

N° d'ordre : 07/DSTU/2012

# MEMOIRE

Présenté

à

L'UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID-TLEMCCEN  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA  
TERRE ET DE L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

Pour obtenir

## LE DIPLÔME DE MASTER ACADEMIQUE

Spécialité

**Géo-Ressources**

par

Abdelkader LELE ISSA HALIDOU

---

### STRUCTURE ET EVOLUTION DU BASSIN OFFSHORE DE BOU ISMAIL

---

Soutenu le 04 juillet 2012 devant les membres du jury :

Fatiha HADJI, MA (A), Univ. Tlemcen

Abbas MAROK, Maître de Conférences (A), Univ. Tlemcen

Rabah BRACENE, Docteur, Exploration-Sonatrach

Mustapha BENCHOUK, MA (A), Univ. Tlemcen

BENRAMDANE Hocine, MA (B), Univ. Tlemcen

Président

Encadreur

Co-Encadreur

Examineur

Examineur

# MEMOIRE DE MASTER

**Type de Master : Académique**

**Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers**

**Filière : Sciences de la Terre**

**Spécialité : Géo-Ressources**

**Titre du mémoire : STRUCTURE ET EVOLUTION DU BASSIN OFFSHORE  
DE BOU ISMAIL**

**Auteur :** Abdel-kader LELE ISSA HALIDOU

## **Résumé**

La baie de Bou Ismail, sujet de ce présent étude fait partie de la marge algérienne qui depuis 2003 est l'objet de plusieurs campagnes de prospections au cours desquelles des données sismiques et bathymétriques ont été acquises.

Ainsi, ce travail a pour but de convertir ces données sismiques en termes géologiques. L'analyse et l'interprétation des sections sismiques au niveau de notre région d'étude ont permis d'identifier plusieurs structures résultats des déformations syntectoniques notamment des plis, des failles, des diapirs, des chevauchements et des discordances et de décrire leur évolution dans le temps.

Certaines de ces structures offshore, en intégrant des données géologies de la région, sont relations avec des structures géologiques mises en évidence dans la partie onshore

**Mots-clés :** baie de Bou Ismail, marge algérienne, prospection, sismique, bathymétrique, déformations syntectoniques, plis, failles, chevauchement, discordances, évolution, offshore, onshore.



## AVANT-PROPOS

“Il n’est point de thèse qui soit un travail individuel puisque de nombreuses personnes et institutions y contribuent pour qu’enfin l’auteur arrive au bout de son entreprise. A ce stade l’auteur adresse des mots pour rendre hommage et exprime toute la reconnaissance à ceux qui l’ont aidé. Mais les mots peuvent-ils vraiment réduire les dettes contractées ?”

J’ai emprunté ces mots à la personne qui sans lui ce travail n’aurait pas vu le jour. Je dénomme Monsieur BRACENE Rabah, Docteur à la SONATRACH Division Exploration à Boumerdès, je tiens à le remercier pour sa disponibilité, pour m’avoir suivie et enrichir mes connaissances, j’ai beaucoup appris avec lui en si peu de temps. Je reste d’ailleurs impressionner par son esprit d’analyse et de synthèse. Merci de m’avoir guidé vers l’essentiel.

Je tiens à remercier également Monsieur MAOUCHE Saïd du Centre de Recherche en Astronomie, Astrophysique et Géophysique (CRAAG) pour ces conseils et son aide pour la réalisation de ce projet.

Je suis redevable à Monsieur MAROK Abbas, non seulement pour m’avoir encadré, mais parce qu’il n’a ménagé aucun effort pour nous mettre dans les meilleures conditions d’études. Je lui dois toute ma reconnaissance de m’avoir appris la rigueur et la discipline, il m’a beaucoup aidé, qu’il trouve ici toute ma gratitude.

Je dois toute ma reconnaissance à Madame HADJI Fatiha d’avoir accepté de présider le jury. Je n’oublierai jamais les précieux conseils qu’elle nous a prodigués en tant qu’enseignante très soucieuse du succès de ses étudiants. Je lui exprime ma gratitude et mes remerciements.

Je suis honoré par la présence de Monsieur BENCHOUK Moustapha parmi les membres de mon jury. Je le remercie de m’avoir donné les bases nécessaires qui m’ont permis d’opter pour ce sujet et d’avoir une passion grandissante pour la géophysique.

C’est un grand plaisir pour moi de compter Monsieur BENRAMDANE Hocine parmi les membres du jury. Je lui dois toute ma reconnaissance d’avoir accepté d’examiner ce travail.

Pour finir, j’adresse mes sincères remerciements à l’ensemble des enseignants et personnels de notre département des sciences de la terre et de l’univers qui m’ont encadré durant mon cursus et m’ont aidé et offert d’excellentes conditions pour mener à bien mon projet.

## *DEDICACES*

*Ce modeste travail est dédié :*

*A mes très chers parents qui ne cessent de prier pour moi, qui continuent de me prouver tout l'amour et l'affection qu'ils portent en moi*

*A mes frères et sœurs, cousins et cousines, neveux et nièces, oncles et tantes qui m'ont fait confiance et qui continuent de me soutenir dans mes projets*

*A mes amis, collègues et compatriotes de Khemis Miliana, Alger et Boumerdes*

*A mes amis et promotionnaires de Tlemcen*

*A tout ce qui de près ou de loin a contribué pour la réalisation de ce travail*

*A tout ce qui le lira et me reconnaisse et ce qui ne me connaîtra jamais*

*A la mémoire de ces personnes si chères pour moi, qui ont été toujours présentes pour moi et qui ne liront jamais ce modeste travail : ma très chère et regrettée maman dont ces prières continuent de faire effet sur moi, mon Grand père Koanda Pedro Boni Salif et mon oncle Illa dont leurs conseils me donnent le courage de continuer à me battre davantage, de tirer ce qui est bien du mal et de ne pas reculer devant les épreuves de la vie. QUE LEUR AME REPOSE EN PAIX*

*LELE I. H. Abdel-kader*

# TABLES DES MATIERES

AVANT-PROPOS

RESUME

ABSTRACT

INTRODUCTION

1- Problématique.....	1
2- But de travail.....	2
3- Méthodologie .....	3

CHAPITRE I DONNEES : METHODES ET PRINCIPE D'ACQUISITION

1- Acquisition des données.....	5
2- Données utilisées.....	6
2.1- Données bathymétriques.....	6
2.2- Données de sismique réflexion.....	9

CHAPITRE 2 GENERALITES : CONTEXTES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

1- Situation géographique.....	12
1.1- Géographie .....	12
1.2- Aspects géomorphologiques .....	12
1.2.1- La plaine de la Mitidja .....	12
1.2.2- Les Monts du Sahel.....	13
1.2.3- La baie de Bou Ismail .....	13
2- Situation géologique.....	15
2.1- Aspects stratigraphiques.....	15
2.1.1- Le Massif d'Alger .....	15

2.1.2- Le Massif de Chenou .....	15
2.1.3- Le Sahel .....	16
2.2- Aspects structuraux de l'Algérois.....	18
2.2.1- Les zones internes .....	19
2.2.2- Le domaine des Flyschs .....	19
2.2.3- Le bassin de la Mitidja .....	20

### CHAPITRE 3 : INTERPRETATION DES SECTIONS SISMIQUES ET EVOLUTION

1- Interprétation des sections sismiques.....	23
2- Description et interprétation des sections .....	24
2.1- Section sismique 1 .....	24
2.1.1- La zone A.....	24
2.1.2- La zone B.....	27
2.1.3- La zone C .....	29
2.2- Section sismique 2.....	31
2.2.1- La zone D .....	31
2.2.2- La zone E.....	34
2.3- Section sismique 3.....	36
2.3.1- Observation et interprétation.....	36
2.3.2- Différentes formes de diapirs .....	37
3- Signification géologique des observations.....	39
4- Contexte géologique de la région de Bou Ismail: Cadre de la marge algérienne.....	40
4.1- Traits généraux de la marge algérienne.....	40

CONCLUSION.....	43
-----------------	----

### LISTES DES FIGURES ET TABLEAUX

## BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE I.....	P i
ANNEXE II.....	P iv
ANNEXE III.....	P xvi
ANNEXE IV.....	P xx

*INTRODUCTION  
GENERALE*

## INTRODUCTION

### 1- PROBLEMATIQUE

La connaissance du sous-sol revêt d'une importance primordiale dans de nombreuses activités humaines.

De l'agriculteur à l'ingénieur de génie civil ou l'architecte en passant par le géologue prospecteur, le sismologue, le préhistorien, ..., tous ont besoin de connaître certaines propriétés du sol et du sous-sol pour prévoir la qualité des récoltes, implanter des fondations, mettre en évidence les ressources naturelles (eau, mine, pétrole), connaître les risques sismiques, retrouver les traces des civilisations disparues...

Aujourd'hui, les ressources minières et énergétiques (hydrocarbures, uranium,...) enfouies dans le sous-sol sont incontournables pour le développement d'un pays et s'avèrent très utiles dans vie quotidienne des êtres humains.

Bref, la richesse d'un pays dépend en partie de la richesse enfouie dans son sous-sol.

En Algérie, depuis la découverte des premiers indices de pétrole en 1895 à Ain Zeft dans le bassin de Cheliff, Nord de l'Algérie, le sous-sol algérien ne cesse d'être l'objet de plusieurs campagnes de prospection en vue de découvrir la moindre trace d'huile.

Ces recherches d'exploration ont permis d'appréhender l'ensemble la géologie onshore algérien, d'identifier les différents accidents et de passer à la loupe sa structure afin de répertorier les moindres indices des hydrocarbures et d'autres ressources.

Vu que ces ressources énergétiques sont épuisables et ne sont pas renouvelable, la recherche des nouveaux gisements s'impose.

L'un des domaines qui reste inexploré est le domaine offshore algérien. En fait, l'Algérie à une cote méditerranéenne d'environ 1200 km. La marge algérienne se caractérise par une sismicité relativement active du fait des mouvements tectoniques complexes de convergence de la plaque africaine au Sud et de la plaque européenne au Nord à la vitesse estimée à environ 5 mm/an à la longitude d'Alger (Nocquet et Calais, 2004). Parmi les nombres séismes enregistrés dans le catalogue des séismes en Algérie du CRAAG, le foyer de certains entre eux est localisé en Mer.

Le 21 Mai 2003, un séisme de Mw : 6.9 frappe la cote algérienne faisant des dégâts matériels considérables, beaucoup des pertes en vies humaines dans la région de Boumerdès et provoquant des déséquilibres naturels.

Face à ces activités naturelles inévitables, s'ajoute un manque ou une insuffisance des données concernant cette marge algérienne.

Ainsi, le séisme de Boumerdés, active le projet MARADJA qui a pour but d'acquérir des données concernant

- La déformation active : disposition, relation entre failles actives, enracinement des failles, sismo-tectonique ;
- Les risques sismiques et gravitaires : identification des segments de faille, origine de la segmentation, potentiel sismogène, géométrie et enracinement des glissements ;
- La reprise en compression d'une marge passive Néogène : liens avec l'histoire géodynamique (mise en place du système Tell-Rift, des zones internes (Kabylie), et évolution Plio-Quaternaire), importance de l'héritage structural, compatibilité cinématique entre les blocs.
- Le potentiel pétrolier

Cette campagne océanique de prospection, dont les investigations continuent actuellement, qui a balayé toute la cote algérienne, a permis d'enrichir la banque de données géologiques de la marge algérienne et aussi l'amélioration des connaissances de certaines structures déjà étudiées sur la cote.

Ce travail est consacré à l'étude d'une partie de la marge algérienne notamment la zone comprise entre Chenoua et Alger précisément au niveau de la baie de Bou Ismail.

Ainsi, après une brève présentation des informations d'ordre géographiques, géologiques et stratigraphiques recueillies sur la région d'étude, nous passerons à la description des techniques et méthodes d'acquisition des données géophysiques utilisées pour réaliser ce travail.

Aussi, la méthodologie suivie durant ce travail sera expliquée et détaillée avant de passer à l'interprétation des profils sismiques qui couvrent la région proposée à l'étude.

Enfin, en annexe, vous trouverez des rappels concernant les différentes méthodes géophysiques, la géologie structurale ainsi qu'un bref aperçu de l'aspect pétrolier.

## **2- BUT DU TRAVAIL**

Ce présent travail, qui est une contribution à la méthode sismique réflexion dans l'approche structurale, a pour objectif principal :

- De déterminer les différentes structures géologiques au niveau de la baie de Bou Ismail en se basant sur l'interprétation des sections sismiques issues de la campagne MARADJA 2003
- D'étudier l'évolution du bassin offshore de Bou Ismail en intégrant les différentes données géophysiques et géologiques disponibles pour cette région.

- De déduire des pièges susceptibles de contenir des hydrocarbures, s'ils existent au niveau de ce bassin

### **3- METHODOLOGIE**

La méthodologie suivie pour réaliser ce travail comporte différentes étapes :

- 1- Etape de la recherche bibliographique sur la région d'étude : Elle a concerné la réalisation de la synthèse des principaux travaux réalisés dans l'Algérois et sur la marge algérienne d'une manière générale.
- 2- Acquisition des notions de géophysiques : Elle permet d'acquérir des connaissances sur les méthodes de géophysique notamment la sismique réflexion.
- 3- Interprétations des données de sismique réflexion : Plusieurs étapes spécifiques aux techniques de l'interprétation sismique. Elle constitue l'étape charnière du travail dans la mesure où il s'agit d'extraire des informations à partir de ces données et leur donner un sens géologique. Tout en tenant compte de l'environnement géologique général, les détails sur la section doivent être identifiés en vue de les insérer dans le contexte régional. De ce fait le choix des réflecteurs, l'organisation des dépôts, la géométrie des réflecteurs constituent des points essentiels dans l'interprétation des données sismiques.

*CHAPITRE I*

**DONNEES : DISPOSITIFS ET PRINCIPE  
D'ACQUISITION**

## LES DONNEES

Dans le cadre de ce travail, les données physiques utilisées correspondent aux données de géophysiques et de bathymétrie acquises durant la campagne océanographique MARADJA I. (MARge Active d'el-DJazair). Cette campagne s'est déroulée du 21 Août au 18 Septembre 2003, en utilisant le navire océanographique le Suroit de l'IFREMER (**fig.1**)

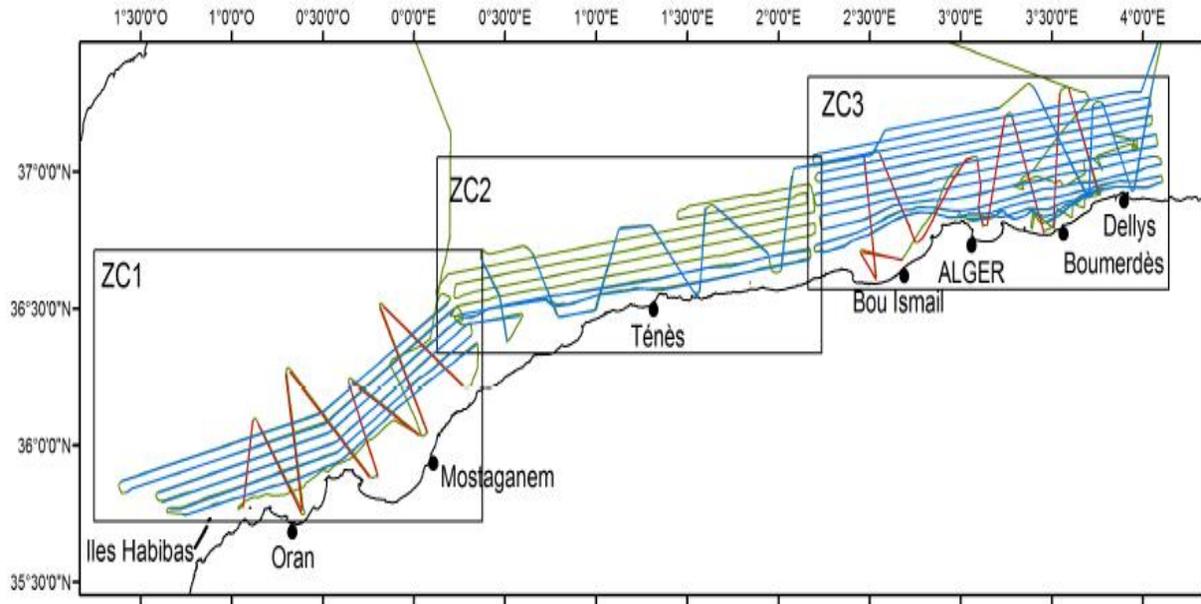


*Fig.1 Le navire de l'IFREMER, le Suroit*

### 1- ACQUISITION DES DONNEES

Au cours de cette campagne MARADJA I, plusieurs données ont été acquises. Il s'agit des données :

- bathymétriques multifaisceaux moyens fonds EM-300 - SIMRAD et petits fonds EM-1000 SIMRAD,
- de sismique de très haute résolution (CHIRP 3.5 kHz), soit (4169 km 93 000 tirs), des profils sismiques 6 traces réalisés à la cadence de 11,9 s et (802 km 62 000 tirs), des profils sismiques 24 traces réalisés à la cadence de 5,1 s, (**fig.2**),
- de gravimétrie en utilisant le gravimètre BODENSEEWERK KSS31 et
- magnétiques par le biais du magnétomètre à protons.



**Fig.2** montrant les 3 zones d'études de la campagne MARADJA 2003: ZC1 (Oran), ZC2 (Ténès) et ZC3 (Alger). En bleu : profils sismiques 6-traces, en rouge : profils sismiques 24-traces, en vert : aucune sismique, bathymétrie et Chirp en continu sur tous les profils.

## 2- DONNEES UTILISEES

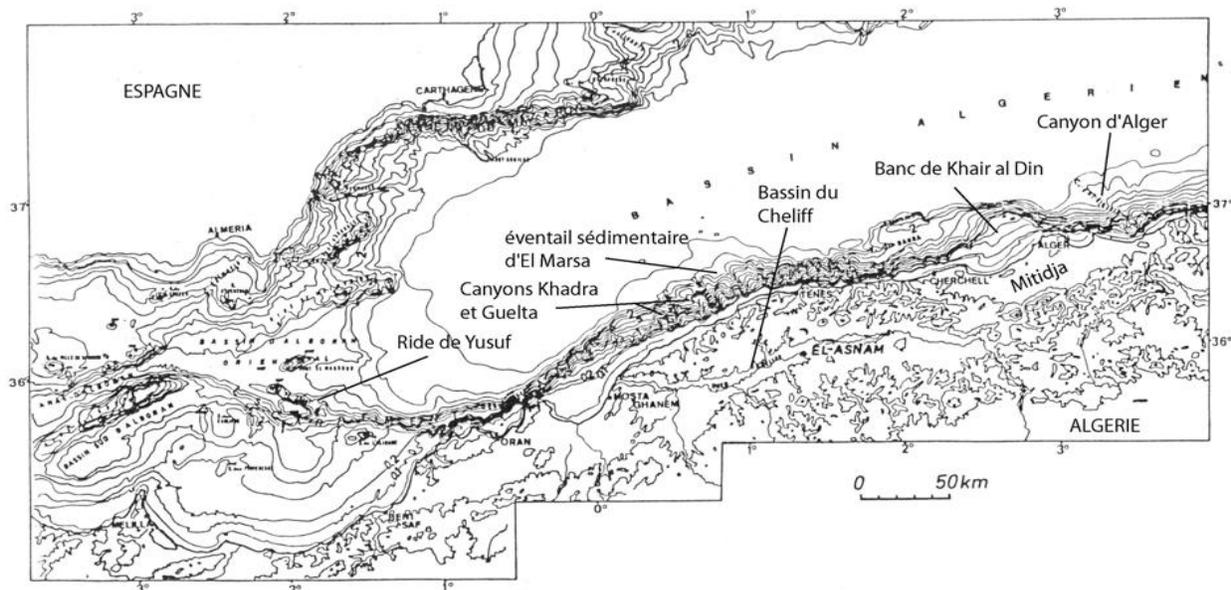
Les données utilisées dans le cadre de ce travail correspondent aux données de sismique réflexion et bathymétriques acquises dans la zone offshore située au large de Bou Ismail.

Elles correspondent aux données morpho- bathymétriques, de géologie (cartographie et coupes litostratigraphiques) et de sismique réflexion (3 sections sismiques).

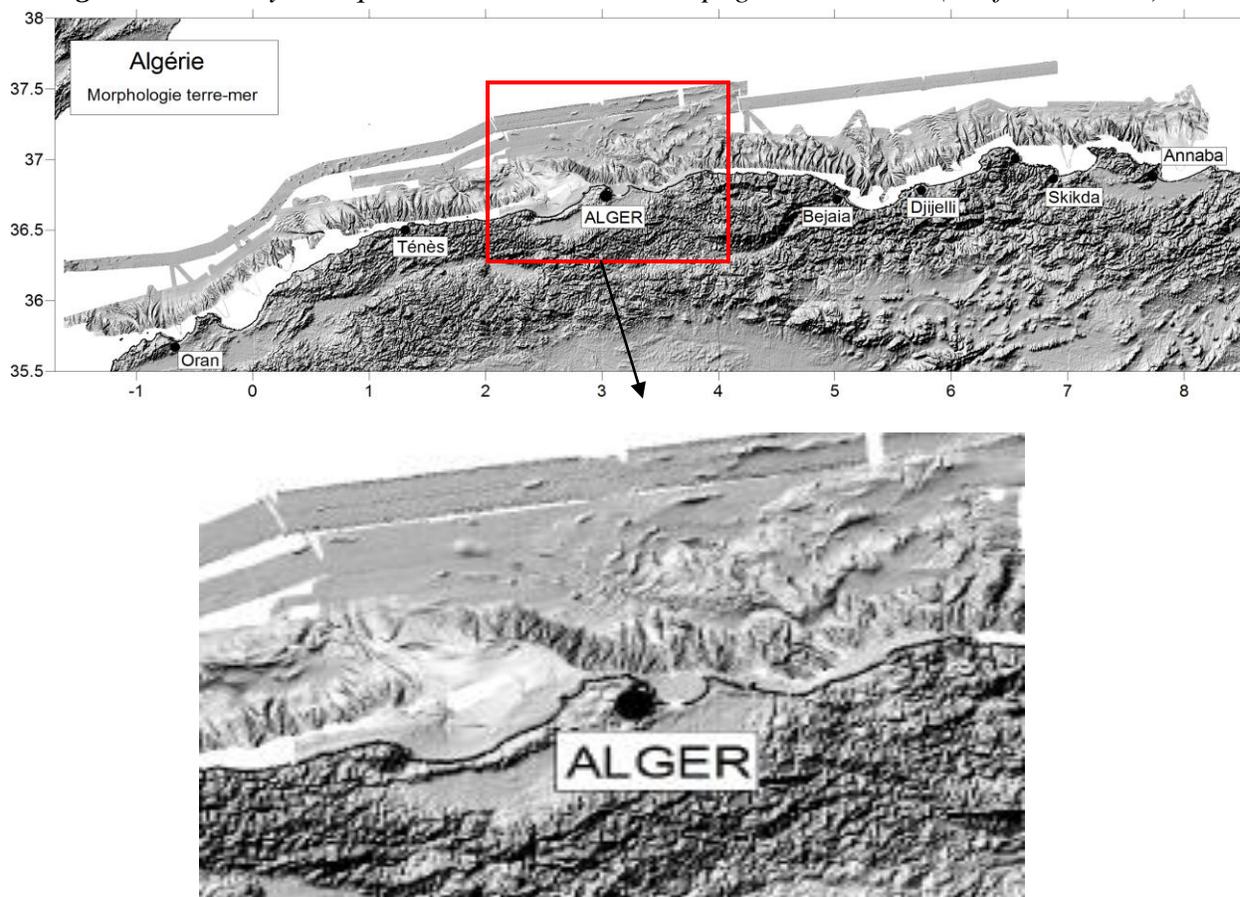
### 2.1- LES DONNEES BATHYMETRIQUES

Les données bathymétriques de la marge algérienne avant 2003 sont très anciennes (fig.3). Elles datent des années 1950. L'un des objectifs de la campagne MARADJA était donc d'acquérir des données bathymétriques modernes pour l'étude morphologique de la marge (fig.4 et 5).

