

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

المدرسة الوطنية العليا للعلوم البحر وتهيئة الساحل

Ecole Nationale Supérieur des Sciences de la Mer et Aménagement de littoral



MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue d'obtention Du diplôme

D'Ingénieur d'état

Et Master II en Science de la Mer

Option : Gestion et Protection du Littoral

Thème :

**Etude des géorisques de la zone offshore Mostaganem-Oran et intérêt pétrolier**

Présenté par

- **Melle BELKADI Lina**
- **Melle TERBAGOU Fatima Zohra**

Soutenue le 14/06/2025, devant la commission de Jury composée de :

Dr. FERNANE. L	MCB	ENSSMAL	Promoteur
Mr. KHENNAF. N	Ingénieur et chef de Département	SONATRACH	Co-Promoteur
Dr. MEHDID. S	MAA	ENSSMAL	Examinatrice
Dr. OTMANI. H	MCA	ENSSMAL	Président

**Promotion 2025**

# Dédicace

Je dédie mon diplôme à celle à qui Dieu a promis le paradis sous ses pieds, à ma chère mère qui a cherché à compenser la place de mon père dans son absence avec tout son amour et sa douceur.

A mon père Allah yarahmo qui a sacrifié sa vie pour que nous apprenions et progressions. Aujourd'hui, je réalise sa volonté et je lui offre le fruit de ma réussite, que Dieu le récompense au mieux.

Je dédie également mon succès à mes frères, Abdelkader, Idriss, Yassine, et ma sœur Hind, vous êtes ma source de sécurité et ma force.

Je n'oublie pas mes grands-parents ainsi qu'à ma grande famille, qui a toujours été un appui dans mon parcours. Que Dieu les protège et les garde

Je remercie tout particulièrement mes compagnes de route, Lina, Soumia et Melissa, ainsi que mes camarades de ma promo.

Je remercie aussi l'association Kafil el-Yatim qui m'a accueillie et aux orphelins qui mon Soutenue par leurs prières.

Ainsi que tous ceux qui ont cru en moi et m'ont aidée à réaliser mes ambitions. À vous tous, je dédie ce succès.

TERBAGOU, Fatima Zohra

# Dédicace

*Le chemin a été long, parsemé de défis et de succès, d'efforts et de moments d'apprentissage précieux.*

*Il me tient à cœur de dédier le fruit de mon travail à ceux que Dieu m'a commandé d'honorer et de traiter avec respect et amour : mes chers parents, que Dieu leur accorde longue vie, santé, bonheur et prospérité éternelle.*

*Je dédie également cette réalisation à mes frères et sœur bien-aimés, Alaa, Dina et Dayaa vous êtes ma force, ainsi qu'à mes grands-parents, à tous les membres de ma famille, et à mes amis, sans exception, qui m'ont soutenu, encouragé et accompagné dans chaque étape de mon parcours.*

*Enfin, je dédie ce succès à moi-même, à celle qui a cru en ses rêves, qui a osé viser l'excellence et qui a su transformer chaque obstacle en opportunité de grandir et de briller. Merci à tous ceux qui m'ont inspirée, guidée et soutenue. Sans vous, rien de tout cela n'aurait été possible.*

## **Remerciements :**

Au nom d'Allah, le Tout-Puissant, qui nous a accordé la santé et la volonté d'entreprendre et de mener à bien ce mémoire, nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à toutes les personnes qui ont contribué à l'élaboration de ce travail. C'est avec plaisir et honneur que nous citons celles et ceux qui nous ont soutenus tout au long de cette aventure.

Nous remercions tout particulièrement notre encadreur, Monsieur FERNANE Lounes, professeur à l'ENSSMAL, pour son suivi, ses conseils avisés et ses encouragements durant la réalisation de ce mémoire, ainsi que pour avoir partagé avec nous son savoir et son expérience.

Nous exprimons également notre profonde gratitude à Monsieur KHENNAF Nahim, chef du département géologie et géophysique à la Direction Offshore de SONATRACH, pour avoir proposé le sujet de ce mémoire, pour sa disponibilité et la qualité des informations transmises, ainsi que pour nous avoir fait bénéficier de son expérience professionnelle.

Nos plus vifs remerciements s'adressent à Monsieur le président OTMANI Housseyn, professeur à l'ENSSMAL, qui nous a fait l'honneur de présider le jury, pour sa disponibilité et ses précieux conseils.

Nous tenons également à remercier Madame MEHDID Sonia, professeur à l'ENSSMAL, pour avoir accepté de faire partie du jury en tant qu'examinatrice de notre mémoire, ainsi que pour ses informations précieuses et ses conseils qui ont enrichi ce travail.

Nous exprimons également notre reconnaissance à Monsieur NOUACER O., directeur de la division de production (DP) de SONATRACH, pour sa précieuse contribution et son aide efficace, ainsi qu'à Monsieur ZIRIRI, directeur du Centre de Recherche et Développement (CRD) de SONATRACH, et à toute l'équipe de SONATRACH, pour leur soutien.

Nous adressons nos plus vifs remerciements à Madame CHAA pour son soutien et ses encouragements.

Enfin, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la réalisation de ce mémoire.

## **Sommaire :**

### **Introduction :**

1. Problématique.....	11
2. Objectifs .....	11
3. Organisation du mémoire .....	11

### **Chapitre I: Synthèse bibliographique**

I.1 Définition des géorisques .....	13
I.2 Type et classification des géorisques .....	14
1 La sismicité.....	14
2 Les éruptions volcaniques .....	16
3 Tsunami .....	17
4 Les mouvement Gravitaire .....	17
I.3 Le pétrole :.....	18
□ C'est quoi un pétrole ? .....	18
□ Comment se forme le pétrole ?.....	18

### **Chapitre II : Description de la zone d'étude**

II.1 Situation géographique : .....	21
II.2 Cadre géologique :.....	21
2.1 Evolution géodynamique de la marge algérienne.....	21
2.2 Aspect structural .....	23
2.3 Aspect stratigraphique.....	25
2.3.1 Forage HBB1 .....	25
2.3.2 La crise messénienne.....	26
2.4 Aspect sismotectonique.....	27
2.4.1 Tectonique régionale : .....	27
2.4.2 Sismicité historique.....	27
2.5 Régime hydrologique .....	28
2.6 Aspect Géomorphologique.....	29
2.7 Aspect pétrolier .....	30
2.7.1 Système pétrolier.....	30
2.7.2 L'historique d'exploration dans le Nord-Ouest de l'Algérie.....	31

### **Chapitre III : Données et méthodes**

III.1 Campagne MARADJA 2003 (MARge Active el DJazaïr, el Djazaïr).....	33
III.2 La sismique réflexion.....	34

□	Campagnes sismiques ALWG-02 (2002) 11SHW (2011).....	35
III.3	Méthode d'identification des glissements sous-marin.....	35
III.4	Méthode d'interprétation sismique .....	37
III.5	Cartographie structurale (établissement des cartes isochrones en utilisant le Logiciel Petrel) :.....	37
<b>Chapitre IV : Résultats et discussions</b>		
IV.1	Carte bathymétrique.....	42
IV.2	Interprétation des cartes structurales (isochrones et isobathes) au toit du Tortonien ...	44
IV.3	Carte des leads : .....	46
IV.4	Superposition de la carte bathymétrique avec la carte en isobathes au toit du Tortonien.....	48
<b>Conclusion.....</b>		<b>51</b>
<b>Références bibliographique.....</b>		<b>52</b>

## Liste des figures :

### Chapitre I :

<b>Figure I.01 :</b> Schéma montrant les différents géorisques ( <a href="https://www.mdpi.com/">https://www.mdpi.com/</a> ).....	14
<b>Figure I.02 :</b> Représentation d'une faille inversée. (Types des failles. France. Sciences à l'école, P.02).....	15
<b>Figure I.03:</b> Représentation d'une faille normale (Types des failles. France. Sciences à l'école, P.03).....	15
<b>Figure I.04 :</b> Schéma représente la faille transformante, séisme de Cape Mendocino en Californie 1992, ( <a href="https://images.app.goo.gl/nb5t">https://images.app.goo.gl/nb5t</a> ) .....	16
<b>Figure I.05:</b> schéma représente les éruptions de volcan de Santorin dans l'archipel, université Clermont Auvergne <a href="https://www.uca.fr/recherche/presentation/lactualite-scientifique/institut-des-sciences/embargo-15-01-12h-decouverte-dune-gigantesque-eruption-sous-marine-de-lancestral-santorin">https://www.uca.fr/recherche/presentation/lactualite-scientifique/institut-des-sciences/embargo-15-01-12h-decouverte-dune-gigantesque-eruption-sous-marine-de-lancestral-santorin</a> ) .....	16
<b>Figure I.06 :</b> Schéma montrant la naissance d'une turbidité (source : <a href="http://www.ulg.ac.be">www.ulg.ac.be</a> ).....	18
<b>Figure I.07:</b> schéma illustrant le système pétrolier et le processus de migration ( <a href="https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/energies-fossiles/tout-savoir-petrole">https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/energies-fossiles/tout-savoir-petrole</a> ) .....	19

### Chapitre II :

<b>Figure II.01:</b> Situation géographique de la zone d'étude (google earth).....	21
<b>Figure II.02:</b> Reconstitution paléogéographique de la méditerranée occidentale depuis l'Oligocène, montrant la migration des subductions, l'ouverture des bassins arrière-arc et l'évolution spatiale du domaine ALKaPeCa (d'après Rosenbaum et al. 2002)......	22
<b>Figure II.03:</b> Principaux ensembles structuraux du nord de l'Algérie et du pourtour de la méditerranée occidentale (Bracène, 2002)......	23
<b>Figure II.04:</b> Schéma illustrant d'une faille de type STEP.....	24
<b>Figure II.05 :</b> Modèle "forward" du Transect de Mostaganem (Rapport final SPIRAL 2014). .....	24
<b>Figure II.06:</b> Colonne stratigraphique du forage HBB-1(Anadarko Algeria corporation 1998) .....	25
<b>Figure II.07:</b> distribution des évaporites dans le domaine méditerranéen (simplifié d'après Rouchy et Caruso,2006, in thèse de R. Bourillot 2009) .....	26
<b>Figure II.08 :</b> Carte de la sismicité historique montre les principaux séismes qui ont touché la marge Algérienne et notre zone d'étude (bases de données CRAAG). .....	27
<b>Figure II.09:</b> Représentation de bassin versant de Chéelif et lac El Mectaa.....	28
<b>Figure II.10 :</b> Carte physiographique montrant les principaux canyons cartographiés sur la région (Fernane, 2022).....	30

### Chapitre III :

<b>Figure III.01 :</b> Plan de position montrant les 3 zones d'études de la campagne MARADJA 2003 (Oran, Ténès et Alger). (Domzig, 2006) .....	33
<b>Figure III.02 :</b> Principe d'acquisition des données bathymétriques et de réflectivité acoustique (technique des faisceaux croisés), et photo des navires N/O Le Suroit(Domzig in Fernane, 2022).....	34

<b>Figure III.03</b> : schéma illustrant le principe de la sismique réflexion en offshore (IFP) .....	35
<b>Figure III.04</b> : Schéma simplifié d'un glissement de terrain pour le calcul des principaux paramètres quantitatifs qui le caractérisent (McAdoo, 2000) .....	35
<b>Figure III.05</b> : schéma illustrant la bathymétrie anormale (cas d'un glissement) .....	36
<b>Figure III.06</b> : Capture d'écran de méthode de création d'un dossier d'interprétation.....	38
<b>Figure III.07</b> : Capture d'écran de méthode de création d'horizon .....	38
<b>Figure III.08</b> : Capture d'écran d'un plan de position sismique 2D avec interprétation .....	39
<b>Figure III.09</b> : Capture d'écran de méthode d'interprétation des failles .....	39

## **Chapitre IV :**

<b>Figure IV.01</b> : Carte bathymétrique qui identifie les glissements de la région Mostaganem-Oran .....	42
<b>Figure IV.02</b> : Profil bathymétrique longitudinal A-A' de glissement sous-marin.....	43
<b>Figure IV.03</b> : Carte en isochrone au toit de Tortonien .....	44
<b>Figure IV.04</b> : carte structurale (isobathes) au toit du Tortonien .....	45
<b>Figure IV.05</b> : Carte des leads au toit du Tortonien .....	46
<b>Figure IV.06</b> : Profil sismique montrant le lead L3 (piège de type anticlinal).....	47
<b>Figure IV.07</b> : Carte 2D superposant la carte bathymétrique avec la carte en isobathes au toit du Tortonien .....	48
<b>Figure IV.08</b> : Carte 2D superposant la carte bathymétrique avec la carte en isobathes au toit du Tortonien .....	49

## Liste des tableaux :

### Chapitre II :

**Tableau II.1:** liste des principaux séismes de l'Algérie, basses des données CRAAG  
(<https://www.craag.dz/index.php/reseau-sismologique/>).....28

### Chapitre IV :

**Tableau IV.01 :** vitesse sismique et le facteur de correction utilisées.....44

**Tableau IV.02 :** les caractéristiques des leads .....46

**Tableau IV.03 :** Caractéristiques de L3 (Oran Nord).....47

**Tableau IV.04 :** caractéristiques de L2 (Oran Est 01).....47

## Liste des abréviations :

AlKaPeCa : **A**lboran **K**abylia **P**elorian **C**alabria

MARADJA : MARge Active el **DJ**Azaïr

SPIRAL : **S**ismique **P**rofonde et **I**nvestigation **R**égional en l'**A**lgérie.

ALWG : **A**Lgerien **W**estren **G**eco

STEP : **S**ubduction-**t**ransform **e**dge **p**ropagator

TOC : **T**ransition **O**céan **C**ontinent

DSDP : **D**eep **S**ea **D**rilling **P**rogram

COT : **C**arbonate **O**rganique **T**otale

**Introduction :**

## Introduction

### 1. Problématique

La marge algérienne est classiquement interprétée comme une marge passive, formée dans un contexte d'arrière arc et reprise depuis le quaternaire ancien en inversion, elle est sismiquement active, d'où la nécessité de prendre en considération les géorisques qui peuvent l'affecter.

Comme de nombreux pays, l'Algérie dépend d'un approvisionnement sûr et stable des Hydrocarbures, ce besoin a donné lieu à une intensification des activités des explorations notamment dans le Tell et l'Offshore, depuis les années 2000. Vu que la prospection et l'exploration pétrolière en milieu offshore est très cher, il est indispensable de comprendre et bien étudier la marge du point de vue formation géologique pour aider à cerner les secteurs présentant un potentiel pétrolier (Medawri, 2014)

Pour cela l'Algérie a mis l'accent sur l'étude de la marge en menant différentes compagnes géophysiques MARADJA I et II SPIRAL et ALWG 11SHW...etc

L'aléa gravitaire notamment les glissements sous-marins qui se produisent de manière épisodique et qui se localise généralement sur la pente continentale, constitue un géorisque qui peut engendrer des dommages importants sur les ouvrages anthropiques posés sur le fond marin, comme les câbles téléphoniques ou les pipe-lines, et les installations des forages offshore (Fernane, 2022).

C'est pourquoi l'évaluation des risques de glissement avant l'implantation d'un forage est indispensable pour garantir une exploration efficace et en sécurité.

### 2. Objectifs

- Cartographie des glissements sous-marins dans la zone offshore Mostaganem-Oran à partir de carte bathymétrique.
- Interprétation des données sismiques 2D dans la zone d'étude et réalisation d'une carte structurale en utilisant le logiciel Petrel.
- Cartographie des leads et désignation d'un point d'implantation pour un future forage d'exploration.
- Superposition des cartes structurale et bathymétrique avec les glissements afin d'identifier les risques qui menacent le forage.

### 3. Organisation du mémoire

Le mémoire est subdivisé en 4 chapitres sont :

Le chapitre I : Brève Synthèse bibliographique exhaustive sur la définition des géorisques en offshore, en détaillant les différents types de géorisques (la sismicité, les volcans et les mouvements gravitaires). Il aborde aussi l'aspect pétrolier.

Le chapitre II : Description de la zone d'étude, situation géographique et cadre géologique.

Le chapitre III : Données et méthodes en utilisant les données bathymétrique et sismique pour étudier la morphologie de la zone d'étude et identifier les zones d'intérêt pétroliers.

Le chapitre IV : Cartographie, Interprétation et discussion des résultats obtenus.

Conclusion.

**Chapitre I :**  
**Synthèse bibliographique**

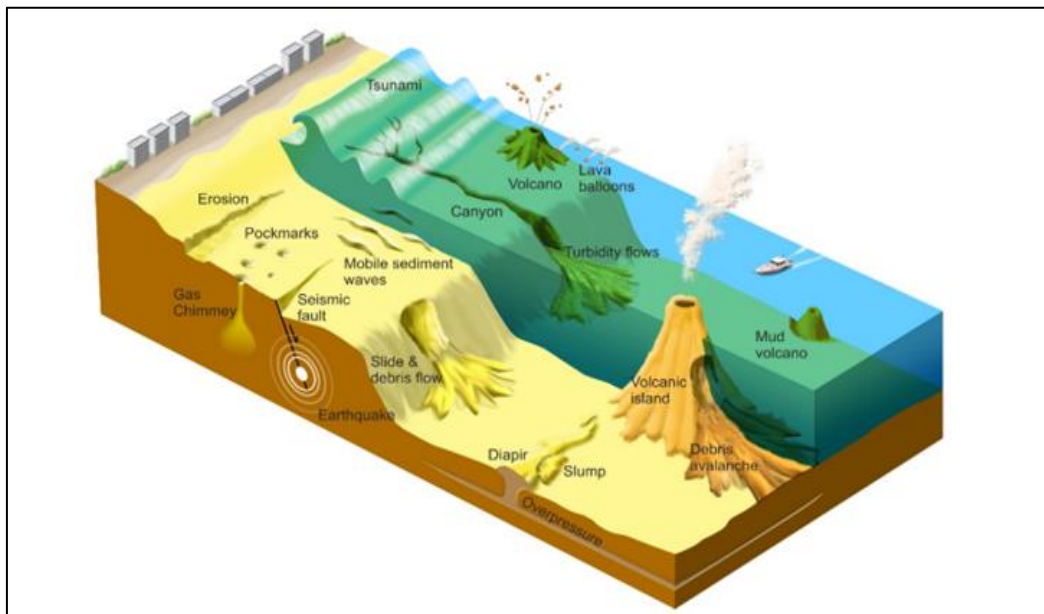
## I.1 Définition des géorisques

Il existe plusieurs définitions des géorisques :

- ✓ Selon le projet de NGI (The Norwegian Geotechnical Institute) Un géorisque est défini comme un état géologique, qui représente le potentiel de se développer davantage en une situation menant à des dommages ou à un risque incontrôlé. Les géorisques se manifestent dans toutes les régions de la Terre et sont toujours liés aux conditions et aux processus géologiques, qu'ils soient récents ou anciens. Ces phénomènes sont souvent associés à des perturbations de l'environnement naturel, pouvant entraîner des impacts significatifs sur les infrastructures, les écosystèmes et les activités humaines, en particulier dans des zones sensibles telles que les régions offshore.
- ✓ La norme ISO 17776, les géorisques dans le contexte des activités pétrolières offshore peuvent être définis comme des conditions locales et/ou régionales du site et du sol ayant le potentiel de se développer en un événement de défaillance pouvant entraîner des pertes de vie ou des dommages à la santé, à l'environnement ou aux biens. Les sources déclenchantes des événements peuvent être des processus géologiques en cours ou des changements induits par l'homme.

