avec talus on distingue des bassins floor fan et de slope fan, essentiellement turbiditique riche en argile, en ajoutant à cella un ensemble supérieur constitué de dépôts deltaïques qui progradent sur la plate-forme.
- Cortège transgressif (TST) Transgressive Systems Tract: Sont des dépôts qui se déposent lors de la remonté du niveau marin, leurs base corresponde à la surface d'inondation appelée flooding surface (FS).

Les dépôts de ce cortège montrent une évolution transgressive retrogradante granodécroissante et strato-décroissante.

La limite est définie par la surface d'inondation maximale (MFS), riche en faune.

Cortège de haut niveau (HST) Heighstand Systems Tract: se développe pendant la période de haut niveau marin, caractérisé par des dépôts gréseux importants.

III- Application des méthodes utilisées aux séries triasiques des sondages de la zone d'étude (Atlas Saharien Occidentale)

1- Localisation des Sondages

Les sondages choisis pour l'étude sédimentologique sont (NAS, ADB, ZRG, CC, EBD et OBKR), ces derniers sont localisés dans la zone préatlasique.

Le sondage de référence NAS-1 est planté dans la wilaya de Tiaret (bloc 114), également pour les sondages ADB-1 et ZRG-1 en allant vers le SE de la wilaya. Tandis que le sondage CC-1 se trouve au Nord de la wilaya de Laghouat (bloc 113), contrairement aux autre sondages EBD-1 et OBKR-1 qui sont localisés à l'extrême SW de la zone préatlasique (wilaya de Naama).



Chapitre II : Etude sédimentologique des séries triasiques



Fig II.4 : <u>Carte de positionnement des sondages dans L'Atlas saharien occidentale</u> (zone Pré Atlasique). (Rapport interne Sonatrach)

2- Le Trias des sondages étudiés

Il est traversé par un certain nombre de forages pétroliers notamment EBD-1, NAS-1, OBKR-1, ADB-1, CC-1 et ZRG-1. Il se présente généralement par deux grands ensembles l'un est détritique, qui fera l'objet d'un découpage séquentiel, l'autre est lagunaire. Donnant ainsi une évolution essentiellement transgressive (Bourezg, 1984). Le Trias argilo- gréseux est très peu développé dans la région. Il est souvent traversé par des roches volcaniques (basaltes).

Le Trias est un complexe, constitué à la base par un conglomérat puissant, surmonté d'alternance de grès fins à moyens, à grossiers, parfois quartzitiques, à passées d'argiles silteuses, brun rouge, indurées feuilletées, et de dolomies grises.

3- Environnements des dépôts

Le mode de dépôt au niveau du Trias, est représenté par un domaine continental à influence marine au nord de NAS-1. Plusieurs cônes alluviaux ont été mis en évidence, Ceci a permis de développer des dépôts gréseux tel que les grès massifs moyens à grossiers, les grès fins à très fins argileux et des argiles vertes et rouges de plaine d'inondation. Ils sont organisés en séquences négatives peu épaisses, de type chenal admettant parfois à la base des niveaux micro conglomératiques.

4- Le découpage séquentiel

Le découpage séquentiel est effectué sur la base de la méthode stratigraphie séquentielle. ainsi que l'analyse des diagraphies des puits, cela nous a permis de mettre en


évidence des cortèges sédimentaires constitués essentiellement de Lowstand system tracts (LST), transgressif system tracts (TST) et highstand system tracts (HST).

4-1- Le sondage de référence NAS-1

Selon Belfar Farid en 2000, il présente le sondage de référence sur lequel le découpage séquentiel a été effectué. Il représente les séries triasiques désignées par le Trias argileux gréseux et le Trias évaporitique.

Le découpage séquentiel effectué pour ce sondage en basant en premier temps de définir les discontinuités et les empilements sédimentaires de la signature gamma ray (GR) ainsi que les données des carottes, la seconde phase est de corréler les séquences distinguées à partir de l'analyse stratigraphique de master log de ce sondage avec les cortèges sédimentaires identifiés, ainsi les comparer avec la charte eustatique de (Sloss et al ,1988), qui nous permet de distinguer les variations de niveau marin.

Le sondage NAS-1 à travers lequel on peut distinguer quatre supercycles : UAA2, UAA3, UAA4 et UAB1 (*Nomenclature modifiée, Sloss et al, 1988*).



Fig. II.5 : Charte eustatique, Sloss et al. 1988 ; nomenclature modifiée.

Chaque supercycle est constitué de deux ou trois cycles de troisième ordre, caractérisé par les trois cortèges sédimentaires (LST, TST, HST) :



- 1- Le supercycle UAA2 : Est d'une épaisseur de 50m incomplet à la base, caractérisé par la succession de 03 cortèges sédimentaires
- LST : Montre un niveau conglomératique (grès clairs poreux à stratifications obliques et planes avec de lentilles d'argiles plus ou moins dolomitique).ces grès sont quartzitiques moyens à grossiers à ciment argileux et carbonaté envahi par de la dolomie.

Le GR il s'agit d'une allure cylindrique avec quelque pic d'argile au sommet.

- **TST** : Il est constitué par des grès fins argileux brun à rouge à la base tandis qu'au sommet il est argileux silteux. Le GR à ce niveau montre une allure en (finnig- uppward) avec empilement de séquence à argilosité croissante.
- **HST** : débute par une alternance de grès moyens à grossiers et de dolomie (développement de paléosols).

Sur le microscope ce sont des grès mal classés fins et argileux à ciment siliceux.

 Le supercycle UAA3 : D'une épaisseur de 139m composé de deux cycles de troisième ordre (UAA3a, UAA3b).

A- UAA3a : On définit la succession de 3cortèges sédimentaires :

• LST: Il est composé de grès moyens à grossiers compacts ainsi des niveaux conglomératiques à éléments dolomitiques et argileux. Le GR correspond à ce niveau à une allure cylindrique.

La description de la lames minces montre que ces grès sont quartzitiques à quartzites grès moyen à grossiers à ciment siliceux, avec des passées de grès fins et des niveaux riches en carbonates et en anhydrite parfois des oxydes.

- **TST** : Commence par un petit niveau argilo-dolomitique suivit par des grès rouges (phosphatés), dont le quel témoigne la présence de (MFS), avec intercalation par de fins joints argileux, au sommet ce cortège est définit par des argiles noires.
- **HST** : Il surmonte une surface d'inondation maximale (MFS), composé essentiellement de séquences progradantes argileux-gréseuses. A ce niveau le GR montre une allure en cloche avec rare pic argileux à la base.

Dans cet intervalle on note la présence d'une dolocrète de 17.5m qui reflète une hausse du niveau marin constituée des nodules de dolomie simples et complexes.



Ce cortège se coiffe par une discontinuité qui correspond à une surface d'érosion reconnaissable sur le GR.

- **B- UAA3b** : Il est d'une épaisseur d'environ 80m, composé aussi de trois cortèges sédimentaires dont :
- LST : Essentiellement détritique grès clairs avec des éléments du cortège précédent. Le GR présente une allure cylindrique avec des pics d'argiles.
- **TST** : Commence par une surface de transgression, constitué d'un faciès détritique à la base et argileux-silteux vers le sommet ce qui annonce une plaine d'inondation, à ce niveau le GR montre une allure en (finning-uppward), argilosite croissante.
- **HST** : Il est essentiellement argileux-gréseux, sur lequel se développe une dolocrète complexe.
- 3- Le supercycle UAA4 :D'une épaisseur importante d'environ 833m détritique à la base et évaporitique au sommet qui montre une élévation de niveau marin. Ce supercycle est subdivisé en trois cycles UAA4a et UAA4b, UAA4c.

A- UAA4a : Il s'étend sur 76m d'épaisseur ; commence par une surface érosive constitué par un niveau conglomératique à éléments argileux et dolomitique. Le découpage stratigraphique montre la succession de 03 cortèges sédimentaires, on distingue :

- LST : Les carottes montrent des grès moyens à stratifications obliques, tandis que les lames minces montrent des grès fins à moyens mal classés à ciment argileux riche en glauconies.
- **TST** : A travers le GR on constate un faciès à argilosité croissante (évolution retrogradante).

La carotte montre qu'il s'agit d'argile-silteuse rouge très oxydées.

• HST : Correspond à un paléosol (dolocrète) d'après l'allure de GR en cloche.

B- UAA4b et **UAA4c**: Se développe sur une épaisseur de 755m, correspond essentiellement d'un faciès évaporitique épais montre une élévation de niveau marin et un confinement dynamique (Ait Ouali ; 1991)



formant ainsi un HST2 qui surmonte un cortège de bas niveau et un autre transgressif peu marqués.

C- UAB1 : Composé d'une intercalation de dolomie et d'anhydrite ; il montre une succession de 03 cortèges sédimentaires :

- LST : Constitué d'une alternance d'argiles noires et de dolomies fracturées.
- **TST** : Il est essentiellement anhydritique avec quelques passées de dolomies argileuses.
- **HST** : Présenté par des dolomies parfois gréseuses et présence de quelques rares bancs de dolomies.

Conclusion : Le Trias du sondage NAS-1 montre qu'il est constitué de quatre supercycles (UAA2, UAA3, UAA4 et UAB1), dont chaque cycle est caractérisé par des cortèges sédimentaires qui reflètent les variations du niveau marin dans un contexte distensif, ainsi la comparaison de ces séquences avec la charte eustatique de Sloss et al, 1988. Permet d'établir les équivalences de ces séquences en Age suivante :

Ladinien UAA2 (Upper Absaroka A2). Carnien UAA3 (Upper Absaroka A3). Norien UAA4 (Upper Absaroka A4). Infralias UAB1 (Upper Absaroka B1).





Fig II.6: Découpage séquentielle à travers le Trias du sondage NAS-1(Belfar, 2000).



4-2 Comparaison avec d'autre sondages de L'Atlas Saharien (Vers le SE)

4-2-1 Le sondage ADB-1

Les séries triasiques du sondage ADB-1 se développent avec une épaisseur de 477m, dont la quel cette série est désignée par le Trias argilo-gréseux d'une épaisseur d'environ 233m, et par le Trais évaporitique (salifère) d'une épaisseur de 244m.

D'après le découpage séquentiel et les cortèges sédimentaires permet d'identifier 2 supercycles (UAA3, UAA4).

Chaque supercycle est constitué de 2 ou 3 cycles de troisième ordre caractérisés par la succession des cortèges sédimentaire (LST, TST, HST).

