

UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA
FACULTÉ DES HYDROCARBURES, DES ÉNERGIES RENOUVEALABLES ET
DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Département des Sciences de la Terre et de l'Univers.



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En Vue De L'obtention Du Diplôme de Master en Géologie

Option : Géologie Pétrolière

THEME

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DES CARACTERISTIQUES
GEOLOGIQUES ET PETROLIERES DU RESERVOIR **TAGI** DE
LA REGION DE HAUD BERKAOUI (Cas du champ de
Berkaoui et Benkahla sud)**

Soutenu publiquement par :

**M. BENSACIA HOUDAIFA
M. AIMENE CHAOUKI**

Le 2015/2016

Devant le jury :

Présidente :	M ^{me} . HMADE NABILA	M. A. A Univ. Ouargla
Promoteur :	M. SATOUH ADEL	M. A. A Univ. Ouargla
Examineur :	M. HAEROUCHI LAKHDER	M. C. A Univ. Ouargla

Année Universitaire : 2015/2016

REMERCIEMENTS

Avant tous, louange a ALLAH tout puissant pour ce qu'il Nous a donné, santé et courage, et les moyens afin que nous Puissions suivre nos études et réaliser ce travail.

Au terme de cette étude mes pensées vont vers ceux qui, Tout au long de ce travail m'ont soutenu et prodigué leurs conseils.

Je voudrai remercier plus particulièrement Ma mère et Mon père pour le soutien et l'encouragement dès ma naissance et jusqu'à présent je tiens à exprimer ma reconnaissance; Et pour la confiance qu'ils mon accordée.

Je voudrai remercier toute la famille BENSACIA ET AIMEN

Je tiens à remercier sincèrement Monsieur SATOUH ADEL, qui, en tant que Directeur de mémoire, s'est toujours montré à l'écoute et très disponible tout au long de la réalisation de ce mémoire, ainsi pour l'inspiration, l'aide et le temps qu'il a bien voulu me consacrer.

Nous tenons à remercier les membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant de juger et d'évaluer notre travail, ainsi qu'aux enseignants du département de géologie.

Merci, a tous les enseignants du département des sciences de la terre Université Ouargla pour tous les efforts fournis durant ma formation soit dans les études de graduation et de post- graduation.

Merci a tous les amis

Merci

Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

*A ma très chère mère **Benaceur Fadila**, qui me donne toujours l'espoir de vivre et qui n'a jamais cessé de prier pour moi.*

*A mon père **Mouhamed**.*

*A tous mes frères **Yassine- Adnane** et **Belkhir** et mes sœurs **Kelthoum- Soumia- Bouthayna** et **Abir**.*

A messieurs Satouh Adel pour leurs aides et encouragements.

A mes meilleurs amis : Abdelaziz –B. Sofiane –Lahcen-Hamada- Moustafa-Takay-Imad-Adel- Chaouki –Bouzidi.B –Salah-Lazhar—Mouhamed B-Lahmidi. Tous les amis de Argoub et tous mes amis de primaire et secondaire et promotion GP sans oublié Mes amis de Face Book,

A mon binôme Ben sacia Houdaifa

*Sans oublié aussi tous les familles **Hçini** et **Belahcen** et **Righi***

A Tous ceux que j'aime et je respecte.

A. Chaouki 2016

Dédicaces

Je dédie mon travail

*A celui qui m'a donné vie et qui m'as apporté sans cesse
Son amour, grandes mères.*

« AICHA ET SAADIA »

*A mon très cher père « IBERAHIM » , pour ses encouragements,
son soutien, surtout pour son amour et son sacrifice afin que rien
n'entrave le déroulement de mes études.*

*A Ma très chère mère « SOUHILA » qui m'a apporté sans cesse amour,
Soutien et encouragement ; et qu'elle trouve ici l'expression de mes
vives reconnaissances.*

*Mes très chères frères (Abd elbaste et Abd arreahtmean et lokmen et
mes très chères sœurs; (Roqiaia, Fatima)*

Toute la famille BENSACIA ; Mon binôme : Aimene chaouki

Tous mes amis surtout :

*Ibrahim, Hakim, Cherife, Tifa, Khaled, Youcef, Dia, Aissa,
Tarek, , Hassna, Maroua et Hanane sans oublié Mes amis de*

Face Book,

Mon promos « GP » 2016

A Tous ceux que j'aime et je respecte.

SOMMAIRE

Introduction générale	
Objectifs	
I. 1. Généralités	
I. 2. Cadre géographique d'Oued M'ya	3
I. 3. Introduction	4
I. 4. Cadre géologique de la région de Haoud Berkaoui (HBK)	5
I. 5. Les champs de la Région	6
I. 6. Le cadre tectonique.....	7
I. 6. 1. L'orogénèse hercynienne	8
I. 6. 2. Les déformations Alpines	8
I. 6. 3. Les différentes phases tectoniques ayant affecté la région de Benkahla	8
II. Etude du champ de Haoud Berkaoui.....	10
II. 1. Introduction	10
II. 2. Synthèse géologique du champ de Berkaoui.....	11
II. 2. 1. Cadre structurale.....	11
II. 2. 2. Evolution tectonique et structurale de la région	Erreur ! Signet non défini.
II. 2. 3. Les caractéristiques structurales du champ de berkaoui. Erreur ! Signet non défini.	
Carte Isobathe.....	Erreur ! Signet non défini.
Cartes Isopaques	Erreur ! Signet non défini.
Carte iso-épaisseur utile.....	Erreur ! Signet non défini.
II. 3. La stratigraphie du champ de Haoud-Berkaoui.....	Erreur ! Signet non défini.
1. Cénozoïque.....	Erreur ! Signet non défini.
2- Mésozoïque	Erreur ! Signet non défini.
3- Paléozoïque	Erreur ! Signet non défini.
II. 4. Aperçu sur les trois réservoirs du champ	19
II. 4. 1. Série inférieure	19
II. 4. 2. Trias argilo- gréseux T1	19
II. 4. 3. Trias argilo- gréseux T2:.....	19
II. 5. La synthèse pétrolière du champ Berkaoui	22
II. 5. 1. Le système pétrolier.....	Erreur ! Signet non défini.
II. 5. 1. 1. La roche mère	Erreur ! Signet non défini.
II. 5. 1. 2. La roche réservoir	Erreur ! Signet non défini.

II. A. Interprétation des cartes du réservoir pétrolière du champ Berkaoui	Erreur ! Signet non défini.
□ Carte en isoporosité utile moyenne du réservoir	Erreur ! Signet non défini.
□ Cartes en iso-perméabilité	Erreur ! Signet non défini.
□ Cartes en iso-saturation en eau (SW) du réservoir	Erreur ! Signet non défini.
II. 5. 1. 3. La roche couverture :	Erreur ! Signet non défini.
II. 5. 1. 4. Le système Piégés	Erreur ! Signet non défini.
II. 5. 2. Caractères générales Lithologie du Réservoir (Série Inferieure)	Erreur ! Signet non défini.
II. 5. 3. Compositions minéralogiques moyennes du réservoir ...	Erreur ! Signet non défini.
II. 5. 4. Propriétés des fluides de gisement	Erreur ! Signet non défini.
II. 6. Les différentes corrélations faites dans le champ de Haoud Berkaoui	29
II. 6. 1. Les objectifs de la corrélation litho stratigraphique	29
II. 6. 2. Corrélation par la lithologie.....	29
II. 6. 3. Corrélation par lithofaciès	Erreur ! Signet non défini.
II. 6. 4. Corrélation par la diagraphie	Erreur ! Signet non défini.
II. 7. Conclusion.....	Erreur ! Signet non défini.
III. 1. Introduction.....	Erreur ! Signet non défini.
III. 2. Caractéristiques géologiques de Benkahla.....	Erreur ! Signet non défini.
III. 2. 1. Cadre structurale	Erreur ! Signet non défini.
III. 2. 2. Evolution tectonique de la région de Benkahla.....	Erreur ! Signet non défini.
III. 2. 3. Les caractéristiques structurales du réservoir de Benkahla	Erreur ! Signet non défini.
III. 2. 3. 1. Interprétation des cartes structurales du réservoir de Benkahla	39
□ Les cartes en iso-pâques	41
III. 2. 3. 2. La stratigraphique	Erreur ! Signet non défini.
A. Le Paléozoïque.....	Erreur ! Signet non défini.
B. Le Mésozoïque	Erreur ! Signet non défini.
C. Le Cénozoïque.....	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. La synthèse pétrolière du champ de Benkahla.....	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. 1. Le système pétrolier	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. 1. 1. La roche mère	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. 1. 2. La roche réservoir.....	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. 1. 2. 1. Caractères générales Lithologie du Réservoir (Série Inferieure)	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. 1. 2. 2. les variations Verticales de la Granulométrie au sein de la série inferieure.....	Erreur ! Signet non défini.

III. 3. 1. 2. 3. Variations Latérales des facies au sein de la série inferieur	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. 1. 2. 4. Interprétation des cartes paramètres Pétroliers du réservoir de Benkahla	49
□ Carte d'isoporosité	49
□ Carte Iso-saturation eau et huile	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. 1. 3. La roche couverture	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. 1. 4. La migration	Erreur ! Signet non défini.
III. 3. 1. 5. Nature du piégeage	Erreur ! Signet non défini.
III. 4. Les différentes corrélations faites dans le du gisement de Benkahla	Erreur ! Signet non défini.
III. 4. 1 Corrélation par la lithologie	Erreur ! Signet non défini.
III. 4. 2. Corrélation par lithofaciès	Erreur ! Signet non défini.
III. 5. Conclusion	Erreur ! Signet non défini.
Conclusion générale	Erreur ! Signet non défini.

LISTE DES FIGURES

Fig. 01:	Situation géographique d'Oued M'ya.....	04
Fig. 02:	Situation des blocs du bassin d'Oued M'ya.....	05
Fig. 03:	Situation géographique de Haoud Berkaoui.....	06
Fig. 04:	Cadre géologique de Haoud Berkaoui.....	07
Fig. 05:	Eléments tectoniques du Bloc 438.....	09
Fig. 06:	Carte des principaux champs de la région de Haoud Berkaoui.....	11
Fig. 07:	Carte de position des puits de champ Berkaoui.....	12
Fig. 08:	Carte en Isobathes au Toit du gisement de berkaoui.....	15
Fig. 09:	Carte en iso-pâque de gisement de Haoud berkaoui.....	16
Fig. 10:	Carte en iso-épaisseur de gisement de Haoud berkaoui.....	17
Fig. 11:	Section stratigraphique du trias argileux-gréseux du champ berkaoui.....	21
Fig. 12:	Colonne lethostratigraphie de la région de Haoud, berkaoui.....	22
Fig. 13:	Carte en isoporosité utile moyenne de gisement de Haoud berkaoui.....	25
Fig. 14:	Cartes en iso-perméabilité du réservoir de Haoud Berkaoui.....	26
Fig. 15:	Cartes en iso-saturation en eau (SW) du réservoir de Haoud Berkaoui.....	27
Fig. 16:	Corrélations diagraphie à travers les puits (OKN-722, OKN-612, OKN-40 et OKR-20).....	32
Fig. 17:	Situation géographique du champ de Benkahla.....	36
Fig. 18:	Carte de position des puits de champ Benkahla Sud.....	39
Fig. 19:	Carte isobathe de Toit du réservoir de Benkahla sud.....	40
Fig. 20:	Carte isobathe de Mur du réservoir de Benkahla Sud.....	41
Fig. 21:	Carte en iso-pâques du gisement de Benkahla Sud.....	42
Fig. 22:	Colonne stratigraphique de Benkahla.....	47
Fig. 23:	Carte en isoporosité du Benkahla sud.....	51
Fig. 24:	Carte en iso-saturation d'hydrocarbure de Benkahla sud en (m).....	52

LISTE DES TABLEAUX

TAB. 01 :	Résumé des caractéristiques pétrophysique de trois principaux champs de la région pétrogazifière de Haoud Berkaoui.....	11
TAB. 02 :	Représentation les paramètres pétrophysique et géologies de champ de Berkaoui.....	34
TAB. 03 :	Représentation les paramètres pétrophysique et géologies de champ de Benkahla	55

Liste des abréviations.

NE-SO : nord est- sud ouest.

NNE : nord nord est.

HBK : haoud berkaoui.

BKH : benkahla.

GLA : guellala.

TAGI : trias argilo gréseux inférieur.

SI : série inférieur.

S_w : saturation d'eau.

GR : gamma rar.

ILD : résistivité profondeur.

Introduction générale

La région de Haoud Berkaoui fait partie du bassin de Oued M'ya, cette dernière se situe dans la partie septentrionale du Sahara Algérien, elle se localise exactement dans la province centrale.

Cette région a la structure d'une dépression allongée d'orientation Nord-Est/Sud-Ouest formée au cours du Paléozoïque. Elle est limitée, au Nord par la zone haute de Djamaâ-Touggourt, constituée de terrains d'âge cambrien ; Au nord-ouest le môle de Talemzane (Hassi R'mel) ; Au Sud-Est le môle de Hassi Messaoud qui se prolonge au Nord par le dorsale d'El Agreb-El Gassi.

La région de Haoud- Berkaoui se situe au nord de la dépression d'Oued M' ya (Bloc 438). Cette structure se trouve dans la partie la plus subsidence orientée Nord-Est/Sud-Ouest, cette dernière séparée du bourrelet d'Erg Djouad par un sillon dont l'amplitude varie de 200 à 400 Km, sa largeur varie de 25 à 30 Km au sud-ouest et de 08 à 10 Km au Nord-Est.

Le gisement de Haoud-Berkaoui s'étend sur une superficie de 175 Km² avec une élévation de 220 m par rapport au niveau de la mère. Il a été découvert en mars 1965 par la CFPA (compagnie française du pétrole algérien) avec le forage OK#101 situ au sommet de la structure.

Ce gisement a été mis en production en janvier 1967 dont les réserves ont été de 136.4 millions m³ d'huile. La profondeur moyenne est de 3550 m.

Actuellement le soutirage de l'huile se fait naturellement (déplétion naturelle) et artificiellement (gas lift), tout en citant que la pression de gisement est maintenue par l'injection d'eau (dans certaines zones).

La région pétrolières de Haoud Berkaoui est divisé en plusieurs champs (N'goussa, Drâa Tamra, Haniet El Beida, Mokh El Kabech, Boukhazana....), les principales champs sont ceux du de Berkaoui, le champ de Benkahla et celui Guellala.

La région pétro gazifière a été affiliées Hassi Messaoud jusqu'à 1977, l'année dans laquelle elle est devenue autonome .Le premier sondage de la région était OA#01 à Ouargla en 1963. C'était en mars 1965 que le premier puits a été implanté (OK#101).Le forage atteint le Gothlandien à 3327.8 m (1^{er} horizons paléozoïques rencontrés sous la discordance triasique).

Objectifs

Ce travail représente une synthèse géologique et pétrolière de cette zone d'accumulation d'hydrocarbure afin de déterminer les grands traits structuraux qui contrôlent leur accumulation et de faire ressortir les zones les plus favorables à leur mise en place de ces substances.

Cette synthèse géologique est basée sur des interprétations des différents travaux géologiques et pétroliers entamés sur la région. Dans ce travail, on va essayer de faire une comparaison et la corrélation entre les différents champs qui forment cette région pétrogazifère appartenant au Bloc 438.

Ces mémoires s'organisent en trois chapitres :

- Le premier chapitre est une présentation de la région de Haoud Berkaoui. Dans ce chapitre, il est représenté : Le cadre géologique, la stratigraphie, la géologie de la région.
- Le deuxième chapitre est consacré à la synthèse géologique du champ de Berkaoui. Ce chapitre est représenté : Cadre structural, la stratigraphie, le système pétrolier, l'interprétation des cartes du réservoir pétrolier.
- Le troisième chapitre est consacré à la synthèse géologique du champ de Benkahla Sud. Ce chapitre est représenté : Caractéristiques géologiques de Benkahla, l'interprétation des cartes structurales du réservoir, la stratigraphie, l'interprétation des cartes paramètres pétroliers du réservoir.
- En fin Conclusion

Premier chapitre

❖ **Présentation de la région de
Haoud Berkaoui (HBK)**

I. 1. Généralités

La plate forme saharienne appartient au Craton Nord africain, elle comprend un socle précambrien sur lequel repose en discordance une puissante couverture sédimentaire, structurée au Paléozoïque en plusieurs bassins séparés par des zones hautes.

La province triasique, dite également province Nord orientale du Sahara, située dans la partie septentrionale de la plate forme saharienne. La superficie approximative de cette province est de $300 \cdot 10^3 \text{ km}^2$, elle fait l'objet de plusieurs études et contient les plus grandes découvertes en Algérie. Cette province est comprise entre le bassin de Grand Erg oriental à l'Est et la frontière tunisienne, la flexure Sud atlasique au Nord et le Grand Erg occidental à l'Ouest, au Sud elle est limitée par le domaine d'existence des formations triasiques : c'est une ligne sinueuse qui va de l'Est du bassin du Bechar jusqu'au Nord du bassin d'Illizi.

La province triasique est un soubassement antécambrien, métamorphique constituant la plate forme saharienne où les dépôts étalés du Paléozoïque seront affectés par la discordance hercynienne. Les formations du Trias par lesquelles débute le Mésozoïque sont donc discordantes sur le Paléozoïque.

Dans la moitié occidentale de cette province, les accumulations d'hydrocarbures découvertes à ce jour peuvent être regroupées en quatre ensembles :

- A l'Est, le gisement de Hassi Messaoud et ses périphéries,
- A l'Ouest, le gisement de Hassi R'mel,

Entre ces deux gisements géants, on distingue :

- La région d'Oued Noumer.
- L'axe de sillon d'Oued M'ya.

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

1-La sédimentation du Paléozoïque, pratiquement restreinte au Paléozoïque inférieur et sa structuration pré-hercynienne,

2-La création d'un bassin au Trias et son évolution au cours du Mésozoïque et du Tertiaire

(Benouaer. O et Teguaia. A, 2008)

I. 2. Cadre géographique d'Oued M'ya

Oued M'ya est un bassin de la plate-forme saharienne, correspondant à la partie occidentale de la province Triasique, elle est limitée au Nord par les permis Talémazène et Touggourt, à l'Est par le champ de Hassi Messaoud, au Nord-Ouest par le champ de Hassi R'mel, et au Sud elle est ouverte sur la dépression de Mouydir.

Les limites géographiques se présentent comme les meilleurs repères :

Les parallèles $31^{\circ}15'$ et $33^{\circ}00'$ limitent respectivement au Sud et au Nord, et les méridiens $6^{\circ}15'$ et $3^{\circ}30'$ limitent à l'Est et à l'Ouest, elle englobe les bloc :438-425-422-437-436-3178-420-419-418-417et416 (Benouaer. O et Tegua. A, 2008)

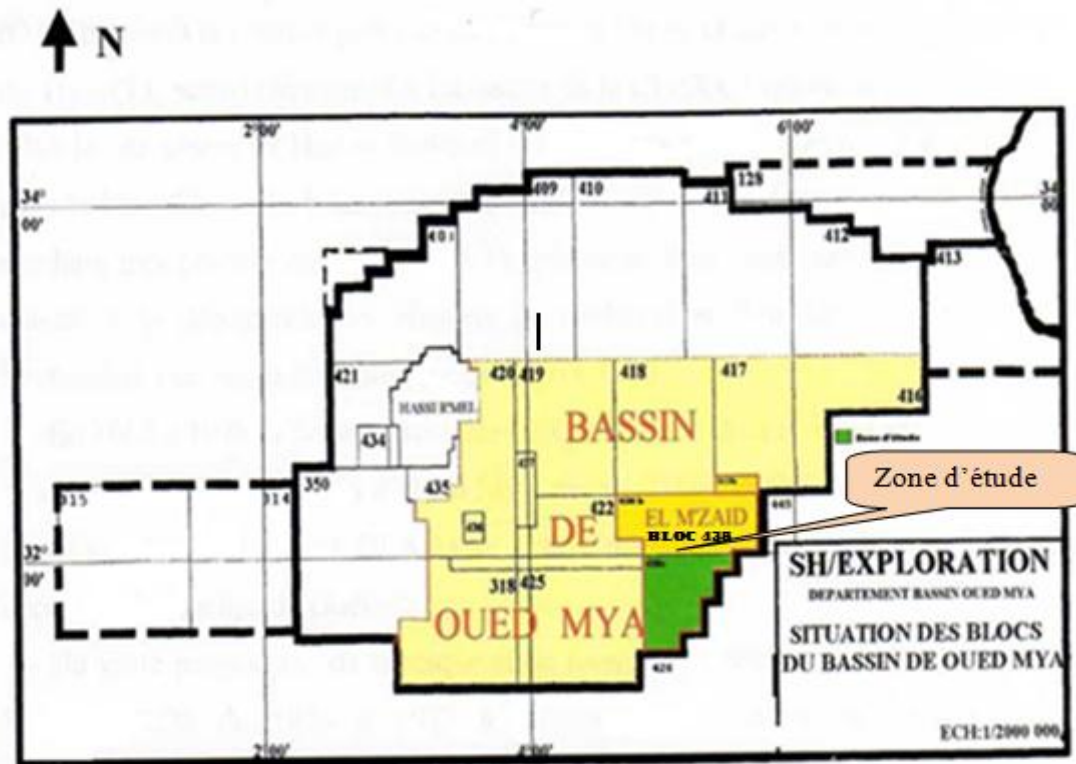


Fig. 02 : Situation des blocs du bassin d'Oued Mya (Benouaer. O et Tegua. A, 2008)

I. 3. Introduction :

La région de Haoud Berkaoui représente une des 10 (dix) principales zones productrices d'hydrocarbures du Sahara algérien (Fig. 01). Elle se situe à environ 800 Km au sud-est de la capitale Alger, à 100 km au nord-ouest de Hassi Massaoud et à 30 km d'Ouargla. Elle s'étend du sud-est de Ghardaïa jusqu'au champ extrême Boukhzana près de la route de Touggourt. (BEICIP, 1992).