## I.2 Type et classification des géorisques

- La classification des géorisques offshore peut varier en fonction de leurs implications. D'un point de vue technique, ils sont généralement classés en fonction des problèmes qu'ils peuvent générer lors de l'exploration, de l'installation et de l'exploitation des structures et leurs causes (les caractéristiques et les processus qui définissent un danger).
- Les géorisques offshore (Fig I.01) proviennent de différentes caractéristiques géomorphologiques et géologiques qui produisent des scénarios dans lesquels divers processus peuvent agir seuls ou en combinaison avec d'autres, déclenchant une chaîne d'événements.



**Figure I.01** : Schéma montrant les différents géorisques (<https://www.mdpi.com/>)

### 1 La sismicité

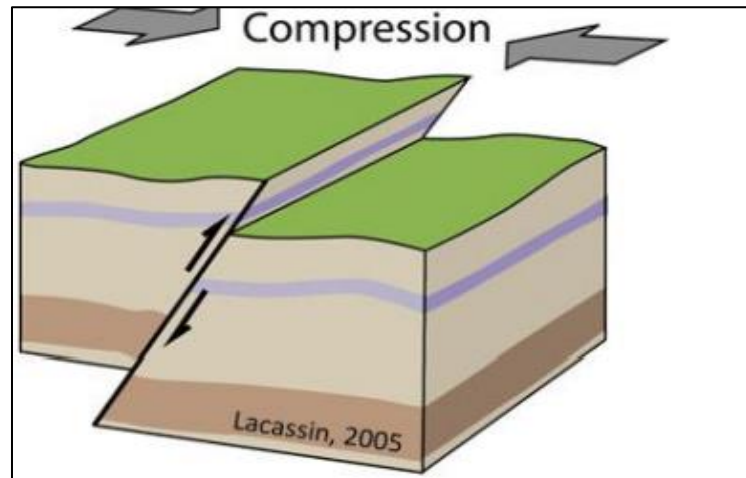
Elle peut entraîner des secousses violentes, affectant la stabilité des sols sous-marins et des installations. Un aspect particulièrement critique dans ces phénomènes est le développement d'une pression interstitielle excessive, qui joue un rôle clé dans le déclenchement de nombreux géorisques offshore, car elle peut provoquer des mouvements soudains de terrain ou des libérations de gaz et de fluides.

La sismicité est liée à des processus géodynamiques internes des limites des plaques qui constituent le principal moteur qui détermine la configuration actuelle de la Terre. La plupart des limites de plaques se situent dans des zones offshore où des failles sismiquement actives représentent une menace marine principale.

- Les failles inverses (Fig I.02) liées aux zones de subduction, y compris celles associées à la ceinture de feu entourant l'océan Pacifique et dans l'océan Indien, produisent les tremblements de terre les plus intenses. Dans ces régions, bien que la sismicité profonde se produise, les tremblements de terre les plus dévastateurs se situent à des profondeurs peu élevées près des côtes.

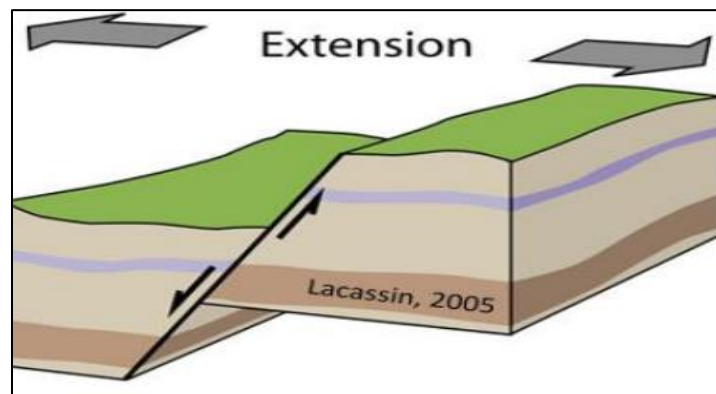
Des exemples incluent les tremblements de terre en Alaska (1964, Mw 9.2), à Sumatra (2004, Mw 9.0–9.3), au Chili (2010, Mw 8.8–9.5) et au Japon (2011, Mw 9) ainsi que les tsunamis qui y sont liés.

Et le séisme de Boumerdes est le plus important qu'a connu la région algéroise depuis plusieurs siècles et le second événement majeur ayant affecté l'Algérie du Nord après celui d'El Asnam (CRAAG)



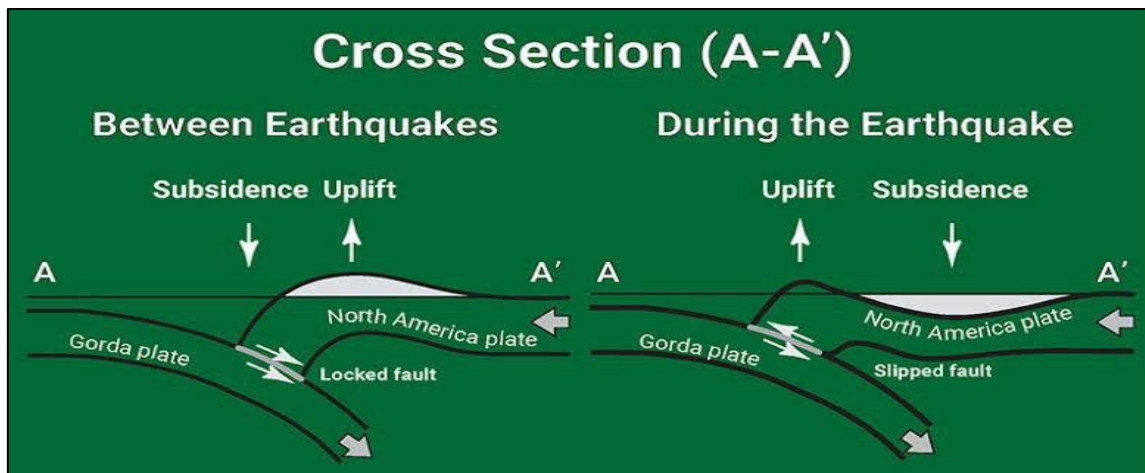
**Figure I.02 :** Représentation d'une faille inverse. (Types des failles. France. Sciences à l'école, P.02)

- Les failles normales (Fig I.03) sismogènes sont relativement rares dans les environnements marins.



**Figure I.03:** Représentation d'une faille normale (Types des failles. France. Sciences à l'école, P.03)

- Les failles transformantes (Fig I.04) peuvent accumuler de fortes tensions, entraînant finalement des séismes majeurs à déplacement latéral, comme à Cape Mendocino en Californie (1992, Mw 7.2).

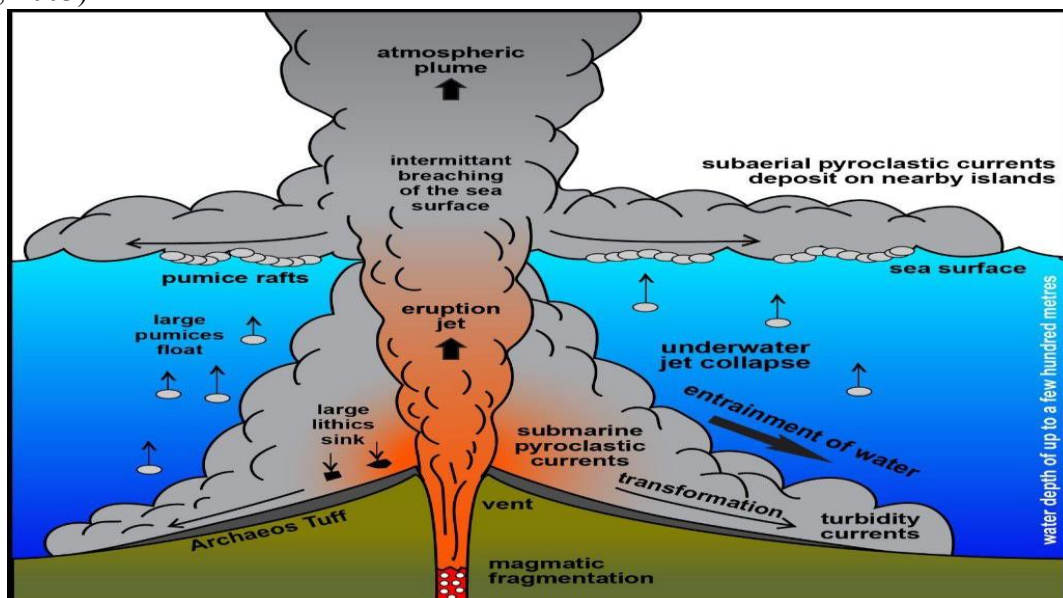


**Figure I.04 :** Schéma représentant la faille transformante du séisme de Cape Mendocino en Californie 1992, (<https://images.app.goo.gl/nb5t>)

## 2 Les éruptions volcaniques

Sont des événements dans la croûte terrestre par lesquels la roche en fusion, fragments de roche chaude et des gaz peuvent éclater. Le magma peut remonter le long de conduits jusqu'à la surface, formant de la lave qui s'écoule soit en continu, soit en jaillissant vers le haut. De plus, la lave peut se briser en morceaux qui sont projetés dans les airs ou dans la mer en raison de la décompression des gaz qu'elle contient.

Les éruptions sous-marines explosives comme le volcan de Santorin dans l'archipel (Fig I.05) posent des risques, car elles peuvent générer des tsunamis avec des éruptions peu profondes, mais également libérer des courants de densité (Belousev et al., 2000 ; Fiske et al., 1998 ; White et al., 2003).



**Figure I.05:** Schéma représentant les éruptions de volcan de Santorin dans l'archipel, université Clermont Auvergne <https://www.uca.fr/recherche/presentation/lactualite-scientifique/institut-des-sciences/embargo-15-01-12h-decouverte-dune-gigantesque-eruption-sous-marine-de-lancestral-santorin>)

### 3 Tsunami

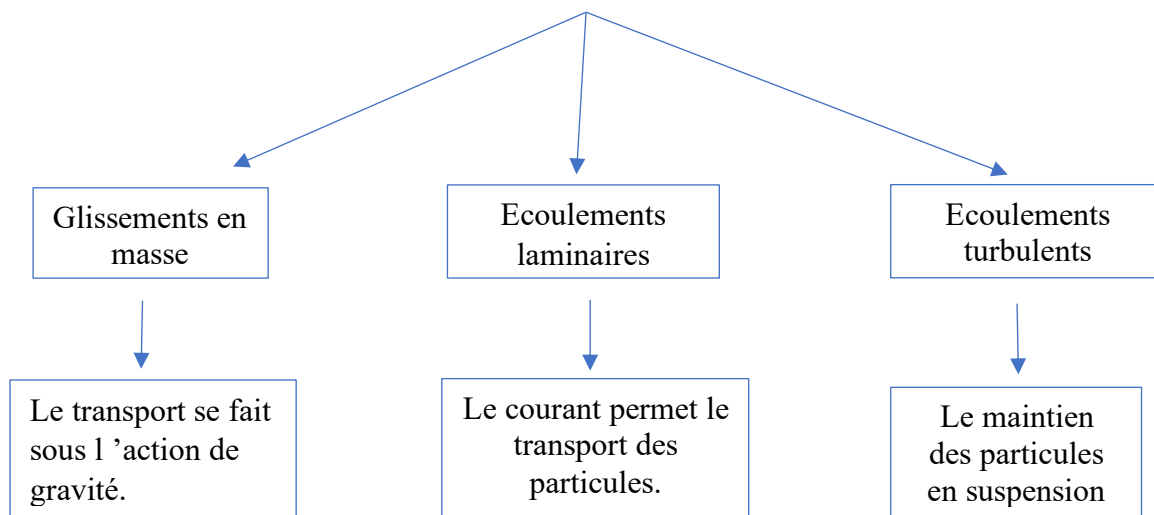
Ce sont de grosses vagues ou des séries de vagues générées par le déplacement rapide de grands volumes d'eau en raison d'événements sismiques, d'éruptions volcaniques, de glissements de terrain et d'autres perturbations.

En eau profonde, les vagues du tsunami peuvent avoir moins d'un mètre de haut, mais peuvent se déplacer à des vitesses supérieures à 800 kilomètres par heure et traverser des bassins océaniques entiers. Lorsque les vagues du tsunami atteignent des eaux peu profondes ou des criques étroites, les vagues ralentissent et leur hauteur augmente. Les tsunamis provoquent des inondations.

### 4 Les mouvement Gravitaire

On appelle un mouvement gravitaire tous processus qui permet de transporter des sédiments sous l'action principale des forces gravitaires, depuis les plateaux jusqu'au les plaines abyssales.

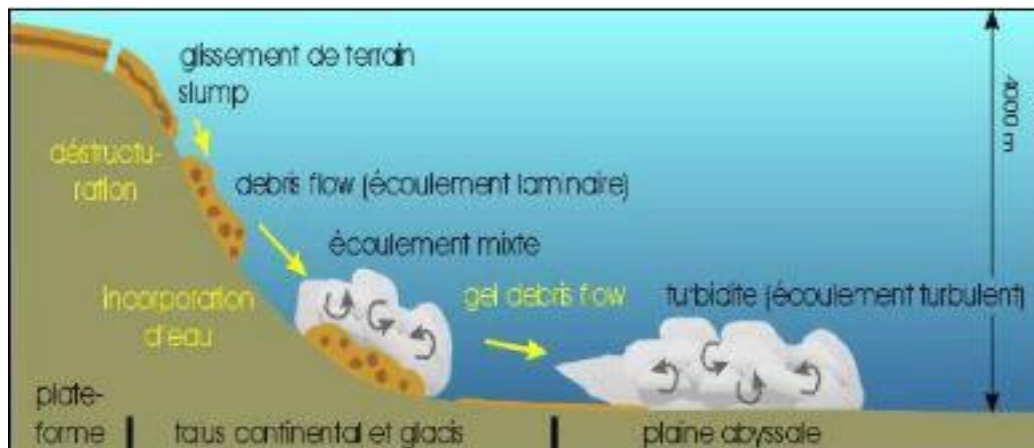
#### Classification des mouvements gravitaires :



Dans notre travail, nous nous sommes intéressés aux glissements de masse.

Les glissements de terrain (ou landslides) ne sont qu'un type de mouvement gravitaire ou mouvement de masse, ils sont caractérisés par des déplacements lents.

Dans le domaine sous-marin, le phénomène de glissement affecte beaucoup plus les marges continentales, et plus précisément la pente. Les instabilités le long des marges océaniques sont souvent détectées soit par les masses glissées elles-mêmes, soit par les cicatrices d'arrachement qu'elles ont laissées derrière elles (Jacques Locat, 2000). Ils peuvent résulter des processus géologiques variés comme l'érosion, la sédimentation excessive. Le produit du glissement se retrouve souvent dans la plaine abyssale (Fig I.06).



**Figure I.06 :** Schéma montrant la naissance d'une turbidité (source : [www.ulg.ac.be](http://www.ulg.ac.be))

Un glissement sous-marin se produit dans la partie supérieure du talus continental et suit un scénario classique d'évolution :

- Une épaisseur de terrain de quelques mètres à plusieurs dizaines de mètres commence à glisser suite à une rupture sur une pente forte.
- Progressivement, la masse de sédiments va incorporer des fluides pour devenir une coulée de débris (debris-flow) en descendant le talus continental. Cette masse érode et incorpore par ailleurs les sédiments rencontrés sur son chemin, puis sa densité et sa vitesse peuvent augmenter.
- Ensuite, par incorporation d'eau, la cohésion entre les particules de sédiment diminue, le courant de turbidité se développe. A un certain moment, le courant de turbidité continue seul à se déplacer.

Le glissement sous-marin peut atteindre des vitesses élevées (plusieurs dizaines de Km/h) et parcourir de très longues distances, même sur un fond plat. En fin de parcours, l'énergie du glissement diminue et le matériel transporté en suspension grâce à la turbulence, c'est ce qu'on appelle une turbidité.