 Le super cycle UAA3 : A partir de l'allure de GR on a pu définir un cycle UAA3b mais incomplet, dont on distingue juste un seul cortège de haut niveau HST.

Le cycle UAA3b : Réduit et incomplet.

- **HST** : Débute par des argiles silteuse à très silteuse à la base puis des grés moyen à grossier au sommet. A ce niveau le GR il s'agit d'une allure en cloche.
- 1- Le Super cycle UAA4 : Ce supercycle est d'une épaisseur de 448m, compose ainsi de 3 cycle de troisième ordre (UAA4a, UAA4b, UAA4c), les deux premiers cycles sont détritiques surmontés de dernier évaporitique (salifère).
 - A- Le cycle UAA4a : Dont on définit 3 cortèges sédimentaires (LST, TST, HST) :
 - LST : Il débute par des grés beige moyen à grossier avec présence d'anhydrite parfois carbonaté (charbonneuse) à la base, et au sommet on note une alternance de grés fin a très fin et argile carbonatée.

A ce niveau le GR, il s'agit d'une allure cylindrique avec rare pics d'argile moins importante.

• **TST** : Il est constitué par une alternance d'argile silteuse à très silteuse avec passées centimétrique de grès.



Ce niveau montre une allure en finnig uppward, empilement de séquence argilosité croissante.

- HST : D'une épaisseur de 20m, caractérisé par des argiles silteuse à très silteuse à la base, et des grés avec passées d'anhydrite et dolomie au sommet.
 A ce niveau le GR correspond à une allure en cloche sur lequel se développe une dolocrete homogène.
 - B- Le cycle UAA4b : Il s'observe sur une épaisseur de 75m d'environ, dont la quel on peut définir 3 cortèges sédimentaires (LST, TST, HST) :
- LST : On a une abondance des grés avec quelques passées d'anhydrite à la base, et alternance d'argile silteuse et de grés avec présence d'anhydrite au sommet, L'allure de GR est cylindrique avec quelques pics d'argile.
- **TST** : Formé par des argiles silteuse à très silteuse légèrement carbonatées, dans ce niveau le GR présente une allure en finnig uppward, argilosité croissante (rétrogradante).
- HST : Il débute par l'abondance des argiles silteuse à très silteuse à la base, en suite par les anhydrites au sommet avec quelques passées de dolomie.

Le GR montre en allure en cloche avec quelques pics d'agile à la base.

 C- Le cycleUAA4c : D'une épaisseur moins importante de 244m, dont la quel le développement d'un faciès évaporitique (salifère).

Ce cycle est défini par un cortège de haut niveau (HST) surmonte un (LST et TST) très peut développer, il est caractérisé ce faciès évaporitique par l'abondance de sel blanc à incolore (transparent), avec la présence de fine passée d'argile et d'anhydrite rare, ce qui signifie une élévation importante de niveau marin et un confinement dynamique (Ait Ouali ; 1991), sous un contexte climatique aride, c'est pour cela il forme un HST de type 2 contrairement ou autre HST de type 1 qui correspond à une légère remontée du niveau marin.





Fig II.7 : Découpage séquentielle à travers le Trias du sondage ABD-1.



4-2-2 Le sondage ZRG-1

A partir du log Gamma Ray, le Trias de ce sondage montre une série détritique à la base avec les supercycles UAA3 et UAA4, tandis que le supercycle UAA2 est absent (n'est pas atteint par le forage).

Cette série détritique argilo-gréseux est suivie par une série dolomitique du Trias lagunaire qui est définie par les supercycles UAB1 et UAB2, le découpage stratigraphique de ces deux séries montre les cortèges sédimentaires suivants :

- 1- Le supercycle UAA3 : Il est incomplet à la base, on peut y reconnaitre à partir du GR le cortège du haut niveau HST qui est traduit par l'abondance d'argile brun à rouge parfois indurée, et sableuse passant à des endroits de grès moyens à grossiers au sommet.
- 2- Le supercycle UAA4 : Est d'une épaisseur d'environ 127m, essentiellement détritique (argilo-gréseux), constitué seulement du cycle UAA4a tandis que les deux autres cycles UAA4b et UAA4c qui sont caractérisés par des dépôts anhydritiques et évaporitiques sont absents.
 - A- Le cycle UAA4a : Montre la succession de 3 cortèges sédimentaires (LST, TST et HST).
 - LST : Caractérisé par l'abondance de grès moyens à grossiers à la base, et au sommet on remarque l'abondance d'argile silteuse a très silteuse, Le GR montre une allure cylindrique avec rare pic d'argile au sommet.
 - **TST** : Il est composé essentiellement d'argile brun à rouge rarement verte injectée par de l'Anhydrite. Le GR est d'une allure en finning uppward avec un empilement de séquences importantes à argilosité croissante (rétrogradante).
 - **HST** : Ce cortège débute par des argiles silto-sableuse à microconglomératique et de grès beiges moyens à grossiers à la base, tandis qu'au sommet on constate une abondance de dolomie calcaire. Le GR présente ici une allure en cloche.

On note l'absence de les deux cycles UAA4b et UAA4c dans ce supercycle, qui due probablement au changement climatique dans cette région qui est défavorable pour le dépôt de sel et d'anhydrite.



Passant au Trias lagunaire, quant à lui on distingue à partir du log de GR deux supercycles UAB1 et UAB2, caractérisant par des dépôts dolomie a dolomie calcaire.

- 3- Le supercycle UAB1 : D'une épaisseur de 375m, on peut le subdivisé on deux cycles UAB1a et UAB1b.
 - A- Le cycle UAB1a : D'environ 150m d'épaisseur, essentiellement détritique constitué de dolomie cristalline, on distingue à partir du GR les cortèges sédimentaires suivants :
 - LST : Composé d'une abondance d'anhydrite intercalée par quelques bancs dolomitiques à la base, et au sommet définit par de dolomie et dolomie calcaire, avec une allure de GR cylindrique.
 - **TST** : Présenté par de dolomies calcaires localement saccharoïdes dures, rarement oolithique tandis qu'au sommet il est essentiellement carbonaté.
 - **HST** : Il est dolomitique rarement charbonneux avec une importante épaisseur de calcaire dolomitique au sommet. A ce niveau le GR, Il s'agit d'une allure en cloche.
 - B- Le cycle UAB1b : D'une épaisseur importante d'environ 225m, constitué de la succession de 03 cortèges sédimentaires :
 - LST : Il est très épais (198m), présenté par une abondance de dolomie calcaire intercalée par des bancs de calcaires dolomitiques à la base, et alternance de dolomie calcaire et dolomie au sommet.

Dans cet intervalle une carotte a été prise (2622m à 2628m), montre un faciès dolomitique gris claire compact vacuolaire, caractérisé par des fissures occupées par de la calcite, formant ainsi des mini géodes avec des cristaux de calcites à l'intérieur, comme on trouve aussi des stylolithes soulignées par la matière organique.

- **TST** : Ce cortège est constitué d'une intercalation d'argile silteuse et de dolomie calcaire compacte et dure avec fines passées d'anhydrite. Le GR à ce niveau correspond à une allure en finnig uppward.
- HST : Monte une alternance de dolomie et argile silteuse avec passées d'anhydrite à la base.



Le supercycle UAB1 est suivis d'un autre supercycle qui montre un faciès détritique (dolomie avec passée d'anhydrite) du Trias lagunaire, on peut le nommé UAB2, Il est essentiellement détritique définie par l'abondance de dolomie avec passées d'anhydrite et quelque bancs d'argile, on distingue qu'il est subdivisé en deux cycles (UAB2a et UAB2b).





Fig II.8 : <u>Découpage séquentielle à travers le Trias du sondage ZRG-1.</u>



4-3- Comparaison avec d'autres sondages (Vers le SW)

4-3-1- Le sondage CC-1

Le Trias du sondage CC-1 est d'une épaisseur d'environ 473.5m à travers lequel on peut distinguer deux supercycles UAA4 et UAB1, comparant au sondage de référence NAS-1 :

1- Le supercycle UAA4 :

Il est constitué de trois cycles de troisième ordre (UAA4a, UAA4b et UAA4c)

- A- UAA4a : Ce cycle de troisième ordre est très réduit, limité à sa base par la discordance Hercynienne.
- **B- UAA4b et UAA4c :** D'une épaisseur importante d'environ 318.5m, dominé par un cortège de haut niveau marin de type 2 (HST2), dans lequel se développent une épaisseur importante du sel avec passées de gypse.

2- Le supercycle UAB-1 :

Il est d'une épaisseur de 155m, composé de la succession de trois cortèges sédimentaires (LST, TST et HST) :

- LST : S'observe sur une épaisseur de 54m, composé d'alternance d'anhydrite et d'argiles dolomitiques. A ce niveau le GR montre une allure cylindrique.
- **TST** : D'une épaisseur de 52m, à sa base est caractérisé par une alternance de dolomie argileuse puis au sommet on observe une argilosité croissante pauvre en dolomie. Le GR montre dans cet intervalle une allure en finning uppward avec des pics d'argiles.
- **HST** : 49m d'épaisseur, débute par des niveaux argileux qui reposent sur une surface de maximum d'inondation et se coiffe au sommet par une alternance d'anhydrite et de dolomie. Le GR montre ici une allure en cloche.



GR (API)	Cotes (m)	Lithologie e=1/500	Cortéges Sédimentaires	Cycles du 3eme ordre	Super- Cycles	Ages	Variations du niveau marin
	950		HST				
	1000		TST	UAB1a	UAB1	IAETIEN NFRALIAS	
M M M	1050		LST			R- -Ir	
-	1100						
the Marine	1150						
Marcel W. A. Parket	1200						
Month	1250						
and see a	1300		HST2	UAA4c		z	
	1350				JAA4	NORIE	
ور اور ار استار ال	1400						
man and M	1450						
when the second	1500		HST				
Manual Land	1550		TST LST	a UAA4b			
MAN	1600		HST TST LST	UAA4			$\left \right $

Fig II.9 : <u>Découpage séquentielle à travers le Trias du sondage CC-1.</u>



4-3-2- Le sondage EBD-1

Le Trias de ce sondage est constitué de deux supercycles (UAA4, UAB1) comparant au sondage de référence NAS-1(Belfar, 2000).