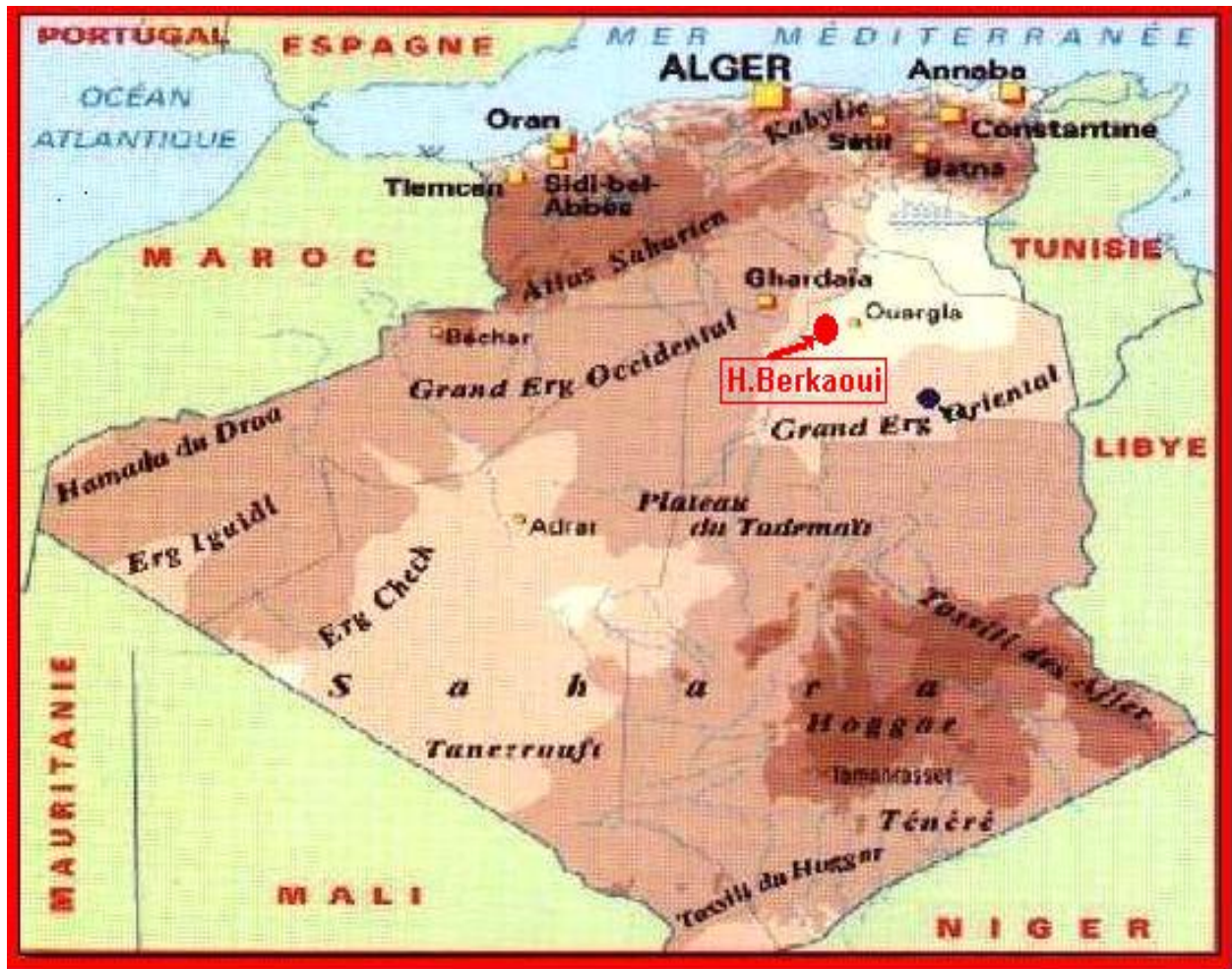


Fig. 03. Situation géographique de Haoud Berkaoui (Document SONATRACH, 2002) (1)

I. 4. Cadre géologique de la région de Haoud Berkaoui (HBK) :

La région de Haoud Berkaoui fait partie du bassin de Oued-Mya, ce dernier se situe dans la partie nord du Sahara Algérien, il se localise exactement dans la province centrale.

Ce bassin a la configuration d'une dépression allongée d'orientation nord-est/sud-ouest acquise au cours du paléozoïque. Il est limitée, au nord par la zone haute de Djamaâ – Touggourt, constituée de terrains d'âge cambrien ; Au nord-ouest le môle de Talemzane (Hassi R'mel) ; À l'est, par la dorsale d'El-Agreb El-Gassi qui se prolonge jusqu'à Massaoud au nord et au sud par la dépression de Mouydir. (BEICIP, 1992).

La région de Haoud- Berkaoui se situe au nord de la dépression d'Oued-Mya (Bloc 438) (Fig. 02). Cette structure se trouve dans la partie la plus subsidence orientée nord-est/sud-ouest, elle est séparée du bourrelet d'Erg Djouad par un sillon dont l'amplitude varie de 200 à 400 Km, sa largeur varie de 25 à 30 Km au sud-ouest et de 08 à 10 Km au nord-est.

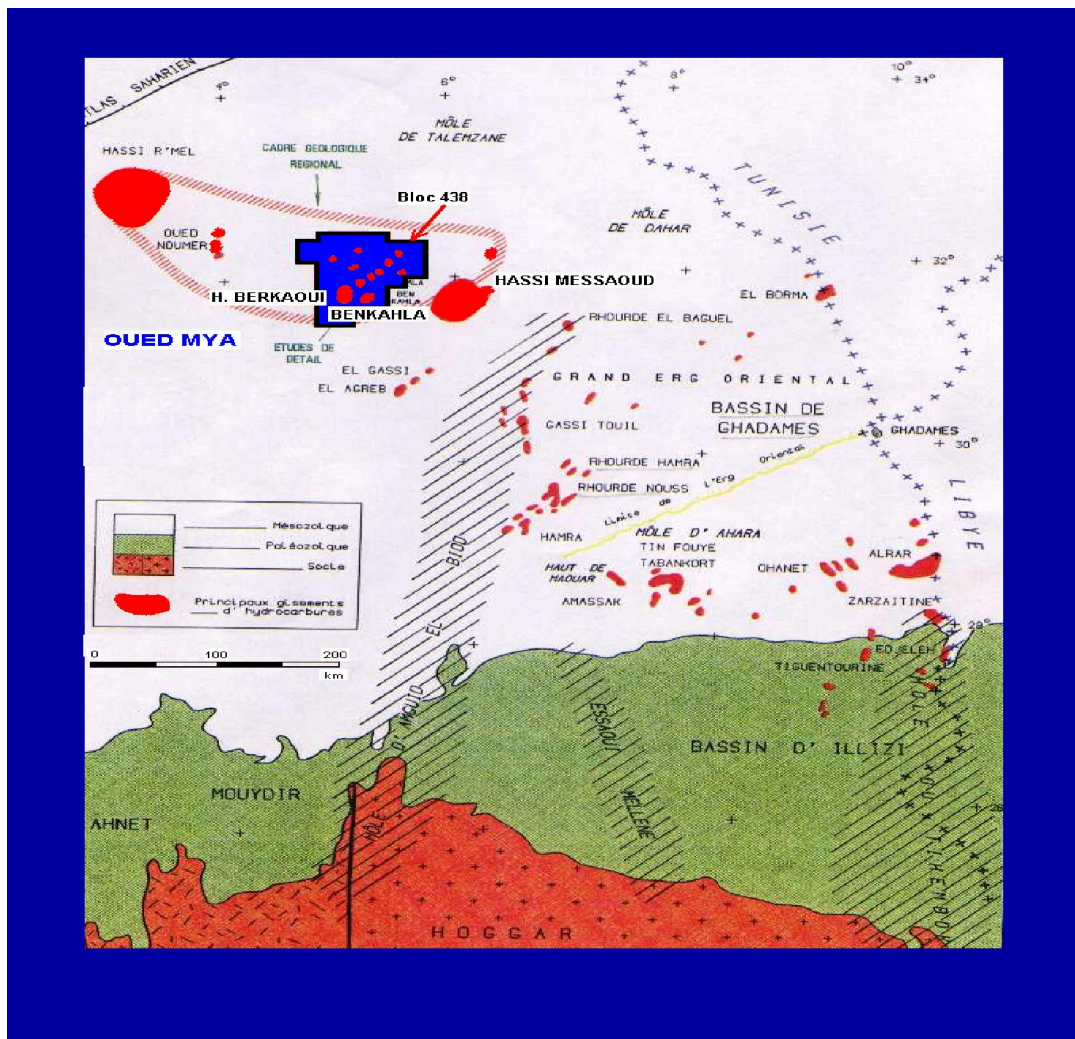


Fig. 04. Cadre géologique de Haoud Berkaoui (Document SONATRACH, 2002) (1).

I. 5. Les champs de la Région :

Les champs de Haoud-Berkaoui sont répartis sur une superficie de 6300km², dont les principaux sont :

➤ **Champ de Haoud Berkaoui (HBK) :**

Le gisement de Haoud-Berkaoui s'étend sur une superficie de 175 Km² avec une élévation de 220 m par rapport au niveau de mer.

Ce gisement a été mis en production en janvier 1967 dont les réserves ont été de 136,4 millions stm³ d'huile. La profondeur moyenne est de 3550 m.

Actuellement le soutirage de l'huile se fait naturellement (déplétion naturelle) et artificiellement (gaz-lift), tout en citant que la pression de gisement est maintenue par l'injection d'eau (dans certains zones).

➤ **Champ de Benkahla (BKH) :**

Le gisement de Benkahla s'étend sur une superficie de 72 Km², élevée de 209 m par rapport le niveau de mer.

Il a été mis en production en 02 mai 1967 dont les réserves ont été d'environ 86,8 millions stm³ d'huile. La profondeur moyenne est de 3550 m. Ce champ produit par sa propre énergie de gisement aidée par le maintien de pression et le gaz-lift.

➤ **Champ de Guellala (GLA) :**

Ce gisement est découvert le 28 octobre 1969 par le forage de GLA01. Il s'étend sur une superficie de 35km². Sa mise en production a eu lieu en 1973. La profondeur moyenne est de 3500m.

Sa production est assurée comme Berkaoui et Benkahla par déplétion naturelle, le maintien de pression et le gaz-lift. (AMZAL. B, 2009).

➤ **Les champs périphériques :** Ils sont beaucoup, on peut citer :

- N'GOOSSA (N'GS).
 - DRAA TAMRA (DRT).
 - MELLALA (MEL).
 - HANIET EL BAIDA (HEB).
 - KEF EL AGROUB (KG).
 - GUELLALA NORD-EST (GLANE).
- **I. 6. Le cadre tectonique :**

La tectonique du champ de Benkahla s'inscrit dans le cadre de la tectonique globale de la plate forme saharienne, qui a subi une structuration au cours des cycles tectoniques principaux (Fig. 03): Hercynien et Alpin. Ces deux cycles principaux de l'histoire

régionale conduisent à considérer deux Mégacycles sédimentaires paléozoïque et Mésozoïque séparés par la discordance hercynienne. (Boudjema, 1987)

Le schéma structural actuel du bassin d'Oued Mya est le résultat d'une longue et complexe histoire tectonique qui peut être résumée chronologiquement comme suit :

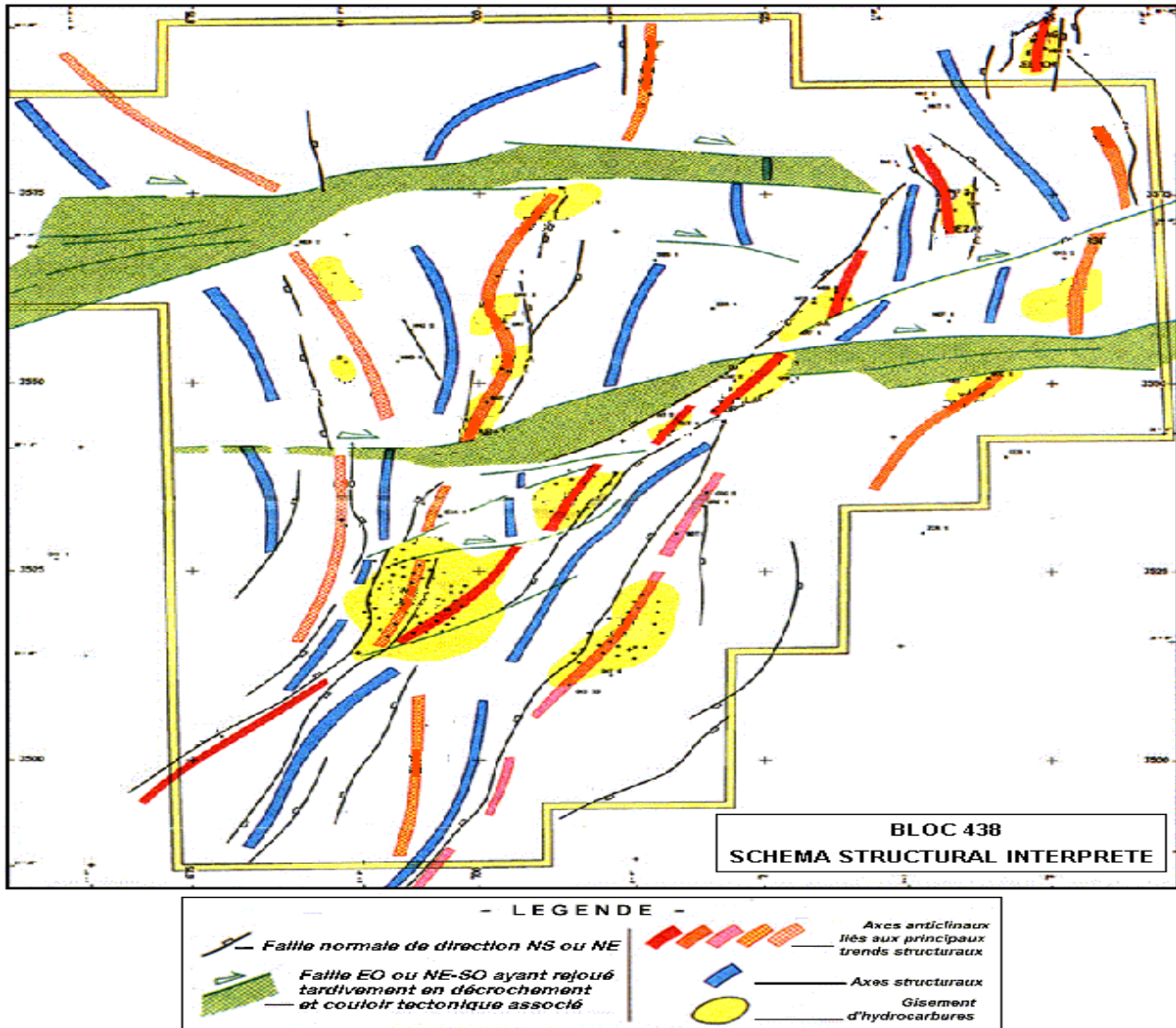


Fig. 05. Eléments tectoniques du Bloc 438 (Boudjema, 1987).

- **I. 6. 1. L'orogénèse hercynienne :**

Cette phase est caractérisée par des directions structurales NE-SO et Nord-sud.

- **A. La phase hercynienne précoce :** c'est une phase compressive de direction $N40^\circ$ qui est responsable du mouvement le long des failles NE-SO.
- **B. La phase hercynienne principale :** c'est une compression de direction $N120^\circ$ qui est responsable de l'inversion du mouvement le long des failles Nord Est-Sud Ouest.

Cette Hercynienne aurait occasionné la déformation le long des accidents NE-SO, et elle est responsable du sort de la roche mère Silurienne.

- **C. La phase hercynienne tardive :**

Avec un soulèvement de la région et une intense érosion des reliefs, les mouvements Hercyniens majeurs ont enregistré une direction de serrage N120°.

- **I. 6. 2. Les déformations Alpines :**

Elles sont caractérisées par des mouvements compressifs et dispersifs qui avaient pour conséquences une sédimentation très active et le déplacement de l'axe de subsidence du bassin d'Oued Mya vers L'Est.

- **I. 6. 3. Les différentes phases tectoniques ayant affecté la région de Benkahla :**

La tectonique de Benkahla s'inscrit dans le cadre global de la plate-forme saharienne, l'architecture actuelle dévoie un résultat d'une longue évolution, comme l'aboutissement de longue déformation qui s'est poursuivies d'une façon plus ou moins continue tout au long de l'histoire du bassin, parmi les principales phases qui ont affecté la région de Benkahla (Fig. 04) on a :

- **A. La phase Trias- Lias :**

C'est une phase intensive de direction NO-SE, cette phase est responsable de la réactivation des failles de direction NE-SO.

- **B. La phase Autrichienne :**

C'est une compression de direction Est-Ouest, elle a réactivé les mouvements brusques le long des failles Nord-Sud et NE-SO qui résulte des différents mouvements des plaques africaine et européenne, elle est responsable de l'individualisation des pièges structuraux.

TAB. 01. Résumé des caractéristiques pétrophysique de trois principaux champs de la région pétrogazifière de Haoud Berkaoui (AMZAL. B, 2009).

Caractéristiques	Haoud Berkaoui	Benkahla	Guellala
Profondeur moyenne (m)	-3550	-3300	-3500
Pression initiale (kgf/cm ²)	518	532	532,5
Pression de bulle (kgf/cm ²)	188	180	185
Contact huile/eau initial (m)	3324	3324	3370
Porosité moyenne Φ (%)	8,8	9,3	9,3
Perméabilité moyenne K (md)	56,2	70,4	232
Saturation moyenne Sw (%)	32,7	32	22,3
Les réserves (m ³)	143,9.10 ⁺⁶	100.10 ⁺⁶	103,6. 10 ⁺⁶

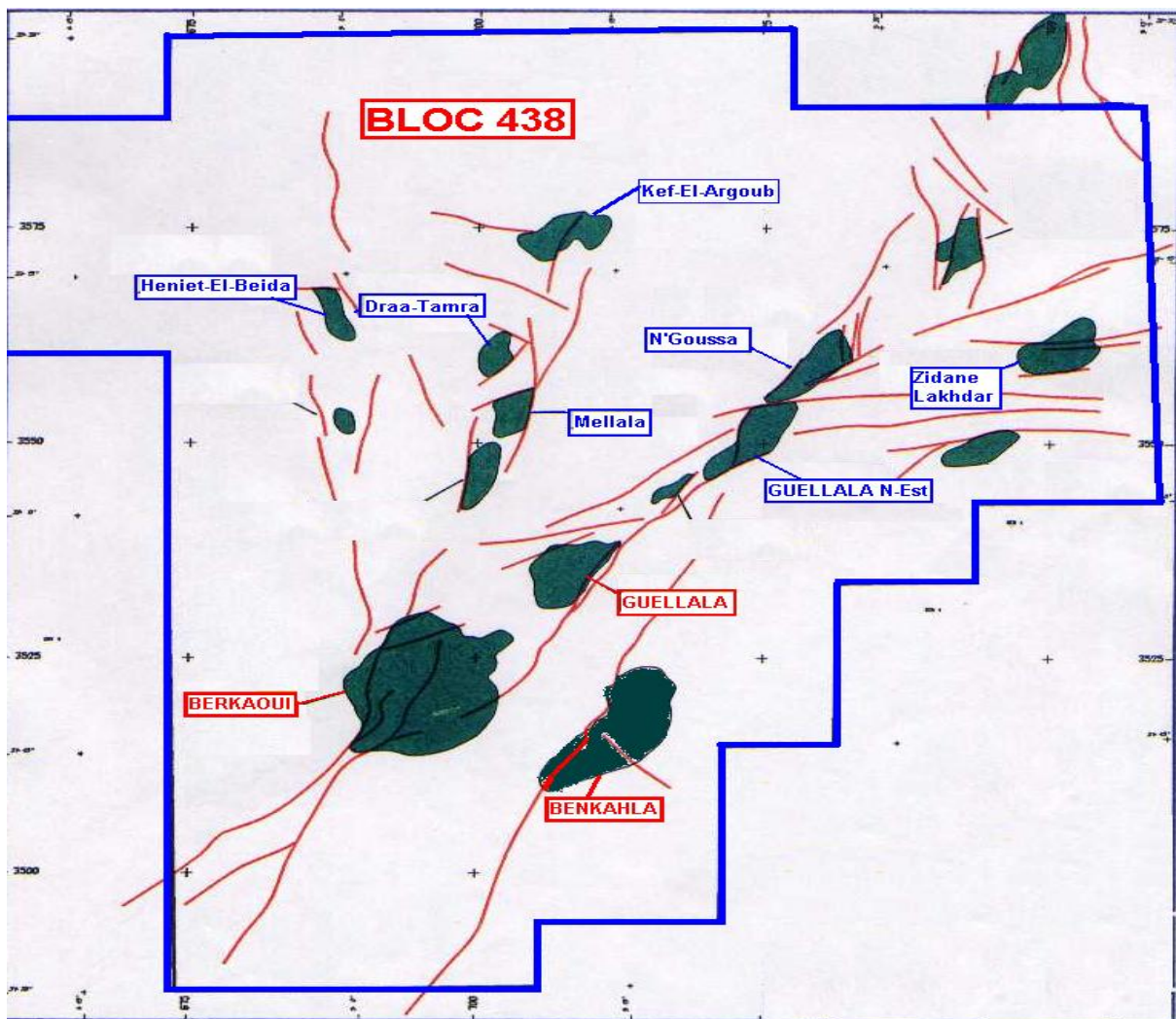


Fig. 06. Carte des principaux champs de la région de Haoud Berkaoui ((BENOUAER. O et TEGUIA. A, 2008)

Chapitre deuxième

- ❖ Synthèse géologique du champ de berkaoui

II. Etude du champ de Haoud Berkaoui :

II. 1. Introduction :

La région de champ Berkaoui fait partie du bassin de Oued-Mya, ce dernier se situe dans la partie Nord du Sahara Algérien, elle se localise exactement dans la province centrale.

