



Année Universitaire : 2015-2016



**Master Sciences et Techniques : Géorressources et Environnement**

## **MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

# **Etude Géologique, Sismostructural et des Forages du Bassin de Guercif et des Zones Bordières au Mésocénozoïque**

**Présenté par:**

**Youssef Khettari**

**Encadré par:**

- Pr. Mohamed CHARROUD, FST – FES;
- Pr. Abdellah AIT SALEM, ONHYM-RABAT;
- Pr. Mohamed HSSAIN, ONHYM- RABAT;

**Soutenu le 16 Juin 2016 devant le jury composé de:**

- Pr. Mohamed Charroud
- Pr. Driss El Azzab
- Pr. Said Hinaje
- Pr. Younès El ghfir

**Encadrant  
Examineur  
Examineur  
Examineur**

**Stage effectué à : ONHYM RABAT,**





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

**NOM ET PRENOM: Youssef Khettari**

**Année Universitaire : 2015/2016**

**Titre: Etude Géologique, sismostructural et de forages du Bassin de Guercif et des Zones Bordières au Méso-Cénozoïque**

### RESUME

Le bassin de Guercif est l'une des régions du Maroc qui a suscité l'intérêt de nombreux pétroliers depuis les années soixante. Vue sa situation géographique et géologique entre trois domaines structuraux, il s'agit de domaine rifain au NW, Moyen Atlas au SW et les Hauts Plateaux en SE.

Ce travail rentre dans le cadre de la coopération entre l'Onhym et l'Université dont l'objectif est de reprendre l'étude de la géologie du bassin de Guercif et sa relation avec les zones bordières. Une étude sismo-structurale et de forages a été faite pour corréliser entre données de sub-surface avec celles des forages et des lignes sismiques et de comprendre et dégager les grands traits de l'évolution structurale et les conditions possibles de mise en place des systèmes pétroliers du bassin.

Les analyses et les interprétations ont montré que le bassin de Guercif a subi l'ensemble des épisodes et phases tectoniques connues dans tout le domaine Atlasique, Au Trias, une distension en systèmes de pull Apart a donné une structure de Rifting formé par des horsts et grabens de direction NE-SW. Ce sont des bassins très subsidés à Guercif. le système extensif a persisté jusqu'à la jurassique où il est marqué par un ensemble des failles normales synsédimentaires. Au Cénozoïque, la région a connu une tectonique compressive d'âge anté-Miocène qui a généré des inversions tectoniques positives créant des rides anticlinales en plis faillés qui forment des zones de haut-fonds dès le Crétacé. Une extension d'âge Tortonien a caractérisé le bassin de Guercif où les dépôts se sont déposés en Onlap sur le Jurassique du Moyen Atlas. Enfin une tectonique compressive d'âge Miocène terminal-Pliocène à récent correspond à la déformation de toute la séquence miocène et Pliocène ce qui a accentué la tectonique salifère.

Dans le bassin de Guercif, trois systèmes pétroliers ont été définis, il s'agit d'un système Infra-salifère, un système Jurassique et un système tertiaire. Ces trois systèmes sont résultats de l'ensemble des événements géologiques caractérisant ce bassin.

**Mots clés:** le bassin de Guercif, Moyen Atlas, les Hauts Plateaux, tectonique, Trias, Jurassique, Tortonien, Pliocène., travaux de terrain, sismostructural, forages, Système pétroliers, Infra-salifère.



**SOMMAIRE**

REMERCIEMENT .....	Erreur ! Signet non défini.
INTRODUCTION .....	7
<b>CHAPITRE I : GENERALITES.....</b>	<b>8</b>
<b>I.LES ENSEMBLES STRUCTURAUX DU MAROC.....</b>	<b>8</b>
<b>I.1. DOMAINE ANTI ATLASIQUE ET SAHARIEN.....</b>	<b>8</b>
<b>I.2. DOMAINE ATLASO-MESETIEN .....</b>	<b>8</b>
<b>I.3. DOMAINE RIFAIN .....</b>	<b>8</b>
<b>II.SITUATION GEOGRAPHIQUE .....</b>	<b>9</b>
<b>III.PROBLEMATIQUES ET OBJECTIFS .....</b>	<b>10</b>
<b>IV.METHODOLOGIE DE TRAVAIL.....</b>	<b>11</b>
<b>CHAPITRE II: GEOLOGIE DU BASSIN DE GUERCIF, ET DE SES ZONES BORDIERES .....</b>	<b>12</b>
<b>I.CADRE GEOLOGIQUE.....</b>	<b>12</b>
<b>II.CADRE STRATIGRAPHIQUE.....</b>	<b>15</b>
<b>II.1. PALEOZOÏQUE.....</b>	<b>15</b>
<b>II.2. TRIAS SUPERIEUR .....</b>	<b>15</b>
<b>II.3. JURASSIQUE .....</b>	<b>15</b>
<b>II.4. NEOGENE .....</b>	<b>19</b>
<b>II.5. PLIOCENE .....</b>	<b>20</b>
<b>II.6.QUATERNAIRE .....</b>	<b>21</b>
<b>III.CADRE STRUCTURAL .....</b>	<b>24</b>
<b>III.1. BORDURE NW DU BASSIN (FRONT SUD RIFAINE).....</b>	<b>25</b>
<b>III.2. BORDURES SW DU BASSIN (MOYEN ATLAS SEPTENTRIONAL) .....</b>	<b>28</b>
<b>III.3. BORDURE SE DU BASSIN (HAUTS PLATEAUX).....</b>	<b>30</b>
<b>III.4. BORDURE NORD DU BASSIN (TERNI MASGOUT) .....</b>	<b>31</b>
<b>III.5. LE BASSIN DE GUERCIF .....</b>	<b>31</b>
<b>III.6. CONCLUSION.....</b>	<b>37</b>
<b>IV.EVOLUTUION GEODYNAMIQUE ET PALEOGEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE .....</b>	<b>39</b>
<b>V.1. RIFTING ATLASIQUE TRIAS SUPERIEUR- SYNRIPT JURASSIQUE .....</b>	<b>39</b>
<b>V.2. NEOGENE - QUATERNAIRE .....</b>	<b>42</b>



---

<b>CHAPITRE III. ANALYSES SISMOSTRUCTURALES ET FORAGES DU BASSIN DE GUERCIF .....</b>	<b>46</b>
<b>I.GENERALITES .....</b>	<b>46</b>
<b>I.1. SISMIQUE REFLEXION .....</b>	<b>46</b>
<b>I.1.1 COMPAGNE SISMIQUE .....</b>	<b>46</b>
<b>I .2. GEOLOGIE PETROLIERE.....</b>	<b>49</b>
<b>I.2.1. INTRODUCTION .....</b>	<b>49</b>
<b>I.2.2. SYSTEME PETROLIER .....</b>	<b>49</b>
<b>I.2.3. MIGRATION DES HYDROCARBURES .....</b>	<b>51</b>
<b>I.2.4. LES PIEGES.....</b>	<b>52</b>
<b>II.ANALYSE SISMOSTRUCTURALE .....</b>	<b>53</b>
<b>II.1. INTRODUCTION .....</b>	<b>53</b>
<b>II.2. BASE DE DONNEES .....</b>	<b>53</b>
<b>II.3. RESULTATS DE CALAGE .....</b>	<b>62</b>
<b>II.3.1. LIGNE GR 27 .....</b>	<b>62</b>
<b>II.3.2. LIGNE SISMIQUE 84GR27.....</b>	<b>65</b>
<b>III.CORRELATION ENTRE FORAGE.....</b>	<b>68</b>
<b>III.1. INTRODUCTION.....</b>	<b>68</b>
<b>III.2. PRESENTATION DES FORAGES .....</b>	<b>68</b>
<b>III.3. RESULTATS DE CORRELATION .....</b>	<b>68</b>
<b>III.3.1. CORRELATION ENTRE KDH-1, MSD-1 ET GRF-1.....</b>	<b>70</b>
<b>III.3.2. CORRELATION ENTRE MSD-1 ET TAF-1X .....</b>	<b>72</b>
<b>III.3.3. CORRELATION ENTRE KDH-1 ET TAF-1X .....</b>	<b>73</b>
<b>CHAPITRE IV : INTERPRETATION ET DESCUSSION.....</b>	<b>76</b>
<b>I.CHRONOLOGIE DES PHASES TECTONIQUE.....</b>	<b>77</b>
<b>I.1. PHASE PRERIFTING.....</b>	<b>77</b>
<b>I.2. PHASE RIFTING .....</b>	<b>77</b>
<b>I.3. PHASE COMPRESSIVE ALPINE .....</b>	<b>78</b>
<b>II.CORRELATION ENTRE FORAGE .....</b>	<b>80</b>
<b>II.1. TECTONIQUE .....</b>	<b>80</b>
<b>II.2. PALEOGEOGRAPHIQUE .....</b>	<b>81</b>
<b>II.3. CONCLUSION .....</b>	<b>86</b>
<b>III.SYSTEME PETROLIERE DE LA ZONE D’ETUDE .....</b>	<b>88</b>
<b>III.1. SYSTEME INFRA SALIFERE .....</b>	<b>89</b>
<b>III.2. SYSTEME JURASSIQUE .....</b>	<b>90</b>



---

<b>III.2. SYSTEME TERTIAIRE :</b> .....	<b>92</b>
<b>CONCLUSION GENERAL</b> .....	<b>93</b>
<b>REFERECES BIBLIOGRAPHIQUES</b> .....	<b>95</b>
<b>LISTE DE FIGURES</b> .....	<b>98</b>
<b>LISTE DE TABLEAUX</b> .....	<b>98</b>



## REMERCIEMENT

A l'apogée de ce rapport, j'accomplis un devoir en exprimant mes plus vifs remerciements et mes plus profondes gratitudes à Mr. Mohammed NAHIM, directeur de Direction d'Exploration Pétrolière (DEP) à l'Office National des Hydrocarbures et des Mines (ONHYM), et Mr. Abdellah AIT SALEM, chef de Division Evaluation des Bassins (DEB), pour m'avoir offert l'opportunité d'effectuer un Stage de Fin d'Etude dans leur honorable établissement.

Je tiens à remercier également mon encadrant à l'Onhym Mr. Mohammed HSSAIN, Ingénieur géologue pétrolier, non seulement pour l'opportunité qu'il m'a offert, mais pour son intérêt, son aide, et ses précieux conseils.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mon Professeur et mon encadrant durant la période de stage et durant mes études universitaire Pr. Mohammed CHARROUD, Professeur et Enseignant au Faculté des Sciences et Techniques- FES, d'avoir m'acceptée et m'encadrer et de me donner l'occasion de profiter de ses grandes expériences dans le domaine de la géologie, avec ses orientations, remarques, critiques et des correction qui ont me permis à élaborer ce travail.

Mes sincères remerciements vont aussi à mon professeur Driss EL AZZAB, pour son aide et ses conseils dans le domaine de la géophysique.

Mes remerciements aussi sont adressés à des agents de la direction d'Exploration Pétrolière, qui m'ont aidé dans la réalisation de ce travail.

Je tiens à être reconnaissants à tous les enseignants du Master Science Technique/ GRE et à tous les agents de l'administration de FST-FES.

Je tiens à exprimer mon profond respect aux membres de Jury, Mr. Saïd Hinaje, Professeur à la FST-FES et Mr. Younès El ghfir, Professeur à la FST-FES, qui me feront l'honneur d'examiner mon travail.

Enfin, mes remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce stage.



## INTRODUCTION

L'exploration (ou prospection) pétrolière a pour but la découverte d'accumulations d'hydrocarbures liquides et gazeux éventuellement solides, techniquement et économiquement exploitables. Ces gisements se rencontrent plus ou moins profondément dans les bassins sédimentaires où ils sont reconnus par des forages. Le pétrole et le gaz ne peuvent généralement être détectés directement à partir de la surface. Aussi la localisation des forages d'exploration est-elle précédée d'une série d'opérations de reconnaissance aboutissant à la définition d'une implantation de sondage. Cette préparation met en œuvre des techniques géologiques et géophysiques de plus en plus complexes et coûteuses.

Cette étude s'inscrit dans le cadre de Projet de Fin d'Etude au sein de l'Office National des Hydrocarbures et des Mines (ONHYM), précisément dans la Division Evaluation de Bassin. Pour se familiariser avec les techniques et les outils de l'exploration pétrolière, et d'apprendre les principes d'évaluation des systèmes pétroliers.

Ce rapport comporte quatre chapitres :

- Le premier chapitre donne un aperçu général sur les grands structuraux du Maroc, sur lesquelles on va délimiter la zone d'étude (bassin de Guercif)
- Le deuxième chapitre sera axé sur la géologie de Guercif et les travaux de terrain, a but de savoir la répartition des sédiments, structures affectant le bassin et ses bordures environnent ainsi que leur évolution géodynamiques durant le Méso-Cénozoïque.
- La troisième partie donne un aperçu général sur les principes de bases de la sismique réflexion et les différentes étapes de l'interprétation sismique, ainsi un aperçu sur les systèmes pétrolières. De même ce chapitre va présenter les travaux effectuée dans la Division Evaluation de Bassin, qui correspondent à l'interprétation sismostructurales et forages.
- Le quatrième chapitre consiste à 'interpréter les résultats obtenus et d'évaluer des systèmes pétrolières caractérisant le bassin de Guercif.



## CHAPITRE I : GENERALITES

### I. LES ENSEMBLES STRUCTURAUX DU MAROC

La longue histoire géologique du Maroc est conditionnée par sa position charnière entre les continents africain, européen et américain. Plusieurs cycles orogéniques se sont succédés contribuant chacun, par son contexte géodynamique et son ampleur, à façonner les domaines structuraux du Maroc.

C'est ainsi que l'on distingue trois domaines structuraux :

#### I.1. DOMAINE ANTI ATLASIQUE ET SAHARIEN

Forme la partie nord du bouclier ouest africain au Sud et limité par l'accident sud-atlasique au Nord, ce domaine est formé par un socle protérozoïque et précambrien constituant des boutonnières recouvertes par les formations protérozoïques et paléozoïques qui les recouvrent en discordance. Ces dernières sont peu déformées par l'orogénèse hercynienne.

#### I.2. DOMAINE ATLASO-MESETIEN

Ce domaine est situé entre l'accident sud atlasique et la limite sud du Prerif. Il est constitué par plusieurs unités structurales.

- ✓ Un socle paléozoïque dans les mesetas ; il s'agit d'un socle structuré par l'orogénèse hercynienne responsable aussi de la mise en place de nombreuses intrusions de granitoïdes
- ✓ Une couverture, formée de terrains essentiellement carbonatés, mésozoïques et cénozoïques comportant deux unités structurales:
- ✓ une zone à couverture plissée comprenant le Haut et le Moyen Atlas plissé, ayant subi une tectonique hercynienne précoce et une autre alpine ;
- ✓ une zone à couverture tabulaire comprenant le causse moyen atlasique, les hauts plateaux et le pays des horsts dans le Maroc oriental.

#### I.3. DOMAINE RIFAIN

Il est constitué par les zones internes, la zone des flyshs et les zones externes. Les zones internes sont métamorphosées et déformés et liées à la dynamique de la plaque d'Alboran. Le domaine des nappes des flyshs est constitué d'unités formées de séries sédimentaires détritiques déposées dans un bassin profond sur la marge de la plaque d'Alboran. Les zones externes correspondent à l'ancien sillon externe, établi sur la marge nord-africaine, comblé par d'épaisses séries mésozoïques et cénozoïques.



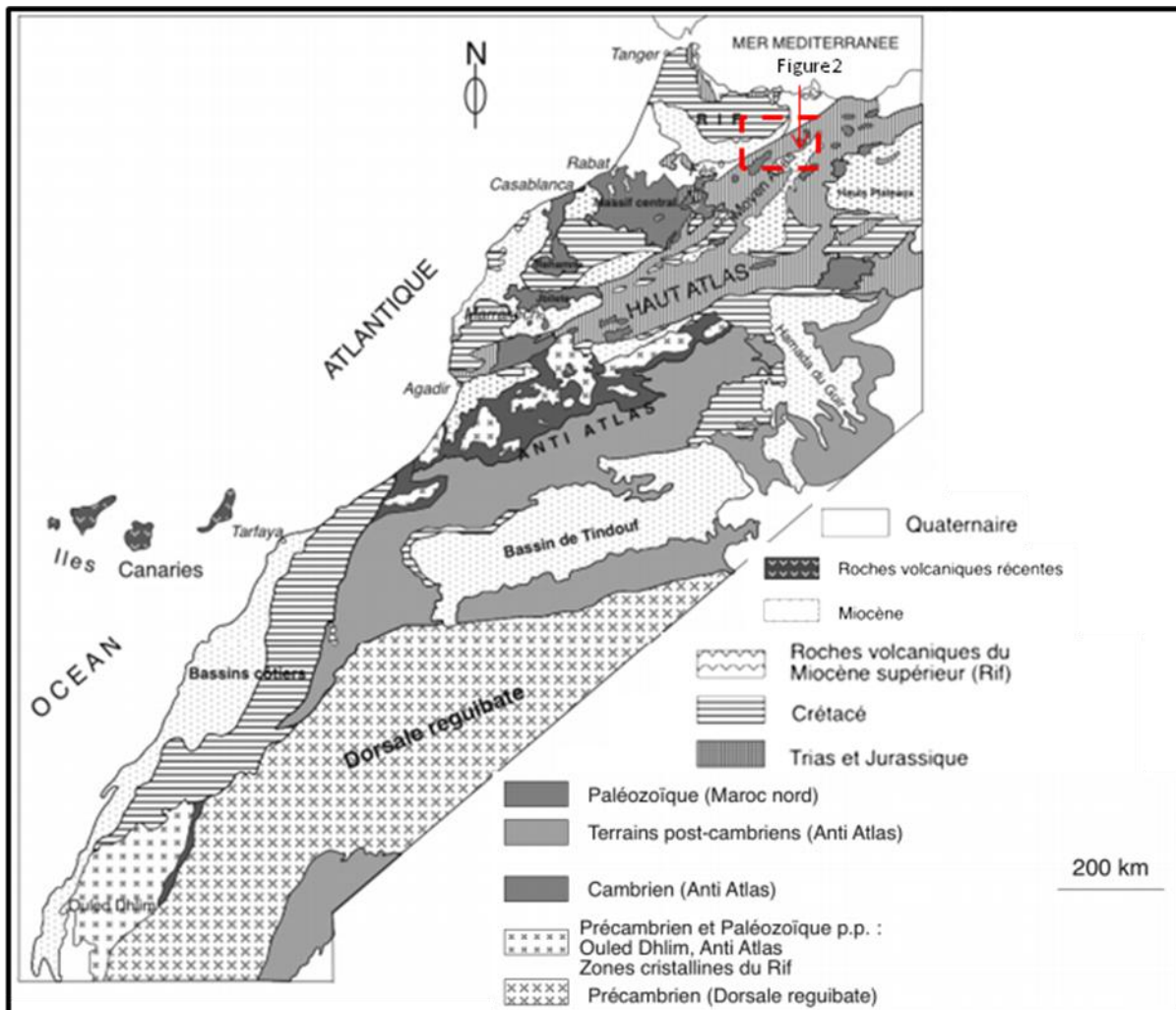


Figure 1: Carte géologique du Maroc (PIQUEE., 1994) et situation du secteur d'étude (Bassin de Guercif)

## II. SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le bassin de Guercif est représenté par une dépression d'environ 150 Km de long sur 60 Km de large, occupée par des formations tertiaire et quaternaires entouré de presque tous les cotés par des reliefs Jurassiques. Les limites du bassin sont (Fig.) :

- Au SW, l'extrémité septentrionale de la chaîne du Moyen-Atlas ;
- Au SE, les Hauts Plateaux ;
- Au Sud, un étroit couloir emprunté par la Moulouya, séparant la retombée orientale du Moyen-Atlas de l'extrémité des Hauts Plateaux et marquant la limite avec le bassin tertiaire de la moyenne Moulouya;
- A l'Est, les Beni-Snassen correspondant aux monts d'Oujda prolongés vers le SW par les petits reliefs de la région de Taourirt ;

- Au Nord, le Chainon de Beni-Bouyahi ;
- A l'Ouest, le front sud rifain

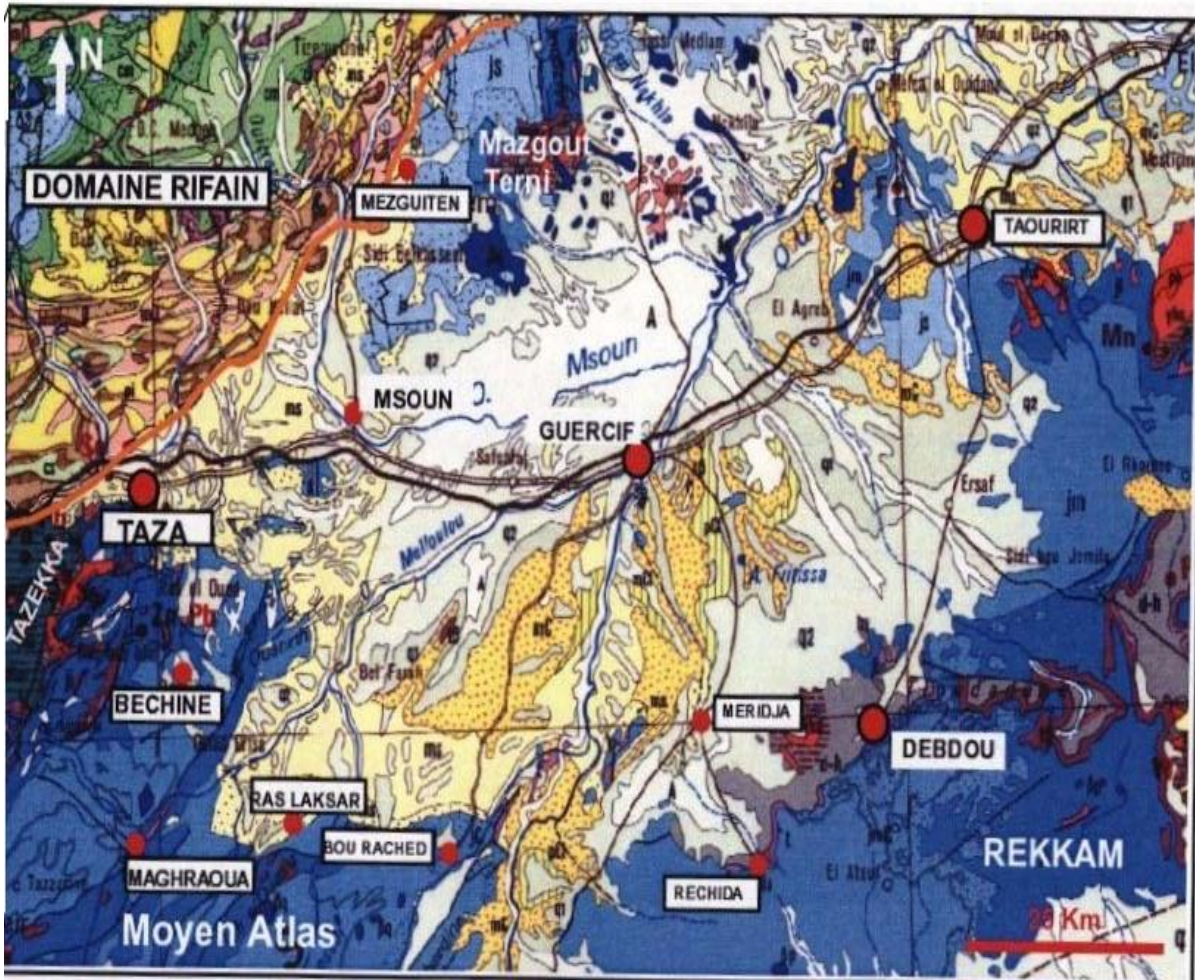


Figure 2 : Situation de la zone d'étude; B) extrait de la Carte géologique 1/1000000 du Maroc région de Guercif

### III. PROBLEMATIQUES ET OBJECTIFS

Les bassins sédimentaires sont le siège d'importants travaux de recherches dont l'objectif est de localiser des pièges pouvant renfermer des quantités d'hydrocarbures commercialement exploitables.

Les bassins sédimentaires marocains (Gharb, Essaouira, Doukkala, Tadla, Sous, Ouarzazate, Boudnib, Er-Rachidia, Rif, Saiss, hauts Plateaux, Meseta,..) font l'objet d'études géologiques, géochimiques et géophysiques afin de mieux cerner leur potentiel pétrolier, définir les zones d'intérêt et améliorer la connaissance de ces bassins.



Le bassin de Guercif a attiré l'attention de L'ONHYM par sa situation géographique entre l'extrémité NE du Moyen Atlas, les domaines Rifains et le prolongement des hauts plateaux à l'Est et Sud Est

Les objectifs à atteindre dans ce **Projet de fin d'études** est de déterminer la géométrie et l'évolution sédimentaire, structurale et géodynamique du bassin de Guercif avec l'Extrémité septentrionale du Moyen Atlas, cette relation étroite entre deux domaines se considère comme un point d'intérêt géologique et tectonique

#### **IV. METHODOLOGIE DE TRAVAIL**

La planification et la procédure de travail suivie dans ce projet de fin d'études consiste à identifier l'ensemble des méthodes pour résoudre cette problématique :

- ✓ Missions de Terrain: durant laquelle nous avons pu localiser et comprendre les structures qui limitent le bassin de Guercif, on a défini les faciès de la série lithostratigraphique et essayer de reconstituer l'évolution sédimentaire du bassin. Outre, cette mission consiste à lever des coupes géologiques pour avoir les structures en surface de la zone.
- ✓ Analyses sismostructurale via des sections sismiques pour savoir la géométrie profonde du bassin et délimiter les zones favorables qui peut constituer des intérêts pétrolières en profondeur.
- ✓ Corrélation entre forages, quarts forages implantées dans le bassin et ces bordures, les corrélations mettent en évidence l'évolution sédimentaire des faciès et déterminent les zones subsidentes de celles émergées.

L'ensemble de ces résultats se termine par des interprétations et discussion, qui vont contribuer à délimiter les zones d'intérêts pétrolières et de savoir les systèmes pétrolières caractérisant ce bassin.



## CHAPITRE II: GEOLOGIE DU BASSIN DE GUERCIF, ET DE SES ZONES BORDIERES.

### I. .... CAD RE GEOLOGIQUE

La plaine de Guercif est encadrée par un ensemble de structures géologiques:

- A l'Ouest, le domaine Rifain, représenté par les nappes de Pré-Rif et le Front Sud Rifain de direction NE.
- Au Nord et Nord Est ; Les massif de Terni- Masgout- de Beni Bou Yahya- de beni Snassène correspondent à l'avant-pays autochtone : il s'agit d'un ensemble de plateaux jurassiques surélevés qui surplombent les bassins tertiaire quaternaire du Maroc Nord Oriental.
- A l'Est La chaîne des horsts: représenté par le Jebel **Zengal**, il s'agit de structure en horsts et grabens à formations calcaires Jurassiques s'étendant de la région de Taourirt aux Monts de Tlemcen en Algérie. Les structures correspondent principalement à des accidents de direction (E-NE \_ W-SW) découpant le massif en horsts et grabens. En plusieurs points, le Substratum paléozoïque est remonté à l'affleurement, tel que Narguechoum.
- Les hauts plateaux matérialisée par des causses surélevées a formations carbonatées du jurassique il s'agit des reliefs de la Gada de Debdou et les plateaux de Rekkame. Cette dalle calcaire est légèrement inclinée vers le SW, elle domine la plaine orientale du Guercif nommée plaine de Tafrata ou plaine de Maarouf. Au pied de ces escarpements la série du paléozoïque affleure par endroits.
- Le Moyen Atlas septentrional, cette chaîne correspond à un ensemble de ride et de bassins orientés NE-SW ; les rides chevauchent souvent vers le NW. La série jurassique à des puissances supérieures à celles rencontrées dans la Meseta Orientale et le Trias salifère injecte fréquemment les structures. Au Tazekka (SW de TAZA), une large échancrure dans la couverture mésozoïque laisse apparaître le substratum paléozoïque. De plus, des cendres et des coulées basaltiques bien conservées dans la région de Berkine témoignent d'une activité Volcanique très récente.
- Le bassin néogène : dans le bassin de Guercif proprement dit, la sédimentation tertiaire et quaternaire







## II..... CAD

### RE STRATIGRAPHIQUE

Ce Bassin a fait l'objet de plusieurs Travaux de Stratigraphie.

#### II.1. PALEOZOÏQUE

Les boutonnières du Tazekka, du Boudoufoud, du Mekame et Debdou montrent à l'affleurement de puissantes formations schisteuses, fortement plissées, localement traversées et métamorphisées par des granites hercyniens. Elles admettent quelques passées de grès arkosiques et de calcaires. Il est d'âge carbonifère.

#### II.2. TRIAS SUPERIEUR

Il est connu dans les bordures des boutonnières paléozoïques formant une ceinture discordante, il est connu aussi sous forme d'injections qui jalonnent les accidents de la Moyen Atlas et dans les remontées (diapiritiques) perçant le Jurassique et localement le Tertiaire de la plaine.

Son épaisseur est difficile à estimer en toute rigueur, on peut retenir :

Sur les bordures du bassin, une succession (50 à 500 m) d'argiles rouges gypsifères avec intercalations de coulées basaltiques, les grès sont connus localement, les épisodes les plus importants se situant sur le pourtour du Boudoufoud ;

Dans les remontées perçantes de la plaine s'ajoutent d'importantes accumulations salifères.



Figure 4: Photo montrant l'Affleurement triasique dans l'accident Sud Moyen Atlasique

#### II.3. JURASSIQUE

La Série mésozoïque ceinturant le bassin de Guercif est représentée d'après les travaux de (BENZAQUEN et al., 1964) par des dépôts Jurassiques près de 8000 m d'épaisseur reposent sur le Socle paléozoïque par l'intermédiaire des argiles rouge silteuse et des conglomérats d'âge Trias supérieur.

Vu que le bassin de Guercif est totalement comblé par des dépôts néogènes et quaternaire et qu'il ne renferme pas beaucoup de faciès jurassiques, nous allons présenter les faciès de bordures de bassin.

Du Sud au Nord, passage des faciès du Moyen Atlas à ceux du Pré Rif Oriental,

D'Ouest en Est passage des faciès du Moyen Atlas à ceux de la plateforme des hauts plateaux.

### II.3.1. LIAS INFÉRIEUR ET MOYEN

#### ✓ **Bordure SW du bassin (Moyen Atlas septentrional)**

Dolomies du Masgout (150 m au Jebel Ouarirt et 200 m à Ighfker) constitue de gros bancs massifs de dolomies microgrenus grises Calcaire dolomitique ou saccaroïdes, souvent vacuole et fracturé, il est surmonté par calcaire El Ahmar où constituée de calcaires à pâte fins, compacts gris et noirs en gros bancs massifs à joint stylolithique. Au dessus se trouve Calcaire de l'Ouarirt, ensemble d'alternances de calcaires à pâte fin claire et calcaires cryptocristallins noirs lités passant aussi à des faciès récifaux (1625 m Jbel Ouarirt) (BZNZAQUEN., 1965).

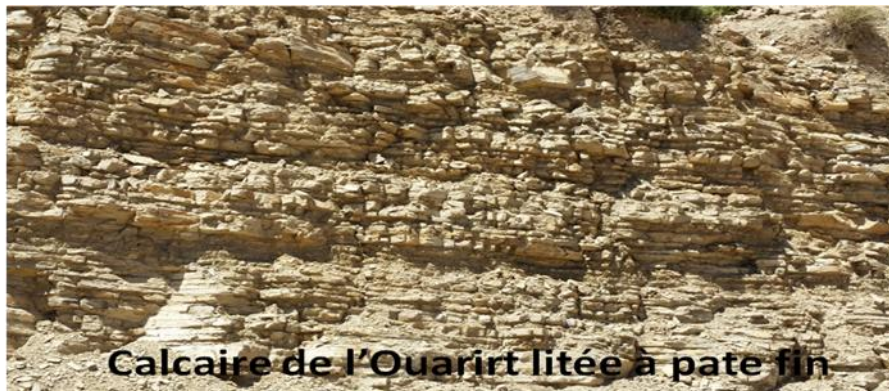


Figure 5: Photo montrant le Calcaires de l'Ouarirt d'âge Domérien (M. Atlas)

#### ✓ **Bordure N et NW du bassin (Pré-rif oriental)**

La série débute également par des dolomies de Masgout (100 à 150 m), se poursuit par une formation (50 à 100 m) de calcaires de silex, au dessus se développe une alternance de calcaires noirs lités comparables à ceux du Moyen Atlas (150 m). (Benzaquen et al., 1965)

#### ✓ **Bordure SE du bassin (les Hauts Plateaux)**

Selon (CHARROUD 2002) la série débute par des calcaires argileux oolithiques et bioclastiques de 70 m d'épaisseur, auxquels succèdent les dolomies dites « inférieures » fines parfois sableuses, tantôt litées, tantôt massives (30 m).

### II.3.2. LIAS SUPÉRIEUR



La série se caractérise par l'instauration d'un régime vaseux à sédimentation argileuse profonde, se sont des marnes de Bechyne, constituées de schistes argileux sombres surmontés par des calcaires riches en ammonites, pyriteux et empreintes de petite lamellibranche. (BENZAQUEN., 1965).

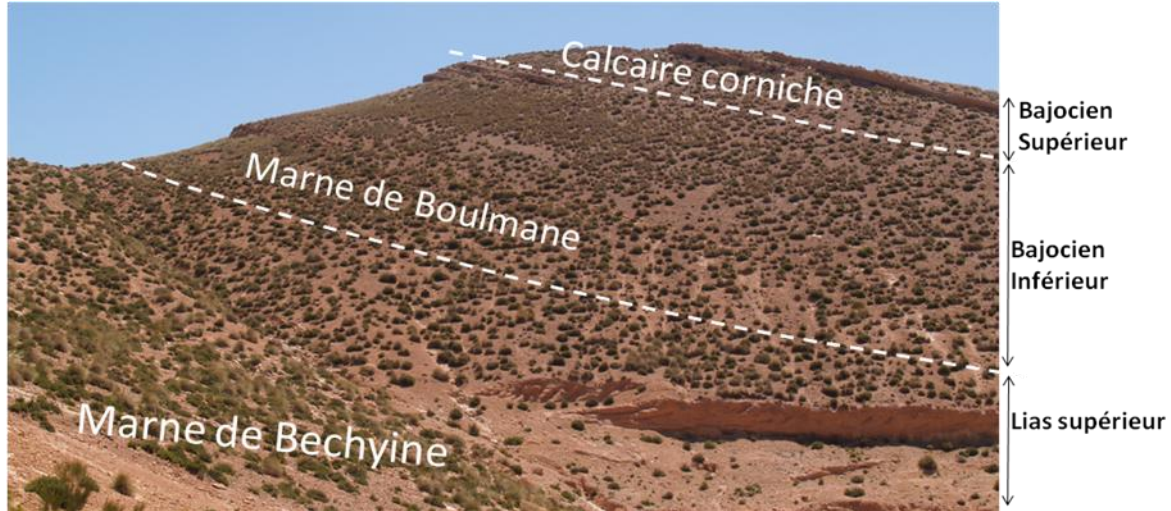


Figure 6: Photo montrant les marnes de Bechyne surmontées par des marnes de Boulmane et Calcaire Corniche, (M. Atlas).

