

N° Ordre ...../Faculté/UMBB/2021.

**RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE**  
**MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE**  
**SCIENTIFIQUE**  
**UNIVERSITÉ M'HAMED BOUGARA DE BOUMERDES**



**Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie**  
**Département de géophysique, génie parasismique et phénomènes aléatoires**  
**Mémoire de fin d'études**  
**En vue de l'obtention du diplôme :**

# **MASTER**

Présenté par :  
**SAHRAOUI Ahmed**  
**KABOUR Saad**

**Filière : Hydrocarbures**  
**Option : Géophysique pétrolière**

## **Thème**

---

**Interprétation structurale 3D aux toits de l'Aptien et du**  
**Salifère 'S4' du périmètre de Zelfana**  
**Bassin d'Oued Mya**

---

**Devant le jury :**

|                              |                   |                    |                     |
|------------------------------|-------------------|--------------------|---------------------|
| <b>AITOUCHE Med Amokrane</b> | <b>Professeur</b> | <b>UMBB</b>        | <b>Président</b>    |
| <b>DJEDDI Mabrouk</b>        | <b>Professeur</b> | <b>UMBB</b>        | <b>Encadreur</b>    |
| <b>AITADJEDJOU Doria</b>     | <b>MA.B</b>       | <b>UMBB</b>        | <b>Examineur</b>    |
| <b>BECHIRI Wiza</b>          | <b>Ingénieur</b>  | <b>EXPLORATION</b> | <b>Co-encadreur</b> |

**Année Universitaire : 2020/2021**

## **Remerciement**

*En premier lieu, je tiens à remercier notre **DIEU "Allah"**, notre créateur pour nous avoir donné la force d'accomplir ce travail*

*Nos remerciements vont à notre promoteur : **Monsieur DJEDDI MABROUK**, Merci pour votre aide très précieuse, pour nous avoir conseillé et orienté. Merci pour nous avoir donné plus de confiance et d'avoir valorisé notre travail et d'améliorer la qualité de ce mémoire.*

*Nous souhaitons à remercier notre encadreur Madame : **BACHIRI WIZA** ingénieur au niveau de la Division d'Exploration / Sonatrach – Boumerdes. Merci pour nous avoir guidé pas à pas dans la manipulation du logiciel Petrel et pour sa présence et sa patience.*

*Nous voudrions aussi remercier tous les enseignants de département Géophysique de la Faculté des Hydrocarbures et de la Chimie / Université de Boumerdes.*

*Nous tenons à remercier les membres du jury pour nous avoir fait l'honneur d'être les examinateurs de ce mémoire.*

*Bien entendu, nous remercions nos familles : nos parents, nos frères et sœurs pour leur amour, leur irremplaçable et inconditionnel soutien.*

## Dédicace

*Je dédie ce modeste travail, à tous ceux qui me sont chers,*

*À mes chers parents qui jusqu'à présent m'ont toujours soutenu sans conditions, Vous représentez pour moi l'exemple par excellence. Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour vous. "QUE DIEU VOUS GARDE et fasse que vous soyez toujours fiers de moi".*

*À toute ma grande famille, mes frères, mes sœurs et leurs maris.*

*À mes chers camarades de la classe du baccalauréat de la mathématique technique surtout CHAFAI Issam et MAZEACHE Youssef.*

*À mes camarades de la FHC, surtout mes chers amis de la promo H15 et H16 sans oublier de mentionner BOUKAROUCHE Amer et GHOUI Arezki, vous restez toujours dans mon cœur.*

*À tous mes amis et mes collègues, Il me serait difficile de vous citer tous, vous êtes dans mon cœur.*

*À tous mes enseignants.*

*À tous ceux, qui de près ou de loin ont contribué à la réalisation de ce mémoire de fin d'études.*

*Ahmed SAHRAOUI*

*À mes très chers parents : ma mère et mon père,  
qu'ils trouvent ici l'expression de mon affection  
et Je dédie ce modeste travail  
de ma reconnaissance*

*À mes frères et à mes sœurs et à mes oncles :  
Mohamed, Lakhdar, Abdelkader  
À toute ma famille*

*À tous mes amis en particulier :  
Taha. Tayeb. Hamadi. Ismail. Dino, Hassni, Aziz,  
Anouar, Amer t6, Amar hd et Zinou*

*SAAD KABOUR*

## Résumé

Le bassin Oued Mya est situé au Nord de la plateforme saharienne. il fait partie des bassins les plus riches en Algérie et renferme plusieurs gisements d'huile et de gaz dans les grès du trias, qui constituent le principal objectif pétrolier. La région d'étude Zelfana se trouve dans la partie nord-ouest du bassin Oued Mya. Plusieurs campagnes sismiques ont été réalisées dans cette région. Leurs interprétations ont mis en évidence des structures favorables d'accumulation des hydrocarbures. Le but de ce présent mémoire est de faire une interprétation structurale dont l'objectif est de localiser les différentes structures Susceptibles de constituer des pièges pouvant accumuler des hydrocarbures.

Dans un premier temps, nous avons identifié les réflecteurs correspondants aux objectifs pétroliers de la région et nous avons procédé à leur corrélation sur les différentes sections sismiques. Ceci nous a permis d'établir les différentes cartes en isovaleurs (isochrones et isobathes). Ensuite, les cartes établies nous ont permis de mettre en évidence l'existence des Structures pouvant être favorables à l'accumulation des hydrocarbures.

## Abstract

The basin of Oued Mya is located in the North of the Saharain platform. It is one of the richest basins in Algeria and contains several oil and gas deposits in the sandstones of Trias, which are the main oil objective. The study area Zelfana is located in the north-west part of the basin Oued Mya. Several seismic surveys were carried out in this region. Their interpretations have shown favorable structures to the accumulations of hydrocarbons. The purpose of this study is to make a structural interpretation which has as an objective to locate different structures that may constitute traps that can accumulate hydrocarbons.

First, we identified the corresponding reflectors to oil targets in the region and we made their correlation on different seismic sections. This allowed us to establish the different isovalues maps (isochrones and isobaths). Then, the generated maps allowed us to highlight the existence of structures that may be favorable to the accumulation of hydrocarbons.

## ملخص

يقع حوض وادي "وادي مية" شمال الصفيحة الصحراوية، يعتبر هذا الحوض من أغنى الأحواض الجزائرية التي تحتوي على النفط والغاز في الأحجار الرملية للحقبة الثلاثية (الترياسية)، وهو ما يمثل الهدف الرئيسي. تقع منطقة دراسة "زلفانة" في الجزء الشمالي الغربي لحوض "وادي مية". العديد من المسوح الزلزالية أقيمت في هذه المنطقة. وقد أثبتت التفسيرات البنيوية للمعطيات الزلزالية وجود تكوينات لتراكم المحروقات. والغرض من هذا الدراسة هو تقديم تفسير بنيوي يتمثل هدفه في تحديد وحصر مواقع مختلف التكوينات القابلة لاحتواء مخازن لتراكم المحروقات. في البداية، حددنا الطبقات العاكسة التي تتوافق مع أهداف النفط في المنطقة وربطناها على مختلف المقاطع الزلزالية. ولقد سمح لنا هذا بتأسيس خرائط متساوية القيم (خطوط التساوي الزمني وخطوط التساوي العمقي). ثم سمحت لنا الخرائط التي تم وضعها بإبراز وجود تكوينات مناسبة لتراكم المحروقات.