### I.3 Le pétrole :

- **C'est quoi un pétrole ?**

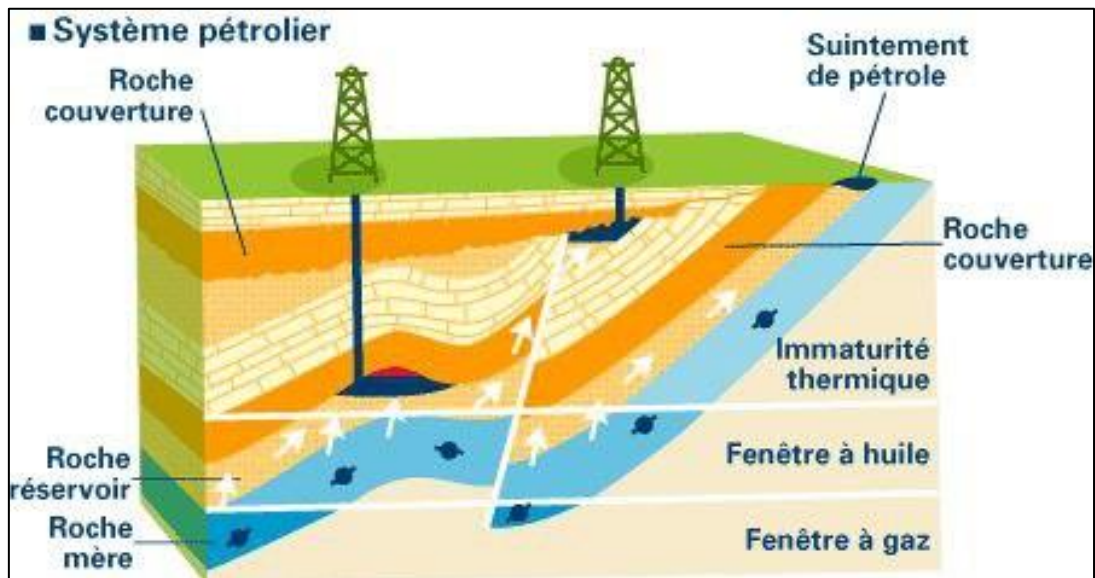
Le pétrole est un mélange d'hydrocarbures (molécules formées d'atomes de carbone et d'hydrogène) et de molécules contenant également d'autres atomes, principalement du soufre, de l'azote et de l'oxygène. Certains de ses constituants sont gazeux (méthane, propane, etc.), liquides (hexane, heptane, octane, benzène, etc.) et parfois solides (paraffines, asphaltes, etc.).

- **Comment se forme le pétrole ?**

Le pétrole résulte de la dégradation thermique de matières organiques contenues dans certaines roches. Ce sont des restes fossilisés de végétaux aquatiques ou terrestres, de bactéries et d'animaux microscopiques s'accumulant au fond des océans, des lacs ou dans les deltas. Appelés "kérogène", ces résidus organiques sont préservés dans des environnements où les eaux sont dépourvues d'oxygène, se mêlant ainsi aux sédiments minéraux pour former la roche-mère. Pendant des dizaines de millions d'années, de nouveaux sédiments vont continuer à s'accumuler, entraînant la roche-mère à de grandes profondeurs. Généralement entre 2 500 et 5 000 m et sous l'action des hautes températures, le kérogène se transforme en pétrole liquide accompagné de gaz.

Le pétrole brut est initialement contenu dans la roche-mère. Par un mécanisme migratoire évoluant éventuellement vers une future roche-réservoir dans laquelle il est confiné par des roches couvertures imperméables.

Lors de leur remontée vers la surface, les hydrocarbures peuvent rencontrer des failles ou des plis formant des "pièges" dans lesquels les hydrocarbures peuvent s'accumuler en grande quantité. Parmi les différents pièges à pétrole, le plus courant est le piège anticlinal, structure où les roches ont été plissées en forme de voûte par les mouvements terrestres. (Fig I.07).



**FigureI.07:** Schéma illustrant le système pétrolier et le processus de migration (<https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/energies-fossiles/tout-savoir-petrole>)

**Chapitre II :**  
**Description de la zone d'étude**

Située au Nord de l'Afrique, La marge algérienne appartient au grand bassin de la Méditerranée occidentale. Elle est classiquement interprétée comme une marge passive, formée dans un contexte d'arrière arc et reprise plus récemment en inversion.

Elle est limitée à l'Ouest par la marge Marocaine et à l'Est par la marge Tunisienne et au Nord par le bassin Algéro-provençal qui s'étend jusqu'au pied des îles Baléares.

## II.1 Situation géographique :

La zone d'étude est située sur la partie occidentale de la marge algérienne, au large entre Mostaganem-Oran. Elle s'étend entre les longitudes  $0^{\circ}38'W$  et  $0^{\circ}06'E$  et les latitudes entre  $35^{\circ}41'N$  et  $36^{\circ}20'N$  sur un linéaire côtier de 100km. (Fig II.01)

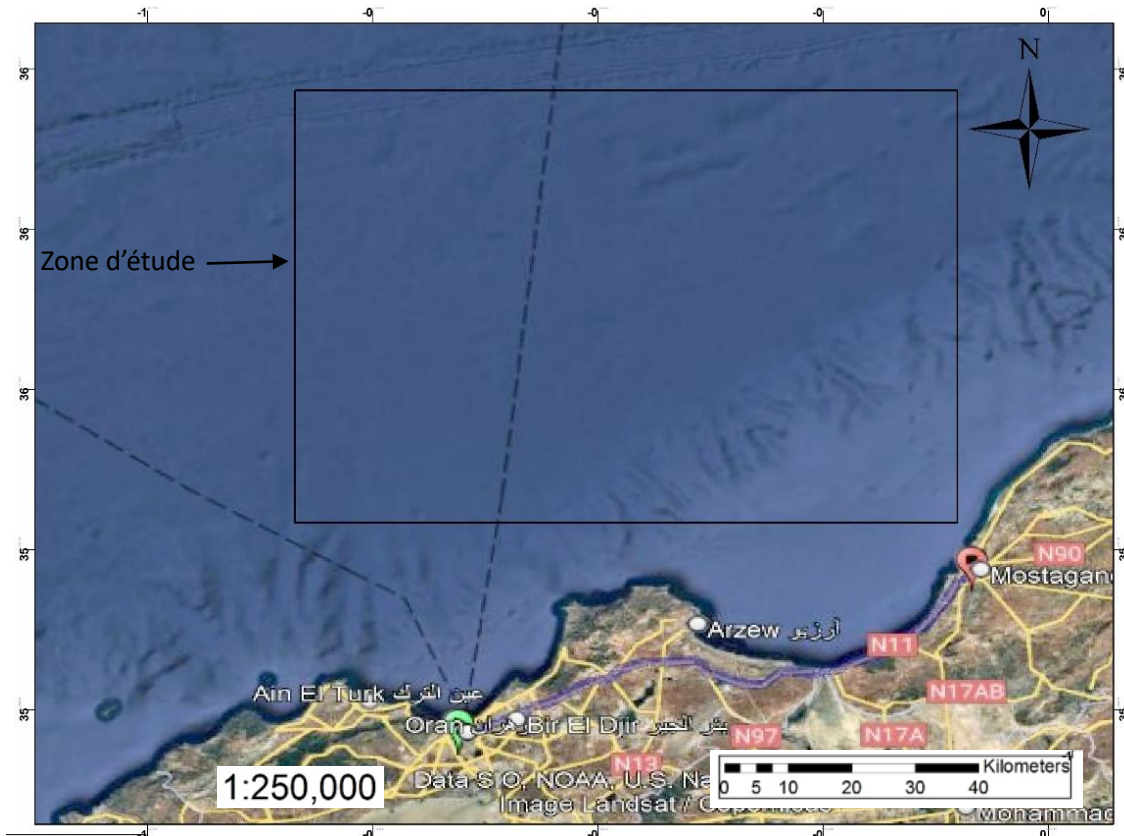


Figure II.01: Situation géographique de la zone d'étude (google earth)

## II.2 Cadre géologique :

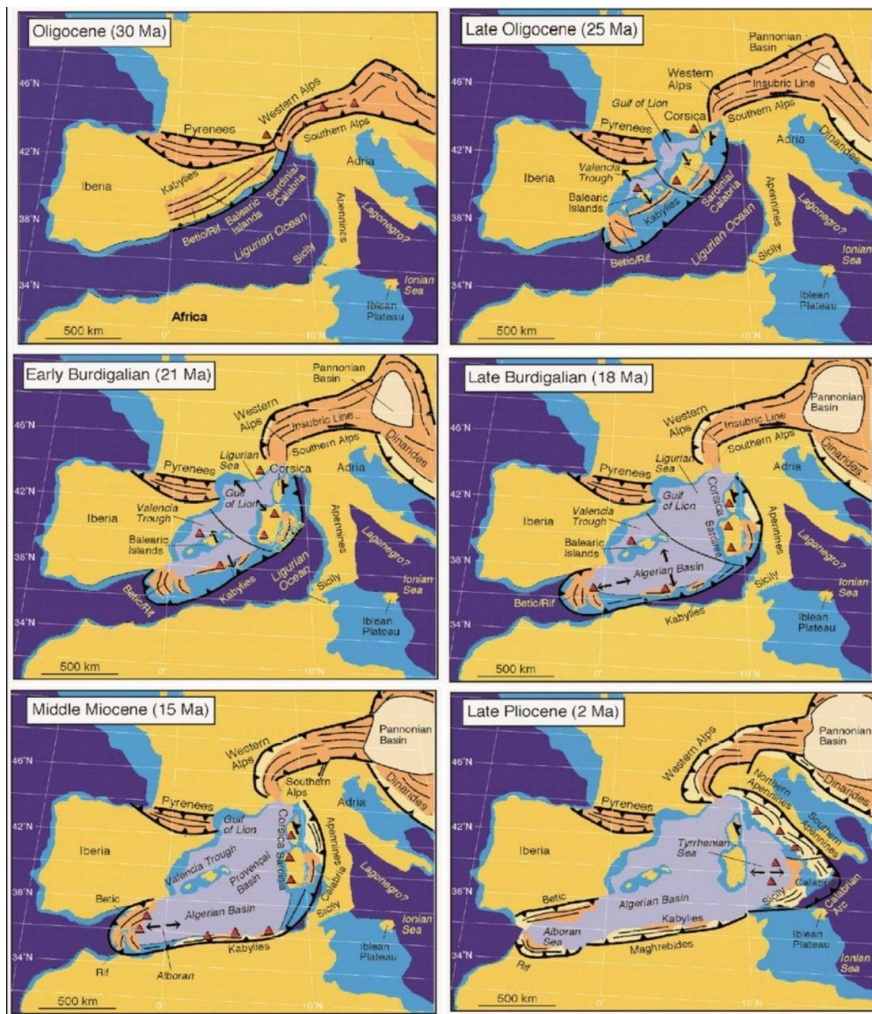
### 2.1 Evolution géodynamique de la marge algérienne

D'après (Badji, 2014) la marge algérienne est l'une des marges les plus escarpées de la Méditerranée occidentale. Elle se caractérise par un plateau continental étroit en face des massifs comme les montagnes de Kabylie et Chenoua. En face des bassins néogènes, tels que le bassin du Chélif, il devient plus étendu, sa largeur peut atteindre quelques dizaines de kilomètres.

Dans le bassin algérien, le fond marin atteint 3000 m de profondeur. A l'ouest, au niveau de la mer d'Alboran, la tranche d'eau n'excède pas 1000 m et les fonds marins sont accidentés par des reliefs sous-marins comme l'escarpement de Habibas (El-Robrini, 1986).

L'évolution géodynamique de la marge Algérienne se résume comme suit : (Fig II.02)

- La Téthys occidentale s'ouvre à la fin du Trias et pendant le Jurassique.
- À partir de la fin du Crétacé, la Téthys est progressivement subduite sous le continent eurasien.
- A partir de la fin de l'Oligocène, un prisme d'accrétion (formé des unités de flyschs) se développe entre les Kabyliques et la marge africaine.
- Le retrait de la subduction de la Téthys provoque la séparation de l'AlKaPeCa du continent eurasien. A l'arrière de la subduction, l'ouverture de bassins océaniques entraîne la dérive du domaine AlKaPeCa vers le sud-est.
- Le début de l'ouverture du bassin algérien qui se termine au moment où les Kabyliques sont totalement accrétées à la plaque africaine, indiquant la poursuite de la convergence entre les blocs AlKaPeCa et la marge africaine, accompagnée d'une migration de la déformation vers le Sud et des mouvements décrochant ont entraîné le bloc Alboran vers l'ouest.



**Figure II.02:** Reconstitution paléogéographique de la méditerranée occidentale depuis l'Oligocène, montrant la migration des subductions, l'ouverture des bassins arrière-arc et l'évolution spatiale du domaine AlKaPeCa (d'après Rosenbaum et al. 2002).

## 2.2 Aspect structural

Le nord de l'Algérie est composé de diverses unités litho-stratigraphiques et structurales (Fig II.03) qui constituent la chaîne alpine des Maghrébides et représentent un tronçon du système alpin de la Méditerranée occidentale, composé par le Rif marocain à l'ouest et l'Atlas Tellien algérien et tunisien.

En Algérie, le domaine alpin peut être subdivisé du sud vers le nord en deux systèmes distincts (Bracène, 2002) :

- 1- Le système atlasique, comprend l'Atlas saharien proprement dit. Au sud, il est limité par le front sud atlasique, depuis le Maroc jusqu'à la Tunisie et chevauche la plateforme saharienne (Frizon de Lamotte et al., 2000 ; Bracène, 2002).
- 2- Le système tellien au Nord du système atlasique, est partagé en deux parties :
  - La partie méridionale correspondant aux domaines des nappes de charriage représentant les dépôts mésozoïques et cénozoïque de la marge africaine avant l'inversion. (Caire 1958 ; Durand Delga, 1969 ; Kieken, 1974 et 1975 ; Vila, 1980).
  - La partie septentrionale correspondant à la bande sub-côtière algérienne : elle comprend différentes unités structurales : nappes de charriage (tellien, flyschs) et blocs AlKaPeCa

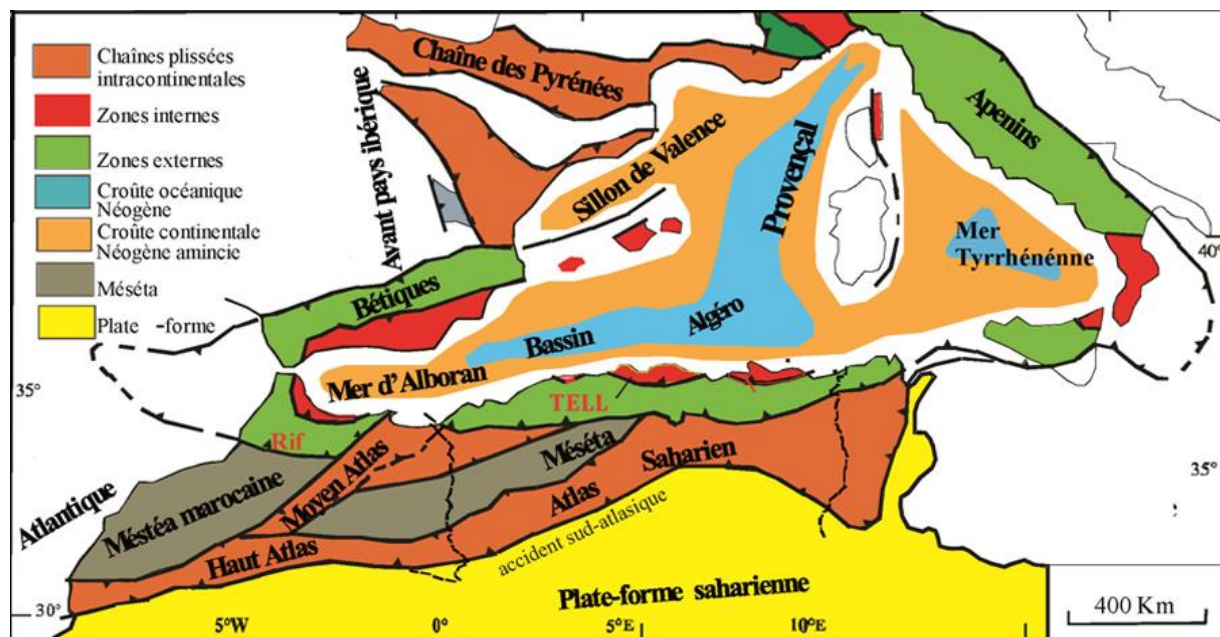
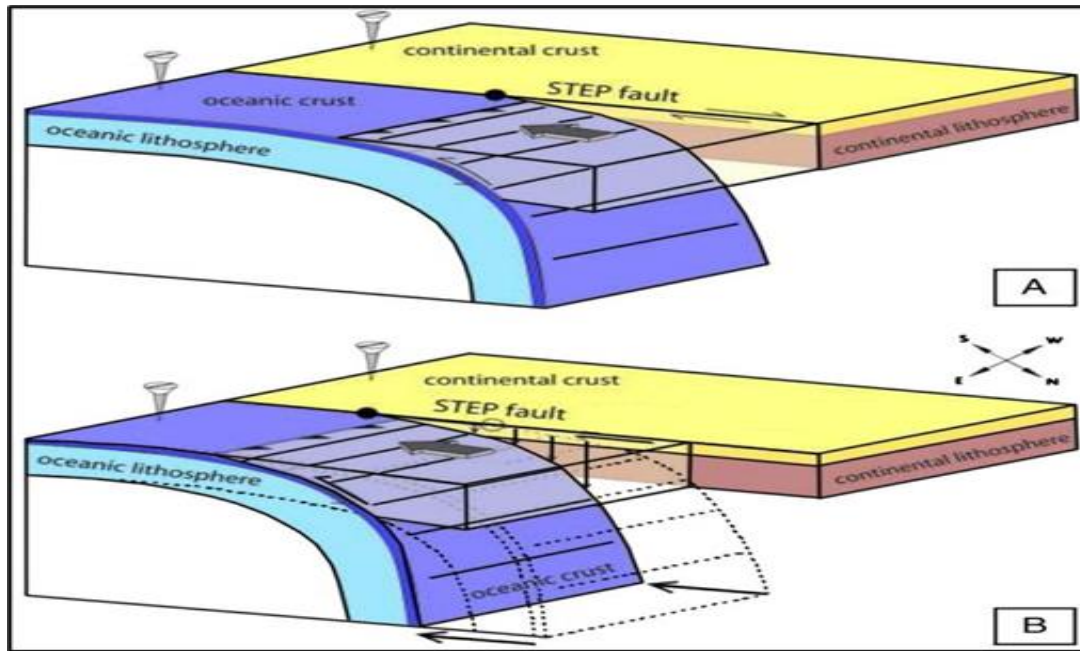


Figure II.03: Principaux ensembles structuraux du nord de l'Algérie et du pourtour de la méditerranée occidentale (Bracène, 2002)

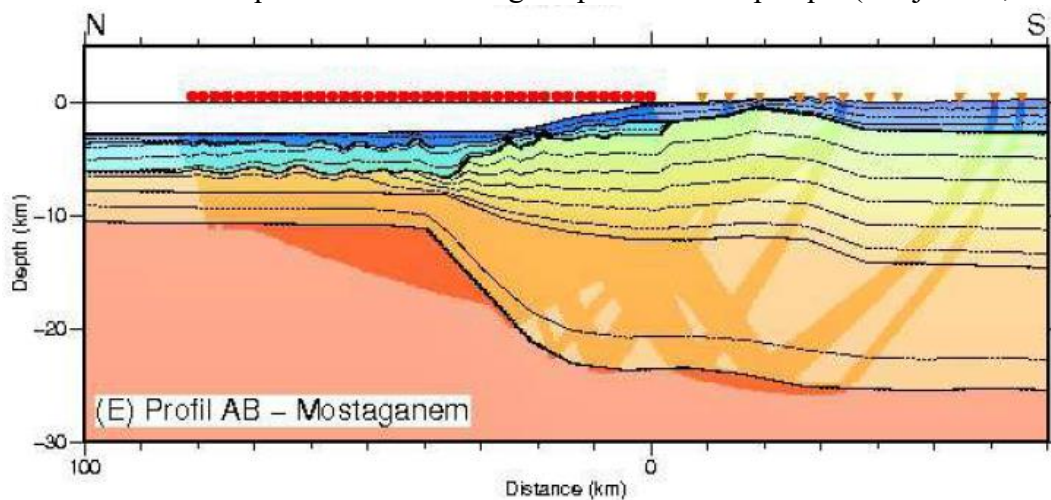
L'extrémité ouest de la marge algérienne montre une transition océan-continent (TOC) très abrupte, ce qui pourrait être expliqué par une ouverture en faille STEP (Subduction-transform edge propagator) liée au retrait du SLAB plongeant (Fig II.04).