- ✓ À la bordure SW du bassin (Moyen Atlas Septentrional), la série est plus épaisse où elle atteint (1350 m à Jebel Ouarirt).
- ✓ au Prérif ; la présence des marnes de Bechyne est similaire à celles observées dans le Moyen Atlas.
- ✓ dans les hauts plateaux, la série est caractérisée par des « Marnes de Nador », se sont des alternances de marnes jaunes, vertes et rouges avec quelques petits bancs de calcaires oolithiques. Déjà réduite à Debdou (55 m) la formation disparaît vers l'WSW. (CHARROUD., 2002).

### II.3.3. DOGGER

- ✓ Dépôts puissants marneux, la série commence par des « calcaires à *Cancellophycus* » surmontés par « Marnes de Boulmane », suivies par des « calcaires corniches ».



Figure 7: Photo montrant les Calcaires à Cancellophycus d'âge Aaléno- bajocien inférieur



Figure 8: Photo montrant les Calcaires Corniche d'âge Bajocien supérieur (M. Atlas)

- ✓ Dans le Moyen Atlas, la série débute par des « Calcaire à Cancellophycus » sont des calcaire noirs lités surmontés par les « Marnes de Boulmane » (de 300 à 500 m, mais pouvant atteindre plus de 2000 m), suivie par des barres dites des « Calcaires corniches » (100à 400 m). (BENZAQUEN., 1965).
- ✓ Dans le Maroc nord oriental ; comme le Moyen Atlas ; le Dogger débute par des calcaires à Cancellophycus » mais surmontés là par des marnes dites « Marnes de Sakka » qui correspond au passage latéral de l'ensemble « marnes de Boulmane » et « calcaires corniches » et « marno-calcaires de la Moulouya » dont l'épaisseur est variable de 300 m à 1500 m (Sud de Terni). (Benzaquen., 1965).
- ✓ Dans les hauts plateaux, les faciès de dogger sont différentes sont des formations dites « calcaires et Dolomies des Hauts Plateaux » qui peut atteindre 400 m à 450 m et au Sommet de laquelle on trouve, localement, l'équivalent latéral des calcaires corniches du Moyen Atlas représentés, alors, par 50 à 60 m de calcaires oolithiques en gros bancs. (CHARROUD., 2002).



Figure 9:

Photo montrant les Calcaires et dolomies des Hauts Plateaux Aaléno-Bajocien.

#### **II.3.4. BATHONIEN- CALLOVO- OXFORDIEN**

C'est une sédimentation détritico-silicoclastique sableuse gréseuse, portant le nom de grés de Bourached (BENZAQUEN., 1965).

- ✓ Dans le moyen atlas ; cette formation occupe le cœur des synclinaux ; elle est plus importante dans le synclinal de Bourached (1200 m) et comprend une alternance de marnes verdâtre finement sableux et petite banc de calcaire sableux.
- ✓ Au niveau du Maroc Nord oriental, La série se présente par un ensemble gréseux où l'on peut distinguer 2 membres, le membre supérieur renfermé par des termes gréseux marneux (300- 350 m) dans lequel au Nord du Masgout, discordant sur le membre inférieur qui est comblés de terme argileux gréseux variant de 200 m au N du Masgout à 750 m au NE du Masgout. (BENZAQUEN., 1965).
- ✓ Les hauts plateaux, O, note une lacune et manque de sédimentation des grés de Bourached, on général le Jurassique supérieur dans les hauts plateaux se présente par les dépôts de Malm ce sont des calcaires et dolomie de Ras El Asfour et des grés et argiles de Missourène. (CHARROUD., 2002).

#### **II.3.5. KIMERIDIEN- PORTLANDIEN**

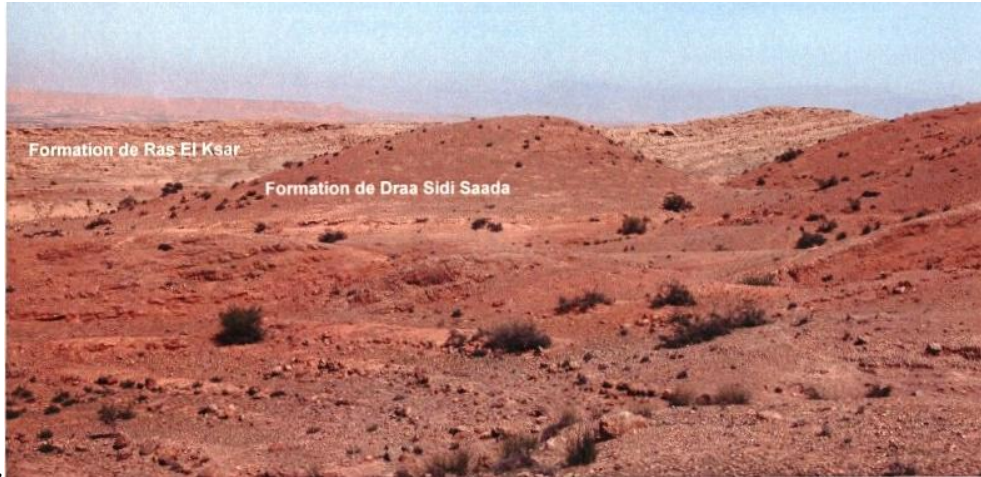
Les faciès représentée par des Formations gréseuse d'épaisseur assez réduit, dont témoigne une phase régressive attribuée à la base Kimméridgien « Couches à gypse du Tamtlilt » au dessus se développe « Calcaire dolomitique du Terni » (Benzaquen., 1965).

Dans le moyen atlas, et le Maroc nord oriental, les faciès sont pareils, où les couches à gypses de Tamtlilt de 5 à 50 m d'épaisseur, et au moins 400 m des « calcaires et dolomies du Terni ».

#### **II.4. NEOGENE**

La stratigraphie néogène du bassin de Guercif est décrite par plusieurs travaux. Selon Colleta et al. (1977), On a deux cycles : transgressif franchement marin et régressif laguno-lacustre.

- Les molasses de base transgressives d'âge totonien supérieur sont localement accompagnées d'énormes masses conglomératiques (Formation de Ras el Ksar) témoins de la proximité d'un rivage et d'apports fluviaux au SW du bassin, Par contre au NW et au centre du bassin la base miocène est constituée de



calcarénites.

Figure 10: Formation basale continentale (Draa Sidi Saada) de couleur rouge qui est discordant sur le jurassique suivie par une formation marine (formation de Ras el Ksar) à l'Ouest de Haloua Richa. (ONAREP, 2003)

- La « formation des marnes bleues » marque l'établissement du régime marin sur l'ensemble du bassin.
- La régression messinienne qui suit n'est pas synchrone sur l'ensemble du bassin. Elle est scandée par des argiles gypseuses, des marnes gréseuses et à lignites- la formation de Khandek el Houaich- auxquels succèdent des grès, des calcaires lacustres et des marnes rouges, la formation du Moungar dont l'ensemble a une épaisseur totale de l'ordre de 200 m.

## II.5. PLIOCENE

Les niveaux supérieurs continentaux du cycle régressif sont essentiellement représentés par une alternance de grès, calcaires lacustres et de marnes sableuses ocre-rose à brun-rouge, intercalés de quelques niveaux métriques de marnes grises et localement de calcaires gris banchâtre. La série se termine par un ensemble de grès et de couche lacustres dont l'âge présumé est pliocène (ONAREP, 2003).

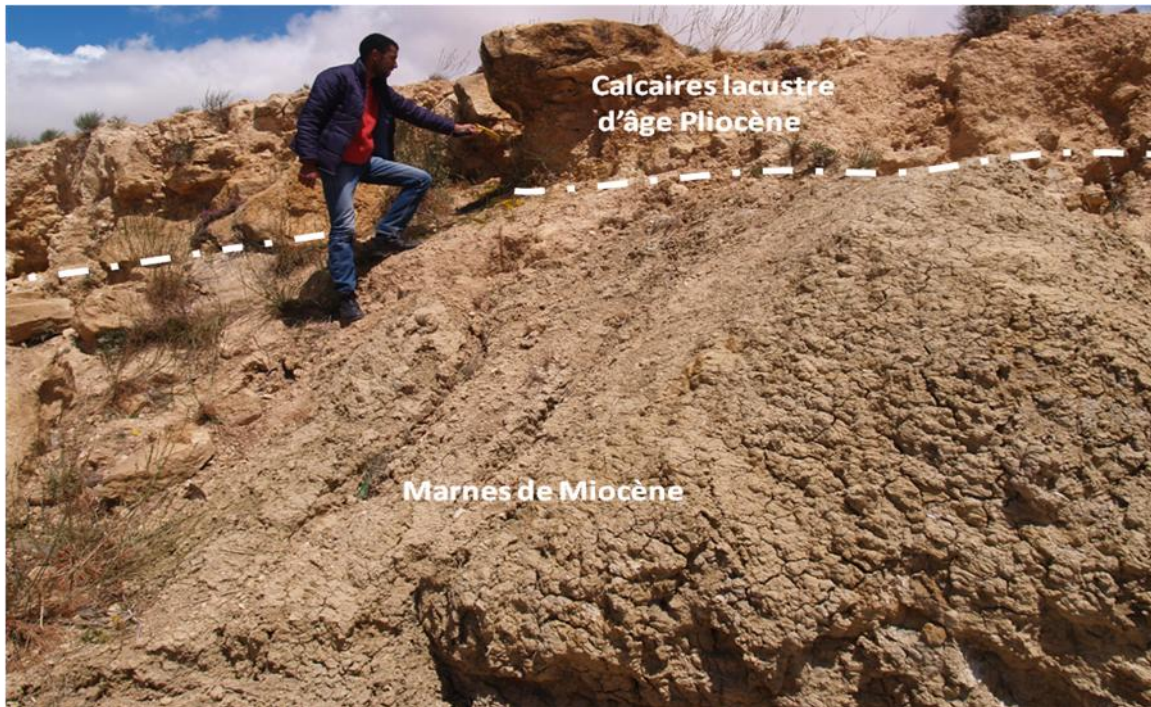


Figure 11 : les calcaires lacustres d'âge pliocène discordant sur les marnes miocènes

Le passage entre Nord, centre du bassin où les dépôts Pliocène sont marqués par des calcaires lacustres et dans la bordure Sud-Ouest où les faciès passent latéralement vers les dépôts conglomératiques

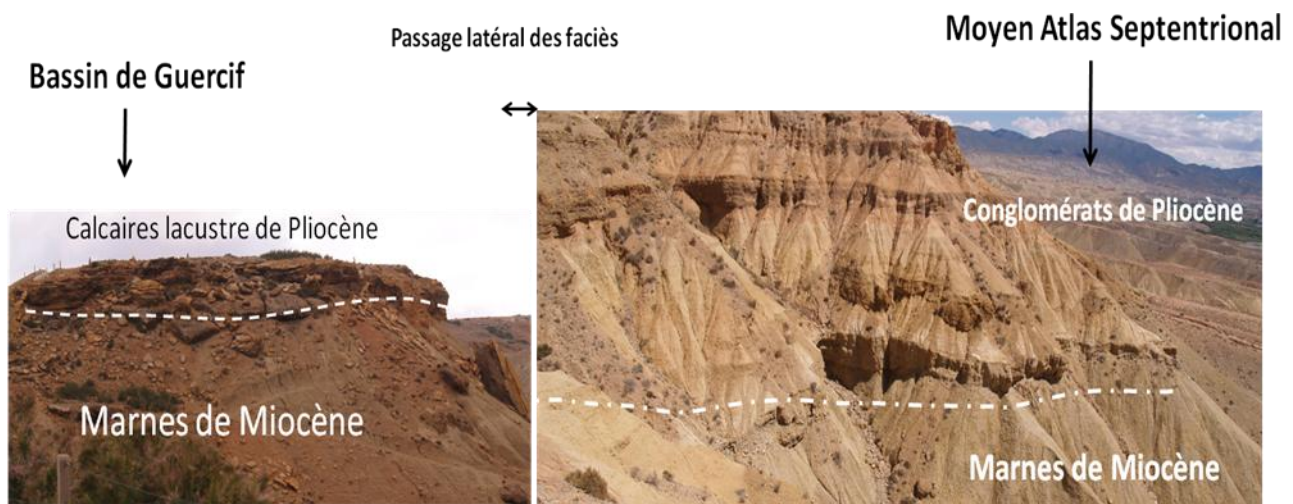


Figure 12: Passage latéral de faciès Pliocène entre Bassin et Bordure Moyen Atlas Septentrional

## II.6. QUATERNAIRE

Dépôts de terrasses et complexes fluvio-lacustre présentent dans la plaine de Guercif et à l'intérieur des synclinaux du Moyen atlas sous forme de petites étendues. Ils sont représentés par de petites

surfaces caillouteuses à éléments rouges ainsi que des éboulis essentiellement calcaires. Dans la plaine de Guercif, ils sont représentés par des niveaux de conglomérats et des surfaces encroutées.



Figure 13: Photo montre les dépôts de terrasse, conglomérats et des galets à ciments gréseux et limons

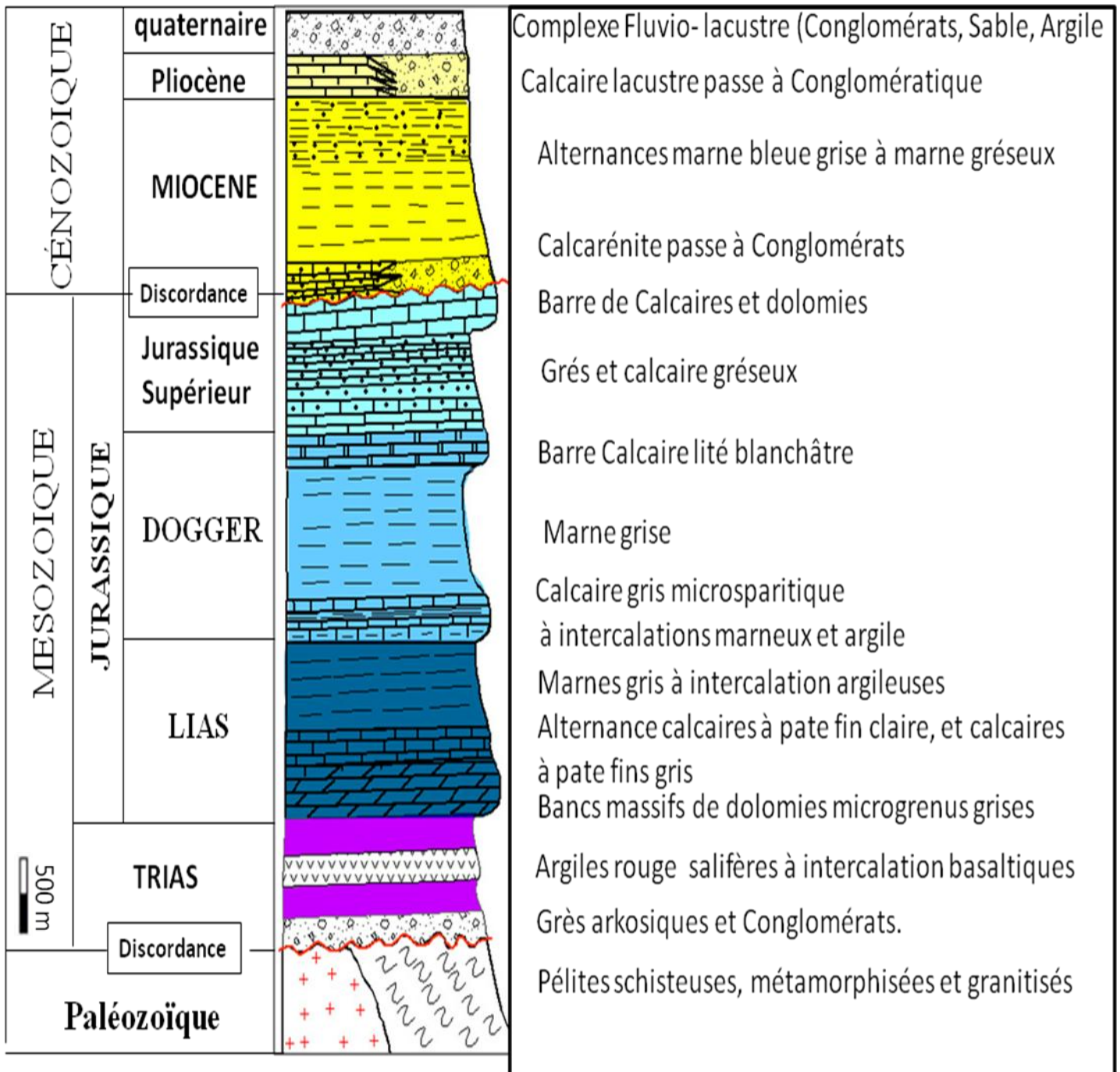


Figure 14: Log-synthétique du bassin de Guercif

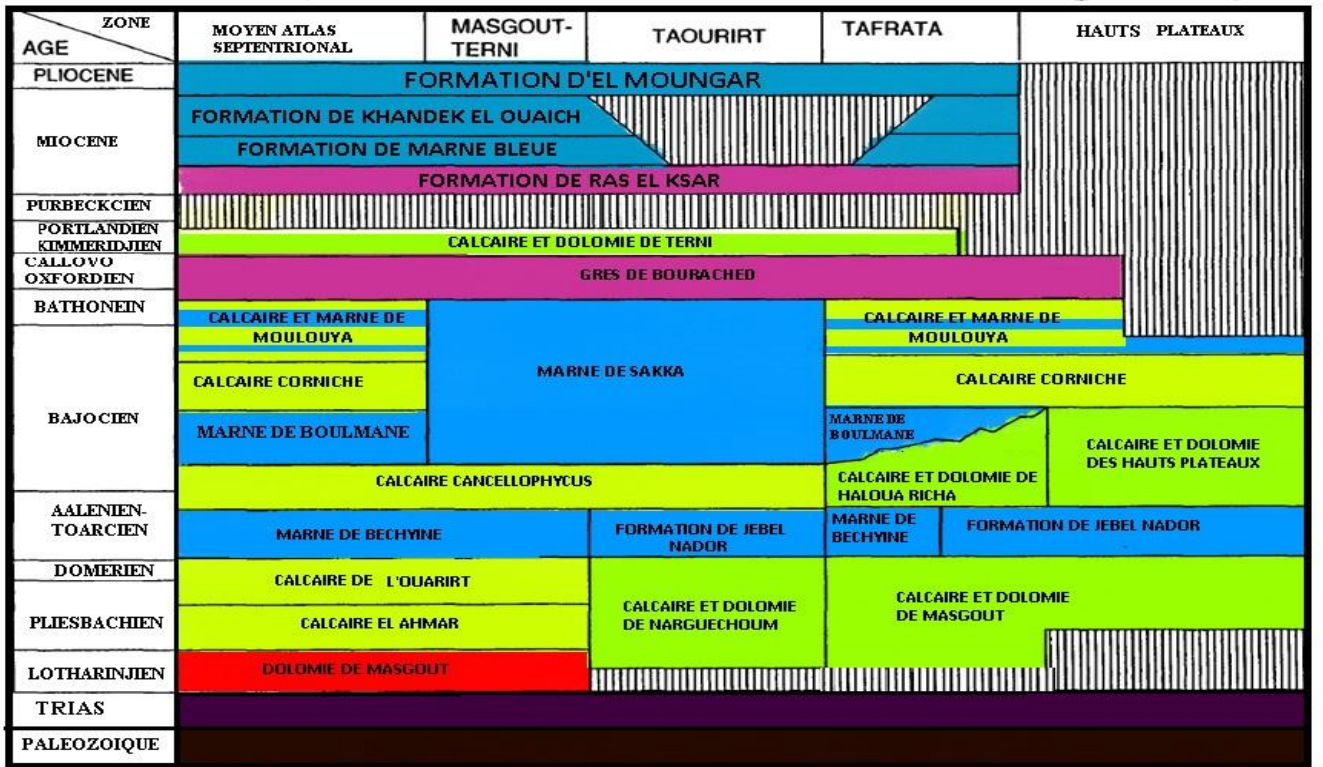


Figure 15: Log-Corrélation synthétique de Guercif et son pourtours environnement (ONAREP, 2003) redessiné

### III. .... CAD RE STRUCTURAL

Le bassin de Guercif, NE du Moyen atlas, correspond à un bassin néogène qui se développe entre trois grandes unités structurales à savoir : **Pré-ri** au N et NW, Moyen Atlas Septentrional au SW et les Hauts plateaux au SE.

Nous avons réalisé un ensemble d'observation et de coupes structurales afin de montrer l'importance de ces structures sur la formation et l'évolution du bassin de Guercif.

La carte (Fig.17) ci-dessous montre les zones cibles de travaux que nous avons effectués.



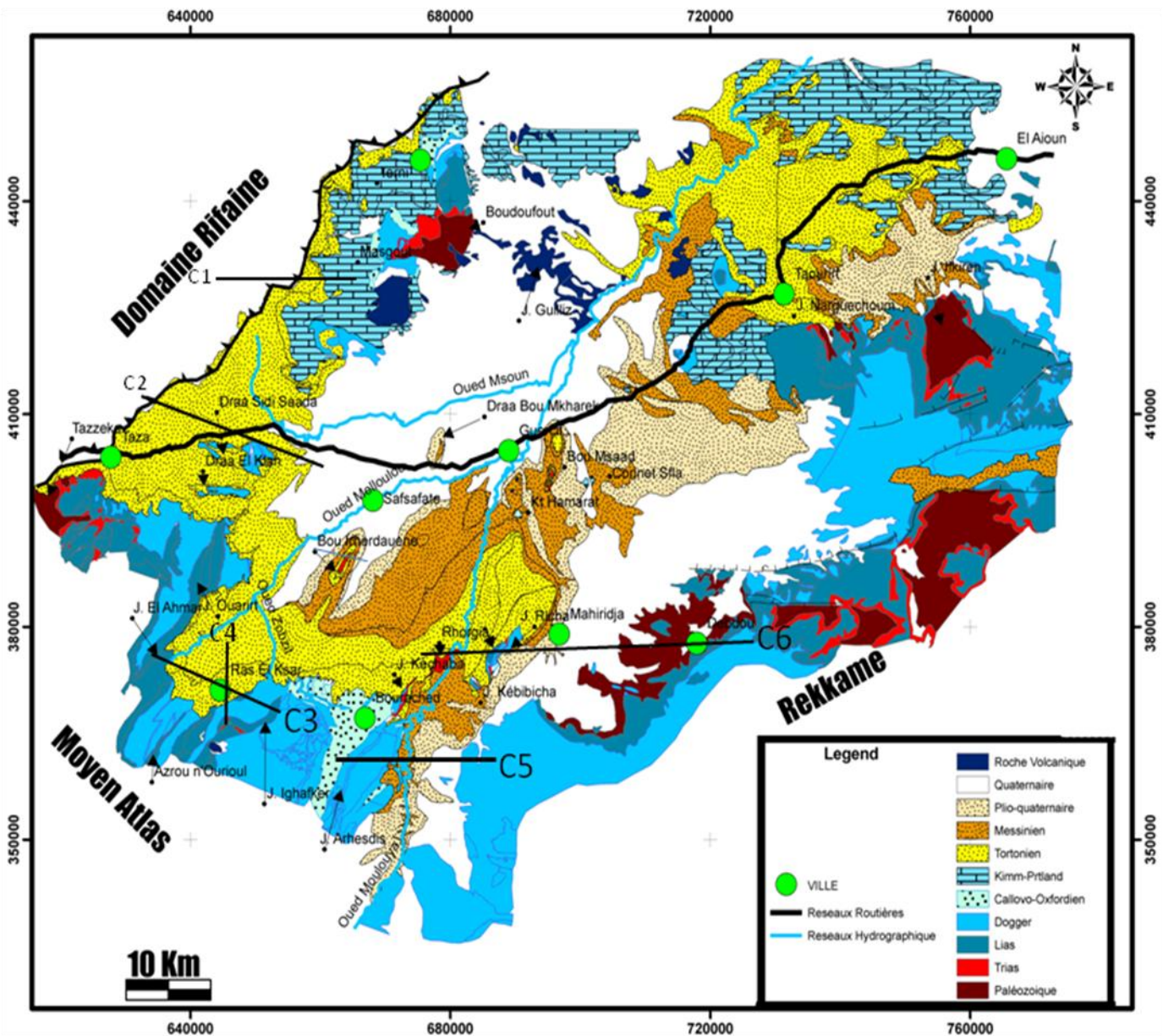


Figure 16: Carte qui montre les traits majeurs structuraux limitant le bassin de Guercif et les coupes levés dans le terrain

### III.1. BORDURE NW DU BASSIN (FRONT SUD RIFAIN)

Au nord à NW, le bassin se limite par le Front Sud-Rifain « FSR » celui-ci est représenté par les rides pré rifaines, et constitue par des marnes alloctones qui chevauchent sur la plaine du Guercif (fig. 19), il représente une variété de dépôts indiquant une succession d'évènements sédimentaires de type marine et continentaux.



Figure

17 : Photo Panoramique qui montre le contact domaine Rifain et bassin du Guercif

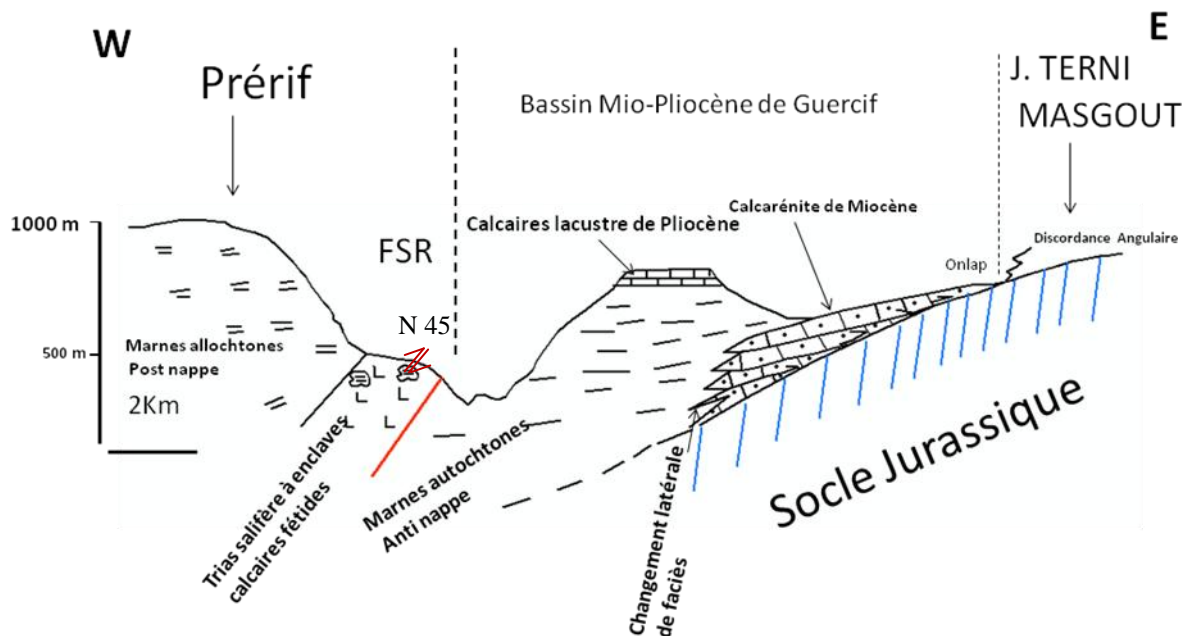


Figure 18: Coupe schématique montre le contact sud rifain et le bassin de Guercif

Les observations qu'on peut ressortir d'après la coupe ci-dessus sont :

Le chevauchement des formations allochtone rifaine sur celle autochtone du bassin de Guercif, cette faille chevauchante d'âge post Miocène se caractérise par la direction NE à vergence vers le W. à la faveur de cette faille les argiles salifères affleurent en surface, se sont des argiles rouges salifères à faciès bréchiques et hétérogènes, ces argiles ont une forme d'un dôme. L'existence de ce dôme le long de la faille pourrait s'expliquer par une montée diapirique lors de la phase compressive Alpine qui a donnée naissance à la faille chevauchante telle que le Front Sud Rifaine (Fig. 20) Les roches constituant le diapir sont bréchifiés et hétérogène à savoirs : conglomérats, sel, schistes et argiles.

Le terme bréchification signifie une forte intensité et un frottement exercé sur les roches percées et traversées par le diapir. De même nous avons trouvée des enclaves de calcaires fétides entourant le diapir, se sont des roches noirâtre poreux et fragmentée, d'odeur fétide ressemblant les schistes bitumineux.

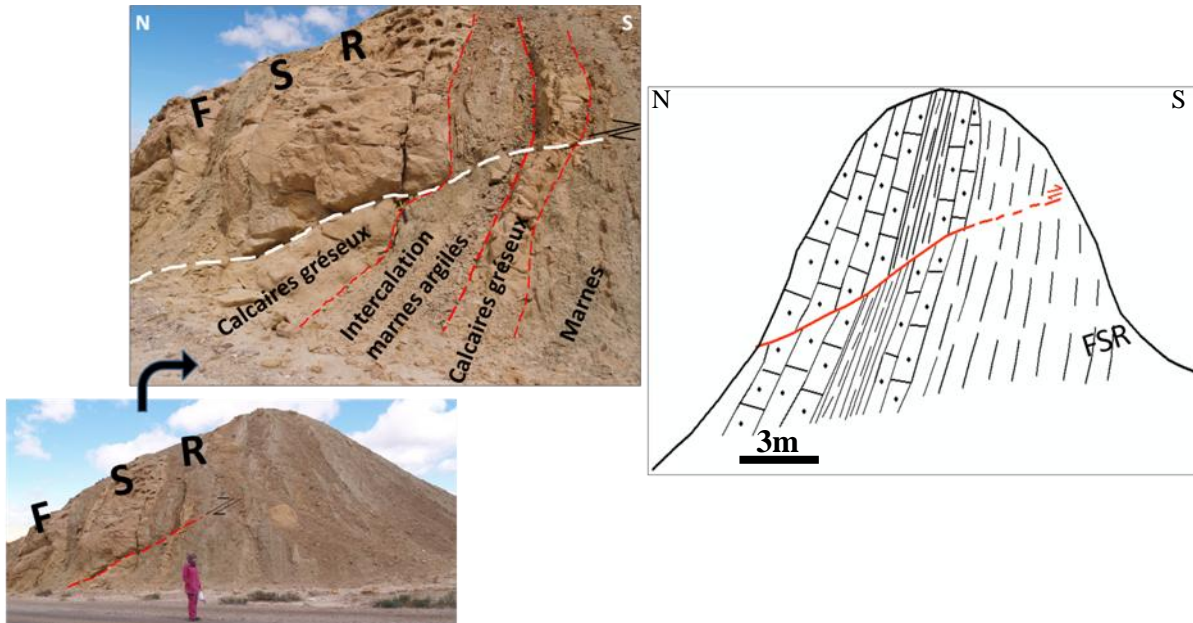


Figure 19: Photo montrant le jeu chevauchant du FSR et le schéma expliquant le jeu

L'affleurement de la faille se marque également par la présence des argiles rouges salifères indiquant la remonté diapirique à travers la faille lors de la phase compressive qui a manifestée dans la région et qui a donnée naissance à une succession des failles chevauchante connus sous le nom Front Sud Rifain (FSR). Les argiles salifères sont à faciès bréchiques et hétérogènes, Les roches constituant le diapir sont bréchifiés et hétérogène à savoirs : conglomérats, sel, schistes et argiles. Le terme bréchification signifie une forte intensité et frottement exercée sur les roches percées pendant la monté diapiritique le long de la faille.

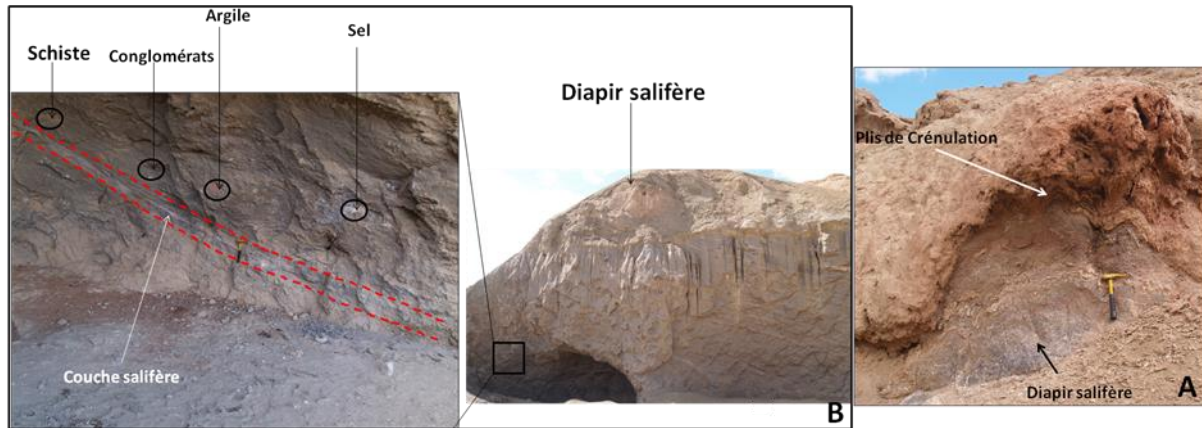


Figure 20: Affleurement des argiles salifères ; A) forme de diapir salifère ; B) Photo montrant le galerie pour exploitation des sels gemme à matrice conglomératiques

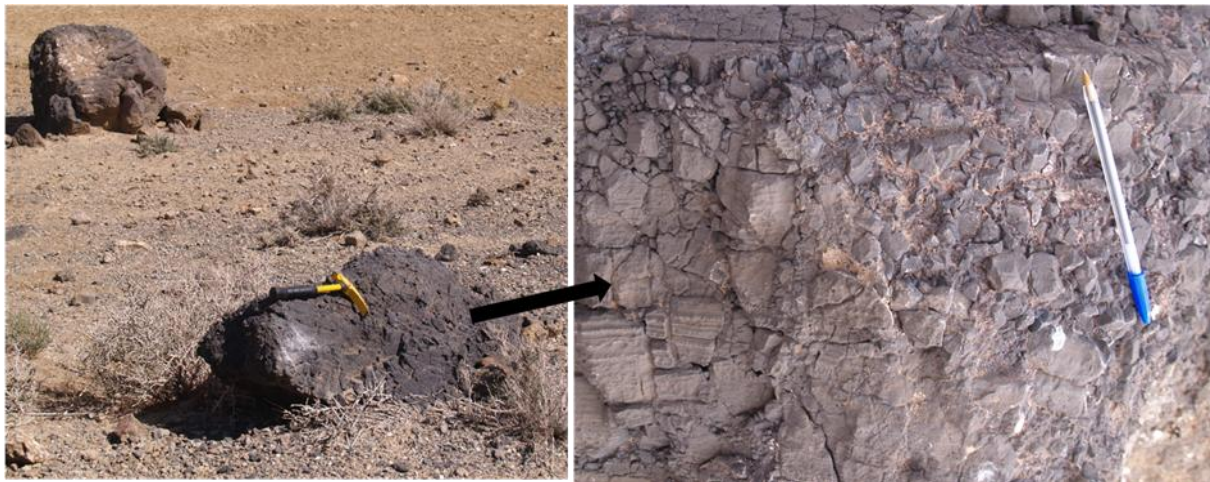


Figure 21: Photo montrant des enclaves de calcaires fétides trouvée en dessus de diapir

### III.2. BORDURES SW DU BASSIN (MOYEN ATLAS SEPTENTRIONAL)

Le moyen Atlas septentrional est représenté au Nord en bordure du Guercif par trois structures majeures.