La région de champ de Berkaoui représente une des 10 (dix) principales zones productrices d'hydrocarbures du Sahara algérien.

Cette région se situe à environ 800 Km au sud-est de la capitale Alger, à 100 km au Nord-Ouest Hassi-Messaoud et à 30 km d'Ouargla et Nord-Est Guellala. Elle s'étend Sud-Est Benkahla jusqu'au champ extrême Boukhazana près de la route de Touggourt. (Fig.07).

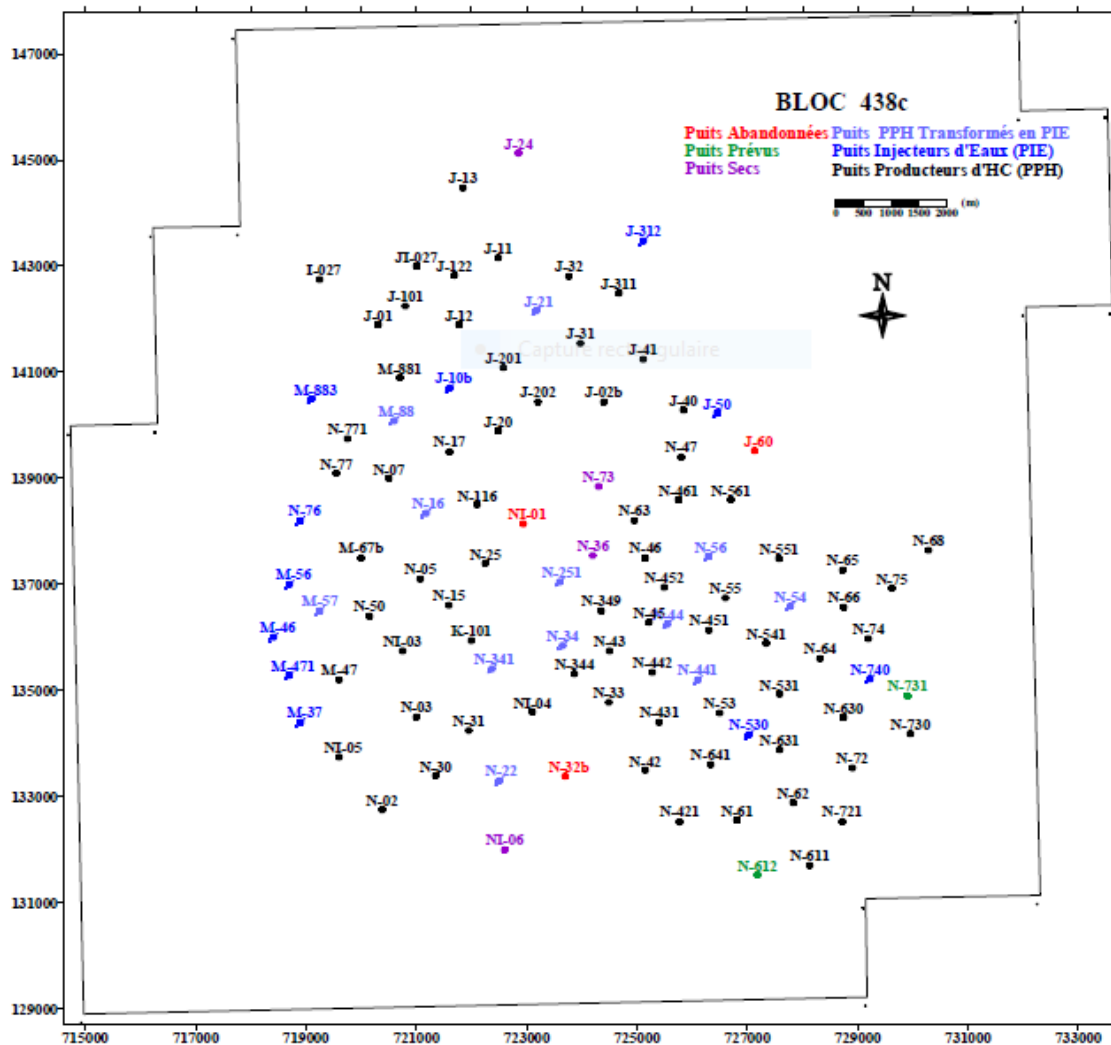


Fig. 07. Carte de position des puits de champ Berkaoui. (AMZAL, 2009).

II. 2. Synthèse géologique du champ de Berkaoui :

II. 2. 1. Cadre structurale :

La structure de Haoud- Berkaoui constitue la plus grande structure du bassin d'Oued-M'ya. Elle a été soumise à plusieurs accidents structuraux créant un ensemble de failles dont les principales sont des failles normales subméridiennes de même direction qui définissent un Hors central. (Boudjema, 1987)

Le top du trias argilo-gréseux se situe à une profondeur moyenne de 3300 à 3500m. La structure est un anticlinal orienté nord-sud d'environ 22km de long et 15km de large, avec un relief vertical de l'ordre de 300 m au-dessus du contact huile/eau.

II. 2. 2. Evolution tectonique et structurale de la région :

La structure de Haoud Berkaoui se situe au Nord-est de la dépression d'Oued M'ya, dans la partie la plus subsidence orientée Nord-est/Sud-ouest, séparée du Bourrelet d'Erg Djouad par un sillon dont l'amplitude varie de 200 à 400 Km, sa Largeur varie de 25 à 30 Km au Sud-ouest et de 8 à 10 Km au Nord-Ouest.

Le gisement de Haoud Berkaoui a la forme structurale d'un vaste brachy anticlinal (anticlinal dont la section par un plan horizontal n'est guère plus Long que large), allongé dans la direction Nord-Sud, il est situé dans le permis d'El M'zaid, au niveau du bloc 438, ce permis correspond à la moitié Est du paléo-synclinal Paléozoïque et du système à hydrocarbures d'Oued Mya, orienté globalement SSW-NNE.

Le gisement est limité à l'Ouest par la dorsale d'Idjéane-M'zab, composée par les môles d'Allal et Tilrhemt, au Nord par le système Djemâa-Touggourt à l'Est par la zone structurale d'Agreb-Messaoud, et s'ouvre au Sud sur la dépression de Mouydir. Dans la partie sud, la vaste structure de Haoud Berkaoui présente deux (2) directions structurales principales : NNE et NE, deux (2) failles subméridiennes définissent un horst central, leur rejet peut atteindre 150 m au sommet de la structure, ce dernier s'estampe de part et d'autre pour n'atteindre enfin que la vingtaine de mètres.

La structure de Haoud Berkaoui est élargie respectivement sur son flanc sud-est formant une structure secondaire correspondant aux tops des puits : OKN451 et OKN441.

Les périclinaux sud et nord sont affectés par des failles orientées N 60°, présentant les caractères d'un léger jeu en décrochement.

Le gisement de Haoud Berkaoui, dont la structuration est importante, avec une fermeture verticale de 300 m et une surface fermée de 175 km², constitue la plus grande structure du bassin d'Oued Mya.

II. 2. 3. Les caractéristiques structurales du champ de berkaoui :

▪ Carte Isobathe.

Les cartes Isobathes permettent de représenter l'image structurelle en profondeur, en visualisant les côtes absolues actuelles d'un horizon géologique.

D'après la carte en isobathes au toit du TAG SI on remarque un ensemble structural d'orientation NW-SE, se présentant comme un bombement anticlinal. (Fig. 08)

- Des failles de direction NE-SW (**de couleur bleu**).
- Des failles de direction NNE-SSW (**de couleur rouge**).
- Des failles de direction NW-SE (**de couleur vert**).

Elles sont étanches pour la plupart et jouent ainsi le rôle de barrière à la migration des hydrocarbures, expliqué par l'absence de communication entre les blocs faillés.

La structure faillée illustre la formation d'un système de Horst et Graben dans la direction NW-SE. Le point le moins profond culmine à -3231,7m (OKN-61).

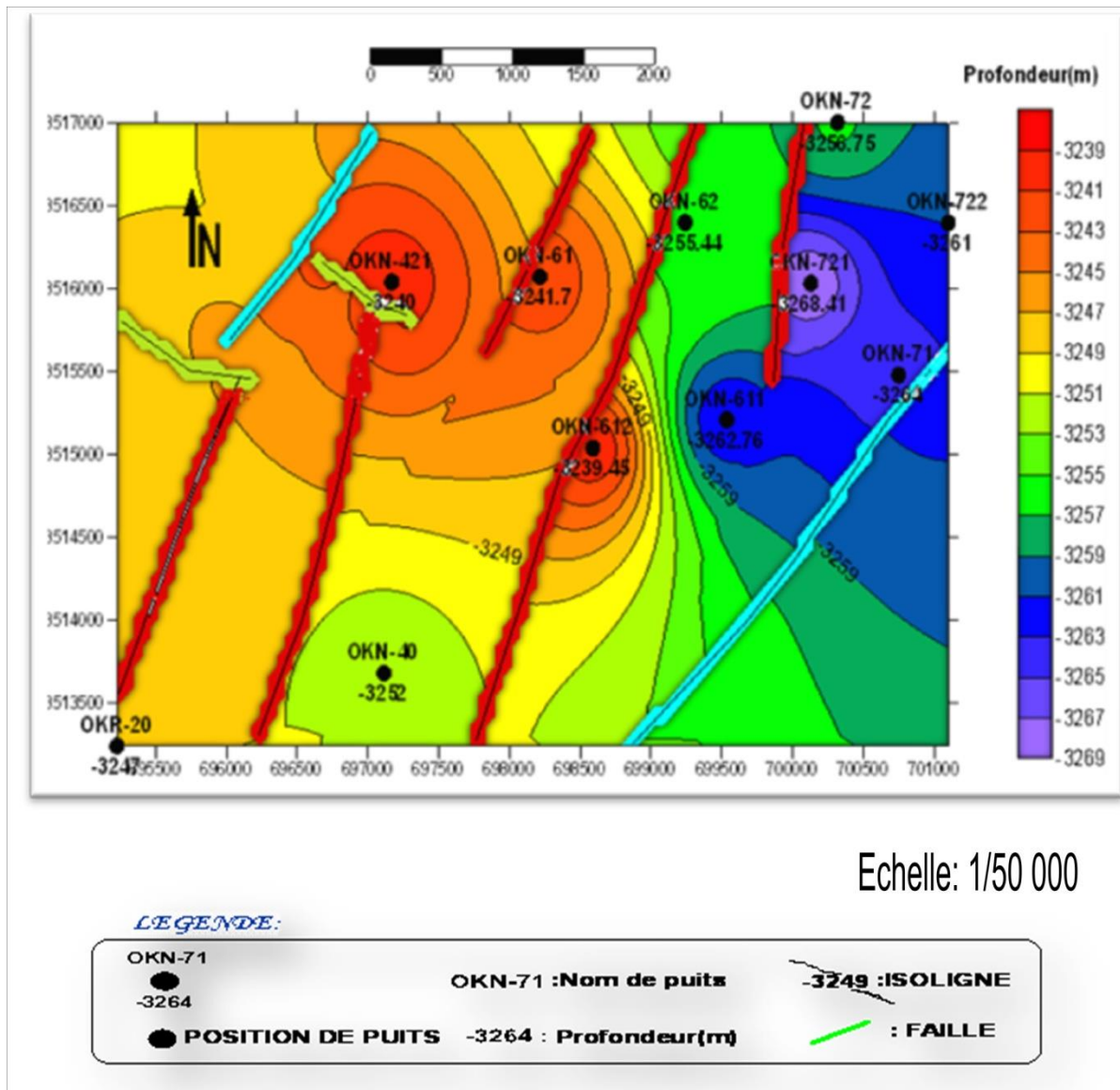


Fig. 08. Carte en Isobathes au Toit du gisement de berkaoui.

▪ **Cartes Isopaques :**

D'après la carte en isopaques du TAG SI dans la partie SSE de Haoud Berkaoui, on remarque que les épaisseurs diminuent vers le SE ainsi il y avait une limite NE-SW.

Dans l'intervalle [32-48 m] où se trouve la zone la plus épaisse au Sud-Ouest de la Région (le puits OKR-20) et le plus faibles avec amincissement du réservoir SI vers l'Est (Le puits OKN-71), entre ces deux zones on a un couloir au centre de la structure de forme sinusoïdal où les épaisseurs sont relativement moyenne entre 36-39m. (Fig. 09)

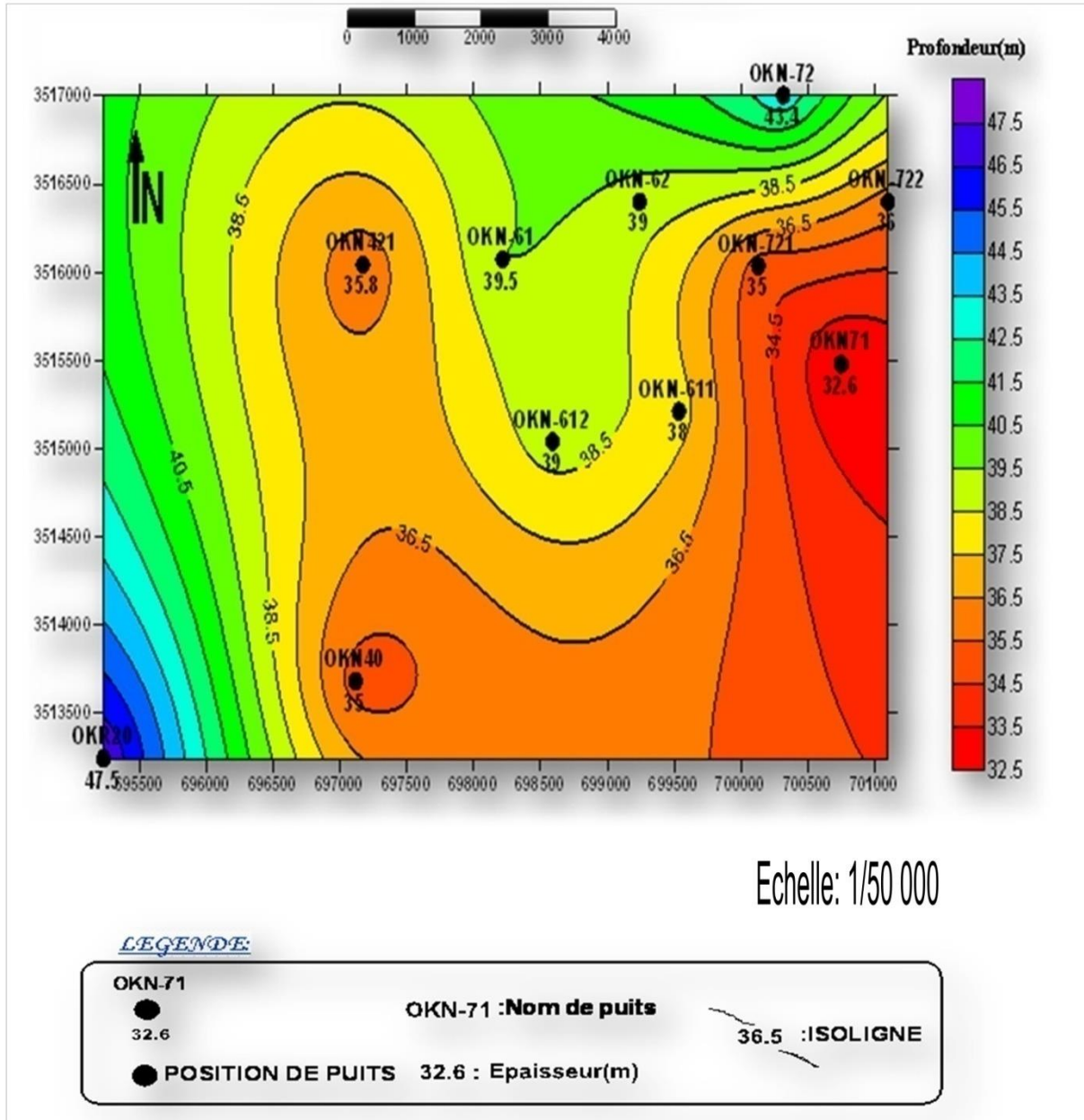


Fig. 09. Carte en iso-pâque de gisement de Haoud berkaoui.

II. 3. La stratigraphie du champ de Haoud-Berkaoui (Fig. 11)

1. Cénozoïque :

Il est généralement représenté par les dépôts détritiques du Mio-Pliocène sur une épaisseur de 0 à 50 m environ. Il est constitué d'alternance de grès roux et beige, ciment Calcaire et calcaire gréseux roux avec passées de sable blanc et de grès peu consolidés.

Cette formation repose en discordance alpine sur le Mésozoïque.

2- Mésozoïque : Il se compose de :

❖ **Crétacé** : il est sur toute l'étendue du bassin. Sa partie inférieure comporte des Grès et des argiles continentales, alors que sa partie supérieure est composée essentiellement de carbonates et des sédiments argileux marins. Sa subdivision du bas vers le haut est comme suit:

- **Néocomien** : c'est un ensemble Argileux, carbonaté par endroit avec quelques intercalations d'argile. Son épaisseur est de l'ordre de 180m ;
- **Barrémien** : il est constitué de grès brun rouge, fins à moyens, qui passe à du sable fin à grossier avec des intercalations d'Argile et de calcaire. Son épaisseur est de 350m ;
- **Aptien** : c'est une série carbonatée et dolomitique issue d'un dépôt marin sur une grande étendue. Elle est constituée d'une couche d'épaisseur comprise entre 20 à 30 m qui est facilement identifiée lors du forage et sur les logs de diagraphie ;
- **Albien** : c'est un ensemble de grès et d'argile de 400 à 470 m d'épaisseur, comportant quelques intercalations dolomitiques;
- **Cénomaniens** : c'est une alternance de grès et d'argile dolomitique accompagnée d'une présence d'anhydrite. Son épaisseur moyenne est de 130m ;
- **Turonien** : il est constitué d'un dépôt marin carbonaté légèrement dolomitique dont la partie supérieure est un calcaire avec de fines passées argileuses à la partie inférieure. Son épaisseur moyenne est de 80m ;
- **Sénonien** : Il est composé de :
 - Sénonien lagunaire à la base constituée essentiellement d'anhydrite et de carbonate dont l'épaisseur est de 400 m environ ;
 - Sénonien carbonaté au sommet caractérisé par une dominance de carbonate, et dont l'épaisseur moyenne est de 160m.
- ❖ **Le Jurassique** : Il comprend du bas au haut:
- **Lias salifère**: c'est une formation de 80m d'épaisseur, formée de sels massifs avec des fines passées d'argile;

- **Lias anhydritique:** c'est une alternance à dominance anhydritique. Son épaisseur est de 260m environ;
 - ❖ **Dogger:** il comprend:
- **Dogger lagunaire :** il est constitué de marne et d'argile grise avec des intercalations d'anhydrite blanche. Son épaisseur est de 110m environ ;
- **Dogger argileux :** il est constitué d'argile grise, tendre à plastique parfois siliceuse. Son épaisseur est de l'ordre de 205m.
 - ❖ **Malm :** il est constitué d'argile rouge, tendre à plastique parfois sableuses à passées de dolomie beige cristalline dure. Son épaisseur peut atteindre les 200m.
 - ❖ **Trias :** il est représenté par :
- **Le trias argilo-gréseux :** il renferme les principaux réservoirs de la région. Il est constitué du bas vers le haut de :
- **Série inférieure :** elle représente le principal réservoir de la région avec une épaisseur de 50m, constituée par des roches gréseuses intercalées par des roches argileuses ;
- Série éruptive (andésites):** c'est une série volcanique avec une épaisseur variable constituée par des roches éruptives;
- Trias argilo- gréseux T1:** cette formation représente le réservoir secondaire de la région dont l'épaisseur varie de 15 à 34 m. Il est constitué de:
 - *Argile brun- rouge à grise, dolomitique et silteuse par endroit;
 - *Grés fins gris à brun- rouge à ciment d'argile et carbonate;
 - *Argile brun- rouge légèrement dolomitique.
- Trias argilo- gréseux T2:** cette formation représente les indices de présence d'huile mais vue sa compaction, elle n'est exploitée que dans quelques puits. Elle est constituée par des grés fins cimentés par du sel.
- Le trias argilo-salifère:** c'est une excellente couverture aux différents réservoirs triasiques, elle est constituée de deux ensembles qui sont respectivement de bas en haut:
 - **Le trias argileux:** c'est la couche couverture des réservoirs triasiques, son épaisseur est de l'ordre de 120m. Elle est constituée essentiellement d'argile;
 - **Le trias salifère:** c'est une alternance de sel, d'anhydrite et d'argile. Son épaisseur est de l'ordre de 450m.