**Figure II.04:** Schéma illustrant d'une faille de type STEP

Au niveau de la zone d'étude, sur la base d'interprétation du transect de Mostaganem (Fig. II.05), représentant un profil terre-mer obtenu à partir de la sismique combinée grand-angle et de la réflexion, acquise lors de la campagne SPIRAL, on peut conclure que :

- La croûte continentale a une épaisseur de 23 km.
- La TOC (Transition Ocean-Continent) est située sous le diapir de sel avec une largeur de seulement 10 km.
- La croûte océanique est mince (3-5 km) avec des vitesses élevées au niveau du socle. La limite entre croûte océanique et TOC est soulignée par la ride diapirique (Badji et al., 2014)



**Figure II.05 :** Modèle "forward" du Transect de Mostaganem (Rapport finale SPIRAL, 2014)

(A) Anomalie magnétique mesurée lors de la campagne.

(B) Modèle final type "forward".

La région en vert est interprétée comme étant la croûte océanique, celle en bleu comme étant la TOC, celle en jaune comme étant la zone d'amincissement et celle en orange comme étant la croûte continentale non amincie.

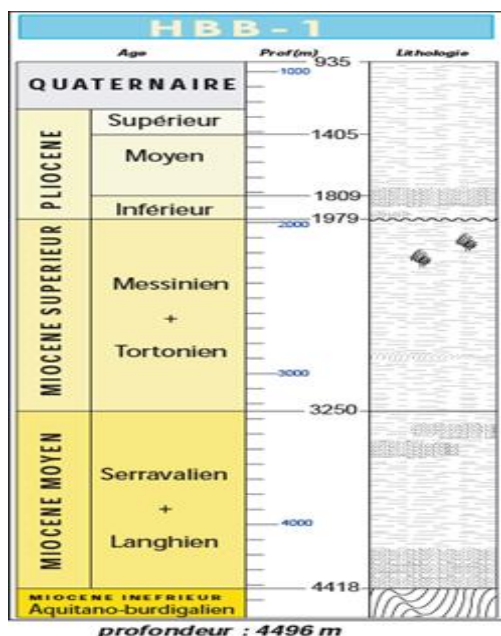
### 2.3 Aspect stratigraphique

La stratigraphie du bassin algérien et de sa marge est donnée par les nombreux profils sismiques disponibles.

Les unités sédimentaires des bassins méditerranéens ont été reconnues aussi par les forages du programme DSDP (Deep Sea Drilling Program) en 1968. Elles se résument en ce qui suit :

- Une séquence datée oligocène terminale miocène moyen (Tortonien) représentée par des Argiles et des turbidites avec des passées gréseuses et parfois de carbonates.
- Une unité médiane datée Miocène supérieur ou unité messinienne formée par une séquence d'évaporites constituées d'halite et d'anhydrites.
- Et enfin vers le haut, une unité supérieure Plio-Quaternaire ou unité post-Messinienne. Elle est constituée de marnes et de turbidites.

#### 2.3.1 Forage HBB1



**Figure II.06:** Colonne stratigraphique du forage HBB-1 (Anadarko Algeria corporation 1998)

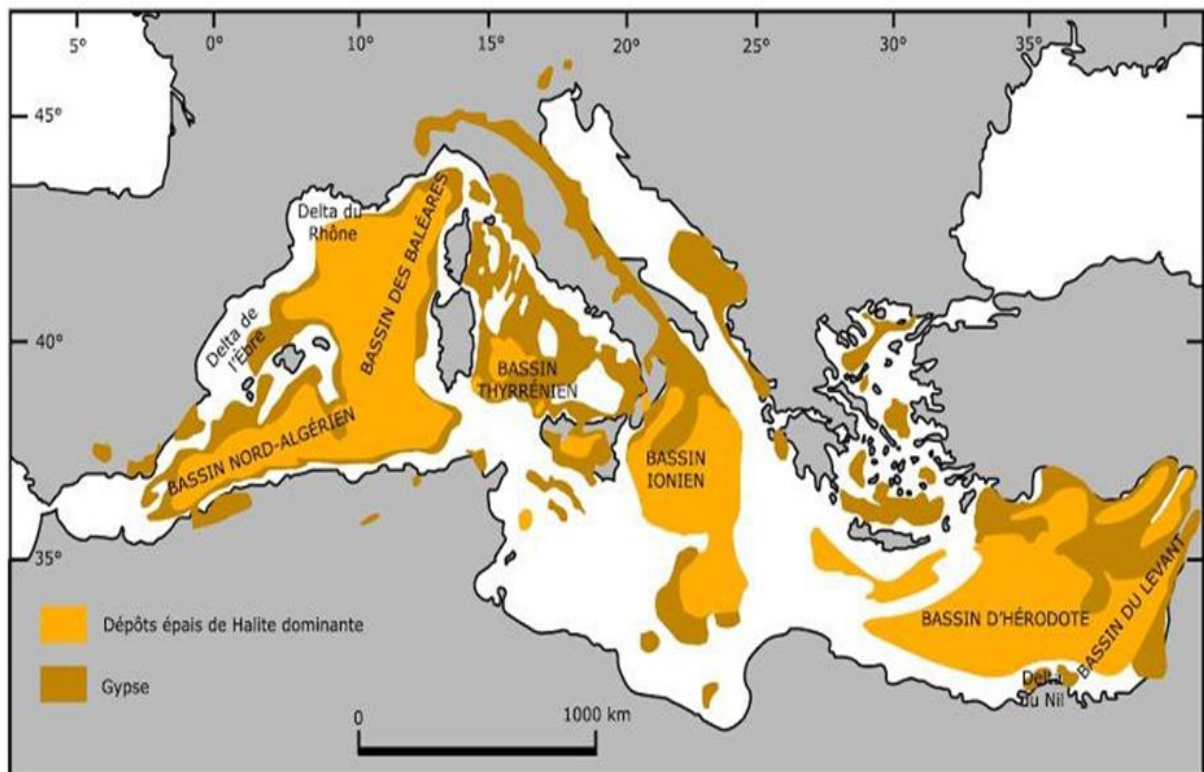
La série sédimentaire épaisse de 4496 m (Bellon,1976) au niveau du forage HBB-1 (Fig. II.06) se dépose sur un substratum d'âge Burdigalien, composé de schistes verts. La série du Langhien-Serravalien débute par des argiles puis des grès, le Tortonien est identique mais plus riche en matériel gréseux.

Le Messinien est représenté à sa base par une série marneuse avec des intercalations gréseuses. Au toit, la série est argilo-marneuse, elle passe latéralement à des calcaires récifaux. Au Messinien supérieur ce bassin n'était pas entièrement isolé et est resté à l'écart de la crise de salinité messinienne.

Le Pliocène est constitué à sa base par des argiles, de marnes et de grès surmontés d'argiles carbonatées.

### 2.3.2 La crise messinienne

La fin du Miocène (Messinien) est un événement géologique majeur caractérisé par une baisse significative du niveau de la mer Méditerranée, entraînant un isolement partiel ou total de cette mer par rapport aux océans voisins par la fermeture partielle ou totale du détroit de Gibraltar (Fig II.07), ce qui a conduit à la réduction des échanges d'eau entre la Méditerranée et l'Atlantique, et durant cette période la méditerranée a subi une évaporation importante. En parallèle, un processus de dépôt évaporitique s'est intensifié à cause de l'augmentation de la concentration du sel dans l'eau de mer jusqu'à ce qu'il atteigne le degré de saturation, donnant naissance à une épaisse série évaporitique. Ce dépôt, constitué principalement de sels et d'autres minéraux évaporitiques, résulte de l'évaporation rapide de l'eau de mer. Les évaporites du Messinien, en raison de leurs propriétés physiques, peuvent agir comme des couches couverture efficaces, piégeant les hydrocarbures dans des réservoirs.



**Figure II.07:** Distribution des évaporites dans le domaine méditerranéen (simplifié d'après Rouchy et Caruso, 2006, in thèse de R. Bourillot 2009)

La série messinienne reconnue dans tout le bassin Algéro-provençal est constituée de différentes unités (Réhault et al., 1984), on retrouve de bas en haut :

- **Les évaporites inférieures :** elles marquent le début de la série évaporitique messinienne et sont caractérisées par un litage mais sont faiblement réfléchives. Elles ne sont pas toujours observées le long des différentes marges méditerranéennes, et lorsqu'elles sont présentes, elles sont souvent masquées par le sel sus-jacent.
- **La série salifère messinienne :** sa base est caractérisée par un fort réflecteur. Elle présente un faciès plutôt transparent, sans litage. Son épaisseur est variable, et a également tendance à fluer vers les zones profondes. Il est composé d'halite et de sel potassique (forage Glomar Challenger, Auzende, 1978).

- **Les évaporites supérieures** : elles présentent un litage régulier avec de forts réflecteurs. Elles sont généralement épaisses et prennent la forme de dômes salifères sous-jacents. Ces évaporites supérieures sont composées de marnes dolomitiques et d'anhydrite.

## 2.4 Aspect sismotectonique

### 2.4.1 Tectonique régionale :

L'Algérie est située sur une frontière active de plaques tectoniques, elle est marquée par la présence des plusieurs failles. Un mouvement de convergence entre les plaques tectoniques africaine et eurasienne qui se rapprochent à une vitesse estimée entre 5 et 6 mm/an (Domzig, 2005). Le rapprochement de ces deux plaques génère une accumulation de contraintes, lorsque ces contraintes deviennent importantes, certaines failles peuvent être mise en mouvement et générer des ondes sismiques qui se propagent jusqu'à la surface.

Exemples des décrochements transverses :

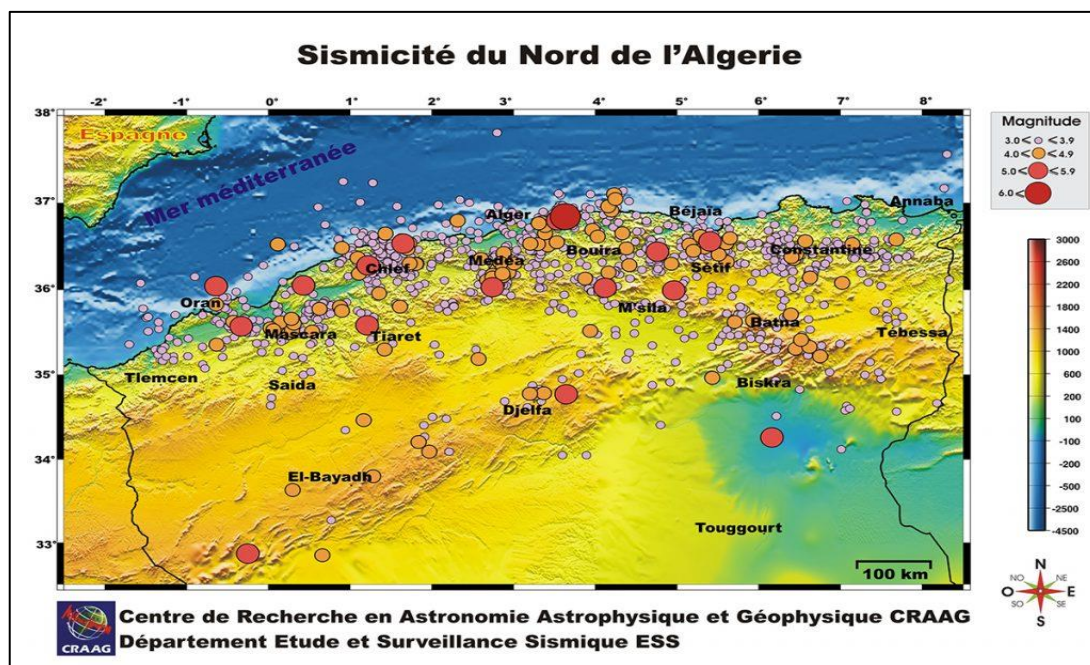
Le transversale de Ain-Franin Oran.

Le transversale de Mostaganem-Mohammedia.

### 2.4.2 Sismicité historique

La sismicité historique, qui correspond aux tremblements de terre décrits dans les récits historiques et autres archives, s'avère être une source importante d'informations sur la position probable et approximative des failles actives.

Quelques exemples de séisme historiques le long de la marge algérienne, qui peuvent être soit en mer ou à terre qui ont touché la marge Algérienne et notre zone d'étude (Fig II.08).



**Figure II.08** : Carte de la sismicité historique montrant les principaux séismes qui ont touché la marge Algérienne et notre zone d'étude (bases de données CRAAG).

La marge algérienne est connue depuis longtemps pour son activité sismique. Les archives anciennes ont permis d'identifier des centaines de tremblements de terre qui ont eu lieu avant le XXe siècle. (Tableau II.01).

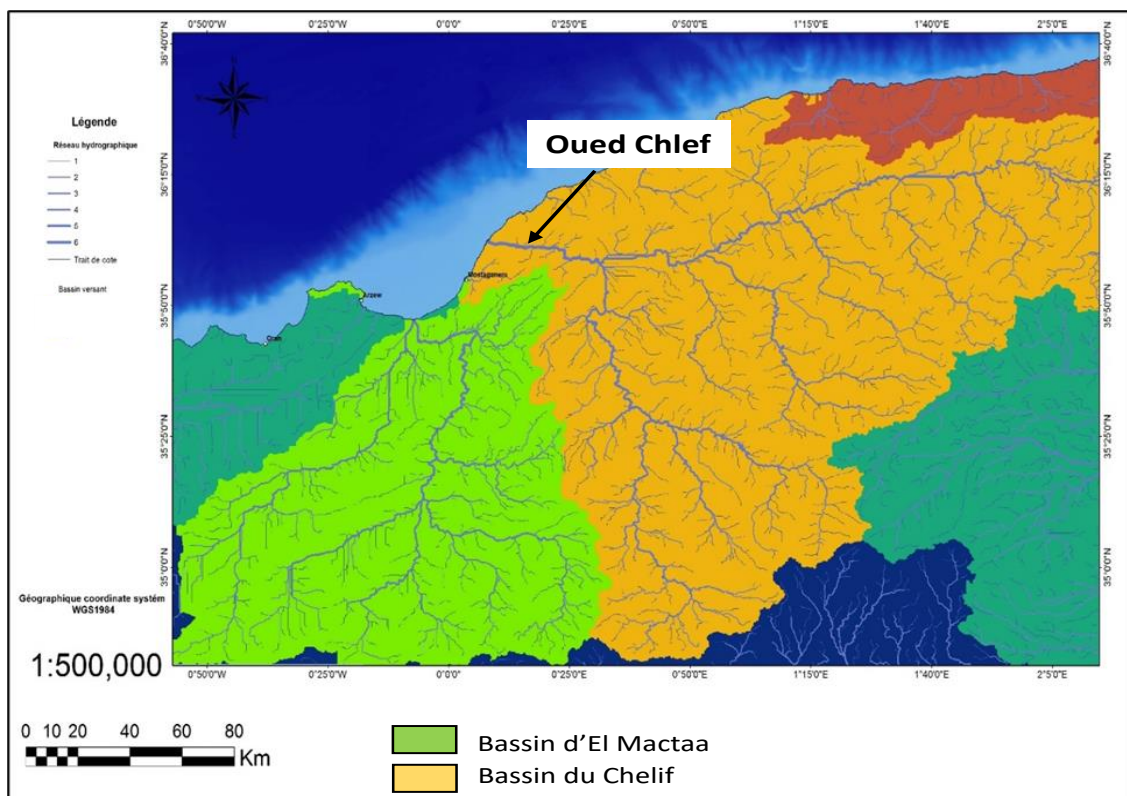
N°	Date	M	I <sub>0</sub>	Localisation
01	09-09-1954	6.7	X-XI	Chlef (Al Asnam)
02	10-10-1980	7.3	IX	Chlef
03	18-08-1994	5.6	VII	Mascara
04	22-12-1999	5.8	VII	Ain-Temouchent
05	21-05-2003	6.3	X	ZEMMOURI

**Tableau II.1:** Principaux séismes de l'Algérie, bases des données CRAAG (<https://www.craag.dz/index.php/reseau-sismologique/>)

## 2.5 Régime hydrologique

La zone Nord-Ouest Algérienne est caractérisée par un climat méditerranéen avec un hiver relativement froid et pluvieux et un été chaud et sec.