➤ **Le Jebel Ouarirt** : qui représente le passage de l'accident Nord Moyen Atlasique : (BENZAQUEN., 1965) il correspond à un système complexe de chevauchements et de failles inverses correspondant à l'empilement de plusieurs écaillés de dolomies jurassique. L'accident se prolonge au NE vers la structure de Sidi Saada.

Selon (RICHERT et al., 1971) le Jebel Ouarirt est une lame tectonique d'orientation N 20 E en position subvertical, limité occidentalement par une importante faille inverse (subméridien). Au

sud où Jebel El Ahmar, la lame évolue en Anticlinal dissymétrique déversé vers l'W et aussi le synclinal de Bechyne a direction N 40 E à N60 E a prolongement vers l'W

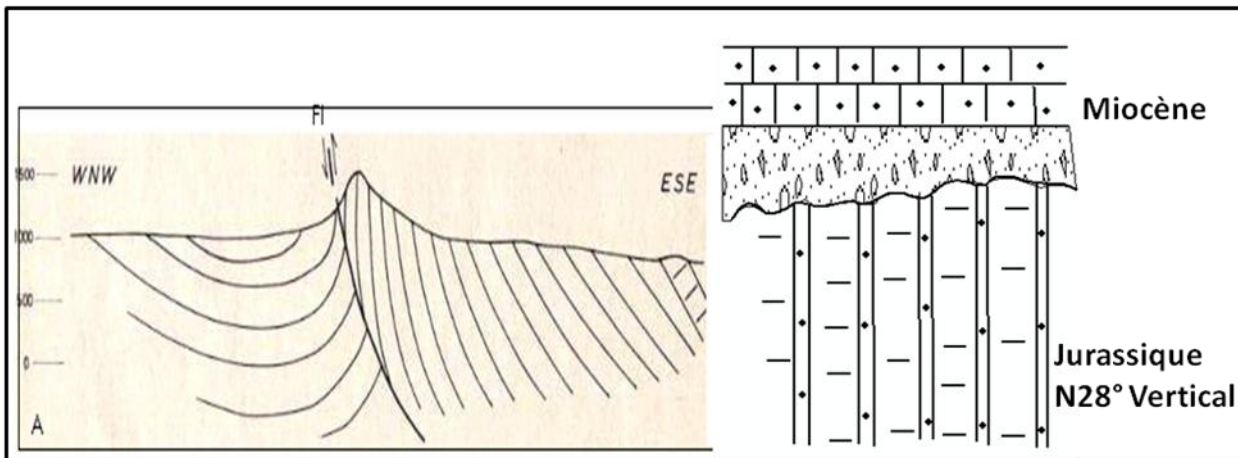


Figure 22: Coupe schématique de Jebel Ouarirt qui est lilité au sommet par une faille inverse (RICHERT et al., 1971).

➤ Le Jebel Irhfer qui matérialise le passage de l'Accident Moyen Atlasique : (Colo, 1961) c'est un chevauchement vers le SE qui permet au Lias carbonaté de chevaucher sur les grès de Bourached d'âge Bathonien-callovo-oxfordien ; C'est une structure en baïonnette qui s'exprime où le passage d'orientation atlasique (N 30 à N60) à des directions E-W (N 70 à N90) (RICHERT et al., 1971). La structure se poursuit au Nord-Est par la zone de Diapir de Bou Irhrdaïen

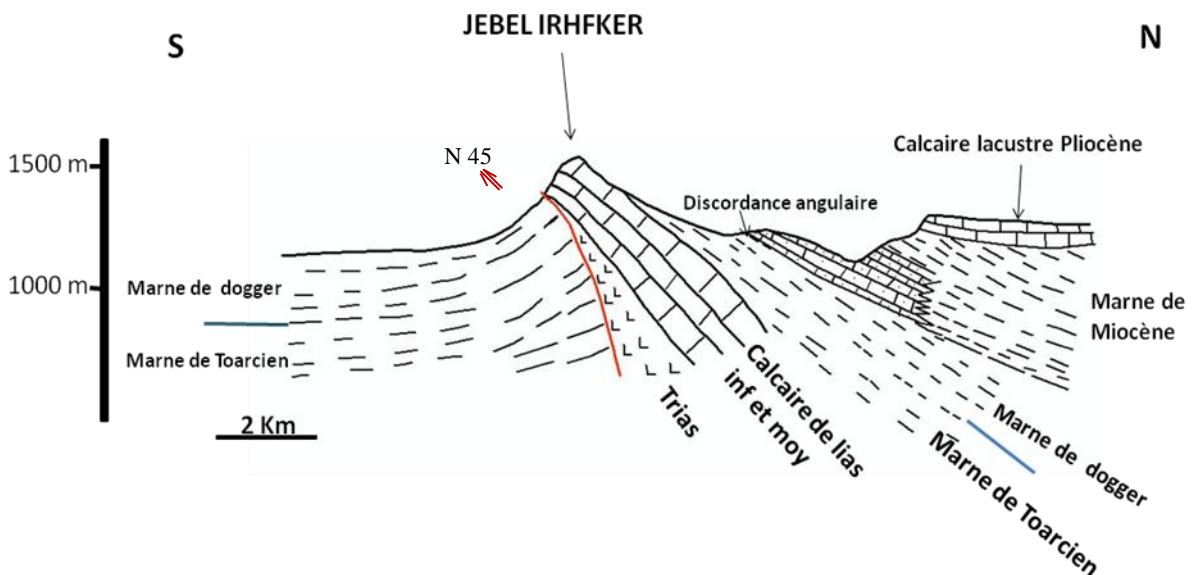


Figure 23: Coupe schématique de Jebel Irhfer à cœur liasique qui chevauche vers le SE du M. Atlas



Figure 24: Photo panoramique montrant les jebels El Ahmar et Irhfer

- Le Jebel Arhdis correspond à la zone de passage de l'accident Accident Sud Moyen Atlasique. Il forme un étroite bande, qui culmine à 3363 m dans sa partie central au J. Bou Nacer (choubert & Maçais, 1952). C'est un anticlinal dissymétrique dont le flanc Ouest est cisailé par une importante faille inverse à pendage EST. Sa partie méridionale a une forme arquée due à l'évolution des directions entre N 160- 12 S et N20 horizontal (RICHERT et al., 1971).

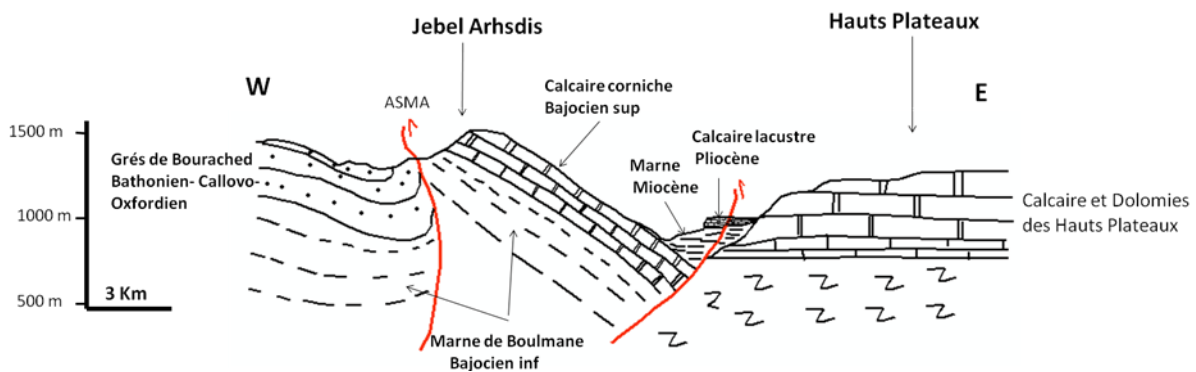


Figure 25: Coupe schématique de Jebel Arhdis passage de l'Accident Sud Moyen Atlasique

### III.3. BORDURE SE DU BASSIN (HAUTS PLATEAUX)

Les hauts plateaux selon (CHARROUD., 2002) constituent des vastes entablements dont l'altitude moyenne est comprise entre 1400 et 900 m, formés de séries méso-cénozoïque peu déformées reposent sur le socle hercynien de la Meseta orientale. Ils se terminent dans les zones plissées et faillées des bordures Atlasique au Sud et à l'Ouest et de la chaîne des Horsts au Nord. Ils plongent progressivement sous les formations néogène et Quaternaire de la Moyenne Moulouya. Les Hauts Plateaux se répartissent en deux zones distinctes la partie occidentale et l'autre orientale. A propos de des hauts plateaux occidentaux se situe entre la plaine de Tafraoute au Nord et le Moyen Atlas plissé à l'Ouest. Ils sont formés par des Faciès calcaire et Dolomie à intercalations marne et Argile d'âge Mésozoïque ainsi pour les hauts plateaux orientale ses structures se dominent vers l'Est au delà de la frontière Marocaine pour formant les Hauts plaines Algérienne avec une altitude de 1150 m.



#### III.4. BORDURE NORD DU BASSIN (TERNI MASGOUT)

Le jebel de terni masgout qui limite le bassin au Nord, se représente comme étant un anticlinal d'orientation submériidien (N-S), présente dans son cœur dolomitique un synclinal peu structuré limité sur son flanc E un anticlinal aigu, faisant ressortir du trias. Longitudinalement, il s'agit d'une pose à prolongement vers le Nord (Richert et al., 1971).

#### III.5. LE BASSIN DE GUERCIF

Le bassin de Guercif également a subi les effets de déformations tectoniques de type atlasique affectant la série mésozoïque et d'autre tardives affectant les formations jurassique, néogènes ainsi que le Plio-Villafranchien. Les structures plissées qui se trouve dans le bassin correspondent à la terminaison des rides Atlasiques, qui s'enfoncent sous le bassin pour réapparaître à nouveaux dans le bassin sous forme de boutonnières Jurassique entourées par des formations tertiaires ou sous forme des diapirs.

#### ✓ Flexure de Sidi Saada :

Le Plateau de sidi Saada est affectée d'une flexure, cette ondulation est de direction atlasique (NE-SW), elle se situe dans le prolongement septentrional du Jebel Ouarirt, se sont des boutonnières Jurassiques entourées de miocène faiblement déformés, la structure se poursuit et se prolonge et disparaît sous la plaine quaternaire de Guercif. La flexure résulte d'une faille chevauchante aveugle de direction atlasique, qui peut être visible par l'utilisation des méthodes sismiques de réflexion.

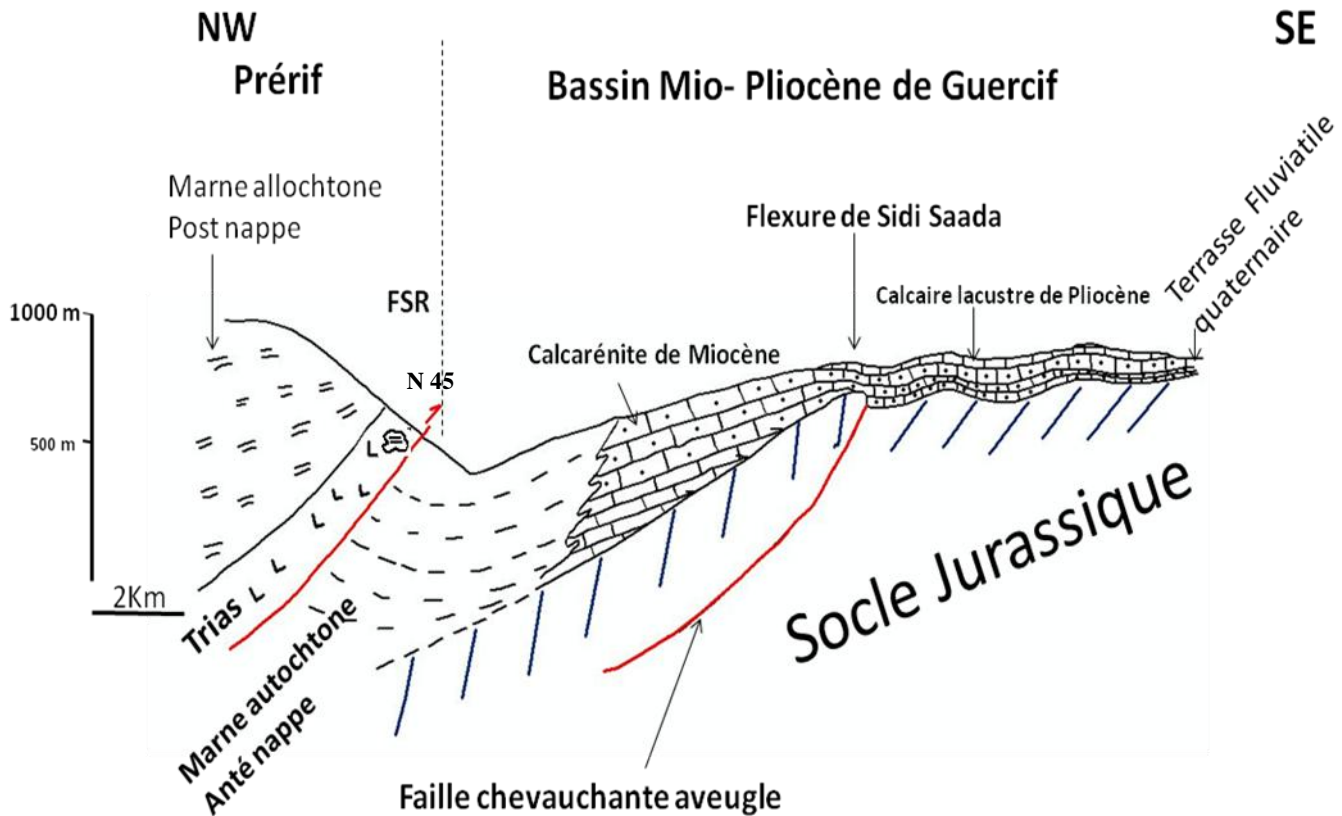


Figure 26: Figure 28 : Flexure de Sidi Saada

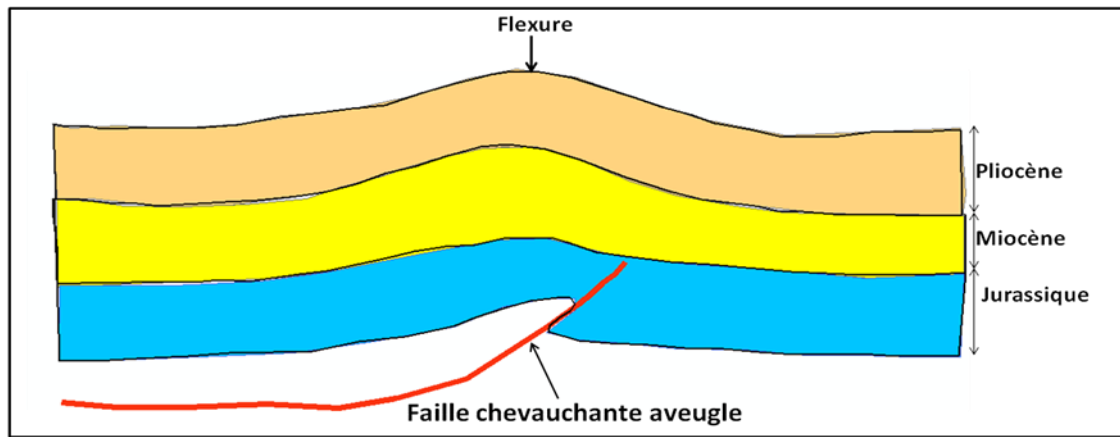


Figure 27: Modèle Tectonique de Flexure de Sidi Saada résultats d'un chevauchement aveugle

✓ **Diapir de Bou Irhardaïen**

Concernant le diapir de Bou Irhardaïen (Fig. 30), Il s'agit d'un anticlinal de direction NE-SW qui a fait affleurer du trias dans son cœur en formant une boutonnière dans le miocène.



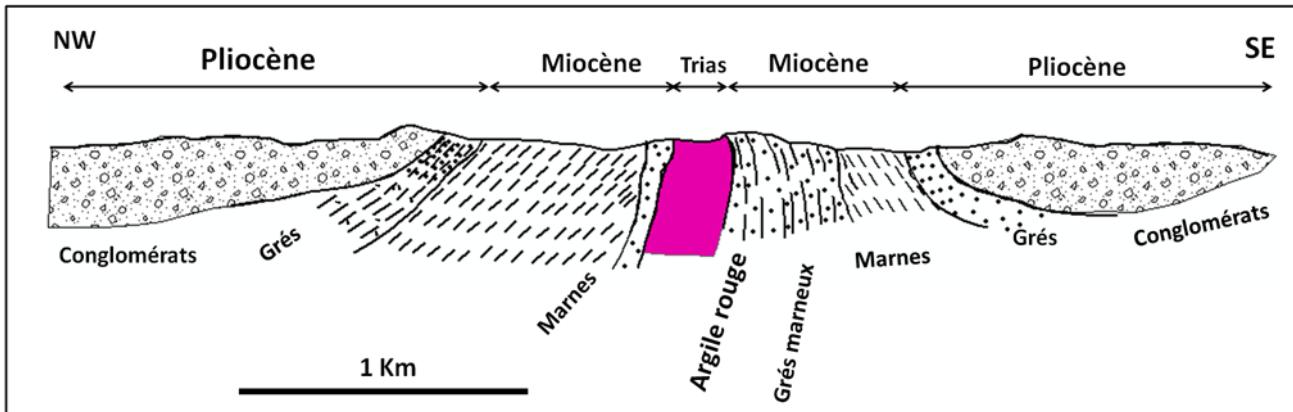


Figure 28: Coupe schématique de diapir de Bou Ihrdaïen, (Colleta et al., 1977) redessinée

Le diapir de Bou Ihrdaïen correspond à la terminaison et le prolongement de Jebel Irhfker vers le NE ou les dépôts miocènes reposent en Onlap sur la série Jurassique du Moyen Atlas, il s'agit de la discordance de Ras El Ksar au SW du Bassin, cette discordance représentée par des dépôts Calcarénite et conglomérats d'âge base Tortonien supérieur qui reposent en onlap sur les marnes de sakka. Ces dernières sont inclinées vers le S tandis que les calcarinites de miocène ont un pendage vers le Nord.

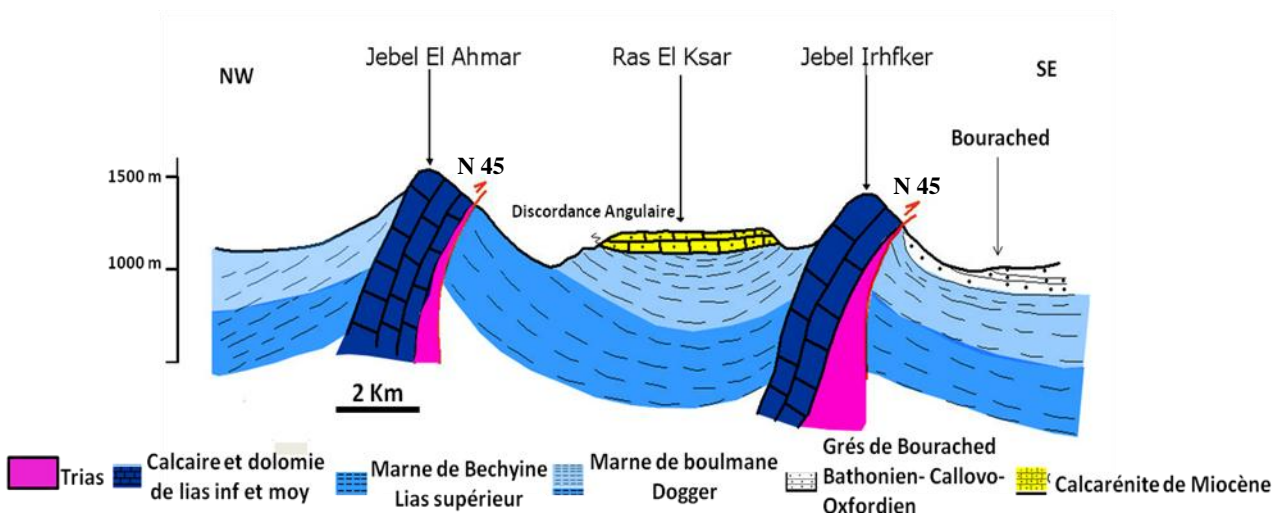


Figure 29: coupe schématique illustrant la discordance angulaire de Ras El Ksar



Figure

30: Photo montrant les dépôts en Onlap miocène sur les marnes bajocien de Sakka

La succession de dépôts Calcarénite miocène qui débordent les plus anciennes Jurassique, Par le jeu de variation du niveau marin, les séquences transgressives se déposent sur les couches trouvées déjà inclinée sous l'effet de la tectonique aboutissant vers la formation des biseaux d'aggradation côtière, connus sous le nom « Onlap » (Fig. 33). Dans les surfaces d'aggradation on trouve souvent des calcaires récifal (Fig. 34)

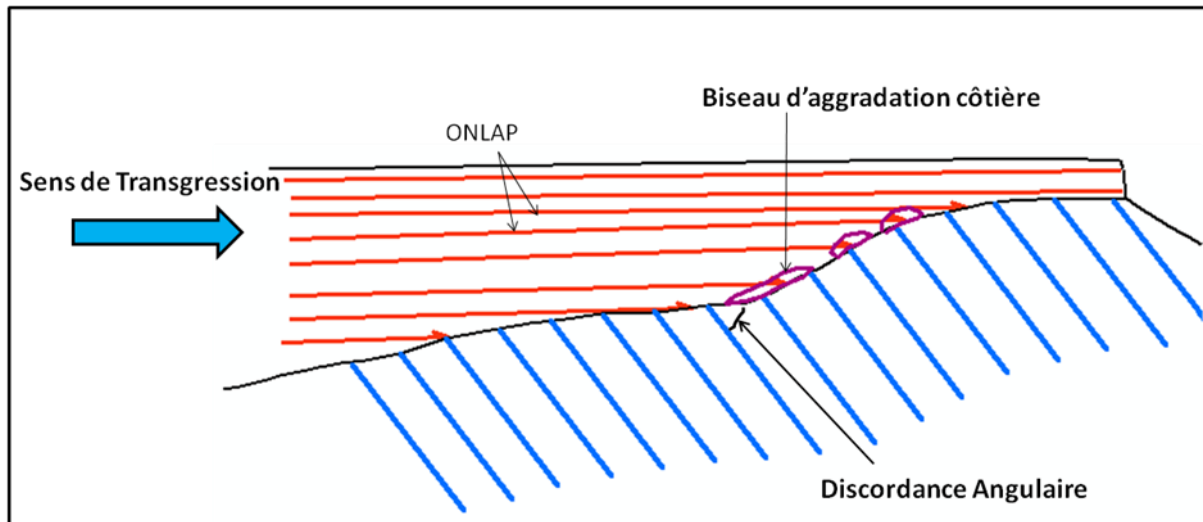


Figure 31: Modèle illustrant les dépôts sédimentaires en Onlap

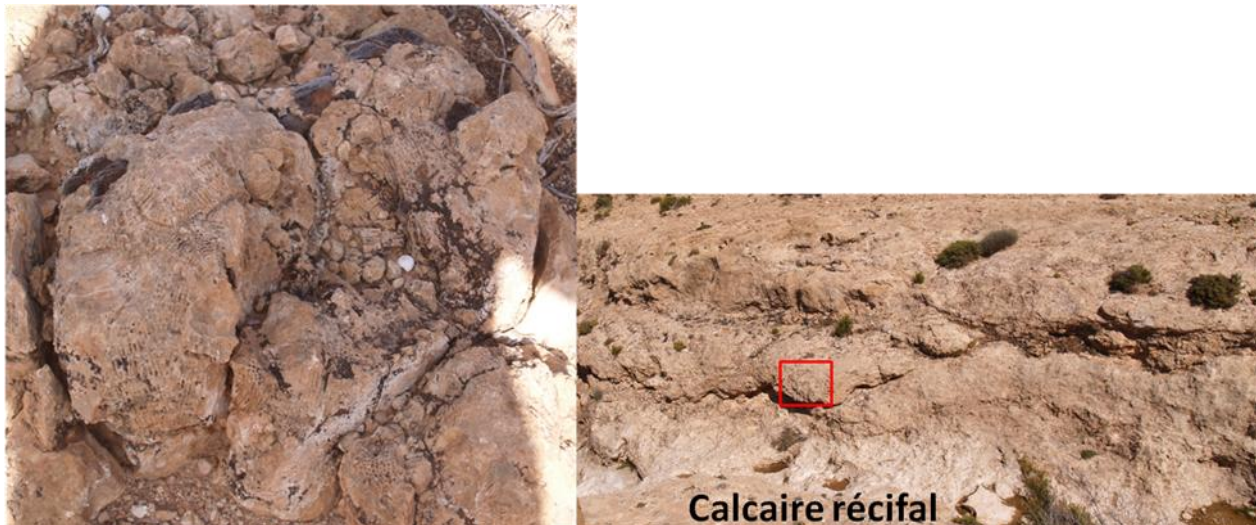


Figure 32: Photo montrant les calcaires récifales édifiée par des organismes constructeurs

Concernant les calcaires récifal se sont des Masses de roche sédimentaire calcaire édifiée par des organismes constructeurs (en général des coraux) restés le plus souvent en position de vie. Elle a une forme en lentille épaisse, non litée et indépendante de la stratification des couches avoisinantes.

✓

#### **Ride Anticlinale de Bou Msaad- Kebibicha- Haloua Richa- Kebacha- Rhorjia.**

L'ensemble de ces rides constituent le prolongement vers le NE du Jebel Arhdis, ils affleurent sous forme des boutonnières pour des dépôts néogènes, en effet on trouve :

❖

#### **Anticlinal de Bou Msaad :**

Il s'agit d'un pli anticlinal N20 affectant l'ensemble de la série néogène qui est ici relativement peu épaisse. Il se situe à environ cinq Kilomètres à l'E de Guercif, au N de la petit localité de Bou Msaad le pli est nettement repérable grace à son cœur de marnes salifères triasiques à intercalations basaltiques. (Colleta., 1977).

❖

#### **Le jebel Kebibicha**

Le jebel Kebibicha (Fig. 34) est un anticlinal qui a fait affleurer du jurassique en boutonnière dans le Miocène lui-même plissé. Sa direction principale dans le Jurassique est N165-5 N et son préclinal méridional dans le Miocène a une direction N 90- 12 W (RICHERT et al., 1971).

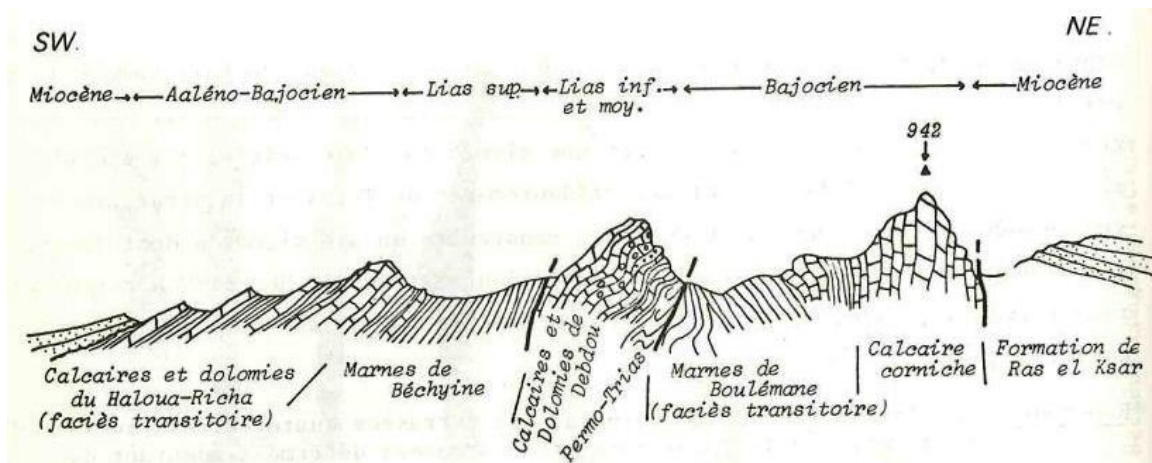


Figure 33: Coupe schématique de Jebel Kebibicha (BENZAQUEN, 1965)

### ❖ **Jebel kebacha**

Le jebel Kebacha se trouve dans le prolongement du Jebel Arhesdis. C'est un anticlinl aigu dont le cœur est formé par une lame de Trias. C'est une structure qui se caractérise par des directions de plis, N 25-20 N et N100- 20 E (RICHERT et al., 1971).

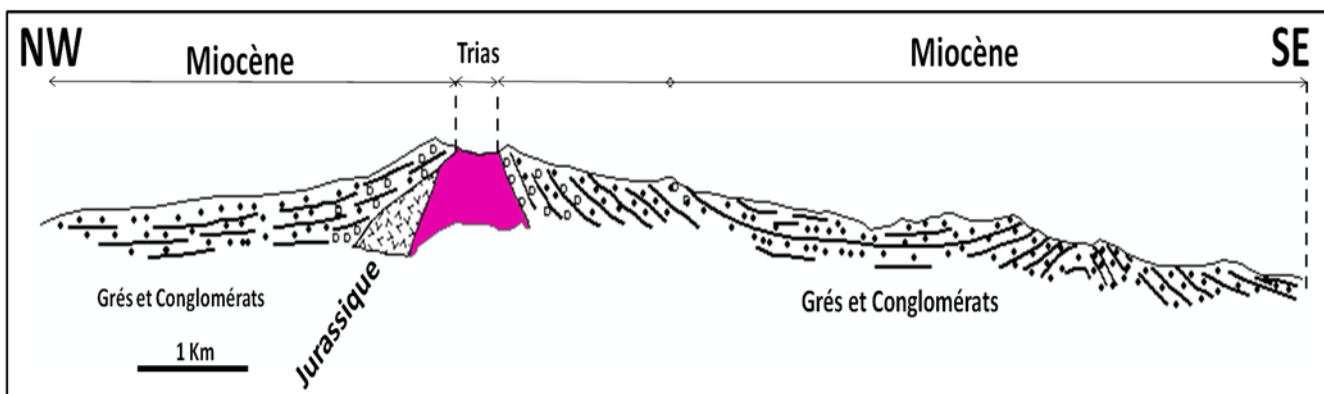


Figure 34: Coupe schématique illustrant le diapir de Kebacha (Colleta., et al 1977) redessinée

### ❖ **Anticlinl de Khorjia et Haloua Richa**

Il s'agit d'une structure présentant un important noyau triasique. Le Trias dessine une vaste structure étirée du NE au SW, de Bou Yakobet en rive droite de la Moulouya jusqu'au Jebel Melah en rive gauche. Ce Trias est principalement formé de marnes gypseuses lie-de-vin et de basaltes altérés. (COLLETA., 1977).

Pour l'Anticlinl de Haloua Richa est de direction N30, il a un charnière relativement aigue . le Jurassique qui constitue l'armature de la ride Haloua Richa réapparit plus au NE, injecté en plusieurs points de marnes gypseuses et salifères du Trias. (COLLETA., 1977)

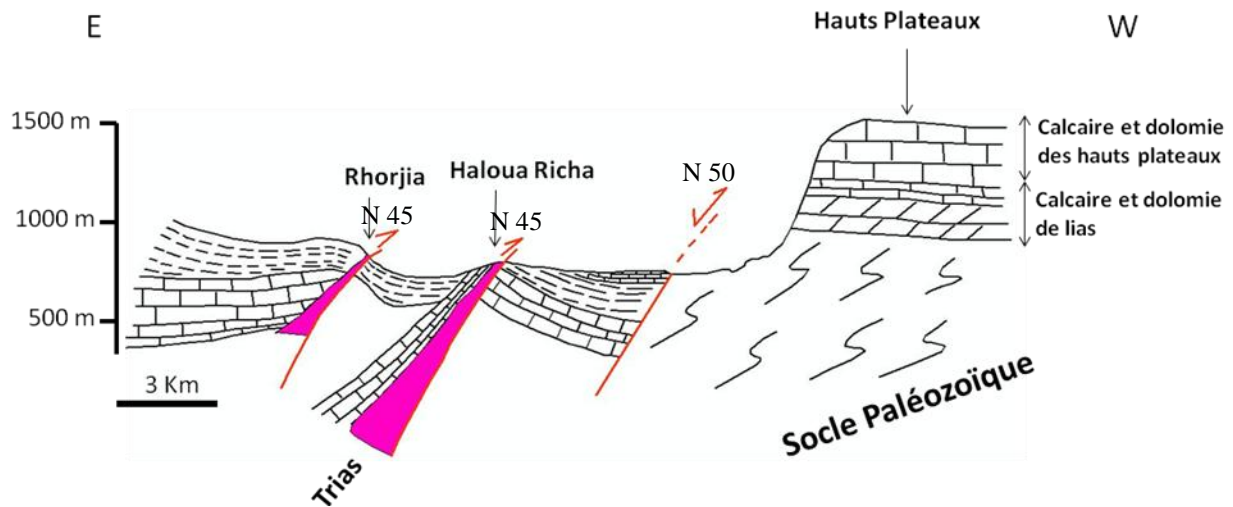


Figure 35: Coupe schématique montrant les diapirs de Haloua Richa et Rhorjia au S à SE du bassin

### III.6. CONCLUSION

D'après la synthèse tectonique il s'avère que la zone d'étude est affectée par l'ensemble des structures plissées et cassantes (Fig. 37) de directions différentes tantôt atlasiques NE-SW et tantôt E-W.