3- Paléozoïque:

Le Gothlandien a été le premier et le seul horizon paléozoïque reconnu entièrement sous la discordance triasique. Il constitue la roche mère principale du bassin triasique dont

l'épaisseur est de 20m. Il est représenté essentiellement par des argiles indurées et sorteuses à noir, quelquefois plastiques, avec des intercalations de grés fin blanc à gris beige. La zone carbonatée radioactive apparaît à partir de 3653m. (**Mémoire Dahmani, 2003**)

II. 4. Aperçu sur les trois réservoirs du champ : (Fig. 12)

Le champ de HBK est caractérisé par la présence de trois réservoirs qui sont:

II. 4. 1. Série inférieure :

II. 4. 2. Trias argilo- gréseux T1:

Cette formation représente le réservoir secondaire de la région. Elle comprend une séquence positive constituée à la base de grés fins à moyens argilo- carbonaté, s'affinant régulièrement vers le haut pour terminer au sommet avec des argiles dolomitiques. Ce réservoir apparaît comme une nappe gréseuse relativement continue sur tout le gisement.

II. 4. 3. Trias argilo- gréseux T2:

Ce réservoir directement sus- jacent au T1 présente des indices de présence d'huile, mais étant généralement compact, il n'est exploité que dans quelques puits. Il est constitué de grés fins à très fins avec une partie argileuse au sommet, les porosités varient de 2 à 4% avec des perméabilités moyennes de 0.1 à 34 md. Cette série présente de très mauvaises caractéristiques de réservoir (**Mémoire Dahmani, 2003**)

HAOUD BERKAOUI

SECTION STRATIGRAPHIQUE DU TRIAS ARGILO-GRESEUX



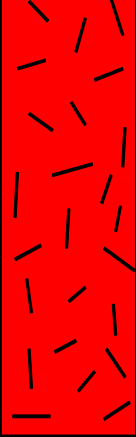
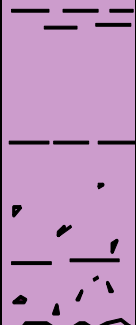

Age	Prof.	Etages	Strati.	Lithologie	Epaisseur
T R I A S A R G I L O G R E S E U X	3400	T-2		Altern.d'argile silteuse et de silts,passées de gres beige à cim.argilo-dolomitique	20 à 25m
	3425	T-1		Alternance d'argile et de silts passées de gres beige ciment argilo siliceux fine altercal.de gres gris-blanc.	25 à 30 m
	3460	ERUPTIF		Andesite brun-rouge à brun sombre altérée en général au sommet. Présence de nodules de carbonates.Fines intercalations de joints d'argile ferrugineuse.	0 à 75 m
	3490	SERIE INFERIEURE		Grés gris beige fin,moy à grossier.Ciment carbonaté à siliceux.Passées de films d'argile verdâtre .Presence de pyr et nodules d'argile verte ou ferrugineuse.	15 à 60 m
	3600	GOTHLANDIEN		Argile noire feuilletée pyriteuse, silt.	300 à 900m

Fig. 11 Section stratigraphique du trias argileux-gréseux du champ berkou
(GHOMARIA, 1983)

Age	Prof Moyenne		Etages	Stratigr.	Lithologie	Epaisseur
	Mio-Pliocène					
TERTIAIRE	65		S. Carbonaté		Calcaire dolomique	0 à 700 m
	SENONIEN		S. Anhydritique		Anhydrite dolomie et argile	
			S. Salifere		sel massif	
CRETACE	SUP	752	Turonien Cenomanien		calcaire crayeux argile grise, anhydri. blche. dol. marnes	
	INFERIEUR	976	Albien		Gres fin à moy. à intercal d'arg. brun-rou et sable gr. à la base	300 à 900 m
		1426	Aptien		Dolomie et marne	10 à 30 m
		1445	Barremien		Sable fin à très grossier passée de dolomie, calc et marne.	600 à 700 m
			Neocomien		Grès fin à moyen, passée d'argile et de lignite.	
JURASSIQUÉ	SUP	1969	MALM		Argile silteuse à intercal. de dolomie, de calcaire et marne.	
	MOY	2200	Dogger argil.		Argile indurée.	120 à 300 m
			Dogger Lag.		Anhyd. et dolomie	
	LIAS	2450	(Anhydritique Massive		Anhydrite massive, blanche intcl. de dolomie et argile.	700 à 900m
			Sel massif I		sel massif hyalin	
			Horizon "B"		Argile dolomitique	
			Sel + Anhydr s2		sel massif p. arg. plastique	
			Sel Massif III		Sel massif incolore à rose	
	TRIAS ARGILO-GRESEUX	3290	Argiles Sup.		Arg. plastique salifere calcaire dolomitique	100 à 250m
			Argilo-sal. S4		sel incolore	
argile inf.				Argile silteuse		
T2				Grès fin argilo-silteux		
T1				Grès Argileux		
DEVONIEN inf	3460	Andesites		Andesite altérée	100 à 130 m	
		Serie Infer.		Grès fin à moyen		
DEVONIEN inf		3460	Devonien Inf.		Argiles noires. grès fin à moyen	100 à 130 m
SILURIEN		3580	Silurien radioa.		Argiles noires radioactives, fossili-	60 à 65 m
ORDOVICIE	DALLE DE MKRATA			Grès quartite et Argiles	12 A 25 m	
	ARGILES MICRO-CONGLOMERAT			Argiles noires, micro-conglomé	90 à 100 m	
	GRES D'OUED SARET			Argiles noires, passées Grés	50 à 70 m	
	ARGILES D'AZEL			Argiles noires, passées Grés	40 à 50 m	
	GRES D'OUARGLA			Argiles noire, passées Grés	120 à 140 m	
	QUARTZITES DE HAMRA			Quartzite et grés quartzite fissurés	90 à 110 m	
	GRES D'EL ATCHANE			Grés fin, intercalations argileuses	49 m	
ARGILES D'EL GASSI			Argiles noires silteuses, grés-argileux	>10 m		

Fig. 12. Colonne lethostratigraphie de la région de Haoud, berkouï

(GHOMARIA, 1983).

II. 5. La synthèse pétrolière du champ Berkaoui

II. 5. 1. Le système pétrolier

II. 5. 1. 1. La roche mère :

L'importance de la série paléozoïque est liée à la présence des roches mères du bassin, dont la plus riche est constituée par les argiles radioactives du Silurien, bien développées, mais affectée par une érosion intense sur de vastes secteurs de la région d'Oued M'ya en liaison avec la condensation sédimentaire de l'ensemble du Silurien dans cette région, ces argiles radioactives présentent d'excellentes caractéristiques géochimiques. Leur faible enfouissement au cours du Paléozoïque a préservé leur potentiel pétrolier, leur maturation et la genèse des hydrocarbures ayant eu lieu lors de leur évolution ultérieure, sous l'effet de la subsidence mésozoïque.

Cette roche mère du Silurien présente actuellement un degré de maturation favorable à la génération d'huile, ce degré est plus élevé (zone à gaz) à l'Ouest de Hassi R'mel et au Nord du môle de Telemzane, où son enfouissement augmente vers le sillon sud atlasique.

Les argiles de l'Ordovicien, notamment les argiles d'Azzel et les argiles micro conglomératiques sont aussi considérées et jugées comme intéressantes du point de vue richesse en hydrocarbures.

Une meilleure connaissance des caractéristiques de ces roches mères ordoviciennes serait indispensable tel guide pour l'exploration de cette vaste région, où les bons réservoirs du Trias (série inférieure) reposent directement sur le Cambro-ordovicien érodé.

Les séries argilo-gréseuses du Dévonien inférieur et/ou Silurien constituent des roches mères au potentiel pétrolier moins défini. Ces dernières sont comprises entre les grès d'Ouargla et les argiles micro-conglomératiques de l'Ordovicien supérieur et présentent d'importantes variations de faciès et d'épaisseur l'immigration des Hydrocarbures vers le réservoir TAGI à été fait au sein de Barrémien. (BOUABDALAH.H, 1994)

II. 5. 1. 2. La roche réservoir :

Le Trias argilo-gréseux est relativement peu puissant, renfermant les principaux réservoirs, constitués par les séries suivantes :

1- La série inférieure,

2- Le Trias T₁,

3- Le Trias T₂.

Dans la dépression d'Oued Mya, les réservoirs triasiques sont classiquement subdivisés en trois termes (Fig.4) dont les domaines d'extension sont assez semblables, mais

dans lesquels la distribution des réservoirs et leurs qualités varient d'une manière notable, on distingue :

- **La série inférieure :** elle se repose sur le substratum paléozoïque dont les meilleurs faciès sont localisés dans la région d'Oued Mya vraisemblablement en liaison avec le paléo-môle du Hassi Messaoud, ainsi que cette série constitue le principal réservoir des gisements de Ben Kahla, Guellala, Haoud Berkaoui et d'une grande partie du bloc 438.

Cette formation est considérée comme l'équivalent du Trias argilo- gréseux inférieur (TAGI) du bassin de Ghadamès.

- **L'unité T₁ :** dans laquelle sont développés de très intéressants réservoirs dans la partie ouest du bassin (réservoir B et C). Au contraire, dans le sillon d'Oued Mya, les niveaux réservoirs de cette unité sont fortement réduits (réservoir T₁) au-dessus d'une série éruptive très développée dans ce secteur en relation avec les jeux en distension des trends structuraux majeurs.

Cette unité est l'équivalent du Trias carbonaté du bassin de Ghadamès et des réservoirs du Trias intermédiaire de la région de Rhourde Nouss.

- **L'unité T₂ :** dans laquelle se développe le réservoir « A » particulièrement important au niveau du gisement de Hassi R'mel et rapidement dégradé par ailleurs, en particulier par cimentation salifère généralisée au niveau du bloc 438.

Cette unité est l'équivalent du Trias argilo-gréseux supérieur (TAGS) qui présente son développement maximal dans la région de Rhourde Nouss. Le contact huile / eau est évalué à -3325 m pour le champ de Haoud Berkaoui. (BEICIP, 1992).

II. 6. Interprétation des cartes du réservoir pétrolière du champ Berkaoui :

▪ Carte en isoporosité utile moyenne du réservoir: (Fig. 13)

Les porosités utiles moyennes dans le réservoir TAG SI sont comprises entre 7 et 12%, au-dessus de la valeur Cut off qui est de 7% pour la région. Il y a une zone à faible porosité relative au centre de la carte au niveau des puits OKN61 et OKN612.

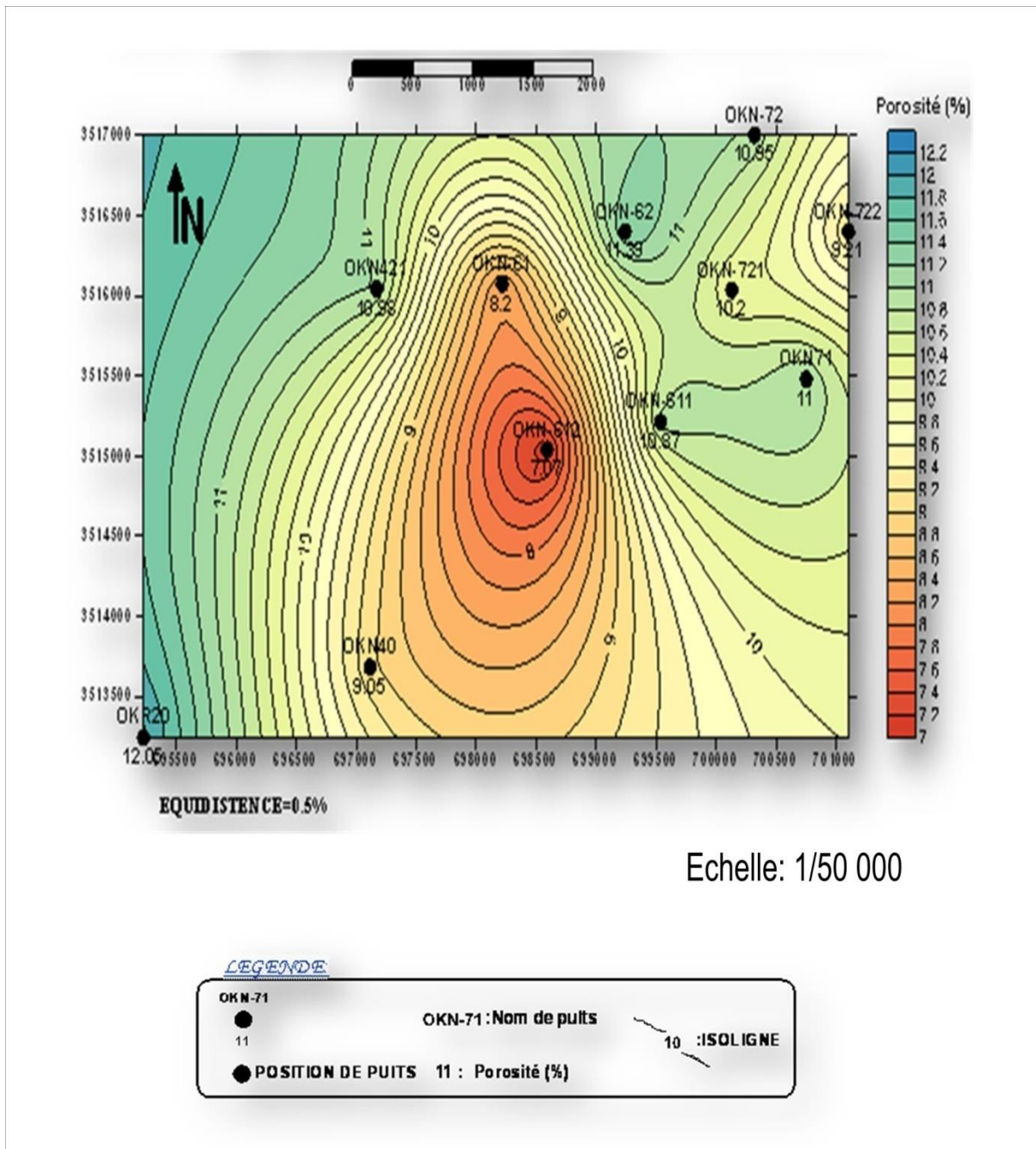
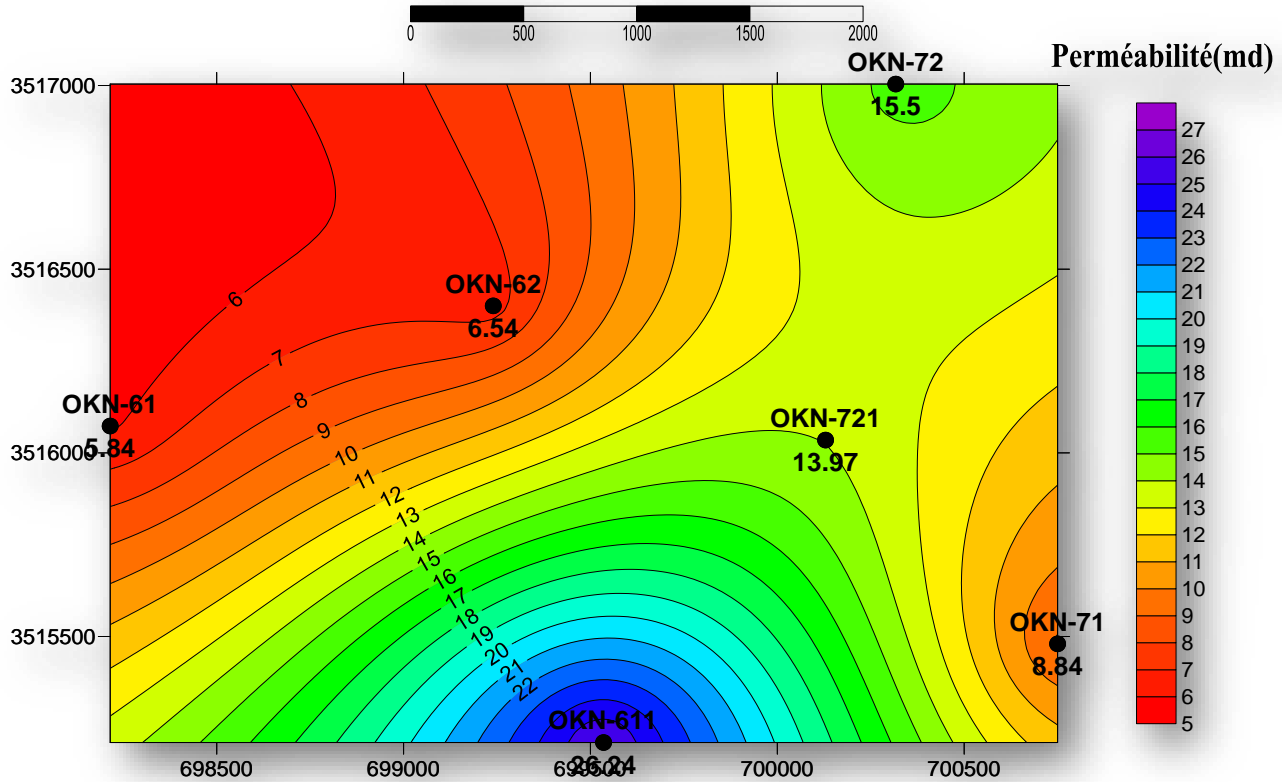


Fig. 13 Carte en isoporosité utile moyenne de gisement de Haoud berkaoui.

▪ **Cartes en iso-perméabilité : (Fig. 14)**

La carte Iso-perméabilité représente la variation des perméabilités cumulées dans un intervalle stratigraphique donné, Elle schématise l'évolution latérale de la capacité de drainage et permet la recherche des barrières de perméabilité

D'après la carte en iso-perméabilité on remarque qu'il y a une couloire NE-SW (OKN-72, OKN-721, OKN-611) des valeurs important de perméabilité dans le réservoir TAG SI.



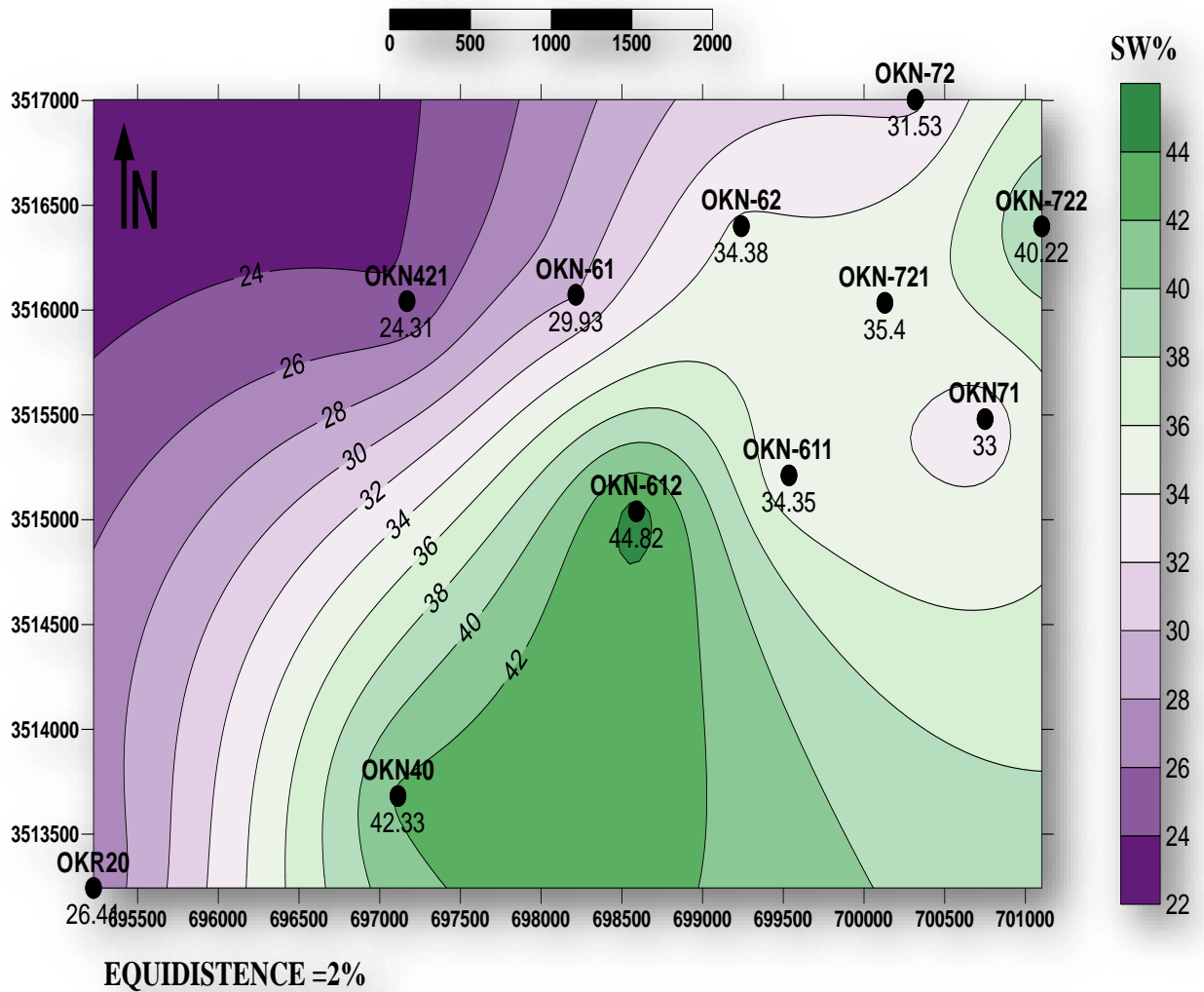
LEGENDE:



Fig. 14. Cartes en iso-perméabilité du réservoir de Haoud Berkaoui

▪ **Cartes en iso-saturation en eau (SW) du réservoir : (Fig. 15)**

On remarque que les puits OKN-40, OKN-612, OKN-721 et OKN-722 présentent couloir relativement élevé définir une zone de limite NE-SW; On remarque, aussi, que les distributions de Vsh et de SW sont semblables où la partie NW on a diminution du Vsh et SW par contre la zone SE où la Vsh et SW sont élevé.