## Table des matières

|                                                                                |             |
|--------------------------------------------------------------------------------|-------------|
| <b>Remerciement.....</b>                                                       | <b>i</b>    |
| <b>Dédicace.....</b>                                                           | <b>ii</b>   |
| <b>Résumé.....</b>                                                             | <b>iii</b>  |
| <b>Table des matières.....</b>                                                 | <b>iv</b>   |
| <b>Liste des figure .....</b>                                                  | <b>vi</b>   |
| <b>Liste des tableaux .....</b>                                                | <b>viii</b> |
| <b>Nomenclatures.....</b>                                                      | <b>ix</b>   |
| <b>Introduction General.....</b>                                               | <b>xi</b>   |
| <br><b>Chapitre 01 : Cadre géographique et géologique de la région d'étude</b> |             |
| <b>I.1.Introduction .....</b>                                                  | <b>1</b>    |
| <b>I.2. Présentation du bassin Oued Mya.....</b>                               | <b>2</b>    |
| <b>I.3. Aspects tectonique et structural du bassin Oued Mya.....</b>           | <b>4</b>    |
| <b>I.4. Présentation de la région d'étude .....</b>                            | <b>8</b>    |
| <b>I.5 Stratigraphie .....</b>                                                 | <b>9</b>    |
| <b>I.6 Système pétrolier .....</b>                                             | <b>11</b>   |
| <br><b>Chapitre 02 : Acquisition et traitement des données sismiques</b>       |             |
| <b>II.1. Introduction.....</b>                                                 | <b>14</b>   |
| <b>II.2. Acquisition des données sismiques.....</b>                            | <b>14</b>   |
| <b>II.3. Les travaux géophysique dans le périmètre Zelfana .....</b>           | <b>16</b>   |
| <b>II.4. Les paramètres d'acquisition des données sismiques 3D .....</b>       | <b>17</b>   |
| <b>II.5. Traitement des données sismiques .....</b>                            | <b>24</b>   |

|                                                                                                        |           |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>II.6. Séquence de traitement .....</b>                                                              | <b>24</b> |
| <b>II.7. Résumé des différentes étapes de traitement.....</b>                                          | <b>38</b> |
| <b>II.8. La séquence de traitement des données sismiques réflexion 3D du<br/>programme 06-ONR.....</b> | <b>39</b> |

### **Chapitre 03 : Interprétation sismique et réalisation des cartes**

|                                                        |           |
|--------------------------------------------------------|-----------|
| <b>III.1. Introduction .....</b>                       | <b>41</b> |
| <b>III.2. Présentation des données utilisées .....</b> | <b>41</b> |
| <b>III.3. Modes de représentation .....</b>            | <b>48</b> |
| <b>III.4. Séquence d'interprétation sismique .....</b> | <b>49</b> |
| <b>III.5. Interprétation des failles.....</b>          | <b>65</b> |
| <b>III.6. Interprétation des structures .....</b>      | <b>65</b> |
| <b>Conclusion générale.....</b>                        | <b>68</b> |
| <b>Bibliographie .....</b>                             | <b>69</b> |

## Liste des figures

|                                                                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure I.01: Situation géographique du bassin d'Oued Mya (document Sonatrach)</b>                                             | <b>02</b> |
| <b>Figure I.02: Situation géologique du bassin d'Oued Mya (document Sonatrach)....</b>                                           | <b>03</b> |
| <b>Figure I.03 : La coupe géologique N-S et NO-SE dans le bassin Oued Mya (SONATRACH et SCHLUMBERGER, 2007).....</b>             | <b>07</b> |
| <b>Figure I.04 : Situation géographique du périmètre Zelfana .....</b>                                                           | <b>08</b> |
| <b>Figure I.05: Situation géologique du périmètre Zelfana .....</b>                                                              | <b>09</b> |
| <b>Figure I.06 : Colonne stratigraphique type du périmètre Zelfana.....</b>                                                      | <b>10</b> |
| <b>Figure II.01 : Les différentes zones d'une étude 3D .....</b>                                                                 | <b>16</b> |
| <b>Figure II.02 : Plan de position de la zone d'étude et des programmes sismiques 3D réalisés dans le Périmètre Zelfana.....</b> | <b>17</b> |
| <b>Figure II.03 : Le principe d'enregistrement vibrosismique.....</b>                                                            | <b>18</b> |
| <b>Figure II.04 : Les dimensions du bin.....</b>                                                                                 | <b>22</b> |
| <b>Figure II.05 : Présentation d'une template (boite) .....</b>                                                                  | <b>23</b> |
| <b>Figure II.06: Les facteurs affectant les amplitudes.....</b>                                                                  | <b>27</b> |
| <b>Figure II.07 : Principe des corrections statiques (CS).....</b>                                                               | <b>29</b> |
| <b>Figure II.08 : Correction d'altimétrie des traces et des sources .....</b>                                                    | <b>30</b> |
| <b>Figure II.09 : Correction de la zone altérée (WZ). .....</b>                                                                  | <b>30</b> |
| <b>Figure II.10 : Image des données sismiques avec et sans corrections statiques. ....</b>                                       | <b>31</b> |
| <b>Figure II.11 : Parcours de l'onde sismique.....</b>                                                                           | <b>33</b> |
| <b>Figure II.12 : Effets des corrections dynamiques. ....</b>                                                                    | <b>34</b> |
| <b>Figure II.13 : Correction Dynamique et sommation. ....</b>                                                                    | <b>36</b> |
| <b>Figure II.14 : Image d'un segment avant et après migration .....</b>                                                          | <b>37</b> |
| <b>Figure III.01 : Plan de position de la région d'étude. ....</b>                                                               | <b>42</b> |
| <b>Figure III.02 : Le cube sismique ONR-3D.....</b>                                                                              | <b>43</b> |
| <b>Figure III.03 : Qualité sismique (Inline 661).....</b>                                                                        | <b>44</b> |
| <b>Figure III.04 : Qualité sismique (Xline 373).....</b>                                                                         | <b>44</b> |

|                                                                                                                                   |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Figure III.05: Schéma illustrant la technique d'acquisition d'un PSV.....</b>                                                  | <b>45</b> |
| <b>Figure III.06 : Données de puits utilisées pour la conversion Temps-profondeur<br/>(Checkshot au niveau du puits K1). ....</b> | <b>46</b> |
| <b>Figure III.07 : Modes de représentation .....</b>                                                                              | <b>49</b> |
| <b>Figure III.08 : Séquence de l'interprétation structurale des données sismiques .....</b>                                       | <b>50</b> |
| <b>Figure III.09 : L'opération du calage en utilisant le checkshot du puits K1.....</b>                                           | <b>51</b> |
| <b>Figure III.10 : Pointé des horizons Aptien et Salifère 'S4' sur la section in-line 560.<br/>.....</b>                          | <b>52</b> |
| <b>Figure III.11 : Tracé des failles sur la section sismique X-line 573.....</b>                                                  | <b>53</b> |
| <b>Figure III.12 : Carte en iso-vitesses au niveau de l'Aptien .....</b>                                                          | <b>56</b> |
| <b>Figure III.13 : Carte en iso-vitesses au niveau du Salifère 'S4' .....</b>                                                     | <b>57</b> |
| <b>Figure III.14 : Carte en isochrones au top du Salifère S4.....</b>                                                             | <b>60</b> |
| <b>Figure III.15: Carte en isochrones au toit de l'Aptien. ....</b>                                                               | <b>61</b> |
| <b>Figure III.16 : Carte en isobathes au toit du Salifère 'S4' .....</b>                                                          | <b>63</b> |
| <b>Figure III.17: Carte en isobathes du toit de l'Aptien .....</b>                                                                | <b>64</b> |

## Liste des tableaux

|                                                                                                         |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Tableau I.1 : Les phases tectoniques affectant la plateforme saharienne (A. Boujemaa, 1987).....</b> | <b>05</b> |
| <b>Tableau II.1 : Paramètres d'acquisition du programme 06-ONR .....</b>                                | <b>20</b> |
| <b>Tableau II.2 : Longueur et largeur de bin .....</b>                                                  | <b>22</b> |
| <b>Tableau II.3 : Offset minimal et maximal .....</b>                                                   | <b>23</b> |
| <b>Tableau II.4 : Organigramme général des séquences de traitement.....</b>                             | <b>38</b> |
| <b>Tableau III.1 : Vitesses moyennes calculées dans les puits de la région d'étude. ....</b>            | <b>59</b> |
| <b>Tableau III.2 : Caractéristiques des failles figurant sur les cartes.....</b>                        | <b>65</b> |