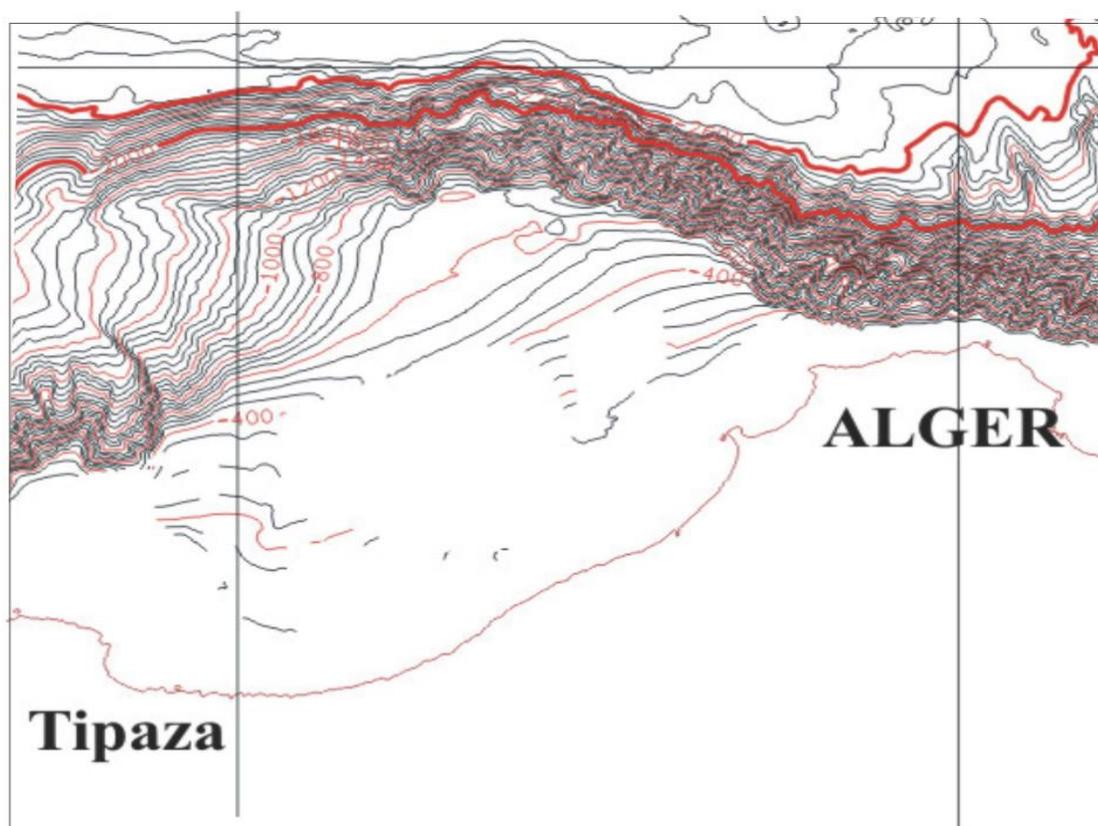
Les systèmes d'acquisition de bathymétrie multifaisceaux utilisés au cours de cette campagne furent de 2 types : Kongsberg Simrad EM300 ou EM1000 (**Tableau 1**), selon que le navire se trouvait en haut/moyen fond (bassin profond et pente) ou petit fond (plateau continental), respectivement.



**Fig. 3** Carte bathymétrique existantes avant la campagne MARADJA (Rosfelder, 1955).



**Fig. 4** Données MNT et morpho bathymétrie de la zone d'étude (Domzig 2006)



*Fig.5 Courbes bathymétriques de la région d'étude*

Sondeur	EM 300	EM 1000
Constructeur	Kongsberg Simrad (N)	Kongsberg Simrad (N)
Antennes	Planes horizontales	Circulaires
Plage de profondeur	20 – 4 000 m	0 – 1 500 m
Fréquence	32 kHz	95 kHz
Nombre de faisceaux	135	60
Ouverture angulaire	140°	150°
Largeur des faisceaux (émission x réception)	1 x 2°	3,3 x 3,3 °

*Tableau 1 : Tableau des caractéristiques des deux sondeurs Ifremer utilisés lors de MARADJA 2003*

## 2.2- SISMIQUE REFLEXION

La sismique réflexion multitrace (SMT) est une méthode qui permet d'obtenir une image du sous-sol.

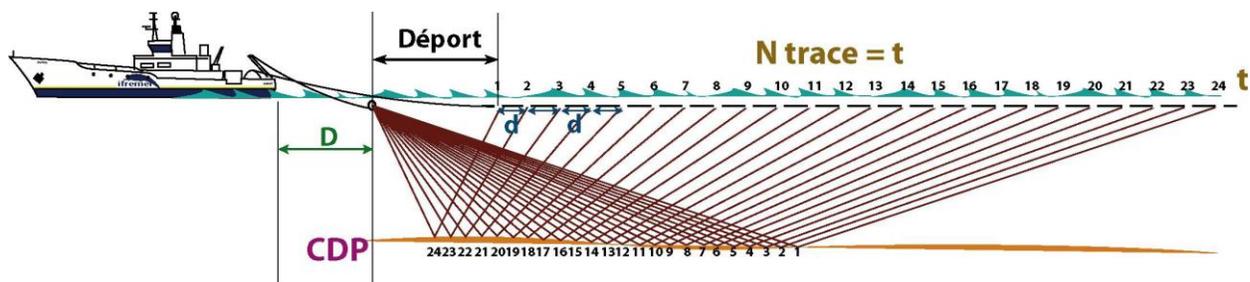
Le principe (fig.6) consiste à générer des ondes sismiques depuis la surface de la mer par le biais de canons à air (source sismique) (fig.8) dont on connaît les caractéristiques (fréquence, durée, amplitude). Ces ondes sont réfléchies sur les interfaces entre les couches présentant des contrastes d'impédance différentes.

Elles sont ensuite enregistrées dans leur ascension par des récepteurs (hydrophones) qui convertissent l'onde acoustique en tension électrique (fig27).

Les données sismiques acquises durant la campagne MARADJA I sont de deux types. Le premier type dite « rapide », comporte 6 traces, et la seconde, 24 traces.

Lors de cette campagne, le dispositif 24-traces utilisé a permis de visualiser de très haute qualité des niveaux plio-quadernaires, mais la puissance des émetteurs n'était pas suffisante pour permettre la visualisation des réflecteurs sous les évaporites supérieures.

Le marqueur sédimentaire que constitue la base du sel est donc presque toujours invisible avec ce type de sismique. En revanche, la sismique réflexion 6-traces, qui procure une moins bonne résolution pour les niveaux superficiels, permet l'identification de niveaux sous le sel messinien, en l'occurrence les dépôts infra-messinien et éventuellement le socle acoustique, ce qui s'avèrera très utile dans l'identification de failles ou plis actifs.



**Fig.6 :** Illustration du système de sismique-réflexion GENAVIR (ici 24-traces = haute résolution) (figure de David Graindorge in DOMZIG 2006)  $N$  : nombre de traces,  $D$  : distance entre tirs,  $d$  : distance entre traces



*Fig. 7: Dispositif d'acquisition sismique en offshore (flute et canons à air)*



*Fig.8 Canons à air*



*Chapitre 2*

**GENERALITES: CONTEXTES  
GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DE  
LA REGION D'ETUDE**

---

## CONTEXTES GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE DE LA REGION D'ETUDE

### 1- SITUATION GEOGRAPHIQUE

#### 1.1- GEOGRAPHIE

La région d'étude (**fig. 9**) correspond à la partie offshore située au large de Sidi Fredj, Fouka, Bou Ismail, Bérard et Tipaza. Bou Ismail dans le cadre travail correspond à la partie côtière de la plaine de la Mitidja représentant la zone onshore englobant les différentes centre administratifs ou villes de Sidi Fredj, Fouka, Bou Ismail, Bérard et Tipaza. Ces zones présente un relief peu accidenté à l'exception des Monts du Sahel, où se situe le Mausolée de la Chrétienne, dominant vers la plaine de la Mitidja. Différents sites composent cette région: la pointe de Cap Caxine (Ras Acrata) Sidi-Fredj, Tipaza et les Mont **Chenoua**

#### 1.2- ASPECTS GEOMORPHOLOGIQUES

La géomorphologie de la zone onshore se caractérise par trois éléments majeurs: du Sud vers le Nord (**fig. 12**):

- 1- La plaine de la Mitidja
- 2- Les mots du Sahel
- 3- La baie de Bou Ismail

##### 1.2.1- LA PLAINE DE LA MITIDJA

La plaine de la Mitidja correspond à une dépression plane orientée ENE-WSW, entourée de reliefs. Au sud, la plaine de la Mitidja est dominée par les Massifs de Blida représentant l'Atlas tellien et constituant une barrière orographique ne permettant des passages vers le sud qu'en de rares endroits ( Oued La Chiffa).

### 1.2.2- LES MONTS DU SAHEL

Ces Monts d'orientation SW- NE dominant vers le sud la plaine de la Mitidja et vers le Nord la baie de Bou Ismail et sont bornés à l'Ouest par le Massif de Chenoua et à l'Est par le Massif d'Alger

### 1.2.3- LA BAIE DE BOU ISMAIL

Cette zone correspond à la zone offshore et représente le domaine concerné par ce travail.



*Fig.9 : Situation géographique de région d'étude*

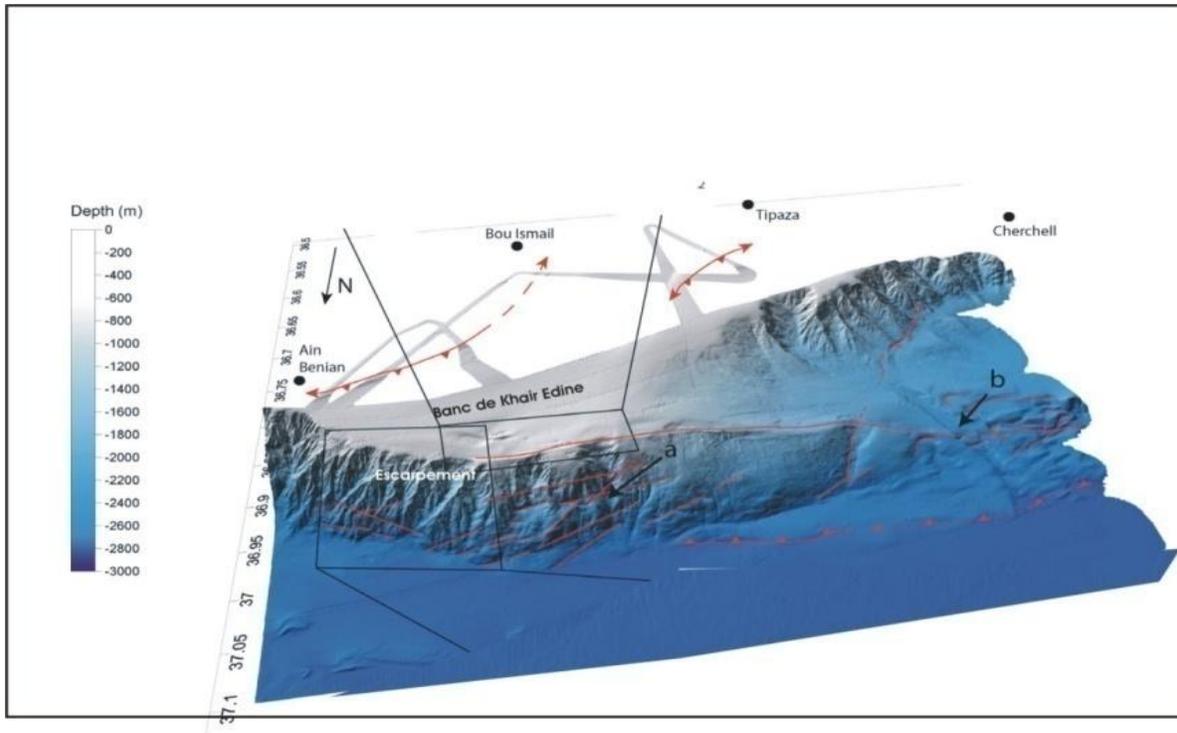


Fig.10 : Allure morphologique de la baie de Bou Ismail

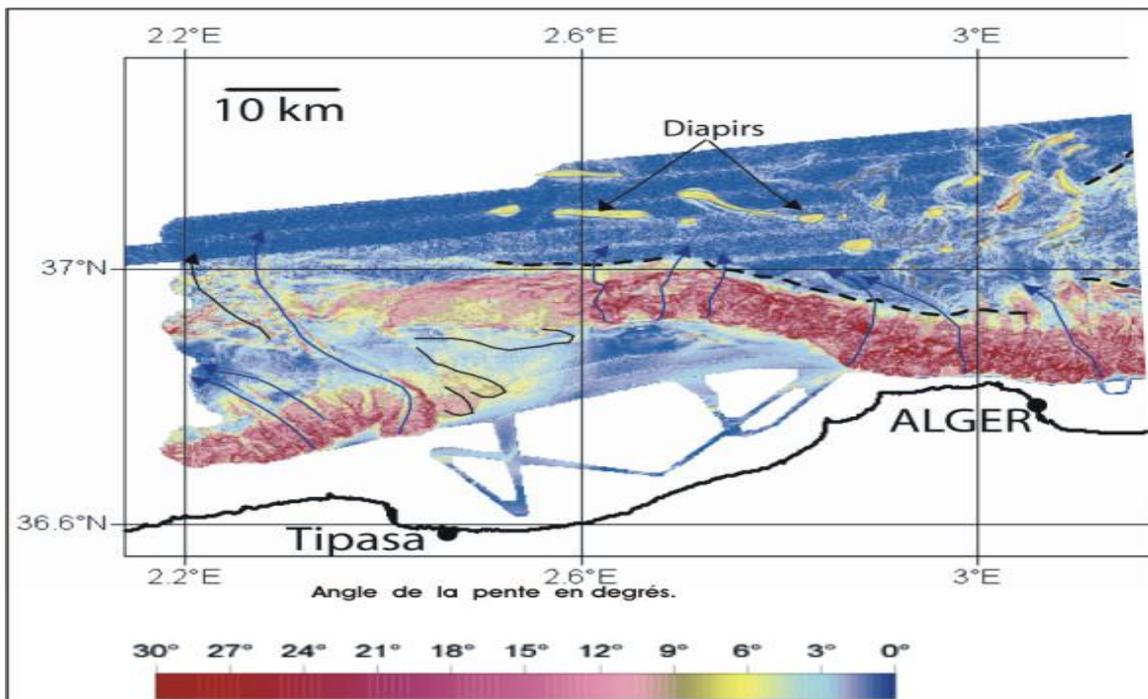


Fig.11 Variation morpho- bathymétrie de la baie de Bou Ismail (CATTENEO, 2009)

## 2- SITUATION GEOLOGIQUE

### 2.1- ASPECTS STRATIGRAPHIQUES

Les séries qui seront décrites succinctement portent sur les Massifs d'Alger et du Chenoua et le Sahel. La description est extraite des travaux réalisés par Boudiaf 1996 et Guemache 2010.

Les séries qui affleurent dans la région algéroise sont composées par des terrains métamorphiques (Massif d'Alger), du Paléozoïque, du Mésozoïque, de l'Oligocène et du Néogène (Massif du Chenoua).

#### 2.1.1- LE MASSIF D'ALGER

Il est essentiellement composé de terrains métamorphiques correspondant à une série gneissique à micas, du marbre (cipolin), des schistes, des micaschistes et des pegmatites. Ces terrains composent les différentes unités tectoniques reconnues dans le massif d'Alger.

#### 2.1.2- LE MASSIF DE CHENOUA

La série stratigraphique du Chenoua comprend :

- **Du Paléozoïque** essentiellement composé de Dévonien correspondant à des grès fins alternés d'argiles rouges que surmonte du Carbonifère (culm).
- **Du Mésozoïque** constitué des formations rapportées au Trias, au Jurassique et Crétacé. Le Trias est représenté par une série argilo gréseux rouge comportant plusieurs niveaux métriques de conglomérats. La série du Jurassique correspond à des calcaires dolomitiques massifs alternés de marnes et des marno- calcaires. Ces calcaires et grès du Trias constituent l'ossature du Djebel Chenoua. Le Crétacé décrit dans le Chenoua est argilo- gréseux. Il représente les dépôts dénommés flyschs qui correspondent à une succession de grès et d'argiles.

- **Du Tertiaire** : La série du Tertiaire du Djebel Chenoua comprend de l'Oligocène composé de conglomérat et d'argile rouge et du Miocène argilo gréseux constitué à la base par des grès calcaires surmontés par des conglomérats, grès et pélites rouges, auxquelles succède une série volcano-sédimentaire, qui passe au sommet à des marno-calcaires.

### 2.1.3- LE SAHEL

Les séries affleurant dans le sahel sont rapportées à du Miocène, du Pliocène, du Villafranchien et du Quaternaire.

#### **Le Miocène**

Dans la cluse de l'oued Mazafran, le Miocène est composé de bas en haut, des marnes gréseuses du Burdigalien (~ 350 m), surmontées par un banc de grès repère marquant le passage au Miocène supérieur, puis des marnes légèrement gypseuses (~ 250 m) et enfin des marnes intercalées de bancs minces ou de lentilles de grès (~ 300 m).

#### **Le Pliocène**

Il est représenté dans le secteur de la Mitidja par le Plaisancien et l'Astien. Il repose en discordance sur les formations antérieures, notamment celles du Miocène.

Le Plaisancien (~ 1000 m) : Il est représenté par une série uniforme de marnes argileuses de couleurs grise et bleue devenant jaune ocre lorsque la roche est altérée, pouvant inclure localement des bancs de grès faiblement glauconieux.

L'Astien (~ 200 m) : L'Astien affleure essentiellement dans le massif d'Alger et le long du flanc Sud du pli du Sahel, jusqu'au Chenoua. Il correspond à une sédimentation en eau peu profonde (plate-forme) essentiellement gréseuse et carbonatée. La série astienne débute par un niveau repère à glauconie de couleur vert sombre, dont d'épaisseur variable. Cette série astienne se manifeste sous quatre principaux faciès :

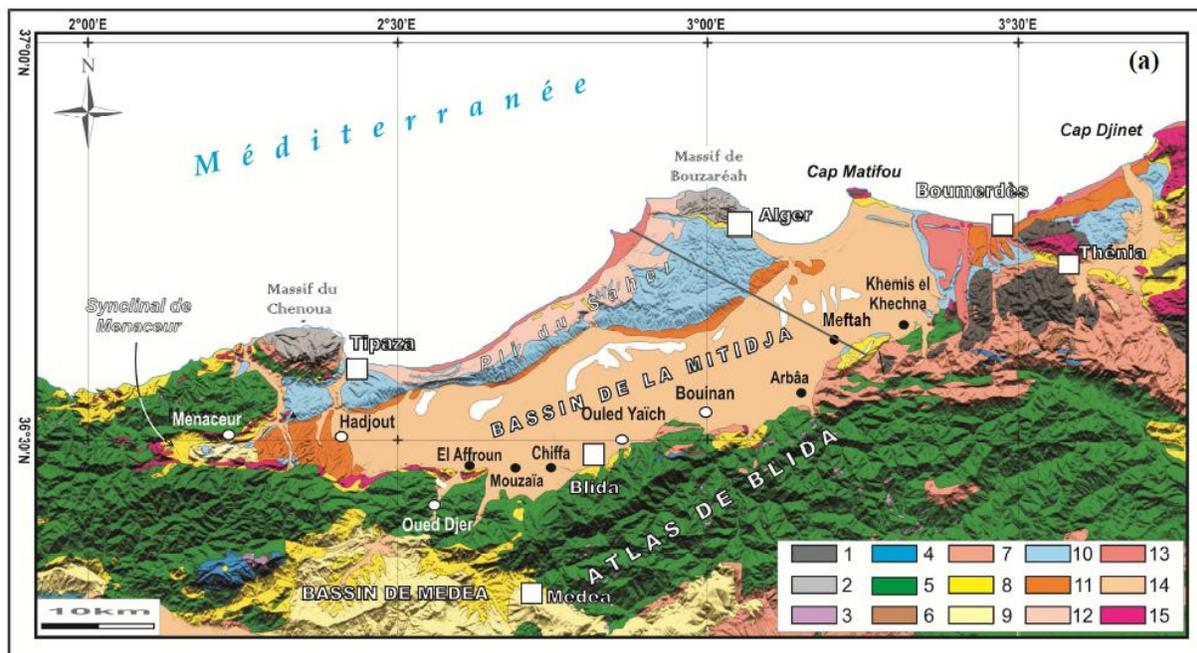
- un faciès marno-sableux, à fossiles abondants quand le terme sableux domine ;
- un faciès calcaréo-gréseux, sous forme de dalles massives à grands bivalves (*Pecten*, *Ostrea*, *Cardium*, *Venus*...) mais rares gastéropodes ;
- un faciès molassique récifal à subrécifal, localisé autour d'Alger et du Chenoua, à bivalves abondants, oursins et lithothamniées ;
- un faciès gréseux et sableux, à sables et galets à éléments de l'Atlas.

### Le Villafranchien

Ce niveau repose en discordance sur les niveaux gréseux de l'Astien. Il est formé par une succession de niveaux décimétriques de conglomérats et sables non consolidés.

### Le Quaternaire

Il correspond aux dépôts alluviaux de la plaine de la Mitidja dont l'épaisseur est inconnue. Le Quaternaire est également représenté par des terrasses marines du Pléistocène en gradins localisées sur le flanc nord du Sahel. Ces terrasses sont représentées par des dalles calcaires à calcaro-gréseuses comportant du Calabrien (160 m à 200 m), le Sicilien (160 m à 60 m) et le Tyrrhénien (30 m à 10 m).



**Fig.12** : Carte morpho-géologique du bassin de la Mitidja et ses environs (données topographiques SRTM-3 et carte géologique d'Algérie au 1/500'000). Seuls les terrains géologiques sont mentionnés, les failles majeures n'étant pas représentées. 1 : Terrains métamorphiques ; 2 : Socle primaire ; 3 : Trias ; 4 : Jurassique ; 5 : Crétacé ; 6 : Éocène ; 7 : Oligocène ; 8 : Miocène anté-nappes ; 9 : Miocène post-nappes ; 10 : Pliocène ; 11 : Villafranchien ; 12 : Calabrien ; 13 : Quaternaire marin ; 14 : Quaternaire continental ; 15 : Magmatisme indifférencié.

## 2.2- ASPECTS STRUCTURAUX DE L'ALGEROIS

La synthèse de la structure régionale de l'Algérois permet de distinguer les éléments structuraux suivants:

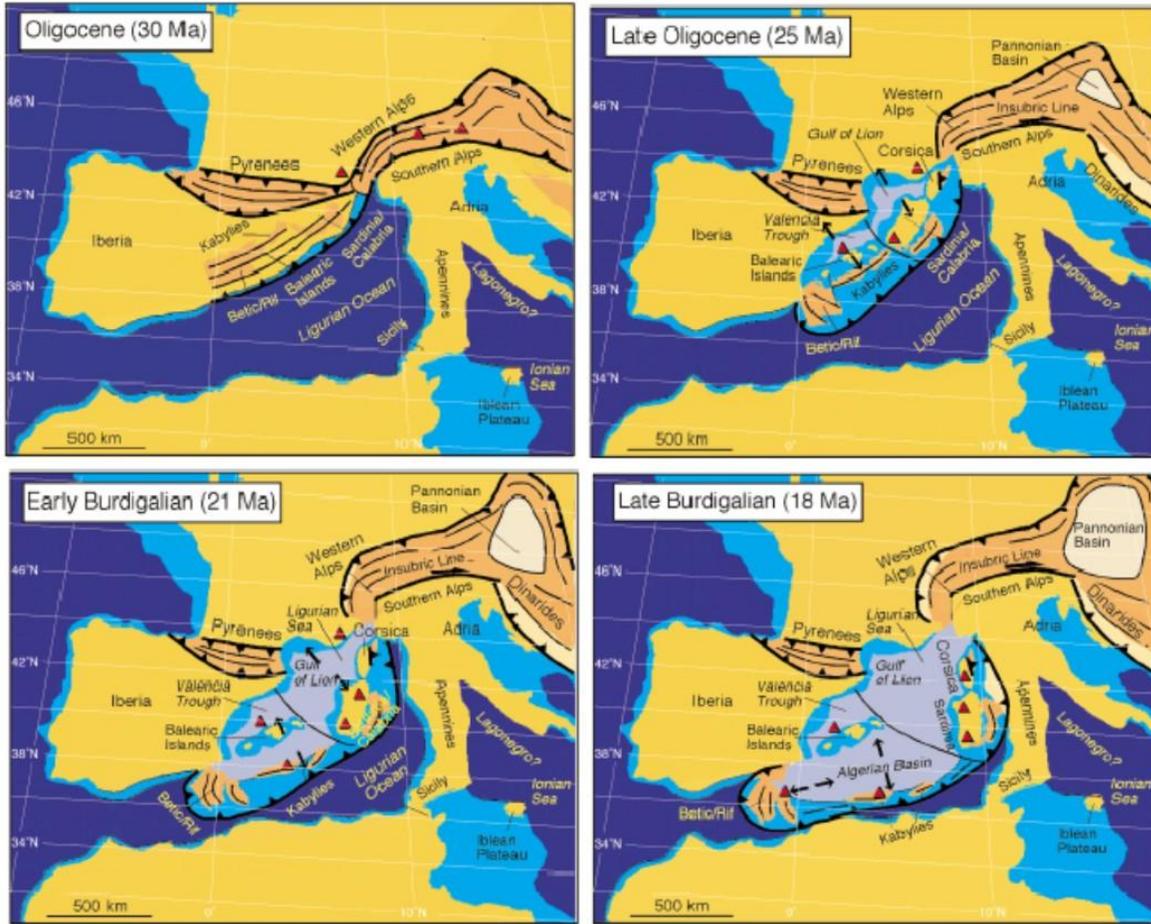
- 1- Les zones internes
- 2- Le domaine des flyshs
- 3- Le bassin de la Mitidja

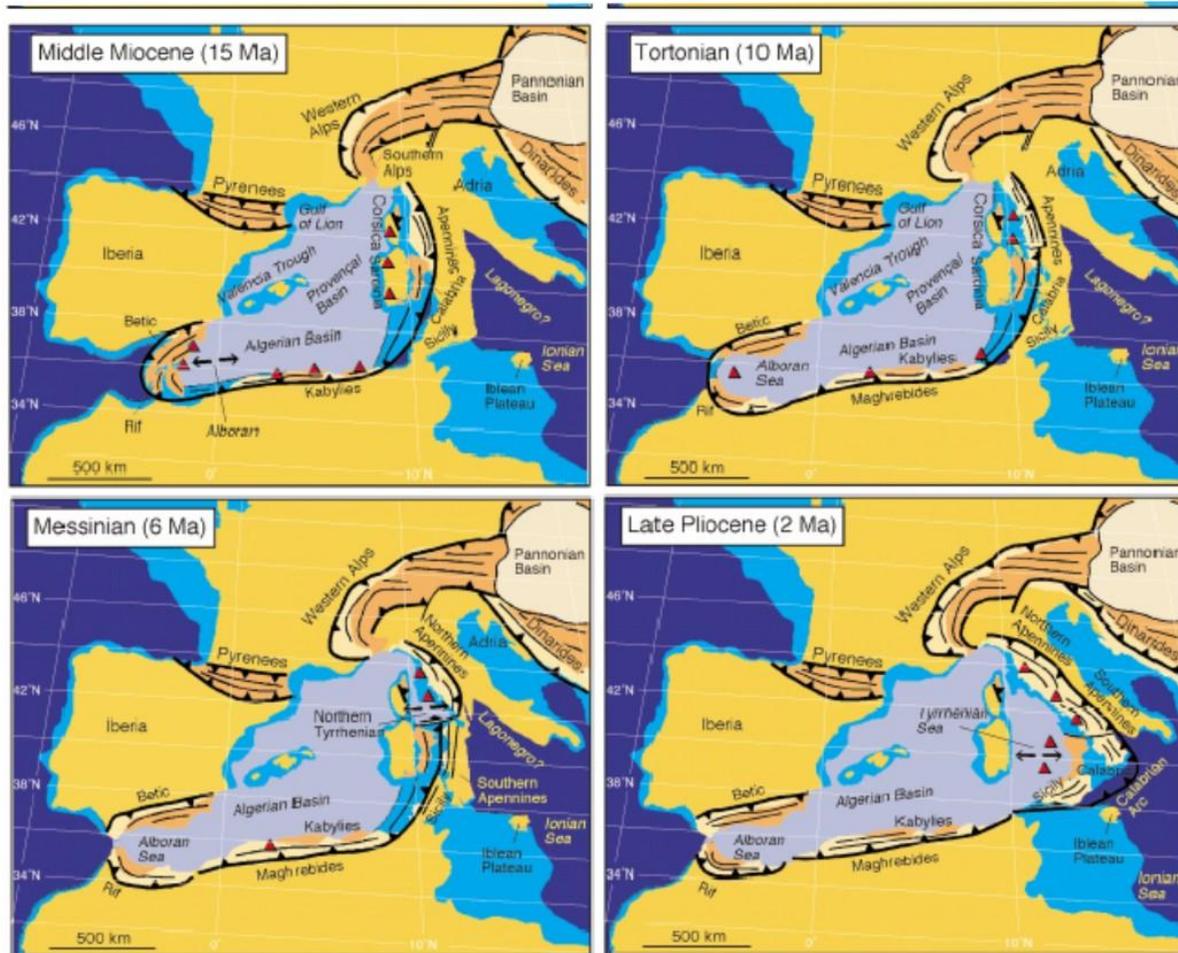
### 2.2.1- LES ZONES INTERNES

Elles sont représentées par les massifs d'Alger et du Chenoua. Elles correspondent aux blocs AlKaPeCa de Bouillin 1986 (Alboran, Kabylia Peloritain Calabre). Elles représentent la marge sud de l'Europe accolée à la marge africaine. La structure dans ces massifs comporte plusieurs écailles tectoniques séparées par des contacts tectoniques.