Le bassin du Chélif est le plus grand bassin versant en Algérie (Fig II.09). Sous une forme allongée avec des sous bassins qui ont tous un exutoire vers la mer, traverser par l'oued de Chélif, le plus grand fleuve d'Algérie qui se distingue par une forme sinueuse, ce qui favorise l'accumulation de sédiments. Il peut atteindre environ 300 km de longueur, de 50 à 70 km de largeur (Medaouri,2014) avec une pente douce de 1° à 2° et une superficie d'environ 26750 km<sup>2</sup> (Fernane,2022). Il s'étend des monts de Doui et Naccar à l'Est vers la zone entre Oran et Ain Timouchent à l'Ouest.



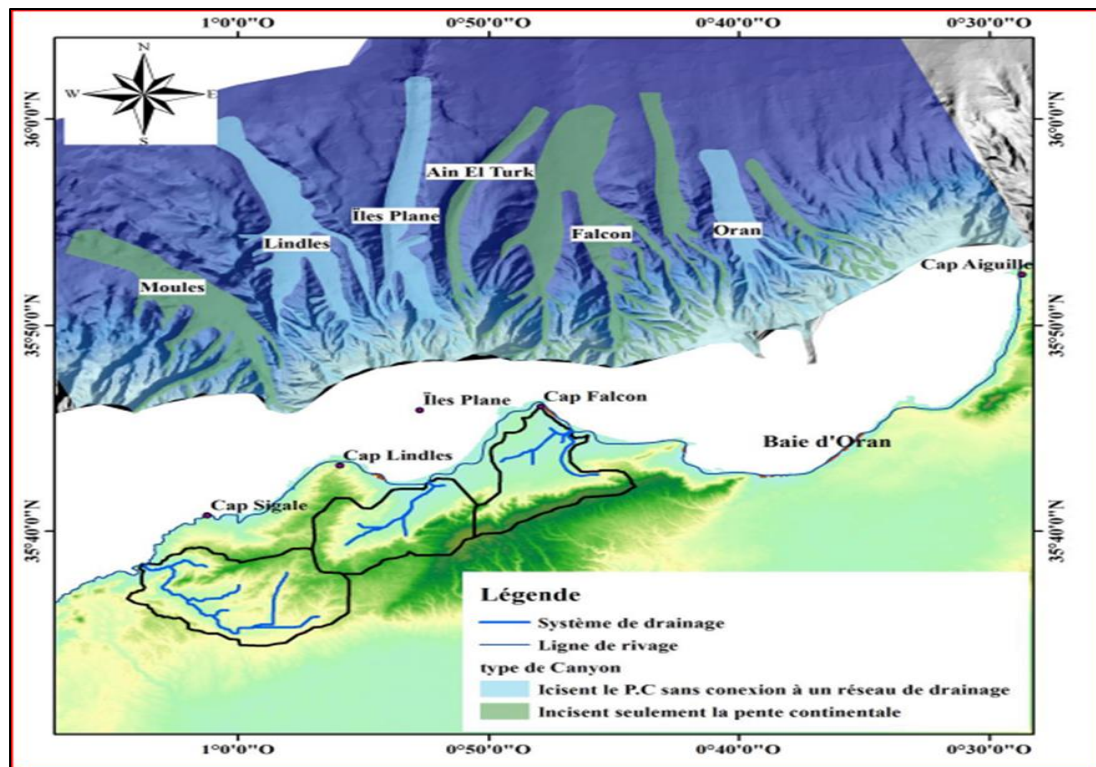
**Figure II.09:** Représentation de bassin versant du Chélif et lac El Mectaa

Lac El Mectaa fait partie du bassin versant EL Mectaa qui couvre les willaya Oran, Mostaganem et Mascara sur une superficie totale de 23000hectares (aps.dz). Il se déverse sur la baie d'Arzew.

## 2.6 Aspect Géomorphologique

La marge Algérienne est entaillée par des ravines et des canyons ramifiés ou sinueux avec des incisions supérieures à 400 m et des largeurs supérieures à 2 km (Domzig et al., 2009). Parmi les principaux canyons de la région, on trouve :

- Canyon de Chlef : il a une forme rectiligne et convexe, il se développe sur une longueur de 17 Km. Il s'étend de la profondeur -500 m sur la pente continentale jusqu'à une profondeur de -2600 m. Les deux flancs Est et Ouest du canyon sont très affectés par des glissements régressifs, la vallée principale est très encaissée (creusée par l'érosion) avec une profondeur d'incision de 400 m en moyenne et à parois relativement abruptes.
- Canyon Cap Carbon : Il est localisé à 7 km de la ligne de rivage et présente une morphologie rectiligne avec une orientation SSE-NNW, la tête du canyon se présente sous forme d'un entonnoir, elle est composée de deux branches qui se rejoignent à 1700 m de profondeur pour former une seule vallée principale. Ce canyon s'étend de -140 m jusqu'à 2600 m sur une longueur de 18 km (Fernane,2022).
- Canyon d'Oran s'étend de -120 m jusqu'à -2500 m sur une longueur de 19 km, il est localisé à 10 km de la ligne de rivage et présente une morphologie rectiligne avec une orientation S-N. Il est composé de deux branches, elles se rejoignent à 2400 m de profondeur au niveau de la zone d'embouchure pour former une seule vallée principale avec une largeur qui ne dépasse pas les 6 km avec un fond de vallée pratiquement plat et en forme de V (Fernane,2022).
- Canyon Falcon se localise à 4 km de la ligne de rivage, il n'est relié à aucun bassin versant, la tête du canyon se situe sur le talus continental et débute à -320 m de profondeur jusqu'à -2560 m sur une longueur totale de 26 Km. Ses deux branches se rejoignent à -2470 m de profondeur pour former une seule vallée principale moins profonde de l'ordre de 50 m et étroite avec une largeur qui ne dépasse pas les 6 km et avec un fond de vallée pratiquement plat et en forme de V (Fernane,2022).



**Figure II.10** : Carte physiographique montrant les principaux canyons cartographiés sur la région (Fernane, 2022)

## 2.7 Aspect pétrolier

### 2.7.1 Système pétrolier

Les résultats des analyses réalisées sur le forage HBB-1 indiquent la possibilité de présence d'un système pétrolier dans la zone d'étude (Medaouri; 2014).

#### ➤ Roches mères :

La modélisation géochimique 1D réalisée sur le forage HBB-1 indique la possibilité de présence de 3 niveaux roches mère et qui sont :

- Niveau Messénien : teneur en matière organique totale (COT) supérieur ou égale à 1%, profondeur entre 2387m et 2320m.
- Niveau Tortonien : teneur en matière organique totale (COT) supérieur ou égale à 1%, profondeur entre 2980m et 3049m.
- Niveau Serravallien : teneur en matière organique totale (COT) supérieur ou égale à 1%, profondeur entre 3260m et 3340m.

Seulement les niveaux d'argiles Serravallien et Tortonien qui peuvent atteindre la fenêtre à huile, par contre la roche mère Messinienne est immature. (Medaouri et al., 2012)

#### ➤ Roches réservoirs :

- Les grès turbiditiques du Serravallien-Tortonien
- Les grès du Pliocène inférieur

#### ➤ Roches couvertures :

- Les évaporites du Messinien pour les réservoirs du Miocène.
- Les argiles et les marnes intercalées du Plio-quaternaire pour les réservoirs du Pliocène inférieur.

➤ Piège :

L'interprétation des données sismiques 2D et 3D réalisée sur l'offshore occidental Algérien a montré qu'il existe différents types des pièges, qui se situent majoritairement sous des tranches d'eau qui dépassent les 2000m et qui sont :

- Pièges structuraux : anticlinaux, blocs faillés ...etc
- Pièges stratigraphiques : chenaux, lentilles gréseuses ...etc
- Pièges mixtes

### 2.7.2 L'historique d'exploration dans le Nord-Ouest de l'Algérie

La partie offshore de l'Ouest Algérienne a fait l'objet des plusieurs campagnes d'exploration pétrolière incluent des études sismiques, gravimétriques, magnétométrique ainsi que trois forages stratigraphiques.

La première campagne de sismique réflexion a eu lieu entre 1968 et 1970 tandis que la dernière campagne a été réalisée en 2011 sous la supervision de Sonatrach.

Malgré l'abondance de données géophysiques parfois de bonne qualité, l'offshore occidental algérien (bassin profond et plateau continental) constitue toujours une zone sous-explorée en termes des forages.

Deux puits ont été forés en eaux peu profondes, le premier dans la baie d'Arzew en 1974, avec une profondeur totale de 1207 m, et le second, réalisé en 1977 dans le bassin de Habibas (en référence aux îles des Habibas situées dans la partie septentrionale du bassin d'Alboran) avec une profondeur totale de 4496 m. Ce dernier puits a atteint le substratum hercynien (Medaouri et al., 2012) et a prouvé l'existence d'une épaisse couche du Miocène moyen et inférieur. Cependant le puits s'est avéré négatif, ce qui est probablement la conséquence de l'absence d'une fermeture structurale permettant le piégeage des hydrocarbures (Badji, 2014)

D'après la classification de Bally et Snelson (1980), les bassins sédimentaires de l'offshore profond de Mostaganem pourraient donc à ce titre être affectés dans la catégorie 113 de la classification (Basins océaniques de la plaine abyssale), ou la catégorie (3121 Bassins d'arrière-arc avec un plancher océanique associés à la subduction de type B). Dans les deux cas, les chances d'accumulation d'hydrocarbures seraient de moins de 20%.

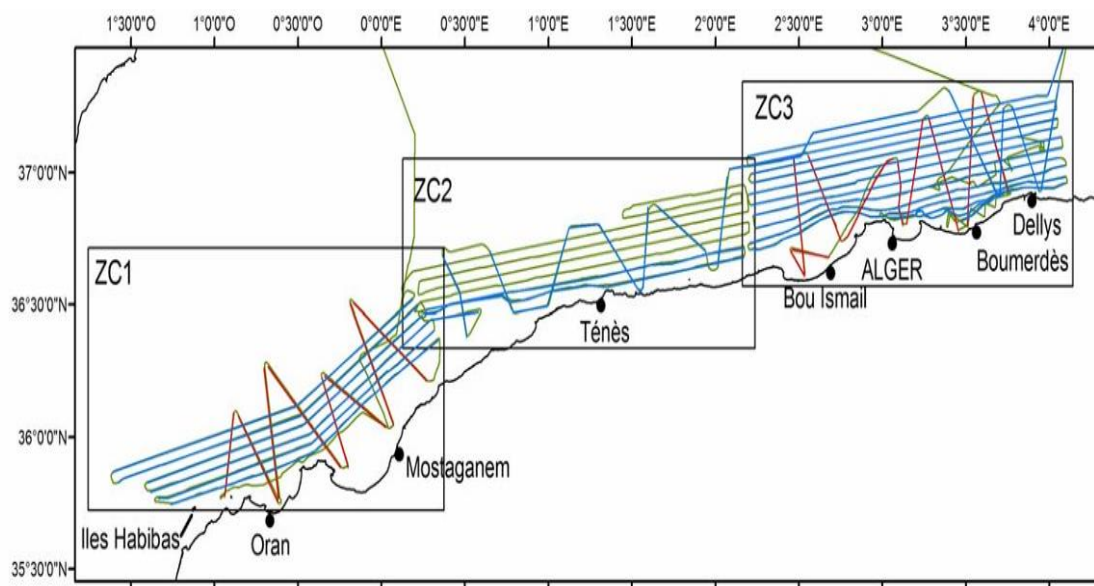
## **Chapitre III : Données et méthodes**

### III.1 Campagne MARADJA 2003 (MARge Active el DJAzair)

C'est la première campagne qui a permis l'acquisition des données de bathymétrie de haute résolution sur la marge algérienne jusqu'à environ 3km de profondeur. Elle a eu lieu en 2003 en utilisant le navire Suroît de l'IFREMER.

MARADJA est une opération de recherche dont l'objectif général est d'étudier le risque sismique et gravitaire en Algérie du Nord par un examen détaillé de la géomorphologie sous-marine et des structures de sub-surface.

La zone couverte pour la partie Ouest s'étend des îles Habibas (Ouest d'Oran) à Dellys (Est d'Alger). (Fig III.01)



**Figure III.01** : Plan de position montrant les 3 zones d'études de la campagne MARADJA 2003 (Oran, Ténès et Alger). (Domzig, 2006)

En bleu : profils sismiques 6-traces, en rouge : profils sismiques 24-traces, en vert : aucune sismique

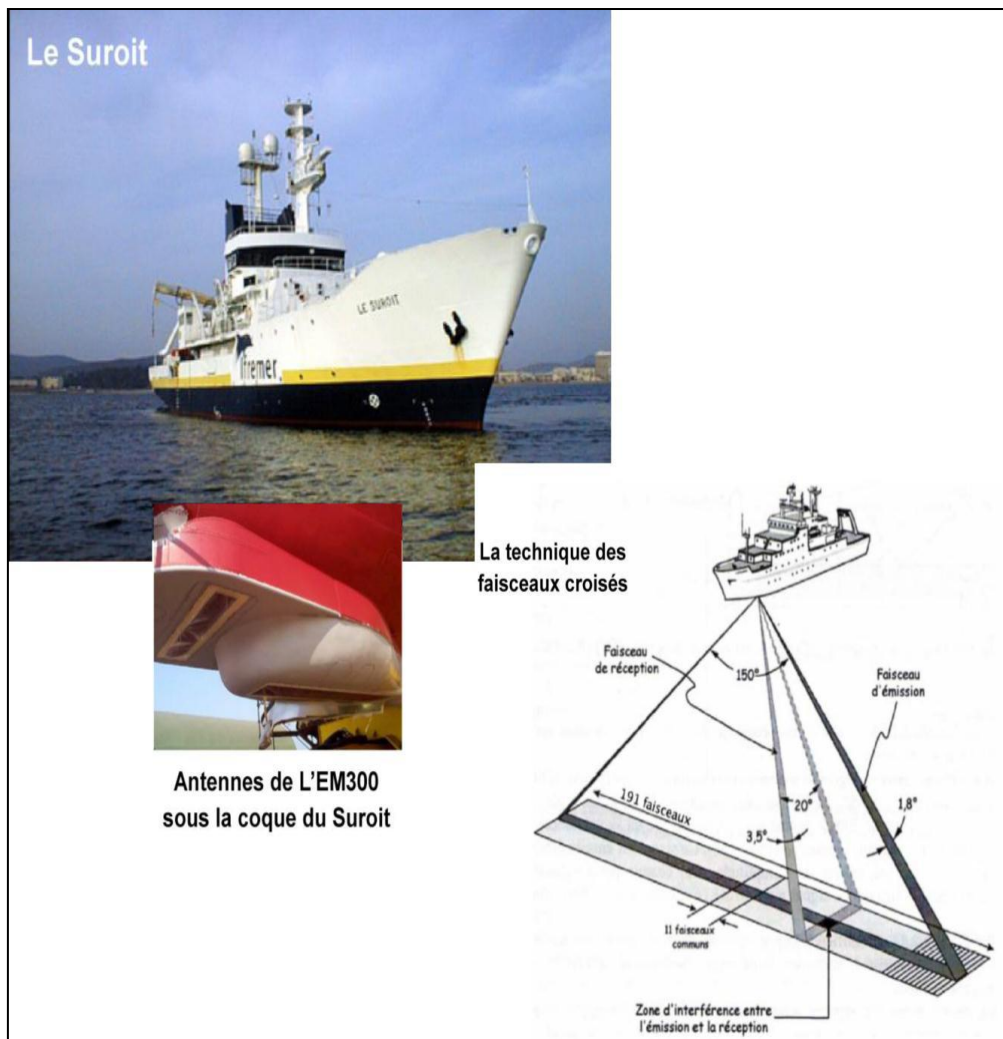
Les données acquises furent de plusieurs types :

- Bathymétrie multifaisceau EM300 et EM1000 ainsi que la réflectivité associée ;
- Sismique-réflexion 6- et 24-traces ;
- Sondeur de sédiments Chirp 3-5 kHz ;
- 8 carottages, ainsi que des données gravimétriques et magnétiques.

#### • Données bathymétriques

Les dispositifs d'acquisition de bathymétrie multifaisceau utilisés étaient de 2 types : Kongsberg Simrad EM300 ou EM1000, selon que le navire se trouvait en mer profonde, talus continental ou plateau continental.

Le sondeur EM300 utilisé pendant MARADJA 2003, il est optimal pour des profondeurs de l'ordre de 1000 à 3000 m (Domzig ; 2006 in Fernane, 2022). Sa précision verticale peut atteindre 2 mètres pour le faisceau central et sa résolution est au maximum ~25 mètres. Il permet de générer un Modèle Numérique de Terrain (MNT) avec une maille inférieure à 25 m. Grâce à sa précision verticale, il est en théorie possible de distinguer des reliefs de quelques mètres de hauteur. (Fig III.02)



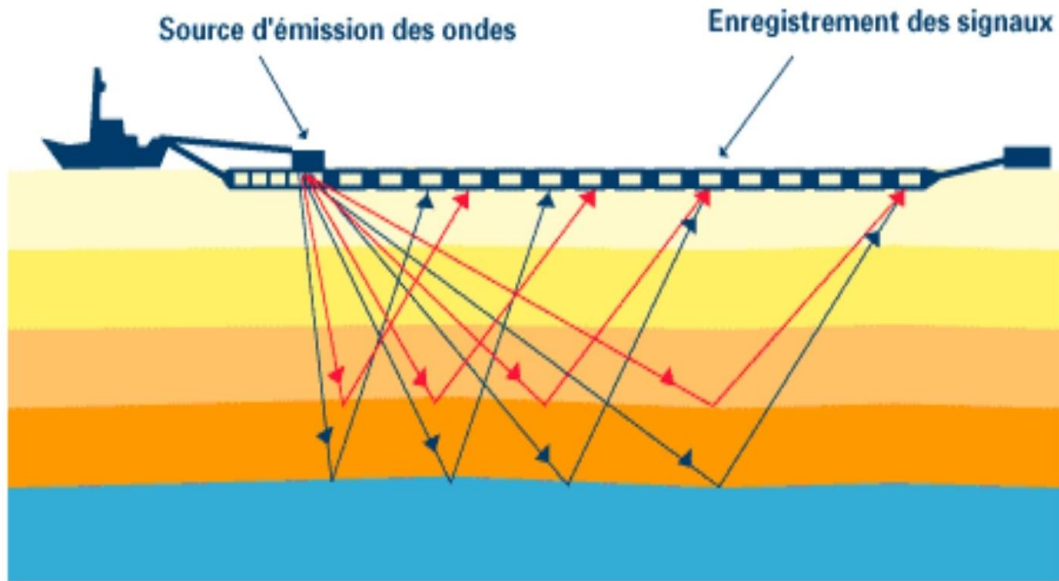
**Figure III.02** : Principe d'acquisition des données bathymétriques et de réflectivité acoustique (technique des faisceaux croisés), et photo des navires N/O Le Suroit (Domzig in Fernane, 2022)

### III.2 La sismique réflexion

La sismique réflexion est la méthode la plus utilisée dans l'exploration pétrolière, elle se base sur la propagation des ondes sismiques et permet d'obtenir une image de sous-sol.