## Nomenclatures

**A<sub>x</sub>** : Amplitude de l'onde sismique après que celle-ci ait parcourue un trajet de x mètre.

**A<sub>0</sub>** : Amplitude initial (au point de la source sismique).

**2D** : deux démenions.

**3D** : trois démenions.

**A<sub>DP</sub>** : altitude du plan de référence de la sismique (A<sub>DP</sub>=+350m).

**A<sub>Tr</sub>** : altitude de la table de rotation.

**C<sub>min</sub>**: valeur minimale entre le RLI et la distance entre deux points de tir consécutifs

**CMP** : les points miroirs communs

**DMO** : appelée (Dip Move out)

**DP** : Le plan de référence (Datum Plane )

**D<sub>sl</sub>**: distance d'avancement de la salve dans le sens longitudinal.

**D<sub>st</sub>** : distance d'avancement de la salve dans le sens transversal

**E** : l'Est

**F(t)** : un opérateur de filtrage F(t)

**I<sub>min</sub>** : valeur minimale entre inter-trace ou entre points de tir consécutifs dans le sens longitudinal

**L'ENAGEO** : L'Enterprise nationale de géophysique

**N** : nord

**NE-SO** : nord Est- Sud-Ouest

**NL** : nombre de lignes de réception du template.

**NMO** : Les corrections dynamiques (normal move out)

**NNE-SSW** : nord nord Est- Sud Sud-Ouest

**N-S** : nord- Sud

**Ns**: nombre de points de tir, dans le sens longitudinal, dans la salve.

**N<sub>st</sub>** : nombre de points de tir constituant la salve dans le sens transversal

**N<sub>t</sub>** : nombre de traces dans chaque ligne du Template.

**P/DP** : la profondeur de l'horizon par rapport au DP.

**P/<sub>dp</sub>** : la profondeur par rapport au DP exprimée en m.

**P/Tr** : la profondeur de l'horizon par rapport à la table de rotation.

**PSO** : profil sismique oblique

**PSV** : Les profils sismiques verticaux

**RLI** : interligne de réception.

**S** : Sud

**S(t)** : un signal

**S/B**: le rapport signal sur bruit

**SLI** : interligne des sources.

**T<sub>d</sub>** : le temps double exprimé en milliseconde (ms)

**V<sub>i</sub>** : Vitesse d'intervalle d'une couche

**V<sub>m</sub>** : la vitesse moyenne exprimée en m/s

**V<sub>M</sub>**: Vitesse moyenne

**VP** : Vibrator point

**$V_{RMS}$**  : Vitesse moyenne quadratique

**$W(O)$**  : l'Ouest

**$WZ$**  : la zone altérée (Weathered Zone)

**$Zwz$**  : l'altimétrie de la zone altérée

**$\delta(t)$  (Dirac)** : L'opérateur a pour but de comprimer le signal émis

**$V_c$**  : vitesse de comblement

**$V_c$**  : vitesse de comblement  $V_c$

**$V_{wz}$**  : la vitesse de la zone altérée

**$ZPT$**  : les altitudes des sources sismiques

**$ZT$**  : les traces sismiques

# **Introduction Generale**

Les gîtes d'hydrocarbures sont mis en place dans des pièges naturels dotés de la propriété de retenir en leur sein les huiles et les gaz. Les pièges sont engendrés soit par des déformations tectoniques des roches réservoirs, soit par des conditions de sédimentation spécifiques.

L'interpréteur de l'information sismique doit posséder de solides bases géophysiques et une parfaite connaissance des processus tectoniques et des dynamiques sédimentaires. La qualité de son travail est directement liée à son expérience.

L'interprétation est un exercice de discision basé sur des critères géologiques; partant de cette conception, l'interprétation peut commencer par la planification et la programmation d'une campagne d'exploration, guidée par la géologie de la zone et par l'intérêt économique des objectifs scientifiques. La sélection des paramètres de terrain, le type de source, la géométrie spatiale des stations de réception et d'émission, la sélection des paramètres et procédures de traitement font aussi partie de l'interprétation.

Le travail demandé et l'objectif fixé dans le cadre de notre projet de fin d'études consistent à interpréter des données sismiques 3D d'une zone dans périmètre de Zelfana situé dans le bassin d'Oued Mya, et de produire des cartes en isochrone des horizons séparant les principaux intervalles saturés en hydrocarbures.

Pour réaliser cette étude trois chapitres ont été proposés :

1. Le premier chapitre consiste à présenter la région d'étude. Il comporte la situation géographique et géologique et aussi l'aspect structural et stratigraphique et l'intérêt pétrolier de la région.
2. Le deuxième chapitre montre la technique d'acquisition sismique 3D et la séquence de traitement appliquée aux données sismiques.
3. Le troisième chapitre est consacré à la présentation des données utilisées suivi par l'interprétation des cartes en isochrones et en isobathes.

En fin nous terminons par une conclusion.

**Chapitre 01 :**  
**Cadre géographique et géologique de la**  
**région**

# **Chapitre 01 : Cadre géographique et géologique de la région d'étude**

## **I. GENERALITES**

### **I.1.Introduction**

La plateforme saharienne dont notre région d'étude fait partie est située au Sud de l'Algérie alpine et appartient au Craton nord-africain. Elle comprend un socle précambrien sur lequel repose en discordance une puissante couverture sédimentaire, structurée au Paléozoïque en plusieurs bassins séparés par des zones hautes. Dans ce contexte, On distingue d'ouest en est:

- les bassins de Tindouf et de Reggane situés sur les bordures nord et nord-est du bouclier Reguibat. La couverture sédimentaire atteindrait 8000m dans le bassin de Tindouf et 6500 m dans celui de Reggane. Dans cette zone peu explorée, les formations Paléozoïques pourraient se révéler à hydrocarbures liquides et gazeux .

- le bassin de Béchar limité au nord par le haut atlas, au sud et à l'ouest par la chaîne d'Ougarta. Sa couverture sédimentaire atteindrait 8000 m. Les réservoirs se trouvent dans le détritique paléozoïque inférieur et les récifs Carbonifères .

- le bassin d'Ahnnet-Timimoun limité au Nord par le haut fond d'Oued Namous, à l'Ouest par la chaîne d'Ougarta, au sud par le bouclier Touareg et à l'est par la dorsale d'Idjerane-M'zab. La couverture serait en moyenne de 4000 m. Dans le sud, les réservoirs ordovicien et dévonien inférieurs sont gazifères. Au nord, dans la cuvette de Sbâa, de l'huile a été découverte dans la totalité du paléozoïque .

- les bassins du Mouydir et de l'Aguemour-Oued M'ya sont limités {l'ouest par la dorsale d'Idjerane-M'zab et {l'Est par la dorsale Amguid-El Biod. Au Sud, les sédiments paléozoïques affleurent dans le Mouydir. Au Nord, dans la dépression d'Aguemour-Oued M'ya, comblée par une puissante série paléozoïque et méso-Cénozoïque (5000m à Oued M'ya). D'importants gisements ont été mis en évidence dans le Cambrien (Hassi Messaoud) et le Trias (HassiR'Mel).

- la synéclyse d'Illizi-Ghadamès est limitée à l'Ouest par la dorsale d'Amguid-El Biod et à l'Est par le môle de Tihemboka et les confins tuniso-libyens. Dans le bassin de Ghadamès, la couverture sédimentaire (supérieure à 6000 m), renferme des gisements d'hydrocarbures dans le paléozoïque et le trias (SONATRACH/ EXPLOTATION, 1995).

Oued Mya est un bassin de la plate-forme saharienne, correspondant à la partie occidentale de la province triasique. Elle est limitée au nord par les permis Talemzane et Touggourt, à l'est par le champ de Hassi Messaoud, au nord-ouest par le champ de Hassi R'mel, et au sud, elle est ouverte sur la dépression de Mouydir (BEICIP, 1992).

**Légende**

- Périmètres de recherche SH 100%
- Périmètres de recherche en Association
- Périmètres de prospection
- Périmis d'exploitation SH 100%
- Périmis d'exploitation en Association
- Gis. demandés, découvertes, delin. et plan de dyplit
- Limites de bassin OUED-MYA

The map displays various geological units and administrative boundaries. Key locations labeled include EL OUADED, DAOURA, KSA EL HIRANE, GHARDAIA, ZELFANA, EL MZAID II, EL MZAID I, EL MZAID III, EL MZAID IV, EL MZAID V, EL MZAID VI, EL MZAID VII, EL MZAID VIII, EL MZAID IX, EL MZAID X, EL MZAID XI, EL MZAID XII, EL MZAID XIII, EL MZAID XIV, EL MZAID XV, EL MZAID XVI, EL MZAID XVII, EL MZAID XVIII, EL MZAID XIX, EL MZAID XX, EL MZAID XXI, EL MZAID XXII, EL MZAID XXIII, EL MZAID XXIV, EL MZAID XXV, EL MZAID XXVI, EL MZAID XXVII, EL MZAID XXVIII, EL MZAID XXIX, EL MZAID XXX, EL MZAID XXXI, EL MZAID XXXII, EL MZAID XXXIII, EL MZAID XXXIV, EL MZAID XXXV, EL MZAID XXXVI, EL MZAID XXXVII, EL MZAID XXXVIII, EL MZAID XXXIX, EL MZAID XL, EL MZAID XLI, EL MZAID XLII, EL MZAID XLIII, EL MZAID XLIV, EL MZAID XLV, EL MZAID XLVI, EL MZAID XLVII, EL MZAID XLVIII, EL MZAID XLIX, EL MZAID L, EL MZAID LI, EL MZAID LII, EL MZAID LIII, EL MZAID LIV, EL MZAID LV, EL MZAID LVI, EL MZAID LVII, EL MZAID LVIII, EL MZAID LIX, EL MZAID LX, EL MZAID LXI, EL MZAID LXII, EL MZAID LXIII, EL MZAID LXIV, EL MZAID LXV, EL MZAID LXVI, EL MZAID LXVII, EL MZAID LXVIII, EL MZAID LXIX, EL MZAID LXX, EL MZAID LXXI, EL MZAID LXXII, EL MZAID LXXIII, EL MZAID LXXIV, EL MZAID LXXV, EL MZAID LXXVI, EL MZAID LXXVII, EL MZAID LXXVIII, EL MZAID LXXIX, EL MZAID LXXX, EL MZAID LXXXI, EL MZAID LXXXII, EL MZAID LXXXIII, EL MZAID LXXXIV, EL MZAID LXXXV, EL MZAID LXXXVI, EL MZAID LXXXVII, EL MZAID LXXXVIII, EL MZAID LXXXIX, EL MZAID XLXXX, EL MZAID XLXXXI, EL MZAID XLXXXII, EL MZAID XLXXXIII, EL MZAID XLXXXIV, EL MZAID XLXXXV, EL MZAID XLXXXVI, EL MZAID XLXXXVII, EL MZAID XLXXXVIII, EL MZAID XLXXXIX, EL MZAID XLXXXX, EL MZAID XLXXXXI, EL MZAID XLXXXXII, EL MZAID XLXXXXIII, EL MZAID XLXXXXIV, EL MZAID XLXXXXV, EL MZAID XLXXXXVI, EL MZAID XLXXXXVII, EL MZAID XLXXXXVIII, EL MZAID XLXXXXIX, EL MZAID XLXXXXX.