### 2.2.2- LE DOMAINE DES FLYSCHS

Ce domaine représente la zone intermédiaire située entre la marge nord africaine et la marge sud de l'Europe.





**Fig.13** : a b c d e f : Situation des blocs AlKaPe Ca à travers le temps depuis 30 Ma (Rosunbaum 2002)

### 2.2.3- LE BASSIN DE LA MITIDJA

Elle est située à l'Ouest d'Alger, la plaine de la Mitidja et se présente comme une vaste dépression recouverte par des dépôts alluvionnaires d'âge Quaternaire.

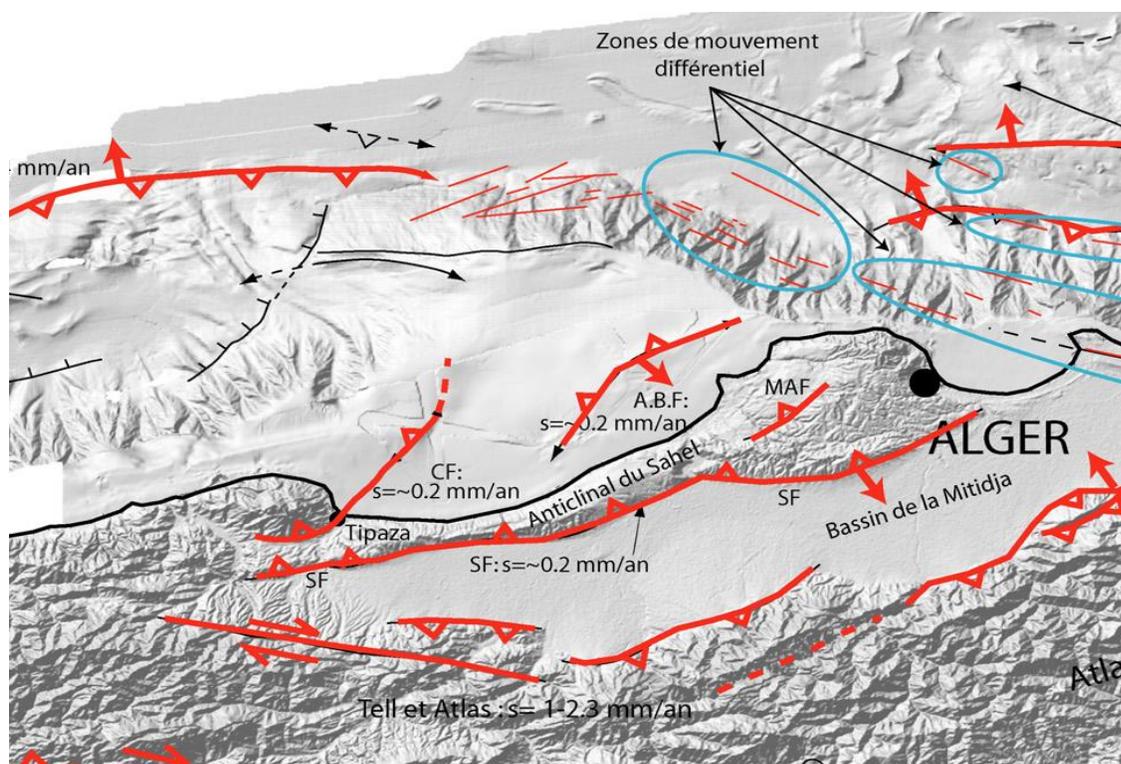
Elle correspond à un bassin allongé Est-Ouest de 100 km environ de long et de 20 km de large (fig.14). La bordure méridionale orientée E-W puis NE-SW, est représentée par l'Atlas blidéen dont le relief est de 1500 m environ.

Sa bordure nord est formée par l'anticlinal du Sahel dont l'altitude maximale n'excède pas 200 m. Cette plaine est légèrement inclinée du Sud vers le Nord.

L'altitude moyenne de la plaine dans la bordure sud est de 200 m environ alors que dans la cluse du Mazafran elle est de 14 m.

La profondeur et la nature du substratum au centre du bassin ainsi que les épaisseurs du Quaternaire demeurent inconnues. Dans la bordure Nord la couverture plio-quaternaire forme la structure anticlinale et forme le Sahel.

Cet anticlinal dissymétrique présentant un pendage plus fort sur le versant sud et admet l'existence d'une faille inverse aveugle (rampe). (Boudiaf 1996).



**Fig.14:** Carte des structures de la région d'Alger (Yelles et al. 2009).

En rouge, les principales failles ou plis de la zone algéroise (Terre et mer). Avec des taux de raccourcissement.

Les flèches rouges indiquent la direction de mouvement sur les failles.

CF : Faille du Chenoua, SF : Faille du Sahel, MAF : Faille de Mahelma, A.B.F : Faille d'Ain Benian.



*Chapitre 3*

**INTERPRETATION DES SECTIONS  
SISMIQUES ET EVOLUTION**

## 1- INTERPRETATION DES SECTIONS SISMIQUES

Pour rendre compte de l'évolution géologique de la partie offshore au large de Bou Ismail, en plus de la synthèse des travaux réalisés sur cette partie de la marge algérienne (Deverchère et al.2005, Domzig, 2006, Yelles et al., 2009, ...), 3 sections sismiques seront utilisées (fig.15). Ces sections ont été acquises lors de la campagne océanographique MARADJA I, réalisée en 2003. Les sections sismiques sont numérotées de 1 à 3 (fig.15). La couverture sismique est de 6 traces pour les sections 1 et 2 et de 24 traces pour la section 3. Afin de permettre au lecteur de pouvoir proposer une interprétation, sans être influencé par le tracé présenté et l'interprétation retenue dans ce travail, nous présentons la section non interprétée.

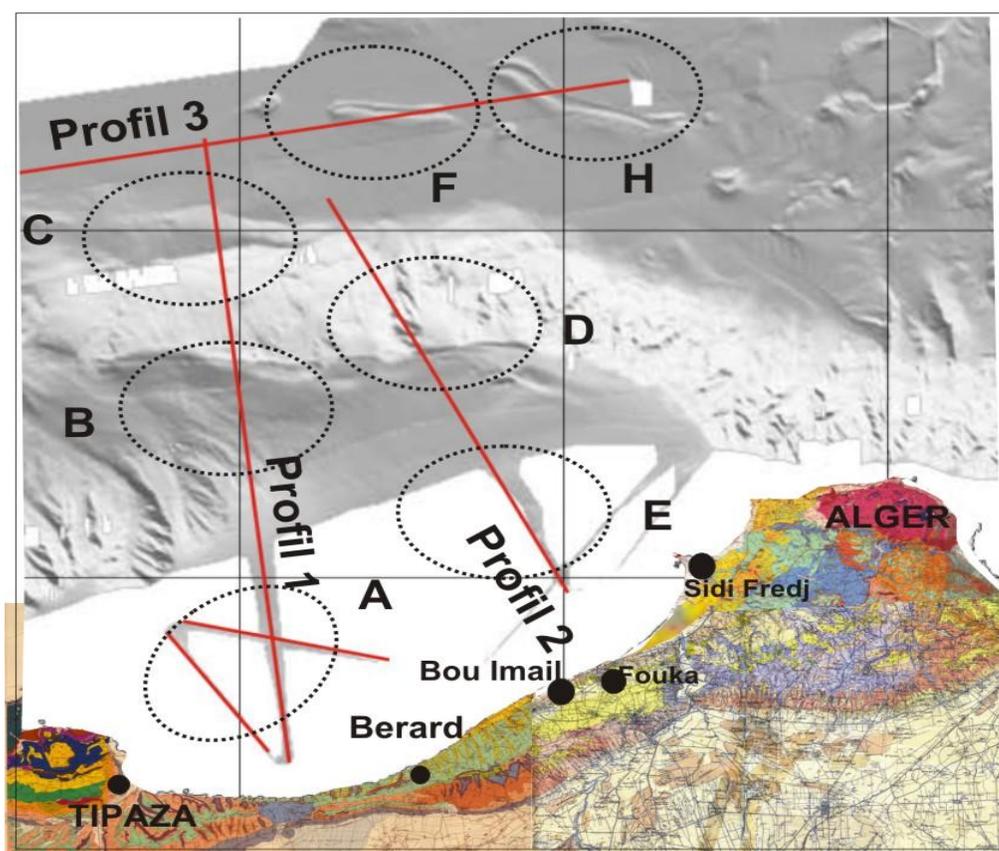
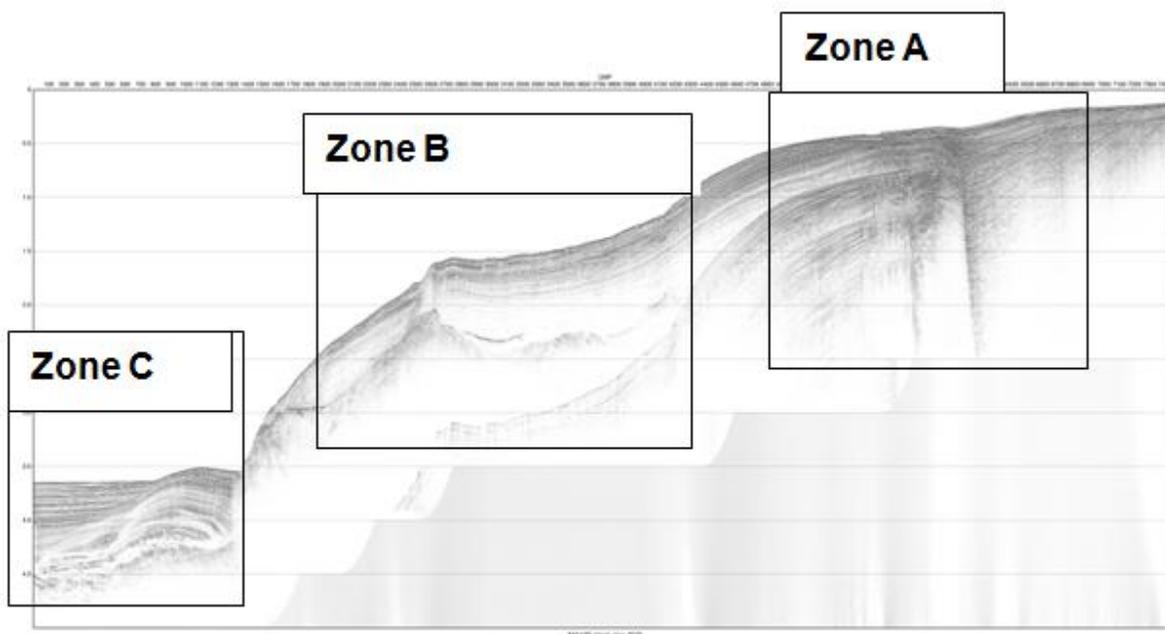


Fig. 15 : Carte de position des 3 profils sismiques à interpréter (légende de la carte à l'annexe)

## 2- DESCRIPTION ET INTERPRETATION DES SECTIONS

### 2.1- SECTION SISMIQUE 1

Cette section est située au large de Bérard (fig.16). Elle est orientée Nord Sud et a une longueur correspondant à (7400 CMP)



*Fig.16 : Les différentes zones de la section sismique 1*

Les observations ont été faites dans trois zones essentielles notées A, B et C. (fig.16)

#### 2.1.1- LA ZONE A

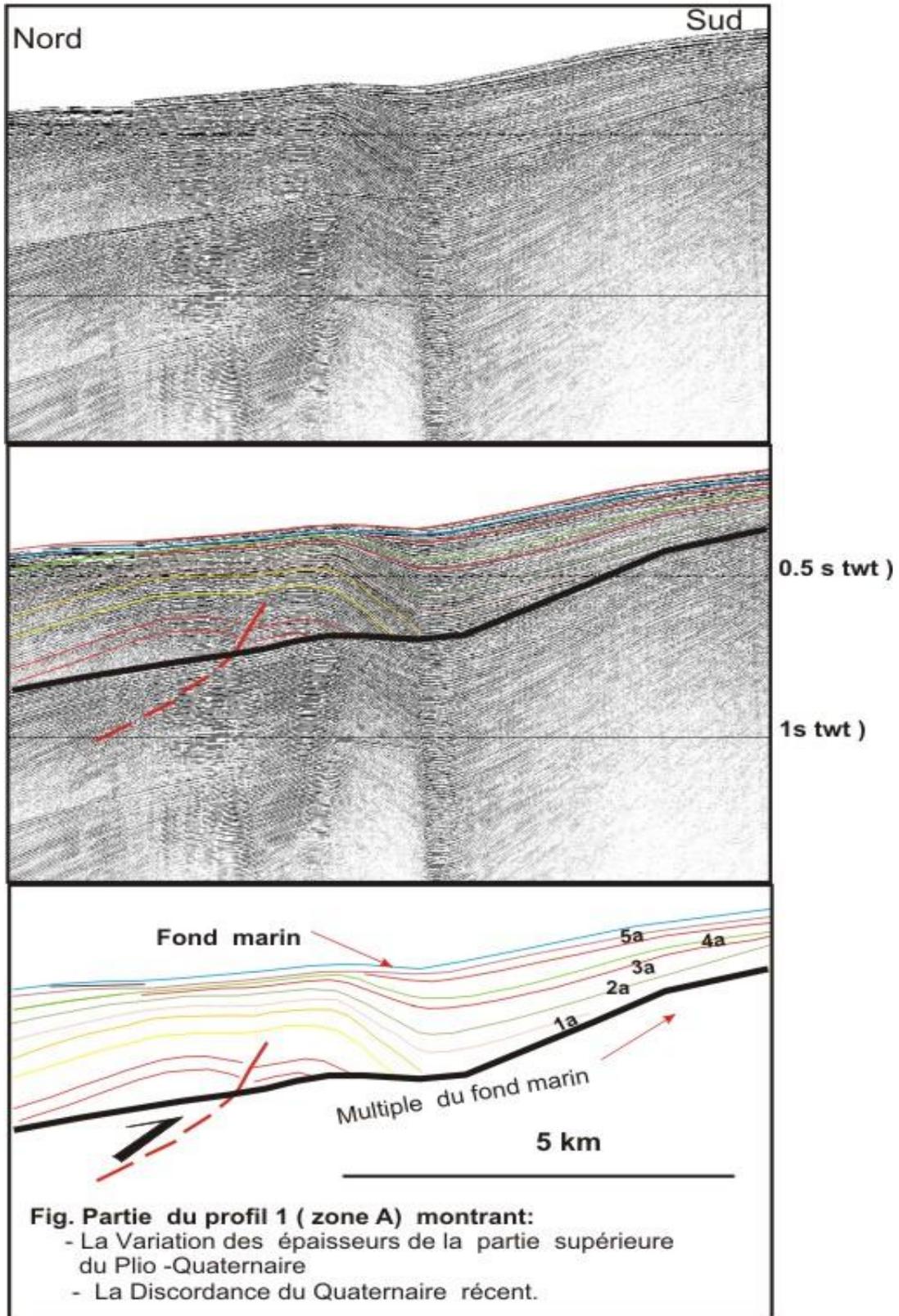
Elle correspond à une partie sud de la section et elle met en évidence une structure anticlinale.

Différentes observations peuvent être relevées :

- 1- Les niveaux affectés par le plissement sont très récents et correspondraient aux dépôts du Plio- Quaternaire.

L'appréciation en profondeur de la géométrie de cet anticlinal est fortement masquée par le développement de multiples générés par le fond marin (fig.17). Dans cette zone le fond marin présente une topographie qui épouse parfaitement l'allure des horizons.

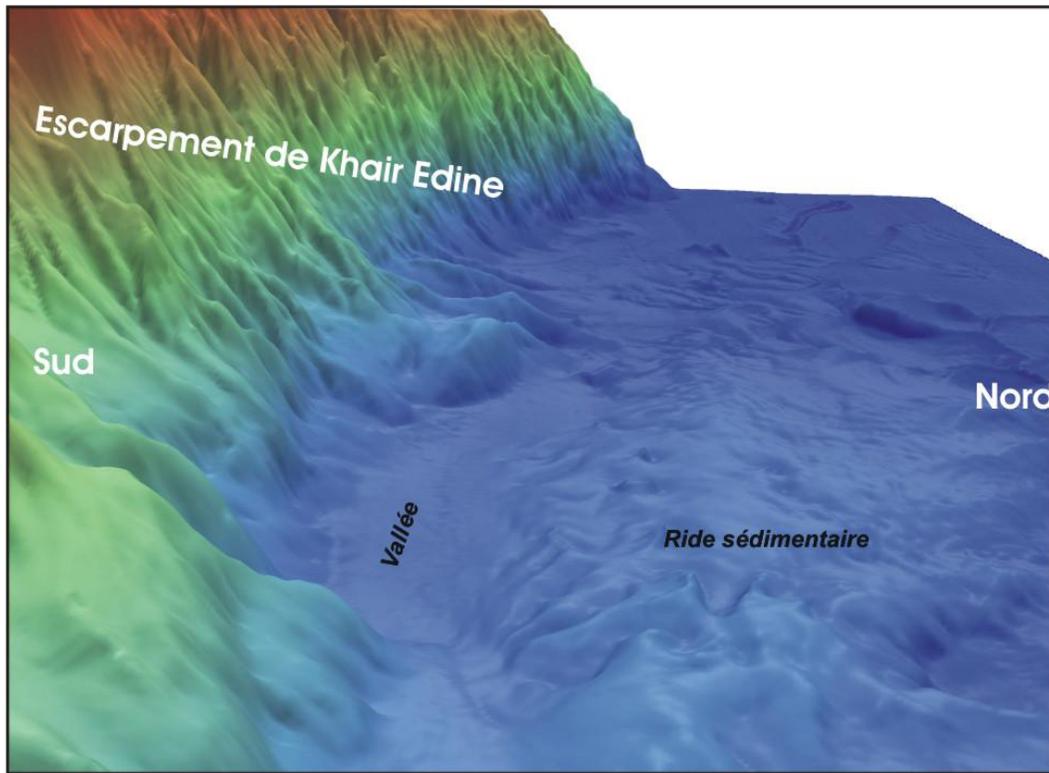
- 2- Outre l'allure du fond marin, cette structure anticlinale est asymétrique dans la mesure où le flanc sud du pli présente des pentes fortes par rapport à ceux du flanc nord qui nettement plus faibles. Une faille inverse notée **F1** affecte la structure anticlinale en profondeur.
- 3- Sur le plan organisation des dépôts, cette partie de la section 1 montre des variations d'épaisseur. Du sud vers le nord (fig.17), des tranches comprises entre deux horizons sismiques (**1 a -2a ou 2a -3a et 3a -4a**) s'amincissent vers le flanc redressé du pli (flanc sud). La variation des épaisseurs concerne également le flanc nord où elle est moins nette que dans le flanc sud.
- 4- Le dernier niveau proche du fond marin (**5a**) est également déformé légèrement et il repose en discordance angulaire sur les horizons inférieurs



*Fig.17 : observation et interprétation de la zone A du profil sismique1*

### 2.1.2- LA ZONE B

Cette partie de la section est plus au nord que celle de la zone A. Cette partie de la section 1 présente une pente relativement douce dans sa zone sud puis elle devient très abrupte vers le nord (Escarpeement du Banc de Khair Edine) (fig.18)

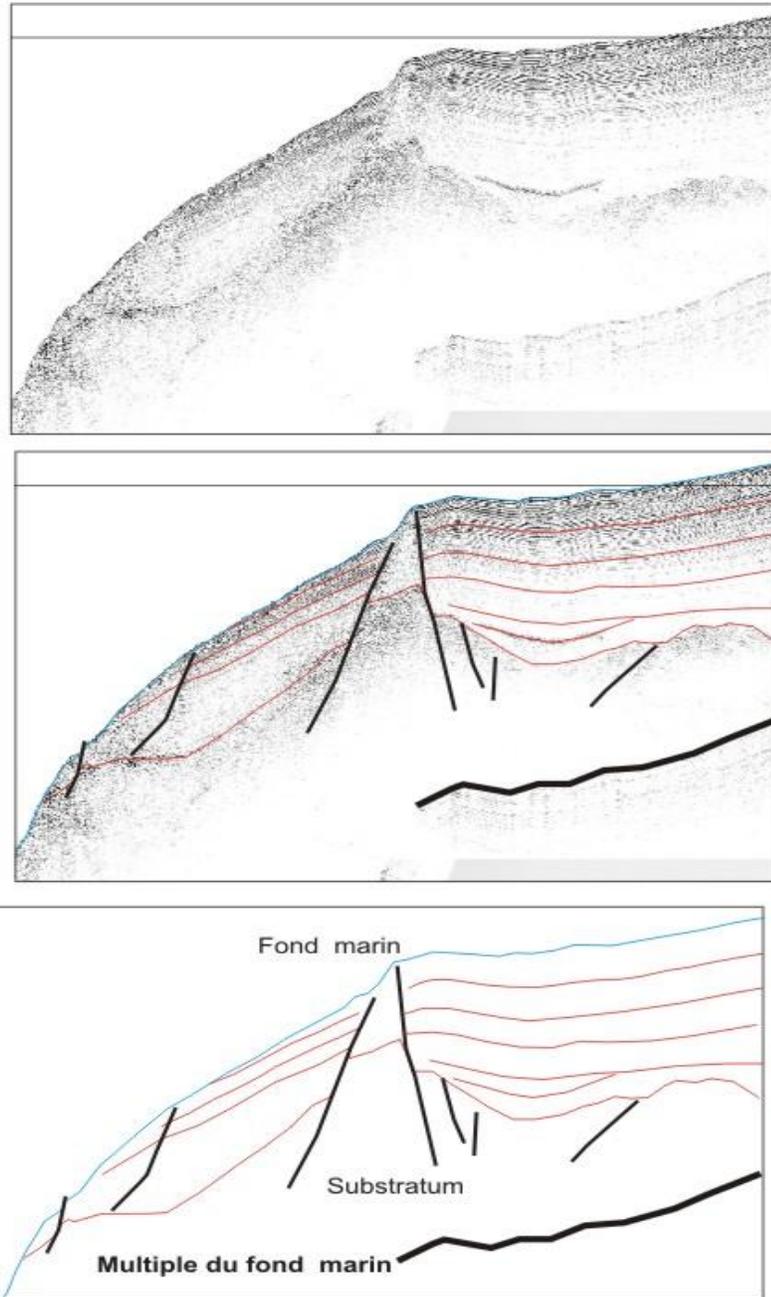


*Fig. 18 : L'escarpement du banc de khair Eddine*

En terme de géologie , cette partie de la section 1 diffère de la précédente. En effet, dans cette zone :

- Les horizons sont parallèles traduisant une sédimentation calme.
- Le Tertiaire repose en discordance sur le substratum.
- Des failles normales affectent le substratum et les dépôts récents (Tertiaire Quaternaire)

- Sur la pente, les pendages des horizons sont vers le nord et l'épaisseur de la pile sédimentaire est nettement plus faible que dans la partie sud qui vient d'être décrite.