- Le supercycle UAA4 : Composé aussi de deux cycles de troisième ordre (UAA4a et UAA4b).
 - A- Le cycle UAA4a : Se développe sur une épaisseur de 45m, il est composé de la succession de trois cortèges sédimentaire (LST, TST et HST).
 - LST : Il est gréseux, pauvre en argiles et très peu dolomitique. Le GR montre une allure cylindrique à ce niveau.
 - **TST** : Très réduit, on peut le reconnaitre seulement à partir du log du GR.
 - HST : D'une épaisseur de 30m, constitué d'argiles avec des passées de dolomies, le GR à ce niveau montre une allure en cloche.
 - B- Le cycle UAA4b, UAA4c : Se développent sur une épaisseur importante d'environ 943m, caractérisé essentiellement par des cortèges du haut niveau (HST2), avec une épaisseur de 897.5m de sel.
 - LST : Il est gréseux (10m de grès).
 - **TST** : Le GR montre une allure en finning uppward ce qui explique une argilosité élevée.
 - HST : D'une épaisseur importante (897.5m), il est argileux salifère et peu dolomitique à la base et se développe par un niveau épais du sel hyalin blanc avec rare passées d'argiles versicolores.
- 2- Le supercycle UAB1 : Il est d'une épaisseur de 78m, il est essentiellement anhydritique présenté par de l'anhydrite microcristalline à cristalline grise intercalés par des dolomies parfois gréseuses. Ce supercycle montre la succession de trois cortèges sédimentaires :
 - LST : Constitué de dolomies avec quelques passées d'anhydrites.
 - **TST** : Formé par une alternance d'argiles et de dolomie.
 - HST : Composé d'anhydrite avec intercalation de dolomies.



GR (API)	R (API) Cotes Lithologie (m) e=1/500		Cortéges Sédimentaires	Cycles du 3eme ordre	Super- Cycles	Ages	Variations du niveau marin
	1000 1050 1100		HST2				
۶.			HST				
3			TST	\A4b	A4		
A A	1150		LST	٩U	NA	IORIEN	
Monda			HST			2	
Marrie	1200		TST	AA4a			
- Martin	1250		LST				
Mr. March	1300		HST	UAA3b	UAA3	CARNIEN	

Fig II.10 : <u>Découpage séquentielle à travers le Trias du sondage EBD-1.</u>



4-3-3- Le sondage OBKR-1

Le Trias du sondage OBKR-1 a une épaisseur très importante d'environ 1324m.

Il est composé essentiellement de deux parties distinctes :

- Série détritique.
- Série évaporitique.
- 1. La série détritique : Elle représente le Trias argileux-gréseux de la série triasique avec une épaisseur de 435m.

Il est constitué essentiellement de roches d'origine magmatique à la base (Roches éruptives) d'une couleur verdâtre, due à la présence de microcristaux de couleurs vives. Dans les coupelles on remarque l'abondance de la calcite qui remplit les fissures et les vides des roches broyées non jointives avec aussi des traces de prismes de quartz hexagonaux, de pyrites et de micas.

Dans l'intervalle (4360m-4369m), une carotte a été prise, elle montre des argiles bruns rouges tendres à indurées et des grés bruns roses rarement blancs, fins à très fins avec des passées de dolomies blanches translucides gréseuses et de grés blancs très fins.

2. La série évaporitique :

Cette série représente le cycle UAA4c du supercycle UAA4, elle correspond au Trias salifère qui s'étend d'environ 888m d'épaisseur.

Constituée essentiellement de sel blanc translucide massif, avec des rares passées d'argiles brun rouge à rouge brique tendres à indurées intercalées de fines passées de gypses blancs fibreux.



Cotes (m)	Lithologie e=1/500	Cortéges Sédimentaires	Cycles du 3eme ordre	Super- Cycles	Ages
3092		HST2	UA4C	Cycles PAA4	NORIEN
4415		INTROSION VOLCANIC			

Fig II.11 : <u>Découpage séquentielle à travers le Trias du sondage OBKR-1.</u>



IV- Corrélations des séries des sondages de l'atlas saharien occidental

1- Introduction

Afin de maitre en évidence la géométrie des bassins triasiques dans l'atlas saharien occidental, plusieurs sondages ont été effectués (NAS-1, ADB-1, CC-1, ZRG-1, OBKR-1, EBD-1).

Des corrélations diagraphiques doivent être établies afin de comparer la géométrie et l'épaisseur des séries triasiques dans ces différents sondages, et pour cella deux profils de corrélations ont été choisis à savoir :

2- Interprétation du profile de corrélation entre les sondagesNAS-1, CC-1, EBD-1 et OBKR-1

Le Trias du sondage NAS-1 se présente dans une zone subsidente, dont on trouve la présence de tous les membres de la série triasique et celle de l'Infra lias (UAA2, UAA3, UAA4 et UAB1) comparant avec la charte eustatique de (Sloss et al 1988).

Dans le sondage CC-1 on constate qu'il est incomplet par rapport à celui de NAS-1 et cela se traduit par l'absence des supercycles UAA2 et UAA3 de la période Ladinien-Carnien, le UAA4 est déposé directement au-dessus de la discordance Hercynienne ; ce qui explique que cette zone était haute à cette époque.

Au Sud-Ouest, Le puit EBD-1 n'a traversé uniquement la partie supérieur du Trais argilo gréseux. Il s'est arrêté à la cote (3100m), sans atteindre la discordance Hercynienne (DH). L'interprétation de la section sismique passant par ce puit a montré un Trias bien développé en termes d'épaisseur comparable à celui de NAS-1. Dans le même contexte et la même région, le puit OBKR-1 a traversé des épaisses séries de roches magmatiques qui entrecoupent le Trias Argilo gréseux. Cette zone amincie englobant EBD-1 et OBKR-1 sera considérée comme étant une autre zone subsidente située au SO, comparativement à celle située au NE (NAS-1). Cette zone est séparée par une ride Est Ouest.





Fig II.12 : Corrélations diagraphiques à travers les sondages NAS-1, CC-1, EBD-1, OBKR1.



3- Interprétation du profil de corrélation entre les sondages NAS-1, ADB-1 et ZRG-1

Dans la série triasique de sondage ADB-1, on remarque la présence de supercycle UAA3 incomplet à la base et UAA4 corrélables à celui de NAS-1 cela signifie que durant la période allant de Carnien Superieur-Norien, cette zone était relativement moins subsidente.

En allant vers le SE le Trias de puit ZRG-1 est caractérisé par l'absence de plusieurs membres de la série triasique par rapport aux sondages NAS-1 et ADB-1 Ce qui traduit sa position haute par rapport à NAS-1 et ADB-1.

Dans ce sondage on distingue :

-Au cours de la période (Ladinien-Carnien) on remarque l'absence d'UAA2, UAA3a de super cycle UAA3 (Absence de dépôt)

-Au cours de (Carnien supérieur et Norien inférieur) on constate la présence des cortèges sédimentaires UAA3b et UAA4a ce qui signifie un espace d'accommodation important.

-Au cours de (Norien moyen et supérieur) la zone est devenue moins subsidente et moins confinée d'où l'absence des évaporites (sel) et l'anhydrite (UAA4b et UAA4c).

Durant la période (Rhaetien-Infralias) le sondage ZRG-1 a connu le dépôt de deux supercycles UAB-1 et UAB-2, dont UAB-1 est corrélable à celui de NAS-1 par contre UAB-2 existe uniquement dans ce sondage.

Ces deux supercycles correspondent à une période instable importante qu'a connu cette zone.





Fig II.13 : corrélations diagraphiques à travers les sondages NAS-1, ADB-1, ZRG-1.



Chapitre II : Etude sédimentologique des séries triasiques







4- Conclusion

L'analyse séquentielle basée sur les méthodes de la stratigraphie séquentielle effectuée à travers les séries triasiques des sondages de l'Atlas Saharien Occidental, a permis de définir plusieurs cortèges sédimentaires qui forment ensuite des séquences de IVème ordre, dont on trouve la succession de quatre supercycles (UAA2, UAA3, UAA4 et UAB1) comparent à la charte eustatique de Sloss et al, 1988.

A l'aide des corrélations diagraphiques et stratigraphiques effectuées à travers les séries triasiques des forages de la zone préatlasique, on a pu déduire l'existence de deux importants bassins, l'un est orienté NW-SE, dont les sondages NAS-1, ADB-1, ZRG-1 font partie de ce bassin et centré sur NAS-1, Ce dernier est plus subsident vers le Nord ou tous les cycles existent dans le sondage NAS-1, en allant vers le SE le bassin est plus stable et donc cella traduit le basculement de ce bassin vers le NW.

On remarque dans ce bassin que la série évaporitique se diminue jusqu'à sa disparition dans le sondage ZRG-1.

L'autre bassin situé dans la partie SO comprend les sondages suivant EBD-1, OBKR-1, limités au Nord par l'Accident Sud Mesitien et au Sud par l'Accident Nord Atlasique.

Ce bassin montre le développement du cycle UAA4c en allant vers le SW, dont il atteint environ 888m d'épaisseur au niveau du sondage OBKR-1.

Ces deux bassins sont séparés par une ride Est-Ouest, là où sont implantés les forages CC-1 et GME-1.

De là on constate que ces bassins sont liées directement à la phase de rifting du Trias supérieur.



V- Paléogéographie

La série triasique dans la zone pré Atlasique est caractérisée essentiellement par des dépôts détritiques continentaux sans exclure les faciès salifère.

De là on distingue que l'environnement de dépôts dans cette zone de l'Atlas Saharien occidental varie entre des dépôts de lagon (Sebkha) et les chenaux fluviatiles de la zone supratidale.

On note aussi la présence des intrusions magmatique localement dans la zone SW, ce qui explique l'activité tectonique lors de cette période triasique qui traduit la phase extensive (rifting) jusqu'au Lias.

Deux cartes de faciès ont été faites à l'aide des données lithologiques prévenant de découpage séquentielle dans les séries détritiques (UAA3, UAA4) pour déduire l'environnement de dépôts triasiques dans cette zone, on distingue :

1- Attributions faciologique de supercycle UAA3

Plus en NE vers les sondages CED-1, BCH-1 et DOG-1 le Trias (UAA3) est caractérisé par des dépôts beaucoup plus conglomératique avec des grés plus au moins grossiers, ce qui définit par une base érosive, et puis se développe vers un faciès chenalisé vers le SW dans les sondages NAS-1, ADB-1 et ZRG-1 avec la dominance de grès et peu de faciès de plaine d'inondation (argiles).

On allant vers le SW de la région, dans les sondages CC-1, EBD-1 et OBKR-1 les résultats restent à vérifier à cause de l'absence de données de sondages.

Interprétation

Dans cette carte d'attribution faciès concernant le supercycle UAA3 des différents sondages, on constate le développement de faciès de chenaux fluviatiles qui commence de NE avec une base érosive constituée de conglomérats passant à des grés moyen à grossier vers le SW.