- 1) Directions atlasiques NE- SW : les plis correspondants se rencontrent dans toute la partie Sud du Bassin leur orientation moyenne est comprise entre N 30 et N 40, ces plis sont de style éjectif avec des anticlinaux serrés et souvent faillés et des synclinaux à fond plat, ces directions de rides s'enfoncent sous le bassin néogène de Guercif pour apparaître à nouveau dans le centre du bassin tout en affleurant sous forme diapirique ou boutonnières jurassiques pour des dépôts miocènes.
- 2) Directions N-S, sont des larges anticlinaux serrés et les synclinaux sont presque invisibles comme ce de Jebel Masgout.
- 3) Directions E-W : plis de style coffrés dont les anticlinaux et synclinaux ont des dimensions comparables.
- 4) Les failles sont discontinues, sub-verticales et de directions à dominante atlasique (NE- SW) et d'autres E-W et N-S.

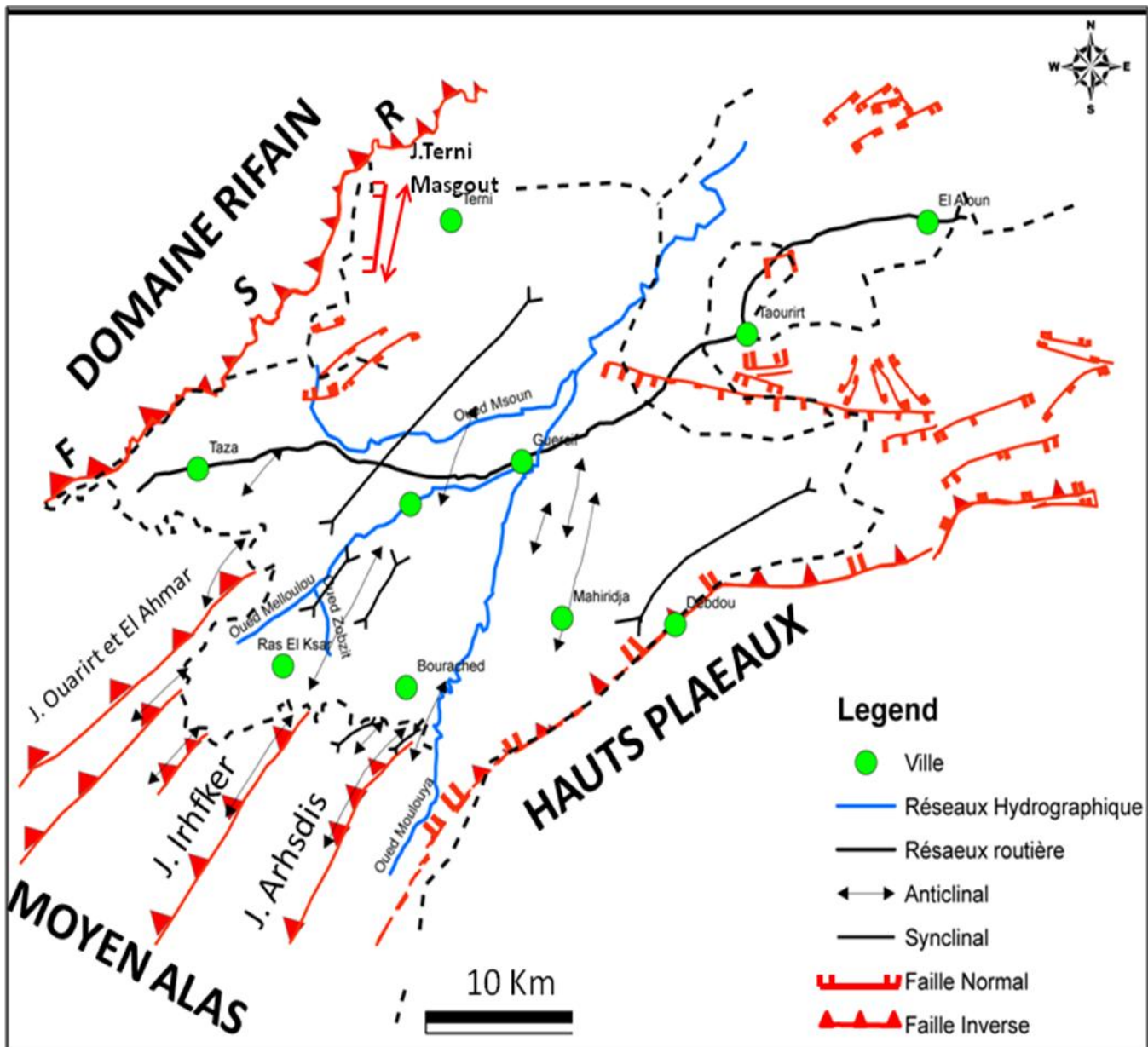


Figure 36: Carte structurale de bassin de Guercif

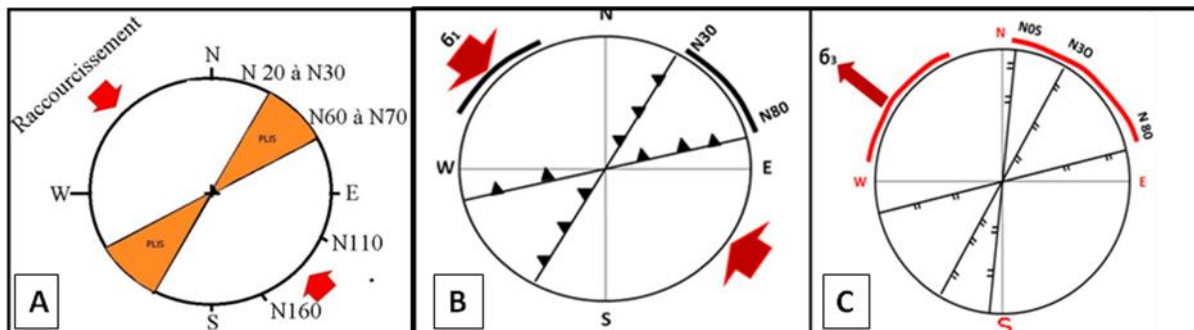


Figure 37: Schéma des directions des failles et des plissements ; A : direction des plis (d'après Colleta., 1977) ; B: Failles Inverses ; C : Failles normales

## IV..... EVO LUTUION GEODYNAMIQUE ET PALEO GEOGRAPHIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

L'histoire de formation d'un bassin Intracontinental a eu lieu depuis le Trias jusqu'à la fin Jurassique, avant qu'il déformée à nouveau en période Miocène où s'instaura la sédimentation Néogène. Vue que le bassin de Guercif se situe dans l'extrémité NE du Moyen Atlasique, l'histoire géodynamique du moyen demeura la même pour le bassin pendant le trias jusqu'au le jurassique terminal.

D'après (S. Hinaje, M. Charroud, L. Ait Brahim, et al, 2015)

### IV.1. RIFTING ATLASIQUE D'AGE TRIAS SUPERIEUR- SYNRIFT JURASSIQUE

En même temps que se développe le rift atlantique entre la plaque africaine et américaine, un rift atlasique orienté NE-SW se développe au centre du Maroc (Fig. 39). Ce rift a eu lieu depuis Le Trias- lias inférieur, une extension de direction NW-SE a conduit vers la création des jeux des accidents majeurs en failles normales et décrochement extensif. Celui-ci provoque la formation d'un bassin en « pull à part grabens » de direction atlasique. L'amincissement de la croûte favorise la remonté magmatique traduirait par des écoulés basaltiques,(HINAJE et al., 2002).

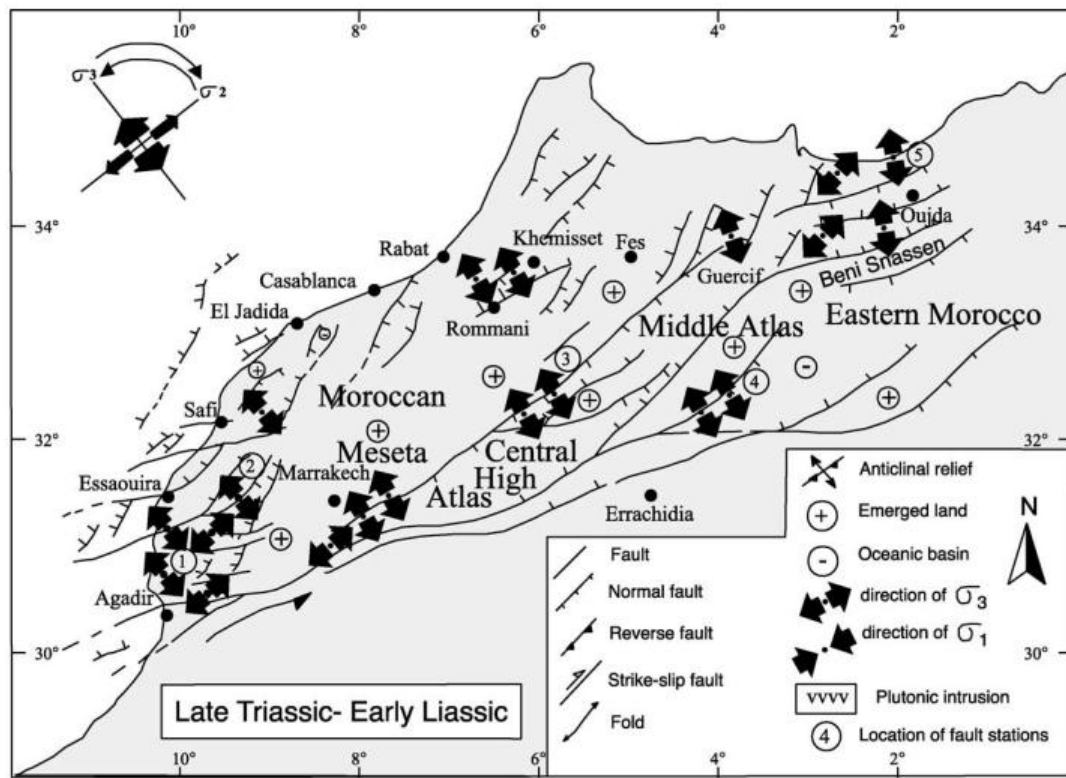




Figure 38: Carte paléo tectonique et paléogéographique du domaine atlasique au Trias supérieur et stéréogrammes des épisodes tectoniques équivalents (AIT BRAHIM et al., 2002)

Le régime tectonique triasique persiste jusqu'au Lias inférieur avec développement d'une plateforme carbonatée.

### A. Carixien supérieur- Toarcien :

Sédimentation carbonatées au Carixien- Domérien est marneuse au Toarcien, le régime hérité lors de l'épisode précédent reste le même au Carixien inférieur et moyen. Pourtant, au Carixien supérieur- Domérien une inversion tectonique s'est manifesté créant des failles normales NW-SE, celles-ci guident la l'approfondissement d'un milieu vers le NE du Moyen Atlas (El Arabi et al., 2001).

Au Toarcien le régime reste le même d'une orintation NE-SW assurant la continuité du jeu normal NW-SE. Celui-ci favorise l'approfondissement vers la région de Guercif au NE où le bassin profond s'installe prouvée par l'existence des marnes bechyne (.Hinaje., 2004).

### B. Aalénéo- Bajocien- bathonien inférieur et moyen

Période de sédimentation marno-calcaire à Zoophycus, marnes de boulmane, calcaires corniche et alternances marno-calcaires qui les surmontent.

Le régime tectonique d'Aalénéo- bajocien étant extensif N140 à N175, ce qui a donné des failles normales et faille normales à composante décrochante dextre NE- SW conduisant également à la subsidence des bassins.

Bajocien supérieur- bathonien inférieure : le régime demeure extensive, les failles de direction NE-SW et NNE-SSW délimitent les milieux de sédimentation de plateforme et profond au NE où se déposent des marnes très épaisses ( Choubert., 1961, Olivero, 1993, ;Sabaoui, 1998).

### C. Bathonien sup- Callovien

Se caractérise par une alternance marno- calcaire qui s'enrichissent en fraction gréseux. Vers le NE du Moyen Atlas l'épaisseur de ces dépôts augmente à la faveur d'un ensemble de faille normales de direction N120 à 145, c'est une période durant laquelle s'ouvrent des bassins continentaux au NE de faciès et de nature fluviatile silico-clastique, fluvio-deltaïque et lagunaire comme le cas de grés de Bourached (Colo., 1961, Hinaje., 1991)..

### D. Post bathonien- Kimméridgien





C'est une période durant laquelle se développe des sédimentation carbonatée sur toute la frange Nord africane, la partie NE du bassin était émergé tandis que la partie centrale en cours de subsidence. Le passage de faciès marneux vers plateforme s'est manifesté lorsque le régime extensif a été inversé pour devenir un régime compressif NNW-SSE (Hinaje, 2004), ceci est conduit vers la formation des plis anticlinaux- synclinaux synschisteux, des failles inverses et chevauchante ENE-WSW ainsi que des décrochement à composante inverse. Pendant cette période la continuité septentrional du moyen Atlas et bassin de Guercif ont été émergé, en réponse au régime compressif, c'est la seule explication qu'on pourrait utilisée pour justifier l'absence des dépôts crétacé et Eocène dans la zone d'étude.

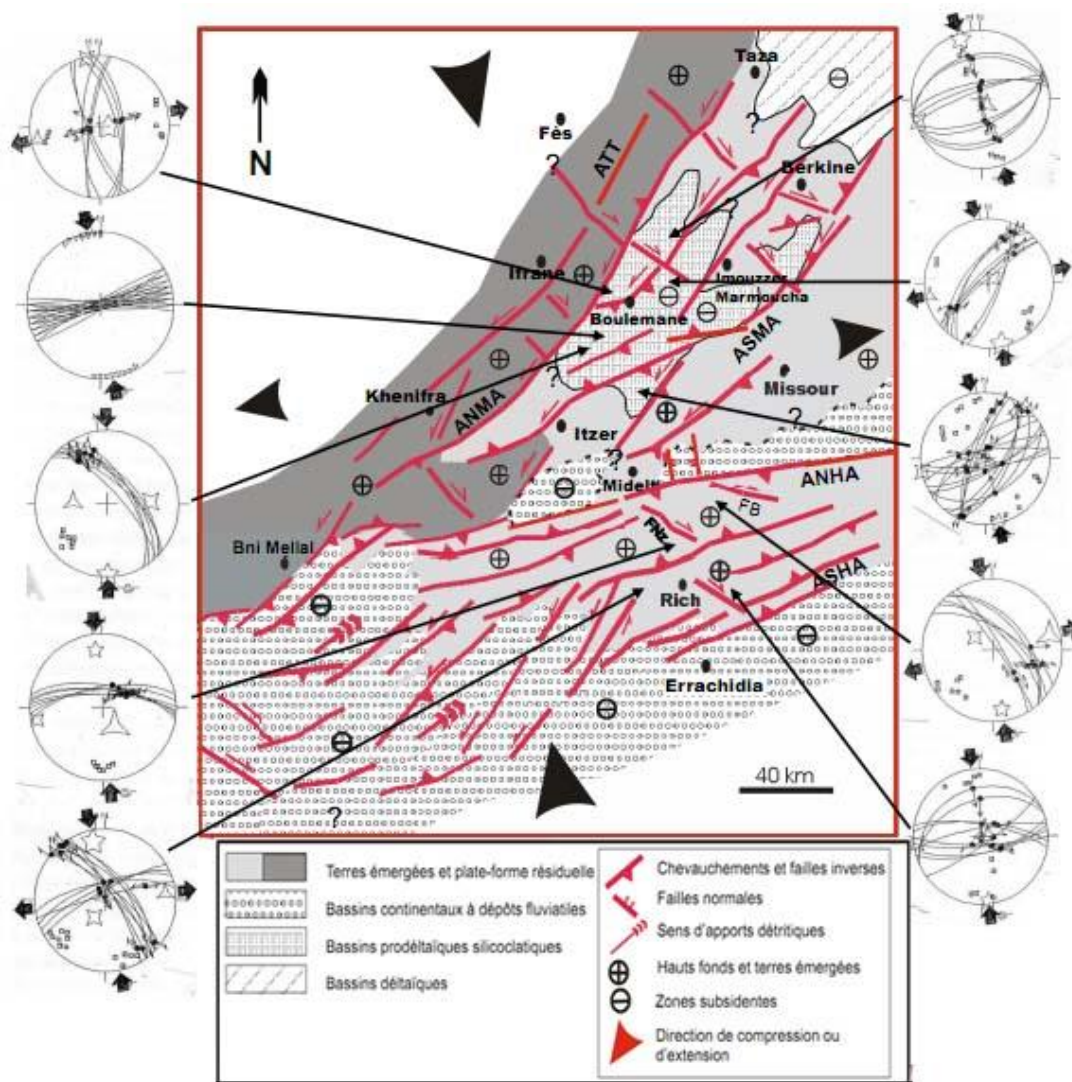




Figure 39 : Carte Paléotectonique et paléogéographique du domaine atlasique au cours de la période d'âge post-Bathonien et anté-Barrémien ; et stéréogrammes des épisodes tectoniques équivalents (Hinaje et al., 2015).

#### IV.2. NEOGENE - QUATERNAIRE

Après une longue période d'émersion qui s'installe au début du crétacé et Eocène, la transgression marine commence dès le Miocène, au cours de cette période s'étale dans le Tortonien supérieur au quaternaire récent, (Colleta et al., 1977)

##### A. Episode extensive Miocène

Régime extensive N35, où les failles de N 90 et N135 apparaissent et guident la transgression marine qui est ouverte au Nord vers la méditerranée et à l'W vers l'atlantique par le détroit Sud rifain, la transgression se présente par une série molassique classique qui va des conglomérats aux grès (à la base et sur les bordures) jusqu'aux dépôts fins et argileux (au sommet et au centre).

Le régime transgressif et marin s'interrompt à la fin du Tortonien, époque à laquelle on note un net bouleversement de la paléogéographie du bassin sans qu'il existe pour autant discordance angulaire entre série régressive et série transgressive. La subsidence maximum semble rejetée vers l'E et le bassin n'est plus ouvert qu'au N sur sa façade méditerranéenne.

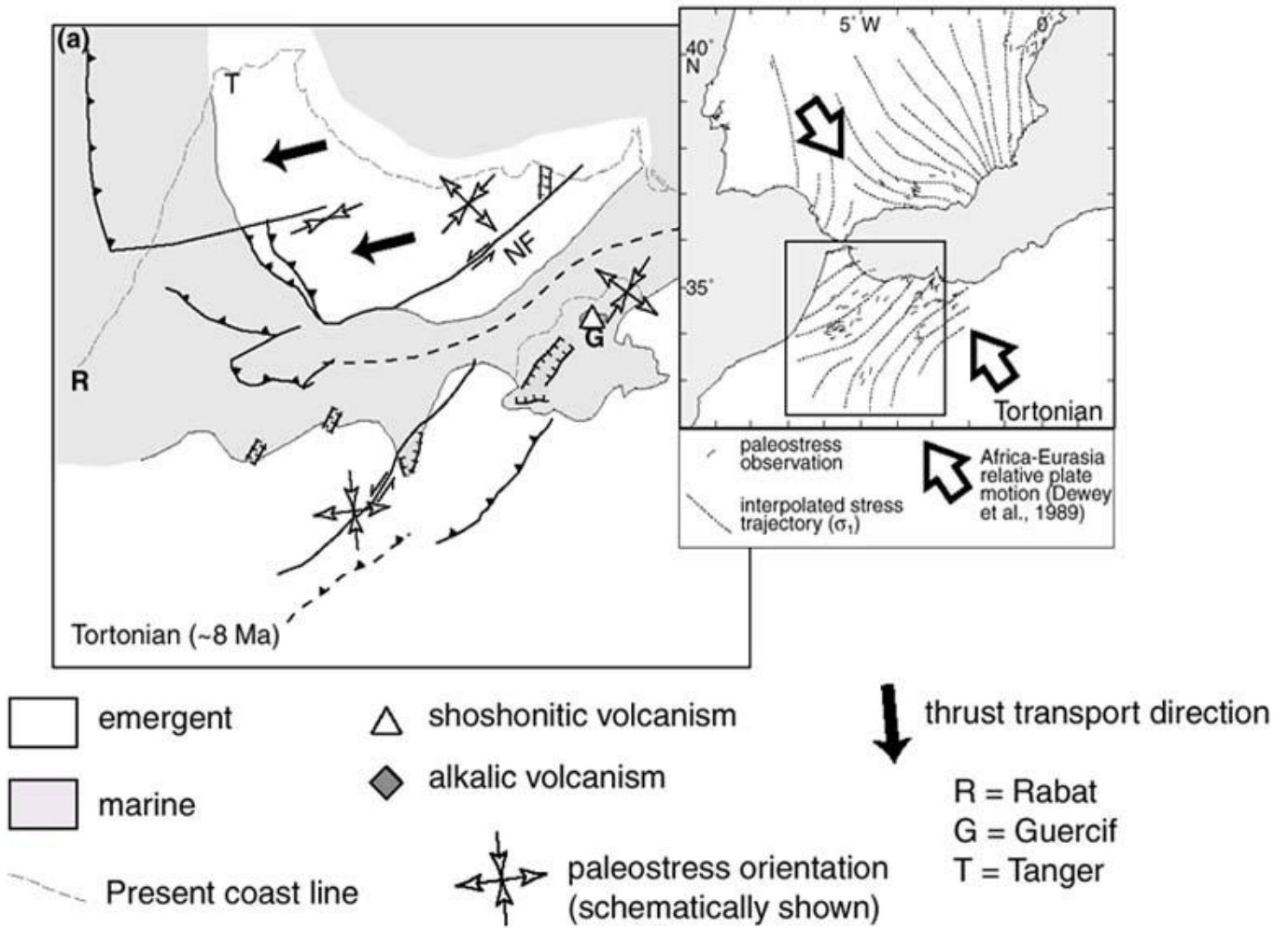


Figure 40: Carte Paléotectonique du bassin de Guercif au cours de la phase Tortonien (Zizi., 1991)

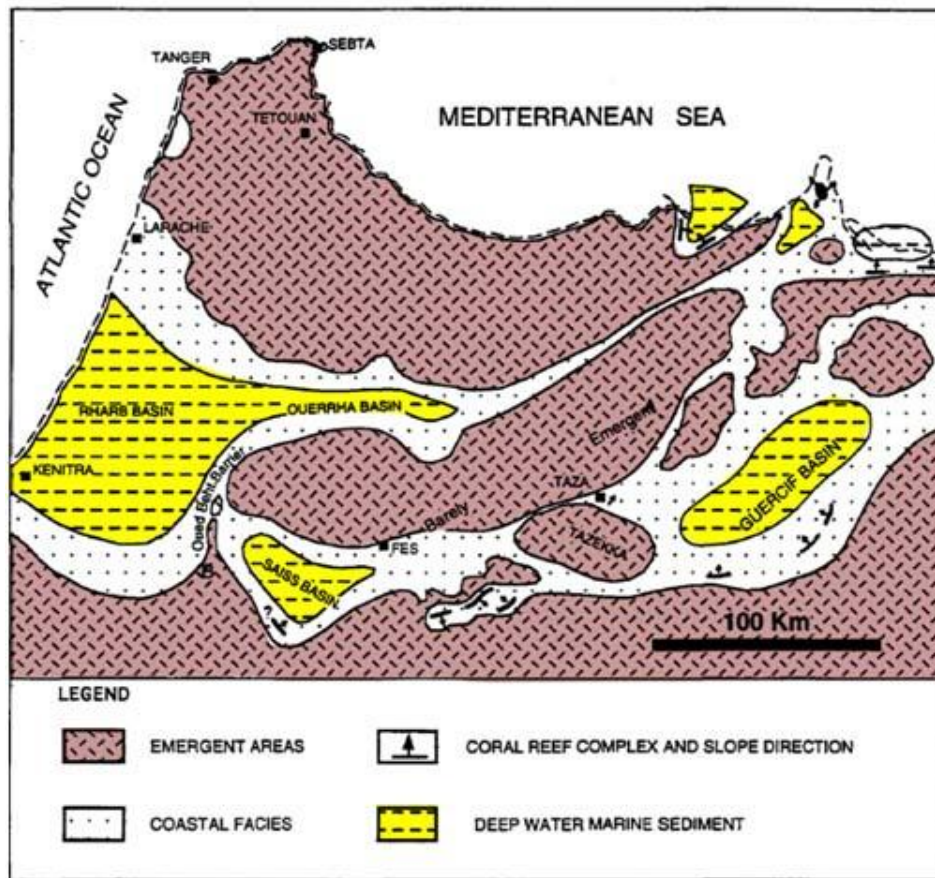


Figure 41: Paléogéographique du Nord du Maroc au cours du Tortonien supérieur-Messénien (ZIZI, 1991).

## B. Episode compressive du pliocène

Cette compression de direction N 110 à N 135 se traduit par de nombreux plis d'axe N20 à N45 et par quelques rares failles inverses et décrochantes au niveau de ces plis. Cette structure amène le retrait définitif de la mer et replisse et surelève l'architecture du bassin, c'est une Période durant laquelle des volcans Mio-Pliocène (Guiliz) apparaissent au Nord, et que, plus à l'Ouest, le front sud rifain vient chevaucher le Miocène de la bordure du bassin.

Pour le quaternaire n'est pas un épisode de calme absolu, les diapirs rejouent et des éruptions basaltiques se produisent

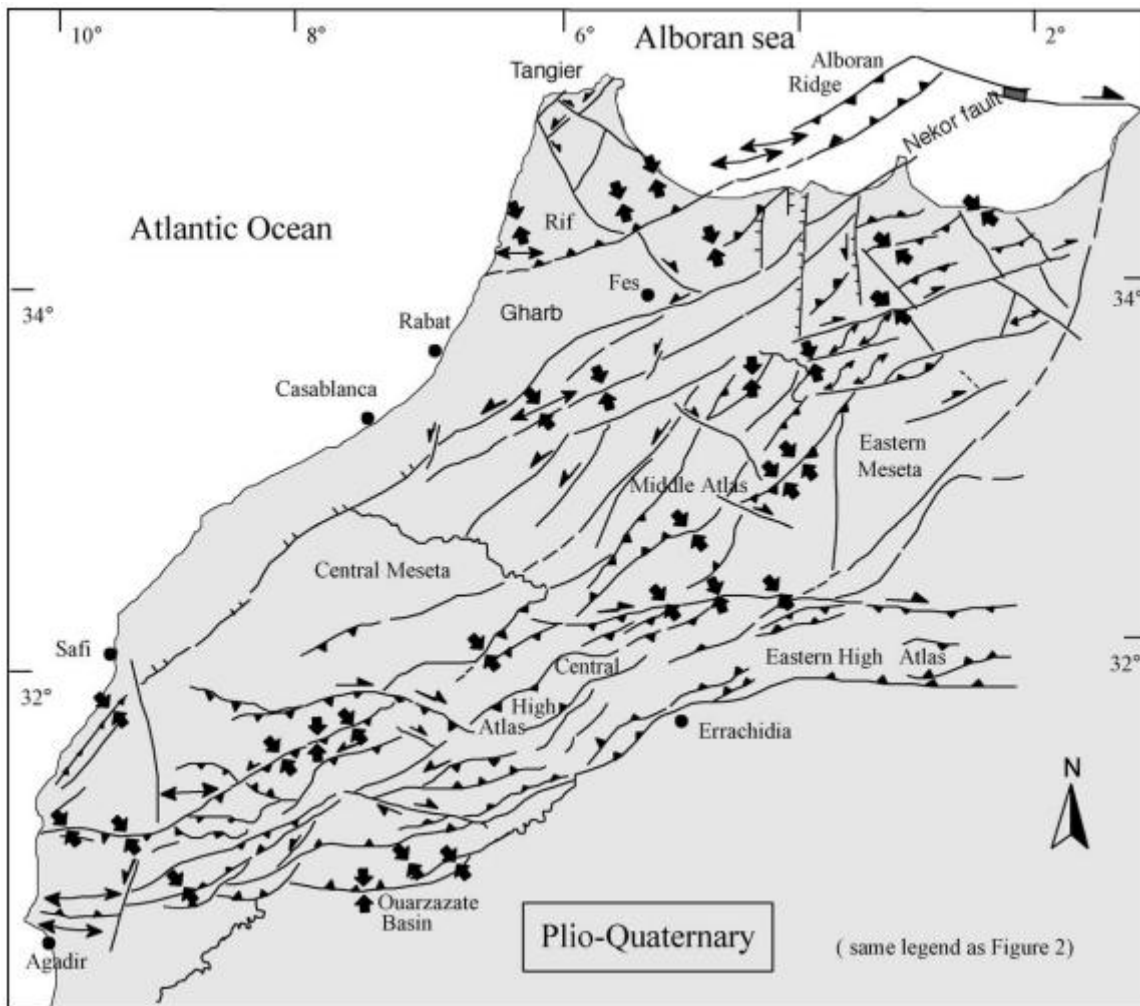


Figure 42: Carte Paléotectonique de bassin de Maroc au Pliocène à quaternaire. (AIT BRAHIM et al., 2002)

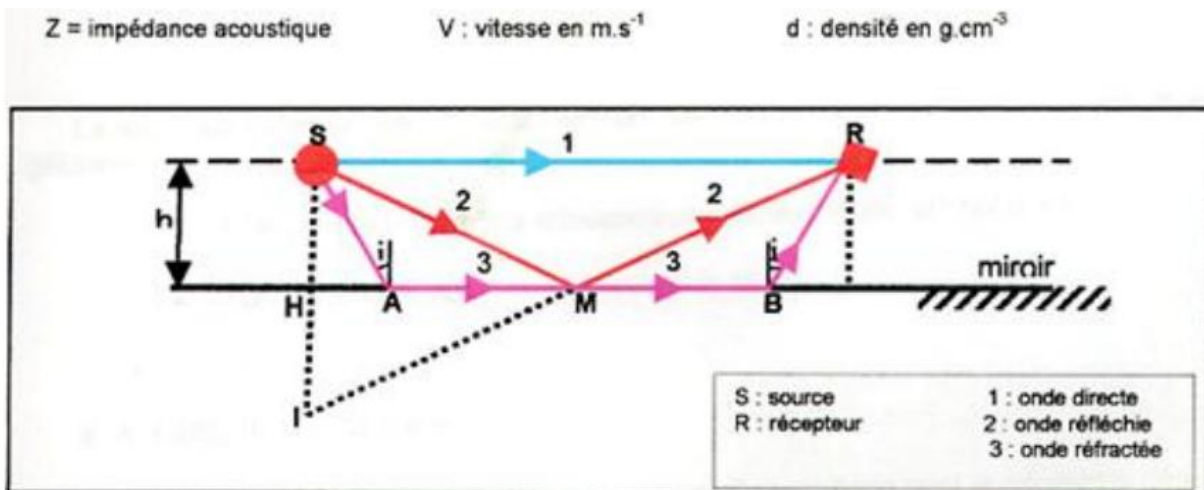
## CHAPITRE III. ANALYSES SISMOSTRUCTURALE ET FORAGE DU BASSIN DE GUERCIF

### I. GENERALITES

#### I.1. SISMIQUE REFLEXION

La sismique réflexion est la méthode la plus adaptée à la prospection pétrolière vu son puissant pouvoir de résolution (20m-10m voire quelques mètres) et son importante profondeur d'investigation (jusqu'à 10 000m-15 000m).

La sismique réflexion consiste à provoquer un ébranlement dans le sous-sol par une source sismique, puis enregistrer les ondes sismiques, réfléchies en profondeur sur les interfaces géologiques, à l'aide des capteurs placés en surface. Les signaux ainsi enregistrés sont traités puis interprétés afin de dégager les informations géologiques du sous-sol de la zone étudiée.



Figure

43: Principe de la réflexion sismique avec les différentes ondes

#### I.1.1 COMPAGNE SISMIQUE

Chaque campagne sismique caractérise par trois grandes opérations :

- ✓ ACQUISITION SISMIQUES
- ✓ TRAITEMENT SISMIQUES
- ✓ INTERPRETATION SISMIQUES

#### A) ACQUISITION SISMIQUES

L'acquisition sismique a pour but d'enregistrer le plus de réflexions primaires possible (signal) et le moins d'ondes parasites (bruit). A ce stade, on peut éliminer l'effet des ondes directes et de surface en augmentant la distance entre l'émetteur et le premier point d'enregistrement (offset).

Trois types de sources peuvent être utilisés :

- ✓ Les explosifs, plus coûteux puisqu'il faut forer avant de les mettre en place.
- ✓ Les vibrois, fréquemment utilisés (moins chers). Généralement, on utilise plusieurs vibrois dont le centre de gravité correspond au point de tir (Figure 4).
- ✓ Chute de poids, non utilisés actuellement.

Les récepteurs sont des géophones en cas d'une prospection en Onshore et Hydrophone en cas d'une prospection en Offshore.

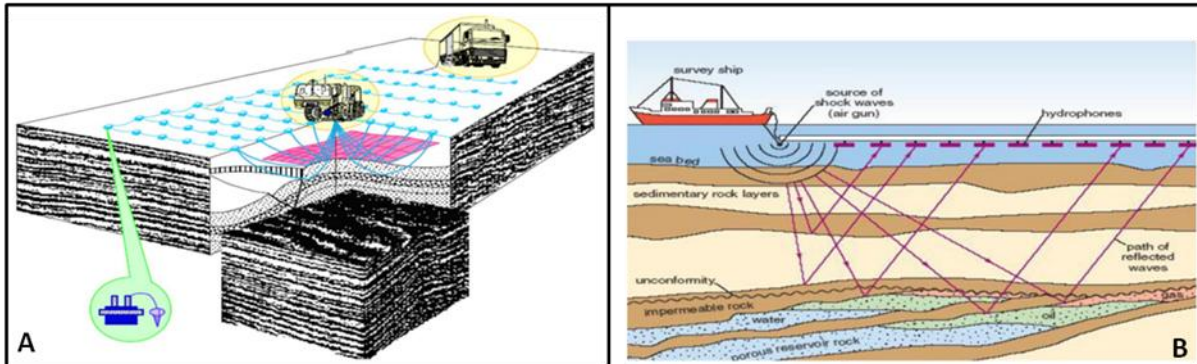


Figure 44: Acquisition sismique A) Acquisition en ONSHORE ».B) Acquisition en OFFSHORE.