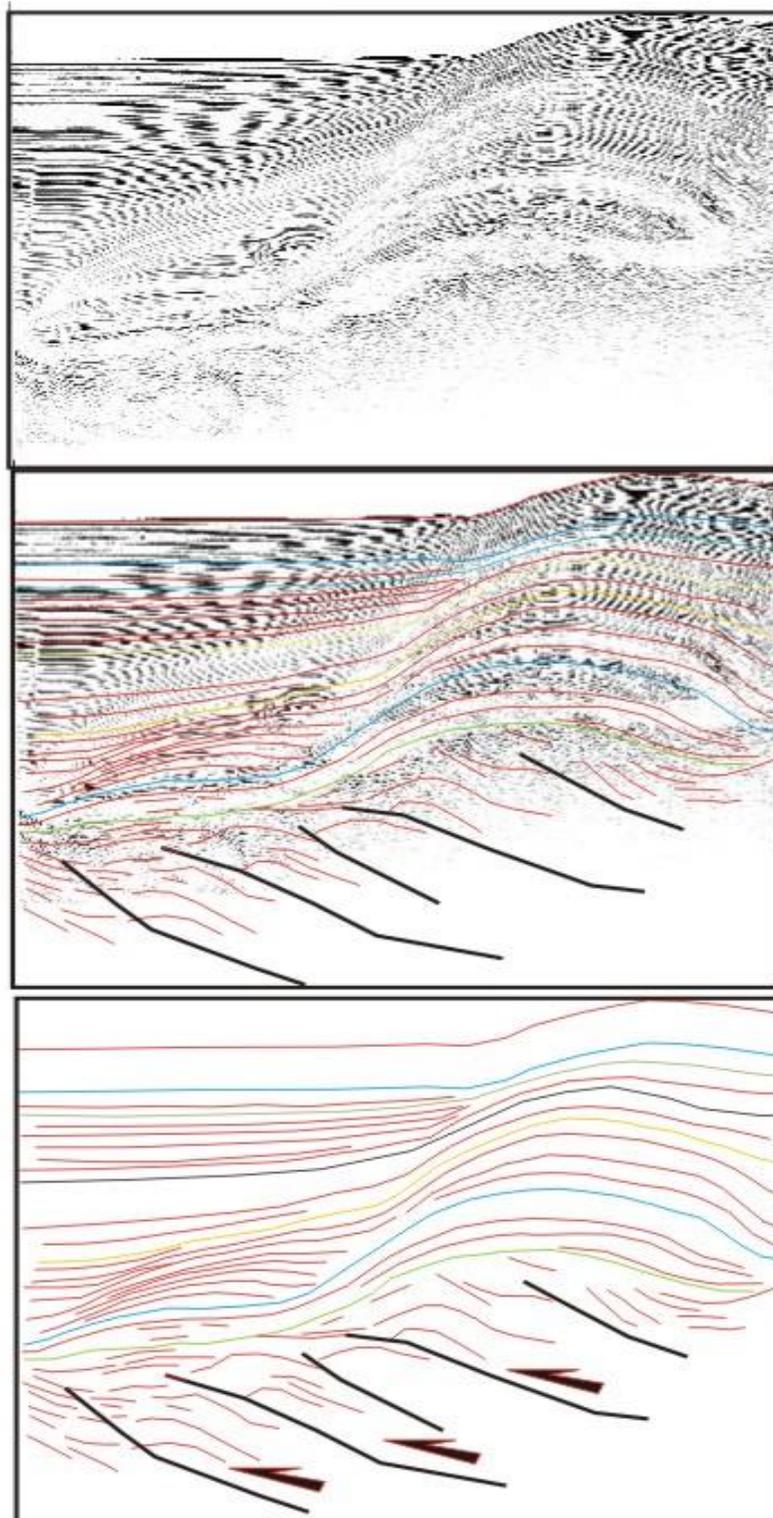
Partie B du profil 1 montrant la bordure nord du bassin de Bou Ismail et la discordance du Tertiaire sur le substratum.

**Fig.19** : Observation et interprétation la zone B du profil sismique 1

### **2.1.3- LA ZONE C**

Cette partie se retrouve au pied de la marge et la section ( fig. 20) met en évidence le développement d'une structure anticlinale.

- Cette partie de la section a été interprétée par différents auteurs du groupe MARADJA ( Déverchère et al., 2005, Domzig 2006, Yelles et al., 2009 ).
- En plus des failles inverses affectant le substratum de la série récente, les observations qui peuvent être faites, concernent l'organisation des dépôts et les variations spectaculaires des épaisseurs autour de la voûte de l'anticlinal.
- Le fond marin présente une topographie qui épouse parfaitement l'allure des réflecteurs sismiques.
- La série du Tertiaire repose en discordance sur le substratum qui montre une déformation très différente.
- Le substratum est affecté par des failles inverses à vergence nord.



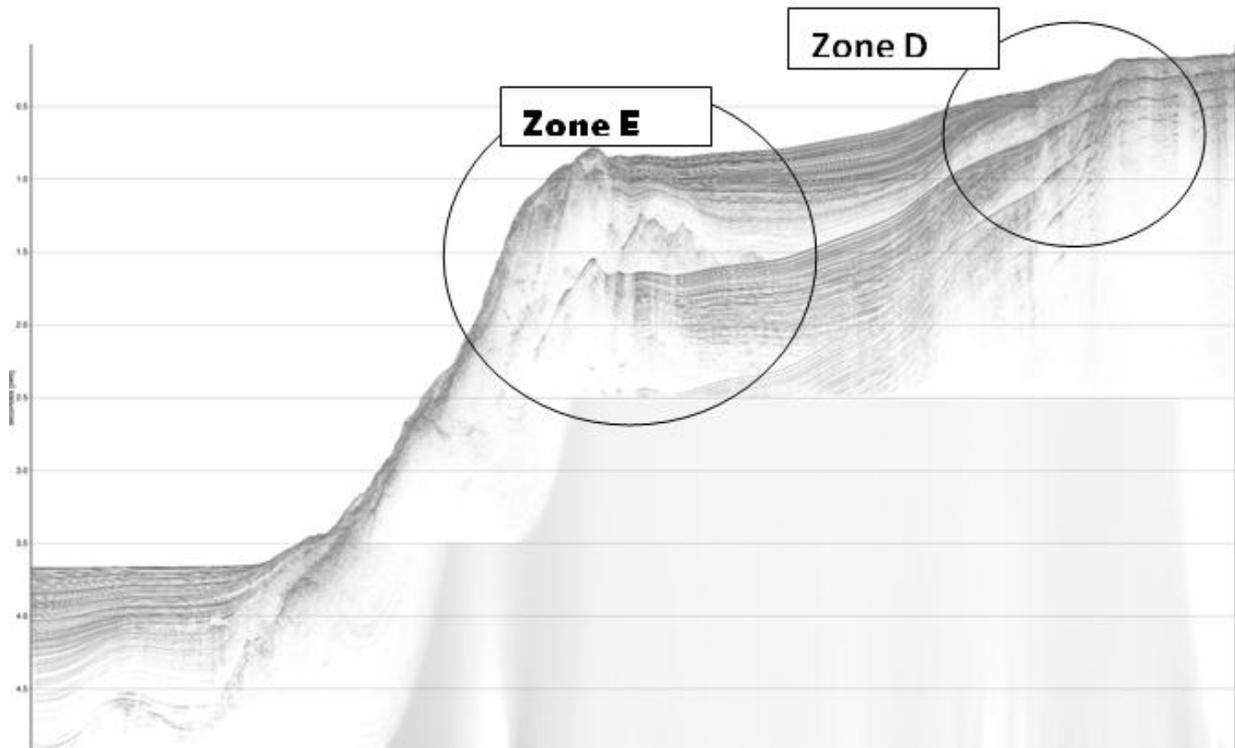
Partie C du profil 1, montrant les différentes variations des épaisseurs et la discordance du Tertiaire sur le substratum très déformé et affecté par des failles inverses à vergence Nord

*Fig.20 Observation et interprétation de la zone C du profil sismique1*

## 2.2- LA SECTION SISMIQUE 2

Elle est parallèle à la section 1 et se situe au large de la ville de Bou Ismail et sa longueur est de (5800 CMP) (fig.21).

Les observations ont été faites dans deux zones essentielles notées D et E. (fig.21).



*Fig.21. Le profil sismique 2 et position des différentes zones*

### 2.2.1- LA ZONE D

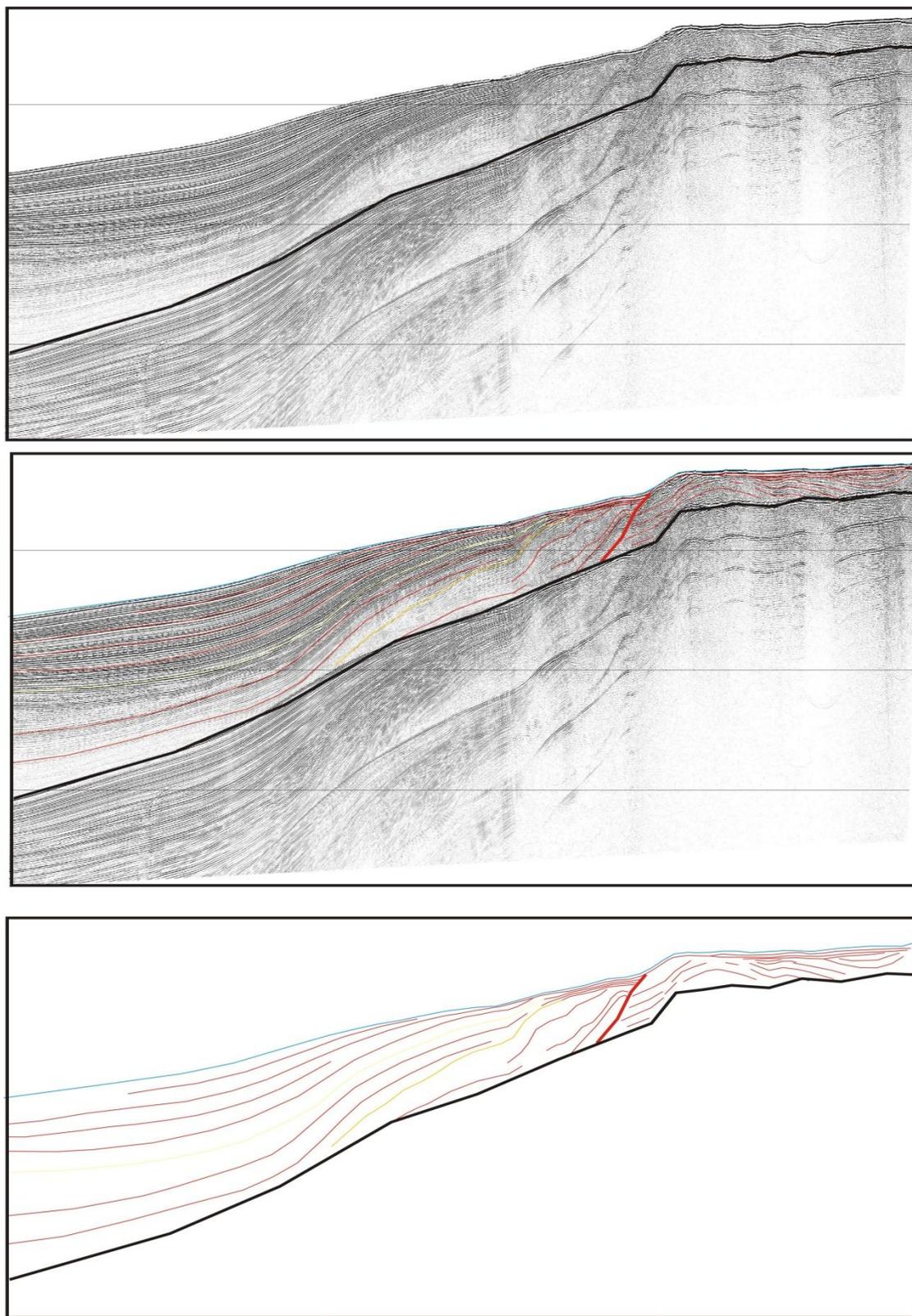
Elle correspond à une partie sud de la section et elle met en évidence une structure anticlinale. Différentes observations peuvent être relevées et sont comparables à celles de la section 1 dans la zone A :

- Les niveaux affectés par le plissement sont très récents et correspondraient aux dépôts du Plio- Quaternaire. L'appréciation en profondeur de la géométrie de cet anticlinal est

fortement masquée par le développement de multiples générés par le fond marin (fig.22).

Au niveau de la partie sud de cette section apparaissent un synclinal et un anticlinal.

- Le flanc Nord de l'anticlinal est affecté par une faille inverse (fig.22). Les dépôts présentent des variations d'épaisseurs notamment sur le flanc de l'anticlinal. L'épaississement s'effectue vers le nord.
- Le dernier niveau proche du fond marin est également déformé légèrement et il repose en discordance angulaire sur les horizons inférieurs

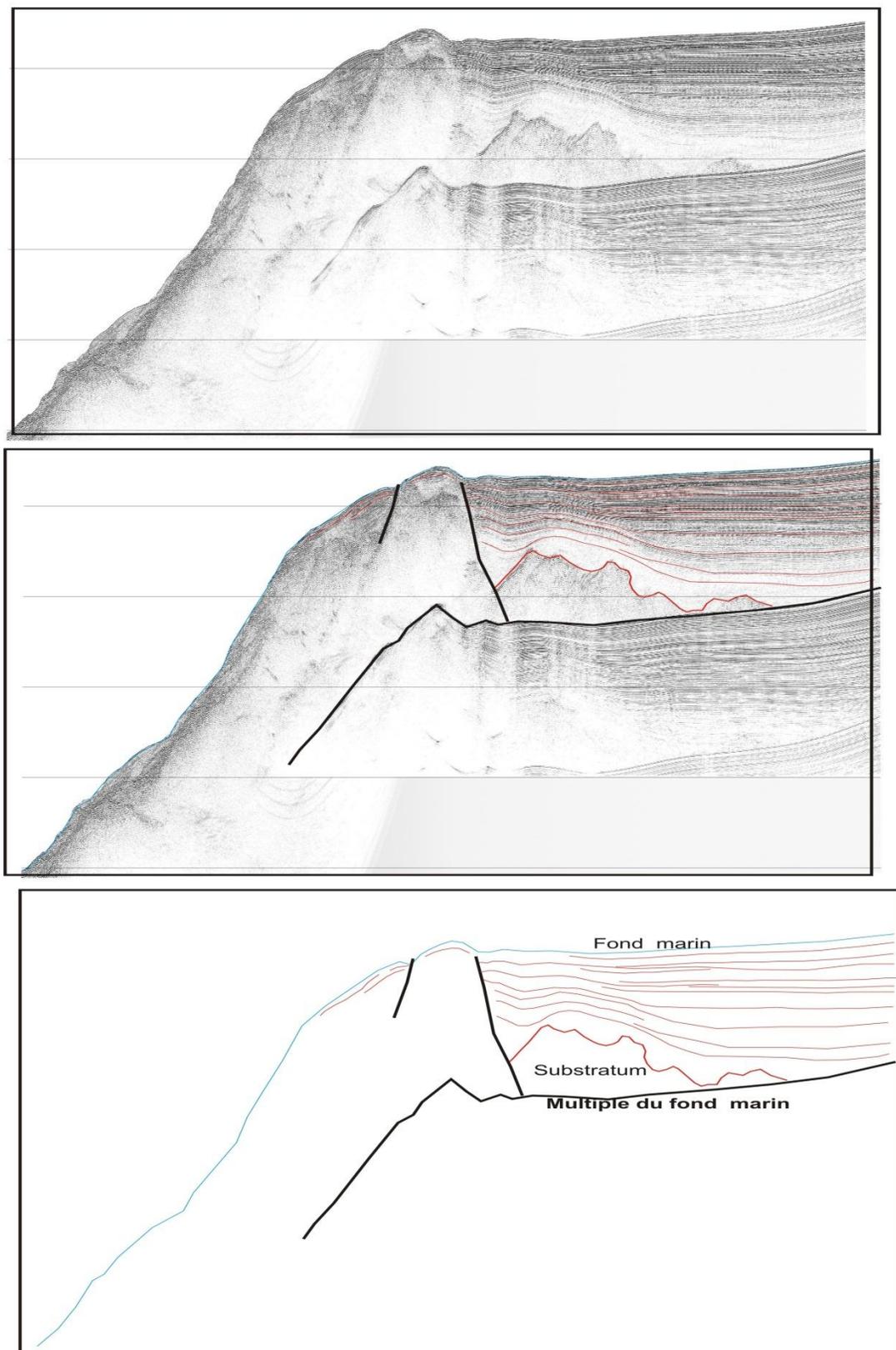


*Fig.22 : observation et interprétation de la zone D du profil sismique 2*

### **2.2.2- LA ZONE E**

Cette partie de la section est plus au Nord que celle de la zone D. Cette partie de la section rappelle la zone B de la section 1 notamment l'escarpement du Banc de Khair Edine (fig.18) qui devient plus abrupte. Dans cette zone, les principales observations qui sont relevées concernent :

- La discordance des séries du Miocène sur le substratum.
- Les variations des épaisseurs de la série du Miocène et du Plio-Quaternaire vers le Nord.
- Des failles normales affectant toute la pile sédimentaire et le substratum.



**Fig.23:** Partie du profil 2 ( Zone E ) montrant la bordure nord du bassin de Bou Ismail et la discordance du Tertiaire sur le substratum.

## **2.3- SECTION SISMIQUE 3**

### **2.3.1- OBSERVATION ET INTERPRETATION**

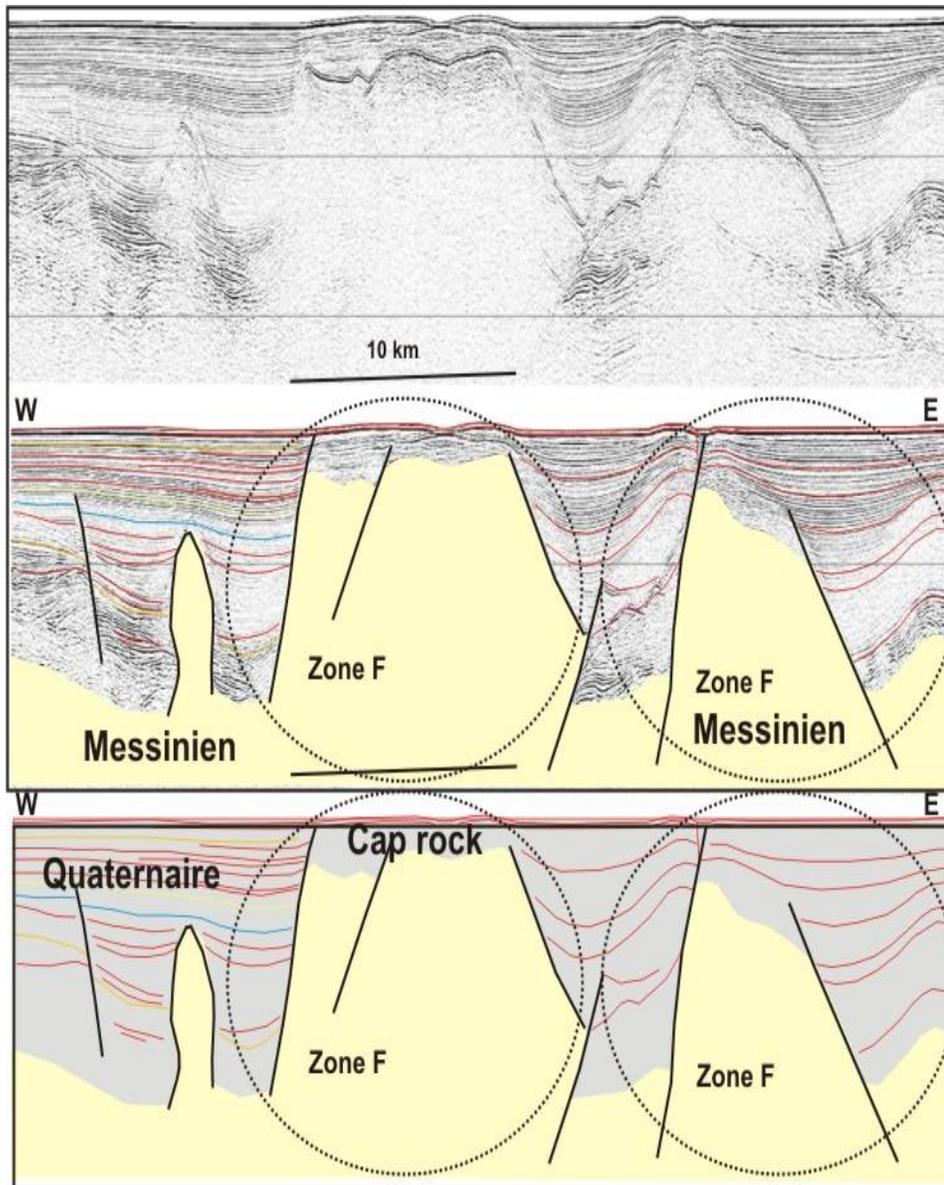
Cette section sismique se situe complètement au large de la zone de la région de Bou Ismail ( fig.24).

Elle se situe en haute mer dans la plaine abyssale et orientée Est - Ouest et se distingue des 2 précédentes par le fait qu'elle montre la mobilité du matériel évaporitique du Messinien pour former des diapirs. Ces dépôts évaporitiques marquent la crise de salinité messinienne, à la fin du Miocène. Une importante évaporation de la Méditerranée eut lieu, engendrant entre autres le dépôt de grandes quantités d'évaporites au fond du bassin méditerranéen (Hsü et al. 1978, Ryan et al. 1973).

Parmi ces évaporites, le sel (principalement de l'halite), presque omniprésent dans notre zone d'étude (en tout cas dans le bassin profond), est un matériau ductile, déformable, par opposition aux sédiments sus-jacents de la pile stratigraphique du bassin algérien (évaporites supérieures et Plio-Quaternaire) qui présentent un comportement fragile.

Le sel forme des diapirs ou des rides de sel (fig.24), ce qui traduit le fluage et peut former différentes structures, comme indiqué sur la figure 24, telles que les grabens de crête, les rides annulaires et les mini-bassins polygonaux (Gauillier et Vendeville, 2005).

Autour des diapirs, la section sismique (fig.24) montre des variations des épaisseurs des dépôts post -Messinien. La section sismique, ne rend pas compte de la géométrie sous la zone diapirique, de ce fait les mécanismes liés au développement de ces diapirs dans ces zones.

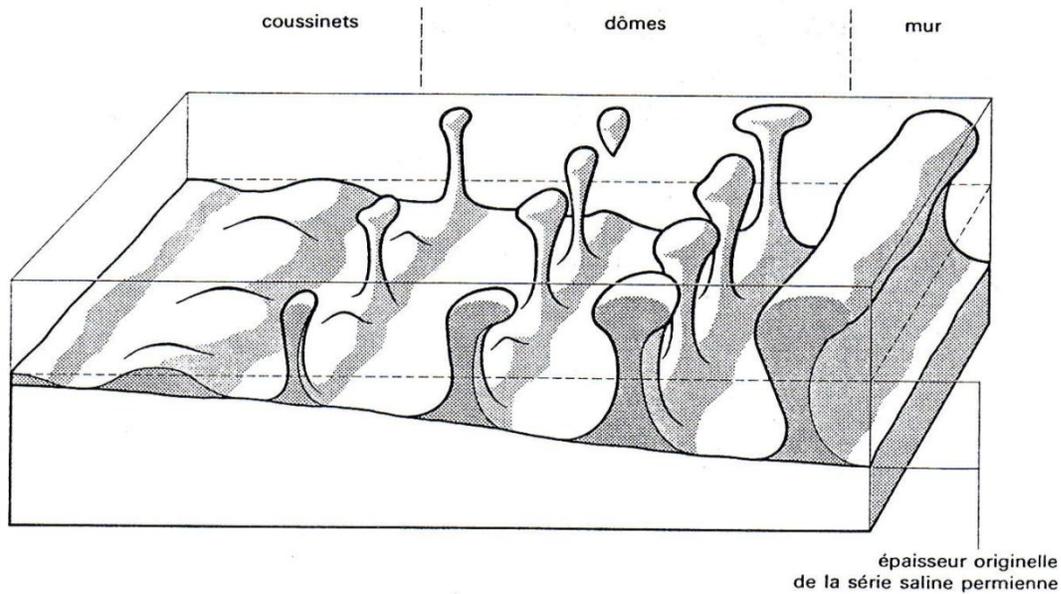


*Fig.24 : Observation et interprétation de la section sismique 3 : Mobilité du sel du Messinien dans la marge algérienne pour former des diapirs*

### 2.3.2- LES DIFFERENTES FORMES DE DIAPIRS

Dans la pratique et concernant la typologie et l'évolution des diapirs les travaux s'intéressant à ce phénomène, montrent que suivant les conditions tectono sédimentaires qui règnent dans le bassin, les dépôts évaporitiques évoluent vers différentes structures (fig.25) :

- En ***coussinet*** non intrusif, au dessus duquel la couverture est fortement arquée, il présente le premier stade ou la couverture résiste au percement, de sorte que le mouvement ne se traduit que par un bombement local. Il constitue le stade initial de l'évolution diapirique. Cette structure se localise sur les bordures du bassin où les séries évaporitiques et la sédimentation sont minces.
  