---

FHC-2021

## I.2.2. Situation géologique

Le bassin d'Oued Mya est un paléosynclinal de direction SW-NE, il est limité à l'Ouest par la dorsale Idjerane – M'Zab (composé du môle d'Allal et le môle de Tilrhmet), au nord par le système Djemaa – Touggourt, et au sud, il s'ouvre sur la dépression de Mouydir (figure I.2).

Le bassin d'Oued Mya est affecté par plusieurs bourrelets de direction NE – SW dont la majorité sont liés à un système de failles de mêmes direction. Parmi les plus importants, on peut citer : le bourrelet d'Erg Djouad qui s'étend jusqu'à Benkahla – Haoud Berkaoui et se prolonge jusqu'au bloc 417 en passant par Guellala, N'goussa et Boukhezana, le bourrelet de Tahtani, le bourrelet de Kef el Argoub et le bourrelet de Djerrah.

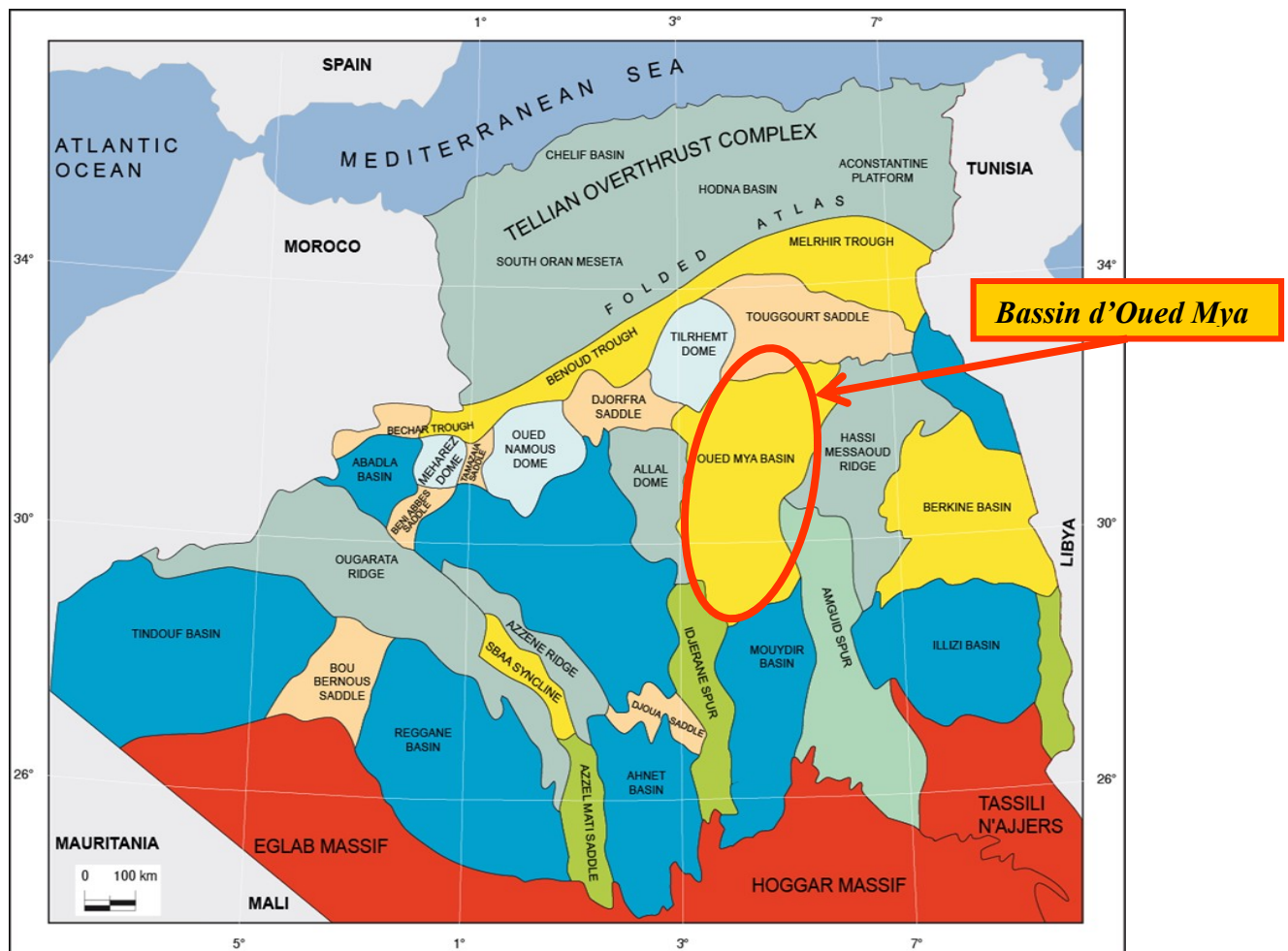


Figure I.2: Situation géologique du bassin d'Oued Mya (document Sonatrach)

### I.3. Aspects tectonique et structural du bassin Oued Mya

#### I.3.1. Aspect tectonique

L'architecture actuelle dénote un résultat d'une longue évolution, comme l'aboutissement de lentes déformations qui se sont poursuivies d'une façon plus ou moins continue tout au long de l'histoire du bassin.

Les principales phases de déformations ayant influencé la sédimentation et la structuration du bassin sont la phase hercynienne et la phase autrichienne. (Bœuf, 1971; Boudjemaa, 1987)

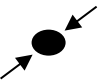
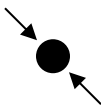
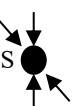
Les mouvements hercyniens correspondent à une compression de direction N 120, la déformation la plus importante se situe le long des accidents NE- SW.

Un des traits les plus importants de cette formation concerne le sort des principales roches mères (siluriennes). Elles sont préservées dans les dépressions de Berkine et d'Oued Mya et alimenteront en hydrocarbures les pièges structuraux et stratigraphiques qui se formeront ultérieurement (Boudjemaa, 1987).