## B) TRAITEMENT SISMIQUE

Le traitement sismique a pour but de séparer les différents types d'ondes afin d'extraire de nouveau le plus de réflexions primaires possible et de préférence d'un seul type. Le but du traitement sismique est de mettre en forme les données sismiques enregistrées sur le terrain afin de mettre en évidence les caractéristiques géologiques du sous-sol. Ainsi, les bandes de terrain sont envoyées au centre de traitement où elles seront dans un premier temps prétraitées puis traitées.

## C) INTERPRÉTATION SISMIQUES

L'interprétation sismique, ou interprétation sémantique d'une image sismique, est une étape entre les phases de l'exploration pétrolière qui vise à analyser des données sismiques en vue de générer des modèles et des prédictions sur les propriétés et la structure du sous-sol [Schlumberger Oil Field Gossart, 2009]. Elle comprend une phase d'interprétation structurale et une phase d'interprétation stratigraphique, les deux pouvant être conjointes.

Quatre étapes sont nécessaires pour l'interprétation sismique on trouve: Calage, Pointer des horizons, Chronométrage et de la Cartographie



A) .CALAGE

C'est la première opération à faire, elle consiste à affecter à un niveau géologique un événement sismique tel qu'un maximum, un minimum d'un point d'inflexion. Donc le but du calage est de définir sur la section sismique les limites et les âges des différentes formations à partir des données de forage.

Pour ce faire il faut établir une relation entre un temps de propagation et une profondeur en utilisant trois méthodes : vitesses de stack, sonic et carottage sismique

Et durant ce stage nous avons travaillé sur le calage par les vitesses de stack.

✓ **VITESSES DE STACK :**

Cette méthode utilise les vitesses d'intervalle, les  $V_{rms}$  ou les vitesses moyennes représentées sur la section sismique. Toutefois, cette méthode reste moins précise puisque les vitesses sont seulement estimées lors du traitement.

✓ **SONIC :**

Le Sonic mesure la vitesse acoustique dans les roches, il fournit des données plus fiables et plus complètes pour le calage de la sismique. L'outil sonic classique comporte un émetteur et deux récepteurs, avec un espacement. L'outil se déplace le long du forage de bas en haut avec une vitesse appropriée. Par cette méthode, on mesure l'intervalle de temps entre les premières arrivées aux deux récepteurs, appelé temps de parcours (ITT).

L'enregistrement est normalement intégré pour donner le temps de parcours total avec une échelle en millisecondes. Les vitesses sont obtenues en calculant l'inverse du temps de parcours (O.Serra, 1979).

✓ **CAROTTAGE SISMIQUE :**

Le carottage sismique, ou sismosondage, est la méthode la plus fiable pour établir la relation entre la géologie du sous-sol et la sismique réflexion. Il consiste à émettre des ondes par une source « fixe » placée à la surface et les enregistrer par un récepteur qu'on déplace tout au long du forage selon le pas d'échantillonnage désiré (R. Mc Quillin, M. Bacon et W. Barclay, 1979). Ainsi, on obtient directement la courbe  $p=f(t)$  qui permet de caler la section sismique.



## I.2. GEOLOGIE PETROLIERE

### I.2.1. INTRODUCTION

Toute accumulation minérale ou pétrolière est une anomalie géologique, mais cette anomalie est le résultat d'une logique plus ou moins complexe. Aussi, les concentrations ne se répartissent pas au hasard : elles constituent des familles qui s'ordonnent en fonction d'un certain nombre de paramètres stratigraphiques, sédimentologiques, hydrogéologiques, structuraux...

Les critères géologiques qui gouvernent la répartition des gisements de pétrole, et en particulier la présence conjuguée de roches mères, de réservoirs et de couvertures, présentent généralement une certaine extension géographique qui se traduit par la formation d'une famille de gisements ou mieux d'un système pétrolier

### I.2.2. SYSTEME PETROLIER

Le système pétrolier peut être défini comme un ensemble naturel susceptible de prendre en compte l'ensemble des processus de formation et d'accumulation des hydrocarbures (Magoon et Dow, 2000).

Pour définir un système pétrolier d'une zone potentielle nous consistons à préciser les éléments suivants :

- ⇒ La nature et l'âge des roches mères.
  - ⇒ La nature, les propriétés pétrophysiques et l'âge des faciès réservoirs.
- Le mécanisme de migration des hydrocarbures depuis la roche mère jusqu'au réservoir.
- ⇒ La nature des pièges et de la couverture qui favorisent l'accumulation de ces hydrocarbures.

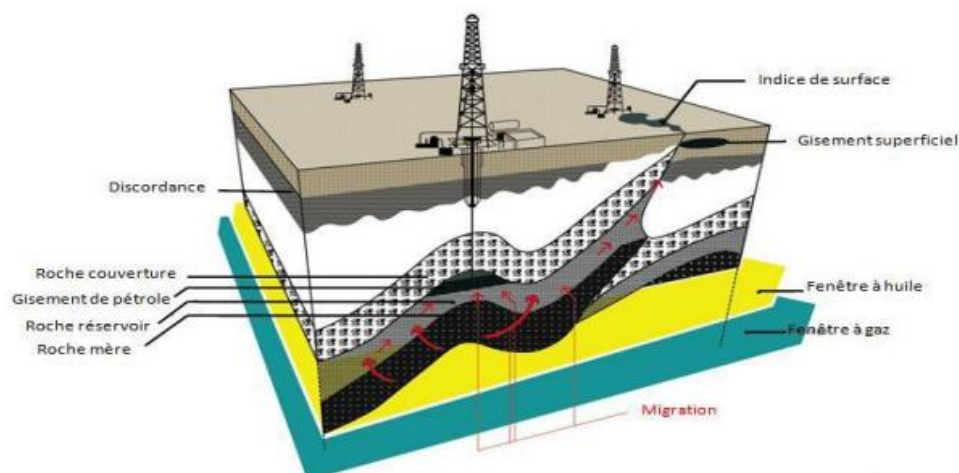
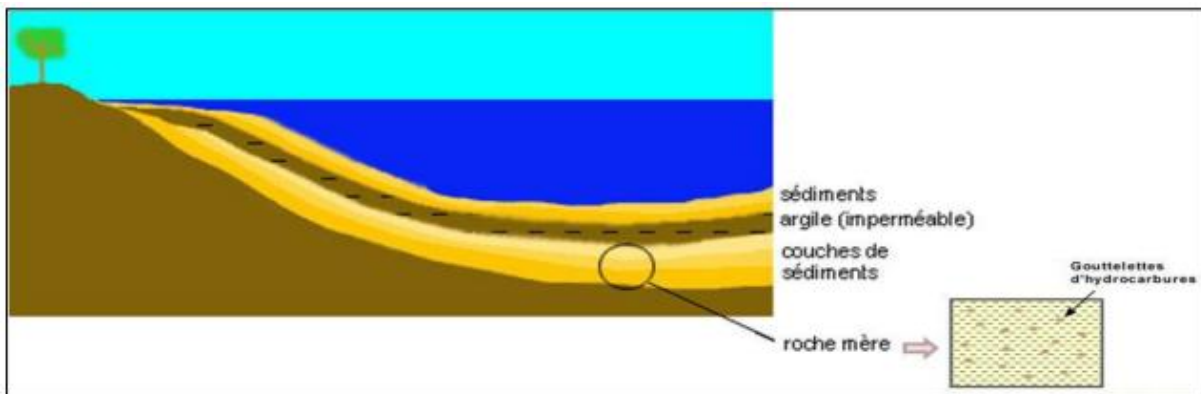


Figure 45: représentation simplifiée d'un système pétrolier.

✓ **LA ROCHE MERE:**

La roche mère est une roche qui a généré des hydrocarbures. Cette roche a, lors de son dépôt, retenu des particules de matière organique en les protégeant de la destruction bactérienne et de l'interaction avec l'oxygène dissous dans l'eau. Pour que ces conditions soient réalisées, il faut que la roche ne permette pas d'échanges avec le milieu aqueux, il faut donc une roche imperméable rendant impossible une circulation de fluides en elles, c'est le cas des argiles.



Figure

46 : Formation du pétrole et du gaz naturel dans la roche mère.

✓ **LA ROCHE RESERVOIR :**

La roche réservoir est la roche dans laquelle se sont accumulés des hydrocarbures. Cette roche doit posséder des bonnes qualités Petrophysique (porosité et perméabilité) qui lui permettrons d'emmagasiner une grande quantité d'hydrocarbures et faciliter leur récupération ultérieure.

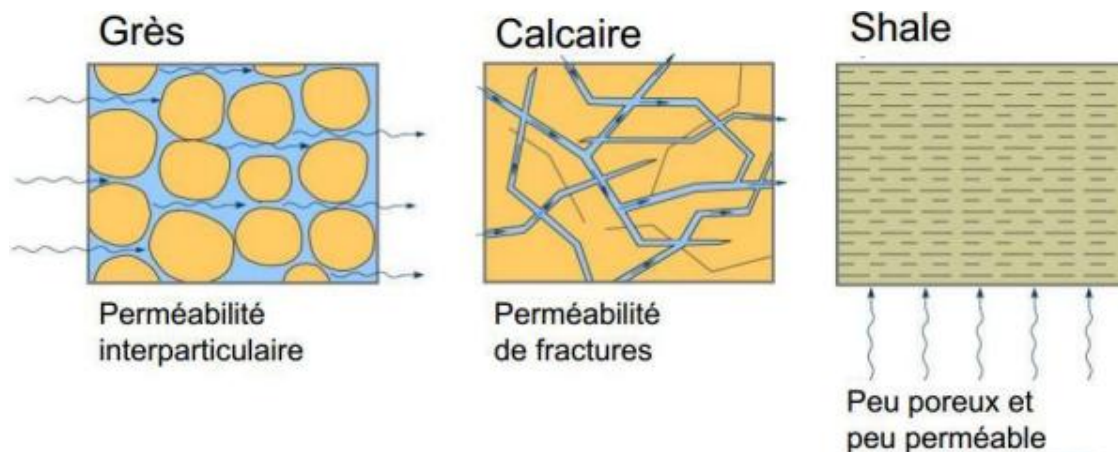


Figure 47: Porosité et perméabilité dans des différents sédiments.

✓ **LA ROCHE COUVERTURE :**

La roche couverture est une barrière, une roche imperméable qui empêche le pétrole et le gaz de poursuivre leur remontée vers la surface. Ils sont souvent des argiles et parfois des couches de sels cristallisés ou toute autre roche suffisamment compacte et imperméable. Deux paramètres sont à prendre en considération:

- La nature de la roche elle-même (son comportement plastique).
- La pression d'entrée dans la roche.

### *1.2.3. MIGRATION DES HYDROCARBURES*

Les hydrocarbures formés par des molécules de petite taille. Ils vont donc être expulsés dans les roches qui l'entourent (roche mère). Le gaz et l'huile, étant plus légers que l'eau, commencent une lente ascension vers la surface, c'est la migration.

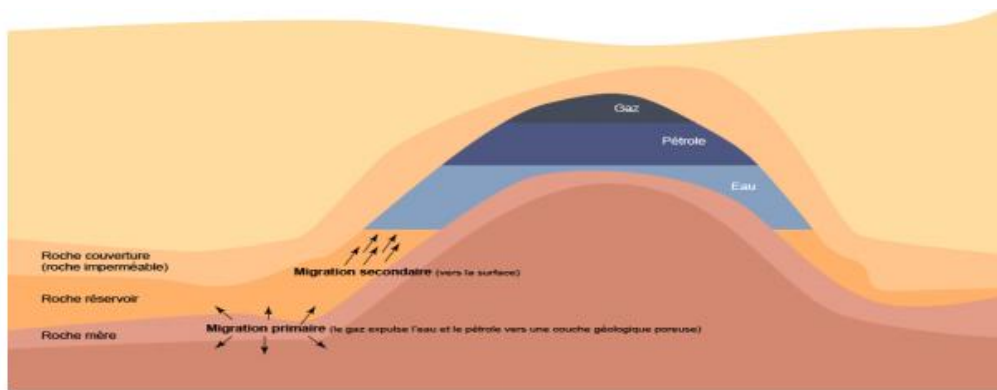


Figure 48: migrations primaire et secondaire du pétrole conduisant à la formation d'un gisement

#### ✓ **MIGRATION PRIMAIRE**

Le pétrole brut est initialement contenu dans la roche-mère, compacte et imperméable par un mécanisme encore mal élucidé (certainement lié à une augmentation de pression dans la roche mère au cours de son enfouissement) l'eau, le pétrole et le gaz issus du Kérogène peuvent être expulsés de leur formation d'origine, migrant alors vers la future roche réservoir (la roche magasin).

#### ✓ **MIGRATION SECONDAIRE :**

Une fois expulsés de la roche mère, les hydrocarbures se déplacent sur des distances allant de quelques mètres à plusieurs centaines de kilomètres jusqu'à ce qu'ils soient piégés. Cette migration se fait à l'intérieur d'une roche réservoir, car elle seule a les caractéristiques qui permettent le déplacement des hydrocarbures mais, ceux-ci arrêteront leur cheminement lorsque cette roche réservoir sera impliquée dans un piège qui stoppera le processus. Il existe principalement deux



types de migrations secondaires, la migration latérale et la migration verticale qui peut être soit ascendante soit descendante.

#### ***1.2.4. LES PIEGES***

Un piège est une zone fermée qui a pu permettre l'accumulation d'hydrocarbures, bloqués par une roche couverture faisant barrière. Plusieurs types de pièges sont décrits, principalement en fonction de la déformation des roches au cours des phénomènes géologiques, on peut donner l'exemple de quatre pièges les plus couramment rencontrés :

- **PIEGE STRUCTURALE : ANTICLINAL**

C'est le piège au sommet de plis anticlinaux où alternent roches perméables et roches imperméables. Les fluides se déplacent, des points de plus forte pression aux points de plus faible pression, c'est-à-dire de bas en haut (flèches rouges). Ces fluides s'accumulent dans la partie haute du pli. Il se fait une séparation des phases selon leurs densités respectives. Le gaz occupera la partie la plus haute, suivi de l'huile puis de l'eau.

- **PIEGE STRUCTURALE : FAILLE**

Les fluides circulant dans la couche perméable seront coincés sous des couches imperméables dans un biseau formé par le déplacement des couches à la faveur d'une faille.

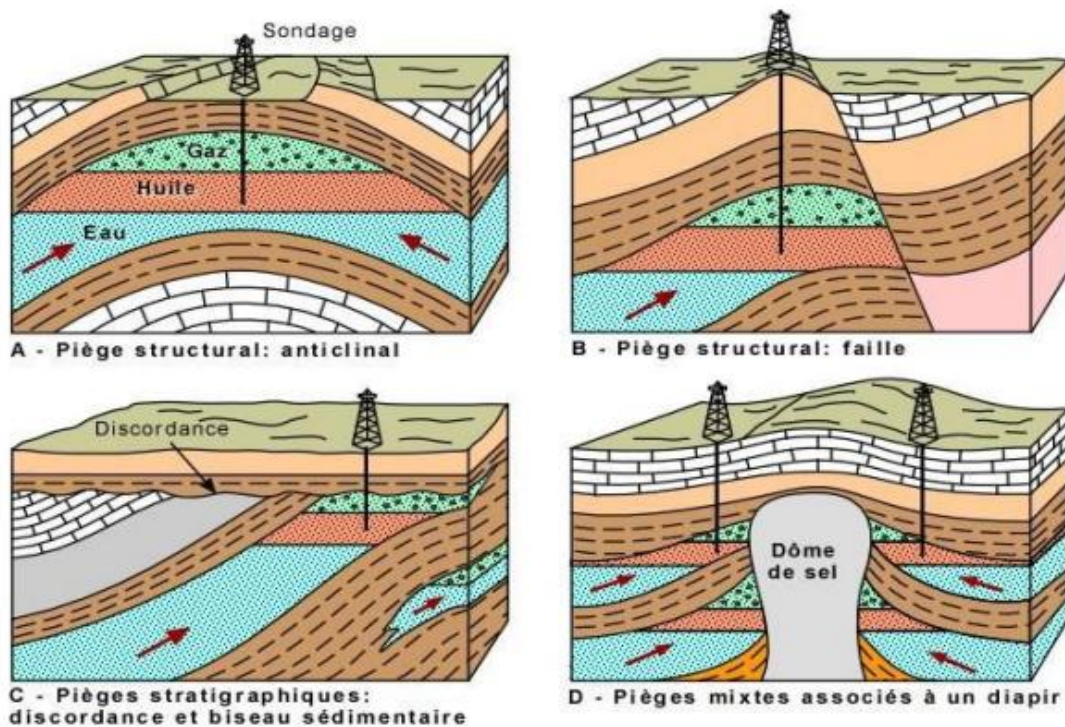
- **PIEGE STRATIGRAPHIQUE : DISCORDANCE ET BISEAU SEDIMENTAIRE**

Des lentilles de roches ou de sédiments très perméables contenus dans des couches imperméables peuvent aussi servir de pièges (partie inférieure droite des pièges structural C).

Les discordances angulaires, lorsque recouvertes par des couches imperméables, offrent aussi un piège intéressant (partie supérieure droite du piège stratigraphique C).

- **PIEGES MIXTES ASSOCIES A UN DIAPIR :**

Il y a aussi des pièges qui sont associés aux dômes de sel (pièges mixtes D). Lorsque les diapirs de sel se sont mis en place, ils ont retroussé les couches et créé des biseaux qui scellés par les couches imperméables et par le sel lui-même qui est imperméable.



Figure

49: les différents pièges des hydrocarbures

## II. ANALYSE SISMOSTRUCTURALE

### II.1. INTRODUCTION

L'interprétation sismique commence par le calage sismique. Celui-ci peut être réalisé par le biais de plusieurs outils : carottage sismique, Sonic, vitesses de stack moyenne et d'intervalle...

Dans cette étude, l'interprétation sismique est réalisée dans un objectif structural. Ainsi, nous avons opté pour quelques limites stratigraphiques que nous avons jugées importantes pour définir la structure de bassin de Guercif et les structures avoisinantes.

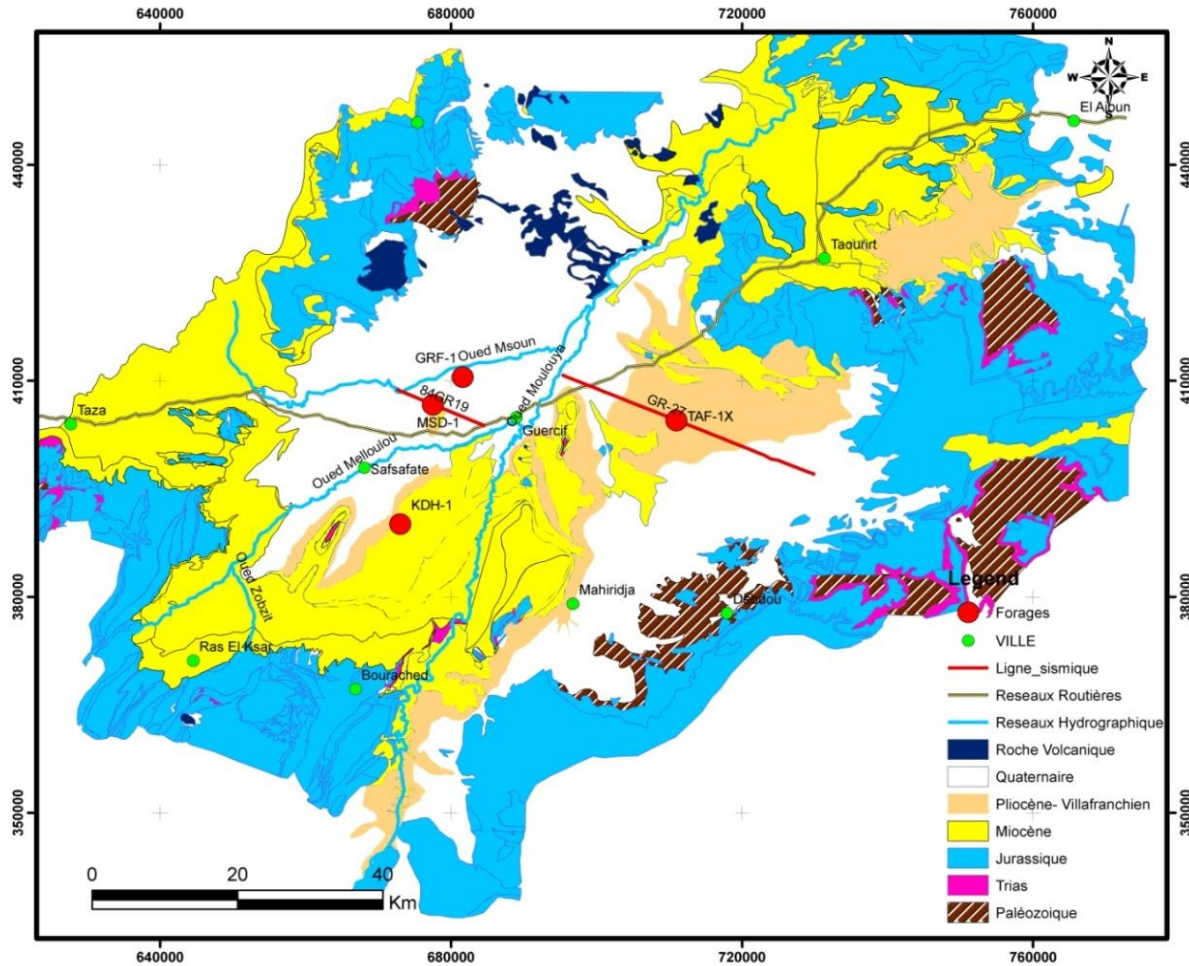
### II.2. BASE DE DONNEES

Le bassin de Guercif est couvert par une grille sismique à maillage très irrégulier, issue de plusieurs compagnes qui ont été acquises durant les années 60 et d'autres ont été acquises récemment en 2003.

Dans cette étude nous disposons donc de :

- Un plan de position de section sismique GR 27 et 84GR19 dans la zone d'étude.
- Des vitesses moyennes estimés lors de l'acquisition sismique dans chaque point de tir situé le plus proche possible de la position des puits TAF-1X et MSD-1 sur les sections sismique GR 27 et TAF-1X.

-deux logs-stratigraphie présentent les toits des horizons des forages TAF-1X et MSD-1.  
 -Profils sismique GR 27 et 84GR19 sont utilisés pour la réalisation d'une interprétation Sismostructural et pour mieux approcher l'architecture des champs de bassin de Guercif.



Figure

50: Carte géologique de Guercif montrant la localisation de lignes sismique et forages

<b>LIGNE GR 27</b>		<b>Ligne 84GR19</b>	
<b>TWT</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>TWT (m/s)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>
<b>300</b>	<b>2400</b>	<b>4</b>	<b>2100</b>
<b>600</b>	<b>2900</b>	<b>180</b>	<b>2400</b>
<b>1000</b>	<b>3000</b>	<b>508</b>	<b>2700</b>
<b>1300</b>	<b>3600</b>	<b>980</b>	<b>2800</b>
<b>1500</b>	<b>3600</b>	<b>1220</b>	<b>3000</b>
<b>2000</b>	<b>3800</b>	<b>1928</b>	<b>3400</b>



<b>3500</b>	<b>4800</b>	<b>2508</b>	<b>4200</b>
<b>5000</b>	<b>6000</b>	<b>2708</b>	<b>4600</b>
<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>3140</b>	<b>5100</b>
<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>3680</b>	<b>5700</b>

Tableau 1: vitesses de stack et de temps double(TWT) de GR27 et 84GR19.

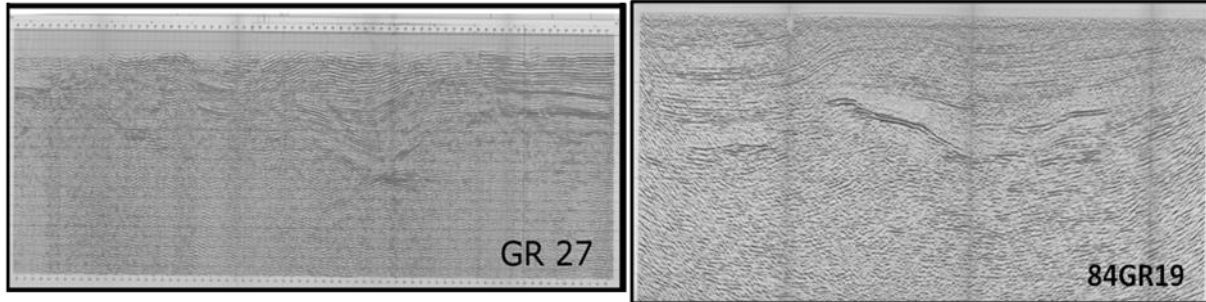


Figure 51: Ligne sismique GR27 et 84G

<b>TAF-1X</b>		<b>MSD-1</b>	
<b>Horizons Sismique</b>	<b>Toits de formations (m)</b>	<b>Horizons Sismiques</b>	<b>Toits de formations (m)</b>
--	<b>0</b>	<b>Plio-quaternaire</b>	<b>0</b>
<b>Moi-Pliocène</b>	<b>660</b>	<b>Messénien</b>	<b>280</b>
<b>Kimm-Portlandien</b>	<b>801,62</b>	<b>Tortonien</b>	<b>820</b>
<b>Callovo- Oxfordien</b>	<b>939</b>	<b>Kimm-Portlandien</b>	<b>1247,5</b>
<b>Jurassique Moyen</b>	<b>1730</b>	<b>Callovo-Oxfordien</b>	<b>1408</b>
<b>Jurassique Inférieur</b>	<b>3754</b>	<b>Bathonien supérieur</b>	<b>2360</b>
<b>Paléozoïque</b>	<b>3840</b>	<b>Bathonien Inférieur</b>	<b>2820</b>
<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>Bajocien Supérieur</b>	<b>3190</b>
<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>----</b>	<b>3600</b>

Tableau 2: les toits des horizons géologiques du TAF-1X et MSD-1



La procédure qu'on va suivre consiste à calibrer les sections sismiques par les informations géologiques du puits. Autrement dit, trouver par le calcul ou graphiquement les temps doubles correspondant aux profondeurs des limites des étages des formations. Cette opération peut se réaliser par le biais de plusieurs méthodes, dont un seul a été utilisé dans ce travail :

**A) Utilisation des vitesses de stack :**

Les données vitesses et les temps doivent être situés le plus proche possible de la position du puits TAF-1X sur la section sismique GR27.

Sur un tableau, sont reportées les vitesses moyennes et les temps doubles correspondants, d'où est déduits le Z donné par la formule :

$$Z = (V * TWT)/2$$

Les résultats obtenus sont :

<b>LIGNE GR27</b>			<b>Ligne 84GR19</b>		
<b>TWT (ms)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Z (m)</b>	<b>TWT (ms)</b>	<b>Vitesse (m/s)</b>	<b>Z (m)</b>
<b>300</b>	<b>2400</b>	<b>360</b>	<b>4</b>	<b>2100</b>	<b>4,2</b>
<b>600</b>	<b>2900</b>	<b>870</b>	<b>180</b>	<b>2400</b>	<b>216</b>
<b>1000</b>	<b>3000</b>	<b>1500</b>	<b>508</b>	<b>2700</b>	<b>685,8</b>
<b>1300</b>	<b>3600</b>	<b>2300</b>	<b>980</b>	<b>2800</b>	<b>1372</b>
<b>1500</b>	<b>3600</b>	<b>2700</b>	<b>1220</b>	<b>3000</b>	<b>1830</b>
<b>2000</b>	<b>3800</b>	<b>3800</b>	<b>1928</b>	<b>3400</b>	<b>3277,6</b>
<b>3500</b>	<b>4800</b>	<b>8400</b>	<b>2508</b>	<b>4200</b>	<b>5266,8</b>
<b>5000</b>	<b>6000</b>	<b>15000</b>	<b>2708</b>	<b>4600</b>	<b>6228,8</b>
<b>----</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>3140</b>	<b>5100</b>	<b>8007</b>
<b>----</b>	<b>-----</b>	<b>-----</b>	<b>3680</b>	<b>5700</b>	<b>104488</b>

Tableau 3: Les profondeurs des horizons en fonctions des vitesses de stack et de (TWT).

**A) Hodochrone :**

Après la réalisation d'un tableau P=f(TWT) on peut faire la règle de trois pour obtenir les temps correspondant au chaque toit d'une formation du puits TAF-1X ou bien en trace





l'Hodochrone pour extraire la profondeur de chaque horizon des puits envisagés.

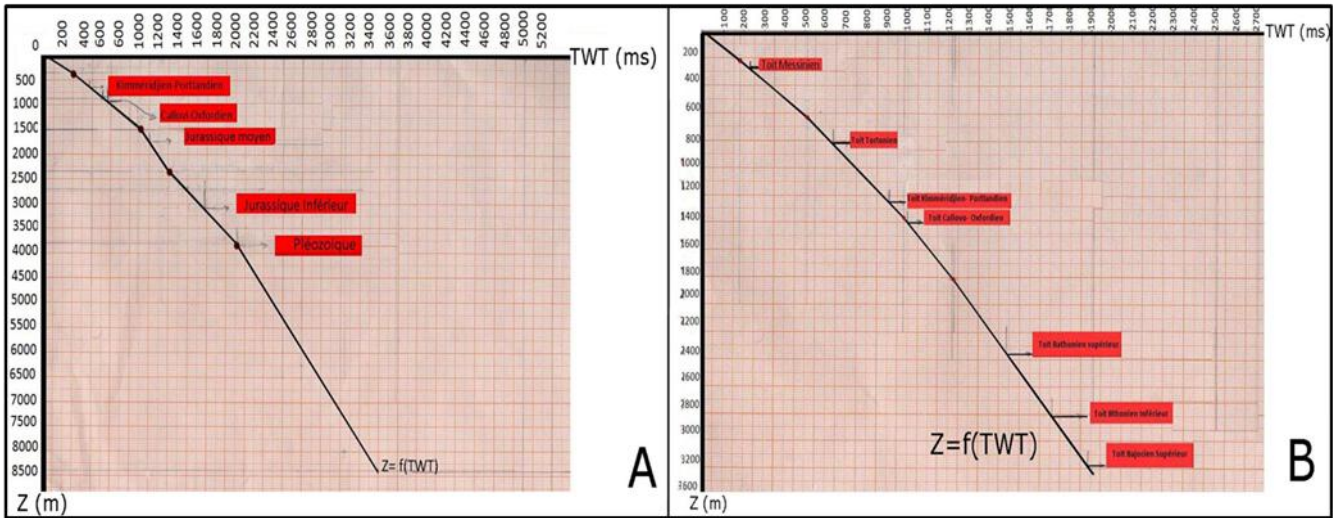


Figure 52: Courbe profondeur = f (TWT) : A) TAF-1X au point de tir 270 ; B) MSD-1 au point de tir 210

**B) Calcul de la correction :**

La formule de correction pour rendre les calculs au niveau de DP à but d'éliminer la topographie « zone altéré »

$$t_0 = \frac{(KB - DP) * 2}{V_0}$$

- $t_0$  : la correction du temps.
- EKB : Elévation de la table de  $KB = Tr + Zsol$ .
- Tr : Table de rotation, Zsol : altitude par rapport au (0 marins).
- EDP : Elévation du DATUM PLANE c'est une référence virtuelle sur lequel le départ d'enregistrement.
- $V_0$  : Vitesse de correction estimée généralement dans les premiers niveaux 0 et 400 m.
- ✓ Si  $KB > DP$  en retranche le temps de correction  $t - t_0$
- ✓ Si  $KB < DP$  en ajoute le temps de correction  $t + t_0$

Nous avons comme données extrait de la ligne sismique

LIGNE GR 27			LIGNE 84GR19		
EKB	EDP	$V_0$	EKB (m)	EDP (m)	$V_0$ (m/s)



---

530	400	2500	460	400	2500
-----	-----	------	-----	-----	------

Tableau 4: Données utilisées pour la correction statique

LIGNE GR 27	LIGNE 84GR19
$t_0 = \frac{(530-400)*2}{2500} = 104 \text{ ms}$	$t_0 = \frac{(460-400)*2}{2500} = 24 \text{ ms}$

Tableau 5: Résultats de calculs de la correction statique

Et dans notre cas  $KB > DP$  dans les deux forage, donc il faut retrancher le temps double entre KB et DP.

le tableau ci-dessous montre les résultats obtenu de TWT avant et après la correction



<b>Horizons sismiques</b>	<b>Profondeurs (m)</b>	<b>TWT(ms) non corrigé</b>	<b>TWT(ms) corrigé</b>
<b>Moi- Pliocène</b>	<b>660</b>	<b>480</b>	<b>376</b>
<b>Kimm- Portlandien</b>	<b>801, 62</b>	<b>610</b>	<b>506</b>
<b>Callovo- Oxfordien</b>	<b>934</b>	<b>660</b>	<b>556</b>
<b>Jurassique Moyen</b>	<b>1730</b>	<b>1100</b>	<b>996</b>
<b>Jurassique inférieur</b>	<b>3090</b>	<b>1680</b>	<b>1576</b>
<b>Plaéozoïque</b>	<b>3840</b>	<b>2020</b>	<b>1916</b>

Tableau 6: les temps double des horizons du puits TAF-1-1X avant et après la correction

<b>Horizons Sismiques</b>	<b>Profondeur (m)</b>	<b>TWT (ms) non corrigée</b>	<b>TWT (ms) corrigé</b>
<b>Plio- Quaternaire</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
<b>Messinien</b>	<b>280</b>	<b>230</b>	<b>206</b>
<b>Tortonien</b>	<b>820</b>	<b>640</b>	<b>616</b>
<b>Kimm- Portlandien</b>	<b>1247,5</b>	<b>910</b>	<b>886</b>
<b>Callovo- Oxfordien</b>	<b>1408</b>	<b>1000</b>	<b>976</b>
<b>Bathonien supérieur</b>	<b>2360</b>	<b>1490</b>	<b>1490</b>
<b>Bathonien inférieur</b>	<b>2820</b>	<b>1710</b>	<b>1686</b>
<b>Bajocien supérieur</b>	<b>3190</b>	<b>1890</b>	<b>1866</b>



---

	3600	-	
--	------	---	--

Tableau 7: Les temps double des horizons du MSD-1 d'avant et après la correction

**C) Pointe des horizons:**

Après l'étape de calculs de vitesses et le temps double et après aussi la correction on arrive à établir notre calage. Le calage sismique se fait généralement par la superposition ou l'inter calage de film synthétique au bon endroit de la coupe sismique passant par le forage. Il est consisté à suivre l'événement sismique défini par les calages. L'arrêt de continuité peut avoir une cause liée à la réflexion elle-même, ou cas d'une faille ou bien des perturbations au niveau des couches,.....Les figures ci-dessous représentent les résultats de calage sismique effectuée pour la ligne GR 27 et 84GR19.