Le principe de la sismique réflexion consiste en : (Fig III.03)

La génération des ondes sismiques depuis la surface de la mer par le biais d'une source sismique (canons à air) dont on connaît les caractéristiques (fréquence, durée, amplitude). Ces ondes sont réfléchies sur les interfaces du sous-sol. L'enregistrement des ondes par une chaîne d'hydrophones (flute sismique) tractée derrière le bateau qui convertissent l'onde acoustique en tension électrique.



**Figure III.03 :** Schéma illustrant le principe de la sismique réflexion en offshore (IFP)

- **Campagnes sismiques ALWG-02 (2002) 11SHW (2011)**

Les données sismiques exploitées lors de cette étude appartiennent aux campagnes sismiques 2D ALWG-02 et 11SHW.

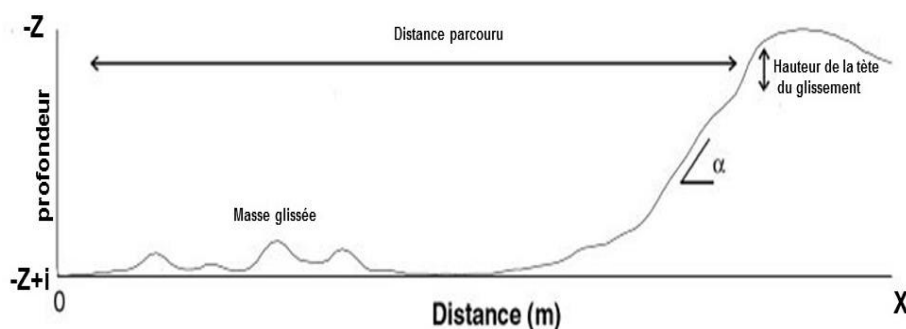
La campagne ALWG-02 a été acquise par la compagnie Western Geco. Ce sont des données sismiques réflexion multi trace qui ont couvert la totalité de l'offshore Algérien occidental avec un volume total de 4000km.

La campagne sismique 11SHW d'un volume de 2000km a été acquise en 2011 par la compagnie chinoise BGP au large entre Oran et Ténès pour réduire le maillage entre les profils sismiques de la campagne ALWG-02 et pour une meilleure cartographie des leads dans la zone.

### III.3 Méthode d'identification des glissements sous-marins

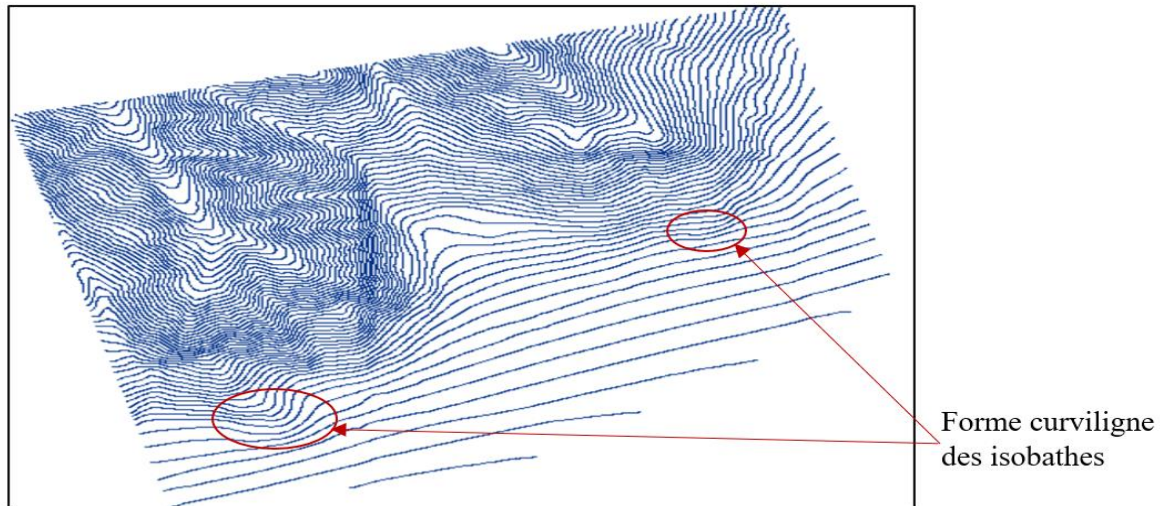
- **McAdoo (2000) :**

C'est une méthode géomorphologique qui permet de détecter et d'identifier les glissements sous-marins (Fig III.04) et calculer leurs paramètres (La hauteur, La surface, le volume et la Pente de glissement, La distance parcourue, l'épaisseur de dépôt gravitaire) en se basant sur des données bathymétriques.



**Figure III.04 :** Schéma simplifié d'un glissement de terrain pour le calcul des principaux paramètres quantitatifs qui le caractérisent (McAdoo, 2000)

La zone de glissement est définie comme la portion du fond marin présentant une bathymétrie anormale (morphologie en curviligne des isobathes). (Fig III.05)



**Figure III.05 :** schéma illustrant la bathymétrie anormale (cas d'un glissement)

L'absence de dépôt dans la zone de propagation (c'est-à-dire en l'absence de bathymétrie irrégulière), la zone inclut uniquement la cicatrice d'arrachement.

La distance de propagation est alors mesurée depuis la tête de glissement jusqu'au bord le plus éloigné de la bathymétrie anormale.

Le calcul de volume glissé à partir de l'épaisseur ( $T = h \times \cos(\alpha)$ , où ( $h$ ) est la hauteur de la tête de glissement et ( $\alpha$ ) l'angle de pente à la tête), et la surface de glissement ( $A$ ). Selon la formule suivante :  $v = (1/2) \times (A) \times (h \times \cos(\alpha))$ .

### **III.4 Méthode d'interprétation sismique**

#### **4.1. Le calage :**

Le calage sert à identifier (dater) les différents horizons à interpréter sur un profil sismique en se basant sur les données de forage.

#### **4.2. Corrélation des horizons :**

Consiste à suivre un horizon donné sur une section sismique puis à travers toutes les sections sismiques de la zone d'étude.

#### **4.3. Le chronométrage :**

Consiste à lire les temps correspondant à tous les points de tirs relatifs à un horizon donné.

#### **4.4. Interprétation des failles :**

Les failles sont définies comme une discontinuité des horizons sismiques. Il est nécessaire de les interpréter sur les profils sismiques, afin de tracer le réseau de failles.

#### **4.5. Report des temps et des failles :**

Après le positionnement des failles et de toutes valeurs de temps relatifs à un horizon, la dernière étape de l'interprétation sismique consiste à tracer la carte.

### **III.5 Cartographie structurale (établissement des cartes isochrones en utilisant le Logiciel Petrel) :**

Le logiciel petrel est un outil de référence dans le secteur de la recherche pétrolière. Il intègre plusieurs modules et permet :

- D'interpréter les données sismiques en 2D et 3D.
- D'effectuer des corrélations.
- De construire des modèles structuraux.
- De visualiser les résultats de simulation.
- De concevoir des stratégies de développement pour optimiser l'exploration des réservoirs.

Les étapes de réalisation des cartes en isochrones en utilisant le soft Petrel sont résumées en ce qui suit :

#### **1. Lancement du logiciel et préparation du projet**

Après avoir lancé le logiciel, choisir le système de référence géographique approprié, puis importer les données nécessaires au projet (données sismiques, données de forages...).

#### **2. Interprétation sismique**

Cette étape consiste en l'interprétation des horizons et des failles

A. Interprétation des horizons :

- Créer un dossier d'interprétation et le nommer.

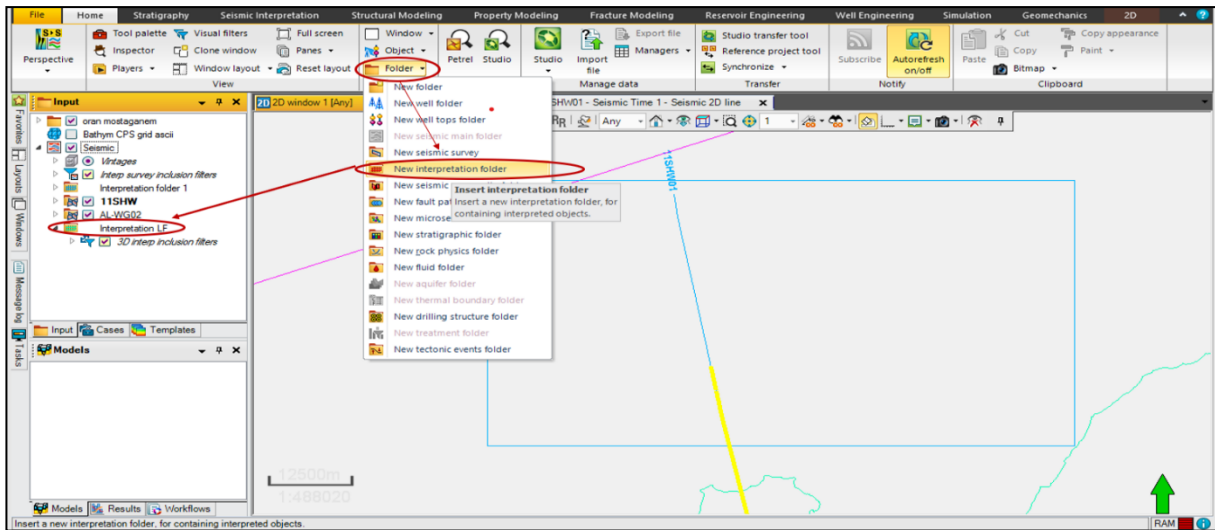


Figure III.06 : Création d'un dossier d'interprétation

- Insérer les horizons en effectuant un clic droit sur le dossier déjà créé et choisir « New séismic horizon ».
- L'horizon apparait dans la fenêtre input.
- Ouvrir l'icône d'outil « seismic interpretation » et sélectionner le profil sismique à interpréter puis sélectionner l'outil « Manual interpretation » pour une interprétation manuelle

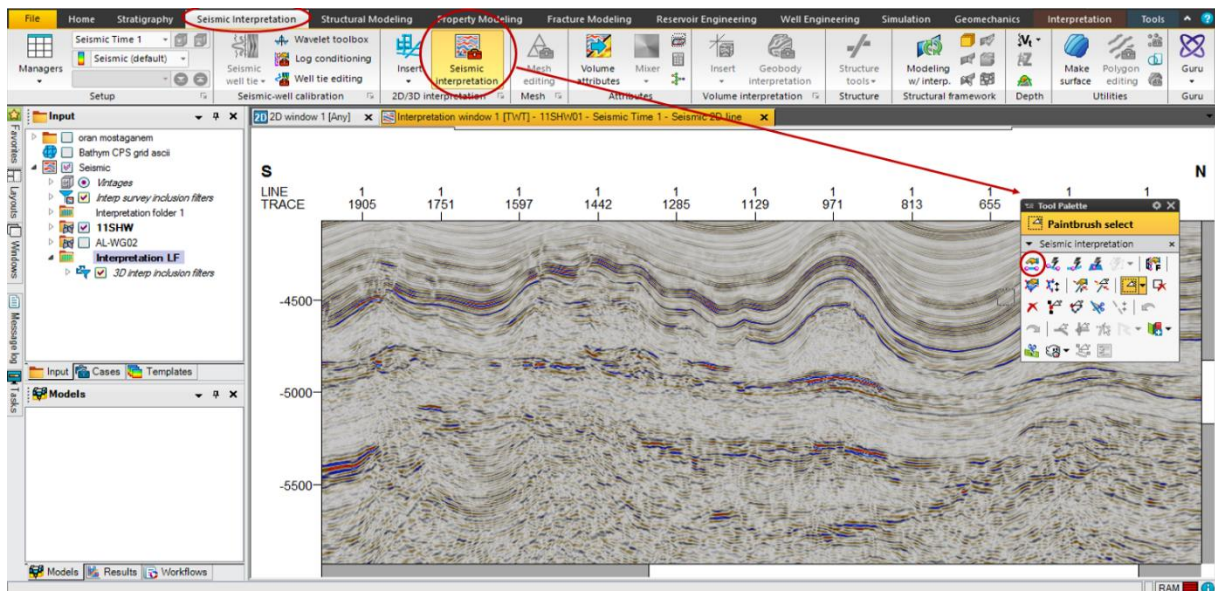


Figure III.07 : Création d'un horizon

- Pointer les réflecteurs du profil sismique dans la section sismic pour tracer l'horizon
- Double clic pour arrêter l'interprétation

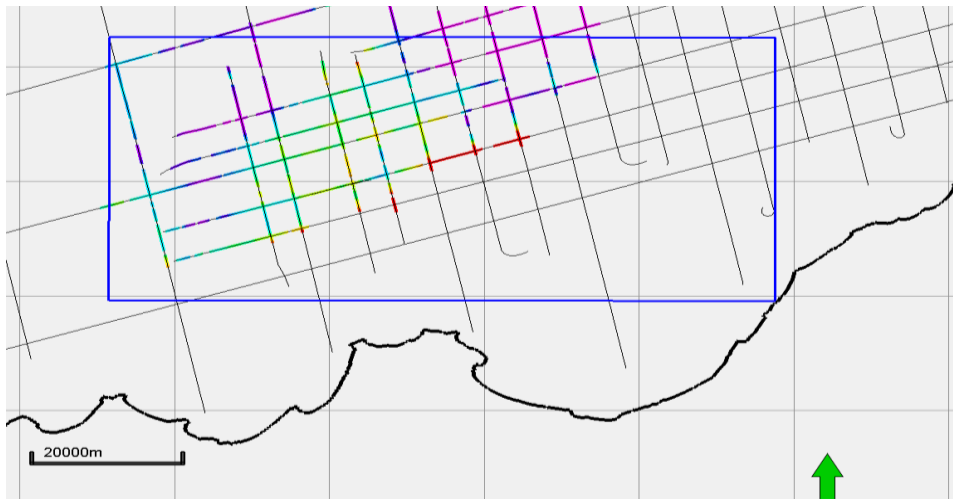


Figure III.08 : Plan de position sismique 2D avec interprétation

- Visualisation des horizons dans la fenêtre d'interprétation 2D

**B. Interprétation des failles :**

- Insérer un réseau de failles et le nommer en cliquant droit sur le dossier déjà crée et choisir « New fault »
- Pointer les failles sur les profils sismiques à interpréter (avec l'outil « interpret faults »), double clic pour arrêter l'interprétation

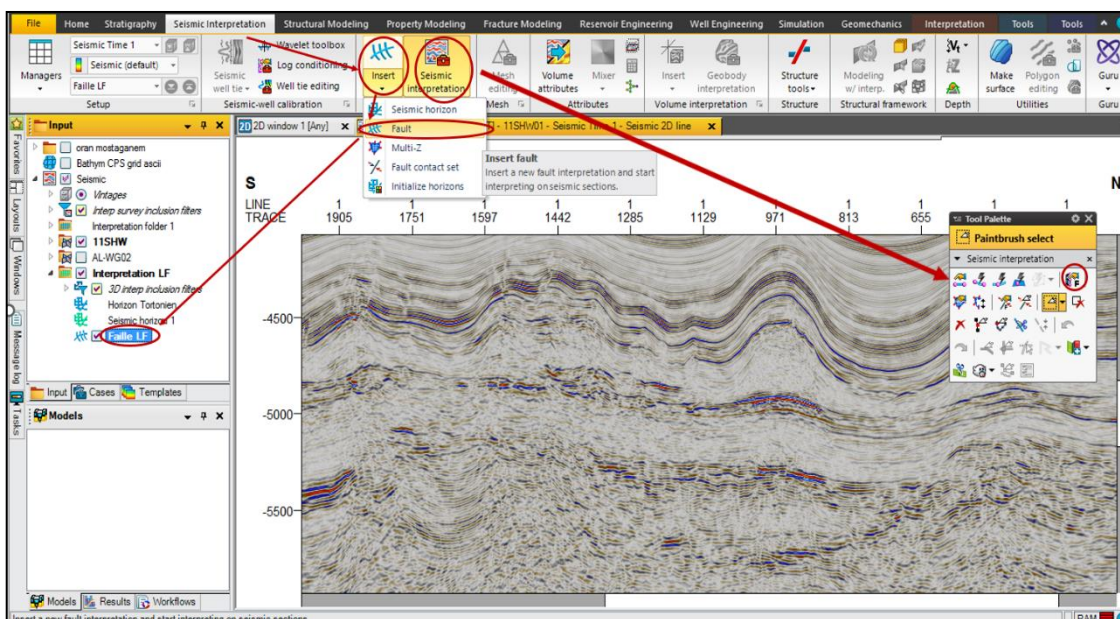


Figure III.09 : Interprétation des failles

**3. Réalisation des cartes :**

- Une fois l'interprétation achevée sur tous les profils sismiques, une interpolation est faite entre les profils sismiques interprétés en utilisant l'outil « Make/édit surface ».
- La carte va être générée automatiquement et va apparaître en bas de la fenêtre input
- Le réseau des failles peut être tracé pour les différents horizons interprétés en cliquant sur l'icône de l'outil « Make /edit polygon »
- Ce polygone des failles va apparaître dans la fenêtre input