Lors des mouvements autrichiens (Aptien terminal), on assiste à une phase compressive Est-Ouest, qui fait rejouer en inverse les accidents subméridiens N-S de l'Oued Mya. Cette compression serait responsable de l'individualisation des pièges structuraux.

| PERIODE MAX D'ACTIVITE         | DIRECTION DE LA CONTRAINTE                                                                | EFFET SUR LE SYSTEME DE FAILLES                                                   | EFFET SUR LA SEDIMENTATION                                                                                              |
|--------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| PANAFRICAINE                   | E-W    | Tectonique cassante créant des failles et des fractures conjuguées NW-SE&NE-SW    | Compartimentage du craton du Sahara central.                                                                            |
| CAMBRO-ORDOVICINNE             | NW-SE  | Mouvement normal le long des failles N-S.                                         | Les variations de l'épaisseur sont contrôlées par des failles. Basculement NW de la plate-forme saharienne. Volcanisme. |
| TACONIQUE (Caradoc-Ashgilien)  | E-W    | Mouvement inverse le long des failles N-S résultant. Formation des structures N-S | Soulèvement des boucliers Reguibat et Touareg.                                                                          |
| CALEDONIENNE (Siluro-Dévonien) | E-W    | Mouvement inverse ou décrochant le long des failles N-S.                          | Erosion le long des zones hautes d'orientation N-S&E-W (Tihemboka, Ahara)                                               |
| FRASNIEN                       | NW-SE  | Mouvement normal le long des failles NE-SW.                                       | Non-dépôt et érosion locale (mole d'Ahara). Volcanisme.                                                                 |

Error! Use the Home tab to apply Titre 1 to the text that you want to appear here.

|                                                                |                                                                                                            |                                                                                                                                                              |                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>WISEEN<br/>(Hercynienne précoce)</p>                        | <p>N40°</p>               | <p>Mouvement inverse ou décrochant le long des failles N-S.<br/>Début de formation de la chaîne varisque.</p>                                                | <p>Erosion de Tihemboka et soulèvement de l'Ougarta.</p>                                                                      |
| <p>CARBONIFERE SUP, A PERMIEN<br/>(Hercynienne principale)</p> | <p>N120°</p>              | <p>Mouvement inverse ou décrochant le long des failles NE-SW (résultant de la formation de la pangée).</p>                                                   | <p>Erosion sur les axes NE-SW.</p>                                                                                            |
| <p>RIFTING TRIAS-LIAS<br/>(dislocation de la pangée)</p>       | <p>NW-SE</p>              | <p>Réaction des failles NE-SW se terminant au TAGS et S4</p>                                                                                                 | <p>Contrôle de la sédimentation par des failles entraînant une variation rapide d'épaisseur le long des failles NE-SW.</p>    |
| <p>CRETACE INFERIEUR<br/>(Autrichienne)</p>                    | <p>E-W</p>                | <p>Réaction des décrochements des failles N-S&amp;NE-SW résultant du mouvement différentiel de la plaque européenne et de la plaque africaine.</p>           | <p>Erosion des sédiments du Crétacé sous l'Aptien (l'arche d'Al biad &amp; Illizi), effet léger sur le bassin de Berkine.</p> |
| <p>EOCENE<br/>(pyrénéenne)</p>                                 | <p>N-S &amp; NW-SE</p>    | <p>Début de chevauchement au Nord résultant de la convergence de la plaque Africaine avec la plaque Européenne.<br/>Décrochement de la faille Sud Atlas.</p> |                                                                                                                               |
| <p>MIOCENE</p>                                                 | <p>NW-SE &amp; N-S</p>  | <p>Episode de compression majeur dans le domaine atlasique.</p>                                                                                              | <p>Sédimentation prédominante de flyshs au Nord.</p>                                                                          |
| <p>POST-VILLAFRANCHIEN</p>                                     | <p>N-S</p>              | <p>Basculement et inversion de blocs.<br/>Période finale de compression dans le domaine atlasique.<br/>Evénement majeur de collision.</p>                    | <p>Soulèvement du Hoggar.<br/>Basculement du bloc d'El Borma.</p>                                                             |

**Tableau I.1 : Les phases tectoniques affectant la plateforme saharienne (A. Boujemaa, 1987).**

### **I.3.2. Aspect structural du bassin Oued Mya**

Les principaux éléments structuraux sont de direction N-S et NE-SO (figure I.3) (SH et Sch, 2007). Au Cambrien : On assiste à une importante érosion qui nivelle les structures et les reliefs antérieurs (Boeuf et al, 1971). Le périmètre Oued Mya centre se trouvait sur le flanc d'une dépression majeure qui correspondait à l'emplacement actuel de la zone haute de Hassi Messaoud (Benamrane, 1993).

L'Ordovicien débute par une transgression marine de l'Arénigien Lianvirinien, on assiste à des soulèvements régionaux (Eglab). Ces soulèvements entraînent une érosion Atteignant parfois le socle (Boeuf, 1971). Vers la fin de cette période, une glaciation s'est mise en place, avec calotte au niveau du Hoggar actuel.

Suite à la phase Calédonienne, la zone d'Oued Mya centre commençait à s'élever tout en restant submergée.

Au Silurien, la fonte définitive de cette calotte glacière entraîne la remontée du niveau de la mer, une transgression généralisée atteint le Sahara méridionale où se déposent les argiles noires à graptolites (Boudjemaa, 1987). A cette époque, la zone d'Oued Mya centre a été entièrement recouverte par cette mer (Benamrane et al., 1993).

Au Dévonien, suite au soulèvement tectonique (phase calédonienne), une régression de la mer durant le Gédinnien, est suivie d'une transgression.

Le début de l'orogénèse Hercynienne, et le soulèvement graduel de la zone de Hassi Messaoud a impliqué le déplacement des dépôts du centre du bassin vers l'ouest, où les dépôts Dévoniens sont développés. Vers la fin du Carbonifère, la collision entre le Gondwana et Laurasia a accentué le soulèvement de la région du dôme de Tilghermt et la structuration de Djemaa Touggourt.

La région d'Oued Mya se présentait comme un haut plateau immergé, ce qui a empêché le dépôt du Carbonifère (Benamrane et al., 1991). La formation de la Pangée a eu lieu vers la fin de l'orogénèse Hercynienne, et l'intense érosion des reliefs a atteint par endroits le socle.

À Oued Mya, le Dévonien est la formation paléozoïque la plus jeune. Au Permo-Trias, la région est restée continentale jusqu'à la fin du Trias, ce qui a fait que la mer permienne n'a pas atteint la région.

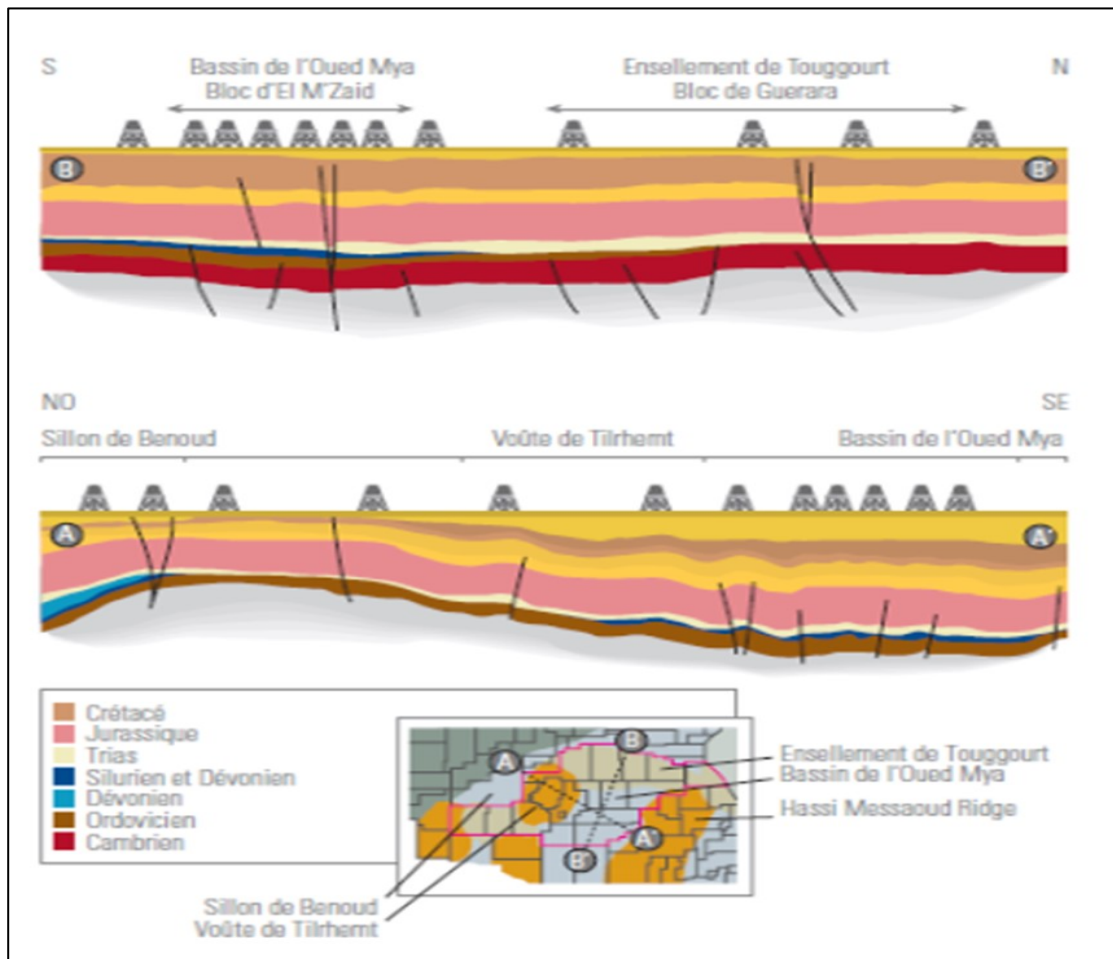
Error! Use the Home tab to apply Titre 1 to the text that you want to appear here.