---

## II.3. RESULTATS DE CALAGE

### *II.3.1. LIGNE GR 27*

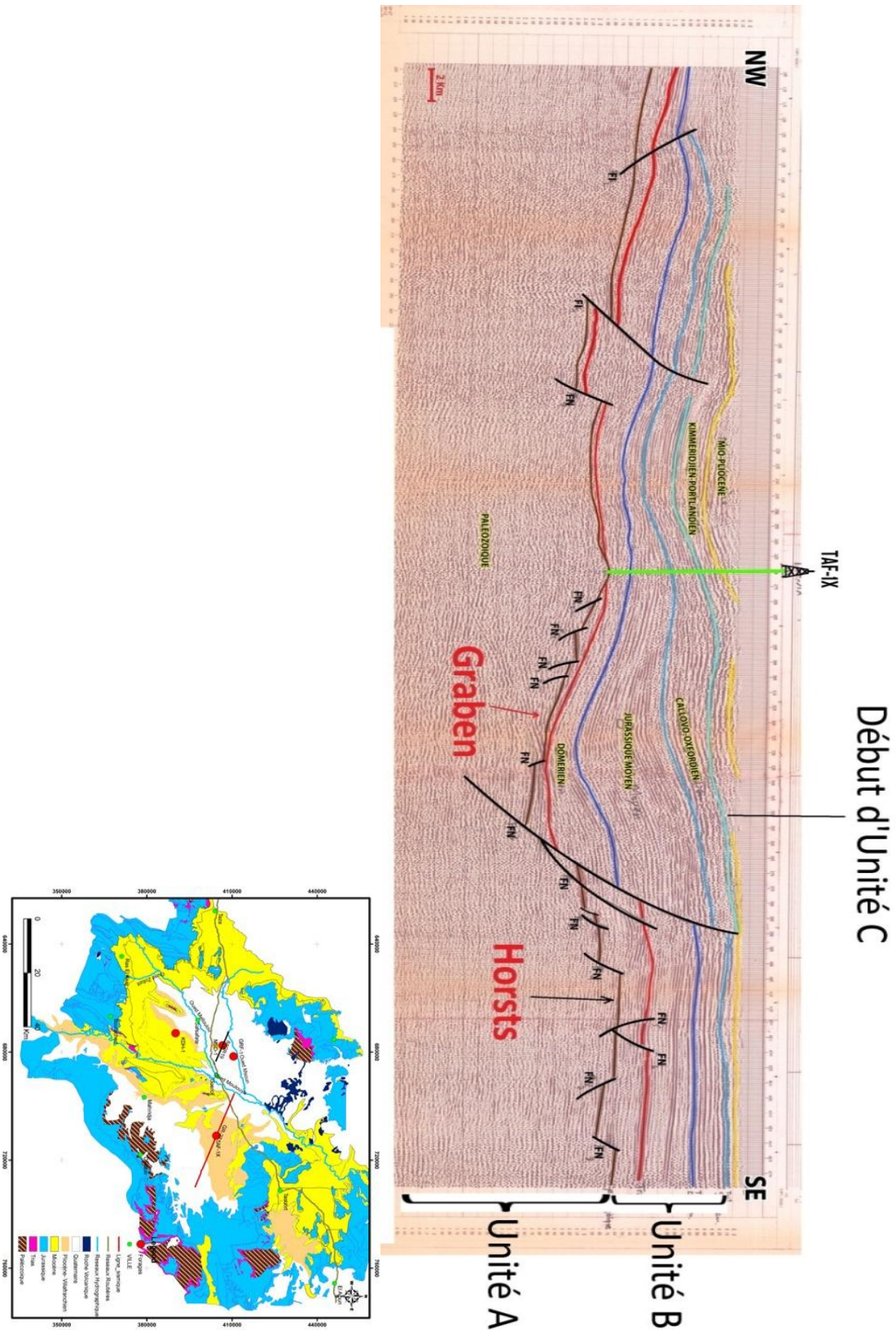


Figure 53: Analyse sismostructural de la ligne GR 27



## 1) Description

. L'interprétation de la ligne GR 27 a montré que les séquences sismiques sont représentés par des réflecteurs qui sont parfois contunie marquant une période de calme tectonique mais dans notre cas les horizons sismiques sont affectés et décalés par des failles d'âge et nature différents. La géométrie de la zone est caractérisée par l'ensemble des phénomènes géologiques qui peuvent être résumé comme suit :

Réseaux de faille Normales : l'ensemble de ces failles caractérisé par une orientation E-W à ENE-WSW et NE-SW définissant le couple Horsts Grabens, on Sud Est du bassin on remarque l'existence d'une faille majeure kilométrique de direction E-W à ENE- WSW

Concernant la faille normal FN1 majeure qui sépare les séquences sismiques en deux compartiments, la première est élevée se situe au SE de la ligne où l'ensemble des couches ont des épaisseurs modérés. Contre la deuxième effondrées situe au NW de la faille où l'épaisseur des couches Jurassique sont plus puissantes. De même cette faille affecte toute les séquences depuis le paléozoïque jusqu'aux les complexes supérieurs du Jurassique.

On note également une succession de faille normale d'âge paléozoïque terminal puisqu'il affecte que cet étage, ces failles sont orientés vers le NE, et d'autre d'âge triasique qui affectent les horizons sismique trias et paléozoïques.

Famille de faille Inverses (FI1 et FI2) : la section sismique mise en évidence l'existence de deux failles inverses d'orientation différente NE-SW et W-E, ces faille affectent toute les séries existant dans la section, leur explication est peut être liée à la réactivation et inversion tectonique d'une faille normale où l'épaisseur est très important des séquences effondré vers une faille Inverses où l'épaisseur des séquences deviennent plus serrée.

Le mio-Pliocène selon la section est n'est pas affecté le long de cette ligne sismique.

## 2) Determination des unites sismiques

L'analyse sismique du profile sismique GR 27 va nous permettre de ressortir deux grandes unités majeurs composée de bas en haut :

- **Unités simique A : Pre- rift**

D'âge paléozoïque limitée a son sommet par une discordance D1 d'âge toit Dévonien touché par le TAF-1X, généralement elle est fracturée le long de la ligne et se présente sous forme d'un réflecteur à forte amplitude indiquant une différence d'impédence acoustique entre les formations Triasiques





et celle Paléozoïques. En dessous du Dévonien là où l'unité est formée par des faciès sismiques hétérogènes avec des reflecteurs discontinus et plissés expliquant que les strates sont affectées par l'orogénèse Hercynienne.

- **Unités sismique B : Syn-rift**

D'âge Triasique, Lias inférieur, elle est limitée à sa base par la discordance D1 d'âge Paléozoïque, sur lequel repose en discordance angulaire les dépôts de synrift, au sommet cette unité se borne par le toit de fin de rift (break up unconformity) marquant une installation de la plateforme carbonatée d'âge liasiques et ses premiers dépôts calcaires dolomitiques franchements marins.

En dessus des couches Jurassique on trouve la série tertiaire représentée ici par les dépôts miocène puisque le crétacé n'a pas pu transgresser la zone de haut fond d'âge Kimméridgien portlandien. La discordance angulaire qui différencie les deux étages jurassique et miocène présente un indice très fort et clair que les dépôts miocène reposent en onlap sur le jurassique supérieur.

- **Unité C : Post Rift**

D'âge probablement Jurassique terminal, marquant une autre histoire où la ligne 84GR19 va illustrer clairement cette Unité sismique.

### *II.3.2. LIGNE SISMIQUE 84GR27*

Suivant la même méthodologie, les résultats de calage effectués sur la deuxième ligne est présentée comme suit :

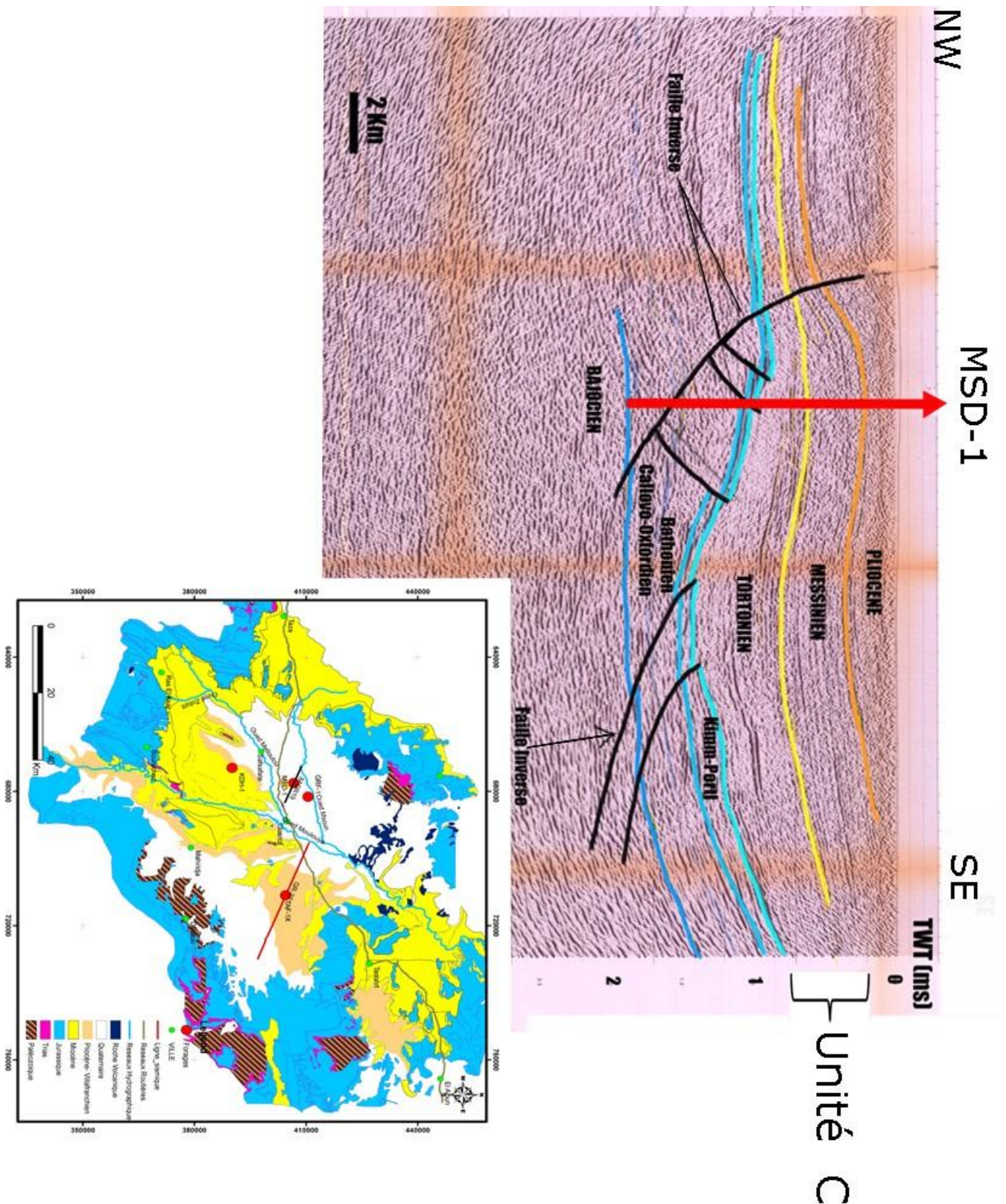


Figure 54: Analyse sismostructurale de la Ligne sismique 84GR19



### 1) Description

La ligne sismique 84GR19 traverse le centre du bassin et orientée vers le NW-SW, l'interprétation sismique a montré l'existence de nombreuses structuration où les couches sont décalées et faillées, l'ensemble de ces failles sont de natures Inverses avec des directions différentes. La coupe géosismique montre une faille majeure qui affecte toutes les horizons sismiques, elle est de direction NE-SW, cette faille se relie avec d'autres failles rétrochevauchement de direction E-W.

La faille majeure NE-SW affecte tous les horizons depuis le bajocien supérieur jusqu'aux les dépôts miocène avec un rejet faible puisqu'il est apparemment masquée par l'existence des argiles.

Concernant les failles E-W montrent un rejet visible sur la section, elles n'affectent que les séries jurassique supérieur. Au sommet de la coupe il s'avère que les couches miocène présentent une forte résistance aux cassures qui a affecté les couches en dessous de miocène, et cela se traduit par l'existence d'une tectonique souple et des déformations plissées caractérisant cet étage. Donc on peut dire le forage MSD-1 a été implanté sur une structure anticlinale, connu sous le nom Anticlinale de Bou Msaad.

### 2) Détermination des unités sismiques

Unité Sismique C : Comme nous l'avons cité auparavant que les unités sismiques dans ce bassin se divisent en trois unités : les deux premières qu'on a distingué sont d'âge pré rift où le Paléozoïque est très déformé par l'orogénèse Hercynienne, et l'unité B se correspond à l'Ouverture de rift et l'installation des dépôts synrift guidant par des failles synsédimentaire. Pour l'unité C qui correspond au début d'un nouveau régime tectonique se remarque dans les étages supérieurs de la coupe où les réflecteurs sont plissés et continus, d'amplitude variable et de forte fréquence, on peut y distinguer trois formations limitées par les horizons sismiques suivants : toit de tortonien, toit de messinien et toit de pléocène.

### III. CORRELATION ENTRE FORAGE

#### III.1. INTRODUCTION

Cette partie de ce mémoire synthétise les données lithostratigraphiques de la série Paléozoïque, jurassique profonde et aussi celle du Néogène, tout en utilisant les données de forages KDH-1 au SW du bassin et deux d'autres au centre du bassin (MSD-1 GRF-1) et TAF-1X à l'E du bassin. Ils ont pour but de réaliser des corrélations entre faciès afin de comprendre l'évolution paléogéographique et sédimentaire et essayer de relever des pièges d'intérêt pétroliers.

#### III.2. PRESENTATION DES FORAGES

Quatre sondages ont été exécutés dans le Guercif (Fig. 52) afin d'explorer :

- La série Tertiaire du bassin;
- La série du Jurassique supérieur, moyen et inférieur ;

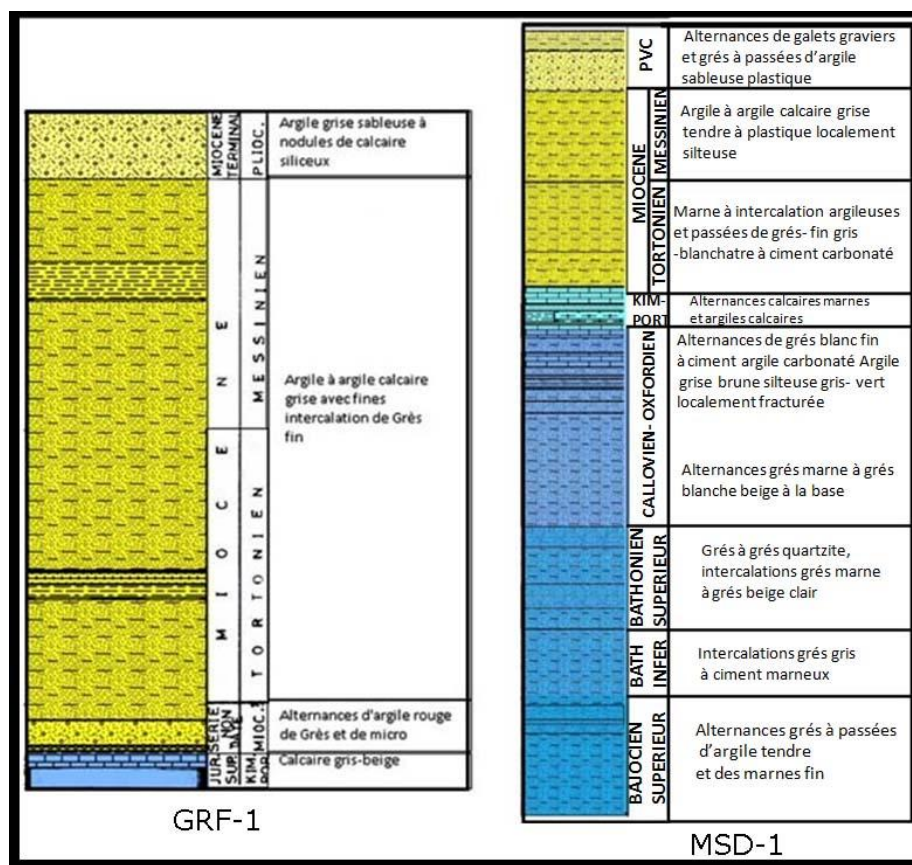


Figure 55: Log- Stratigraphique de forage GRF-1 et MSD-1

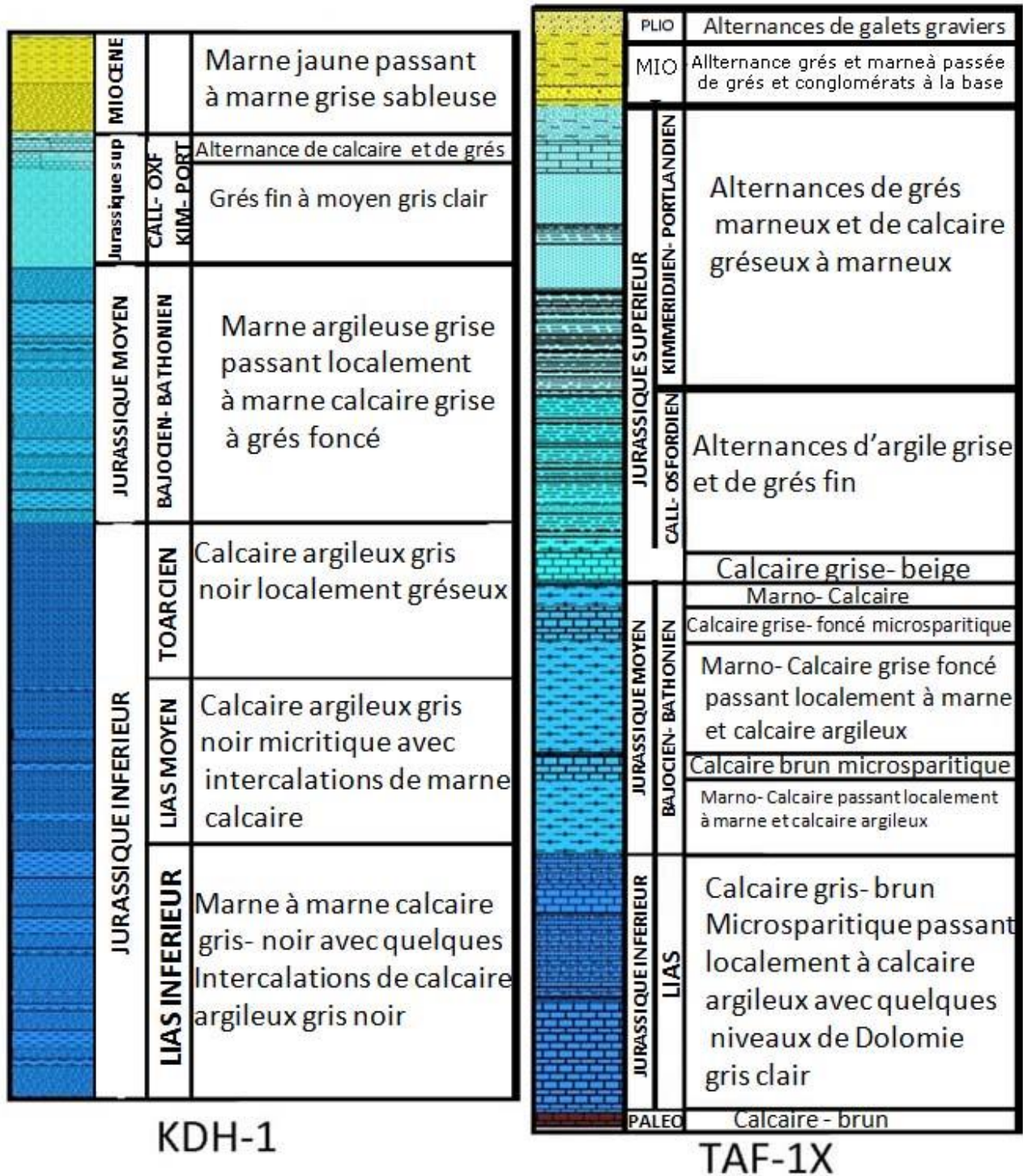


Figure 56: Log-Stratigraphique de Forage KDH-1 et TAF -1X

### III.3. RESULTATS DE CORRELATION

#### III.3.1. CORRELATION ENTRE KDH-1, MSD-1 ET GRF-1

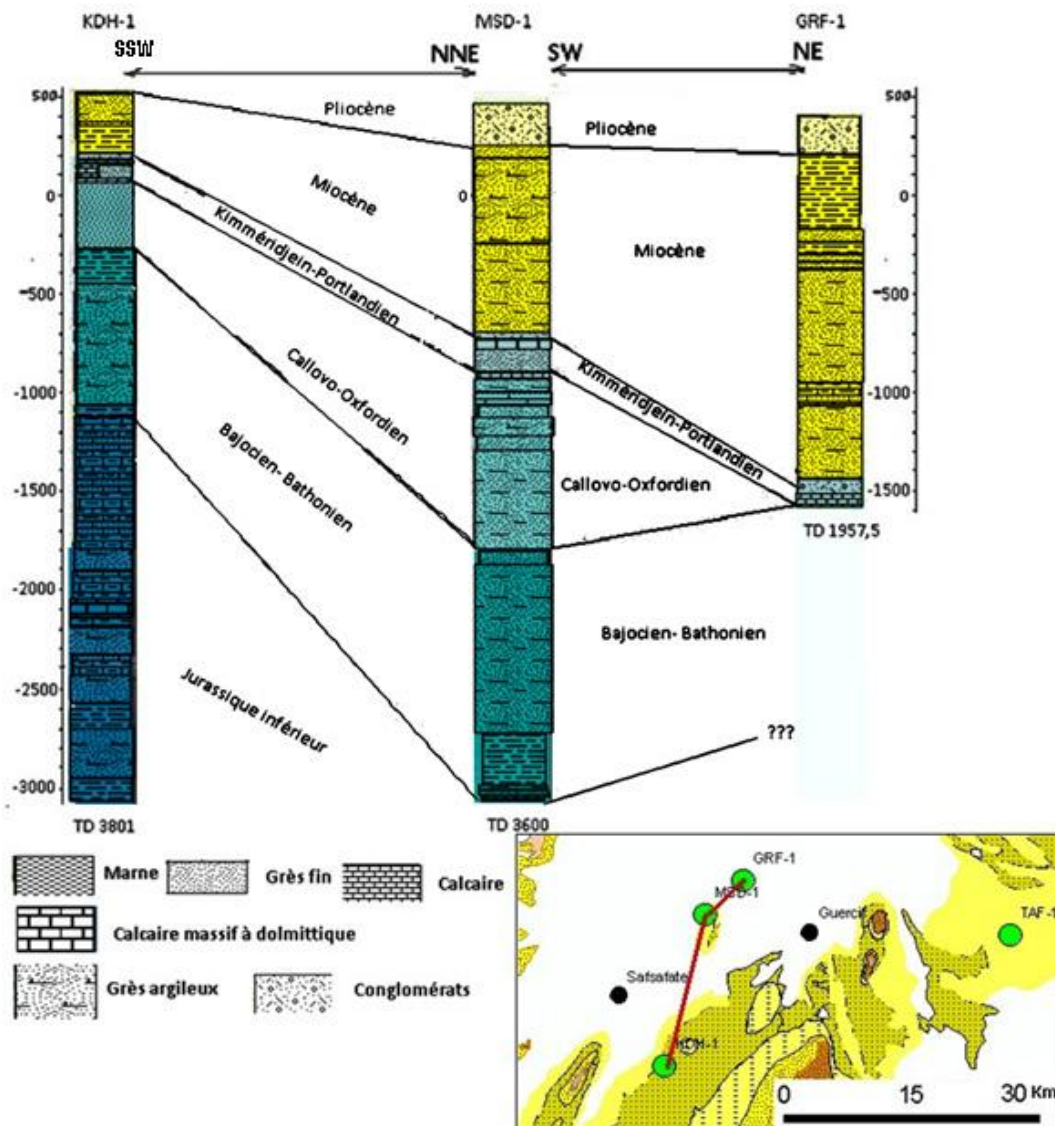


Figure 57 : Coupe corrélation 2 entre KDH-1, TAF-1X et GRF-1

La coupe de direction NE-SW mise en évidence les résultats suivants de bas en haut

- ⇒ Jurassique inférieur : succession de calcaire et dolomie formation marneux à argileux au sommet, l'épaisseur est très important et subsident au KDH-1, la formation se poursuit vers le centre sans savoir leur épaisseur car les dorages MSD-1 et GRF-1 sont arrêté avant qu'il atteint le lias
- ⇒ Bajocien- Bathonien : l'épaisseur s'amorce en NE-SW où arrive (500 à 600 m) au GRF-1 et (300 m à 400 m) au KDH-1, les faciès marque un passage latéral des grès marneux vers les marnes à l base.



- ⇒ Callovo-Oxfordien : Grès de Bou Rached, l'épaisseur est plus importante au SW et vers le centre du bassin. Le forage GRF-1 s'est arrêté avant d'arriver à explorer et estimer l'épaisseur de ces Grès.
- ⇒ le complexe Kimméridjein portlandien, la formation calcaire se poursuit de même épaisseur que faciès. Elle s'approfondie en allant du SW vers le centre du bassin cette remarque peut-on s'expliquer par l'existence d'un haut fond au SW du bassin à cette époque.
- ⇒ Miocène : la succession est représentée par une intercalation de grès et marnes et des conglomérats à la base. les faciès sont plus épais au centre du bassin, les dépôts de cet étage mesurent environ 1500 m dans le GRF-1 et presque 1000 m au MSD-1. Par contre il est moins important au SW du bassin,
- ⇒ Pliocène : Formation se présente justement au centre du bassin où leur épaisseur varie entre 200 à 300 m, par contre elle est absente dans le KDH-1.

De point de vue structure, on remarque que la géométrie qui caractérise la zone le long de la direction NE-SW correspond à un demi graben dont il est ouvert au NE du bassin.

III.3.2. CORRELATION ENTRE MSD-1 ET TAF-1X

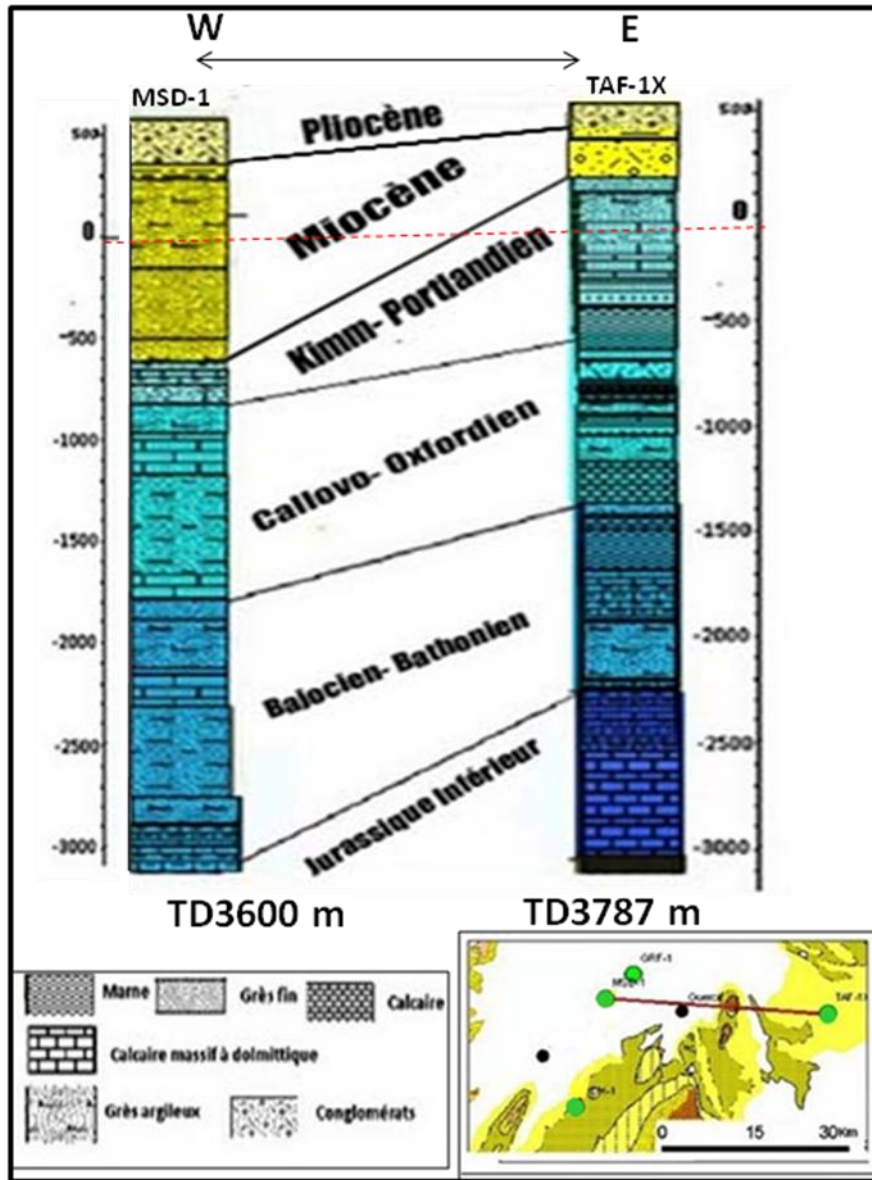


Figure 58: Corrélation MSD-1 et TAF-1X

La coupe de corrélation entre MSD-1 et TAF-1X mis en évidence les résultats suivants, de bas en haut :

- Jurassique inférieur : le long de la direction W-E on remarque que le Lias qui repose en discordance angulaire sur le Paléozoïque atteint 700 à 800 m dans le TAF-1X, la formation s'approfondie en allant d'E en W sans connaître leur l'épaisseur exacte dans le MSD-1 à raison que ce dernière est arrêté dans le Bajocien.





- Bajocien- Bathonien : la coupe montre la formation s'approfondie et s'épaissit d'E en W, les faciès se passent latéralement du carbonate dans les bordures vers le bassin où se cantonnent des marnes.
  - Callovo- Oxfordien : d'épaisseur de (800 à 900 m) qui s'approfondit d'E en W, les faciès se passent latéralement d'argile et grès dans le TAF-1X vers les grès marneux et des calcaires au MSD-1.
  - KIMMERIDIEN- Portlandien : formation calcaire à grès dont l'épaisseur est réduite le MSD-1 et s'ouvre à l'Est du Bassin avec une épaisseur presque 1000 m.
- ⇒ Miocène : formation plus épaisse au centre d'environ 800 m à 1000 m, tandis qu'à la bordure E, elle est réduite dans le TAF-1X.
- ⇒ Pliocène : la formation est marquée par des faciès détritiques où l'épaisseur est accentuée d'Est vers le centre du bassin

### .III.3.3. CORRELATION ENTRE KDH-1 ET TAF-1X

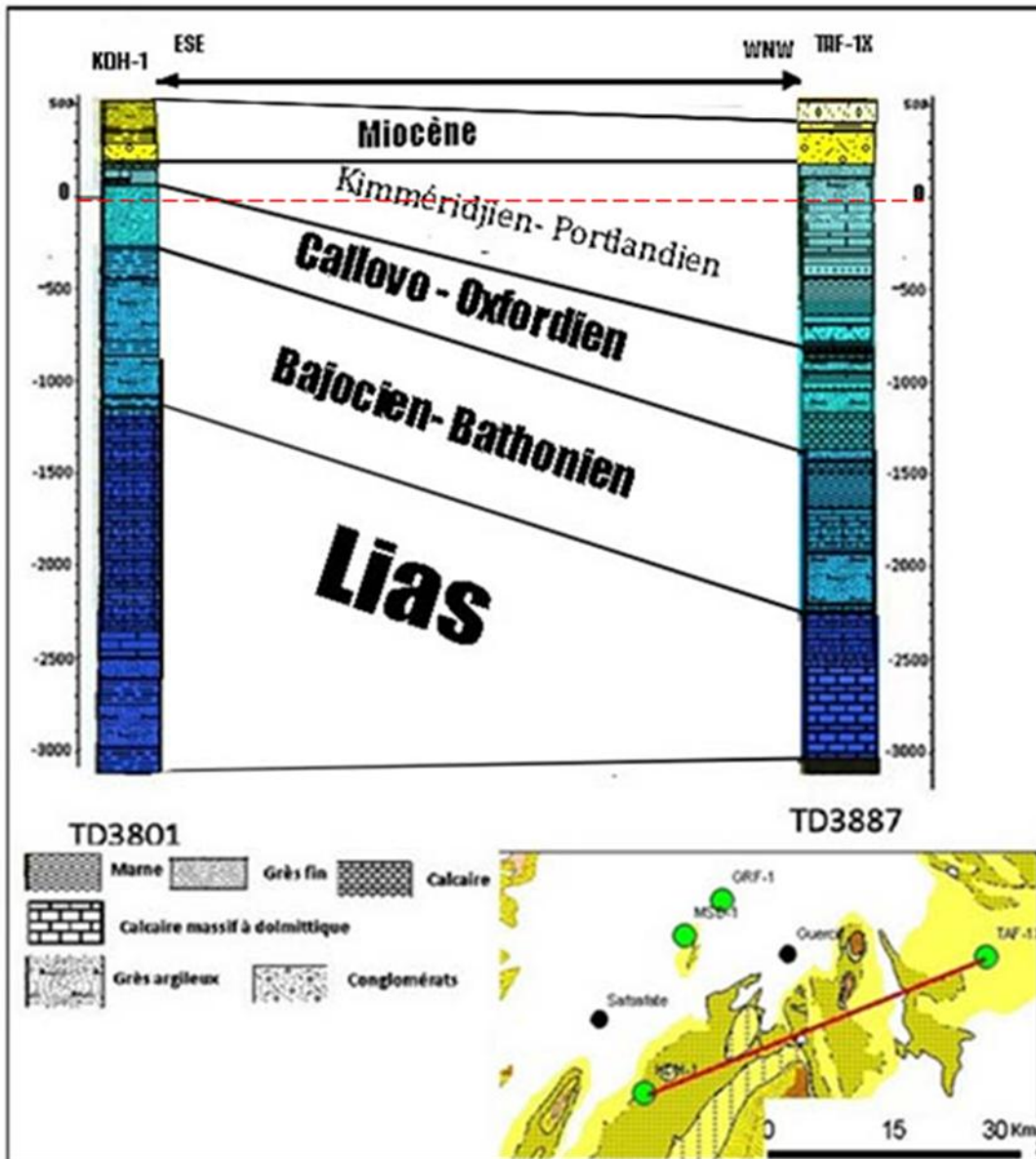


Figure 59: Corrélation entre forage KDH-1 et TAF-1X

La coupe de direction ESE-WNW qui relie le bassin entre KDH-1 et TAF-1X mis en évidence les résultats suivants ::

- ⇒ Le Jurassique Inférieur : représentée par la succession de calcaire qui est plus épais dans le KDH-1 d'environ 2000 m d'épaisseur, néanmoins la formation devient plus large à l'Est du bassin où atteint presque 800 m.