- En ***dôme***, celui-ci perce une partie de la couverture.
  
- En ***mur diapirique*** qui est une structure de grande amplitude et/ou non discordante sur la couverture. Elle caractérise les zones les plus épaisses de la série saline et de la couverture (Trusheim.F ; 1960 ; Sannemen.D ; 1968).
  
- En ***surplomb*** (glacier), ceci se réalise lorsque la vitesse de l'expulsion verticale des évaporites dépasse celle de la sédimentation (Talbot, 1993 ; Groshev et al., 1993 ; Thomas, 1994.).



*Fig.25 : Relation entre les types de structures salines et l'épaisseur originelle du complexe salin du Permien d'Allemagne(d'après F.Trusheim ;1960)*

### 3- SIGNIFICATION GEOLOGIQUE DES OBSERVATIONS

Les observations faites sur les zones sud de la région d'étude sont affectées par des plissements.

Ces plis sont asymétriques avec le flanc sud plus redressé que celui du nord.

Des variations des épaisseurs autour de ces structures suggèrent que les dépôts se sont effectués pendant la formation de ces plis. Sur le terrain, l'étude détaillée de l'organisation des dépôts autour des structures, en identifiant les différentes discontinuités permet de suivre l'évolution de la déformation à travers le temps. Ces contextes sont connus dans les chaînes de chevauchement- plissement (fig.7A)

Les observations faites à partir des sections sismiques permettent d'affirmer que la déformation est continue durant les dépôts de **1a à 4 a**. Suite à cela, une phase érosive et le dépôt des derniers niveaux du Quaternaire qui seront à leur tour affectés par de la déformation.

Plus au nord, dans la zone C de la section 1, les mêmes événements tectoniques et sédimentaires que dans la partie Sud s'observent. Les variations des épaisseurs sont très nettes.

Au même titre que dans la partie Sud, présente une forme qui épouse parfaitement l'allure des horizons ce qui signifie que la déformation se poursuit actuellement.

Plus au large, dans la zone F de la section 3, la mobilité des évaporites s'effectuent pendant les dépôts du Plio – Quaternaire. Cela s'argumente par les variations des épaisseurs autour des diapirs et le développement de micro bassins.

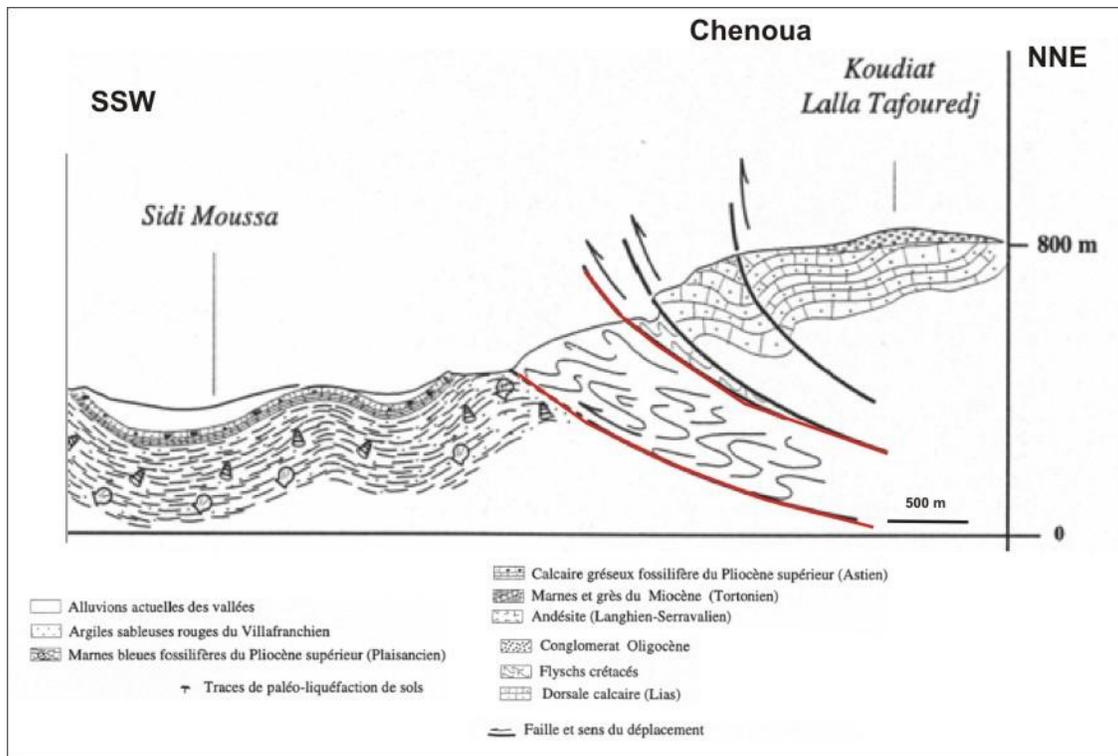
Les partie sud de la zone d'étude (zone A et B et D et E) ne montrent pas le dépôt des séries évaporitiques du Messinien. Cette caractéristique est très importante à signaler dans la mesure ou elle signifierait qu'à partir du Messinien cette zone s'individualise du reste du bassin profond.

Vers le sud, dans le bassin de la Mitidja, le Messinien donc ne présenterait pas de faciès salifère.

#### **4- CONTEXTE GEOLOGIQUE DE LA REGION DE BOU ISMAIL: CADRE DE LA MARGE ALGERIENNE**

##### **4.1- TRAITS GENERAUX DE LA MARGE ALGERIENNE**

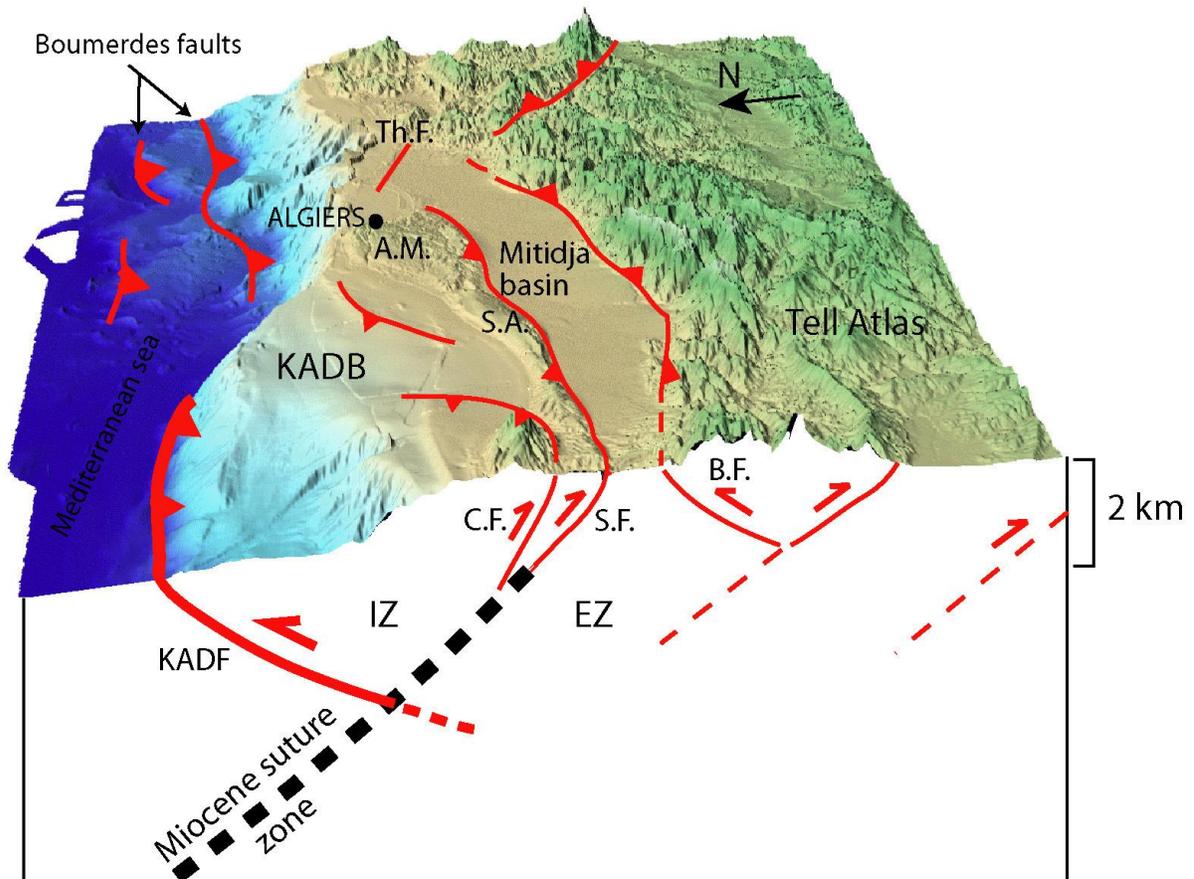
Les traits généraux de la marge algérienne ont été succinctement abordés dans la partie généralité. La zone de Bou Ismail, partie intégrante de la marge algérienne exhibe toutes les caractéristiques de la marge. En effet, l'analyse de la section sur ce plan, montre que la discordance des séries du Tertiaire sur le substratum est décrite en surface et rapportée dans les travaux de Boudiaf 1996 ( fig.26). Le substratum dans ce cas correspondrait à la série du Chenoua ensevelie sous les dépôts du Miocène et du Plio Quaternaire.



**Fig.26 :** Coupe schématique interprétative du NW de la Mitidja (Boudiaf 1996)

Le pli observé dans la zone A de la section 1 présente, rappelle les caractéristiques décrites par Boudiaf pour le pli du Sahel. Il correspondrait donc à un pli de propagation (fig.10A) et il serait actif et le chevauchement serait aveugle comme le cas du pli. Sur le plan cartographique, ce chevauchement serait le prolongement en profondeur de l'accident sud du Chenoua.

Plus au nord, dans la zone C, les chevauchements sont vers le nord et sont conformes aux interprétations faites par Domzig 2006 et Yelles et al., 2009. (fig.27)



**Fig.27** : Bloc diagramme de la marge algérienne algéroise (Yelles et al.2004) KADB: Khayr al Din bank, KADF: Khayr al Din fault, Th.F.: Thenia fault, A.M.: Algiers Massif, S.A.: Sahel Anticline, S.F.: Sahel fault, C.M.: Chenoua Mount, C.F.: Chenoua fault, B.F.: Blida fault, IZ: Internal Zones, EZ: External Zones



*CONCLUSION*

L'intégration des données de géologie et de géophysique représente une méthodologie complète pour rendre compte de la structure et de l'évolution tectono-sédimentaire d'une région.

Dans ce contexte la région étudiée située en mer méditerranée au large de Bou Ismail constitue un exemple réelle.

Les résultats obtenus montrent une déformation Quaternaire- Actuel. Cette déformation s'accompagne de dépôts syn-tectoniques et leur étude détaillée permet de suivre avec précision l'évolution. Différents types de structures sont reconnues dans la zone d'étude : structures de rampe et diapiriques

Le bassin offshore de Bou Ismail se distingue dès le Messinien par rapport au bassin profond accusant le dépôts d'une forte épaisseur d'évaporite du Messinien.

Avant de discuter de l'intérêt pétrolier, notons que ce travail n'est qu'une étape primordiale permettant d'identifier les pièges structuraux. Ainsi une partie profonde des sections 1 et 2 étudiées pour le bassin de Bou Ismail est cachée par le développement des multiples.

Afin d'avoir une meilleure approche permettant la déduction des implications pétrolières, nous proposons :

- Suivre l'évolution des structures cachées par les multiples en étudiant les sections transversales aux profils 1 et 2
- Déterminer le volume du bassin sédimentaire,
- Déterminer les propriétés petrophysiques du bassin par l'étude de la porosité et la perméabilité

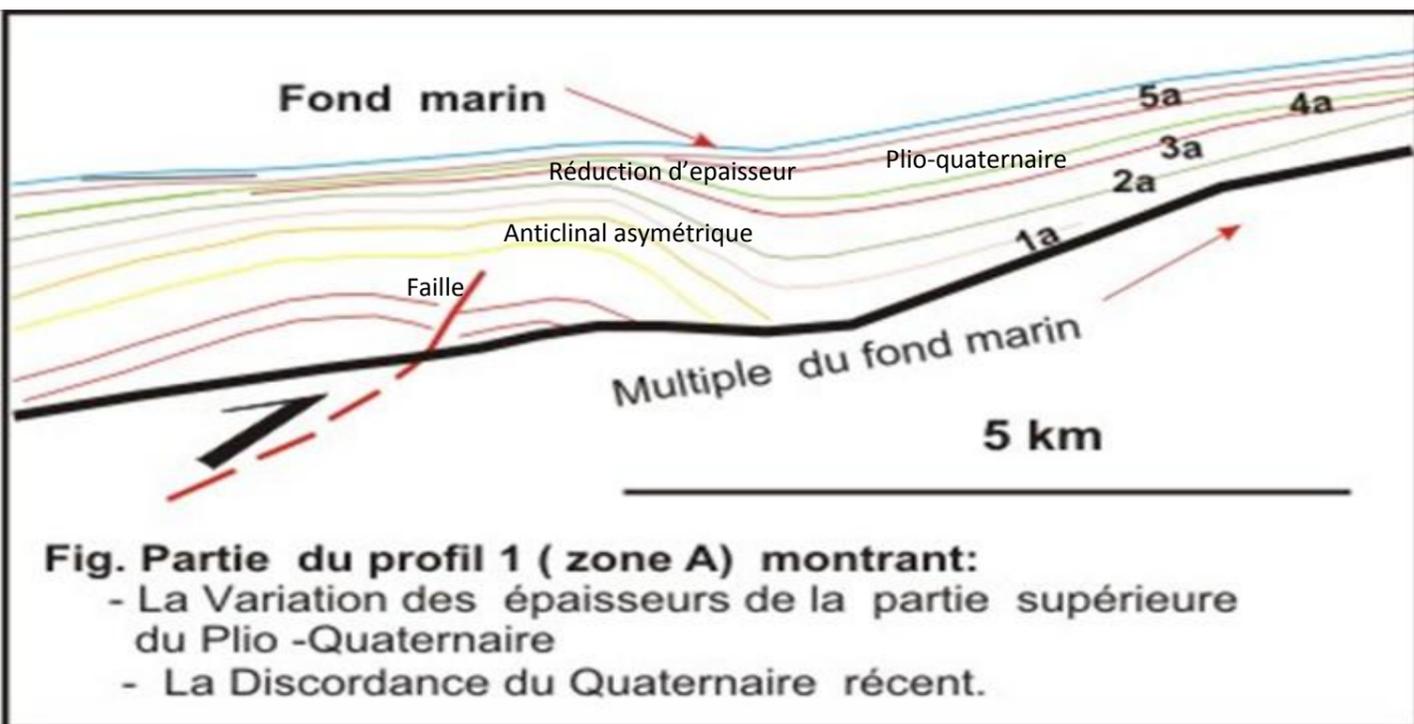
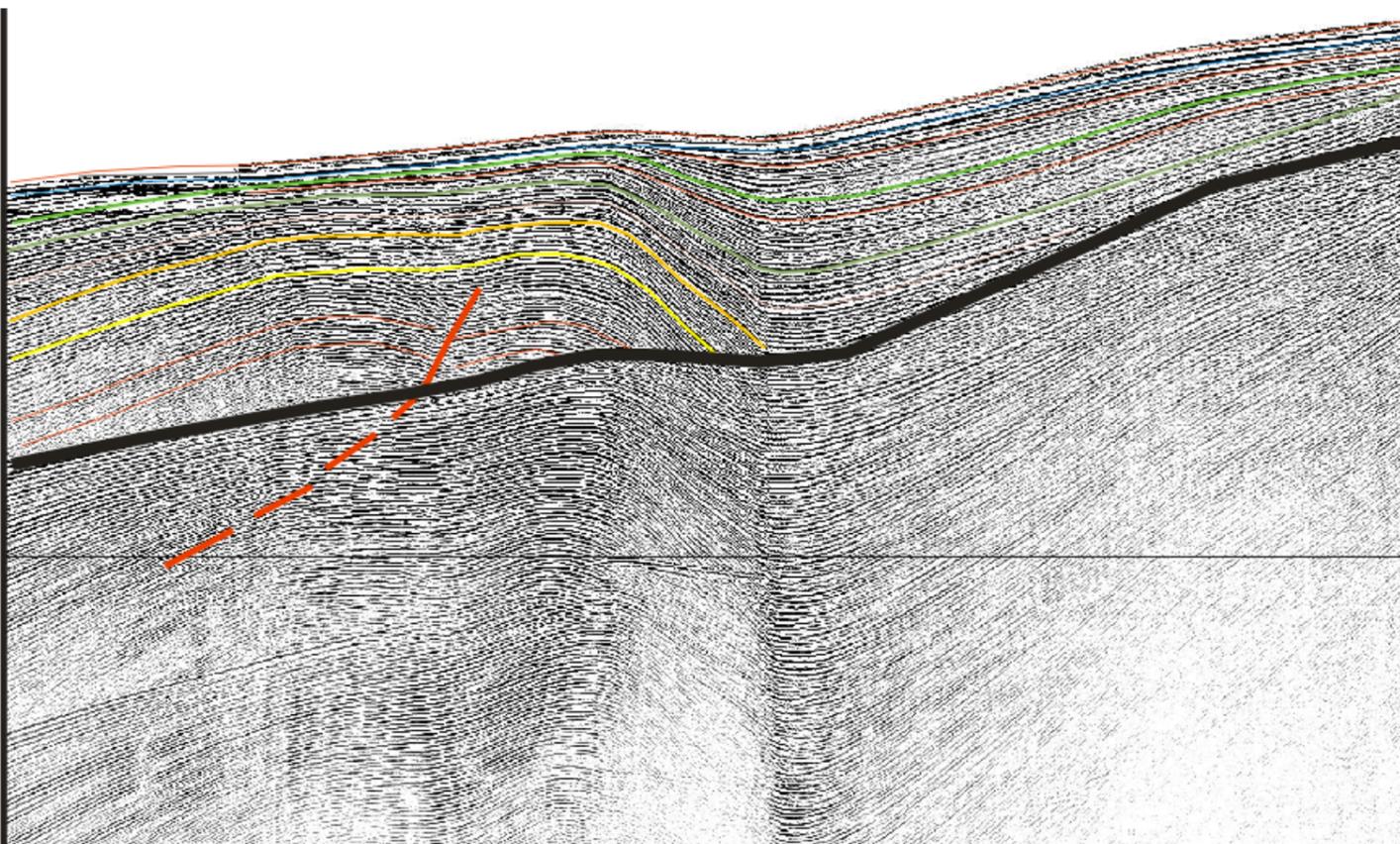
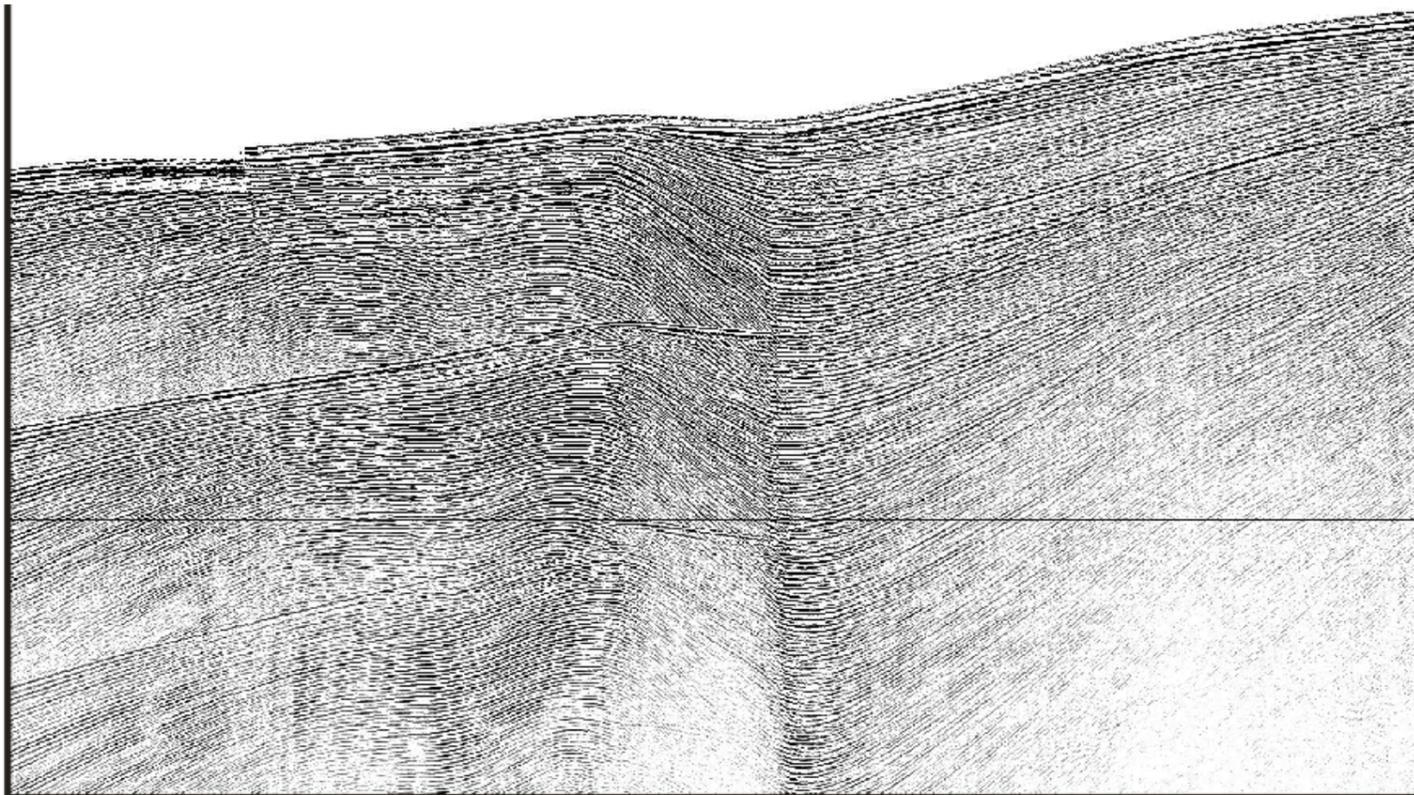
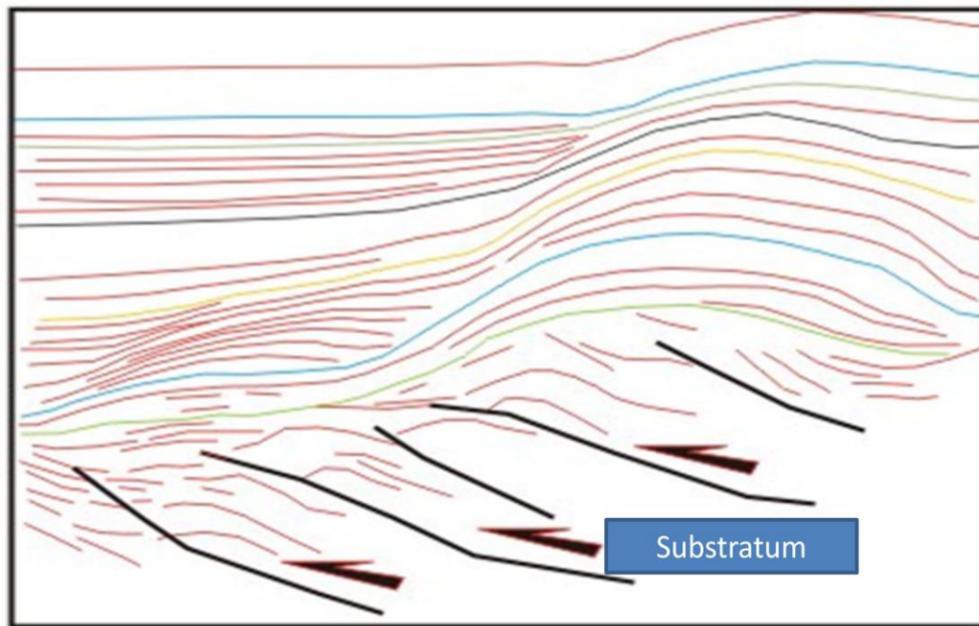
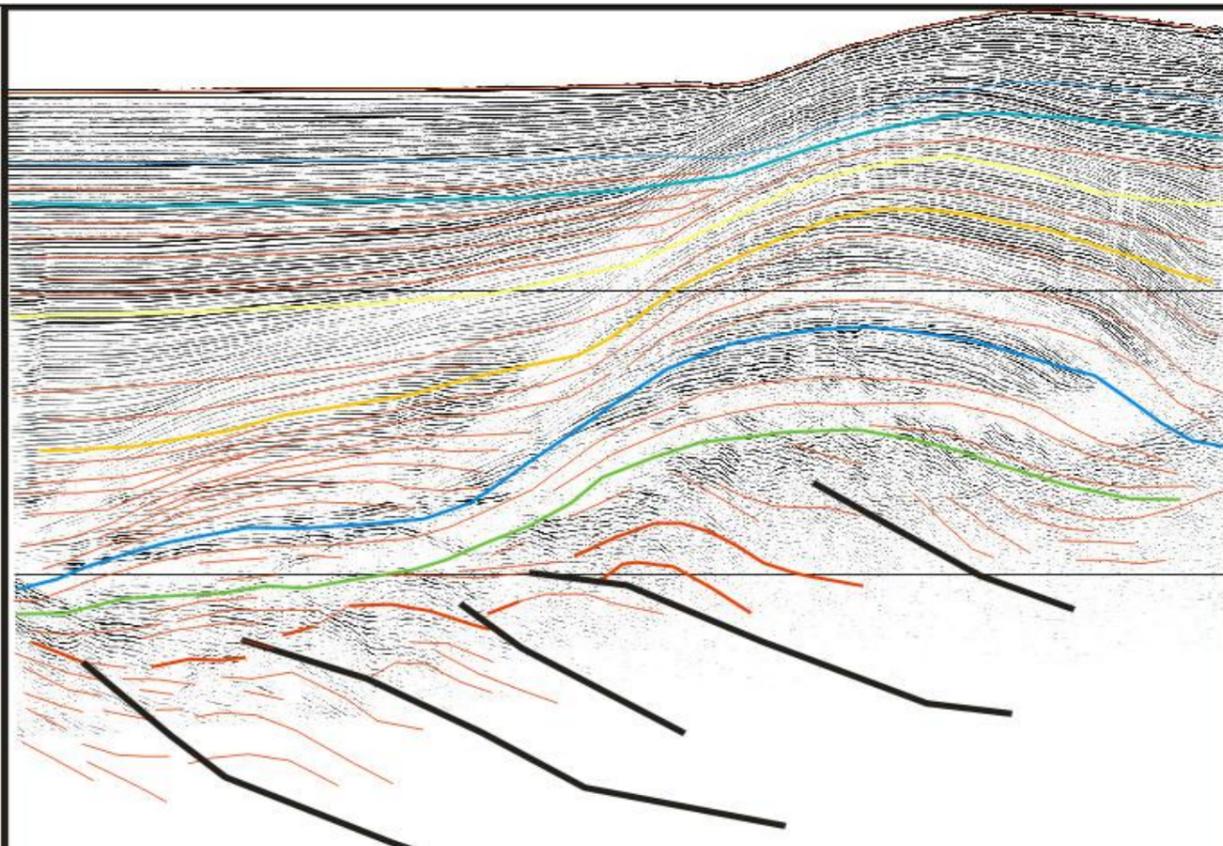
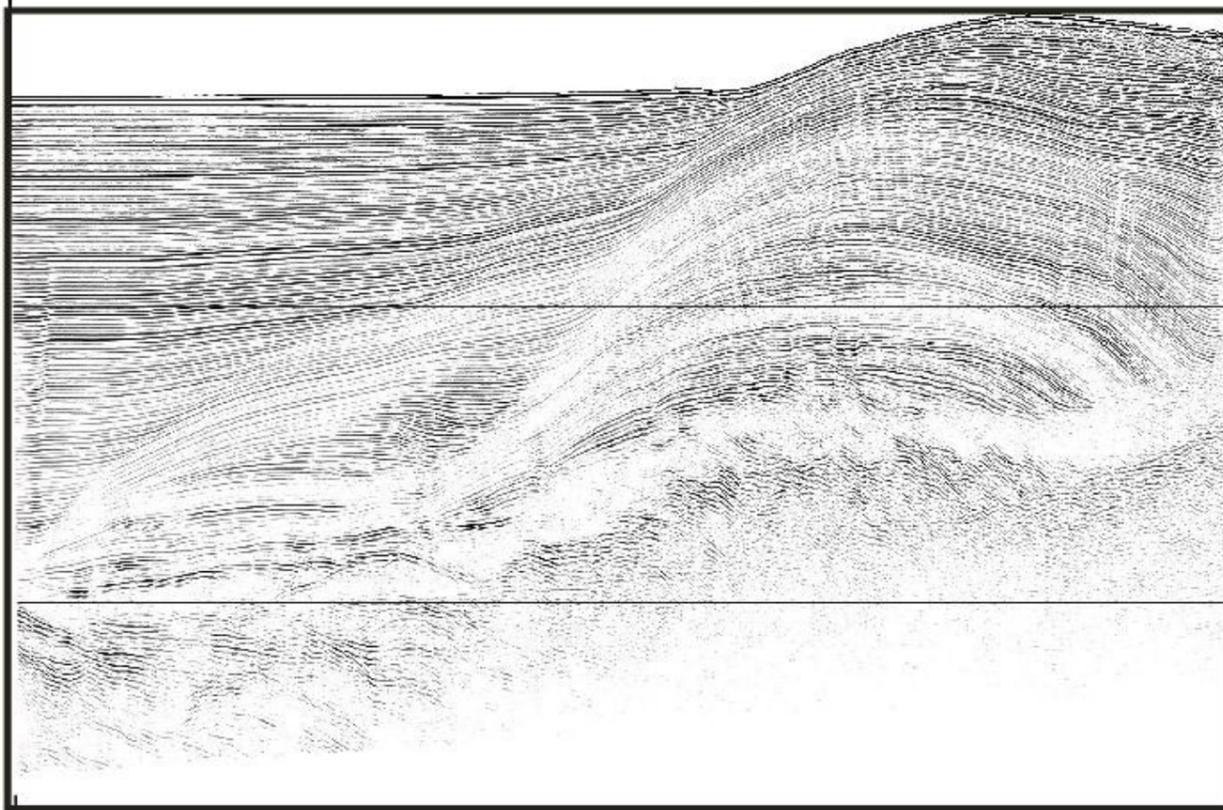