La zone d'Oued Mya est caractérisée au Trias par un système fluvial installé en faveur des paléovallées hercyniennes, selon la direction NE-SW avec des sources d'apports constituées par les zones hautes de l'époque, qui sont Hassi R'mel, Hassi Messaoud, et la voûte d'Allal.

À la fin du Trias, les dépôts évaporitiques sont suivis de carbonates sur cette terre submergée, puis d'une transgression marine au Jurassique supérieur.

Au Crétacé, une manifestation de l'orogénèse alpine, ainsi qu'une transgression marine s'installa sur une grande étendue suivie d'une régression à l'Albien.

Suite aux transgressions généralisées du Cénomaniens et du Turonien, les mouvements orogéniques alpins ont façonné la structuration actuelle. La zone d'Oued Mya est caractérisée actuellement par une structuration assez complexe héritée dès le Paléozoïque, matérialisée par des trends structuraux d'orientation NE-SW (Figure I.3).



**Figure I.3 : La coupe géologique N-S et NO-SE dans le bassin Oued Mya (SONATRACH et SCHLUMBERGER, 2007).**

## I.4. Présentation de la région d'étude

### I.4.1. Situation Géographique

Le périmètre de recherche de Zelfana comprend les blocs 437, 422b et 419. Il couvre une superficie nette de 3031.53Km<sup>2</sup>. Il est enclavé dans le périmètre Ghardaïa et se situe dans le territoire de la wilaya de Ghardaïa (Figure I.4).

La topographie de la région est caractérisée par de larges plateaux carbonatés du Crétacé supérieur, d'une altitude variable entre 350 à 570m. Plusieurs oueds déversant vers l'est, traversent le périmètre ; tel que l'oued de Metlili au sud et l'oued M'zab au centre du périmètre.

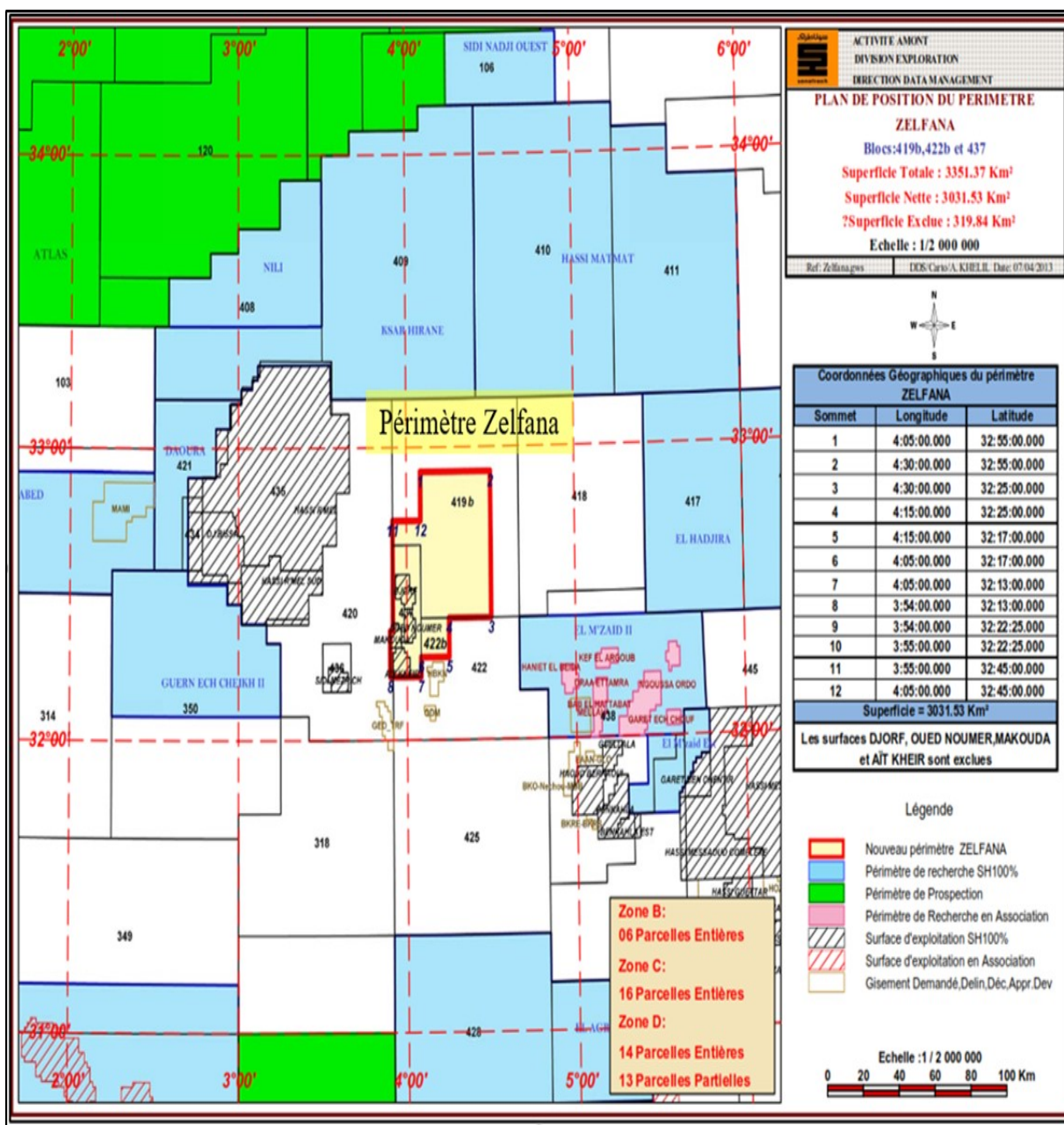
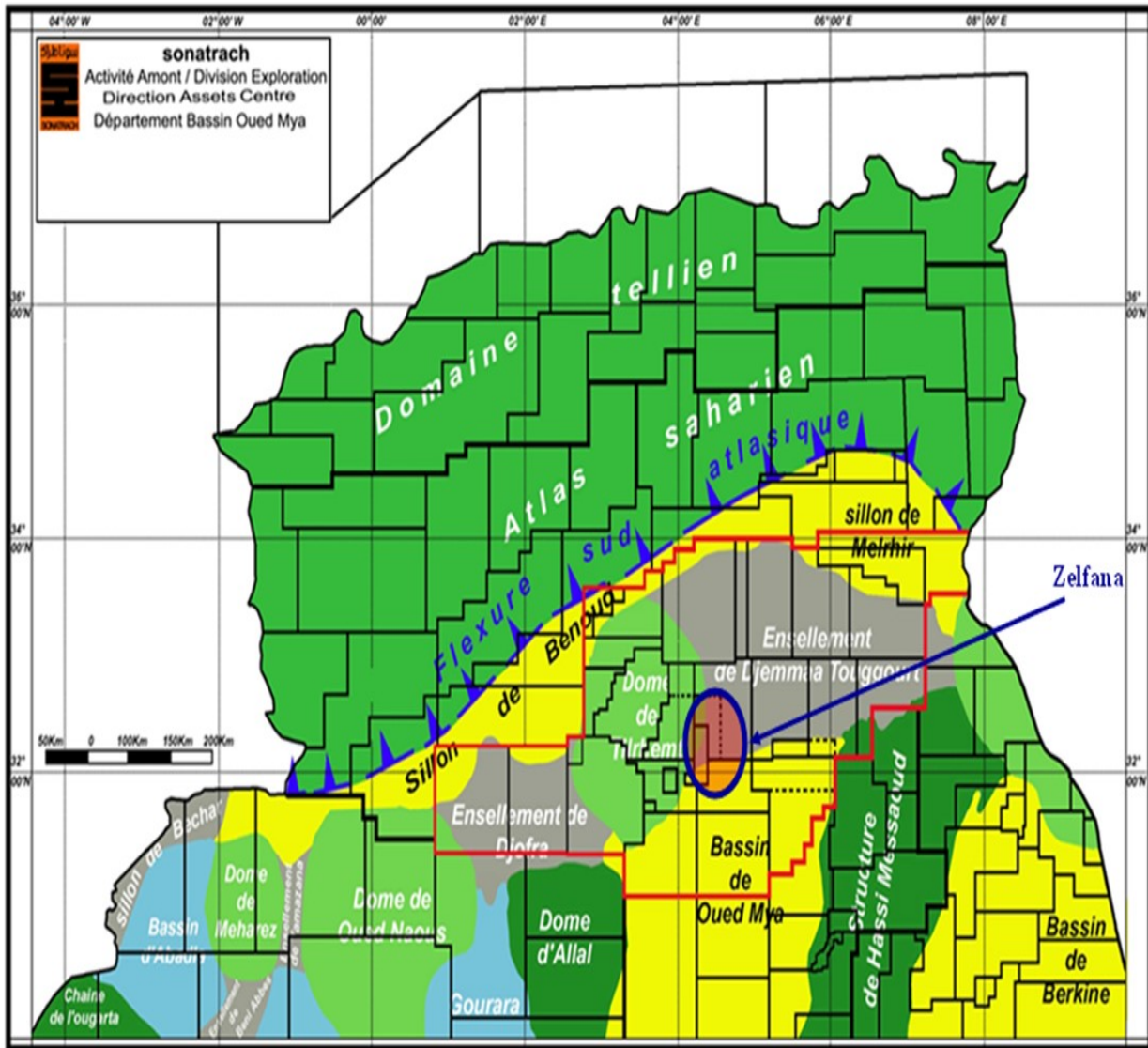