LEGENDE:

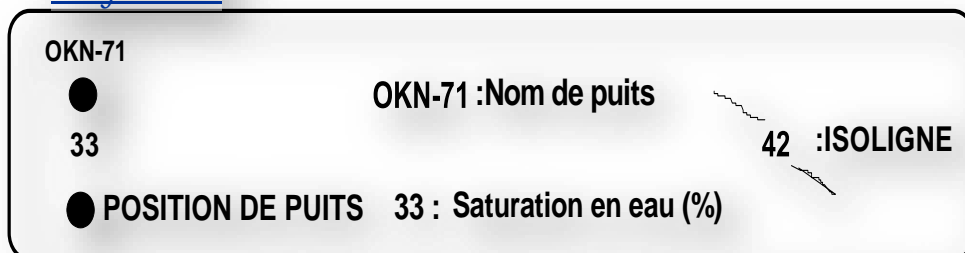


Fig. 15. Cartes en iso-saturation en eau (SW) du réservoir de Haoud Berkaoui

▪ Carte iso-épaisseur utile:

On trouve la même tendance que pour la carte en isopaques sauf que le puits OKN612 qui présent l'inverse que celui dans la carte en isopaques. (Fig. 10)

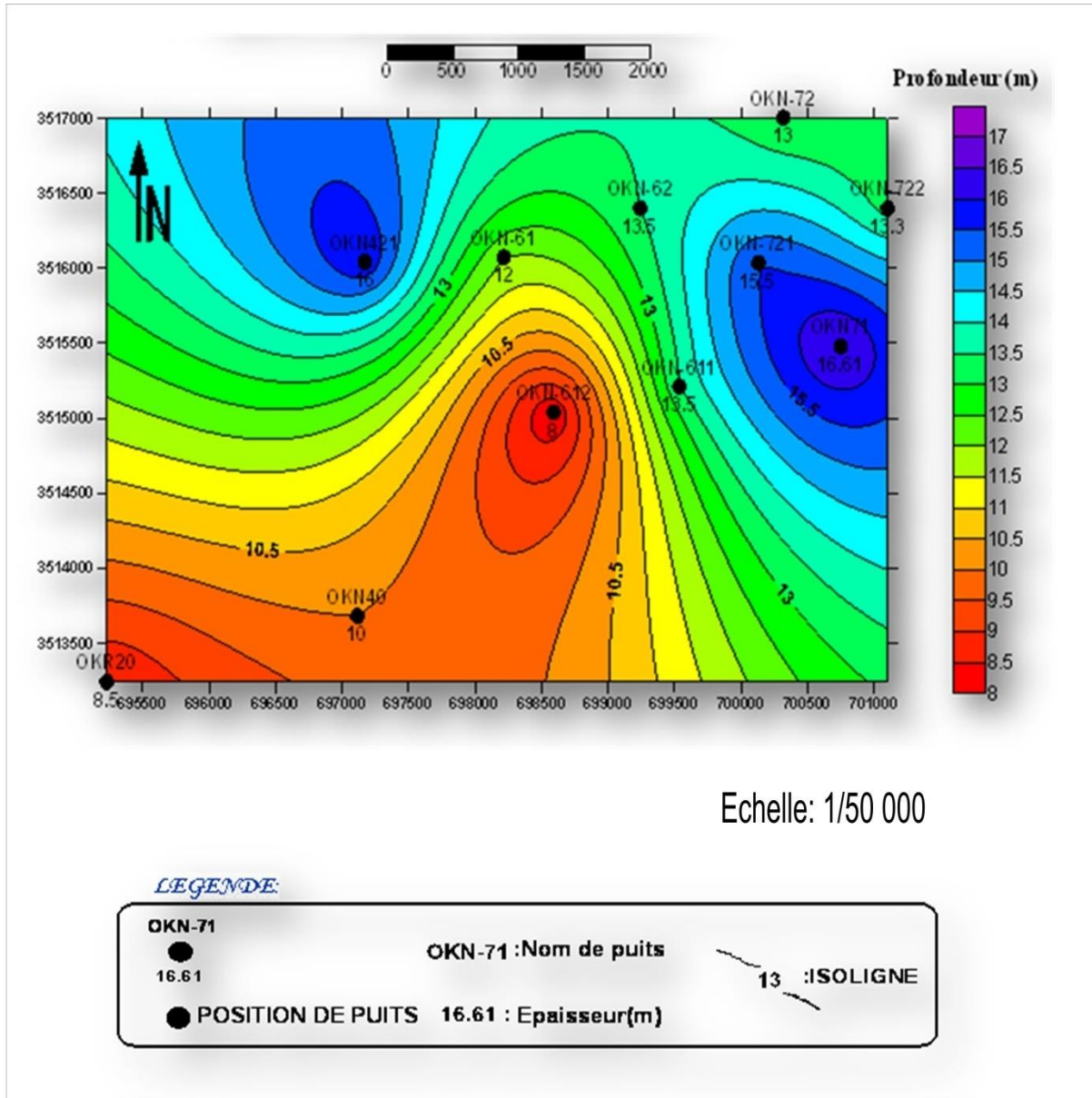


Fig. 10. Carte en iso-épaisseur de gisement de Haoud berkaoui.

II. 5. 1. 3. La roche couverture :

La couverture du Trias argilo-gréseux est parfaitement assurée à l'échelle régionale par une puissante série évaporitique représentée par environ 1000 m de sel et d'anhydrite, allant du Trias S₄ au Lias anhydritique. Au Sud de la région, cette couverture est directement transgressive sur le substratum paléozoïque, assurant ainsi la couverture des biseaux des différents réservoirs du Trias. (BEICIP, 1992).

II. 5. 1. 4. Le système Piégés :

Les principaux piège qui existant dans ce gisement en façon dominante sont des piège structuraux mais aussi il y a des piège stratigraphie et mixte. (BOUABDALAH.H, 1994)

II. 5. 2. Caractères générales Lithologie du Réservoir (Série Inferieure) :

On distingue deux blocs au niveau du gisement de Haoud- Berkaoui, divisés par deux failles majeures d'orientation sud- ouest /nord- est (bloc des OKN a l'Est et bloc des OKJ à l'Ouest).

Le Trias argilo-gréseux a présenté des indices importants d'hydrocarbures. Il est composé de T₂, T₁ et la série inférieure (SI) dont deux (02) sont productifs (T₁ et SI), le troisième niveau (T₂) est généralement compact. Les caractéristiques pétrophysique de ce champ sont mentionnés dans le tableau précédent. (AMRANI .A, 1994).

II. 5. 3. Compositions minéralogiques moyennes du réservoir :

- Minéraux non argileux :

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| - Quartz : (82 - 96)% | - Dolomite : (2 - 8)% |
| - Anhydrite : (0 - 1)% | - Sidérite : (0 - 1)% |

- Minéraux argileux :

- | | |
|----------------------|-----------------------|
| - Illite : (1 - 9) % | - Chlorite : (0 - 2)% |
| - I-M : (0 - 1,5) % | |

- Liants et ciments :

- | | |
|-----------------------------|----------------------|
| - Quartz second : (9 - 12)% | - Calcite : (3 - 8)% |
|-----------------------------|----------------------|

Remarque : Des traces d'Halite d' Anhydrite et d'Orthoclases ont été détectées.

II. 5. 4. Propriétés des fluides de gisement : (AMRANI .A, 1994).

▪ Propriétés du gaz :

- Le facteur volumétrique de fond (Bg) :

- A la pression de bulle (P_b) = 0,00581 m³/stm³.
- A la pression de gisement initiale (P_{gi}) = 0,00347 m³/stm³.
- La viscosité (μ_g) :
 - A la pression de bulle : 0,022 cpo.
 - A la pression de gisement initiale : 0,0419 cpo.
- La densité (d_g) :
 - A la pression de bulle : 0,2030
 - A la pression de gisement initiale : 0,350
- **Propriétés de l'huile :**
- Le facteur volumétrique de fond (B_o) :
 - A la pression de bulle (P_b) : 1,59 m³/stm³
 - A la pression initiale de gisement (P_{gi}) : 1,46 m³/stm³
- La viscosité (μ_o) :
 - A la pression de bulle : 0,245 cpo
 - A la pression de gisement initiale : 0,337 cpo
- La compressibilité à la pression de bulle : $2,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}^3/\text{Kg}/\text{cm}^2$
- **Propriétés de l'eau de gisement :**
- A la pression de gisement initiale :
 - La densité (à 103°C) : 1,22 g/cm³
 - La compressibilité : 0,2494 (1/Kg/cm²)
 - La viscosité (à 103°C) : 0,760 cpo
 - La pression de saturation (à 103°C) : 148 Kg/cm²
 - F.V.F (à 15,6°C) : 1,041 m³/stm³
 - A la pression atmosphérique :
 - La densité (à 20°C) : 1,264 g/cm³
 - La résistivité (à 25°C) : 0,061ohms m²/m
 - La viscosité (à 15.6°C) : 0,370 cpo

II. 6. Les différentes corrélations faites dans le champ de Haoud Berkaoui.

II. 6. A. Les objectifs de la corrélation litho stratigraphique:

Les buts primordiaux de cette corrélation consistent en :

- Le découpage du réservoir de la série inférieure en unités.

- L'étude de la variation lithologique et granulométrique verticalement dans chaque puits, c'est à dire à l'échelle des unités composant le réservoir de la série inférieure ;
- L'étude des changements faciologiques latéralement, c'est à dire à l'échelle horizontale entre les puits ciblés par ces corrélations ;
- La détection des meilleures communications des corps gréseux entre les puits ;
- La confirmation de l'indépendance ou de la communication des unités entre elles.

De ce fait, les puits concernés par ces corrélations sont choisis d'une manière à assurer le balayage de tout le gisement. Par conséquent, les corrélations élaborées sont de directions Nord-Sud et Est-Ouest.

Dans chaque puits inclus dans n'importe quelle corrélation, est représenté un log sédimentaire en fonction de la profondeur, ce dernier est justifié par les réponses diagraphiques du GR et de la résistivité (ILD), comblant ainsi les parties où le réservoir est mal ou non carotté.

II. 6. 1. Corrélation par la lithologie:

Les corrélations lithologiques d'orientation Nord-Sud et Est-Ouest, faites le long du champ ont permis de localiser les variations des formations dans tout le Trias argilo-gréseux. Lors de la réalisation de cette corrélation, on a estimé la discordance hercynienne comme substratum afin d'écarter l'influence de la tectonique. Plusieurs constatations ont été reconnues :

-Une uniformité de la série inférieure à travers tout le champ, l'épaisseur est comprise entre 48 et 54 m.

-Une variabilité des dépôts éruptifs dans tout le champ, l'amplitude de ces coulées volcaniques est contrôlée par la position par rapport aux failles existantes.

-Les formations T₁ et T₂ sont pratiquement uniformes et les épaisseurs sont pratiquement identiques, variant entre 10 et 20 mètres en moyenne.

II. 6. 2. Corrélation par lithofaciès:

La caractérisation de la séquence type étant assimilable à une séquence virtuelle de dépôts d'un environnement fluvial à régime en tresse, des essais de découpage systématique vertical de la série inférieure ont été mis en évidence, dans ce contexte, les descriptions macroscopiques englobant 16 sondages ont été indispensables, ainsi que les

résultats diagraphiques ayant pour objectif d'affiner le découpage. D'une façon générale, 6 unités de séquences ont été distinguées, ainsi que le caractère lithologique change d'une séquence à l'autre. Ce caractère revêt en commun la nature de la séquence examinée sur le point textural ou granulométrique. En raison de comparaison, c'est parfois leur épaisseur et le rapport ou taux argile/grès et le changement de ciment où s'est accentuée d'une diagénèse différente par rapport aux uns et aux autres. La granulométrie qui est bien sûr, un facteur prépondérant, mais reste conforme à la croissance de la formation. Ce découpage prend en compte la succession des faciès, mais n'écarte pas la possibilité que cette succession peut être incomplète (du faite de l'érosion intensive).

II. 6. 3. Corrélation par la diagraphie : (Fig. 16)

En se basant sur l'interprétation des réponses des outils diagraphiques de fin de trou (jeu complet de diagraphie), On choisie des puits loin les uns des autres afin de traversé tout le secteur étudié, un découpage basé sur l'observation des différentes discontinuités sédimentaires, les limites locales et sur les descriptions de carottes, nous a permis de réaliser cette corrélation dans le but de déterminer l'évolution spatiale des corps gréseux; avec tenir compte les variations latérales de la lithologie.

Suite au phénomène de venues d'eaux observées au niveau du réservoir Série Inférieure du puits, il nous a été demandé d'établir une corrélation diagraphique entre les corps gréseux reliant ce même OKN-40 qui est un puits sec situé dans la zone Sud, zone des OKN sérieusement atteinte par la déplétion puits avec les trois puits producteurs OKN-722, OKN-612 et OKR-20 suivant la direction NE-SW, afin de donner une approche géologique, pétrophysique du réservoir .

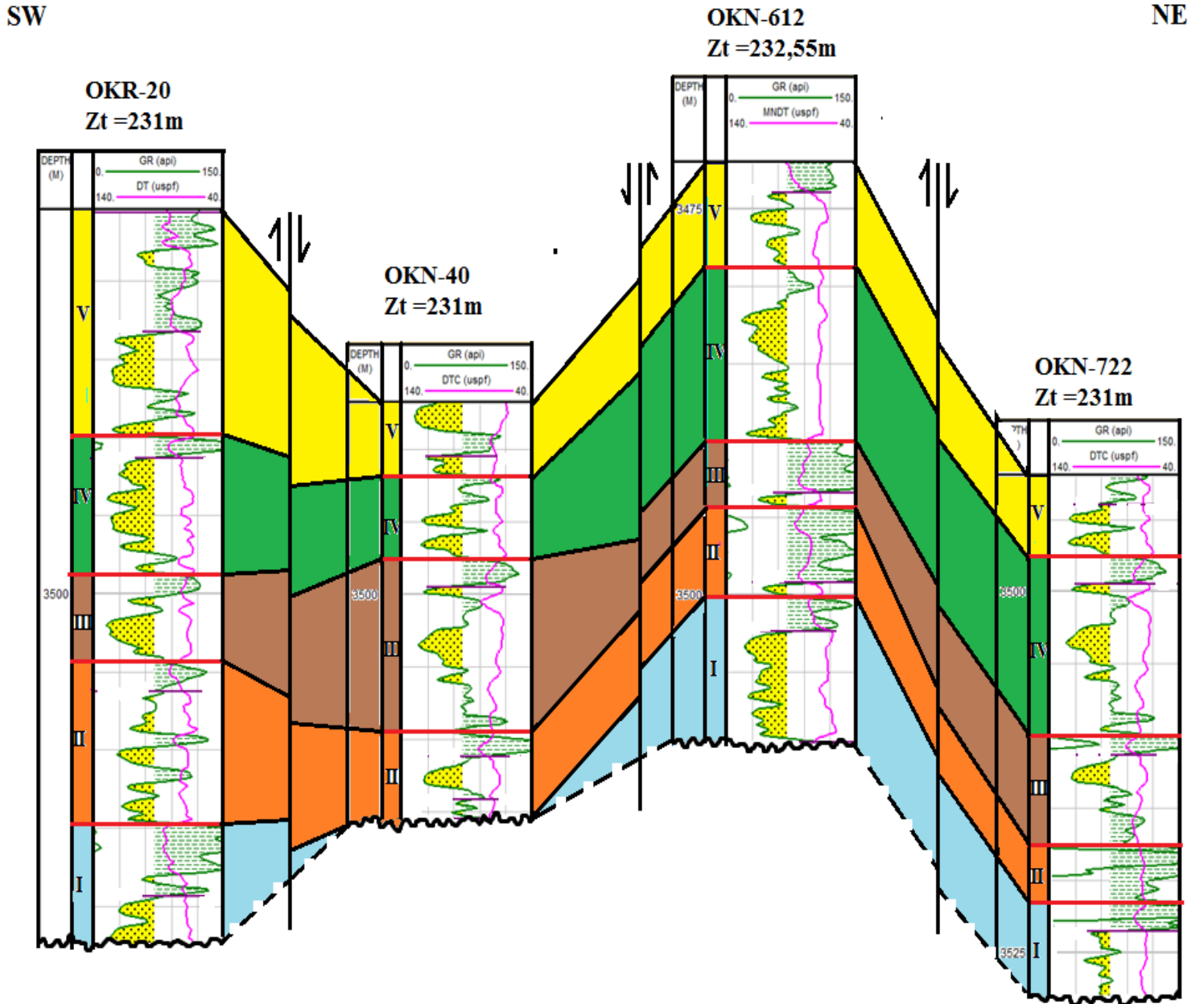


Fig. 16. Corrélations diagraphie à travers les puits (OKN-722, OKN-612, OKN-40 et OKR-20)

II. 7. Conclusion :

La Série Inférieure est formée d'un complexe argilo-gréseux, de grés généralement moyens à grossiers, gris sombre, siliceux, bitumineux et micacés avec présence de feldspaths, passant en alternance à des grés fin à moyens gris beige avec des passées décimétriques d'argiles brun rouge; et présence de mouchetures carbonatées et de pyrite à la base.

C'est le réservoir principal du champ. Il est considéré comme hétérogène avec une variation des caractéristiques pétrophysique dans tous les sens. Il est formé d'un empilement de lentilles gréseuses, métrique à décimétrique en épaisseur, hectométrique à kilométrique en longueur. La série inférieure est constituée de grés grossiers, de grés fins à moyens et de grés très fins pour terminer par des intercalations d'argiles souvent dolomitiques.

La tendance générale est transgressive, séparée par des bancs d'argiles plus au moins isopaques. Le problème majeur du réservoir argilo-gréseux série inférieure est représentée par les couches d'argiles aléatoirement distribuées, elles sont continues dans toute la superficie du gisement et isolent les unités gréseuses imprégnées d'huiles.

Cette forme de disposition lithologique dans la série inférieure constitue la difficulté principale tant pour la description lithologique des bancs gréseux que pour l'écoulement des fluides entre elles.

Suite à l'interprétation de la corrélation entre les puits nous remarquons :

- Une nette séparation des unités et bancs gréseux,
- La disposition aléatoire des niveaux gréseux,
- Une continuité latérale des bancs gréseux non isopaques,
- Le GR nous montre au sein de chaque unité des variations latérales de faciès interne aux unités.

Les caractéristiques géologiques et pétrophysiques du réservoir Trias Argileux-gréseux du champ de Haoud Berkaoui sont représentés sur le tableau (TAB. 02).

TAB.0 2 : Représentation les paramètres pétrophysique et géologies de champ de Berkaoui :

Propriétés.	Champ Berkaoui.
Profondeur Moyenne de Toit.	3255,28 m (OKN62).
Epaisseur Moyenne.	13,26m (OKN611).
Porosité Moyenne.	10 ,45% (OKN721).
Saturation Moyenne.	34,24% (OKN611).
Perméabilité Moyenne.	13,79md (OKN721).

Troisième chapitre

❖ **Synthèse géologique du
champ de Benkahla Sud**

III. 1. Introduction

Le champ contenant le gisement pétrolier de Benkahla est situé à 30 km à l'Est de la Base de Berkaoui, et à 20 km au Sud du centre de Guellala. Ce champ se trouve dans la région pétrolière d'Ouargla (20 km au SW de la ville) et se positionne ainsi entre les deux Régions de Hassi Messaoud et de Hassi R'mel à 600 km au Sud de la capitale Algérienne Alger. (Fig.17)

La structure a été révélée par sismique réflexion en 1964. L'intérêt pétrolier a été mis en évidence suite au forage OKP-24 en 1966 au niveau du réservoir Trias-Argilo-Gréseux Série-Inférieure qui est situé à une profondeur moyenne de 3 500,00 mètres, d'une superficie de 83.5 km², et d'orientation Nord Nord-est, la limite Sud se fait par dégradation des caractéristiques du réservoirs de la Série-Inférieur qui est l'unique objectif au niveau de cette structure.

La zone de Benkahla est placée parmi les zones les plus explorées du Sahara algérien où on trouve on plus 45 puits producteurs dans le réservoir TAG, 8 puits injecteurs et 3 puits secs. Néanmoins, des vrais problèmes sont fréquents dans cette région du point de vue production.

La plus grande difficulté rencontrée dans ce champ demeure dans la différence de la production des puits répartissant source gisement. Les puits les plus proches aux failles donnent des faibles quantités d'hydrocarbures, alors que les puits qui se trouvent loin des failles donnent des grandes quantités d'huile.