#### 4. Visualisation

- Les cartes peuvent ensuite être visualisées dans les deux fenêtre 2D et 3D (voir chapitre IV)

---

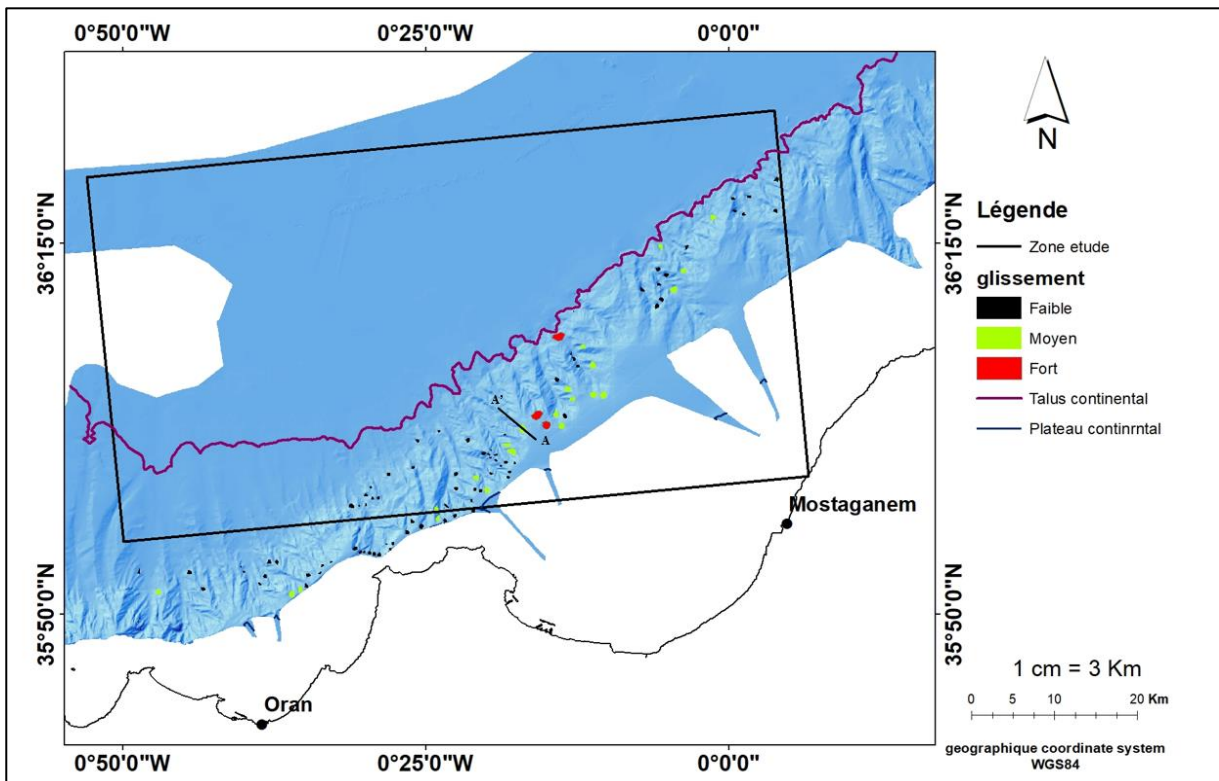
**Chapitre IV :**  
**Résultats et discussions**

## Résultats et discussions :

### IV.1 Carte bathymétrique

La carte bathymétrique de la zone Mostaganem-Oran (Fig IV.01) a été établie à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT) de la compagnie MARADJA, avec un intervalle des isobathes de 25m, dans laquelle on peut distinguer trois zones morphologiques différentes :

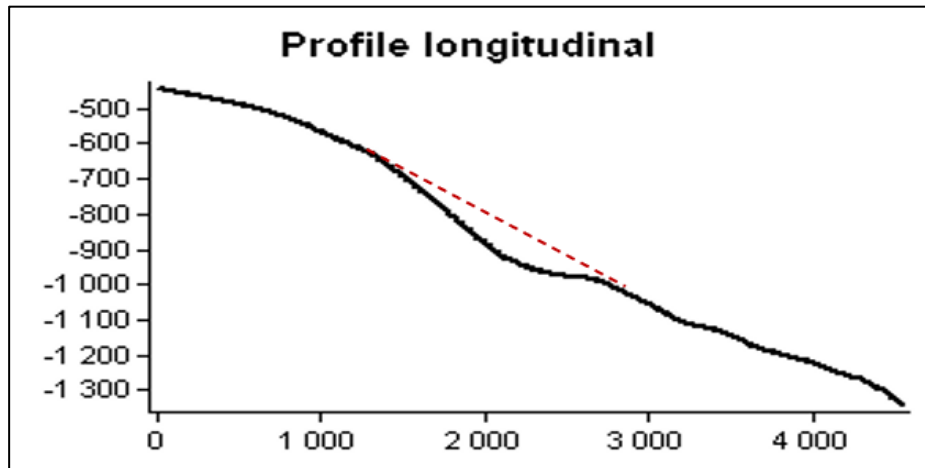
- **Plateau continental** : présente des largeurs différentes, en face des massifs le plateau est étroit en revanche en face des baies et des bassins notamment le bassin de Chélif le plateau devient plus étendu et peut atteindre une largeur qui dépasse 30km. Il s'étend jusqu'à 125m de profondeur.
- **Talus continental** : distingué par une morphologie riche caractérisé par la présence des ravines et des canyons sous-marin (canyon de Chelef, canyon Cap Carbon, canyon d'Oran et canyon de Falcon). La pente de talus est très forte (raide). Il s'étend de 140m jusqu'à 2550m de profondeur.
- **Plaine abyssale** : elle occupe la majeure partie de la zone avec une profondeur supérieure ou égale 2550m



**Figure IV.01** : Carte bathymétrique qui identifie les glissements de la région Mostaganem-Oran

- Plusieurs cicatrices d'arrachements ont été identifiés et cartographiés au niveau du talus continental orientées vers l'intérieur des canyons et ravines, leur distribution spatiale est contrôlée par le dénivelé local.
- La taille de glissement sous-marin est contrôlée par la pente, au niveau du talus continental de la zone. Quand la pente est très forte (raide), cela limite l'accumulation des sédiments ce qui résulte des glissements en petites tailles.

- Ces glissements sous-marins peuvent générer des courants de turbidité qui s'étendent jusqu'à la plaine abyssale.



**Figure IV.02 :** Profil bathymétrique longitudinal A-A' de glissement sous-marin

Le profil longitudinal A-A' (Fig IV.02), (localisation, voir la figure (IV.01)) montre une cicatrice d'arrachement avec l'absence de dépôts au pied de talus, justifié par le déclenchement d'un courant de turbidité vise à rééquilibrer la densité de l'eau qui a augmenté à cause du mélange d'eau avec les sédiments glissés.

Le volume de glissement ne peut pas être calculé car il nécessite une valeur d'épaisseur de glissement.

Pour le calcul d'épaisseur on a besoin de la bathymétrie avant et après glissement.

### IV.2 Interprétation des cartes structurales (isochrones et isobathes) au toit du Tortonien

Des cartes structurales (en isochrones (Fig IV.03) et isobathes (Fig IV.04)) ont été établies au toit du Tortonien. La conversion temps-profondeur a été réalisée en utilisant les vitesses sismiques en absence des données de vitesses moyennes au puits. Ces vitesses sismiques ont été corrigées par un facteur qui caractérise la zone d'étude pour approcher au mieux les vitesses moyennes qui sont utilisées pour la conversion temps/profondeurs.

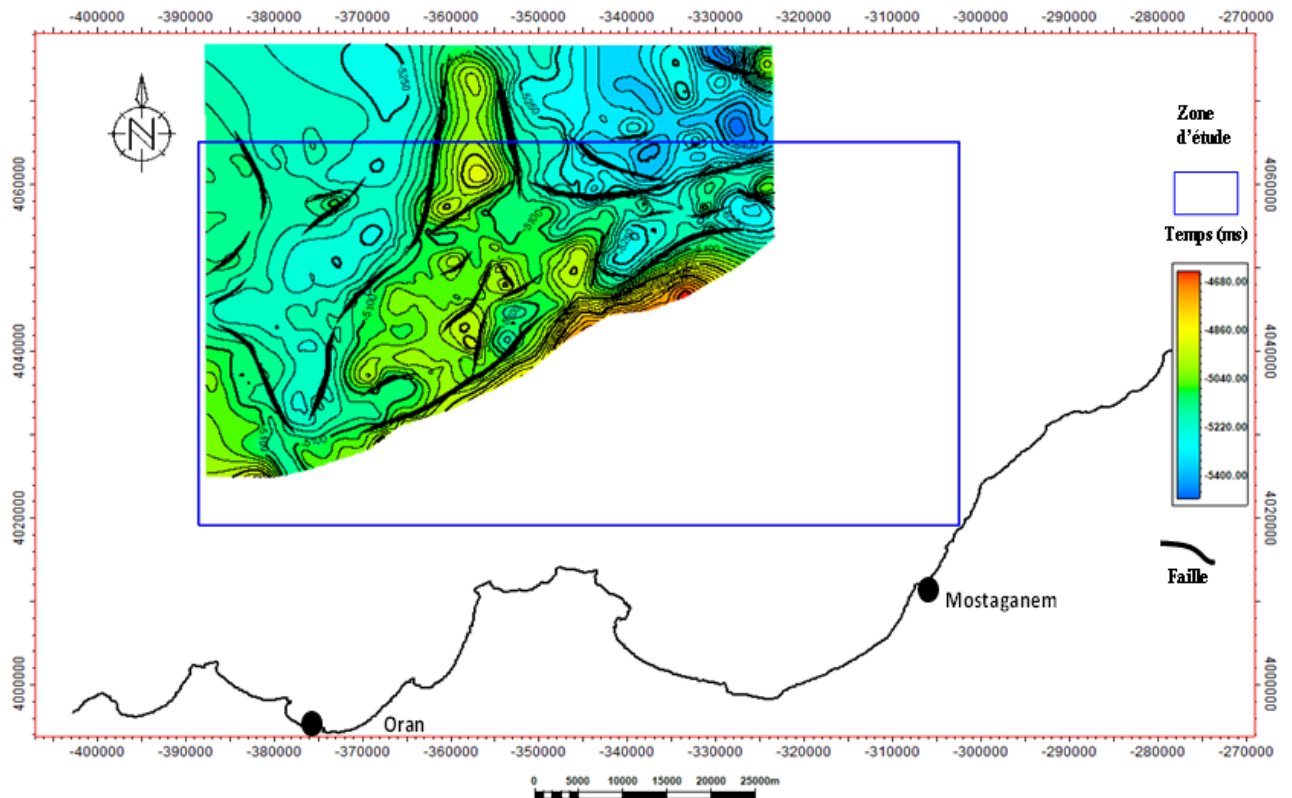


Figure IV.03 : Carte en isochrone au toit de Tortonien

La vitesse sismique et le facteur de correction utilisés pour les campagnes sismiques ALWG02 et 11SHW sont :

Horizons	Vitesse (m/s)	Facteur de correction
Horizon intra-tortonien	1810	0,907

Tableau IV.01 : vitesse sismique et facteur de correction utilisés.

La profondeur =  $(T/2) * V$

Ou T c'est le temps doublé de l'onde sismique

V = vitesse sismique de l'horizon intra-Tortonien (1810 m/s)

Les cartes structurales en isochrones (Fig IV.03) et en isobathes (Fig IV.04) au toit du Tortonien présentent la même allure structurale, on va se contenter de décrire la carte en isobathes. La carte en isobathes a été établie avec un inter courbe de 20m, et sa profondeur sur la zone d'étude varie entre 4208m et 4941m.

Cette carte montre :

- Deux bassins sédimentaires, à l'est le bassin de Mostaganem où le Tortonien est à 4887m de profondeur et à l'ouest le bassin d'Oran, où le Tortonien est à une profondeur de 4751m. Ces deux bassins sont séparés par une zone haute au centre.
- Deux familles de failles ont été observées avec deux directions majeurs NW-SE à N-S et NE-SW à E-W.
- Des fermetures structurales ont été répertoriées sur la partie centrale de la zone d'étude, la plus importante de point de vue superficie est située au large d'Oran (Oran Nord) limitée à l'Est et à l'Ouest par des failles normales de directions NNE-SSW et NNW-SSE. Cette structure anticlinale peut constituer un excellent piège pour les hydrocarbures.

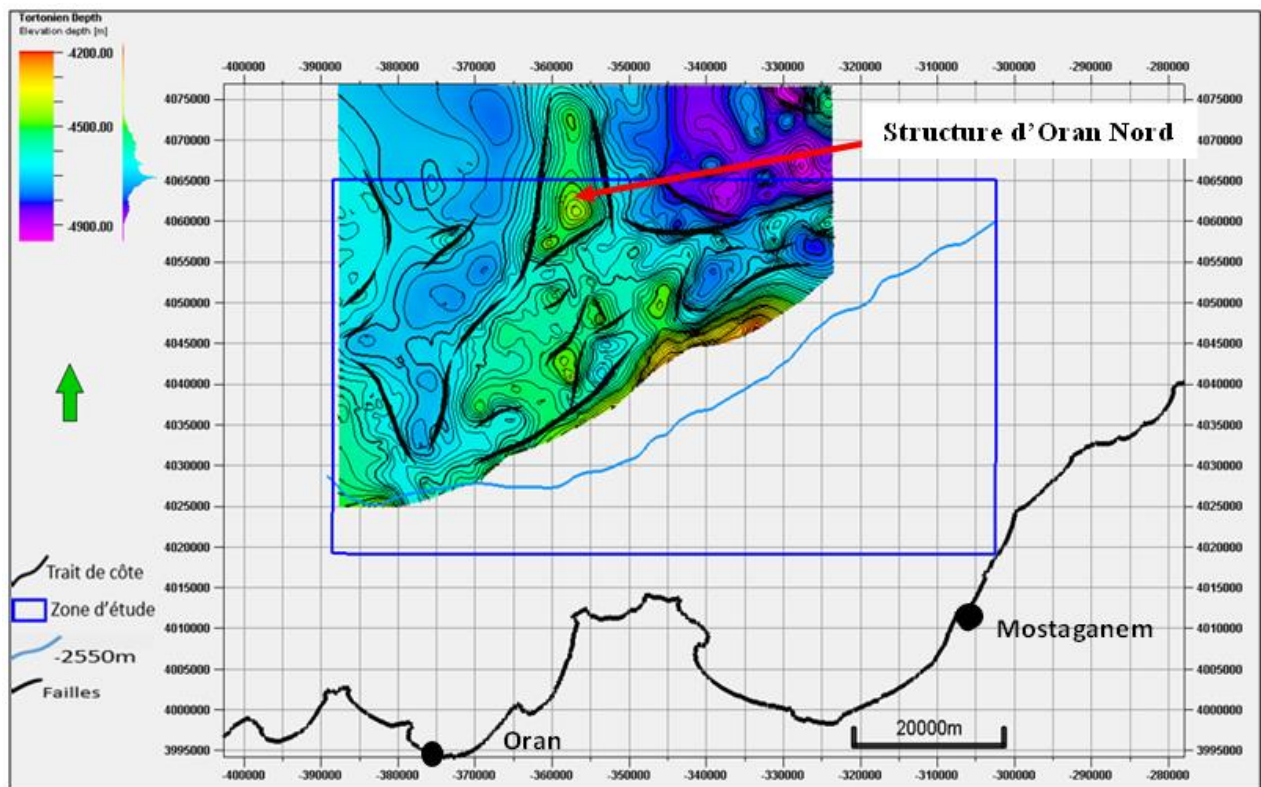


Figure IV.04 : carte structurale (isobathes) au toit du Tortonien

### IV.3 Carte des leads :

La carte des leads (Fig IV.05) a été tracée à partir de la carte en isobathes du toit du Tortonien. Ces leads peuvent être associés à des pièges de type anticlinaux. Ils peuvent constituer des zones favorables à l'accumulation des hydrocarbures présentant un intérêt pétrolier. La majorité des leads se trouvent à des tranches d'eau supérieures à -2550m (plaine abyssale)

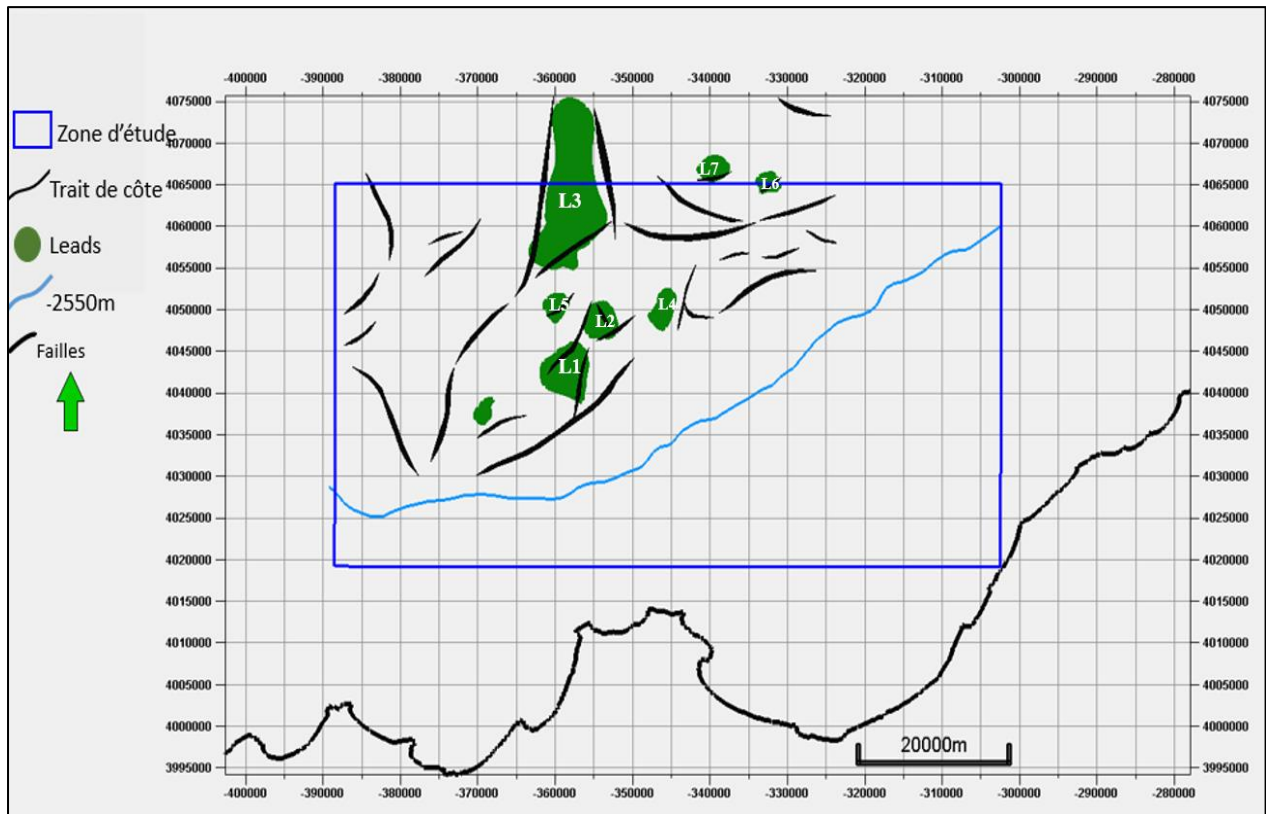


Figure IV.05 : Carte des leads au toit du Tortonien

Le tableau ci-dessous résume les caractéristiques des différents leads

Lead	Superficie(km <sup>2</sup> )	Amplitude (m)
L1(Oran Sud 02)	29	80
L2 (Oran Est 01)	14	60
L3 (Oran Nord)	111	140
L4 (Oran Est 02)	9	20
L5 (Oran Sud 01)	7	40
L6 (Oran Est 04)	5	40
L7 (Oran Est 03)	8	20

Tableau IV.02 : Caractéristiques des leads

Les leads les plus importants du point de vue superficie et amplitude et pouvant présenter un intérêt pétrolier sont les leads L3 (Fig IV.06) et L2.