Fig II.15 : Carte de la distribution des facies de supercycle UAA3.

2- Attribution faciologique de supercycle UAA4

On constate dans cette carte qu'il y a une organisation des faciès depuis le NE jusqu'au SW. Dans les sondages NAS-1 et ADB-1 une dominance d'argile suivi de peu de grés et à la fin coiffé par des anhydrites (sebkha). La même organisation se répète dans les sondages CC-1 et EBD-1 qui se trouve au SW.

Plus au sud des sondages précédents une autre organisation s'annonce suivant la direction des chenaux NE-SW, elle est composée essentiellement des dépôts gréseux suivi de peu d'argiles et surmontés vers la fin avec un faciès dolomitique dans les sondages ZRG-1, GME-1.



Interprétation

On peut déduire à partir de cette carte d'attribution faciologique UAA4, la présence de deux zones bien délimitées :

Au Nord, il correspond à des dépôts de la plaine d'inondation passant à des dépôts de lagon (Sebkha).

Cela comprend les zones des sondages NAS-1, ADB-1, CC-1 et EBD-1.

Tandis qu'au Sud vers les sondages BCH-1, DOG-1, CED-1, ZRG-1 et GME-1 présente la zone supratidale, dont on constate la persistance des dépôts de chenaux (grés moyens a grossier) a la base passant à un faciès de plaine d'inondation peu marqué et vers le sommet on remarque la dominance de faciès dolomitique qui explique le passage des dépôts lagon (sebkha) au Nord vers une zone supratidale au Sud.



Fig II.16 : carte de la distribution des facies de supercycle UAA4.



Chapitre III : Analyse pétrophysique et pétrographique

Introduction

L'étude des propriétés pétrophysiques et pétrographiques des roches constitue un important objectif dans l'exploration et la production du réservoir. En effet pour comprendre et prévoir les qualités de la production d'un réservoir il est nécessaire de connaitre les propriétés pétrophysiques (porosité et perméabilité), de repérer les discontinuités naturelles, et d'identifier les processus géologiques qui favorisent leur amélioration. Afin de les incorporer correctement dans des modèles de simulation diagénétique.

La porosité et la perméabilité qui sont deux caractéristiques fondamentales d'un réservoir pétrolier, dépendent de toute l'histoire géologique du bassin contenant le réservoir, milieu de dépôt, nature des sédiments, diagenèse, tectonique...

De plus la saturation en eau et la densité sont importants comme propriétés pétrophysiques.

L'objectif majeur de la pétrophysique est d'étudier les réservoirs pour l'industrie des hydrocarbures, cette étude consiste à calculer les propriétés des roches réservoirs par des mesures et l'évaluation de ces dernières.

Ces études sont ensuite combinées avec des études géophysiques et l'ingénierie des réservoirs pour donner une image complète des réservoirs.



I- Les propriétés pétrophysiques des formations réservoirs

1- La porosité : est l'ensemble des vides (pores) d'un matériau solide, elle définit la capacité de la roche à stocker des hydrocarbures, liquides ou gazeux

La porosité est aussi une valeur numérique définie comme le rapport entre le volume des vides et le volume total d'un milieu poreux, elle est exprimée en pourcentage et désignée par la lettre Ø et elle dépend de la distribution et de la taille des grains (Serra, 1979).

$$\mathbf{\emptyset} = \frac{Vp}{Vt} \cdot 100 = \frac{(Vt - Vs)}{Vt} \cdot 100$$

Où :

Ø : porosité [%].

Vt : Volume total (ou apparent) de l'échantillon [m³].

Vp : Volume des vides (volume des pores) entre les grains solides [m³]. Vs : Volume réel des grains [m³].

Dans les gisements exploités, la porosité des roches réservoir est :

- ✓ Faible si elle est inférieure à 3%.
- ✓ Médiocre si elle est comprise entre 3% et 5%.
- ✓ Moyenne si elle est comprise entre 6% et 15%.
- ✓ Bonne si elle est entre 16% et 30%.
- ✓ Excellente si elle est supérieure à 30%.

1-1 type de porosité

-porosité total :

C'est le rapport du volume total des vides (pores, fissures, cavités et fractures) existant sur le volume total de roche.



Cette porosité totale inclus :

La porosité primaire (intergranulaire) : Elle correspond aux vides entre grains, elle dépend largement de la forme et du classement des éléments solides.

La porosité secondaire: C'est une porosité de cavité produite par dissolutions, ou une porosité de fissures et de fractures que subit la roche sous l'action des contraintes provoquées par la tectonique.

$$\boldsymbol{\emptyset}_{t} = (\mathbf{V}_{S} - \mathbf{V}_{T}) / \mathbf{V}_{T} \qquad \qquad \boldsymbol{\emptyset}_{t} = \mathbf{V}_{P} / \mathbf{V}_{T}$$

Avec :

 V_T : Volume total de la roche.

Vs: Volume occupé par les éléments solides.

V_P : Volume des pores.

-porosité connectée :

Elle est égale au pourcentage du volume total des vides connectés entre eux dans la roche, cette porosité peut être très inférieure à la porosité totale si les pores ne sont pas connectés.C'est à dire quand les fluides ne peuvent pas circuler.

-porosité effective ou utile :

C'est le rapport du volume des pores qui sont reliées entre eux au volume total de l'échantillon. En 1956, de VORSEN a classé la porosité comme suit :

Faible si : Ø < 5 %.	Médiocre si : 5 % < Ø <10 %.
Moyenne si : 10 % < Ø <20 %.	Bonne si : 20 % < Ø < 30 %.
Excellente si : Ø > 30 %.	



1-2 méthodes de calcul des différentes porosités

On a trois types de methode de calcul de la porosités telle que la porosite de neutron, densite et sonique.

-<u>Porosité neutron</u> :

Elle est directement lue sur les logs neutron et doit être corrigée de l'effet d'argile par la relation suivante :

 $Ø_{Nc} = Ø_{N} - V_{sh}$. $Ø_{Nsh}$

 $Ø_{Nsh}$: Porosité Neutron lue en face des argiles.

-Porosité sonique :

Elle est calculée à partir de la relation suivante dite formule de Wyllie :

 Δt_{lu} : Temps de parcours du trajet de l'onde sonique en face du niveau étudié.

 Δt_{ma} : Temps de parcours du trajet de l'onde sonique dans la matrice.

 Δt_f : Temps de parcours du trajet de l'onde sonique dans le fluide.

Cette porosité doit être corrigée de l'effet d'argile par la formule suivante :

 $Ø_{SC} = Ø_S - V_{Sh} \cdot Ø_{SSh}$

□ssh:Porosité sonique des argiles.

- Porosité de densité :

Elle est donnée par la formule suivante :



Avec :

 ρ_d : Densité globale lue en face du niveau étudié donnée en g/cc

 ρ_{ma} : Densité de la matrice.

ρ_f: Densité de fluide.

V_{Sh}: Volume d'argile.

 $Ø_D$: Porosité donnée par les outils de densité.

La porosité de densité doit être corrigée de l'effet de l'argile par la formule suivante :

Ø_{Dsh}: Porosité densité des argiles.

2- La saturation de l'eau

La saturation détermine la proportion du volume d'huile, de gaz ou d'eau contenu dans une formation. C'est le rapport du volume occupé par l'un de ces fluides au volume total des pores de la roche, elle est désignée par la lettre Sw et exprimée en %. On a plusieurs types de saturation :

 $Sw = V_w / \rho_s$: saturation en eau de la zone vierge.

 $S_{o} = V_o / V_{\rho s}$: saturation en huile.

 $S_{G\,\text{=}}\,V_G$ / $V_{\text{ps}\,\text{:}}$ saturation en gaz.

Avec :

$$S_W + S_o + S_G = 100\%$$
 et $V_W + V_o + V_G = V\rho_s$

Avec :

V_{W} : volume de l'eau.	V_{HC} : volume d'hydrocarbures.
V _G : volume de gaz.	$V_{\rho s}$: volume des pores saturés



3- La perméabilité

C'est la capacité d'une roche à permettre à un fluide donné de la traverser. Elle dépend fortement de la taille des grains, de la porosité et de la saturation. La perméabilité exprime la propriété de connectivité entre les pores au sein d'une roche sous l'effet d'une différence de pression. Elle s'exprime en darcys ou en milliDarcy. Elle peut être :

- Très faible, si elle est inférieure à 01 mD.
- Faible, si elle est comprise entre 01 et 10 mD.
- Médiocre, si elle est entre 10 et 50 mD.
- Moyenne, si elle varie entre 50 et 200 mD.
- Bonne, si elle est entre 200 et 500 mD.
- Excellente, si elle varie entre 01 D et 10 D.

4- La résistivité

La résistivité représente sa capacité à s'opposer à la circulation du courant électrique. Elle correspond à la résistance d'un tronçon de matériau d'un mètre de longueur et d'un mètre carré de section et elle est exprimée en ohm-mètre ($\Omega \cdot m$). On utilise aussi :

- le $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m} = 10^{-6} \ \Omega \cdot \text{m}$;
- le $\mu\Omega \cdot cm = 10^{-8} \Omega \cdot m$.

5- la densité

Est le rapport de sa masse volumique à la masse volumique d'un corps pris comme référence. Pour les liquides et les solides, le corps de référence est l'eau pure à 4 °C. La densité est une grandeur sans dimension et sa valeur s'exprime sans <u>unité de mesure</u>¹



II- pétrographie

L'étude pétrographique des séries triasiques dans l'Atlas Saharien occidentale est basée sur la description des logs stratigraphiques et les carottes prélevées lors des forages dans les différentes profondeurs.

La série triasique à travers les sondages effectués (NAS-1, ADB-1, ZRG-1, CC-1, EBD-1, OBKR-1), montre des faciès essentiellement détritiques, dans un complexe deltaïque et lagunaire, il est constitué à la base de conglomérat puissant suivi d'une alternance de grés moyen à grossier et moyen à fin parfois quartzitiques avec passées d'argiles à argiles silteuses et des dolomies.

Dans les sondages NAS-1, ADB-1 le Trias est caractérisé essentiellement par des faciès gréseux différents l'un par rapport à l'autre par sa granulométrie on distingue :

<u>1-</u> <u>Sondage NAS-1</u>: A partir des logs stratigraphiques et les résultats de carottes on a pu définir deux faciès gréseux dans ce sondage :

- <u>Faciès1</u> :

Ce faciès est représenté par un ensemble conglomératique, il renferme des grés compacts clairs, moyens à grossiers à stratifications planes parfois obliques, intercalés de quelques films d'argiles sous forme de joints stylolitiques.