Fig.17 : observation et interprétation de la zone A du profil sismique1



Partie C du profil 1, montrant les différentes variations des épaisseurs et la discordance du Tertiaire sur le substratum très déformé et affecté par des failles inverses à vergence Nord

*Fig.20* Observation et interprétation de la zone C du profil sismique 1

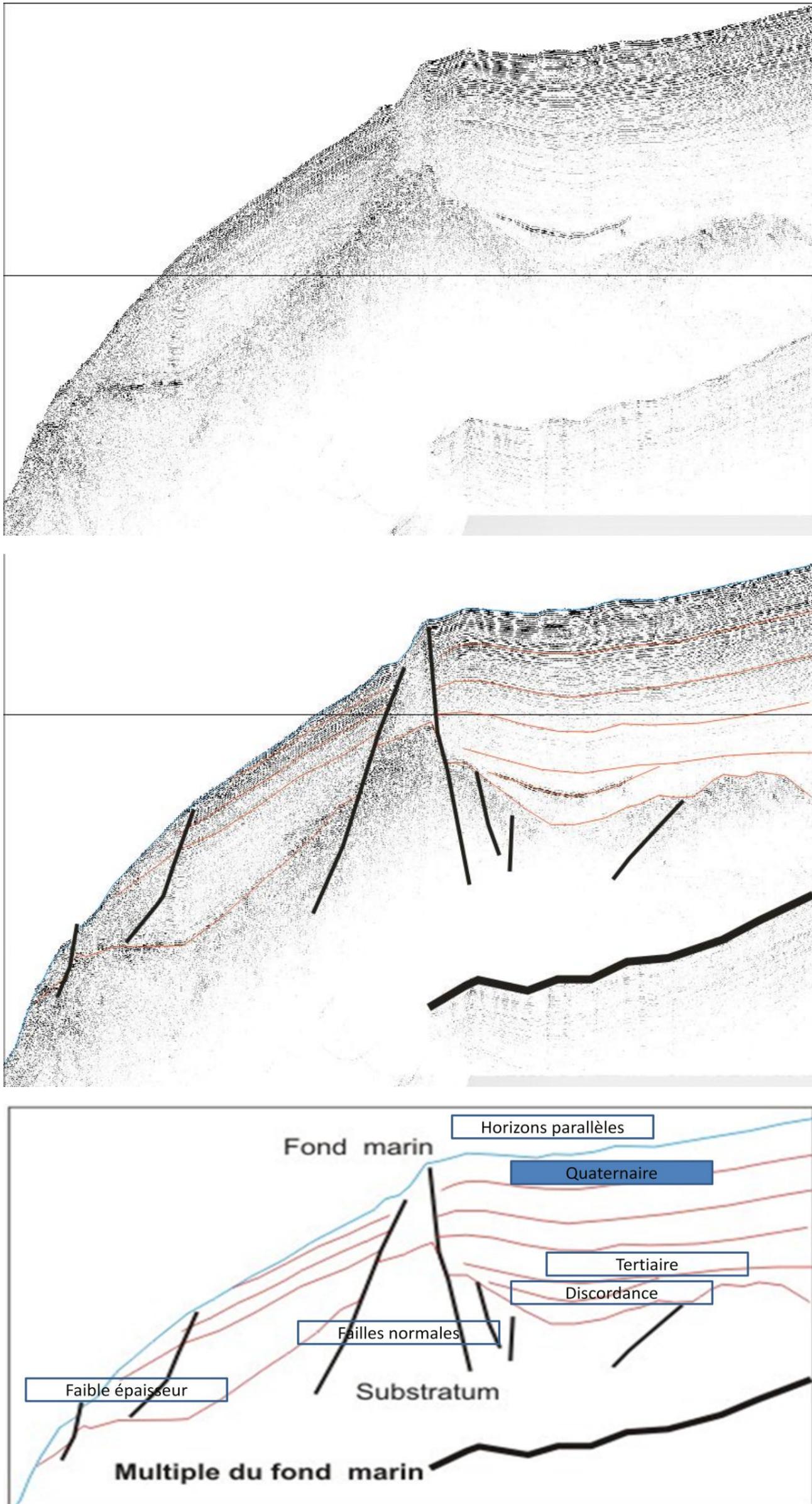
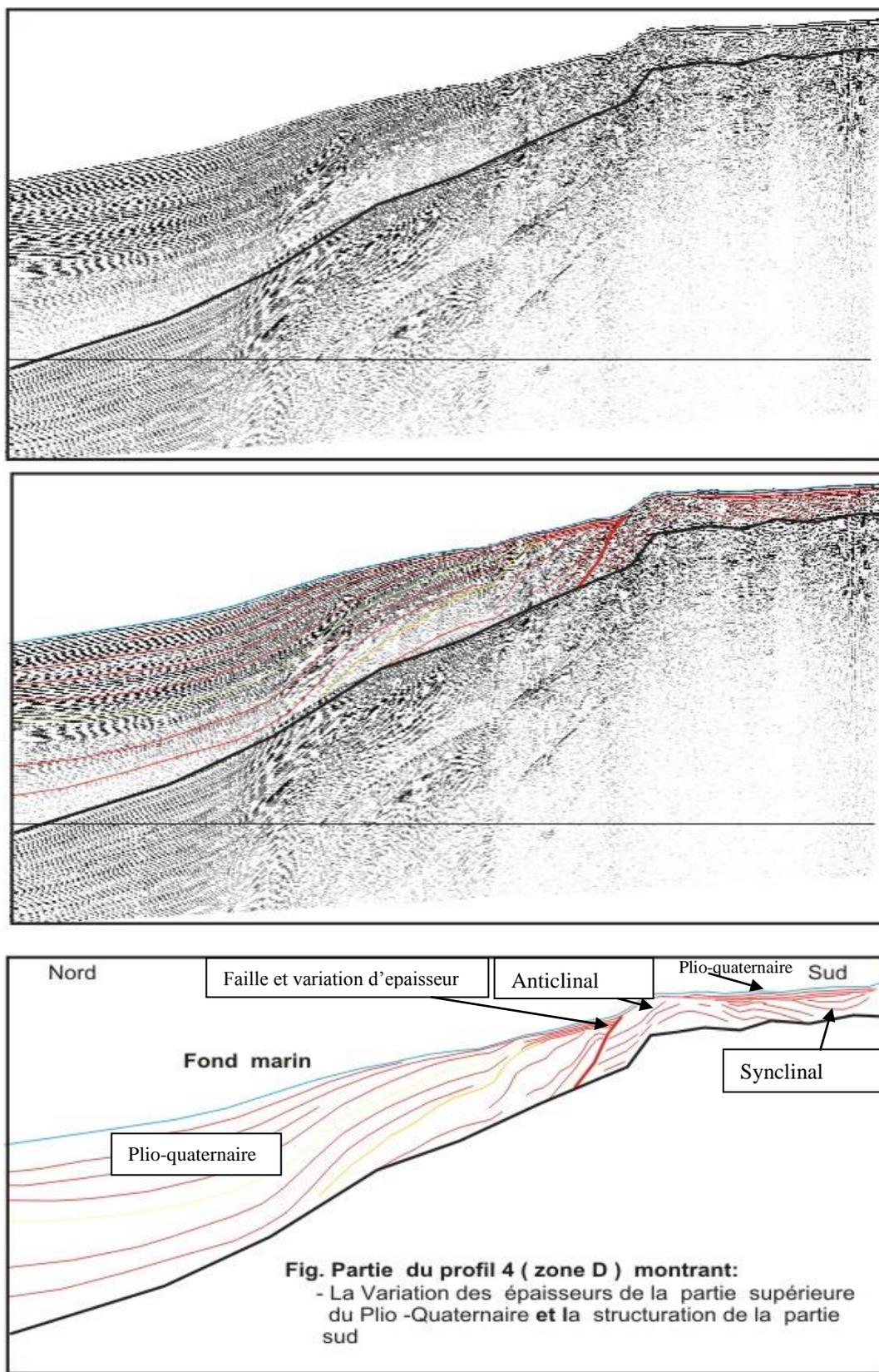
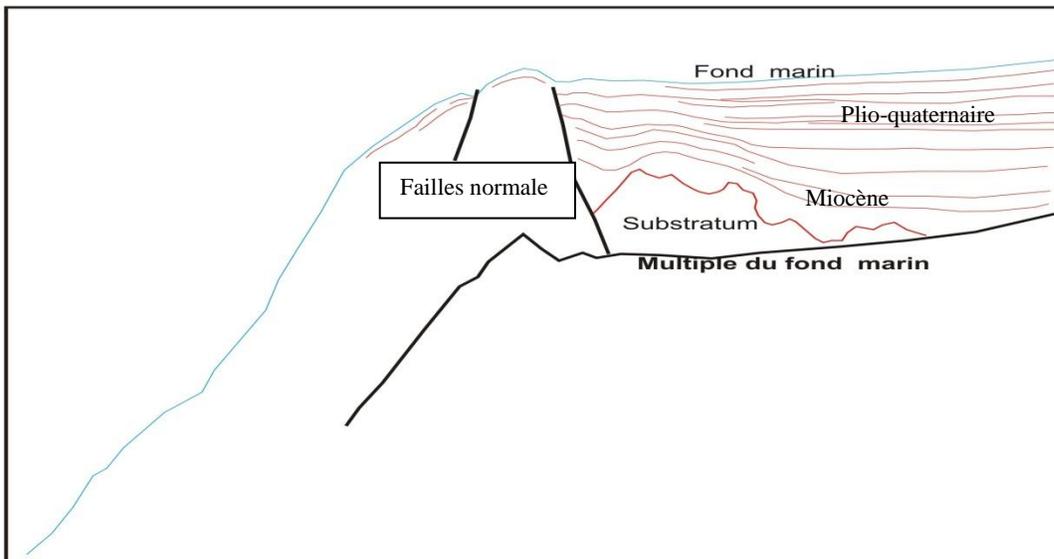
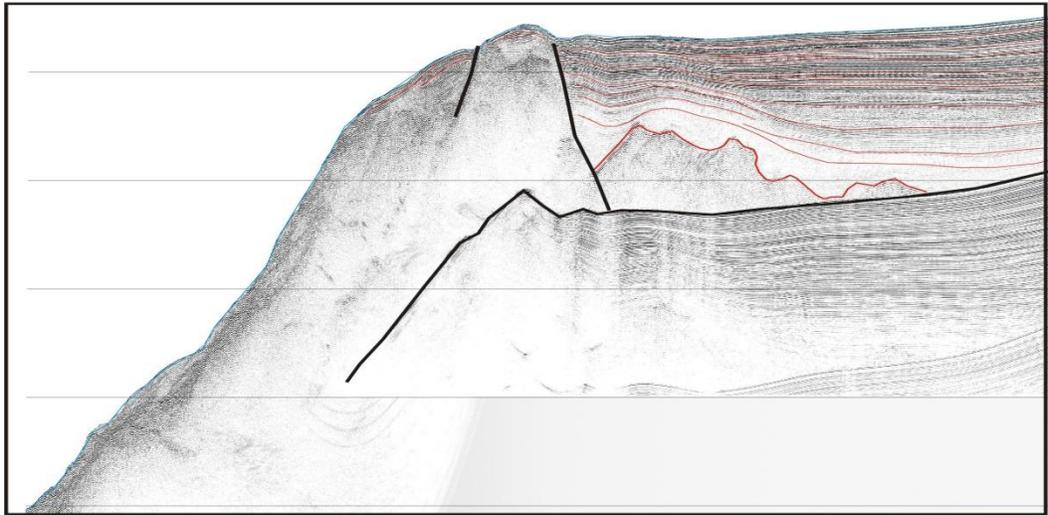
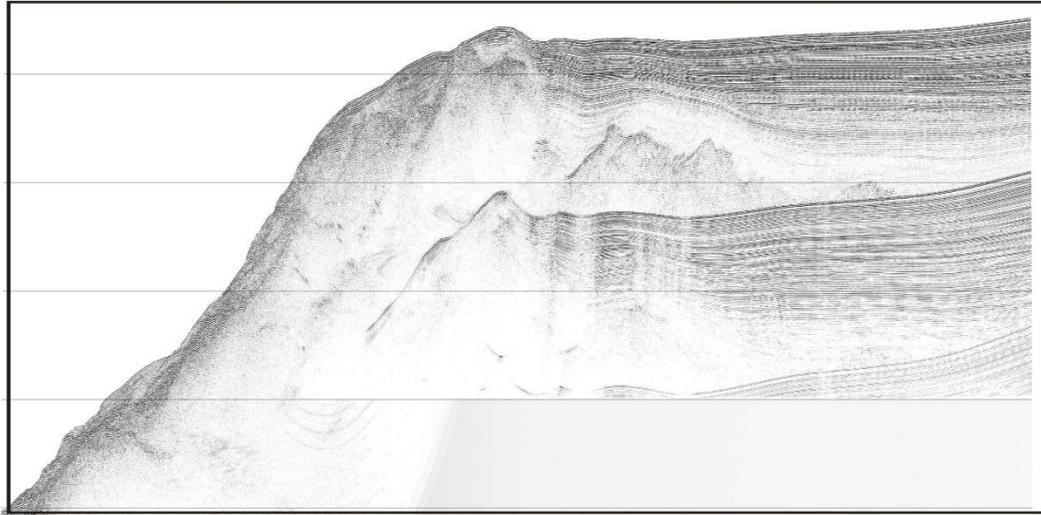


Fig.19 : Observation et interprétation la zone B du profil sismique1



*Fig.22 : observation et interprétation de la zone D du profil sismique 2*





**Fig.23:** Partie du profil 2 ( Zone E ) montrant la bordure nord du bassin de Bou Imail et la discordance du Tertiaire sur le substratum.







*LISTES DES FIGURES  
ET TABLEAUX*

## LISTES DES FIGURES ET TABLEAUX

### FIGURES

**Fig.1** : Le navire de l'IFREMER, le Suroit

**Fig.2** : montrant les 3 zones d'études de la campagne MARADJA 2003: ZC1 (Oran), ZC2 (Ténès) et ZC3 (Alger). En bleu : profils sismiques 6-traces, en rouge : profils sismiques 24-traces, en vert : aucune sismique, bathymétrie et Chirp en continu sur tous les profils.

**Fig.3** : Carte bathymétrique existantes avant la campagne de 2003

**Fig.4** : Données MNT et morpho bathymétrie de la zone d'étude

**Fig.5** : Courbes bathymétriques de la région d'étude

**Fig.6** : Illustration du système de sismique-réflexion GENAVIR (ici 24-traces =haute résolution) (figure de David Graindorge)  $N$  : nombre de traces,  $D$  : distance entre tirs,  $d$  : distance entre traces

**Fig. 7**: Dispositif d'acquisition sismique en offshore (flute et canons à air)

**Fig.8** : Canons à air

**Fig.9** : Situation de région d'étude

**Fig.10** : Allure morphologique de la baie de Bou Ismail

**Fig.11** Variation morpho- bathymétrie de la baie de Bou Ismail

**Fig.12** : Carte morpho-géologique du bassin de la Mitidja et ses environs (données topographiques SRTM-3 et carte géologique d'Algérie au 1/500'000).

**Fig.13** : a b c d e f : Situation des blocs AlKaPe Ca à travers le temps depuis 30 Ma (Rosunbaum 2004)

**Fig.14**: Carte des structures de la région d'Alger (Yelles et al. 2009).

**Fig. 15** : Carte de position des 3 profils sismiques à interpréter

**Fig.16** : Les différentes zones de la section sismique 1

*Fig.17 : observation et interprétation de la zone A du profil sismique1*

*Fig. 18 : L'escarpement du banc de khair Eddine*

*Fig.19 : Observation et interprétation la zone B du profil sismique1*

*Fig.20 : Observation et interprétation de la zone C du profil sismique1*

*Fig.21 : Le profil sismique 2 et position des différentes zones*

*Fig.22 : observation et interprétation de la zone du profil sismique 2*

*Fig.23 : Partie du profil2 (zone E)*

*Fig.24 : Observation et interprétation de la section sismique 3*

*Fig.25 : Relation entre les types de structures salines et l'épaisseur originelle*

*Fig.26 : Coupe schématique interprétative du NW de la Mitidja*

*Fig.27 : Bloc diagramme de la marge algérienne algéroise*

*Fig.1A : Schéma d'une faille*

*Fig.2A : Principaux types de failles*

*Fig.3A : Schéma d'un pli simple*

*Fig.4A : Les différents types de plis*

*Fig.5A : les types de charnière*

*Fig.6A : Les principaux types de plis*

*Fig.7A : Développement de chevauchement*

*Fig.8A : Les différentes parties d'un chevauchement*

*Fig.9A : Modélisation et évolution cinématique du pli de propagation (Suppe et Medwedeff, 1990)*

*Fig.10A : Exemple de profil sismique montrant un fault-propagation folds (pli de propagation et une faille), Tarim basin, China*

**Fig.11A** : I. Evolution cinématique d'un pli de flambage et II. Identification d'un fault-bend fold sur une section sismique

**Fig.12A** : a. Growth strata, b. Exemple de profil sismique montrant un épaissement des strates avec un pli de flambage (San Joaquin basin, California, USA).

**Fig.13A** : Coupe équilibrée

**Fig.14A** : Les différents processus de formation des hydrocarbures

**Fig.15A** : Les différents pièges des hydrocarbures

## **TABLEAU**

**Tab. 1** : Tableau des caractéristiques des deux sondeurs Ifremer utilisés lors de MARADJA 2003

## LISTES BIBLIOGRAPHIQUES

**BOUDIAF, A.** (1996)-Etude sismotectonique de la région d'Alger et de la Kabylie (Algérie). *Thèse doctorat d'Etat, Univ. Montpellier II France.* 225 p.

**BOUILLIN J.-P.** (1986)-Le « bassin maghrébin » : une ancienne limite entre l'Europe et l'Afrique à l'Ouest des Alpes. *Bull. Soc. géol. France, 4, II, pp. 547-558.*

**BOUREZG B. A.** (2005)-Prospection sismique : étude de cas. *Mem.d'ing.d'Etat Univ.de Tlemcen Algérie.* 62p

**BRACENE, R.** (2001)- Géodynamique du Nord de l'Algérie. *Thèse doctorat Univ.de Cergy Pontoise (France) volume1.* 110 p.

**DEVERCHERE, J., YELLES, K., DOMZIG, A., MERCIER DE LEPINAY, B., BOUILLIN, J.-P., GAULLIER, V., BRACENE, R., CALAIS, E., SAVOYE, B., KHERROUBI, A., LE ROY, P., PAUC, H., and DAN G.** (2005)-Active thrust faulting offshore Boumerdes, Algeria, and its relations to the 2003 Mw 6.9 earthquake, *Geophys. Res. Lett.* 32 p

**DOMZIG, A.** (2006)- Déformation active et récente, et structuration tectono-sédimentaire de la marge sous-marine algérienne. *Thèse de doc. Univ de Bretagne Occidentale France.* 332p

**GAULLIER, V., AND VENDEVILLE, B.** (2005), Salt tectonics driven by sediment progradation: Part II – Radial spreading of sedimentary lobes prograding above salt, *AAPG Bull.*, 89(8), pp1081-1089.