Ces tableaux résument les caractéristiques des leads L3 et L2 :

Lead L3	Caractéristiques
Tranche d'eau	2625 m
Superficie	111 Km <sup>2</sup>
Amplitude	140 m
Profondeur réservoir	4440 m
Distance à partir de la côte	49 km

Tableau IV.03 : Caractéristiques de L3 (Oran Nord)

Lead L2	Caractéristiques
Tranche d'eau	2803.02 m
Superficie	14 Km <sup>2</sup>
Amplitude	60 m
Profondeur réservoir	4480 m
Distance à partir de la côte	14.8 km

Tableau IV.04 : caractéristiques de L2 (Oran Est 01)

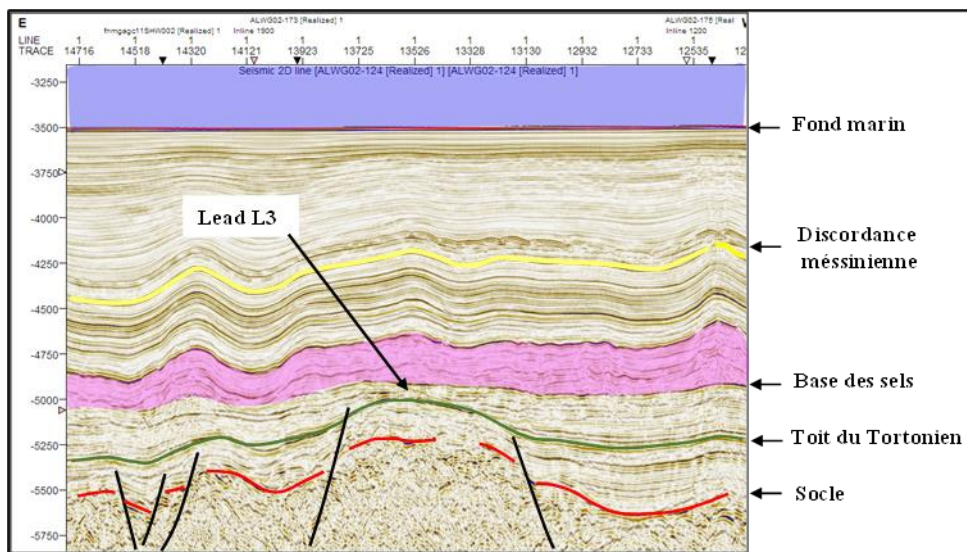


Figure IV.06 : Profil sismique montrant le lead L3 (piège de type anticlinal)

#### IV.4 Superposition de la carte bathymétrique avec la carte en isobathes au toit du Tortonien

La superposition en 2D (Fig IV.07) et en 3D (Fig IV.08) de la carte bathymétrique avec la carte en isobathes au toit du Tortonien montre que la zone est plus riche en glissements à petits tailles sont situées pour la majorité sur le talus continental. Ces glissements peuvent générer des courant de turbidité. L'orientation des glissements vert l'intérieur des canyons et ravines amplifie ces courants dans le cas d'un événement sismique qui déclenche plusieurs glissements au même temps. Ces courants peuvent parcourir la distance jusqu'à la plaine abyssale, cela peut endommager le forage sur le lead Oran-Est1 (L2). Par contre, le lead d'Oran-Nord (L3) présente un faible risque, on peut le forer en toute sécurité.

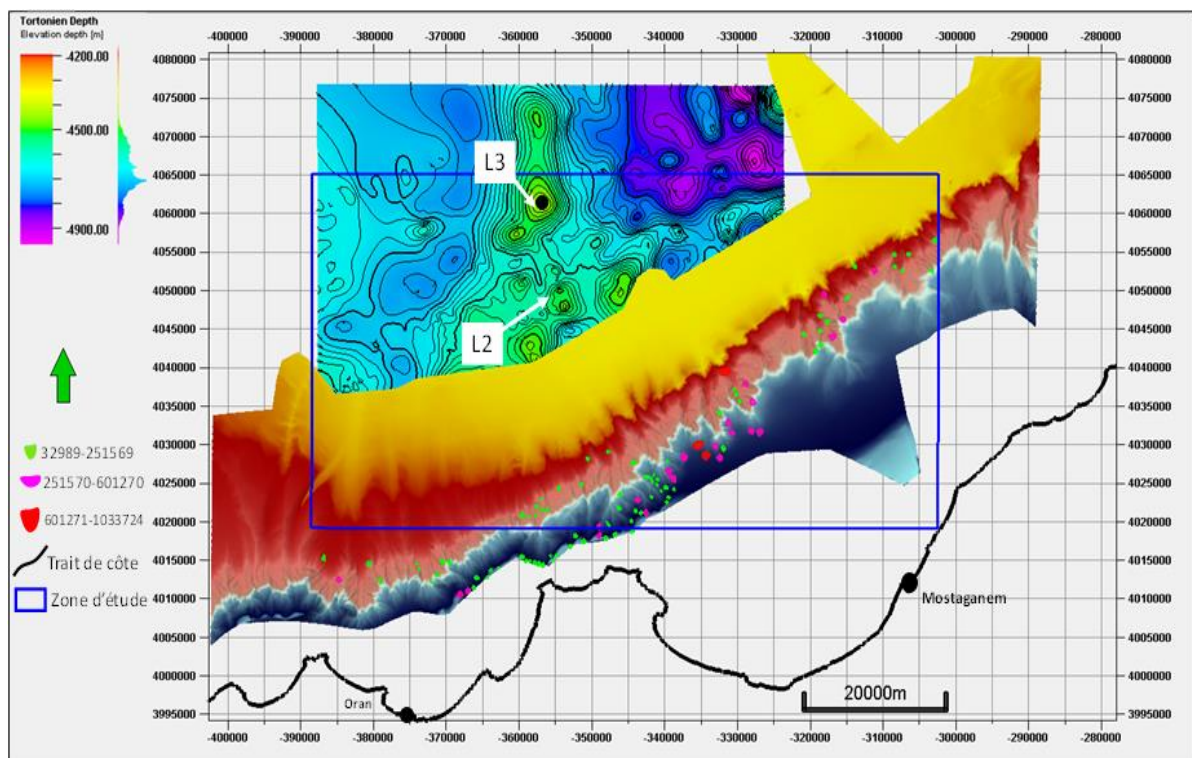
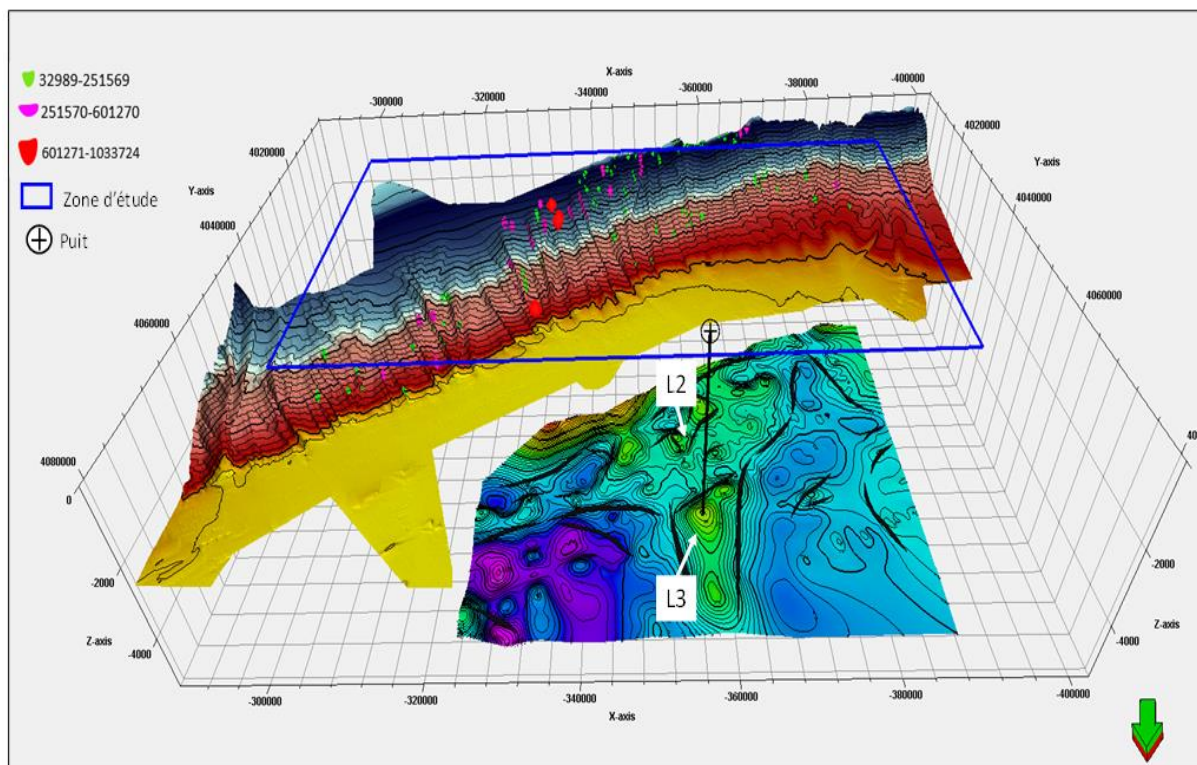


Figure IV.07 : Carte 2D superposant la carte bathymétrique avec la carte en isobathes au toit du Tortonien



**Figure IV.08 :** Carte 2D superposant la carte bathymétrique avec la carte en isobathes au toit du Tortonien

**Conclusion :**

## Conclusion

Le présent travail a été réalisé dans le but de mettre en évidence les zones à intérêt pétrolier et d'étudier les géorisques en particulier les glissements sous-marins qui peuvent affecter l'intégrité d'un puits d'exploration lors des opérations de forage, dans la partie occidentale Mostaganem-Oran de l'offshore Algérien.

Pour ce faire, nous avons établi :

- La carte structurale de l'objectif pétrolier avec la mise en évidence de plusieurs leads (pièges pétrolier).
- La carte de distribution des mouvements gravitaires.

Les glissements sous-marins identifiés sont généralement influencés par deux facteurs principaux : la pente raide du talus et l'accumulation des sédiments.

La forte pente du talus limite l'accumulation des sédiments, ce qui entraîne des faibles glissements générant des courants de turbidités.

Dans le cas d'un évènement sismique déclenchant plusieurs glissements sous-marins qui se rassemblent à l'intérieure des canyons et des ravines qui découpent le talus. Les courants de turbidité sont amplifiés et augmente leur distance parcourue. Par conséquent, la stabilité de la zone est menacée.

La superposition des glissements identifiés avec les zones d'intérêt, on a déduit que la zone présentant le moins de risque est le lead Oran-Nord (L3).

Le lead Oran-Nord (L3) est plus intéressant du point de vue amplitude et superficie avec moins de risque.

Pour que le travail soit plus abouti, il aurait fallu réaliser des études supplémentaires telles que :

- Des essais géotechniques sur la zone d'intérêt.
- Une modélisation des courants de turbidités.
- La pose de capteurs permettant de détecter le déclenchement des glissements sous-marins.

## Références bibliographiques :

- Adel, F. (2004).** Synthèse géologique de la région d'Arziw et structure de recouvrement Plio-Quaternaire du Golfe d'Arziw. Mémoire d'ingénieur. Géologie marine. Alger : USTHB, P. 36.
- Badji, R. (2014).** Structure Profonde de la croûte et potentiel pétrolier des bassins sédimentaires à l'ouest de l'Algérie. Thèse de doctorat, Sciences de la terre et de l'univers. France : Université Nice Sophia Antipolis, P.P. 10-135.
- Domzig, A. (2006).** Déformation active et récente, et structuration tectono-sédimentaire de la marge sous-marine algérienne. Thèse de doctorat. Géoscience marine. France : UBO, P.P. 66-71.
- CHAA, H. 2023.** Structure de la marge Algérienne & synthèse sur les structures crustale. Cours pédagogique ; ENSSMAL.
- CHAA, H. 2023.** Stratigraphie de la marge sous-marine Algérienne les connaissances avant 2003. Cour pédagogique. ENSSMAL.
- CHAA, H. 2023.** L'évolution de la marge Algérienne. Cour pédagogique. ENSSMAL.
- Ercilla, G., Casas, D., et al. (2021, Mai 31).** Offshore Geological Hazards: Charting the Course of Progress. *Oceans 221*, P.P.394-404.
- Fernane, L. (2022).** Evolution Géomorphologique de la marge continentale Ouest Algérienne (Oran-Ténès). Thèse de doctorat. Science de la mer. Daly Ibrahim : ENSSMAL, P.P. 107-144
- Fernane, L. (2014).** Cartographie de l'aléa gravitaire sur la marge continentale sous-marine, de la région Algéroise (Alger-Dellys). Mémoire de magistère. Géorisques et aménagement du littoral. Daly Ibrahim : ENSSMAL, P.P. 18-39.
- IFREMER (2008).** Les risques naturels en méditerranée. Vol.7 P.3.
- Mazouz, A., & Merrakchi, H. E. (2023, septembre 08).** Interprétation sismique au large de Mostaganem-Oran et intérêt pétrolier. Mémoire de master. Géoscience marine et ingénierie côtière. Alger : USTHB, P.P.14-37.
- Medaouri, M. (2014).** Origine de la segmentation de la marge algérienne et l'implications sur l'évolution géodynamique et les ressources pétrolières. Thèse de doctorat. Géoscience marine France, Alger : UBO, USTHB, P.P. 79-98.
- McAdoo, B. G., Pratson, L.F., Orange, D.L. (2000).** "Submarine landslide géomorphology, Us continental slope." *Marine Geology* 169, P. 111, 114.
- SONATRACH, CRAAG, IFREMER, CNRS, UBO. (2014).** Rapport final projet SPIRAL (T0+48).

### Sites web :

FERALLI, Alain ; MONIER, Claude ; ROMEUF, Nathalie (2022). Crise de salinité messinienne et transgression pliocène. [En ligne]. [Consulté le 12/01/2025]. Disponible sur le web : [https://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr/liste\\_grands\\_evenements/messinien\\_pliocene.html](https://www.lithotheque.ac-aix-marseille.fr/liste_grands_evenements/messinien_pliocene.html)

CONNAISSANCE DES ENERGIES. Formation de pétrole : origine, gisements, classification. [En ligne]. [Consulté le 04/02/2025]. Disponible sur le web : <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/formation-du-petrole>

IFP Énergies nouvelles. Tous savoir sur le pétrole. [En ligne]. [Consulté le 27/03/2025]. Disponible sur le web : <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/energies-fossiles/tout-savoir-petrole>

IFP ENERGIES NOUVELLES (2020). Energies fossiles pétrole [en ligne] [consulté le 03/03/2025] disponible sur le web <https://www.ifpenergiesnouvelles.fr/enjeux-et-prospective/decryptages/energies-fossiles/tout-savoir-petrole>

CRAAG. Réseau sismologique historique [en ligne] [consulté le 23/03/2025] disponible sur le web <https://www.craag.dz/index.php/reseau-sismologique/>

ALGERIE PRESSE SERVICE (2022) la situation environnementale au lac Mactaa [en ligne] [consulté le 07/04/2025] disponible sur le web <https://www.aps.dz/regions/134989-oran-sortie-pour-s-enquerir-de-la-situation-environnementale-au-lac-el-mactaa>

UCA (2024). Découverte d'une gigantesque éruption sous-marine de l'ancestral santorin [en ligne] [consulté le 02/03/2025] disponible sur le <https://www.uca.fr/recherche/presentation/lactualite-scientifique/institut-des-sciences/embargo-15-01-12h-decouverte-dune-gigantesque-eruption-sous-marine-de-lancestral-santorin>