En lames minces, il s'agit des grés à grés quartzitiques moyens à grossiers à ciments argileux au carbonaté. La photo de carotte ci-dessous montre ce faciès prélevé dans le sondage NAS-1 à une profondeur de 3674m.



Fig III.1 : conglomérat de sondage NAS-1. (Rapport interne Sonatrach)



<u>Interprétation :</u> ce faciès correspond à un faciès continental de type cônes alluviaux très proche de la source vue la tailles des éléments.

<u>Faciès2</u>: Il s'agit d'un grès compact, fin à moyen, stratification oblique, légèrement friable mal classé et très oxydé (ferecrête au sommet) à ciment essentiellement argileux riche en glauconies. Ce lithofaciès est généralement poreux et perméable.



Fig III.2 : grès moyen à fin de sondage NAS-1. (Rapport interne Sonatrach)

<u>Interprétation :</u> C'est un faciès déposé en milieu côtier, donc ce faciès est de type continental tidal, On est probablement en milieu deltaïque (Front de delta).

2- Sondage ADB-1 : caractérise par deux types de faciès bien distinct :

- <u>Faciès 1</u> : Il s'agit de grés beiges, moyens à grossiers composés essentiellement de quartz détritique à distribution unimodale, bien a moyennement classés, les grains de quartz sont accompagnés par d'autre éléments en proportion assez élevée, tel que l'argile (matrice) et les carbonates. avec présence d'anhydrite charbonneuse parfois carbonatée à ciment argileux.




Fig III.3 : grés moyen a grossier du sondage ADB-1. (Rapport interne Sonatrach)

<u>Interprétation</u> : Ce faciès est de type continental (cônes alluviaux) très proche de la source vue la taille des éléments supérieurs à 2 mm et leur forme anguleux.

- <u>Faciès 2</u> : il s'agit de grés fins à moyen brun rouge parfois beige à stratifications généralement obliques, gris clair sub anguleux à sub arrondit moyennement dur. Ces grés sont composés de grains de quartz, dont l'ensemble de ces éléments est pris dans un ciment parfois abondant, composés par ordre d'importance d'argile, des carbonates et accessoirement de silice.





Fig III.4 : grés moyen à fin du sondage ADB-1. (Rapport interne Sonatrach)

<u>Interprétation</u>: C'est un matériel provient des cônes alluviaux et qui a subi un long transport, déposé loin de la source, d'où la forme arrondi et émoussé des éléments, ce faciès est de type continental fluviatile avec intercalations de niveaux argileux de la plaine d'inondation.



III- L'extension latérale

Pour suivre l'extension latérale des deux faciès apparents dans la série argilo-gréseuse à travers les sondages (NAS-1, ADB-1, CC-1, ZRG-1, EBD-1, OBKR-1), deux directions ont été choisis depuis le sondage de référence NAS-1, l'une à partir du sondage NAS-1 au NE vers le sondage EBD-1 au SW, l'autre du sondage NAS-1 au NW jusqu'à l'extrême SE vers ZRG-1.

- L'extension latérale de faciès grés moyen à fin dans les sondages NAS-1, ADB-1 et ZRG-1

L'épaisseur de faciès grés moyen à fin dans les sondages (NAS-1, ADB-1 et ZRG-1) de direction NW-SE varie d'un puits à un autre.

On remarque que ce faciès est très épais dans le sondage NAS-1, dont il atteint jusqu'à 37m, par contre l'épaisseur de se facies diminue en allant vers SE, dont le sondage ADB-1 moins épais (10m) jusqu'à sa disparition totale dans le sondage ZRG-1 ou on ne trouve pas ce faciès.

- L'extension latérale de faciès grés moyen à fin dans les sondages NAS-1, CC-1, EBD-1

Pour ce faciès on constate la diminution de son épaisseur depuis NAS-1 jusqu'à EBD-1

Au niveau de sondage NAS-1 l'épaisseur de faciès grés moyen à fin est très importante d'environ 37m tandis qu'au niveau du sondage CC-1 est de 12m seulement et cette chute d'épaisseur continue même au niveau de sondage EBD-1 ou on compte juste 10m d'épaisseur.



Chapitre III : Analyse pétrophysique et pétrographique



Fig III <u>5</u> : profile de l'extension latérale de facies grés moyen a fin dans les sondage NAS-<u>1</u>, ADB-1, ZRG-1, CC-1, EBD-1.

L'extension latérale de faciès grés moyen à grossier dans les sondages NAS-1, ADB-1 et ZRG-1

Ce faciès a une épaisseur très importante au niveau de sondage NAS-1, il atteint jusqu'à 107m, mais cette épaisseur se diminue de plus en plus vers le sondage ADB-1 ou on compte 15m d'épaisseur, par contre on constate le développent de ce faciès au niveau de sondage ZRG-1 avec une épaisseur aussi importante d'environ 30m.

L'extension latérale de faciès grés moyen à grossier dans les sondages NAS-1, CC-1 et EBD-1

Dans le sondage de référence NAS-1, L'épaisseur de ce faciès est très importante.

On remarque la diminution d'épaisseur de ce facies en allant vers le sondage CC-1 avec une épaisseur de 8m, par contre il reprend vers le sondage EBD-1 avec une épaisseur de 20m.







<u>Fig</u> III.6 : profile de l'extension latérale de facies grés moyen a grossier dans les sondages NAS-1, ADB-1, ZRG-1, CC-1, EBD-1.



Fig III.7 : profile de l'extension latérale de facies grés moyen fin à grossier dans les sondages NAS-1 ; ADB-1, ZRG-1, CC-1, EBD-1.



IV-1 Présentation des puits choisis dans l'étude pétrophysique

L'application de l'étude pétrophysique (porosité et perméabilité) dans ce chapitre est réalisée à la base de calcul des paramètres pétrophysiques dans le sondage NAS-1 qui se situe dans la zone préatlasique, ainsi l'interprétation des résultats pétrophysiques de carottes à l'aide des diagraphies dans le sondage ADB-1 qui est planté au Nord du bloc 114a, à environ 20km à l'Est de la ville de Ain D'heb, à 62 km de la ville de Sougueur, et le sondage ZRG-1 qui se situe dans le même bloc à 65 km au Sud de la ville d'Ain D'heb dans la wilaya de Tiaret.

La carte ci-dessous montre le positionnement des différents puits.



Fig III.8 : <u>carte de position des puits choisis dans l'étude pétrophysique. (Rapport interne</u> <u>Sonatrach)</u>

IV-2 Les paramètres pétrophysiques calculés

Afin de déterminer la nature, l'existence ou l'absence des fluides en place des réservoirs Argilo-gréseux dans la région préatlasique, une évaluation des paramètres pétrophysique est nécessaire dans les sondages en question.

Les paramètres calculés dans cette étude sont essentiellement la porosité et la perméabilité dans les mesures de la disponibilité des données, autrement l'évaluation de ces paramètres est basée sur l'interprétation des résultats trouvés dans des intervalles carotté.



IV-3-1 Les résultats pétrophysique pour le puits NAS-1

A partir de tableau des données de porosité, perméabilité et profondeur concernant le sondage NAS-1, trois diagrammes ont été réalisés en fonction de ces paramètres.

Puits	Etage	Profondeur (m)	Por H (%)	Perm (md)
NAS-1	Trias	2825,5	1,9	2
NAS-1	Trias	2826	3	0,01
NAS-1	Trias	2826,5	1,1	0,12
NAS-1	Trias	2827	11,1	0,3
NAS-1	Trias	2827,5	14,2	1,55
NAS-1	Trias	2828	2,2	0,12
NAS-1	Trias	2828,4	3,5	0,24
NAS-1	Trias	3201	1,2	0,12
NAS-1	Trias	3215,1	1,5	0,12
NAS-1	Trias	3216,25	1,2	0,12
NAS-1	Trias	3216,9	1,6	0,18
NAS-1	Trias	3218,25	2,2	0,18
NAS-1	Trias	3235,6	2,5	0,18

 Tableaux III.1 : présentations des résultats pétrophysiques dans le sondage NAS-1. (Rapport interne Sonatrach)

Les données de tableau utilisées pour interpréter la distribution de la porosité / profondeur, perméabilité /profondeur et perméabilité/porosité, afin de déduire la caractérisation pétrophysique de ce réservoir.

L'évolution de ces couples cités ci-dessus sont analysés à l'aide des diagrammes binaires où l'axe des abscisses représente la profondeur ou la perméabilité et celui des ordonnés correspond à la porosité ou perméabilité.

Ce tableau des résultats pétrophysiques nous a permis de tracer trois diagrammes afin de les utilisés dans l'interprétation des réservoirs. On distingue:





- Distribution de la porosité en fonction de la profondeur pour le sondage NAS-1

Diagramme III.2 : porosité en fonction de la profondeur.

Interprétation :

Ce diagramme représente la distribution de la porosité en fonction de la profondeur dans le sondage NAS-1

On peut le subdivisé en trois intervalles :

- De 2825.5m à 2826.5m : En cet intervalle la porosité varie entre 1% à 3%.
- De 2827m à 3201m : la porosité est d'une valeur moyenne de 11% à la profondeur de 2827m, elle augmente jusqu'à 14% dans profondeur de 2827, 5m, mais on constate la chute de cette valeur jusqu'à 1% seulement dans profondeur de 3201m.

- De 3201m à 3235.6m :

Pour cet intervalle, on note la plus grande valeur de porosité en une profondeur de 3235,6m estimé de 2,5% tandis que la valeur minimal est de 1,2% corresponde à une profondeur de 3201m et 3216,25m.





Distribution de la perméabilité en fonction de la profondeur dans le sondage NAS-1.

Diagramme III.3 : perméabilité en fonction de la profondeur.

Interprétation :

La distribution de la perméabilité en fonction de la profondeur comme elle est représentée dans le diagramme ci-dessus montre des valeurs très faibles comprise entre 0,12 md à 0,18 md dans les profondeurs correspondent au trias argilo-gréseux. La plus grande valeur de perméabilité est de 2md correspond à une profondeur de 2825.5m, un autre pique est rencontré à une profondeur de 2827.5m estimée de 1.55md, quant aux profondeurs la valeur de perméabilité reste minable. Ces dernières correspondent au trias salifère.

Distribution de la porosité en fonction de perméabilité dans le sondage NAS-1.



Diagramme III.4 : porosité en fonction de la perméabilité.