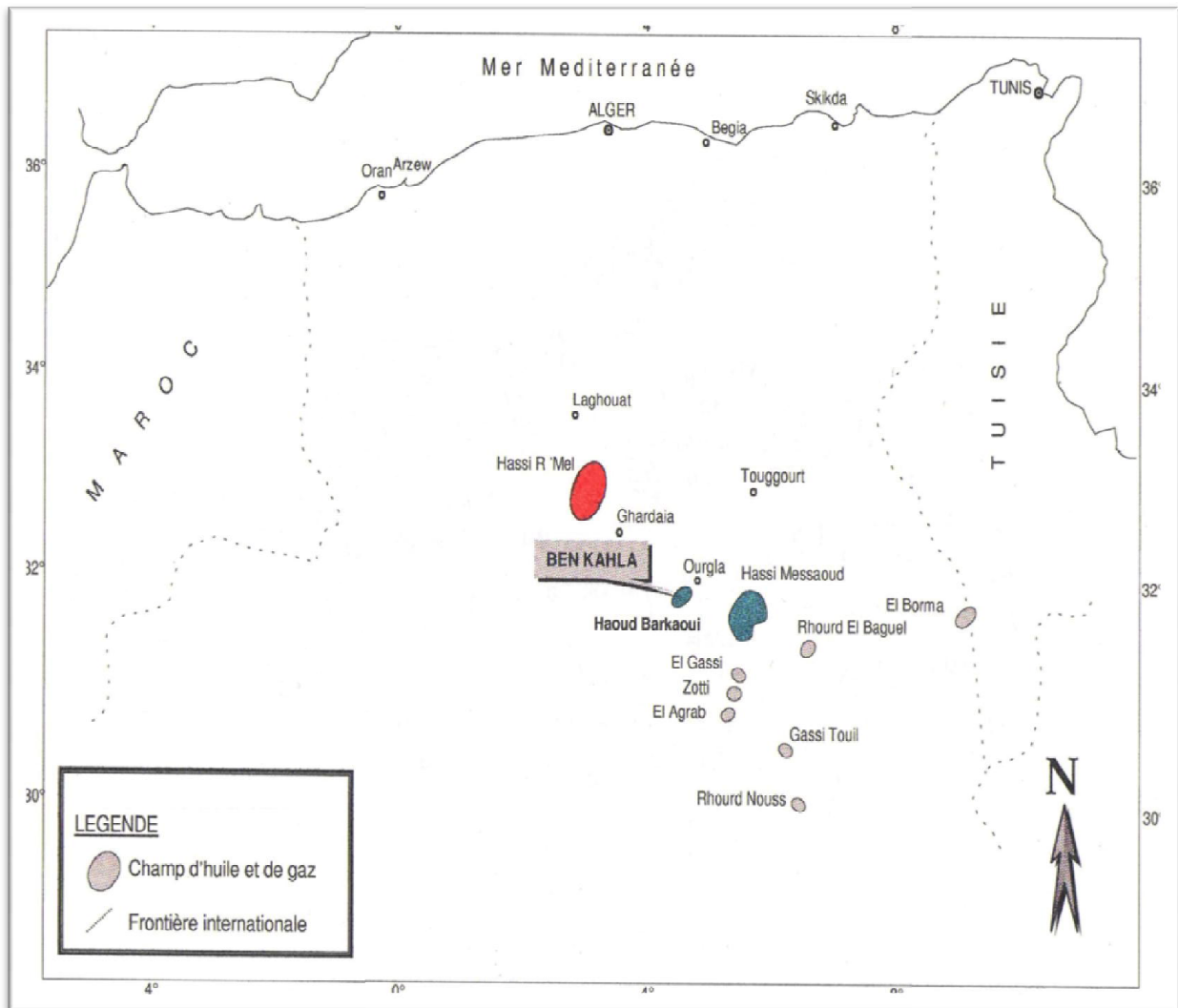


Fig.17. Situation géographique du champ de Benkahla (Document Sonatrach, 2002) (2)

III. 2. Caractéristiques géologiques de Benkahla :

III. 2. 1. Cadre structurale :

Le gisement de Benkahla se situe dans la dépression de l'Oued M'ya, très exactement au centre de la province centrale. A son tour, la dépression d'Oued M'ya est limitée au Nord-est par le sillon Melghir, au Nord-Ouest par le sillon de Benoud. Au Sud par le bassin de Mouydir et le Mole d'Amguid-El Bioud. A l'Est, la dépression de Oued M'ya est limitée par la dépression de Dahra et à l'Ouest par le Bassin de Timimoune et la voûte d'Allal.

Benkahla possède une structure monoclinale allongée dans la direction nord-est. « En forme de nez ». Cette zone est fortement faillée, on y compte 6 failles au total toutes

découvertes par les nombreuses campagnes de sismique réflexion effectuées au niveau de la région de Berkaoui, Guellala, Benkahla.

La faille I : est une faille normale de direction relative NNE-SSO, d'inclinaison NNO avec un rejet de 110 mètres. Cette faille s'étend à partir du gisement de « Boukhazana Sahane », situé à 60 km au Nord de Benkahla. Sa limite reste indéterminée, seulement, on suppose qu'elle croise une autre faille et s'arrête au niveau d'OKP60.

Tout le monde s'accorde à dire que cette faille constitue une limite naturelle à l'Ouest du réservoir de Benkahla car son rejet est supérieur à l'épaisseur du réservoir.

La faille II: Faille normale de direction Nord-Ouest, Sud-Est son inclinaison est : nord-est avec un rejet variable augmentant du NW vers le SE, au niveau du puits OKO 71, le rejet de cette faille presque nul, mais au niveau du puits OKP10 le rejet atteint son maximum, 50 mètres.

Le basculement de cette même faille a provoqué une forte fracturation au niveau du puits OKP11. Ce phénomène est dû au basculement de la faille III qui s'étend ainsi sur une distance de 9 km environ.

La faille III: Faille normale de direction variable NNE-SSW à NE-SW. Son inclinaison est Nord-Ouest avec un rejet de 30 mètres. Elle croise la faille I vers OKP60 et s'étend vers le Sud à une distance indéterminée. Notons que cette faille est locale.

La faille IV: Faille normale de direction Nord Sud, d'inclinaison Est avec un rejet de 15 mètres. Sa longueur atteint les 4 km environ.

La faille V: Faille normale de direction N.E-S.W, inclinée vers le Sud Est avec un rejet de 10 mètres. Elle atteint environ 6 km de longueur.

La Faille VI: Faille normale de direction NW-SE qui s'incline vers le Nord-Ouest avec un rejet de 10 mètres. Sa longueur atteint 4.5 km environ.

Les trois dernières failles sont toutes des failles locales. Qui ont été découverte grâce à la sismique réflexion et les cartes en isochrones interprétées par **(BEICIP, 1992)**.

III. 2.2. Evolution tectonique de la région de Benkahla :

La structure de Benkahla est un monoclinal allongé dans les directions NE-SO en forme de "N'ose structural " selon **(Boudjemaa. A, 1987)**.

Elle est située à 8 Km au Sud-Est du champ de Haoud Berkaoui, séparée par un sillon bordé de part et d'autre par deux failles régionales de mêmes orientations NE-SO, dans le cadre local, Benkahla est une zone fortement faillée. La superficie est de l'ordre de 80 Km², sa fermeture structurale est de 175m. L'évolution structurale de Benkahla se résume comme suite :

Le Trias a débuté par une phase de distension et par le rejet d'anciens accidents en failles normales. Les mouvements compressifs avaient pour effet la structuration dans le bassin.

La dépression d'Oued M'ya a été affectée par plusieurs mouvements tectoniques qui ont contrôlé son évolution dans le temps, il s'agit des mouvements des cycles hercyniens et alpins.

La phase de compression hercynienne a entraîné un soulèvement général de tout le territoire, ce qui a donné comme conséquence une intense érosion touchant plusieurs termes du Paléozoïque.

Le début du Mésozoïque est caractérisé par les mouvements tectoniques qui ont affecté le Trias, à savoir ceux du socle qui ont modelé les dépôts triasiques.

Dans certains endroits ce modelage est lié directement aux épanchements volcaniques.

Le Jurassique est caractérisé par des dépôts lagunaires qui se terminent par des faciès marins. La structuration est liée à la persistance des mouvements du socle.

L'état actuel de la région a été acquis après l'Aptien. C'est seulement à cette époque (phase Autrichienne) du cycle Alpin qu'a eu lieu l'affaissement définitif de la partie Nord du bassin d'Oued M'ya. **(Bessaih et Rahmanieh, 2000)**

III. 2. 3. Les caractéristiques structurales du réservoir de Benkahla :

A cause du manque des données des sondages sur tout le champ de Benkahla, l'étude des caractéristiques structurales du réservoir trias argileux gréseux a été réalisée sur la partie Sud et la carte de position des puits est indiqué sur la carte **(Fig.18.)**

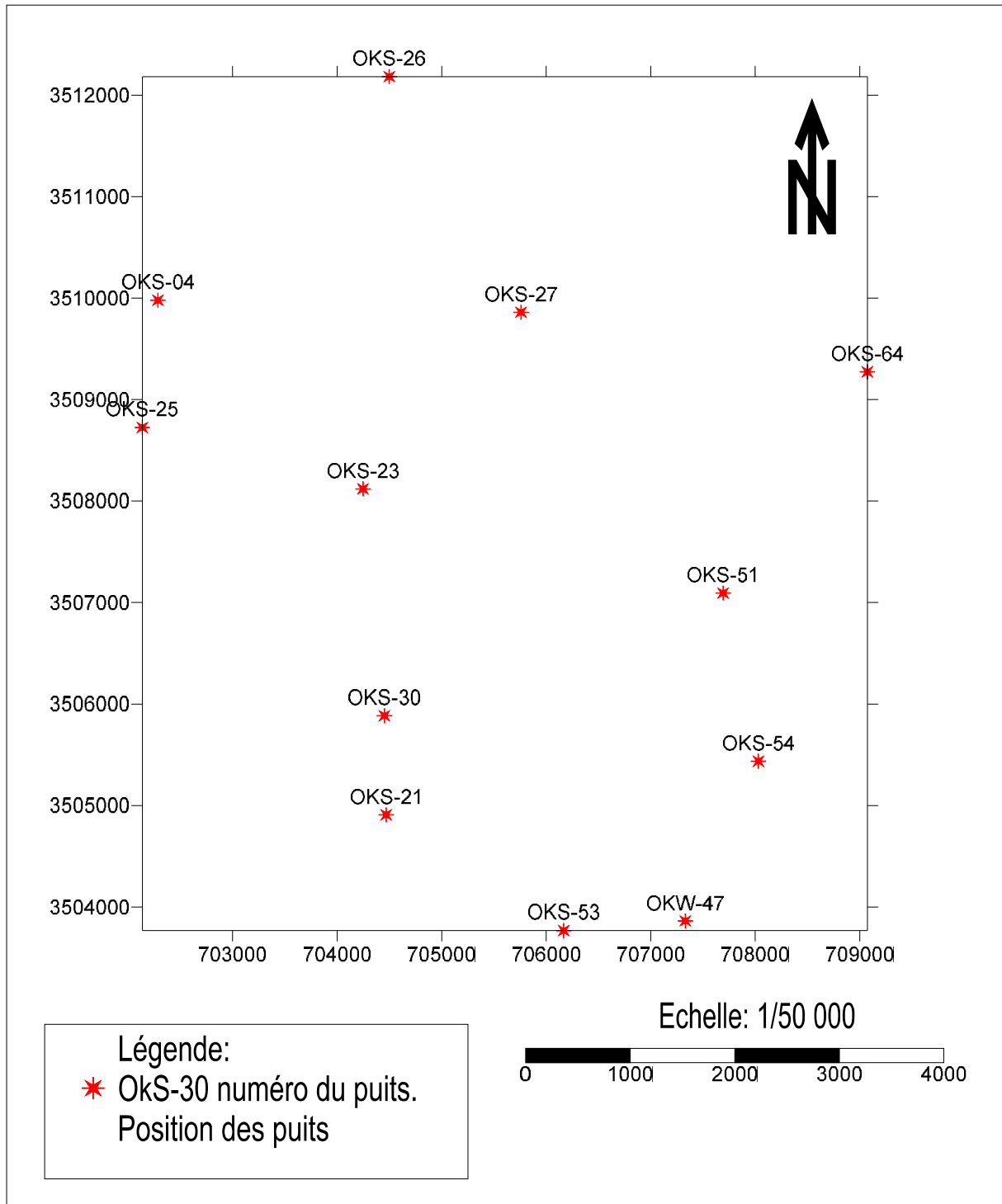


Fig. 18. Carte de position des puits de champ Benkahla Sud

III. 2. 3. 1. Interprétation des cartes structurales du réservoir de Benkahla:

-Les cartes en isobathes Toit et Mur :

La carte en isobathes du réservoir de la série inférieure, montre que la structure de Benkahla Sud est un anticlinale dont l'axe est de direction Nord-Est Sud-Ouest. Cet

anticlinal à une inclinaison vers le Nord Est. La variation de la profondeur de du toit (Fig. 19) est de -3172 m dans le puits OKS-21 et -3243,5 m dans le puits OKS-54.

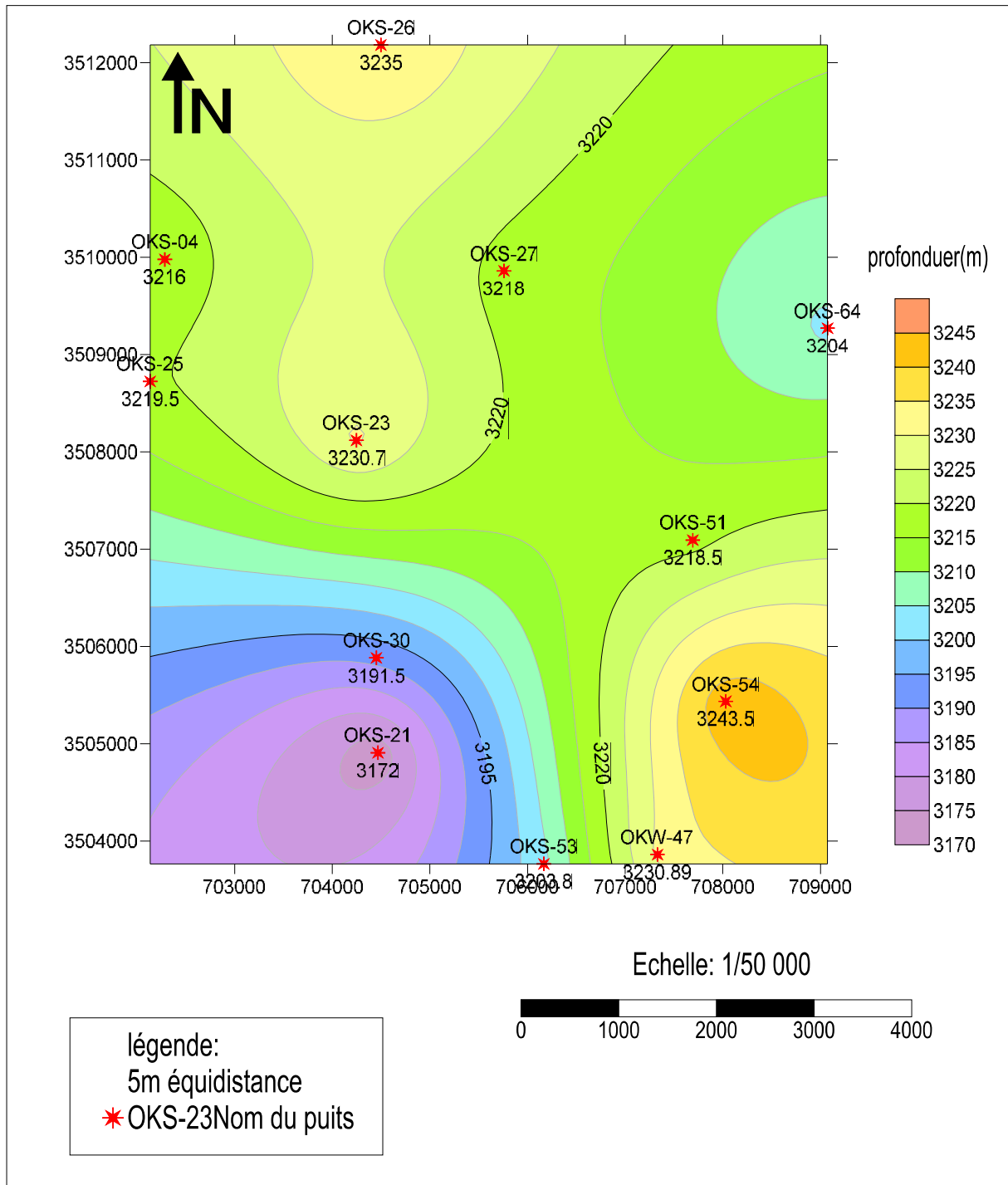


Fig. 19. : Carte isobathe de Toit du réservoir de Benkahla sud.

La carte en isobathes du Mur au du réservoir de la série inférieure, montre que la structure de Benkahla Sud est un synclinal dont l'axe est de direction Nord-Ouest Sud-Est. Ce synclinal à une inclinaison vers le Sud Est. La variation de la profondeur de mur (Fig. 20) est de -3213 m dans le puits OKS-21 et -3297,5 m dans le puits OKS-54.

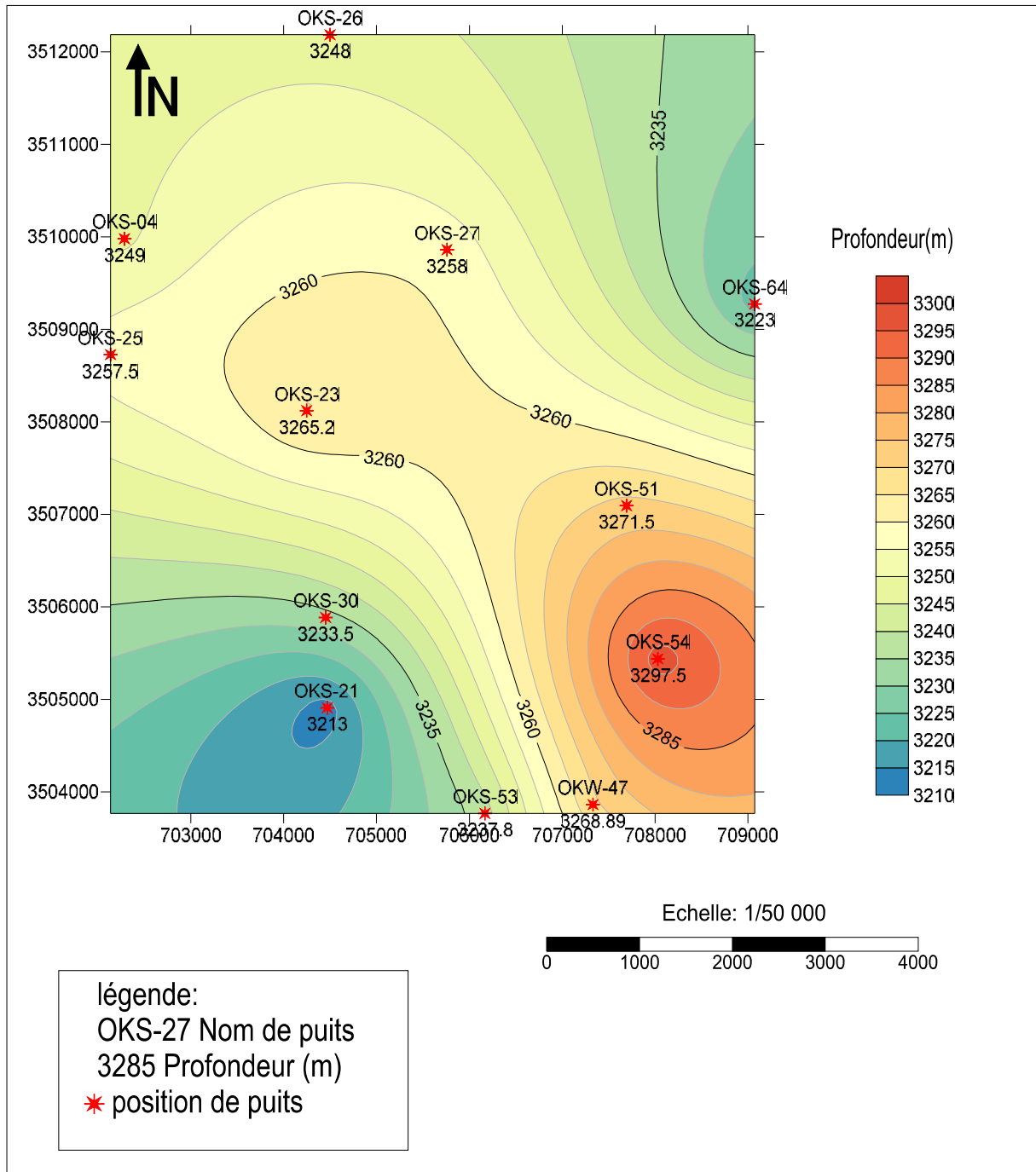


Fig. 20. : Carte isobathe de Mur du réservoir de Benkahla Sud.