Figure I.4 : Situation géographique du périmètre Zelfana

#### I.4.2. Cadre géologique

Le périmètre de ZELFANA est situé sur le flanc nord-ouest du bassin Oued Mya (Figure I.5). Dans cette partie du bassin, les principaux éléments structuraux sont de direction NW-SE et NNE-SSW. Dans ce périmètre, les dépôts paléozoïques, d'une épaisseur totale supérieure à 600m, sont représentés par les formations d'âge cambrien à ordovicien et affectés par l'érosion hercynienne. Sur ces dépôts, reposent en discordance angulaire les formations du Mésozoïque (Trias à Crétacé) d'une épaisseur totale de l'ordre de 2800m à 2950m. En surface, affleurent les carbonates du Sénonien (Figure I.5).



**Figure I.5: Situation géologique du périmètre Zelfana**

#### I.5 Stratigraphie

Une fiche stratigraphique type de la région ZELFANA est montrée sur la figure I.6.

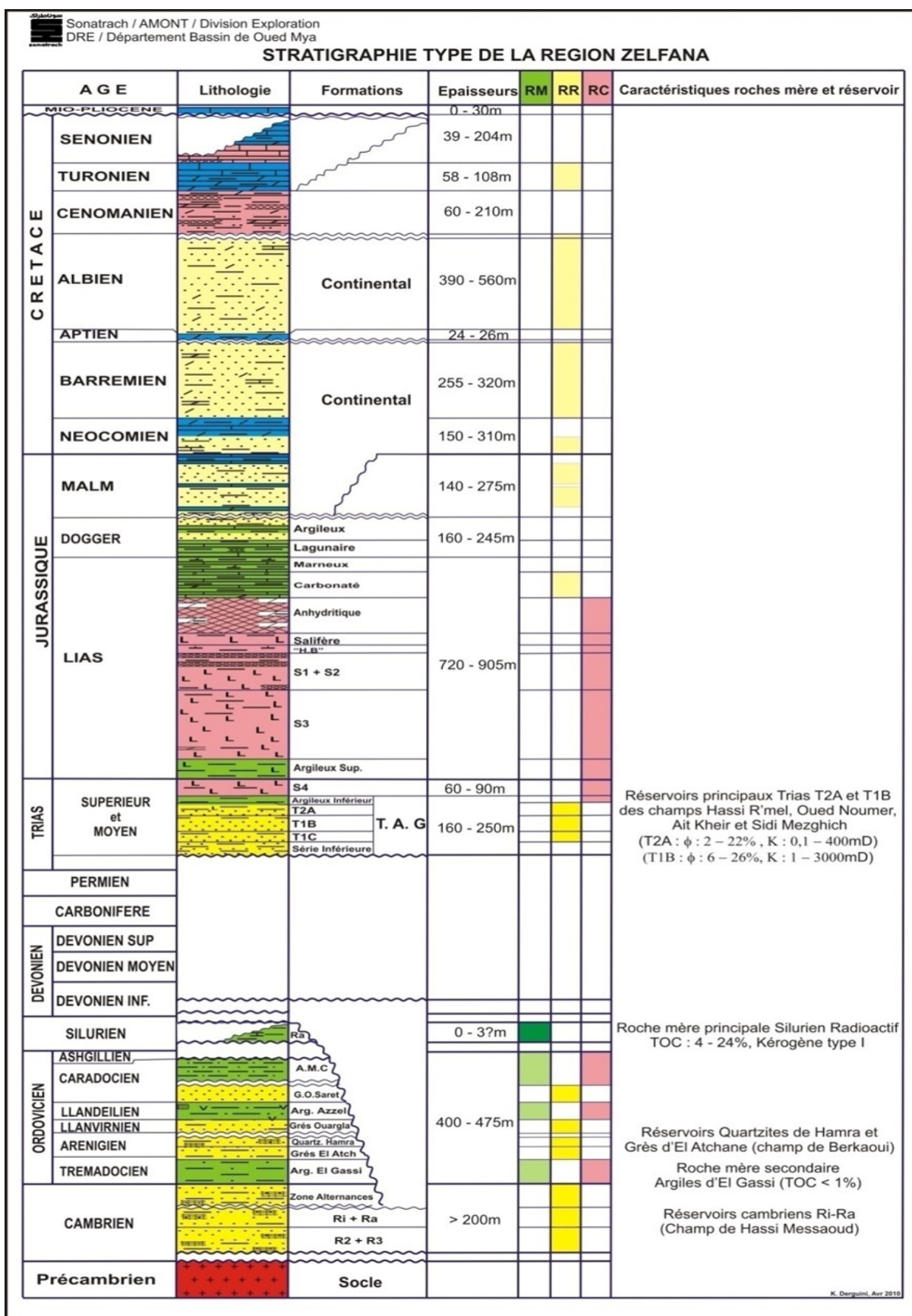


Figure I.6 : Colonne stratigraphique type du périmètre Zelfana

## **I.6. Système pétrolier**

Le périmètre ZELFANA est situé dans un environnement pétrolier très favorable. Il est situé à environ 40 Kms à l'Est du gisement de gaz de Hassi R'mel et renferme quatre champs pétroliers (Oued Noumer, Makouda, Ait Kheir et Djorf). Ces gisements produisent de l'huile, du condensât et du gaz dans les réservoirs gréseux T2A et T1B du Trias.

### **I.6.1. Roches mères**

La roche mère principale est constituée par les argiles radioactives du Silurien, actuellement en phase à huile à l'est de la région et en phase à gaz au sud. La génération et l'expulsion des hydrocarbures a débuté au Jurassique et a atteint son maximum durant le Crétacé à début Tertiaire. L'alimentation des réservoirs se fait par failles et par migration latérale le long des drains constitués par les niveaux perméables.

### **I.6.2. Réservoirs et objectifs**

Les principaux réservoirs objectifs pétroliers dans la région sont constitués par les grés des niveaux triasiques T2A et T1B déposés en milieu fluviatile de type tresses, à influence estuarienne et éolienne. Leur profondeur dans le périmètre varie entre 2600m à 3000m. Les risques associés à ces réservoirs consistent en leurs variations de faciès dues à leur mode de dépôt et aussi en la possibilité de présence de ciment salifère ; notamment pour le réservoir T2A.

Les grés quartzitiques des Quartzites de Hamra (Ordovicien) et grés du Cambrien Ri et Ra sont considérés comme réservoirs secondaires dans la région. Dans le périmètre, ils ne sont traversés totalement que par trois puits (O1Bis, K-1 et T-1) et n'ont pas présenté d'indices d'hydrocarbures. Leur profondeur est comprise entre 3000 et 3500m. Les risques liés à ces réservoirs sont l'absence de réseau de fractures ouvertes nécessaires pour leur productivité et aussi leur alimentation en hydrocarbures.

#### **➤ Trias T2 « A »**

Le niveau T2 « A », d'une épaisseur variable d'un puits à un autre (37 à 55m), est constitué par une partie supérieure argilo-silteuse, reposant sur un ensemble gréseux T2 « A », constituant un réservoir principal.

Le réservoir T2 « A », présente d'importantes variations de faciès et d'épaisseur (9 à 46m) dans le périmètre. Les grés de ce réservoir sont fins, occasionnellement grossiers, et conglomératiques à la base. Les galets d'argile et grés grossiers sont fréquents dans la partie médiane de cette unité.

Les grès du T2 « A » sont massifs ou laminés, à faible angle de stratifications. Leurs ciments sont de type siliceux, anhydritique, dolomitique et salifère.