Interprétation :

Ce diagramme de porosité en fonction de la perméabilité est le même que celui de porosité en fonction de profondeur dans lequel on a pu distinguer trois intervalles.

On constate que les valeurs de perméabilité varient de la même manière que la distribution des valeurs de la profondeur, de ce fait le pic le plus grand de diagramme correspond à la valeur de 1.55md de la perméabilité et de 14% pour la porosité.

IV-3-2 Les résultats pétrophysiques pour les puits ADB-1 et ZRG-1

Les résultats pétrophysiques (porosité – perméabilité) dans les puits ADB-1et ZRG-1 ont été calculées dans des intervalles carottées a des profondeurs variables.

Dans le puit ZRG-1 seulement un intervalle carotté a été pris en compte à une profondeur de 2965m à 2995m, qui est caractérisé par des valeurs de porosité très faible, tandis que dans le sondage ADB-1, les valeurs de porosité ont été calculées à partir de plusieurs échantillons (4) pris dans un seul intervalle carotté qui correspond à une profondeur comprise entre 1240m à 1260m.

Interprétation des résultats dans le puits ADB-1

- La distribution des valeurs de porosité et de perméabilité dans le sondage ADB-1 :

Echant (n°)	Prof (m)	Perm (md)	Por (%)	Densité (g /cc)
1	1253 ,22	16,557	11,21	2,653
2	1253,81	232,562	12,681	2,643
3	1254,83	139,643	11,333	2,645
4	1255,27	294,115	13,321	2,658

Tableaux III.5 : présentations des résultats pétrophysiques dans le sondage ADB-1. (Rapport interne Sonatrach)

Interprétation

Le Trias gréseux dans le puits ADB-1 présente des porosités généralement moyennes, associées à des perméabilités très faibles. Cependant, ce puits a montré des caractéristiques pétrophysiques très intéressantes, à des profondeurs comprises entre 1253.22 à 1255.27m. Les valeurs de porosités sont de 11.21, 12.68, 11.33 et 13.32 %, correspondant à des perméabilités de 16.56, 232.56, 139.64, 292.12mD.



Il est important de signaler que la suite d'analyse pétrophysique des échantillons des carottes 8 à 11, l'étude pétrographique et biostratigraphique des échantillons de carottes du slim hole ADB-1 sont en cours de réalisation.

Résultats d'interprétation

Le Trias gréseux du puits ADB-1 a montré des caractéristiques pétrophysiques intéressantes à des profondeurs comprises entre 1253.22 à 1255.27m, de là on peut déduire que ce réservoirs a un intérêt pétrolier. Donc c'est un réservoir conventionnel.



Fig III.9 : <u>Elan du puits ADB au niveau du réservoir Triasique montrant la porosité dans</u> <u>l'intervalle carotté. (Rapport interne Sonatrach).</u>



Interprétation des résultats dans le puits ZRG-1

En basant sur les résultats calculés dans le seul intervalle carotté effectué dans le puits ZRG-1 à la profondeur comprise entre (2965m-2995m), on constate que les valeurs de porosité de ce niveau gréseux sont très faibles, comptées de 2% à 4 % comme il est mentionné dans la figure ci-dessous.

Un important programme d'analyses géochimiques, pétrographiques, palynologiques et pétrophysiques, est en cours de réalisation au niveau de la Division Laboratoire de Sonatrach.

L'objectif de ces analyses étant l'étude des systèmes pétroliers reconnus par le forage. L'intégration de ces données dans un modèle géologique englobant toutes les données existantes, géologiques et géophysiques nous permettra d'évaluer le potentiel de ces systèmes.

Résultats d'interprétation

On pourrait juger que le faciès gréseux du trias dans cet intervalle carotté a des faibles porosités, conformément aux valeurs des paramètres pétrophysiques calculées dans le puits ZRG-1 à la profondeur de 2965m à 2995m.



Chapitre III : Analyse pétrophysique et pétrographique



Fig III.10 : <u>Elan du puits ZRG au niveau du réservoir Triasique montrant la porosité dans</u> l'intervalle carotté. (Rapport interne Sonatrach).



V- Conclusion

En termes de synthèse des paramètres pétrophysiques (Porosités et Perméabilités) réalisés sur carottes des puits NAS-1, ADB-1, et ZRG-1 on a pu déduire la typologie des réservoirs triasiques dans la zone préatlasique.

La distribution des paramètres pétrophysiques à travers les sondages cités précédemment montre l'existence de deux types de réservoirs.

Au niveau des séries gréseuses de sondage ADB-1 qui est considéré le plus intéressant, les porosités généralement sont moyennes associées à des perméabilités très faibles. Cependant le Trias gréseux a montré des caractéristiques pétrophysiques intéressantes à des profondeurs comprises entre 1253.22 à 1255.27m, de là on peut suggérer que ce réservoirs a un intérêt pétrolier important dans cet intervalle carotté, donc c'est un réservoir conventionnel.

Par contre au niveau de Trias gréseux dans le sondage NAS-1 les résultats pétrophysiques montrent des valeurs de porosité très faibles qui varient entre 1.2 à 2.5% à des profondeurs comprises entre 3201m à 3235.6m, cette dernier correspondant à des valeurs de perméabilités très faibles qui varient de 0.12 md à 0.18md, ce qui explique qu'au niveau de ce sondage on a des paramètres pétrophysiques très faibles et cela implique qu'il s'agit d'un réservoir compact non conventionnel.

Le même cas dans le niveau gréseux de sondage ZRG-1, dont la porosité calculée dans l'intervalle carotté à une profondeur comprise entre (2965m à 2995m) varie de 2 à 4% (faible à médiocre), donc on suppose que ce puits présente un réservoir sans aucun intérêt pétrolier, il s'agit d'un réservoir compact non conventionnel.



Chapitre IV : Possibilité d'Alimentation

1-Introduction

Des indices d'hydrocarbures (Huile, Bitume, gaz) ont été rencontrés dans certains forages réalisés dans la zone préatlasique, ce qui témoignent de l'intérêt pétrolier de cette région et l'importance d'une étude cartographique pour réaliser des cartes en isobathe des niveaux roches mère, afin de définir avec précision les zones kitchen et les voies de migration empruntées par les hydrocarbures, et aussi l'importance de réalisation d'un complément de data géochimiques pour définir tout les niveaux roches mère susceptible de gérer les hydrocarbures et les voies de ces derniers pour alimenter les réservoirs dans cette région.

2-Lithostratigraphie des niveaux roches mère

D'après les études pétrographiques effectuées dans la zone des hauts plateaux et la zone préatlasique certains nombre de niveaux lithostratigraphiques pouvant constituer des roches mère potentielles ont été rencontrés on distingue :

Le Crétacé inférieur : Constitue un niveau roche mère important. Il est composé de l'intercalation grès gris blancs, silico-argileux et de calcaire gris beige à gris claires argileux oolithiques avec des passées de marnes gris à gris verdâtre indurées silteuses.

Cette roche mère a commencé à générer de l'huile vers 95MA (Sénonien) dans la zone du puits TTA1 et 90MA dans la zone de BCH-1.

- Le Jurassique : Il est constitué par des marnes intercalées par des calcaires déposées dans un environnement profond (Aït Ouali, 19991, Elmi et al. 1998), suivis par des calcaires de couleur gris sombre et des grès et des argiles (in Bracene 2002), il est représenté par :
- ✓ <u>Lias</u> : Comprend des argiles silteuses grises foncées parfois calcaires avec quelques passées de calcaires.
- ✓ <u>Dogger</u> : Constitué de Bathonien, ce dernier est constitué par des argiles grise à gris verdâtre indurées et silteuses et des grés grises à gris noire avec des passées de niveaux marneux gris et intercalations de calcaires tandis qu'au Callovien, il est présenté par une alternance d'argiles grises foncées à noirâtres et de calcaires microcristallin argileux.



✓ <u>Malm (Portlandien)</u>: Il se compose d'une alternance de calcaires gris à gris claire argileux à fossiles et de marnes grises avec des passages d'argile marron noir parfois gris sombre indurée carbonatée.

Taux de transformation du kérogène: Du point de vue transformation de la matière organique contenue dans la roche mère Crétacé inférieur, cette dernière a commencé à subir un crackage plus ou moins rapide à partir de 90 Ma pour atteindre à l'actuel a un taux de transformation de 45% % TTA-1, et à peine 25% dans la région de BCH-1. La transformation de la matière organique du niveau roche mère Callovien a débuté vers 105 Ma pour atteindre à l'actuel les 88% à REM-1, et à peine 25% au niveau de BRZ-1. Le kérogène du niveau roche mère Domérien a commencé à craquer vers 140 Ma à AMI-1 et 95 Ma à NAS-1 pour atteindre à l'actuel un taux de transformation respectivement de 55% et 40%.

3-La roche réservoir : D'après les études antérieures quatre niveau de roches réservoirs ont été mis en évidence par rapport aux résultats d'étude pétrophysique, il s'agit de :

- Carbonifère gréseux sommital : Décrit dans certaines carottes comme un réservoir poreux et perméable.

-Trias détritique: Avec des porosités variables (2 à 13%) et des perméabilités de l'ordre de 2 à 294 md.

Le Lias inférieur à moyen dolomitique: Avec une porosité primaire de l'ordre
4% parfois de 11.25% et une perméabilité variable allant de 0.1 à 20md. Il pourrait être
potentiel en ayant une importante porosité secondaire.

- Le Lias supérieur : Il est constitué de dolomies et de calcaires dolomitiques. Ces faciès ont été décrits par Fournie D. en. 1964 dans les puits hydrauliques des Hauts Plateaux pourraient être considérés comme étant de bons niveaux réservoirs.

- **Dogger :** Souvent représentés par des niveaux réservoirs mixtes constitués par des dolomies cristallines et des formations argilo- gréseuses. (f 0.5 -3% jusqu'à 10%)

- Callovo-Oxfordien gréseux: (f 0-10%) avec des valeurs de perméabilités inexistantes.



4-La roche couverture

Dans les sondages effectués, dans la zone préatlasique la formation de **Trias salifère** sommitale peut jouer le rôle de la couverture mais localement car son extension est réduite et ne peut assurer la couverture des réservoirs détritiques à la base de Trias.

D'autres roches couvertures ont été décrites d'après les études précédentes on distingue :

- **Toarcien :** représente une couverture marno- calcaire régionale d'épaisseur très réduite de l'ordre de 15m.
- Callovo Oxfordien argileux : de petite extension qui se limite à la région du graben de Telagh.
- **Kimméridgien- Portlandien argileux:** les niveaux argileux pouvant assurer la couverture des niveaux réservoirs détritiques intercalés.