**GUEMACHE, M. A.** (2010)-Evolution géodynamique des bassins sismogènes de l'algérois (Algérie) : approche pluridisciplinaire (méthodes géologiques et géophysiques). *Thèse doctorat USTBH (Algérie).* 294p

**HENRY.G** (1994)-Géophysique des bassins sédimentaires. *Edit Technip.* 445p

**HSU, K., MONTADERT, L., et al.** (1978), Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, *Volume 42, Part1: Washington (U.S. Government Printing Office).*

**NOCQUET, J.-M., AND CALAIS, E.** (2004), Geodetic measurements of crustal deformation in the western Mediterranean and Europe, *Pure Appl. Geophys.*, pp 161, 661-681

**ROSFEKDER, A.** (1955), Carte provisoire au 1/500000 de la marge continentale algérienne. Note de présentation. *Bull. Serv. Carte Géol. Algérie*, Alger, Travaux des coll., 5, 57-106.

**ROSENBAUM, G., LISTER, G.S., and DUBOZ, C.** (2002), Reconstruction of the tectonic evolution of the western Mediterranean since the Oligocene, in *Reconstruction of the evolution of the Alpine- Himalayan Orogen*, edited by G. Rosenbaum, and G.S. Lister, 8, pp. 107-126, Journal of the Virtual Explorer.

**RYAN, W.B.F., and HSU, K.J.** (1973), Initial reports of the deep sea drilling project, 13, *U.S. Govt. Printing Office, Washington, D. C.*, 1447 pp.

**SALLE, C. ET DEBYSER, J.** (1976)- Formation des gisements de pétrole : étude des phénomènes géologiques fondamentaux. *Editions technip*. 243p

**SHAW, J., H; CONNORS, C. ET SUPPE, J.** (2005)-Seismic interpretation of contractional fault-related folds. *Publication AAPG*. 173p

**SIDHOUM, R. ET TLEMSANI, F.** (1996)-Contribution de la sismique réflexion dans la définition des relations structurales entre le domaine Auresien et la plate-forme saharienne dans la région de Negrine (Algérie). *Mem.d'ing.d'Etat USTHB Algérie*. 76p

**SUPPE, J., and MEDWEDEFF, D.A.** (1990), Geometry and kinematics of fault-propagation folding, *Eclog. Geol. Helv.*, 83, pp 409-454.

**YELLES A. K., DOMZIG A., DEVERCHERE J., BRACENE R., MERCIER DE LEPINAY B., STRZERZYNSKI P., BERTRAND G., BOUDIAF A., WINTER T., KHERROUBI A., LE ROY P. and DJELLIT H.** (2009). Evidence for a large active fault offshore West Algiers, Algeria, and seismotectonic implications. *Tectonophysics*, 475, pp. 98-116.

*ANNEXE I*

**NOTION DE GEOPHYSIQUE**

## **I- NOTION DE GEOPHYSIQUE**

La géophysique est la science qui s'intéresse aux phénomènes physiques de la terre. On subdivise la géophysique en deux branches distinctes : la géophysique du globe et la géophysique appliquée en plus de la géophysique d'exploration.

### **1- LES METHODES UTILISEES EN GEOPHYSIQUE**

Les principales méthodes utilisées en géophysiques sont les suivantes :

1. Sismiques (réflexion et réfraction)
2. Gravimétriques
3. Magnétiques

#### **1.1- LES METHODES SISMIQUES**

La sismique est une méthode de prospection qui permet de visualiser les structures géologiques en profondeur grâce à l'analyse des échos d'ondes sismiques. Il ne faut pas la confondre avec la sismologie, qui est l'étude des ondes sismiques et des séismes pour eux-mêmes.

Les ondes sismiques étudiées peuvent avoir des causes naturelles (tremblement de terre) ou artificielles (camion vibreur, explosif, canon à air, etc.) Dans tous les cas, elles suivent les mêmes lois que les ondes lumineuses.

##### **1.1.1- SISMIQUE REFLEXION**

La sismique réflexion est une méthode de prospection géophysique dans laquelle une source émet des ondes élastiques qui pénètrent dans le sol, s'y propagent et se réfléchissent sur les interfaces séparant les milieux différents ou les vitesses des ondes varient (par exemple, des couches géologiques). On utilise des canons à air comprimé en mer, des camions vibreurs ou de la dynamite à terre pour créer des ondes. On recueille les signaux réfléchis de façon à établir la vitesse des ondes dans ces milieux et la géométrie des milieux traversés. Les signaux sont reçus par des capteurs (hydrophones en mer ou géophones sur terre). La connaissance de la vitesse de propagation de l'onde sismique et le temps de parcours source-récepteur permettent de calculer la profondeur du miroir.

### **1.1.2- SISMIQUE REFRACTION**

La sismique réfraction est une méthode géophysique qui permet de déterminer à partir des vitesses de propagations, les formations traversées par les ondes sismiques.

### **1.2- GRAVIMETRIE**

La gravimétrie consiste à mesurer, étudier et analyser les variations dans l'espace et dans le temps du champ de pesanteur de la terre (et des autres corps du système solaire). Elle est directement liée à la géodésie qui a pour objet l'étude de la forme de la terre et la mesure de ses dimensions.

### **1.3- METHODES MAGNETIQUES**

La prospection magnétique a pour objet de réaliser des investigations des structures géologiques du sous-sol en se basant sur les anomalies du champ magnétique terrestre qui résultent des propriétés magnétiques des roches.

*ANNEXE II*

**NOTION DE GEOLOGIE  
STRUCTURALE**

## II- NOTION DE TECTONIQUE ET GEOLOGIE STRUCTURALE

### 1- DEFINITION

La Tectonique est la discipline des Sciences de la Terre qui traite des déformations de l'écorce terrestre. Ce terme, créé à la fin du siècle dernier, vient du grec «Tektonikos», adjectif qui signifie propre au charpentier, à l'architecte; il implique donc une notion de structure. D'ailleurs, le terme de Géologie Structurale est souvent employé comme synonyme de Tectonique. Toutefois, chez les auteurs de langue anglaise, une distinction tend à s'imposer entre ces deux termes. La *Géologie Structurale* («Structural Geology») est essentiellement l'étude de la géométrie des structures. Par contre, la *Tectonique* («Tectonics») concerne plutôt l'étude de ces structures en relation avec les mouvements (*Cinématique*) et les forces (*Dynamique*) qui les ont créées.

### 2- CONTRAINTE ET DEFORMATION

La contrainte est définie comme une force par unité de surface (dimension d'une pression). Ainsi quand une force est appliquée sur un corps, la contrainte est le rapport de la force à la surface à laquelle cette est appliquée.

Quand un solide est soumis à une contrainte, il se déforme: chacune de ses particules est déplacée et occupe une position nouvelle.

On appellera donc déformation d'un corps de forme, de dimensions et de localisations connues dans l'espace, toute opération qui fait varier la forme, les dimensions et la localisation de ce corps d'un état initial à un état final.

### 3- FAILLE ET JOINT DE CISAILLEMENT

Une *faille* est une fracture macroscopique des matériaux de l'écorce terrestre, fracture accompagnée d'un glissement l'un par rapport à l'autre des blocs que celle-ci sépare. Il existe des failles de l'échelle de la centaine de kilomètres (ce sont dans ce cas plutôt des zones de failles) à celle de l'affleurement ou de l'échantillon; dans ces derniers cas, on parle souvent de *microfailles*. Puisqu'il y a glissement relatif des blocs. C'est qu'il existe une contrainte cisailant sur le plan de fracture; on emploie donc souvent le terme de *joint de cisaillement* pour désigner des microfailles sur lesquelles le déplacement est en général très faible.

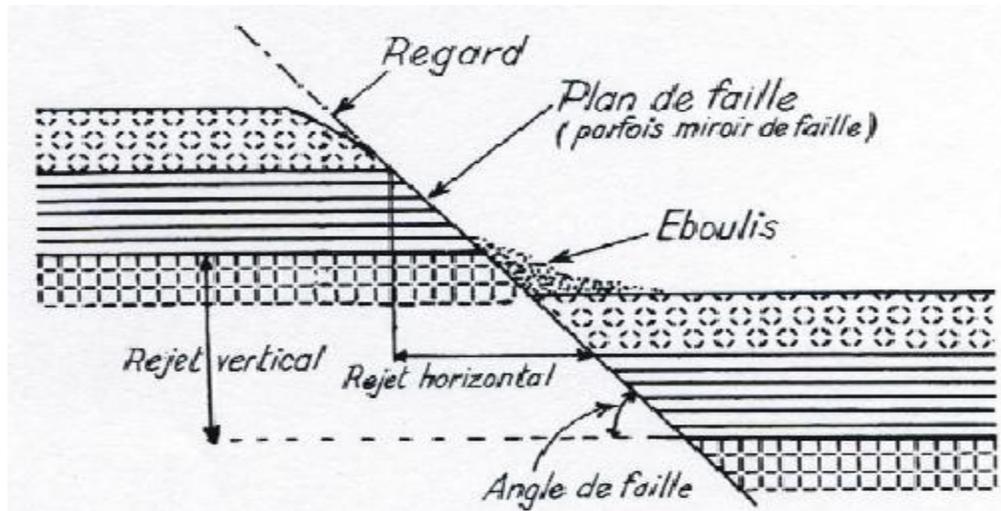


Fig.1A schéma d'une faille

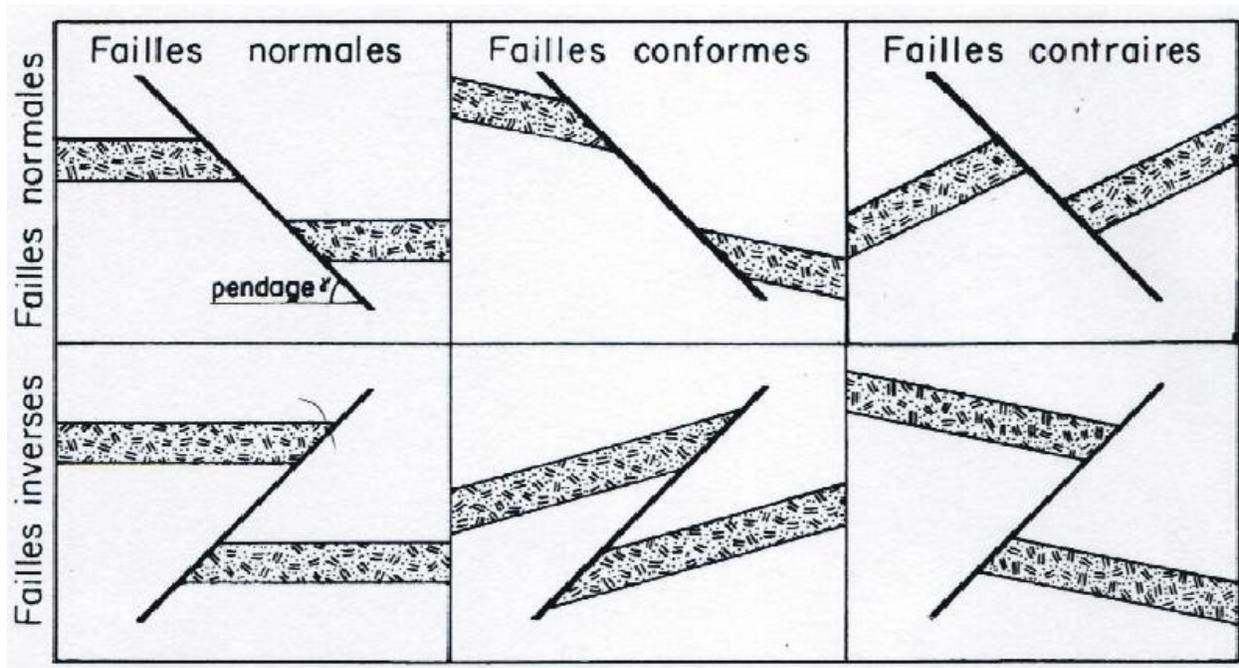
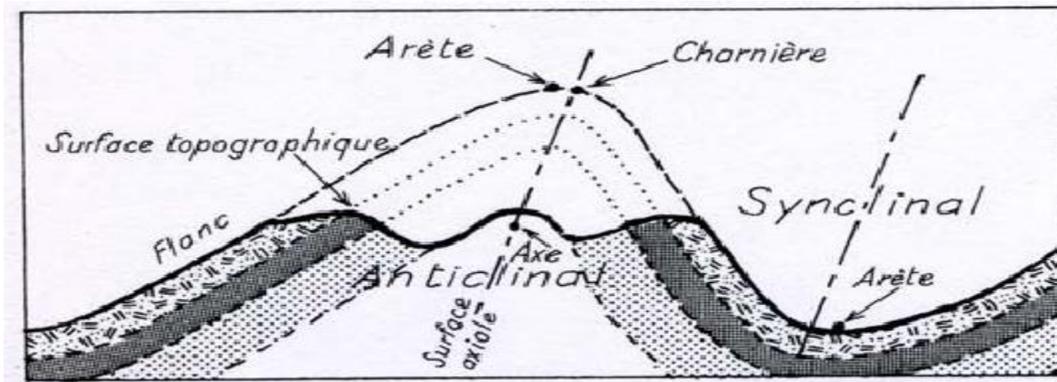


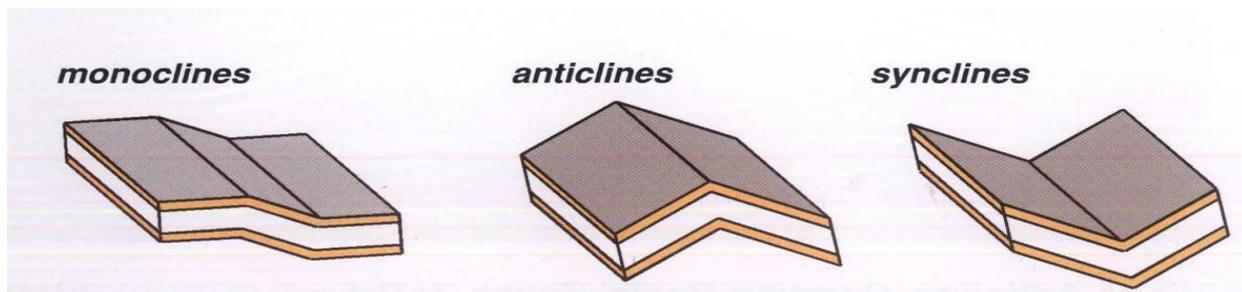
Fig.2A : Principaux types de failles

#### 4- PLIS

Les plis sont des courbures ou flexures des roches qui se forment en réponse au mouvement le long des failles, diapirs, de compression ou d'extension (Fig.3A). Ils peuvent être de trois types à savoir : monoclinal, anticlinal ou synclinal (Fig.4A)

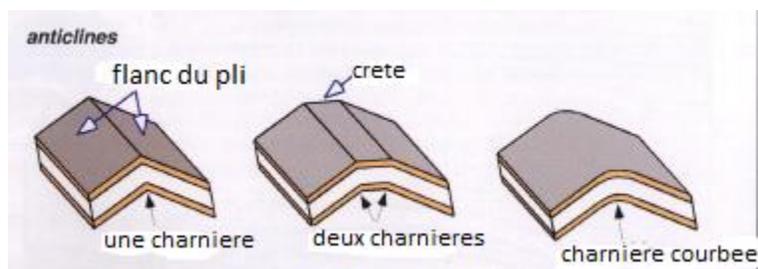


*Fig.3A : Schéma d'un pli simple*

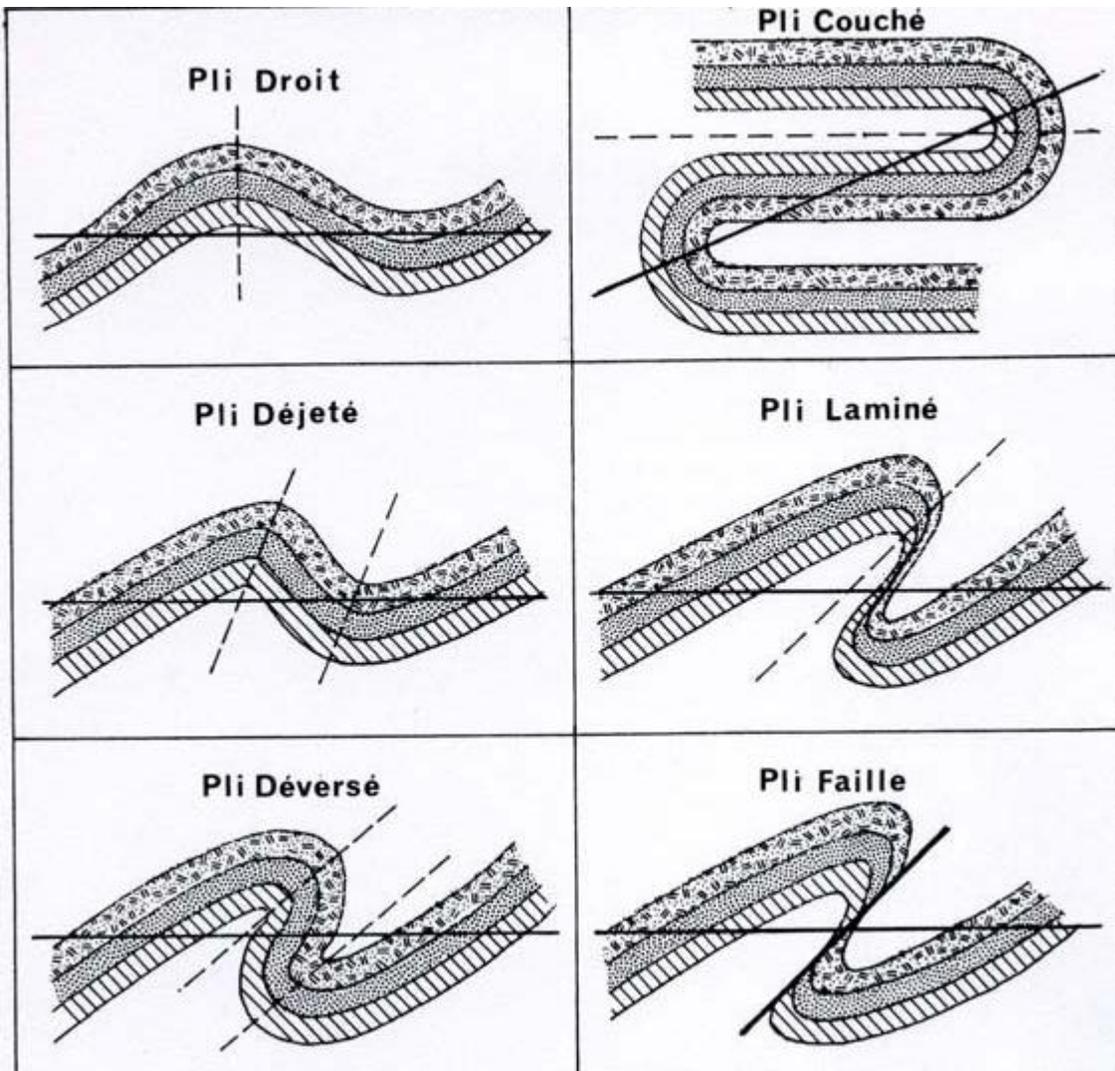


*Fig.4A : Les différents types de plis (Shaw et al.2005)*

Les plis peuvent aussi avoir une ou plusieurs charnières sous forme angulaire ou en courbure. Aussi les plis peuvent être classés selon la direction de leur surface axiale.



*Fig.5A : les types de charnière (Shaw et al. 2005)*

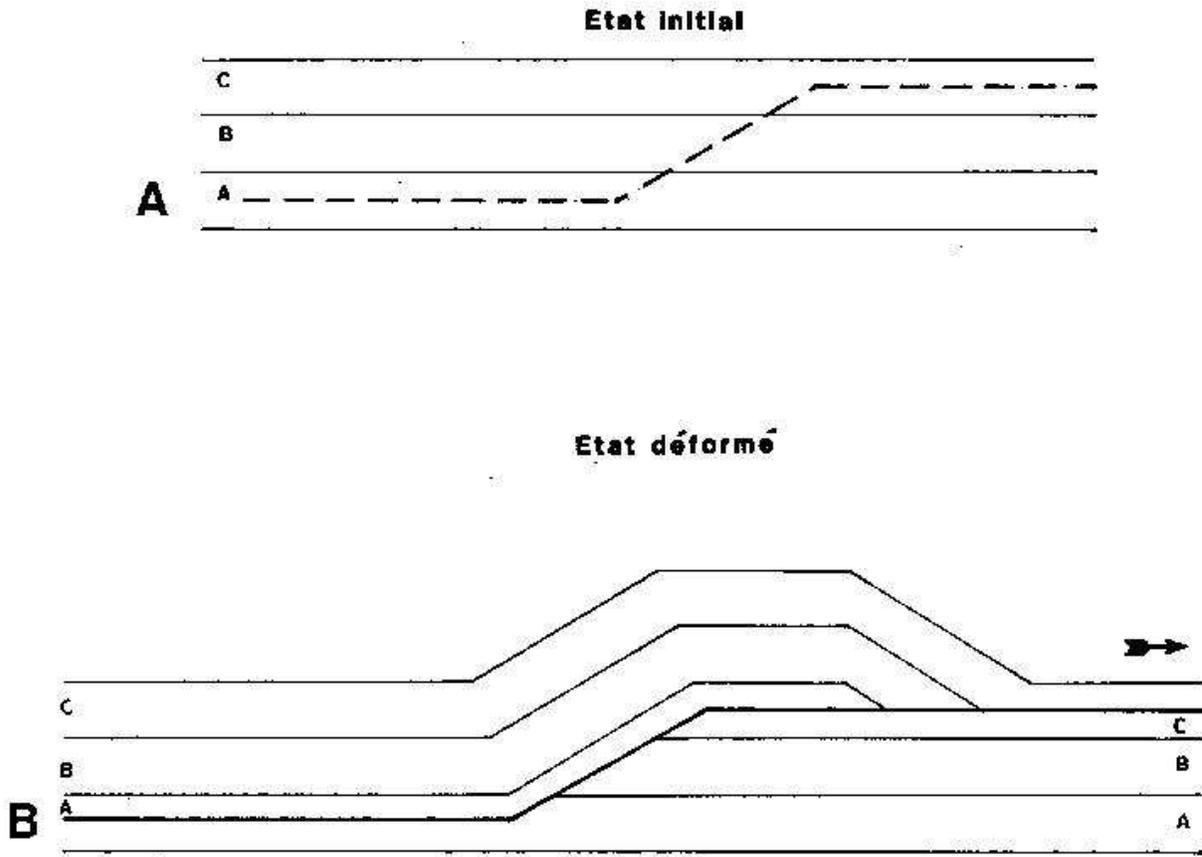


*Fig.6A : Les principaux types de plis*

## 5- CHEVAUCHEMENT (Overlapping)

Le processus suivant lequel se déplace un volume rocheux relativement plus ancien sur un autre volume rocheux plus récent sur une surface horizontale ou subhorizontale représente un chevauchement.

Du point de vue cinématique, c'est un raccourcissement horizontal ou voisin confondu avec le sens du déplacement. La surface de chevauchement peut présenter une relation géométrique parallèle ou oblique par rapport au litage stratigraphique (R. GRAHAM et al, 1987).



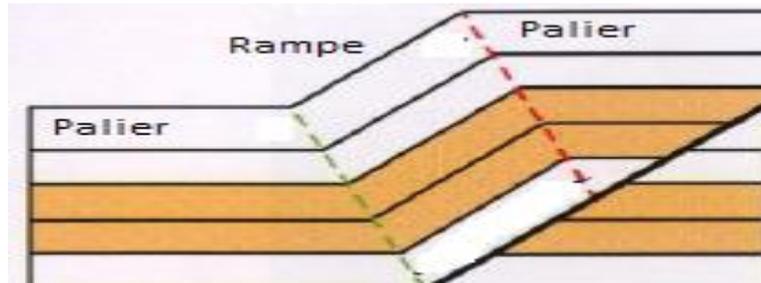
*Fig.7A : Développement de chevauchement*

- A- Etat initial : les formations A, B et C sont respectivement incompetente, competente et incompetente.
- B- Etat déformé : dédoublement des séries et anticlinal de rampe

1. Elle est parallèle au litage lorsque les couches stratigraphiques, dans lesquelles on l'observe, sont incompetentes. Ces couches permettent un glissement horizontal.
2. Elle est oblique au litage avec un angle de  $30^\circ$  lorsque les couches stratigraphiques dans lesquelles on l'observe sont competentes. Dans ce cas, ces couches créent un blocage au glissement horizontal. Ce blocage induit une fracture dans cette formation competente.

En général, ces deux mécanismes se développent sous forme de surface de chevauchement en marche d'escalier.

Les différentes parties d'une surface de chevauchement sont : la rampe (ramp) pour la partie inclinée et le palier (flat) pour la partie parallèle a la stratification.



**Fig.8A** : Les différentes parties d'un chevauchement

Si le chevauchement est en escalier, il n'y a pas de superposition anormale mais uniquement un décollement. En revanche, si le chevauchement est en rampe, la surface de chevauchement recoupe obligatoirement celle de la stratification. A cet endroit, le glissement ne peut qu'entraîner une superposition des couches anciennes sur des couches plus jeunes. Cette superposition cause un dédoublement des séries.