- ⇒ Bajocien- Bathonien : alternances de marnes calcaires à passés de grès dont l'épaisseur est important et devient subsident le long de la direction WSW-ENE.
- ⇒ Callovo- Oxfordien : se présente par des grès de bourached, la formation s'approfondit et les faciès se passe latéralement des grès vers les marnes qui se cantonne à la base.
- ⇒ Kimméridjein-Portlandien : la formation est représentée par des calcaires à passés de grès elle s'accentue à l'Est du bassin où les dépôts miocène se reposent en discordance angulaire sur lui
- ⇒ Miocène : dépôts franchement marine, très réduite à l'Est, par contre il devient plus ou moins important au SW du bassin.
- ⇒ Pliocène : Caractérisé par des dépôts lacustre, d'après la coupe on remarque que ces formations se développe justement à l'Est du bassin.

## CHAPITRE IV : DISCUSSION ET INTERPRETATION

Les analyses sismostructurales, la corrélation entre forages, et l'étude de terrain ont nous a permis de mieux comprendre l'évolution sédimentaire, géodynamique et structurale de bassin de Guercif durant la période méso-Cénozoïque. Ces résultats vont contribuer à caractériser les zones pièges favorable pour l'exploration pétrolières dans la zone.

D'après la carte structural et les direction des failles qu'on a déterminer, on peut conclure qu'il y a l'existence de deux direction de failles l'unes NE-SW généralement se développe dans la partie occidental du bassin, et d'autres directions E-W souvent rencontrés dans la partie oriental du bassin. Entre ces deux direction coexistant, nous remarquons l'assise d'une autre orientation N-S

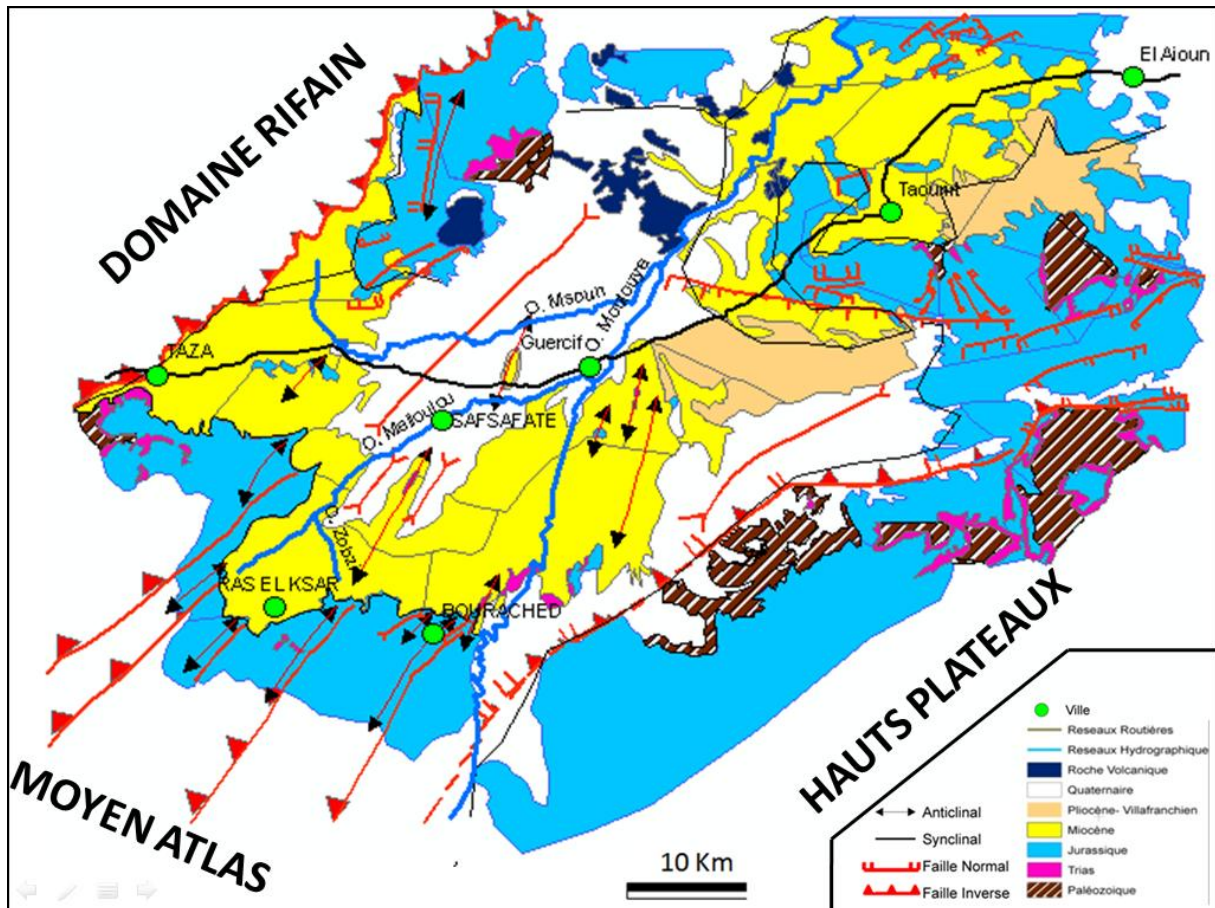


Figure 60: Carte géologique et structural de Guercif



## **I. CHRONOLOGIE DES PHASES TECTONIQUE**

Les études bibliographiques et travaux antérieurs dirigés par beaucoup de géologues ont montré l'existence d'une succession des évènements tectoniques assurant la formation et la création de bassin intracontinental, celui-ci commençait par l'ouverture d'un rifting atlasique qui se développe vers la partie NE du moyen atlas où bassin de Guercif existe. Cette histoire géodynamique aurait lieu depuis la fin paléozoïque jusqu'à l'actuelle, l'ensemble de ces évènements peuvent être résumés comme suit :

### **I.1. PHASE PRERIFTING**

Le bassin de Guercif a été structuré durant la phase hercynienne par des plis et failles inverses visible dans les boutonnières paléozoïques qui entourent le bassin : Tazzeka, Boudoufoud, Debdou,.. et d'autres bien visibles sur le profil sismique où les réflecteurs sont plissés et discontinus.

Le substratum paléozoïque dans plusieurs points cités auparavant a eu lieu pendant une tectonique polyphasée d'âge hercynien, accompagné d'un métamorphisme syntectonique, qui a été suivie par la mise en place de granitoïdes datés entre 330 et 300 Ma (Piqué, 1991). Les autres déformations supplémentaires accompagnées d'un métamorphisme faible est survenue plus tard.. Ce substratum a été pénéplané par le post d'érosion hercynienne, cela s'explique par l'absence de réflexions organisées sur le profil sismique GR 27.

### **I.2. PHASE RIFTING**

L'intervalle trias supérieur et le jurassique est marquée par une distension où les failles normales et synsédimentaires et l'apparition des systèmes horsts et grabens le long de la direction NE-SW, ces failles affectent tous les niveaux jurassiques où on voit clairement une installation d'une plateforme liasique qui a été fragmentée par une faille synsédimentaire suivie par un remplissage très important de jurassique moyen et supérieur. En général le rifting a persisté jusqu'aux niveaux terminaux du Jurassique, ceci s'explique par l'existence des failles normales au sein du jurassique terminal.

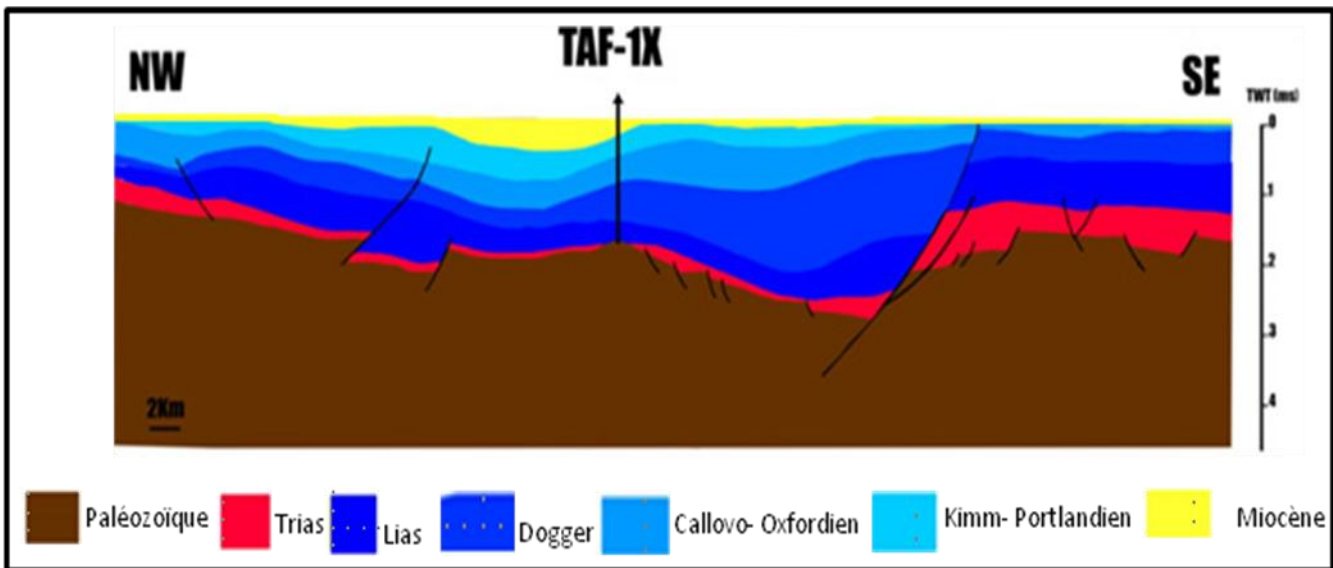


Figure 61: Coupe géo-sismique GR 27 illustrant le rifting atlasique d'âge trias jurassique

Au SW du bassin existe l'ensemble des diapirs à savoir le diapir de Khorjia et les domes de bou Massoud, selon (Zizzi, 2004) il a conclu que la tectonique saline a commencé depuis le jurassique inférieur et culminé sous forme des diapirs à la fin Jurassique, avant qu'il va réactiver à la fin de Miocène où ils affleuraient en surface.

### I.3. PHASE COMPRESSIVE ALPINE

Au cours de cette phase l'ensemble des formations jurassiques et Tertiaire ont été mise à une élévation où l'occurrence des rides anticlinaux témoignent cet compression, l'exemple de la structure étant les rides de moyen atlas plissés Jebel Ouarirt et Arhdis et dans le bassin il même tel que Bou Msaad dont le MSD-1 été implanté.

En général la compression alpine comprend trois phase caractérisée par :

- ✓ **Phase 1** : correspond à La réactivation d'anciennes failles normales jurassico-triasique, cette réactivation s'est manifestée par une reprise des failles normales en failles inverses. Comme il montre La ligne 84GR19 que les failles normales ont été inversés complètement et deviennent des failles inverses

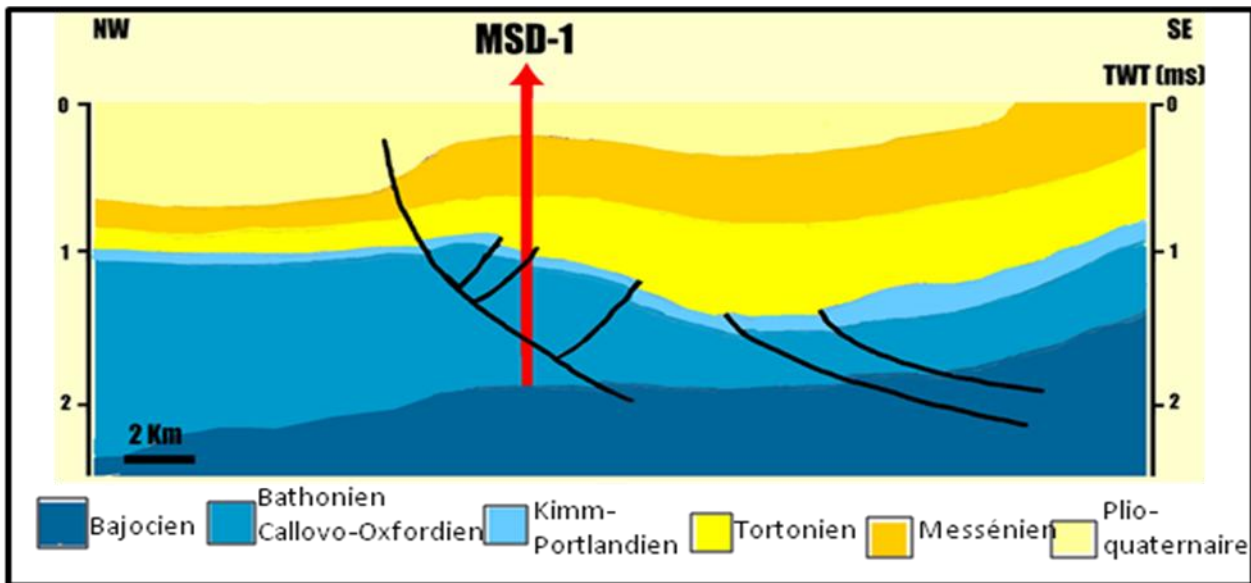


Figure 62: Coupe géo-sismique 84GR19 montre l'inversion tectonique lors de la compression alpine

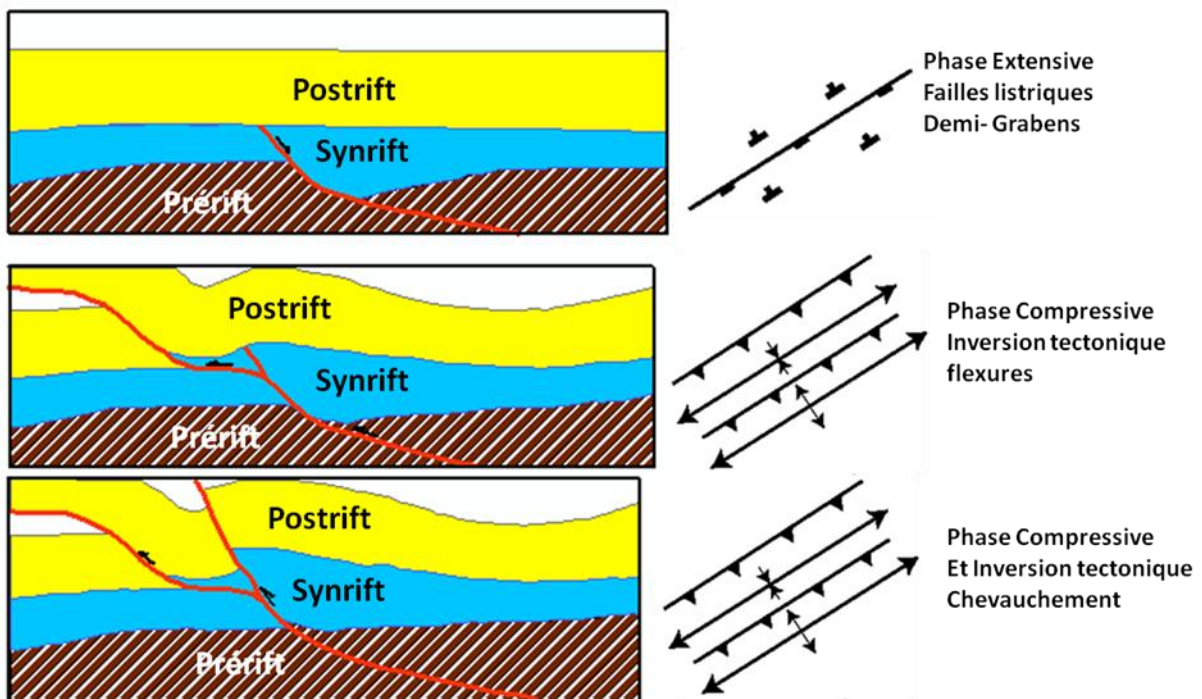


Figure 63: Modèle tectonique illustrant l'inversion tectonique

L'implication du socle paléozoïque (Fig. 62), surtout dans la partie centrale du bassin, est due probablement à l'absence de niveaux de décollement au sein des formations du trias dans cet endroit.

## Phase 2 : Tortonien Messinien

La zone Guercif était profondément érodé au cours de la fin Jurassique-Crétacé. Parfois, l'érosion couper profondément dans le Jurassique il meme.

Au cours du tortonien tardif on assiste le développement d'un bassin neogène. Beaucoup de travaux précédents sur le Néogène du bassin Guercif axé sur la stratigraphie, paléogéographie mais non pas sur la tectonique, la transgression miocène selon colleta (1977) qui a conclu que les premières dépôts sur un substratum plissés de jurassique est la transgression tortonien, suivie par un soulèvement tortonien s'est produit par cycles régressif au Messinien Pliocène.

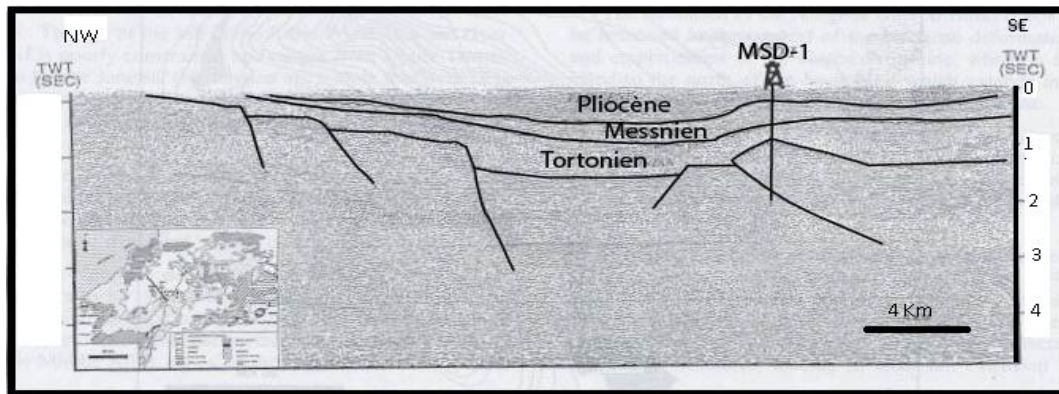


Figure 64: Coupe géo sismique de la ligne GR03 montrant l'extension tortonien (Zizi, 2004)

### Phase 3 : Pliocène à récent

C'est la période durant laquelle la déformation de toute la séquence miocène et la reprise des anciennes failles. Outre dans cette période l'ensemble des injections salifère s'accroissent par une nouvelle réactivation des anciennes failles atlasique. Au cours de cette intervalle de temps il y a eu des activités volcanique comme nous l'avons distinguée avant l'exemple de J. Guiliz.

## II. CORRELATION ENTRE FORAGE

Le but ultime d'utilisation des forages consiste à définir la nature d'un bassin à travers les âges géologiques, en effet, les quatre forages implantés dans le bassin. Montrent que le bassin de Guercif est divisé en deux domaines l'une occidental de formation jurassique inférieur et Moyen subsident (KDH-1), ce domaine correspond à la continuité NE du moyen Atlas et l'autre domaine oriental moins profond

L'étude de cette synthèse a abouti aux résultats suivants :

### II.1. TECTONIQUE





Selon les corrélations qu'on a réalisées il nous semble que Le bassin de Guercif est appartient au géosynclinal allongée en direction SSW- NNE, avec l'orientation de l'axe structural SEE-NWW, et au long de cet axe, les formations montrent une allure horizontale et contenue, sauf dans la partie supérieur du géosynclinal, où les formations ont une allure limitée, du fait de l'action érosive. Également, Les formations miocènes ont été déposées en discordance angulaire sur le Kimméridjein-Portlandien où le pendage de miocène est incliné vers le Nord, par contre les formations Kimméridjein- Portlandien sont inclinées vers le SW.

## **II.2. PALEOGEOGRAPHIQUE**

L'étude paléogéographique de la zone via les forages et par la méthode RECONSTITUTION PALINSPATIQUE qui consiste a révélé la position initiale et la nature du bassin avant leur déformation, la méthode donne des informations sur la subsidence et les zones de haut fond d'un bassin à une époque bien déterminée.

La méthodologie suivie pour établir ces coupes consiste à mettre les toits de chaque formation de même âge sous un trait, de tel sorte que les toits devient égaux de point de vue topographique, comme ça on arrive à établir les coupes de chaque âge, l'ensemble de ces résultats nous amène à délimiter et définir les zones subsident que celles émergés.

✓ RECONSTITUTION PALINSPATIQUE 1 : ENTRE KDH-1, MSD-1 ET GRF-1

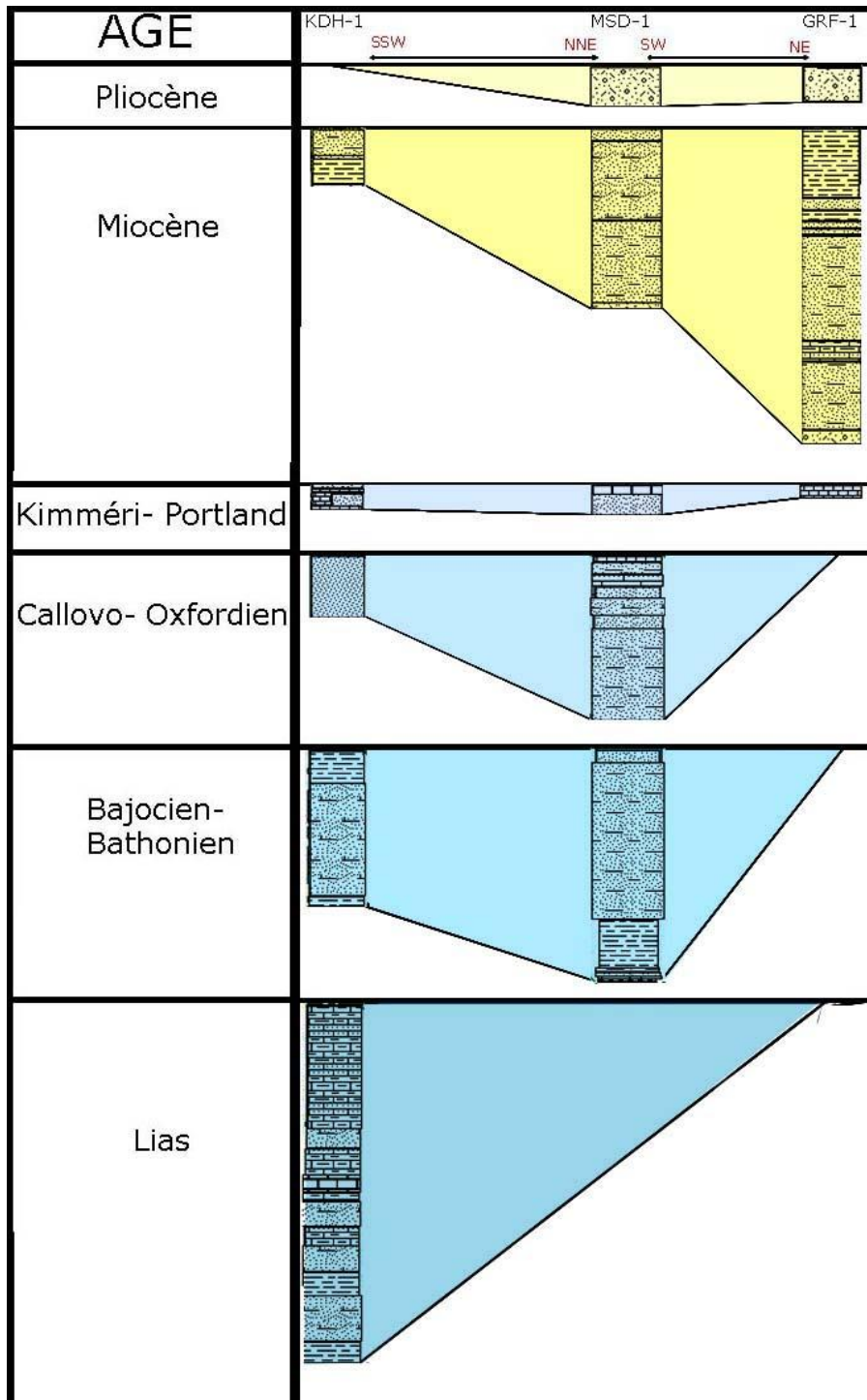


Figure 65: Evolution géographique du bassin du Guercif entre trois points : KDH-1, MSD-1 et GRF-1

✓ RECONSTITUTION PALINSPATIQUE 2 : ENTRE KDH-1, MSD-1 ET TAF-1X

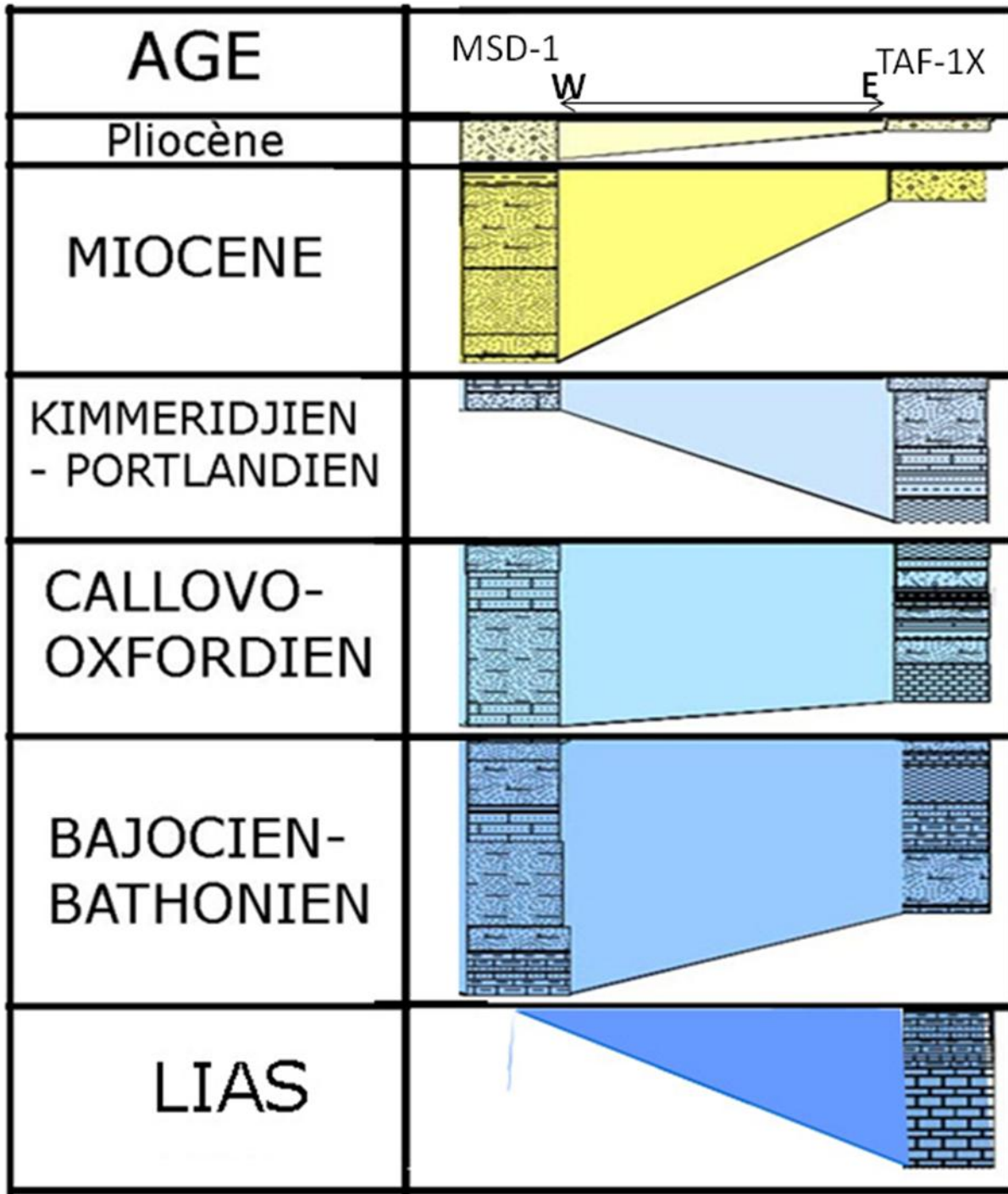


Figure 66:

Coupe Paléogéographique du bassin du Guercif de direction W-E



✓ **RECONSTITUTION PALINSPATIQUE 3 : ENTRE KDH-1 ET TAF-1X**

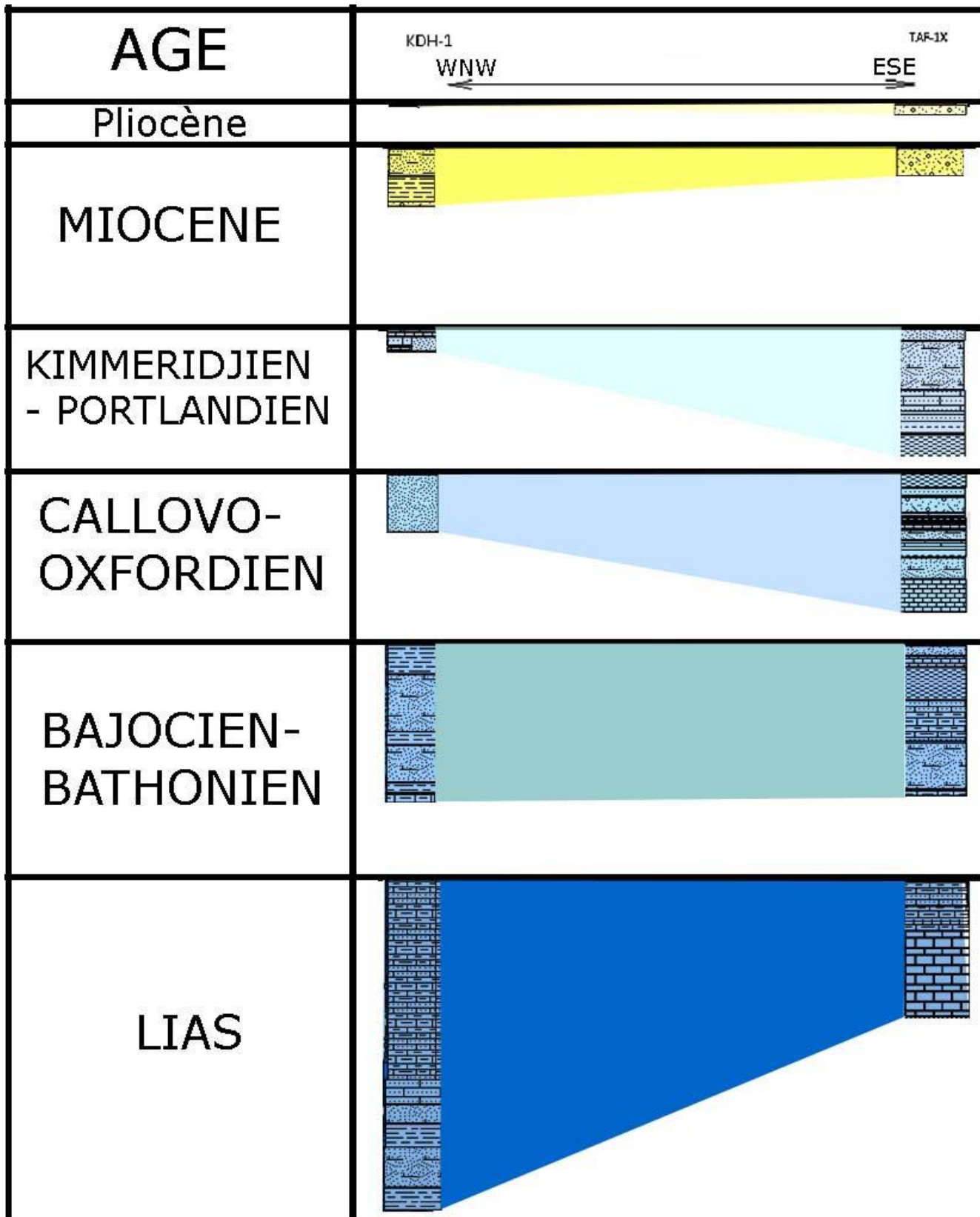


Figure 67: Evolution géographique du bassin du Guercif le long de la direction WSW-ENE

### II.3. CONCLUSION

Les résultats d'analyses paléogéographiques de ce bassin à travers les coupes réalisées mettent en évidence les résultats suivant :

#### ✓ LIAS

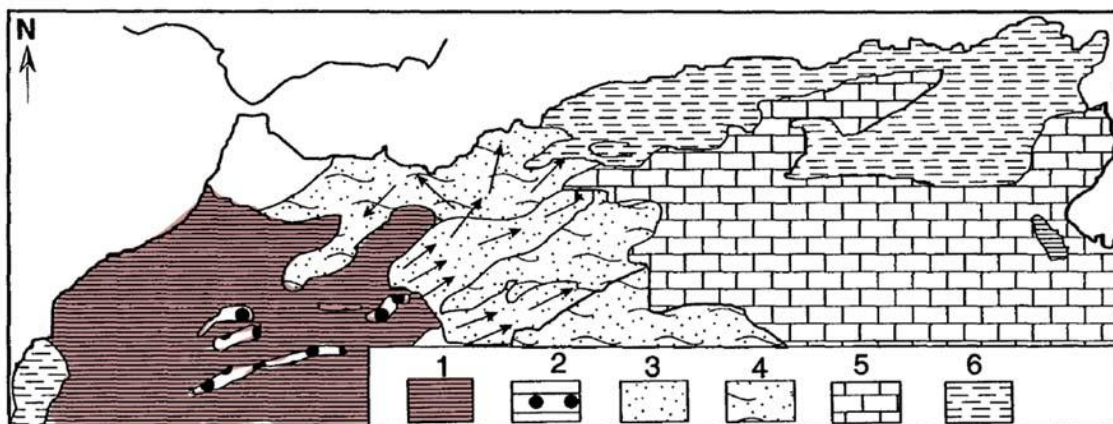
Bassin subsidient depuis le lias a existé jusqu'à Kimméridjein dans la partie occidentale du bassin où ce dernière est comparable à celle du Moyen Atlas, avec installation d'une plateforme carbonatée au lias inférieur et moyen (Fig.1) et individualisation d'un bassin profond au lias supérieur où s'éprouvé par l'existence des marnes de Bechyine plus puissant aux bordures SW du bassin, marquant une fosse profonde du moyen atlas septentrional et au SW du Bassin de Guercif, ainsi que au cours d'Aalénien- bajocien et bathonien inférieur

#### ✓ BAJOCIEN- BATHONIEN INFERIEUR.

Le milieu est plus subsidient, la transgression téthysien s'amorce vers le SW du moyen atlas, une forte subsidence se marquait dans le NE du moyen atlas où l'installation des marne de boulmane très puissant et leur équivalent entre Taourirt Masgout il s'agit de marne de Sakka.