- Les cartes en iso-pâques :

La carte iso pâque de la série inférieure de Benkahla Sud montre une faible variation des épaisseurs dans le nord et le Nord-Est. Quand on traverse vers le sud-est ont remarqué une augmentation progressive d'épaisseur atteint son maximum dans le puits OKS-54. La variabilité des épaisseurs enter la grand valeur 54m dans le puits OKS-54, et son faible valeur 13m dans le puits OKS-26, l'intervalle de variation évaluer par 41m entre ces dernière. (Fig. 21)

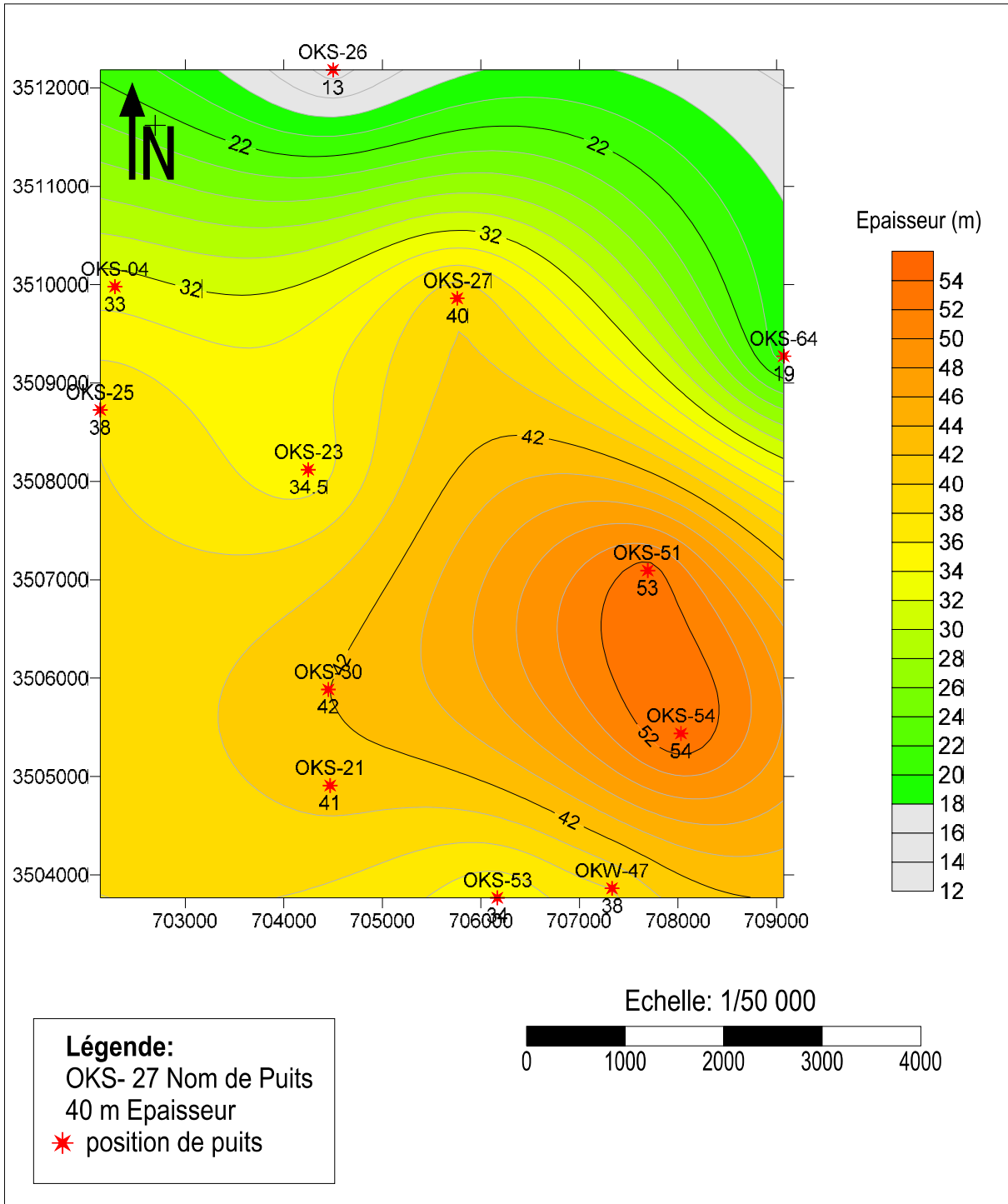


Fig. 21. Carte en iso-pâques du gisement de Benkahla Sud.

III. 2. 3. 1. La stratigraphique :

La particularité de la province triasique est que l'étage géostructural supérieur, constitué par le mésozoïque et le cénozoïque, et très développé, le mésozoïque repose en discordance hercynienne sur le paléozoïque (**Fig. 22.**).

Les formations géologiques traversées par les sondages appartiennent dans la majeure partie au Mésozoïque, le Paléozoïque et le Cénozoïque sont représentés par des séquences réduites des couches.

A. Le Paléozoïque :**• Le Gothlandien :**

Formé d'argile grise et noire, indurée silteuse avec fines passées de grès gris clair à gris beige fin à moyen subarrondi moyennement dur, argilo-siliceux devenant à la base fin à très fin rarement moyen argileux micacé et compact, avec intercalations d'argile silteuse.

B. Le Mésozoïque :**• Le Trias argilo-gréseux série inférieure :**

Elle constitue le réservoir principal dans les champs de Haoud Berkaoui et Guellala, mais l'unique réservoir de Benkahla.

Cette série géologique constituée d'argile et de grès est discordante sur le Silurien (discordance Hercynienne) et elle est aussi recouverte par les épanchements Andésitiques. Son épaisseur moyenne est de l'ordre de 40 à 50 mètres, elle est faite d'une succession de grès grossier, des grès fins à moyens, des grès très fins et d'argile fréquemment dolomitique et d'origine volcanique.

Ces différents constituants sont généralement ordonnés en séquences sédimentaires, allant du plus grossiers à la base, au plus fins au sommet.

Ces argiles sont tantôt vertes au sommet tantôt gris. Les intercalations des joints argileux sont gris-vert de l'ordre des centimètres et sont finement laminées. On rencontre par fois des galets moins aplatis, la cause probable, c'était un arrêt séquentiel des dépôts de boue. Vers la base ce sont déposés des argiles brun-rouge, parfois gréseuses béchiques et galets mous avec de fréquentes concrétions de dolomie rose.

• La série Andésitique :

C'est une série d'épanchement volcanique intra-dé positionnelle de la série inférieure ou bien vers la fin de la sédimentation de celle-ci. Son épaisseur varie de 0 à 80 m à Benkahla. Cette série admet parfois des intercalations d'argiles rouges dolomitiques ou silteuse (OKS-28, OKW-47 et OKS64).

- **Trias gréseux(T1) :**

Cette formation constitue une séquence argilo-gréseux variant entre 20 à 30 m d'épaisseur sur tout la région de Haoud Berkaoui. Le dépôt du T1 est très faiblement à Benkahla. La présence de ce faible dépôt au Sud de Benkahla nous fait penser que ces dépôts ont été interrompus par un phénomène de volcanisme, ou bien la structure était beaucoup plus élevée au moment de la sédimentation.

- **Le Trias gréseux (T2)**

- Au sommet, on trouve une sous-couche argilo-silteuse brun rouge d'une dizaine de mètres.

Trias argilo-salifère: Cette formation constitue la couverture des principaux réservoirs triasiques. De bas en haut on a :

Argiles inférieure : Leur épaisseur est de l'ordre d'une vingtaine de mètres.

Ce sont des argiles renfermant du sel et de l'anhydrite et sont soit dans les fissures, soit elles se présentent sous forme de passées décimétriques.

Argilo-salifère : Son épaisseur est de l'ordre de 40 à 50 m. C'est principalement du sel à intercalations d'argile. En diagraphie il est appelé repère «D2 » corrélable sur l'ensemble de la région.

Argiles supérieures : Leur épaisseur est de l'ordre de 50 m environ. Ce sont des argiles plus ou moins salifères.

- **Le Trias argileux :**

Il a une puissance de 150 m en moyen. Il comprend toutes les formations citées ci-dessus (argiles supérieures, argiles salifères et argiles inférieures).

- **Le Trias salifères :**

Son épaisseur est de l'ordre de 450 m. Il est composé d'alternance de sel et d'anhydrite et d'argile, il se subdivise en deux grandes séquences :

-Au sommet : Sel anhydrite d'épaisseur de 250 m (TS1+TS2 ou équivalent LS1+LS2).

-A la base : Le sel massif III épaisseur de 200 m à 240 m environ(LS3).

- **Le Jurassique :**

- Le Lias:**

Son épaisseur est de l'ordre de 340 à 350 m. Il se subdivise en deux zones lithologique:

- Au sommet: on a l'anhydrite massive de l'ordre de 260 à 270 m d'épaisseur.

- A la base : le sel massif I épaisseur d'environ de 80 m.

-Dogger :

On distingue le Dogger argileux au sommet et le Dogger lagunaire à la base, d'épaisseur moyenne respectivement de 150m et 120m.

-Malm:

Epaisseur moyenne 230m formation d'alternance de calcaire souvent dolomitique et de grès. L'épaisseur totale du jurassique est de l'ordre de 840m.

- **Le Crétacé :**

De bas en haut on distingue :

-Néocomien :

L'épaisseur 160m en moyenne. Ensemble argileux à intercalations, gréseuses et carbonatées.

-Barrémien

360m d'épaisseur moyenne, série grés-argileuse.

-Aptien

C'est une série carbonatée, dolomitique microcristalline d'épaisseur de l'ordre de 20 à 30m. Elle constitue un bon repère de corrélation géologique et diagraphique régionale. C'est un dépôt marin caractéristique d'une plate-forme à grande étendue.

-Albien

C'est un ensemble de grès, argile d'une épaisseur de 450m à 470m en moyenne, admettant quelques intercalations dolomitiques.

-Cénomien

Epaisseur de 130m en moyenne avec alternance de grès argilo-dolomitique.

-Turonien

Epaisseur de 80m, c'est une série de dépôt marin carbonaté (calcaire crayeux).

-Sénonien

Il comprend :

- Le Sénonien carbonaté d'une épaisseur de 160m au sommet.
- Le Sénonien lagunaire d'une épaisseur de 400m à la base.

C. Le Cénozoïque

- **Le Miocène**

Elle est constituée d'une formation composée du Mio pliocène, grés-carbonatée au sommet admettant de rares intercalations d'argiles et à sa base des grès. Il repose en discordance alpine sur le Mio-pliocène.

ÈRE	SYST	ÉTAGES	DESCRIPTION	EPAISSEUR
CENO-ZOIQUE		MIO-PLIOCÈNE <small>discordance alpine</small>	Sable, grès et argile	0 à 60 m
	C R É T A C É	SÉNONIEN	CARBONATÉ	Calcaire dolomitique et marne
ANHYDRITIQUE			Anhydrite massive, calcaire, dolomie, argile et marne	
SALIFÈRE			Sel massif, anhydrite et argile	
TURONIEN		Calcaire crayeux		
CÉNOMANIEN		Argile grise, anhydrite blanche, dolomie et marne	300 à 900 m	
ALBIEN		Grès fins à moyen à intercalations d'argile brun-rouge et de sable grossier à la base		
APTIEN		Dolomie et marne	10 à 30 m	
BARRÉMIEN		Sable fin à très grossier Passées de dolomie Calcaire et marne	600 à 1300m	
NÉOCOMIEN		Grès fins à moyen Passées d'argile et d'anhydrite, lignite		
M E S O Z O I Q U E	DOGGER	MALM	Argile silteuse à intercalations de dolomie, de calcaire et de marne	120 à 300 m
		ARGILEUX	Argile indurée	
		LAGUNAIRE	Anhydrite et dolomie Passées d'argile silteuse	
	L I A S	ANHYDRITIQUE	Anhydrite massive blanche, intercalations de dolomie et argile	700 à 900 m
		SALIFÈRE	Sel massif incolore à rosé avec intercalations d'argile plastique	
		HORIZON "B"	Marne, argile dolomitique	
		S1 + S2	Sel massif incolore à rosé avec intercalations d'argile plastique	
		S3	Sel massif incolore avec intercalations d'argile plastique	
		ARGILES SUPÉRIEURES	Argile plastique salifère	
	T R I A S	S4	Argile brun-rouge parfois salifère	100 à 250 m
		ARGILES INFÉRIEURES	Argile silteuse	
		T2	Grès fin argilo-silteux	
T1		Grès argileux		
ROCHES ÉRUPTIVES		Andésite altérée		
SÉRIE INFÉRIEURE <small>discordance hercynienne</small>		Grès fin à moyen		
		GOTHLANDIEN	Argile noire grès fin à moyen	300 à 900 m

Fig. 22. Colonne stratigraphique de Benkahla (H. EL MAHDI, 1995)

III. 3. La synthèse pétrolière du champ de Benkahla

III. 3. 1. Le système pétrolier

III. 3. 1. 1. La roche mère :

La série inférieure paléozoïque est liée à la présence des roches mères au sein du bassin dont la plus riches est constituée par les argiles radioactives de Silurien. Elle est en liaison avec la condensation sédimentaire de l'ensemble de Silurien dans ce bassin, ces argiles présentent d'excellentes caractéristiques géochimiques. Leur faible enfouissement au cours de paléozoïque a préservé leur potentiel pétrolier, leur maturation et la genèse des hydrocarbures ayant en lieu lors de leur évolution ultérieure sous l'effet de subsidence mésozoïque.

La roche mère de Silurien est absente sur les moles de Hassi Messaoud et de Talemzane. Dans la dépression d'Oued M'ya, la roche mère du Silurien présenté actuellement un degré de maturation favorable à la génération d'huile. Son degré de maturation est plus élevé (zone à gaz) à l'Ouest de Hassi R'mel et au Nord de môle Talemzane où son enfouissement augmente vers le sillon sud Atlasique.

La configuration actuelle du bassin et l'extension de la roche mère du Silurien ont été extrêmement favorables à l'alimentation des réservoirs sus-jacents (Trias et localement Dévonien Inférieur) dans la dépression de L'Oued M'ya.

A l'Ouest, le gisement de Hassi R'mel, à proximité immédiate du biseau du Silurien a pu être alimenté étant donné sa configuration structurale très favorable (**BENOUAER. O et TEGUIA. A, 2008**)

III. 3. 1. 2. La roche réservoir :

A l'exception de quelques niveaux réservoirs situés dans le Dévonien inférieur au cœur de sillon de l'oued M'ya, les réservoirs paléozoïques sont limités aux grès du Cambro-ordovicien. Ces réservoirs présentent globalement des caractéristiques médiocres, surtout au niveau de la dalle de M'Kratta et des Quartzites de Hamra. L'extension de ce dernier est limitée à la partie orientale du bassin où son épaisseur est beaucoup plus faible que sur la bordure ouest du bassin de Berkine.

Les réservoirs les plus importants sont ceux du Cambrien présents sur l'ensemble du bassin. Cependant dans les zones où le cambrien est couvert par les séries argilo-gréseuses de l'ordovicien, il est généralement très profond et en position défavorable par rapport aux roches mères. Sur le môle de Talemzane où il est partiellement érodé sous les grès du Trias, il n'est pas couvert. Au contraire, sur le môle El Agreb-Hassi Messaoud, la couverture du

cambrien peut être assurée par le faciès argileux du Trias, les bons niveaux réservoirs ne s'étant pas déposés dans ce secteur.

Dans la dépression d'Oued M'ya, les réservoirs triasiques sont semblables, mais dans lesquels la distribution des réservoirs et leur qualité varient d'une manière notable, on distingue : **(BENOUAER. O et Tegua. A, 2008)**

La série inférieure : elle se repose sur le substratum paléozoïque dont les meilleurs faciès sont localisés dont la dépression d'Oued M'ya vraisemblablement en liaison avec le paléo-môle du Hassi Messaoud, ainsi que cette série constitue le principal réservoir des gisements de Benkahla, Guellala, Haoud Berkaoui et d'une grande partie de bloc 438. Cette formation est considérée comme l'équivalent du Trias argilo-gréseux inférieur (TAG) du bassin de Berkine.

III. 3. 1. 2. 1. Caractères générales Lithologie du Réservoir (Série Inférieure) :

La série inférieure est l'unique réservoir à Benkahla. Les 2/3 inférieures de la série inférieure sont formées de lentilles gréseuses plus épaisses ayant une granulométrie bimodale avec de meilleures caractéristiques pétrophysique.

La présence de sel, citée précédemment, est liée au fait que la série inférieure était formée de grès ayant d'excellentes porosités originales facilitant ainsi la circulation des solutions salines provenant des argiles salifères. De cette façon, les zones Est et Sud proches des biseaux se trouvent condamnées. Les puits forés dans ces zones (OKS55 et OKT06 au sud et OKP22 à l'EST).

Dans sa partie sommitale, qui représente un tiers (1/3) environ de l'épaisseur totale, la fraction argileuse est très importante.

Les lentilles sableuses peu nombreuses, présentent des qualités de réservoir médiocres. En effet l'espace inter granulaire des grès est souvent occupé par un ciment dolomitique, ce ciment s'est mis en place par circulation des solutions magnésiennes en provenance des laves sus-jacentes.

La partie basale série inférieure de Benkahla est d'une puissance de (30 à 35 m) composée, elle est composée de grès gris-vert à gris-beige fins à moyens silico-argileux, localement carbonaté, arrondis à. Cette dernière est subarrondi avec passées d'argile gris-verte silteuse et de niveaux micro conglomératiques.

La Partie sommet de cette série (15 à 20 m) est composée d'Argile brun-rouge, grise ou verte souvent silteuse à nombreuses plages dolomitiques et Anhydritique et des grès gris brun fins à très fins subanguleux argileux à argilo-carbonaté, signalons également de nombreuses fontes de dessiccation (mud cracks) et plage à aspect pseudobrechique au

Sommet des niveaux argileux.

Le timing entre la mise en place de la couverture salifère fin Trias, début Jurassique et début de la génération des hydrocarbures Crétacé moyen, implique le fait que toute la quantité d'hydrocarbure générée soit accumulée et piégée dans ce même bassin en l'absence de fuite formés de galets argileux (autochtones) et siliceux (allochtones).

La stratification est oblique à entrecroisées présence régulière de pyrite à la base. Les niveaux d'argile intercalés dans la série inférieure sont, pour une bonne partie d'anciennes cinérites Oxydées. (H. EL MAHDI, 1995)

III. 3. 1. 2. 2. les variations Verticales de la Granulométrie au sein de la série inférieure

L'examen des lames minces et des logs sédiment logiques de Benkahla montre que les grès de la série inférieure sont très hétérogènes, ils sont grossiers à moyens ou fins à moyen et présentent souvent une granulométrie bimodale à la base de la série ou les qualités de réservoir sont meilleurs.

Les grès fins sont omniprésents dans tout le réservoir et servent de support aux arrivées des grès plus grossiers et aux fragments de roches, qui marquent la base des bancs, dont la taille varie de 5 mm à 3 cm.

Au-dessus des grès à granulométrie fine viennent s'intercaler des passées argileuses qui deviennent plus fréquentes est plus développées dans la moitié supérieure du réservoir.

En résumé, la série inférieure de Benkahla est formée de succession de lentilles Gréseuses avec à la base : des grès fins moyens et grossiers à nombreux galets mous ou Siliceux au-dessus desquels on ne trouve plus que les grès fins surmontés par la fraction Argileuse.

L'agencement et l'évolution granulométrique verticale des bancs caractérisent les dépôts fluviatiles par leur aspect séquentiel répétitif (Benouaer. O et Tegui. A, 2008)

III. 3. 1. 2. 3. Variations Latérales des faciès au sein de la série inférieure

Des corrélations diagraphique, entre les bancs gréseux de la série inférieure, ont été tentées, sans succès malgré la distance relativement rapprochée entre les puits.

Série inférieure parfois une corrélation diagraphique semble exister entre puits voisins, elle perd de son évidence dès que l'on examine les logs sédimentologies.

En effet sur ces derniers, on peut noter des variations rapides du faciès, de la granulométrie et les caractéristiques pétrophysiques.

Cela montre que la série inférieure est formée de lentilles sableuses caractérisant les dépôts de châteaux (BENOUAER. O et TEGUIA. A, 2008).

III. 3. 1. 2. 4. Interprétation des cartes paramètres Pétroliers du réservoir de Benkahla:

▪ **Carte d'isoporosité:**

La carte d'isoporosité (Fig. 23) montre une répartition des valeurs médiocre du porosité dans le centre à une forme allongé avec le sens nord-sud qui contient la faible valeur au puits OKS-30 évalué 5,38%. Cependant l'augmentation est dans les deux côtes sud-est et ouest où les valeurs sont moyennes, elle atteint 14,4% au puits OKS-04. Donc l'intervalle de la variation estimer 9,02% dans cette région.