Fig IV.1 : schéma explicatif des systèmes pétrolier au sein de méso-cénozoïque. (Rapport interne

Sonatrach).



5-Possibilité d'alimentation

Plusieurs pièges sont présents dans les zones des hauts plateaux (études antérieurs) et aussi dans la zone préatlasique, ce qui témoigne son intérêt pétrolier.

La structuration des bordures de cette zone (Nord et Sud) en anticlinaux constituent des zones privilégiées vers les quelles ont pu migrer les hydrocarbures durant le secondaire et le tertiaire.

L'alimentation des réservoirs Triasiques (Argileux-gréseux) dans la région préatlasique a probablement eu lieu dés le début de tertiaire.

Au cours de la période jurassique et Crétacé supérieur la roche mère a atteint la phase à l'huile et depuis les hydrocarbures ont commencé à circuler à travers les failles durant la phase compressive de Tertiaire, la migration de ces hydrocarbures a eu lieu de plus en plus vers les zones hautes de cette région. A l'exception de quelques régions qui affrontent à cet endroit les réservoirs triasiques par des accidents majeurs, cela permit la migration des hydrocarbures de manier latérale.

Les indices de gaz retrouvés au niveau du Trias des sondages CC-1 et CED-1 et de la fluorescence sur carottes, sont probablement d'origine plus profonde, tel que le Carbonifère (GME-1 : COT 3%), au bien de la migration du gaz généré par le Callovien qui est en phase à gaz sec dans la région de Remaïlia et Brézina.



Fig IV.2 : indice de gaz au niveau du trias de sondage CC-1.(Rapport interne Sonatrach).





Fig IV.3 : <u>Richesses en COT et possibilités d'alimentation du Trias à partir du Carbonifère</u> <u>dans le sondage GME-1. (Rapport interne Sonatrach).</u>

Dans le sondage ADB-1, une série très épaisse d'argile noire attribuée au stéphano Auténien est traversée, quelques niveaux sont considérés comme une roche mère, mais nous n'avons pas d'analyse géochimique.



Fig IV.4 : Indice de roche mère carbonifère dans le sondage ADB-1. (Rapport interne Sonatrach).



L'alimentation peut se faire aussi à partir du Jurassique, notamment le Toarcien, où il a donné des valeurs de COT appréciables dans la région d'étude tel que DOG-1 et BO-1, mais son extension est inconnue. D'autres niveaux roches mères peuvent contribuer à l'alimentation du Trias argilo gréseux, il s'agit particulièrement du Callovien argileux, analysé au puit REM-1 (Bassin de Telagh) et BCH-1 où il se trouve en phase à gaz.



Fig IV.5 : <u>Possibilité d'alimentation du Trias à partir du Lias : Faciès et paléogéographie</u> <u>du Toarcien. (Rapport interne Sonatrach).</u>

Transects sismiques

Des transects sismiques ont été établi pour voir la géométrie des bassins, ils ont une direction NE-SO traversant l'avant fosse Sud tellienne au nord et la zone pré atlasique au Sud (Fig. IV-6) et le deuxième transect traverse les Hauts Plateaux au et la zone pré atlasique et l'Atlas Saharien sens stricte au Sud. Les roches mères déjà citées seront plus matures dans les zones bassins à savoir le Sillon de Telagh, l'avant fosse Sud telienne et le sillon atlasique, elles peuvent alimenter les réservoirs triasiques et liasiques situés dans des zones hautes relativement, notamment, les Hauts Plateaux et la zone pré atlasique.





Fig IV.6 : <u>Transect sismique passant par les zones pré Atlasique et l'Avant fosse Sud</u> <u>tellienne. (Rapport interne Sonatrach).</u>





Fig IV.7 : <u>Transect sismique passant par la zone pré Atlasique, les Hauts Plateaux et l'Atlas</u> <u>Saharien. (Rapport interne Sonatrach).</u>



6-Conclusion

Dans la zone préatlasique, des indices d'hydrocarbures (gaz) ont été rencontrés dans plusieurs sondages (CC-1, GME-1, BCH-1, DOG-1), ce qui témoigne de l'intérêt pétrolier de cette zone.

Les indices d'hydrocarbures qui se trouvent au niveau des réservoirs Triasiques sont probablement prévenant soit des zones en position haute telle que les roches mères de Lias (Toarcien, Domien) retrouvées dans la région de doghmane, ainsi que les roches mères de Dogger (Bathonien, Callovien) qui affleure dans la région de Telagh, au bien à partir de la roche mère qui se trouve en bas de ces réservoirs, il s'agit dans ce cas des formations Carbonifères retrouvées dans la région de ADB-1 et GME-1.

De là on constate que l'alimentation des réservoirs Triasiques peut se faire de deux façons différentes :

Soit latéralement par les formations Jurassiques d'en haut et cela à la faveur des accidents majeurs, qui permit la circulation directe des hydrocarbures à travers les fissures et les failles

Soit du bas vers le haut (roche mère Carbonifères vers les réservoirs) et cella dû à la densité faible des hydrocarbures, qui ont tendances à circuler vers le haut sous forme de gaz à travers les fissures et les vides existants dans les formations.



Chapitre V : Conclusion Générale

Conclusion

La reconstitution de la géométrie et la dynamique des bassins Triasique dans la zone pré atlasique est l'objectif visé derrière la réalisation de ce travail. On appuyant sur les travaux fais en ce sujet dans cette même région, de plus à l'aide de l'analyse stratigraphique et la stratigraphie séquentielle à travers tous les sondages effectués dans la région pré atlasique on a pu atteindre notre objectif en question.

1-Stratigraphies

Le découpage séquentiel effectué à travers les séries triasiques de l'Atlas Saharien Occidental à partir des méthodes de la stratigraphie séquentielle, a permis de définir plusieurs cortèges sédimentaires (LST, TST, HST), qui forment ensuite des séquences d'IVème ordre reflétant les variations de niveaux marin, la succession de ces trois cortège formant un cycle de troisième ordre. Ces derniers constitues un supercycle de deuxième ordre (formation).



A travers les séries triasique argilo-gréseux étudie dans la zone préatlasique on a pu déduire quatre supercycles qui permet d'établir les équivalents en Ages suivante :



2-Corrélations

A l'aide des corrélations diagraphiques et stratigraphiques établies à travers les séries triasiques entre les principaux sondages de la zone préatlasique (Atlas Saharien Occidentale), ont permis de distinguer deux bassins à géométrie losangiques orientées NE-SW, limitant au NW par l'Accident Sud mésétien, et au SE par l'Accident Nord Atlasique. Ces deux bassins



sont séparés l'un de l'autre par un haut- fond d'orientation Est- Ouest qu'on appelle la ride Souiga- Mellah là où sont implanté les sondages CC-1 et GME-1.

3-Pétrophysiques

D'âpres l'analyse des paramètres pétrophysiques (porosité - perméabilité) calculés à travers les séries triasiques gréseux dans certains niveaux carotté des trois sondages de la zone préatlasique (NAS-1, ADB-1, ZRG-1) ont permis de distinguer malgré le manque d'analyse pétrophysique des échantillons dans les sondages ADB-1 et ZRG-1 qui sont en cours de la réalisation au niveau de la Division Laboratoire de Sonatrach l'existence de deux principaux réservoir :

- Conventionnelle : les paramètres pétrophysiques montrent des valeurs de porosité importante comprises entre 11% à 13%, ce que indique un intérêt pétrolier
- Non conventionnelle : les valeurs de porosité dans certains sondages sont très faible varient entre 2% à 4 %.

4-Possibilité d'alimentation

Des indices d'hydrocarbure (gaz) ont été rencontrés dans certains réservoirs triasiques (gréseux) de déférents sondages de la zone préatlasique. Cela témoigne son importance pétrolier, c'est pourquoi on peut suggérer deux possibilités de voies d'alimentation qui peuvent prévenir soit de bas à partir de la roche mère (Carbonifère), soit latéralement par les formations jurassique à travers les fractures les failles majeurs.



Listes des Figures

Chapitre I

Figure I.1 : les principaux domaines géologique du Nord de l'Algérie (R ; Bracene 2002)3
Figure I.2 : Schéma structural du Nord de L'Algérie, principaux accidents et diapirs du système atlasique (Bracéne et Al, 2002)
Figure I.3 : Direction des phases de déformation de L'Atlas Saharien au cours de Méso- Cénozoïque d'après Bettahar 20099
Figure I.4 : Modèle géodynamique envisage pour le trias (Ait Ouali, 1991)10 Figure I.5 : Modèle géodynamique envisage pour Lias inf-moyen (Ait Ouali, 1991)11
Figure I.6 : Situation géographique de la région d'étude, dans L'Atlas Saharien occidental et la Méséta oranaise
Figure I.7 : stratigraphie de L'Atlas Saharien Occidentale (Rapport interne Sonatrach)14
Figure I.8 : Coupe schématique de L'Atlas Saharien Occidental (Echelle verticale non respectée) (A. Cherigue, 2002)17

Chapitre II

Figure II.1 : Modèle de la stratigraphie séquentielle d'Exxon (Vail, al ; 1977)	22
Figure II.2 : Schéma explicatif de la séquence de dépôt	23
Figure II.3 : Schéma explicatif des facteurs responsables de la formation de séquence de dépôt	23
Figure II.4 : Carte géologique montre la localisation des sondages dans L'Atlas saharien occidentale (zone pré Atlasique) (Rapport interne Sonatrach)	25
Figure II.5 : Charte eustatique, <i>Sloss et al. 1988 ; nomenclature modifiée</i> Figure II.6 : Découpage séquentielle a traves le trias du sondage NAS-1	26 30
Figure II.7 : Découpage séquentielle a traves le trias du sondage ADB-1	.33
Figure II.8 : Découpage séquentielle a traves le trias du sondage ZRG-1	.37
Figure II.9 : Découpage séquentielle a traves le trias du sondageCC-1	.39

Figure II.10 : Découpage séquentielle a traves le trias du sondage EBD-141
Figure II.11 : Découpage séquentielle a traves le trias du sondage OBKR-143
Figure II.12 : Corrélations diagraphiques a traves les sondages NAS-1, CC-1, EBD-1,
OBKR-145
Figure II.13 : Corrélations diagraphiques a traves les sondages NAS-1, ADB-1, ZRG-1 47
Figure II.14 : Corrélations diagraphiques a traves les sondages NAS-1, ADB-1, ZRG-1, CC-1, EBD-1, OBKR-1
Figure II.15 : Carte de la distribution des facies de supercycle UAA351
Figure II.16 : Carte de la distribution des facies de supercycle UAA4