#### ✓ CALLOVO- OXFORDIEN

Un épisode détritique au Callovo-Oxfordien (Formation des Grès de Bou Rached) à travers un vaste système deltaïque.



1: Upland; 2: Alluvial red sandstones; 3: Deltaic sandstones; 4: Prodeltic facies; 5: Platform carbonates; 6: Basinal facies.

Figure 68: Carte paléogéographique du Nord Afrique au bathonien- callovo Oxfordien ( Fedan, 1988)

#### ✓ KIMMERIDJEIN- PORTLANDIEN



Un épisode carbonaté au au Kimméridgien- Portlandien (formation des calcaires et dolomies du Terni) correspond à l'instauration d'une sédimentation carbonatée sur toute la frange Nord africain. Pendant le Portlandien la fin de Kimméridjein la partie méridional de bassin était émergé tandis que la partie central en cours subsidence.

✓ LE CRETACE,

La zone a été exondée, le soulèvement de s structures comme d'Oulad Massoud a été le résultat de l'orogénèse atlasique ou probablement sous l'effet de la tectonique salifère.

✓ NEOGENE

Au cours du Néogène, commence l'individualisation du bassin Néogène de Guercif suite à des failles normales manifesté au centre du bassin et d'autres effondrent la partie oriental par rapport au Haut plateau qui constitue à cette époque une zone de haut fond. Le miocène est relativement épais, il peut atteindre jusqu'à 1800 m dans les zones de basses. Il se termine par des faciès détritiques continentaux attribués au Plio-quadernaire qui s'amincit progressivement vers le centre du bassin.



### **III. SYSTEME PETROLIERE DE LA ZONE D'ETUDE**

Le potentiel pétrolière de la zone a été mise au point dès les années soixante lorsqu'il y a beaucoup de travaux de terrains afin d'explorer la zone de point de vue géologique, géophysiques, géochimiques, l'ensemble de ces interprétations amène à la découverte l'existence de trois systèmes pétroliers qui sont :



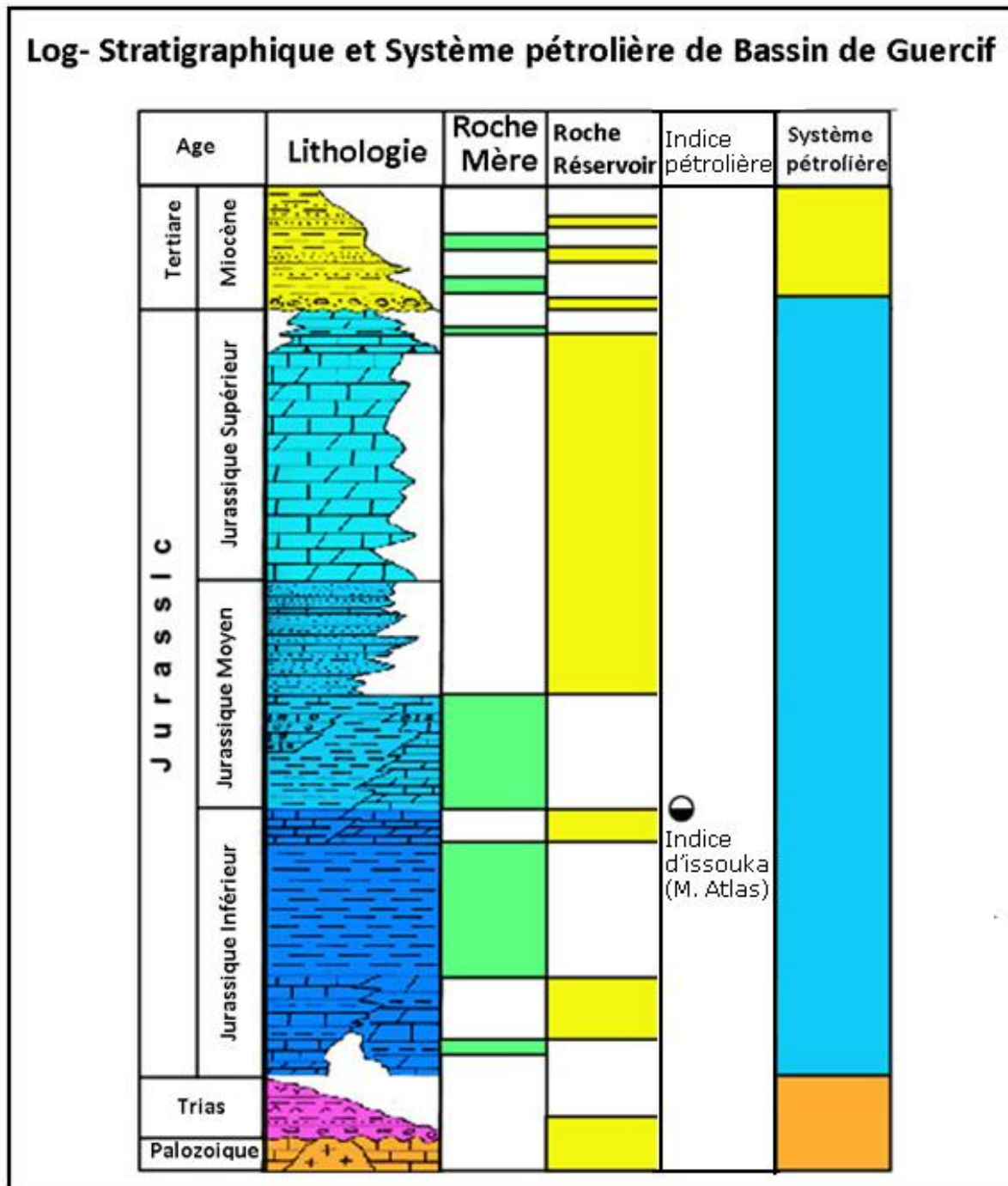


Figure 69: Log Stratigraphie représente le système pétrolier dans le bassin de Guercif (ONAREP, 2003)

### III.1. SYSTEME INFRA SALIFERE

#### A) ROCHE MERE

La roche mère de ce système est constituée de schistes noirs d'âge silurien, cette roche considérée comme étant la principale roche mère paléozoïque recherchée au Maroc. Dans le bassin de Guercif,



la roche mère pourrait exister sous la couverture mésozoïque où le TAF-1X a touché le dévonien à des profondeurs atteint 3840 m, ce forage a montré que le toit dévonien est constitué par des calcaires noir brun, cette teinte noirâtre se considère comme étant une indice et trace d'existence d'hydrocarbures.

### B) ROCHE RESERVOIR :

Au sein des formations triasique, il existe quelque passées de grès avec des porosités très importante et qui peut constituer une roche valable pour accumulé et emmagasiner tout sort de pétrole, la roche réservoir dans le bassin se présente dans les niveaux infra salifère dont la porosité est importante arrive jusqu'à 24% pourrait considérer comme objectif à atteindre.

### C) ROCHE COUVERTURE :

Cette roche se définit comme étant la couche qui stoppe la migration verticale des hydrocarbures vers la surface. De ce fait, les conditions de perméabilités et de porosités considèrent deux facteurs primordiaux pour empêcher toute migration verticale. Dans notre cas les argiles triasique avec toutes les facteurs pétro physiques qu'elles contiennent se considèrent les meilleurs roche couverture pour n'importe qu'elle roche réservoir.

## III.2. SYSTEME JURASSIQUE

### A) ROCHE MERE :

Elle d'âge Domérien est la principal roche connu dans la région de fait de leur épaisseur et leur teinte noirâtre avec des traces d'Hydrocarbures, le TOC de la roche atteint le 8 %, (ONAREP., 2003) comme le cas d'indice d'Issouka (Fig. 70.), mais dans d'autre est très faible TOC  $\approx$  0,6 % (Ras El Ma Taza). On général la roche mère peut être existé dans les séries de calcaires marneux Jurassique largement développées dans la fosse du Moyen Atlas. On effet, les forages sont arrêtés avant qu'ils arrivent à explorer ces niveaux, **cette suggestion reste à faire.**

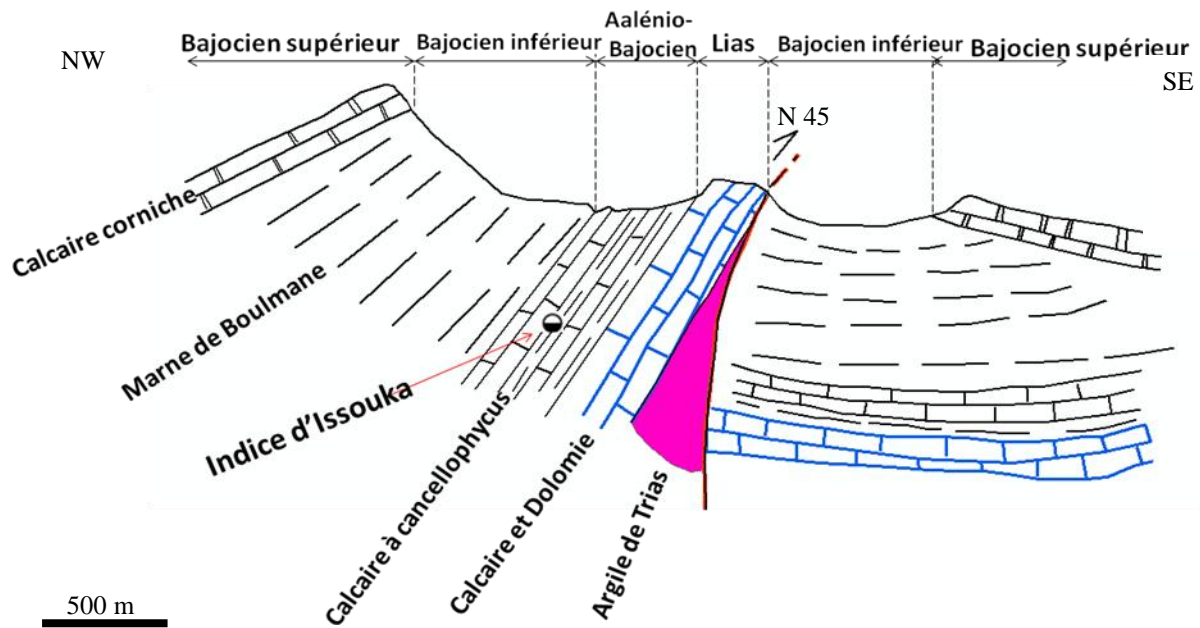


Figure 70: coupe Schématique montre l'indice d'Issouka dans les calcaires à Cancellophycus d'âge passage Aalénien- bajocien inférieur. (M. Atlas)

### B) ROCHE RESERVOIR :

La bonne roche réservoirs est reconnue par sa forte porosité et perméabilité, parmi les roches relevées dans le bassin on trouve :

- Les calcaires dolomitique inférieur à cause de sa forte fracturation pourrait être importante où la porosité est environ 20 % (ONAREP., 2003).
- Dolomie et calcaire récifal de Dogger avec une porosité atteint 12,4 %.
- Grès de Bou Rached, d'âge Callovo- Oxfordien restent l'objectif primordiale derrière l'exploration pétrolière dans la zone d'étude, mais le problème qui peut rendre l'intérêt pétrolière faible s'est le manque de couverture soit par l'érosion ou par leur absence aussi on ajoute la migration et le piégeage dans les structure demeure un autre problème, de fait de forte tectonique qu'a la zone subi.

La tectonique est responsable de la création des dépression mais il a été suivi par une forte érosion des roches couvertures Kimméridjien- Portlandien et même la partie sommitale de grès de Bou Rached a été érodée dans le KDH-1.

- Les réservoirs carbonatés du Jurassique supérieur peuvent être retenus dans la mesure où ils seront protégés par les couvertures tertiaires.

### C) ROCHE COUVERTURE :



En cas d'existence de potentialités pétrolière les roches qui peuvent jouer le rôle de couverture pour les couches réservoirs sont :

- Marne de Bechyne d'âge Toarcien pour les calcaires et dolomies de lias inférieur.
- Les argilo-calcaires du Kimméridjein portlandien pour les grès de Bou Rached.

### III.2. SYSTEME TERTIAIRE :

Roche mère : la synthèse Bibliographique a montré que les séquences argileuses renferment des niveaux riches en Matière Organique pouvant générer du Gaz Biogénique.

Roche réservoir : constituée par des niveaux gréseux d'une porosité arrive jusqu'à 30 %, cette couche est piégés à l'intérieur de la couche mère sous un pièges biseautés, cette couche est surmonté par une roche marneux qui pourrait constituer la couche couverture.

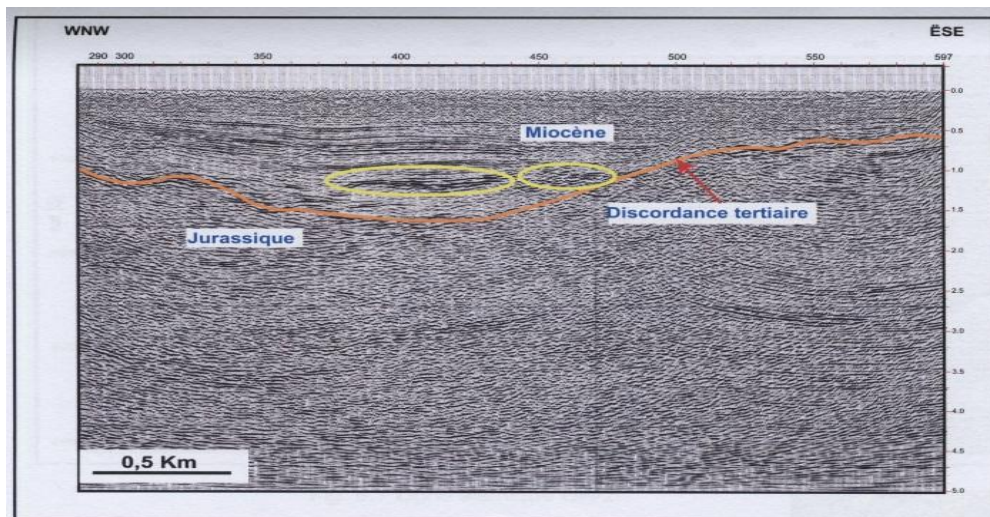


Figure 71: Exemple d'un piège biseauté à l'intérieur de la roche mère (marne bleue d'âge Tortonien)  
(ONAREP., 2003).



## CONCLUSION ET RECOMMANDATION

L'Etude géologique, structurale et les travaux de terrain ainsi que les analyses sismostructuraux et forages nous ont permis de définir la géométrie du bassin de Guercif et de cerner l'évolution géodynamique de toute l'extrémité NE du moyen Atlas, les résultats de cette étude sont :

L'existence de deux domaines dans le bassin de Guercif, un domaine occidental caractérisé par des structures orienté NE-SW et qui constituent le prolongement du moyen atlas vers le NE et un domaine oriental caractérisé par des structures orientées vers E-W appartenant au domaine du Maroc oriental et des hauts plateaux.

Quatre grandes phases tectoniques dites majeures ont été détectées et ont ainsi affecté le bassin et ses pourtours environnent :

- ❖ Après la phase rifting durant le Trias et le Jurassique marquée essentiellement par des demi-grabens, la compression alpine comprend 3 phases
- ❖ Phase d'âge anté-miocène, caractérisé par :
  - La réactivation d'anciennes failles normales Jurassique-triasiques, cette réactivation s'est manifestée par une reprise des failles normales en failles inverses.
  - L'implication du socle paléozoïque, surtout dans la partie centrale du bassin est due probablement à l'absence des niveaux de décollement au sein des formations de Trias., durant cette phase il y a eu des formations rides et des déponcentres, dont les directions varient du NE-SW dans la partie occidentale à E-W dans la partie orientale.
- ❖ Phase d'âge Tortonien supérieur marqué par une série de failles normales guidant la transgression Tortonien sur une zone de haut fond de jurassique, la période suivie d'une régression marine d'âge messénien où les formations Tortonien ont subi une petite élévation sans arriver au stade de déformation.
- ❖ **Phase** d'âge pliocène à récent, correspond à la déformation de toute la séquence Tertiaire et Jurassique et la reprise des anciennes failles.

De point de vue pétrolier la zone présente trois systèmes pétroliers, il s'agit de système infra-salifères, système Jurassique et système tertiaire.



**Au Terme de cette étude, il est recommandé de :**

- Faire des Echantillons sur les pourtours du bassin, surtout dans la partie NW du bassin, précisément dans le contact Prérif- Bassin miocène Guercif pour chercher des roches mères comme celles trouvée dans Issouka (M. Atlas).
- Implantés des forages dans la partie SW du bassin, Moyen Atlas septentrional pour avoir l'évolution de maturité de roche mère d'Issouka dans les Horizons profond, sous les marnes de Boulmane, et aussi déterminer son évolution dans l'extrémité SW du bassin de Guercif.
- Implantée des forages dans le Prérif, puisque le miocène de Guercif a été chevauché par le Prérif et qu'il y a des indices des enclaves calcaires fétides fait montés par le diapir du Front Sud Rifain, pour rechercher l'évolution de la roche en profondeur qui ont été probablement piégées par ce diapir salifères.



## REFERECES BIBLIOGRAPHIQUES

- BENBOUZIAN A., 1984. Stratigraphie et sédimentologie du lias et du Dogger inférieur du bassin de Guercif. Thèse 3<sup>ème</sup> Cycle, Univ. Claude Bernard, Lyon.
- BENHADDOU A., 1987. Etude de synthèse petrophysique et géologique du bassin de Guercif & Essai des corrélations des sondages réalisées sur ce bassin. KDH-1/GRF-1/MSD-1/TAF-1X.
- BELAKHDIM A et al., 1989. Etude Sédimentologique des grés de Bourached, Mémoire de Fin d'Etude (ENIM).
- BENZAQUEN M., 1964. Sur la puissance exceptionnelle des formations jurassiques du J. Ouarirt (Moyen Atlas Septentrional, Maroc) C.R. Somm.Soc Geol. Fr., Fasc 5 ; P. 190-191.
- BENZAQUEN M., 1965. Etude stratigraphique préliminaire des formations du bassin de Guercif.
- BERNINI., 1992. Données stratigraphiques nouvelles sur le Miocène supérieur du bassin de Taza- Guercif (Maroc Nord- Oriental).- Bull. Soc. Geol. France, 163/1, 73-76.
- BRPM., 1973. Rapport géologique final du sondage de Guercif 1 (GRF-1).
- BRPM., 1976. Rapport sur l'étude géologique complexe du bassin de Guercif, d'après la corrélation entre les données géologiques de Surface et les données géologiques.
- CHARROUD M., 2002. Evolution géodynamique des Hauts Plateaux (Maroc) et de ses bordures du Mésozoïque au Cénozoïque. Thèse Doct. Etat, Fès, 314 p.
- COLLETA., 1977. Evolution néotectonique de la partie méridionale du bassin de Guercif. (Maroc Oriental). Thèse 3ème Cycle Univ. Grenoble, 1-136.
- COLO G. et MORIN Ph., 1952. Sur l'extension du miocène au Sud et à l'Ouest de Taza. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc. T.
- COLO G. et al., 1961. Contribution à l'étude du Jurassique du Moyen Atlas Septentrional. Notes et Mémo. Serv. Geol. Maroc, n° 139 et 139 bis.
- COLO G. et al., 1970. Permis de Guercif Sud et de Guercif Nord.



- COURBOULEIX S., DELPONT G. & DESTEUCCQ C., 1981. Un décrochement E-W au nord du Maroc à l'origine des structures plissées atlasiques. Argument géologiques et expérimentaux. Bull Soc. Géol. Fr, (7), tXXIII, n°1, PP. 33- 43.
- DU DRESNAY.R. et KUNTZP., (1964). Un affleurement de Bajocien supérieur à faune d'Ermoceras dans la vallée de la moyenne Moulouya. (Maroc). C.R. Somm. Soc. Geol. Fr., Fasc. 5, P. 211-212.
- HAFFANE A. et al., 1985. Sondage MSD-1 micropaléontologie, analyses des carottes, sédimentologie et géochimie. Rapport ONAREP.
- HERVOUET Y et al., 1985. Géodynamique alpine (Trias- Actuel) de la marge septentrionale de l'Afrique, au Nord du bassin de Guercif (Maroc oriental). Notes Mem. Serv. Geol Maroc. Rabat. N° 358.
- HINAJE S., CHARROUD M. A. et FEDAN B., 1991. Evolution géodynamique méso-cénozoïque du Moyen-Atlas : l'exemple de la transversale Tihboula–Boulemane–Anjil. 9° Colloque des Bass. Sédi. Maroc., pp. 28 - 29.
- HINAJE S., 1991. Evolution géodynamique méso-cénozoïque du Moyen-Atlas (Maroc), l'exemple de la transversale Almis Guigou-Boulemane-Anjil. D.E.A., Fac. Sci. Tunis, 125 p. carte h.t.
- HINAJE S. et AÏT BRAHIM., 2002. La chaîne atlasique marocaine : résultat du rifting triasico-liasique et d'une tectonique polyphasée méso-cénozoïque. Sixth International Conference on the Geology of the Arab World (GAW-6) (Cairo University, Gisa, Egypt).
- HINAJE S. et AÏT BRAHIM L., 2002. Paléocontraintes triasico-liasiques dans le Moyen Atlas : modèle d'ouverture et de fermeture du rifting atlasique NE-SW. 3° Réunion du Groupe Marocain du Permien et du Trias (GMPT3).
- HINAJE S., 2004. Tectonique cassante et paléochamps de contraintes dans le Moyen Atlas et le Haut Atlas central (Midelt-Errachidia) depuis le Trias jusqu'à l'actuel. Thèse Doc. Etat, Univ. Rabat, 363p.
- HORONO O., 1954. Sondage de Tafrata. (Debdou 3-4). Rapport de Fin de Compagne BRPM (classement. 421-24).
- MARCAIS J., 1936. la constitution géologique de la région au Nord de Taza et de Guercif. (Maroc oriental). C.R.Ac.,t. 202, P. 2003.





- MICHARD A., 1976). Eléments de Géologie du Maroc. Notes Mem. Serv. Geol. Maroc N° 252.
  - MM. J. P. RICHERT. P VERDIER. G PERRIN. P SEHANS., 1971.  
Reconnaissance structurale sur le permis de Guercif.
  - MONTJAMONT M. et LORENCHET DE., 1963. Le Bathonien et le Jurassique supérieur de la plaine de Guercif et de ses bordures (Maroc oriental). C.R. Somm. Soc. Geol, Fr., Fasc 3, P. 102-103.
  - MONTJAMONT M. LORENCHET DE., 1964). Le Bajocien du Moyen Atlas oriental (Maroc) C.R. Somm. Soc. Fr., Fasc. 3, P. 110-112.
  - MONTJAMONT M. LORENCHET DE., 1964. La limite du Bajocien et du Bathonien dans le Moyen Atlas Oriental (Maroc) C.R. Somm. Soc. Fr., Fasc. 3, P. 110-112.
  - ONAREP., 1986. Rapport d'études sur le sondage MSD-1.
  - ONAREP., 1996. Guercif, synthèse géologique et apport de la sismique.
  - ONAREP., 2004. Evolution du Potentiel pétrolière du bassin de Guercif.
  - OUMALCH F., 1999. projet d'Etude « Thème Jurassique »- chapitre 2 : Etude de Synthèse stratigraphique. Rapport ONAREP.
  - ROBILLARD D., 1978. Etude stratigraphique et structurale du Moyen Atlas septentrional (région de Taza- Maroc) Thèse de 3° cycle, Lille, 178 p.
  - ROBILLARD D., 1979. Tectonique synsédimentaire du Moyen Atlas septentrional au Sud de Taza (Maroc). Bull. Soc. Géol. Fr, 7,t. XXI, n°4, pp. 441-447.
  - ROCH E., 1950. Historique stratigraphie du Maroc. Notes Mem. Serv. Geol, N° 80.
  - ZIZI. M., 1996. Triassic- Jurassic extensional systems, and their Neogène reactivation in Northern Morocco (Rides prerifaine & Guercif bassin). Ph.D Doctorate, Rice. University, Houston.
- W. VAN. LECKWYCK., 1934. Etude géologique de la bordure occidentale du massif de Masgout.



## LISTE DE FIGURES

Figure 1: Carte géologique du Maroc (PIQUEE., 1994) et situation du secteur d'étude (Bassin de Guercif) .....	9
Figure 2 : Situation de la zone d'étude; B) extrait de la Carte géologique 1/1000000 du Maroc région de Guercif .....	10
Figure 3: Carte géologique de bassin de Guercif et ces bordures environnant (Colo., 1951) carte digitalisée et redessinée .....	13
Figure 4: Photo montrant l'Affleurement triasique dans l'accident Sud Moyen Atlasique .....	15
Figure 5: Photo montrant le Calcaires de l'Ouarirt d'âge Domérien (M. Atlas) .....	16
Figure 6: Figure 6: Photo montrant les marnes de Bechyine surmontée par des marnes de Boulmane et Calcaire Corniche, (M. Atlas). .....	17
Figure 7: Photo montrant les Calcaires à Cancellophycus d'âge Aaléno- bajocien inférieur .....	18
Figure 8: Photo montrant les Calcaires Corniche d'âge Bajocien supérieur (M. Atlas).....	18
Figure 9: Photo montrant les Calcaires et dolomies des Hauts Plateaux Aaléno-Bajocien. ....	19
Figure 10: Formation basale continental (Draa Sidi Saada) de couleur rouge qui est discordant sur le jurassique suivie par une formation marine (formation de Ras el Ksar) à l'Ouest de Haloua Richa. (ONAREP, 2003).....	20
Figure 11 : les calcaires lacustres d'âge pliocène discordant sur les marnes miocènes .....	21
Figure 12: Passage latéral de faciès Pliocène entre Bassin et Bordure Moyen Atlas Septentrional.....	21
Figure 13: Photo montre les dépôts de terrasse, conglomérats et des galets à ciments gréseux et limons .....	22
Figure 14: Log-synthétique du bassin de Guercif .....	23
Figure 15: Log-Corrélation synthétique de Guercif et son pourtours environnant (ONAREP, 2003) redessiné .....	24
Figure 16: Carte qui montre les traits majeurs structuraux limitant le bassin de Guercif et les coupes levés dans le terrain.....	25
Figure 17 : Photo Panoramique qui montre le contact domaine Rifain et bassin du Guercif.....	26
Figure 18: Coupe schématique montre le contact sud rifain et le bassin de Guercif .....	26
Figure 19: Photo montrant le jeu chevauchant du FSR et le schéma expliquant le jeu.....	27
Figure 20: Affleurement des argiles salifères ; A) forme de diapir salifère ; B) Photo montrant le galerie pour exploitation des sels gemme à matrice conglomératiques.....	28
Figure 21: Photo montrant des enclaves de calcaires fétides trouvée en dessus de diapir .....	28
Figure 22: Coupe schématique de Jebel Ouarirt qui est lilité au sommet par une faille inverse (RICHERT et al., 1971). .....	29
Figure 23: Coupe schématique de Jebel Irhfker à cœur liasique qui chevauche vers le SE du M. Atlas.....	29
Figure 24: Photo panoramique montrant les jebels El Ahmar et Irhfker .....	30



---

Figure 25: Coupe schématique de Jebel Arhdis passage de l'Accident Sud Moyen Atlasique .....	30
Figure 26: Figure 28 : Flexure de Sidi Saada .....	32
Figure 27: Modèle Tectonique de Flexure de Sidi Saada résultats d'un chevauchement aveugle .....	32
Figure 28: Coupe schématique de diapir de Bou Irhraïen, (Colleta et al., 1977) redessinée .....	33
Figure 29: coupe schématique illustrant la discordance angulaire de Ras El Ksar .....	33
Figure 30: Photo montrant les dépôts en Onlap miocène sur les marnes bajocien de Sakka .....	34
Figure 31: Modèle illustrant les dépôts sédimentaires en Onlap .....	34
Figure 32: Photo montrant les calcaires récifales édifiée par des organismes constructeurs .....	35
Figure 33: Coupe schématique de Jebel Kebibicha (BENZAQUEN, 1965) .....	36
Figure 34: Coupe schématique illustrant le diapir de Kebacha (Colleta., et al 1977) redessinée .....	36
Figure 35: Coupe schématique montrant les diapirs de Haloua Richa et Rhorjia au S à SE du bassin..	37
Figure 36: Carte structural de bassin de Guercif .....	38
Figure 37: Schéma des directions des failles et des plissements ; A : direction des plis (d'après Colleta., 1977) ; B: Failles Inverses ; C : Failles normales .....	38
Figure 38: Carte paléo tectonique et paléogéographique du domaine atlasique au Trias supérieur et stéréogrammes des épisodes tectoniques équivalents (AIT BRAHIM et al., 2002) .....	40
Figure 39 : Carte Paléotectonique et paléogéographique du domaine atlasique au cours de la période d'âge post-Bathonien et anté-Barrémien ; et stéréogrammes des épisodes tectoniques équivalents (Hinaje et al, 2015).....	42
Figure 40: Carte Paléotectonique du bassin de Guercif au cours de la phase Tortonien (Zizi., 1991)..	43
Figure 41: Paléogéographique du Nord du Maroc au cours du Tortonien supérieur- Messénien (ZIZI, 1991). .....	44
Figure 42: Carte Paléotectonique de bassin de Maroc au Pliocène à quaternaire. (AIT BRAHIM et al., 2002)	45
Figure 43: Principe de la réflexion sismique avec les différentes ondes.....	46
Figure 44: Acquisition sismique A) Acquisition en ONSHORE ».B) Acquisition en OFFSHORE.....	47
Figure 45: représentation simplifiée d'un système pétrolier.....	50
Figure 46 : Formation du pétrole et du gaz naturel dans la roche mère. ....	50
Figure 47: Porosité et perméabilité dans des différents sédiments. ....	50
Figure 48: migrations primaire et secondaire du pétrole conduisant à la formation d'un gisement ...	51
Figure 49: les différents pièges des hydrocarbures.....	53
Figure 50: Carte géologique de Guercif montrant la localisation de lignes sismique et forages .....	54
Figure 51: Ligne sismique GR27 et 84G .....	55
Figure 52: Courbe profondeur = f (TWT) : A) TAF-1X au point de tir 270 ; B) MSD-1 au point de tir 21057	
Figure 53: Analyse sismostructural de la ligne GR 27.....	63
Figure 54: Analyse sismostructurale de la Ligne sismique 84GR19 .....	66
Figure 55: Log- Stratigraphique de forage GRF-1 et MSD-1 .....	68
Figure 56: Log-Stratigraphique de Forage KDH-1 et TAF -1X .....	69
Figure 57 : Coupe corrélation 2 entre KDH-1, TAF-1X et GRF-1 .....	70
Figure 58: Corrélation MSD-1 et TAF-1X .....	72
Figure 59: Corrélation entre forage KDH-1 et TAF-1X .....	74

---



---

Figure 60: Carte géologique et structural de Guercif .....	76
Figure 61: Coupe géo-sismique GR 27 ulistrant le rifting atlasique d'âge trias jurassique .....	78
Figure 62: Coupe géo-sismique 84GR19 montre l'inversion tectonique lors de la compression alpine79	
Figure 63: Modèle tectonique illustrant l'inversion tectonique .....	79
Figure 64: Coupe géo sismique de la ligne GR03 montrant l'extension tortonien (Zizi, 2004).....	80
Figure 65: Evolution géographique du bassin du Guercif entre trois points : KDH-1, MSD-1 et GRF-1 82	
Figure 66: Coupe Paléogéographique du bassin du Guercif de direction W-E .....	83
Figure 67: Evolution géographique du bassin du Guercif le long de la direction WSW-ENE .....	85
Figure 68: Carte paléogéographique du Nord Afrique au bathonien- callovo Oxfordien ( Fedan, 1988)86	
Figure 69: Log Stratigraphie représente le système pétrolier dans le bassin de Guercif (ONAREP, 2003) 89	
Figure 70: coupe Schématique montre l'indice d'Issouka dans les calcaires à Cancelllophycus d'âge passage Aalénien- bajocien inférieur. (M. Atlas) .....	91
Figure 71: Exemple d'un piège biseauté à l'intérieur de la roche mère (marne bleue d'âge Tortonien)92	

### LISTE DE TABLEAUX

Tableau 1: des vitesses de stack et de temps double(TWT) de GR27 et 84GR19.....	55
Tableau 2: montre les toits des horizons géologiques du TAF-1X et MSD-1	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Tableau 3: Tableau 3 : Les profondeurs des horizons en fonctions des vitesses de stack et de (TWT). .....	56
Tableau 4; Tableau 4 : Données utilisées pour la correction statique.....	58
Tableau 5: Tableau 5 : Résultats de calculs de la correction statique.....	58
Tableau 6: les temps double des horizons du puits TAF-1-1X avant et après la correction... 59	
Tableau 7: Les temps double des horizons du MSD-1 d'avant et après la correction .....	60
Tableau 9:Chronologie de déformation dans le moyen atlas et bassin de Guercif (ONAREP, 2003) .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>