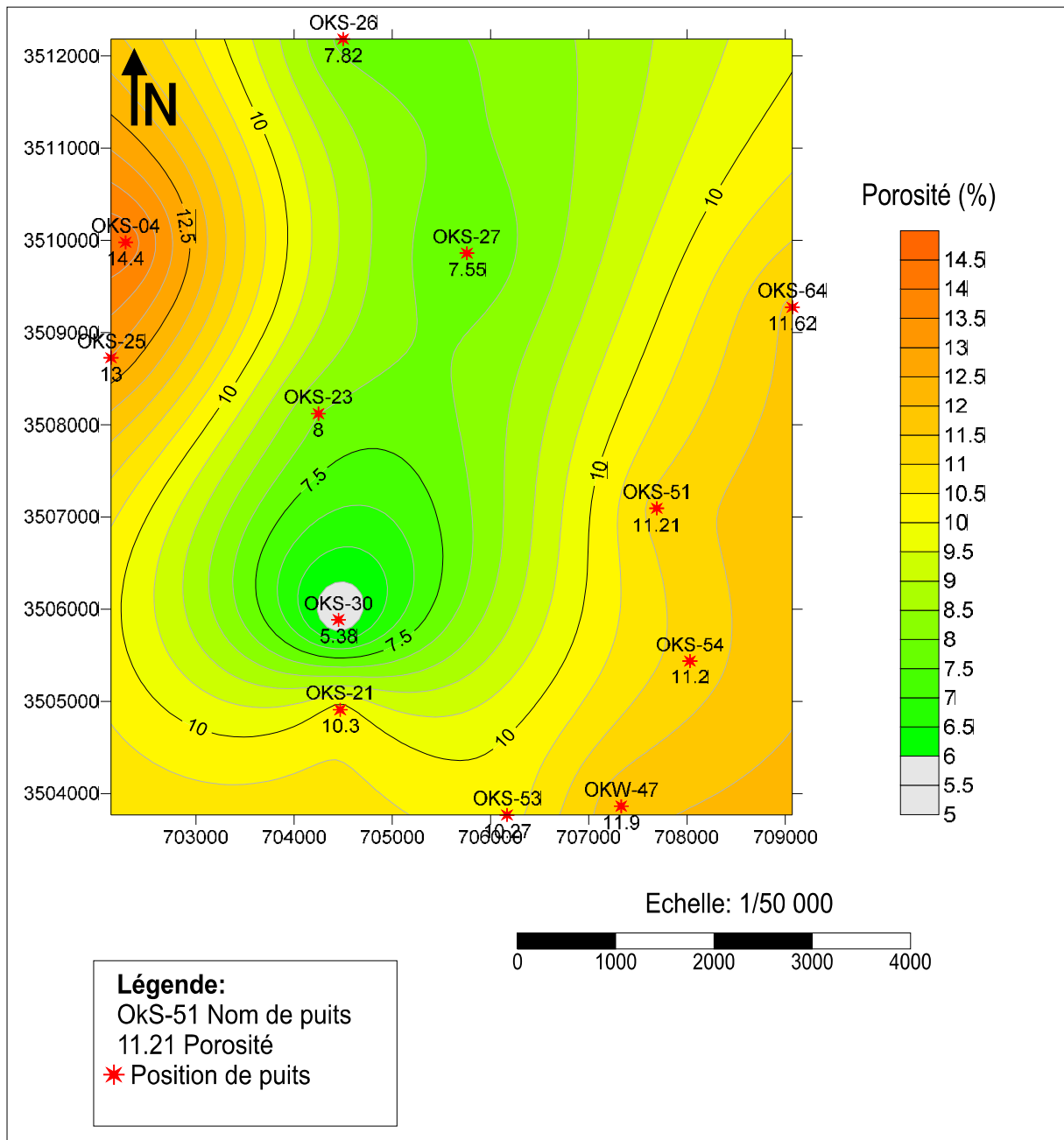


Fig.23. Carte en isoporosité du Benkahla sud.

▪ **Carte Iso-saturation eau et huile:**

L'analyse de la carte iso-saturation en huile indique l'accumulation des hydrocarbures rencontre avec les structures anticlinales du toit de la série inférieure, ce dernière qui appartient dans le nord-ouest et le sud-est. Les valeurs maximales marquer dans les puits OKS-04 (75,9%); OKS-51 (73,18%);et OKS-54 (72,10%), généralement les valeurs de la saturation en huile sont bonnes. Pourtant ces valeurs diminuer autour de ces zones, à tel point attient la mineur valeur 7,70% au puits OKS-31. (Fig. 24)

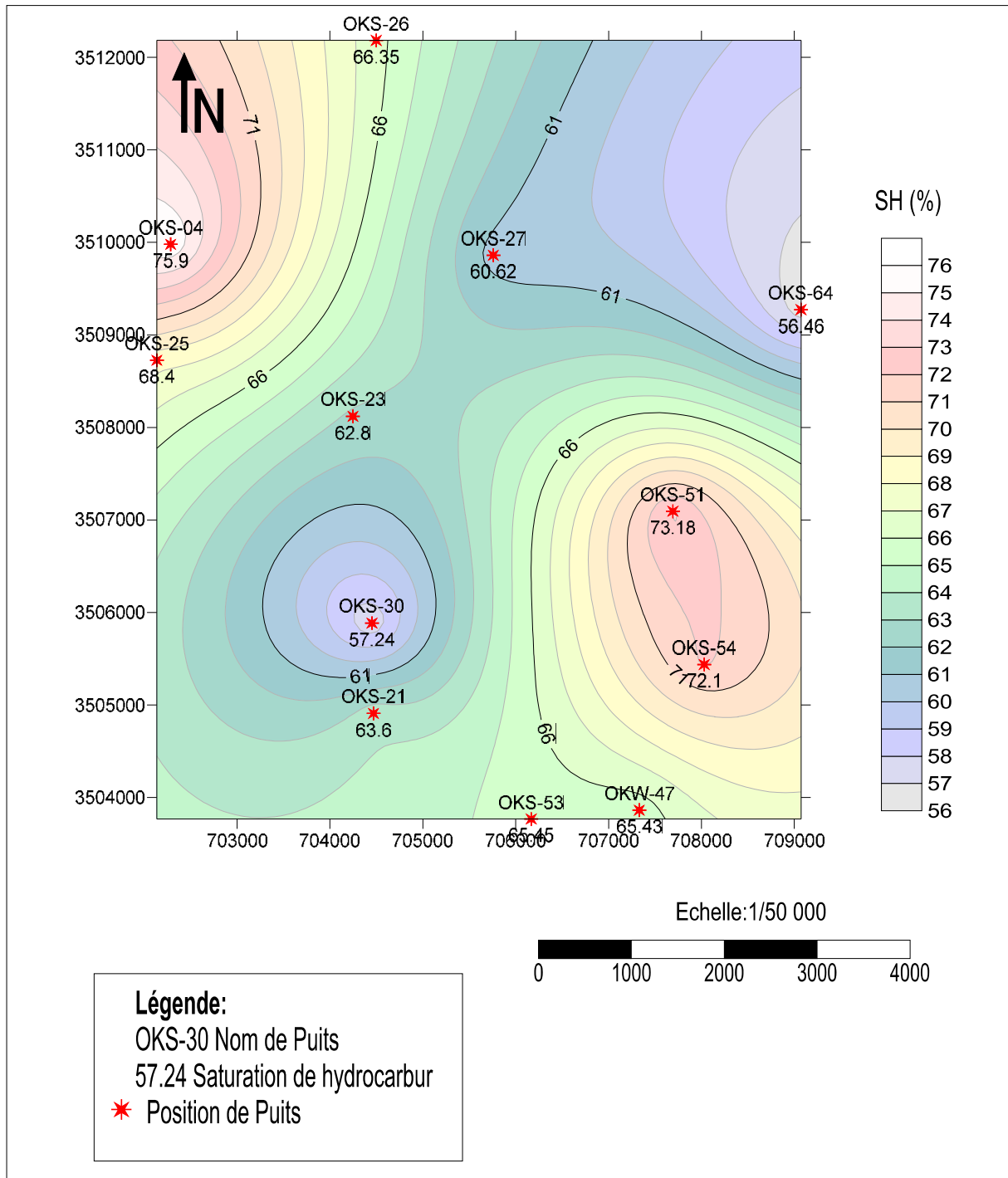


Fig. 24. Carte en iso-saturation d'hydrocarbure de Benkahla sud en (m).

III. 3. 1. 3. La roche couverture :

La série évaporitique déposée à la fin du Trias à travers le champ de Benkahla constitue une excellente couverture régionale sur l'ensemble du bassin Triasique. Cette couverture est constituée par des sels et des anhydrites avec des épaisseurs dépassant les mille mètres.

En plus de cette couverture régionale, il existe une couverture locale propre à ce réservoir, les roches éruptives du Trias qui sont bien développées provenant des coulées de laves assez considérables et jouant un rôle important en assurant une bonne étanchéité entre la série inférieure et le T2 (**Benouaer. O et Tegua. A, 2008**)

Le réservoir de la série inférieure est un piège en forme de biseau litho stratigraphique limité à l'Ouest par une faille régionale qui constituerait un écran et biseautage au sud.

III. 3. 1. 4. La migration :

Les hydrocarbures générés, surtout dans la partie Nord-Est du bassin d'Oued M'ya la plus affaissée, ont migré vers les zones hautes où a eu lieu le piégeage, la migration s'est effectuée de l'Ouest vers Hassi Messaoud et du Nord vers le Sud dans les directions de Haoud Berkaoui, Benkahla, Guellala et même Hassi Messaoud (**BENOUAER. O et TEGUIA. A, 2008**)

III. 3. 1. 5. Nature du piégeage

Latéralement la série inférieure se biseaute vers le sud-ouest (16m à OKR31, 3m à OKT6, 0m à HD1), ainsi que vers l'Est, avec disparition préférentielle des grès à OKP22, tandis qu'à MD201 elle disparaît totalement. Par contre au nord-est, les forages de ZCR1 et GEB1 n'ont pas retrouvé le réservoir Parallèlement salifère à OKP22 (J-THOUVENIN FEV 1978) et surtout à OKS55 et OKT06.

Il s'ensuit que le biseautage de la série inférieure dans les directions citées plus haut constitue un piège stratigraphique d'ombellé, de dégradation des qualités matricielles du réservoir formant ainsi un piège dia génétique (**BENOUAER. O et TEGUIA. A, 2008**)

III. 3. Les différentes corrélations faites dans le du gisement de Benkahla :**III. 3. 1. Corrélation par la lithologie:**

Les corrélations lithologiques faites sur le champ ont permis de localiser les variations des formations dans tout le Trias argilo-gréseux. Lors de la réalisation de cette corrélation, on a estimé la discordance hercynienne comme Batumi. Plusieurs constatations ont été reconnues :

- Une uniformité de la série inférieure à travers tout le champ, l'épaisseur est comprise entre 43 et 48m.
- Une variabilité des dépôts éruptifs dans tout le champ, l'amplitude de ces coulées volcaniques est contrôlée par la position par rapport aux failles existantes.

3. 2. Corrélation par lithofaciès:

La caractérisation de la séquence type étant assimilable à une séquence virtuelle de dépôts d'un environnement fluvial à régime en tresse, des essais de découpage systématique vertical de la série inférieure ont été mis en évidence, dans ce contexte, les descriptions macroscopiques englobant 4 sondages ont été indispensables, ainsi que les résultats diagraphiques ayant pour objectif d'affiner le découpage.

D'une façon générale, 5 unités de séquences ont été distinguées, ainsi que le caractère lithologique change d'une séquence à l'autre. Ce caractère revêt en commun la nature de la séquence examinée sur le point textural ou granulométrique. En raison de comparaison, c'est parfois leur épaisseur et le rapport ou taux argile/grés et le changement de ciment où s'est accentuée d'une diagenèse différente par rapport aux uns et aux autres. La granulométrie qui est bien sûr, un facteur prépondérant, mais reste conforme à la croissance de la formation. Ce découpage prend en compte la succession des faciès, mais n'écarte pas la possibilité que cette succession peut être incomplète (du faite de l'érosion intensive).

III. 4. Conclusion :

En analysant les différentes cartes on constate

Les différentes cartes en Isobathes en toit et au mur montre que le réservoir de la série inférieure possède une forme allongée de direction NE-SO.

Les failles NE-SO et NO-SE jouent un rôle à la fois positif, à la fois négatif sur la distribution des différents paramètres à savoir la porosité, la perméabilité, l'épaisseur utile dans le réservoir du Trias argilo-gréseux (série inférieure).

On constate aussi que ces différents paramètres diminuent en allant vers le Sud car on a enregistré des valeurs faibles au niveau du puits OKS55, ce qui est du probablement à une barrière qui se situe entre les puits producteurs et les autres puits.

TAB. 03 : Représentation les paramètres pétrophysiques et géologiques de champ de Benkahla :

Propriétés.	Champ Benkahla
Profondeur Moyenne de Toit.	-3215,28m (OKS04).
Epaisseur Moyenne.	10,22m (OKS53).
Saturation Moyenne.	61,46% (OKS27).
Perméabilité Moyenne.	58,68md.

Conclusion générale

Conclusion générale

La région de Haoud Berkaoui fait partie du bassin de Oued M'ya, Il est localisé exactement dans la province centrale de la plateforme saharienne.

Les champs de la région pétrogazifère de Haoud Berkaoui sont répartis sur une superficie de 6300km², dont les principaux sont : celui du champ de Haoud Berkaoui (HBK), Champ de Benkahla (BKH) et le Champ de Guellala (GLA). Dans la dépression d'Oued Mya les réservoirs d'hydrocarbures sont affilés au trias et qui sont classiquement subdivisés en trois termes (la série inférieure, Trias T1 et le Trias T2). La roche mère est liée à la présence la série paléozoïque du bassin, dont la plus riche est constituée par les argiles radioactives du Silurien. La roche couverture de cette région est représentée par une puissante série évaporitique formée par de sel et d'anhydrite. Les principaux pièges qui existent dans ce gisement en façon dominante sont des pièges structuraux, des pièges stratigraphiques et mixtes.

Le champ de Haoud Berkaoui se situe au Nord-est de la dépression d'Oued M'ya. Le gisement de Haoud Berkaoui a la forme structurale d'un anticlinal allongé dans la direction Nord-Sud, il est situé au niveau du bloc 438, zone correspond à la moitié Est du paléosynclinal Paléozoïque et du système à hydrocarbures d'Oued Mya, orienté globalement SSW-NNE. Ce champ est affecté par des failles de direction NE-SW, des failles de direction NNE-SSW, des failles de direction NW-SE donnant un aspect d'un bombement anticlinal. Le gisement de Haoud- Berkaoui est divisé en deux blocs affecté par deux failles majeures d'orientation sud-ouest /nord-est (bloc des OKN à l'Est et bloc des OKJ à l'Ouest).

Le Trias argilo-gréseux a présenté des indices importants d'hydrocarbures. Il est composé de T2, T1 et la série inférieure (SI) dont deux (02) sont productifs (T1 et SI), le troisième niveau (T2) est généralement compact, c'est le réservoir principal du champ. Il est considéré comme hétérogène avec une variation des caractéristiques pétrophysique dans tous les sens. Il est formé d'un empilement de lentilles gréseuses.

Le champ de Benkahla contenant le gisement pétrolier se trouve dans la région pétrolière d'Ouargla, le gisement de Benkahla se situe dans la dépression de l'Oued M'ya, très exactement au centre de la province centrale.

Benkahla possède une structure monoclinale allongée dans la direction Nord-Est, Sud-ouest. Cette zone est fortement faillée (06 type) à différentes directions.

Sur le plan structurale, Benkahla Sud est formé un anticlinal dont l'axe est de direction Nord-Est Sud-Ouest incliné vers le Nord Est.

Sur le plan stratigraphique le Trias argilo-gréseux de la série inférieure est constituée d'argile et de grès est discordante sur le Silurien et il est aussi recouverte par les épanchements Andésitique.

La série inférieure est l'unique réservoir à Benkahla. Les 2/3 inférieures de la série inférieure sont formées de lentilles gréseuses plus épaisses, Le champ de Benkahla montre que les grès de la série inférieure sont très hétérogènes, elle est formée de succession de lentilles gréseuses avec à la base : des grès fins moyens et grossiers à nombreux galets mous ou siliceux au-dessus desquels on ne trouve plus que les grès fins surmontés par la fraction Argileuse. L'agencement et l'évolution granulométrique verticale des bancs caractérisent les dépôts fluviatiles par leur aspect séquentiel répétitif. Les variations Latérales des facies au sein de la série inférieure sont très rapides ce qui influe sur de la granulométrie et les caractéristiques pétrophysique.

Comme celui du champ de Berkaoui, la roche mère est attribuée à la série inférieure paléozoïque et elle est liée à la présence des roches mères au sein du bassin dont la plus riches est constituée par les argiles radioactives de Silurien.

La Roche couverture est représentée par la série évaporitique déposée à la fin du Trias. Cette couverture est semblable à celle de du champ de Haoud berkaoui et elle est constituée par des sels et des anhydrites avec des épaisseurs dépassant les mille mètres.

En résumé on peut dire que les deux zone d'études montrent un similitude sur le plan géologique et pétrogazifière.

TAB. 01. Résumé des caractéristiques pétrophysique de trois principaux champs de la région pétrogazifière de Haoud Berkaoui

Propriétés.	Champ Berkaoui.	Champ Benkahla
Profondeur Moyenne de Toit.	3255,28 m (OKN62).	-3215,28m (OKS04).
Épaisseur Moyenne.	13,26m (OKN611).	10,22m (OKS53).
Saturation Moyenne	34,24% (OKN611).	61,46% (OKS27).
Perméabilité Moyenne.	13,79md (OKN721).	58,68md.
Porosité Moyenne.	10,45% (OKN721).	/

BIBLIOGRAPHIE

- ❖ **AMZAL .B (2009)** : «Analyse Géologique et Pétrophysique de la Zone Sud-Sud-est du Champ de Haoud Berkaoui». Développement, Déplétion et Maintien de Pression. Mémoire d'Ingénieur en géosciences. Boumerdes.
- ❖ **BEICIP (1992)** : Etude des accumulations de Berkaoui et Benkahla
- ❖ **BENOUAER Omar et TEGUIA Abdelhafid, 2008** : Étude des propriétés pétrophysique et évaluation des réserves du réservoir du trias argileux gréseux (série inférieure) du gisement de Benkahla_ bassin d'oued M'ya. Mémoire de fin d'étude, Université Mohamed Bougera Boumerdes, faculté des hydrocarbures et de la chimie, département: gisements miniers et pétroliers, en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en Géologie Pétrolier,
- ❖ **BESSAIH et RAHMANIEH, 2000** : « Etude sédimentologiques de Oued Mya ».
- ❖ **BOUABDALAH.H, 1994** : Etude de système pétrolier dans le bassin d'oued-Mya, Doc Exploration/SONATRACH.
- ❖ **BOUDJEMAA.A (1987)** : Evolution structurale du bassin pétrolier "triasique" du Sahara Nord oriental (Algérie). Thèse à l'université de Paris-sud, Centre d'Orsay. Boumerdes).
- ❖ **Document Sonatrach, 2002 (1)** : Rapport de la région Haoud Berkaoui.
- ❖ **Document sonatrach, 2002 (2)** : Rapport sur la Stratigraphie de Benkahla
- ❖ **GHOMARIA, 1983** : Stratigraphie de paléozoïque dans le bassin d'Oued Mya Haoud Berkaoui. Mémoire d'Ingénieur en Géologie Option : Exploration (IAP,
- ❖ **HABIIB EL MAHDI (1995)** : Modélisation sédimentaire de la série inférieure de Benkahla Bassin de Oued Mya –Province Triasique. Mémoire DEUA en géologie pétrolière. INHC. Boumerdes
- ❖ **Mémoire Dahmani (2003)** : étude géologique et dynamique de TAGI (série inférieure) de Haoud berkaoui

Résumé :

La région de Haoud Berkaoui fait partie du bassin de Oued-M'ya, Il est localise exactement dans la province centrale de la plateforme saharienne, Les champs de la région pétrogaziefere de HaoudBerkaoui sont répartis sur une superficie de 6300km².

Dans le but d'étude les caractéristiques du réservoir Trias Argilo-Gréseux Inférieur (TAGI) au champ Berkaoui (cas champ Berkaoui et champ Benkahla sud) cette étude réalisée au niveau de la série inférieur du réservoir basée sur l'interprétation et l'analyse, des cartes (isobathe, isopaque, isoporosité... Etc.)

Les résultats donné un aperçu sur l'évaluation de réservoir TAGI, ce réservoir caractérisé par des caractéristiques faible de réservoir de Berkaoui aussi de Benkahla pétrophysique.

Mots Clés :

Trias argileux gréseux. Haoud Berkaoui. Champ Berkaoui. Champ Benkahla. Série inférieur

Summary:

Haoud Berkaoui region is part of the basin of oued-meya, it exactly locates in the central province of the Saharan platform, the petrogaziefere region's Haoud Berkaoui fields are spread over an area of 6300 Km².

To study the characteristics of reservoir Triassic clay-sandstone (TAGI) than field Berkaoui (case Berkaoui field and south field Benkahla).

This study at the lower range of the reservoir based on the interpretation and analysis, maps (contour, isopaque, isoporosité... etc.).

The resultants gave an overview of the evaluation TAGI reservoir, the reservoir characterized by low characteristics Berkaoui tank also Benkahla pétrophysique.

المخلص:

حوض بركاوي هي جزء من حوض واد مبيئ يقع في المنطقة الوسطى من منصة الصحراء بالضبط، تنتشر الحقول من المنطقة البتروغازية في حوض بركاوي على مساحة 6300 كلم².

من أجل دراسة خصائص العصر الترياسي الحجر الرملي لميدان حوض بركاوي (حالة الحقل بركاوي وحقل الجنوب بن كحلة) هذه الدراسة على نطاق الخزان السفلي على أساس تفسير و تحليل الخرائط (المسامية- النفاذية ... الخ) أعطت النتائج لمحة عامة عن تقييم المكامن او الخزان الترياسي الحجر الرملي السفلي ، و التي تتميز بخصائص بترولية منخفضة في كل من حقل بركاوي و حقل جنوب بن كحلة.