Les rampes se distinguent suivant leur disposition spatiale : en rampes frontales, en rampes obliques ou en rampes latérales.

### 5.1- STRUCTURES CHEVAUCHANTES EN "POP-UP"

Certaines rampes frontales inclinées dans le sens du déplacement peuvent créer localement, en arrière du chevauchement, un glissement en sens inverse. Ce dernier induit, de sa part, un retrochevauchement.

Cela implique la formation d'un modèle en "pop-up" (coin extrusif) dont le coin est tourné vers le bas.

### 5.2- DUPLEX

L'imbrication de plusieurs chevauchements entraîne une structure en "duplex" (duplex). Cette combinaison complexe est souvent réalisée lorsqu'une série de rampes se rattachent au même plan de décollement (N.KAZI-TANI, 1994).

Elle représente un empilement d'écailles tectoniques imbriquées (A. FOUCAULT & J. F. RAOULT, 1984).

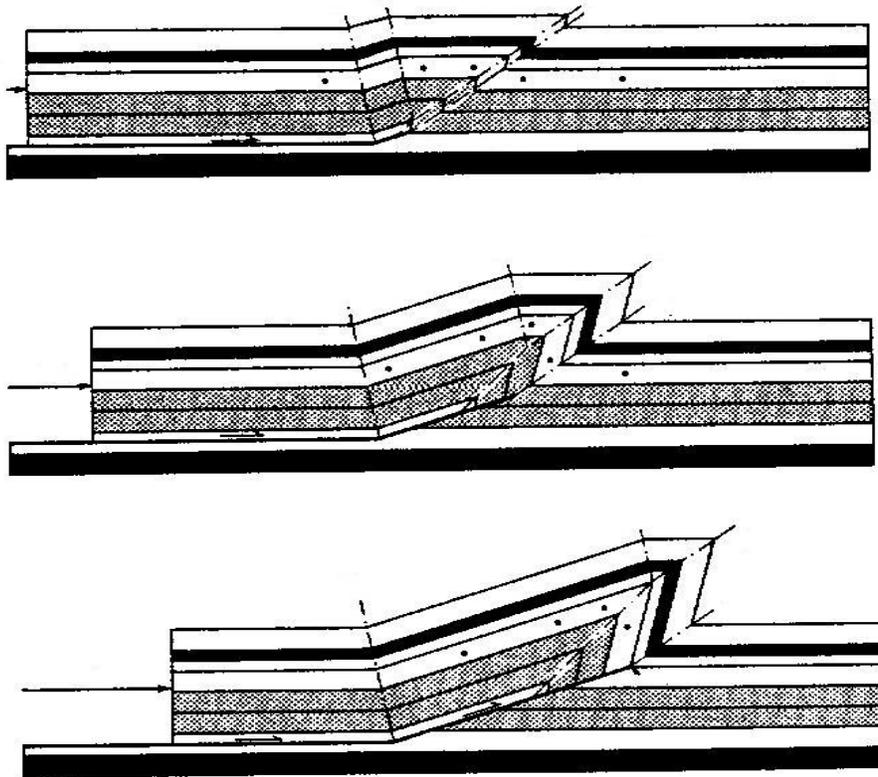
### 5.3- TRANSPRESSION

Le développement d'une faille inverse chevauchante et décrochant en même temps engendre une structure en transpression.

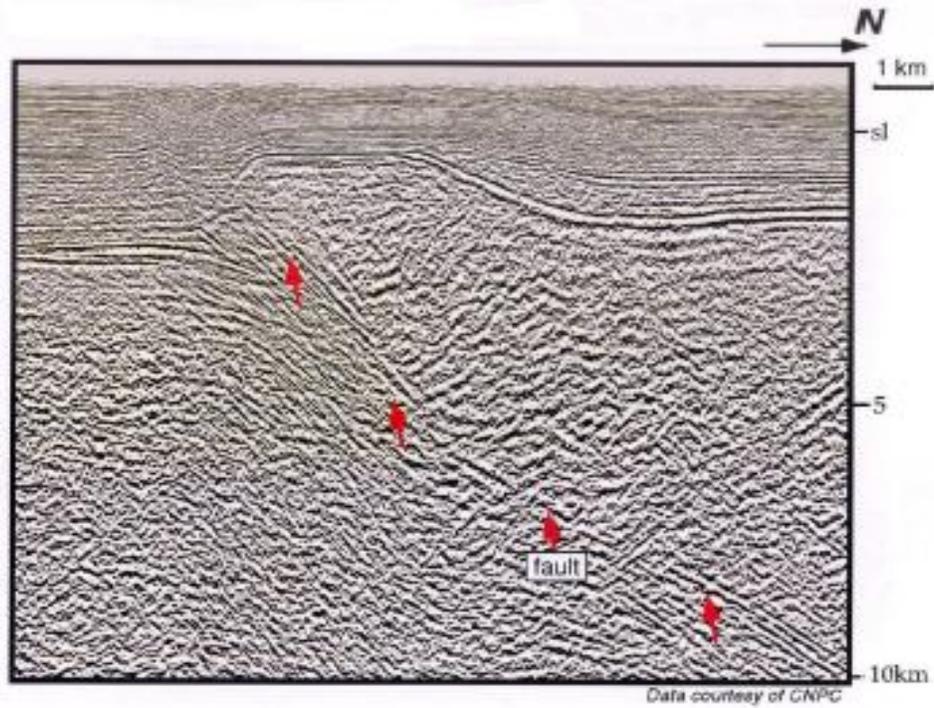
### 5.4- PLI DE PROPAGATION (fault-propagation folds)

Le pli qui dépend de la création d'une rampe et se bloque a son extrémité forme une structure de plis de propagation.

La genèse d'un tel pli implique la cinématique de fracturation ait été suffisamment lente qu'il ait eu le temps de se développer et de consommer par accommodation les glissements sur la rampe (E. MERCIER, 1992).



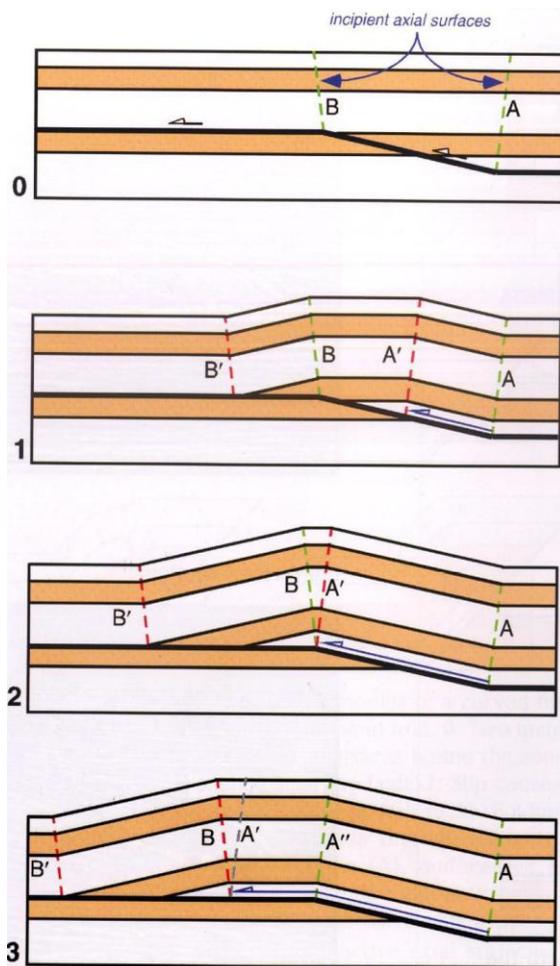
*Fig.9A : Modélisation et évolution cinématique du pli de propagation (Suppe et Medwedeff, 1990)*



**Fig.10A** : Exemple de profil sismique montrant un fault-propagation folds (pli de propagation et une faille), Tarim basin, China

### 5.5- PLI DE FLAMBAGE (fault-bend folds)

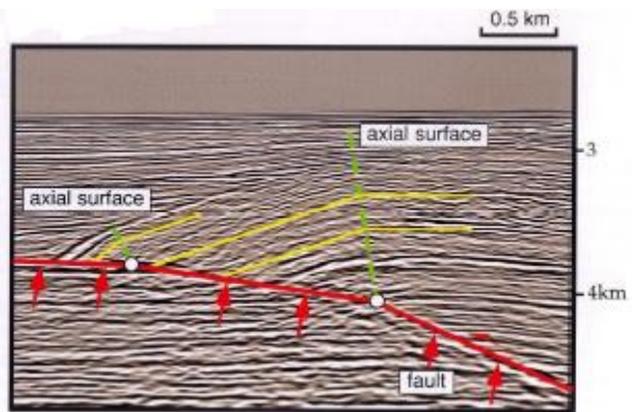
Une rampe qui se forme bien avant la formation des plis engendre une structure en fault-bend folds.



**Fig.11A : I. Evolution cinématique d'un plis de flambage (shaw et al. 2005)**

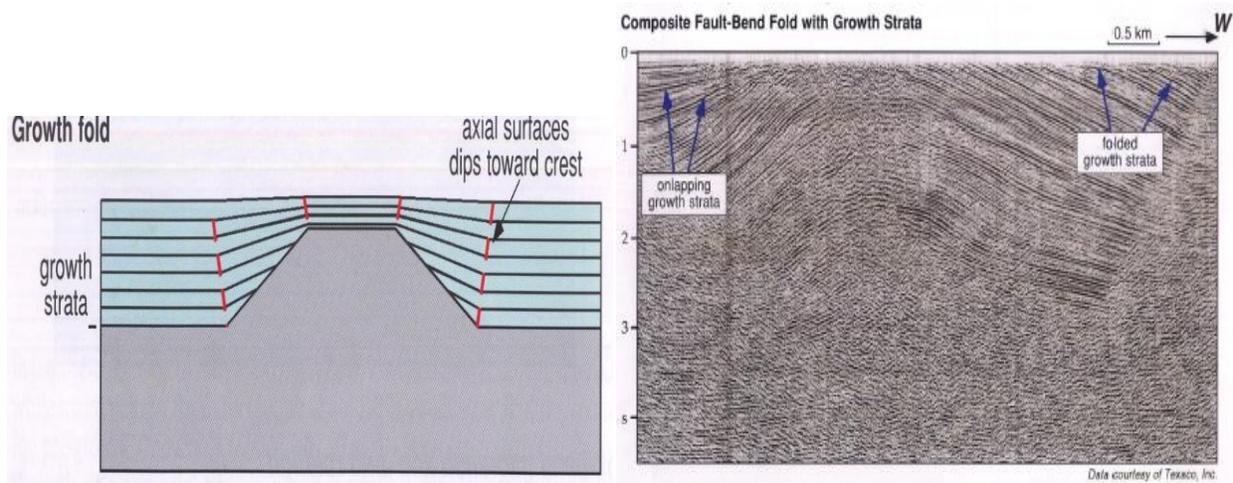
*A, B, A' et B' : surface axiale*

*II. Identification d'un fault-bend fold sur une section sismique*



### 5.6- GROWTH STRATA (épaissement des strates)

L'augmentation d'épaisseur des strates ou les strates syntectoniques sont des phénomènes stratigraphiques qui se manifestent pendant la déformation. L'âge de ces strates syntectoniques définissent l'âge de la déformation.



**Fig.12A** : a. Growth strata, b. Exemple de profil sismique montrant un épaissement des strates avec un pli de flambage (San Joaquin basin, California, USA).

### III- COUPE EQUILIBREE (balanced cross-section)

C'est une coupe d'interprétation d'une structure géologique actuelle telle qu'il existe un chemin cinématique possible entre l'état avant la déformation et l'état actuel.

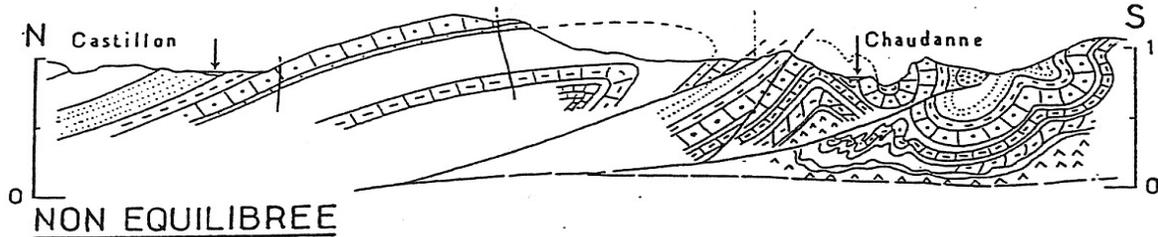
Cela s'effectue en construisant, parallèlement à la coupe impérative actuelle, une coupe reconstitutive avant la déformation (G, MENARD)

La construction d'une coupe équilibrée se base sur trois éléments :

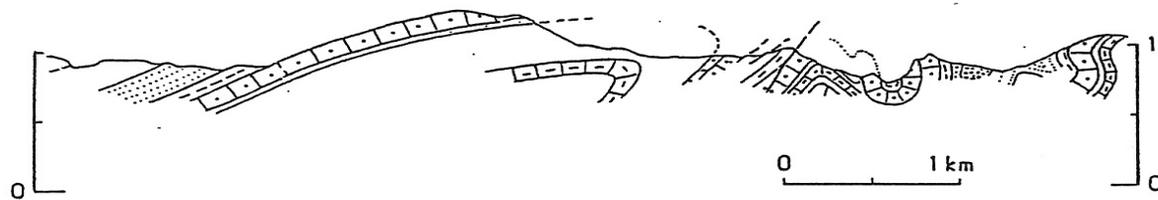
1. L'état initial
2. La structure actuelle
3. Le chemin cinématique permettant le passage de l'un à l'autre.

Cette opération n'est pas unique et évolue au fur et à mesure que l'on acquiert de nouvelles données. L'élaboration de ces coupes fait appel aux données géologiques de surface et aux données sismiques (subsurface)

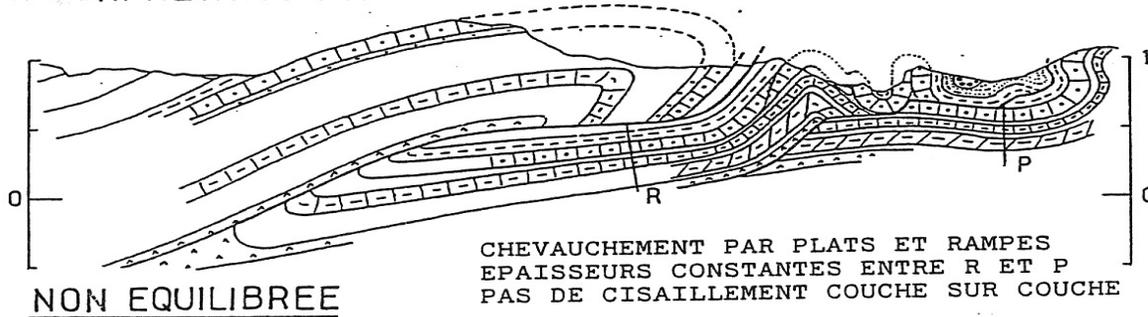
1 COUPE GEOLOGIQUE "CLASSIQUE"



2 PARTIE SUPERFICIELLE DE LA COUPE



3 INTERPRETATION A PARTIR D'UNE HYPOTHESE STRUCTURALE



4 MODIFICATION DE LA COUPE

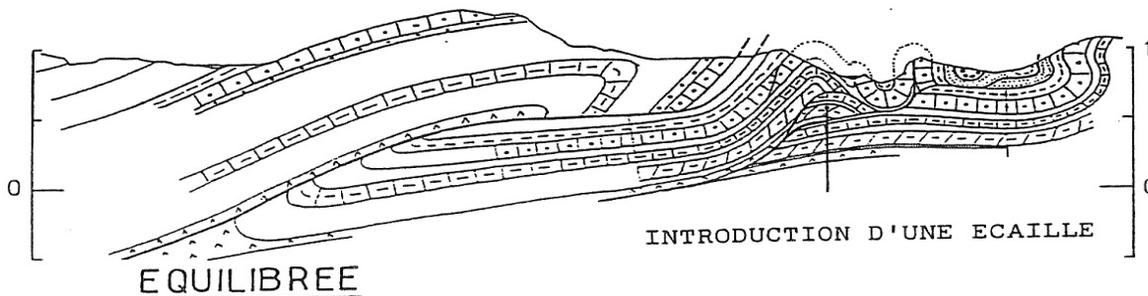


Fig.13A : Coupe équilibrée

*ANNEXE III*

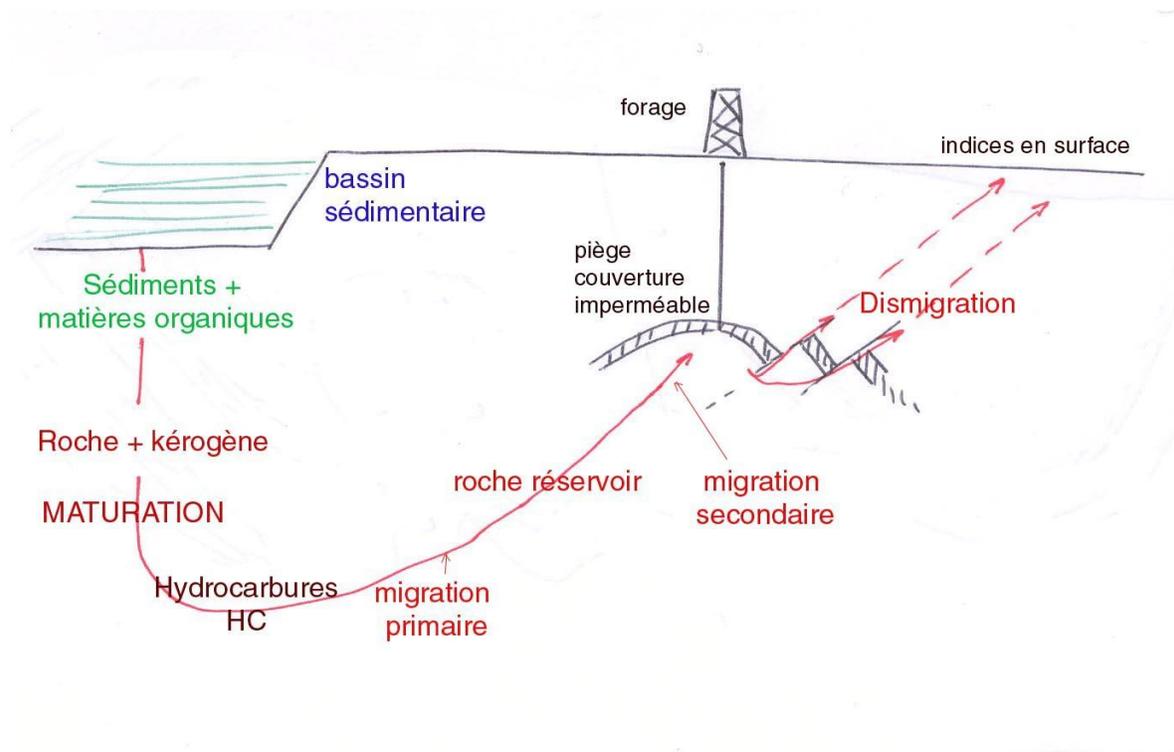
**NOTION DE GEOLOGIE  
PETROLIERE**

## IV- NOTION DE GEOLOGIE PETROLIERE

### 1- DEFINITION

Le pétrole est un combustible fossile dont la formation date d'environ 20 à 350 millions d'années. Aussi appelé « huile » ou « pétrole brut », il provient de la décomposition d'organismes marins (principalement le plancton) accumulés dans des bassins sédimentaires, au fond des océans, des lacs et des deltas.

La transformation de la matière organique en pétrole s'échelonne sur des dizaines de millions d'années, en passant par une substance intermédiaire appelée kérogène. Le pétrole produit peut ensuite se trouver piégé dans des formations géologiques particulières, appelées « roches-réservoirs » constituant les gisements pétrolifères exploités de nos jours.



**Fig.14A :** Les différents processus de formation des hydrocarbures

## **2- ROCHE MERE**

La roche mère est composée d'un mélange de sédiments et de quantités importantes de matière organique déposés au fond de la mer au fil du temps. Ces résidus reposent intacts pendant des millions d'années et s'enfoncent peu à peu sous le poids des sédiments les plus récents.

## **3- ROCHE RESERVOIR**

Situé sous la roche couverture, le réservoir est une roche poreuse et perméable capable d'accumuler de grandes quantités de pétrole et de gaz, à l'image d'une éponge. Le pétrole et le gaz migrent depuis la roche mère au sein des roches sédimentaires jusqu'au réservoir. La qualité d'un réservoir dépend de ses caractéristiques de porosité et de perméabilité.

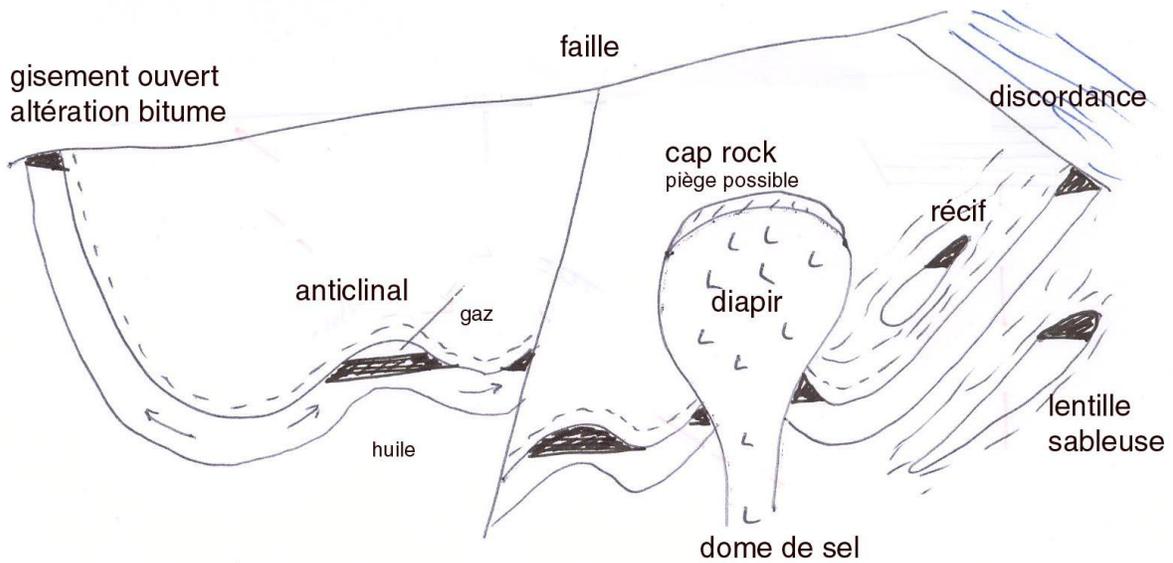
## **4- ROCHE COUVERTURE**

La roche couverture est une barrière, une roche imperméable qui empêche le pétrole et le gaz de poursuivre leur remontée vers la surface.

## **5- PIEGES STRUCTURALE ET STRATIGRAPHIQUE DES HYDROCARBURES**

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.

Les principaux objectifs de la prospection pétrolière sont représentés sur figure ci-dessous



**Fig.15A** : Les différents pièges des hydrocarbures

Ces pièges des hydrocarbures sont classés en structuraux ou stratigraphiques suivant leur géométrie et leur facies. Ainsi on peut citer comme pièges structuraux : anticlinal, horst, flanc de dôme de sel ou d'argile, piège contre faille et les pièges stratigraphiques se résument comme suit : Biseau sédimentaire, biseau d'érosion, lentille (de sable ou de grés) et récif

*ANNEXE IV*

**LEGENDE DE LA CARTE  
FIG.15**















*RESUME*

## **RESUME**

La baie de Bou Ismail, sujet de ce présent étude fait partie de la marge algérienne qui depuis 2003 est l'objet de plusieurs campagnes de prospections au cours desquelles des données sismiques et bathymétriques ont été acquises.

Ainsi, ce travail a pour but de convertir ces données sismiques en termes géologiques. L'analyse et l'interprétation des sections sismiques au niveau de notre région d'étude ont permis d'identifier plusieurs structures résultats des déformations syntectoniques notamment des plis, des failles, des diapirs, des chevauchements et des discordances et de décrire leur évolution dans le temps.

Certaines de ces structures offshore, en intégrant des données géologies de la région, sont relations avec des structures géologiques mises en évidence dans la partie onshore

**Mots-clés** : baie de Bou Ismail, marge algérienne, prospection, sismique, bathymétrique, déformations syntectoniques, plis, failles, diapirs, chevauchement, discordances, évolution, offshore, onshore.

*ABSTRACT*

## **ABSTRACT**

Bou Ismail basin, subject of this present study is a part of the Algerian margin which since 2003 is the object of several prospection campaigns during which seismic and bathymetric data were gathered.

Thus, the purpose of this work is to convert these seismic data into geological terms. Bou Ismail's seismic sections analysis and interpretation permitted to identify structures results of the syntectonic deformations in particular of folds, the faults, the overlapping and to describe their evolution in time.

Some of these offshore structures, by integrating geology data of the area, are relationships to geological structures in the onshore part.

**KEY- WORDS:** Bou Ismail basin, Algerian margin, prospection, seismic, bathymetric, structures, syntectonic deformations, folds, faults, overlapping, offshore, onshore.