Chapitre III

Figure III.1 : conglomérat de sondage NAS-1(Rapport interne Sonatrach)
Figure III.2 : grès moyen à fin de sondage NAS-1(Rapport interne Sonatrach)60
Figure III.3 : grés moyen a grossier du sondage ADB-1(Rapport interne Sonatrach)61
Figure III.4 : grés moyen à fin du sondage ADB-1(Rapport interne Sonatrach)62
Figure III.5 : profile de l'extension latérale de facies grés moyen à fin dans les sondages NAS-1, ADB-1, ZRG-1, CC-1, EBD-1
Figure III.6 : Profile de l'extension latérale de facies grés moyen a grossier dans les sondages NAS-1, ADB-1, ZRG-1, CC-1, EBD-1
Figure III.7 : Profile de l'extension latérale de facies grés moyen a grossier et grés moyen a fin dans les sondages NAS-1, ADB-1, ZRG-1, CC-1, EBD-1
Figure III.8 : carte de position des puits choisis dans l'étude pétrophysique (Rapport interne Sonatrach)
Figure III.9 : Elan du puits ADB au niveau du réservoir Triasique montrant la porosité dans l'intervalle carotté (Rapport interne Sonatrach)71
Figure III.10 : Elan du puits ZRG au niveau du réservoir Triasique montrant la porosité dans l'intervalle carotté (Rapport interne Sonatrach)

Chapitre IV

Figure IV.1 : schéma explicatif des systèmes pétrolier au sein de méso-cénozoïque (Rapport interne Sonatrach)	77
Figure IV.2 : indice de gaz au niveau du trias de sondage CC-1(Rapport interne Sonatrach).	78
Figure IV.3 : Richesses en COT et possibilités d'alimentation du Trias à partir du Carbonifère dans le sondage GME-1(Rapport interne Sonatrach)	79
Figure IV.4 : Indice de roche mère carbonifère dans le sondage ADB-1(Rapport interne Sonatrach)	79
Figure IV.5 : Possibilité d'alimentation du Trias à partir du Lias : Faciès et paléogéographie du Toarcien (Rapport interne Sonatrach)	80
Figure IV.6 : Transect sismique passant par les zones pré Atlasique et l'Avant fosse Sud tellienne (Rapport interne Sonatrach)	81
Figure IV.7 : Transect sismique passant par la zone pré Atlasique, les Hauts Plateaux et l'Atlas Saharien (Rapport interne Sonatrach)	82

Liste des tableaux et diagrammes

Chapitre III

Tableaux III.1 : présentation des résultats pétrophysiques dans le sondage NAS-1	67
Diagramme III.2 : porosité en fonction de la profondeur	68
Diagramme III.3 : perméabilité en fonction de la profondeur	.69
Diagramme III.4 : porosité en fonction de la perméabilité	.69

Référence Bibliographique

Aït Ouali, R. (1991).- Le rifting des Monts des Ksour au Lias: Organisation du bassin, diagénèse des assises carbonatées, place dans les ouvertures mésozoïques au Maghreb. *Thèse ès -Sciences, Univ.'Alger.* 306 p.

Achoui, M. (2011)- Analyse de l'Accident Nord Atlasique des chainons Antar/Amrag (Atlas Saharien Occidental) : Géométrie et Cinématique. Thése Magister. Univ H.B.Alger.168p.

- **Bassoulet J.P. (1973).** -Contribution à l'étude stratigraphique du Mésozoïque de l'Atlas Saharien Occidental (Algérie) .Thèse Sci.Nat.Univ.Paris6, 2 t.
- Belfar, F. (2000)- Géométrie et dynamique des bassins triasique de l'Atlas Saharien Occidental (Algérie). Thèse Mag. USTHB. Algérie. 102p.
- **Bettahar A. (1996).-** Analyse structurale d'un tronçon de l'Accident Sud Atlasique El Kohol (Brézina) Atlas Saharien Occidental (Algérie). Bulletin du Service Géologique de l'Algérie Vol.8.n 1.
- **Bettahar, A. (2009)** Les Accidents majeurs de l'Atlas Saharien Central et les structures associées, Géométrie, Cinématique et Interprétation d'un secteur Clé de l'évolution de la chaine. Thèse Doctorat. D'Etat, Université.H.B.Alger.210p.
- **Bertraneu, J. (1952)** Le Miocène marin du revers septentrional du bassin du Hodna (parie orientale). Bull. Serv.Geol.Fr.6éme série., t.2, pp275-281.

Boudjema A. (1987)- Evolution structural du basin pétrolier « triasique » du Sahara Nord oriental (Algérie).thèse Doctorat. D'Etat, Université. P et M. Curie – Paris (France), n°220.

Bouillin, J.P. (1986)- Le bassin maghrébin : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'Ouest des Alpes, Bull. Soc. Géol. Fr.

Bourezg, S. (1984). -Evolution géodynamique de la bordure fragile Sud mésétienne : Le djebel Nador de Tiaret. Etude sédimentologique et structurale. *Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Pau.*, 215p.

Bracene, R. (2002). - Géodynamique du Nord de l'Algérie: Implications sur la recherche pétrolière. 2002. Thèse de doctorat, Univ. Cergy Pontoise 2 Vol., 300 p.

Busson, G. (1973)- Le Trias évaporitique d'Afrique du Nord et d'Europe Occidentale, données de paléogéographie et les conditions de dépôt. Bull. Soc. Géol. Fr. (7) XVI. N°6. Pp. 653-665.

Cherigui, A. (2002)- les monts des Ksour. Atlas Saharien Occidental. Structure et tectonique. Thése Mag. USTHB, 109p.

Cornet, A. (1952)- L'Atlas Saharien Sud Oranais. Monographies régionales. 1ére série : Algérie n°12 XIX congrès géol. International.

Delfaud, J. (1973)- Les grands traits de la paléogéographie de l'Algérie septentrionale durant le Jurassique supérieur et le Crétacé inférieur. Bull. Géol. Fr. Suppl. au t . XVI, n°6, p167-168.

Du Dresnay R. (1951)- Sur la présence d'un accident tectonique en bordure nord du Haut Atlas marocain-Atlas saharien). C.R. Acad. Sci. Paris, 232 : 997-999.

- **Durand Delga, M. (1969)-** Mise au point sur la structure du Nord-Est de la Bérbérie. Pub. Serv. Géol. Algérie N.
- Emberger, J. (1960). Esquisse géologique de la partie orientale des Monts des Oulad Naïl, Atlas Saharien. Pub. Serv. Carte géol. Algérie, nouv. Série, n° 27, 398 p.
- Galloway, W.E. (1989)- Séquences stratigraphiques génétiques dans l'analyse de bassin. AAPG Bull., V. 73.
- Galmier D. (1951)- Sur l'existence d'un accident tectonique nord atlasique dans la région de Forthassa. C.R. Acad. Sci. Paris, 232 : 999-1001.

Guillemot. (1972)- Notice et carte géologique d'Ain Rich (Algérie) 1/200000.

Guirand, R. (1985)- Corrélation senestre les principaux évènements géodynamiques enregistres du Trias a nos jours sur les marges alpine et atlasique de la plaque africaine. Mém. De la Fac. Des Sc. De Marrakech.

Guirand, R. (1990)- Evolution post triasique de l'avant pays de la chaine Alpine en Algérie.D'après l'étude du bassin du Hodna et les régions voisines. Thèse Doctorat és Science.Nice. 270p.

- Kacemi, A. (2013)- Evolution lithostructurale des Monts des Ksour (Atlas Saharien, Algerie) au cours du Trias et du jurassique : Géodynamique, Typologie du bassinet Télédétection. Thèse Doctorat és Science, Univ A.B.B.Tlemcen.P 249.
- Kazi Tani, N. (1986). Evolution géodynamique de la bordure Nord africaine : le domaine intraplaque Nord algérien. Approche mégaséquentielle. Thèse ès Sciences, Univ. Pau, 2 tomes, 871 p.

Kieken, M. (1962)- Esquisse tectonique de l'Algérie. Exposé sur les connaissances actuelles de la structure de l'Algérie et présentation d'une carte tectonique au 1/1000 000. Pub .S.C.G.A.n.s.,n°31, 16p., 2pl, 1carte.

Mekahli, A. (1996)- Hettangien-Bajocien supérieur des Monts des Ksour :Biostratigraphie, Sédimentologie, évolution paléogéographique et stratigraphique séquentielle. Thèse doctorat d'état Univ.d'Oran.

Menchikoff, N. (1951)- La paléogéographie du Sahara aux temps primaires. Travaux de l'Institut de recherches Sahariennes, Algérie.

Mitchum RM Jr. (1977) - Stratigraphie sismique et changements globaux du niveau de la mer, partie 11: glossaire des termes utilisés en stratigraphie sismique. Voir Payton 197.

Pautot, G. Le Pichon X. (1973)- Résultat scientifiques du programme JOJDES. B.S.F.G (7). XV,n°5-6, P403-425.

Posamentier HW, Vail PR. (1988)- Contrôles eustatiques sur les dépôts clastiques II - modèles de séquences et de systèmes systématiques. Voir Wilgus et al 1988, pp. 125-54.

Proust, F. (1977)- L'Accident de Tizi n'Test et le role des décrochements dans la tectonique du Haut Atlas Occidental (Maroc). Bull.Soc. Geol. Fr.7(19) 541-551.

Ritter, E. (1902)- Le Djebel Amour et les Monts des Ouled Nail. Bull. Carte Géol. Algérie. 2° série, n°3, 100p, 4 pl. h.t.

Salvan, H.M (1974)- Les séries salifères du Trias marocain : caractères généraux et possibilité d'interprétation. B.S.G.F. (7),XVI, n°6, p724-732.

Sloss LL. (1988)- Quarante ans de stratigraphie séquentielle. Geol. Soc. Un m. Bull, 100: 1661-65.

Vail, PR. (1987)- Interprétation stratigraphique sismique utilisant la stratigraphie séquentielle. Partie I: Procédure d'interprétation de la stratigraphie sismique. Dans l'Atlas de la stratigraphie sismique, éd. AW Bally, pp. 1-10. Un m. Assoc. Essence. Geol. Goujon. Geol. No. 27, Vol. 1. 125 pp.

Vila, J.M. (1980)- La chaine alpine d'Algerie orientale et des confins algéro-tunisiens. Thése és Sci. Paris VI, 2t., 665p.