Le réservoir T2 « A » est caractérisé par deux parties distinctes : une partie supérieure souvent compacte, due à l'abondance du ciment salifère dans les grès et une partie inférieure avec de bonnes à très bonnes qualités réservoir.

La partie inférieure est interprétée comme étant déposée dans un milieu fluviatile de type braided et la partie supérieure en milieu fluviatile à influence tidale.

### ➤ **Trias T1 « B »**

Le niveau T1 « B » constitue, au même titre que le niveau T2 « A », un objectif pétrolier principal dans le périmètre. Il présente des épaisseurs variables entre 30m et 70m et des variations de faciès liées à son mode de dépôt. Les grès de ce réservoir sont bien classés, fins à moyens, intercalés de niveaux conglomératiques.

Cet ensemble consiste en un empilement de barres de chenaux, déposées dans un milieu fluviatile de type braided sous un climat aride.

Les qualités réservoir de ce niveau sont très bonnes dans tout le périmètre

#### **I.6.3. Les roches couvertures**

La couverture des réservoirs triasiques est assurée par les évaporites du salifère S4 et du Lias. La couverture des réservoirs ordovicien et cambrien est assurée par les formations argileuses paléozoïques.

#### **I.6.4. Pièges**

Le piégeage se fait essentiellement dans des structures anticlinales de faible amplitude. Des pièges mixtes sont aussi développés dans le Trias.

**Chapitre 02 :**  
***Acquisition et Traitement des données  
sismiques***

## **Chapitre 02 : Acquisition et traitement des données sismiques**

### **II.1. Introduction**

La méthode la plus utilisée en géophysique pour déterminer la structure du sous-sol est la sismique réflexion, cette technique fournit une échographie de la sub-surface en deux et en trois dimensions. Le résultat obtenu après le traitement en 2D s'appelle une section sismique, et en 3D, est un cube sismique composé de plusieurs sections.

La prospection sismique consiste à produire des séismes artificiels de très faible amplitude à des instants et en des endroits prédéterminés. Ces séismes provoqués sont enregistrés sur des dispositifs récepteurs composés de traces. La séquence de traitement des données sismique permet d'éliminer les bruits et les parasites et d'améliorer le rapport signal sur bruit. Les sections sont interprétées dans le but de trouver une structure favorable à une accumulation des hydrocarbures.

### **II.2. Acquisition des données sismiques**

L'acquisition des données sismiques sur terre est totalement différente à celle en mer. En sismique terrestre la source et les récepteurs sont séparés, la topographie n'est pas uniforme et les obstacles sont toujours présents. L'exploration sur terre est effectuée dans des déserts isolés, des terrains glacier, dans des forêts et des villes, chaque milieu nécessite un design spécifique afin d'assurer une bonne qualité des données, minimiser le temps nécessaire, réduire les effets sur l'environnement et assurer la réussite de l'opération sismique. La source la plus utilisée sur terre est le camion vibreur, qu'il est plus efficace que les explosives, à cause de ces effets minimes sur l'environnement et la capacité de contrôler les caractéristiques du signal. Plusieurs vibreurs peuvent être utilisés en même temps pour améliorer l'énergie du signal et pour sommer les signaux générés par les vibroseis et améliorer le rapport signal sur bruit. Après chaque tir, appelé point vibré VP (Vibrator point), les vibreurs sont déplacés à la position suivante. Les récepteurs sont reliés par un câble à un camion laboratoire qui se trouve à quelques centaines de mètres et qui assure l'enregistrement des données sismiques. [M. Bacon, R. Simm and T. Redshaw, 2003].

#### **II.2.1. Procédures générales**

La sismique 3D, engendrant des coûts d'acquisition très élevés, a été bien peu utilisée dans le passé, mais avec la mise au point de programmes très performants, elle a tendance à se généraliser même dans la phase de reconnaissance.

Il existe plusieurs méthodes d'acquisition en 3D, qui sont, en fait, des variantes plus ou moins bien combinées des deux principales communément appelées « in-line profiling et cross-line profiling » que nous traduirons respectivement par : profilage parallèle et profilage croisé.

Les qualifications caractérisant les profilages se rapportent à la disposition des lignes de tir par rapport à la disposition des lignes de réceptions.

Le profilage parallèle consiste à enregistrer une série de profils classiques 2D très proches les uns des autres jusqu'à recouvrir tout le prospect. Le profilage croisé consiste à enregistrer des données par blocs élémentaires d'acquisition ; ces blocs élémentaires sont généralement composés d'une ou de plusieurs lignes de réception et d'une ligne de tir placée orthogonalement ou diagonalement par rapport aux lignes de réception.

Par chevauchement des blocs dans les deux directions longitudinale et transversal, il est possible de couvrir tout le prospect avec un degré de couverture prédéterminé.

Le volume du sous-sol balayé en décalant les blocs dans le sens longitudinal s'appelle « SWATH », et la zone de surface permettant son enregistrement porte le nom de STRIPE.

En sismique 2D, le sous-sol est divisé en élément de surface  $(x, t)$  assimilé à des points situés à mi-distance entre les sources et les récepteurs.

En sismique 3D, où nous nous occupons d'un volume de données, le sous-sol est divisé en éléments de volumes  $(x, y, t)$  appelés « Bins » ; ils sont assimilés eux aussi à des points situés à mi-chemin entre les couples « sources–récepteurs » selon leurs azimuts respectifs.

Le sol est donc décomposé en une mosaïque de cellules où sont regroupées les informations communes pouvant subir les traitements nécessaires pour tirer des renseignements géologiques (structurales ou stratigraphiques).

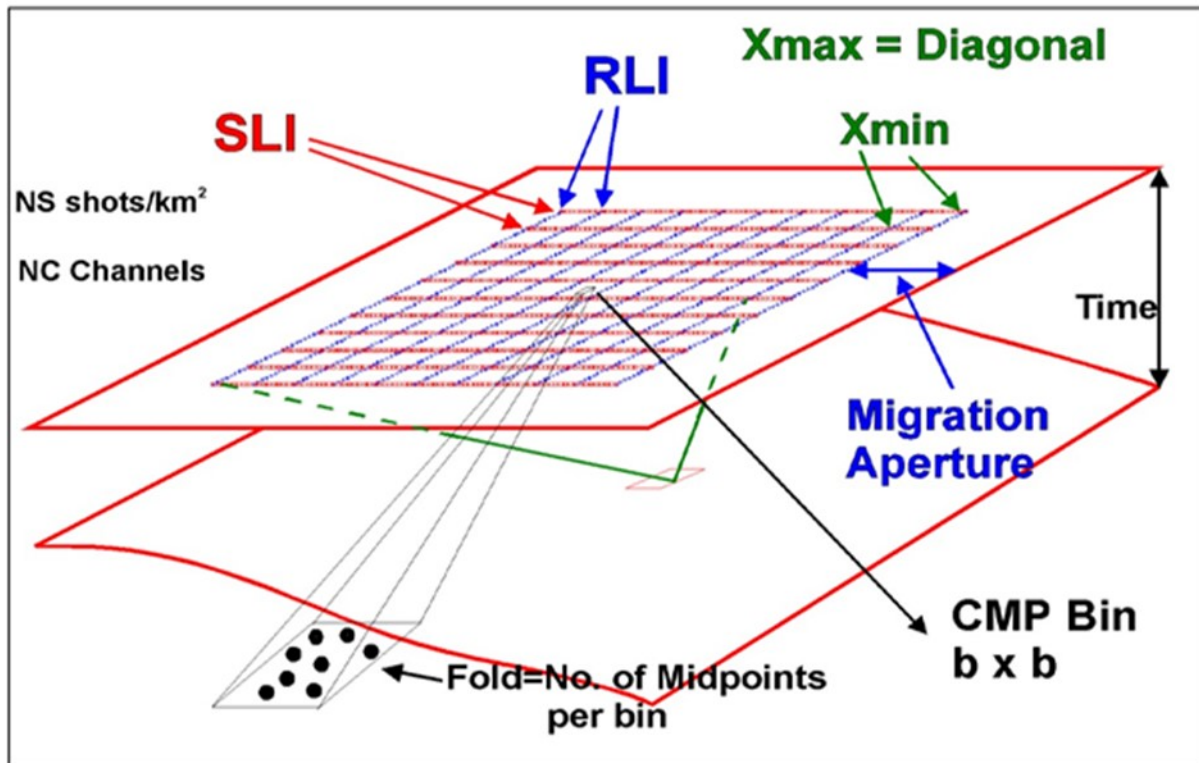


Figure II.1 : Les différentes zones d'une étude 3D

### II.3. Les travaux géophysique dans le périmètre Zelfana

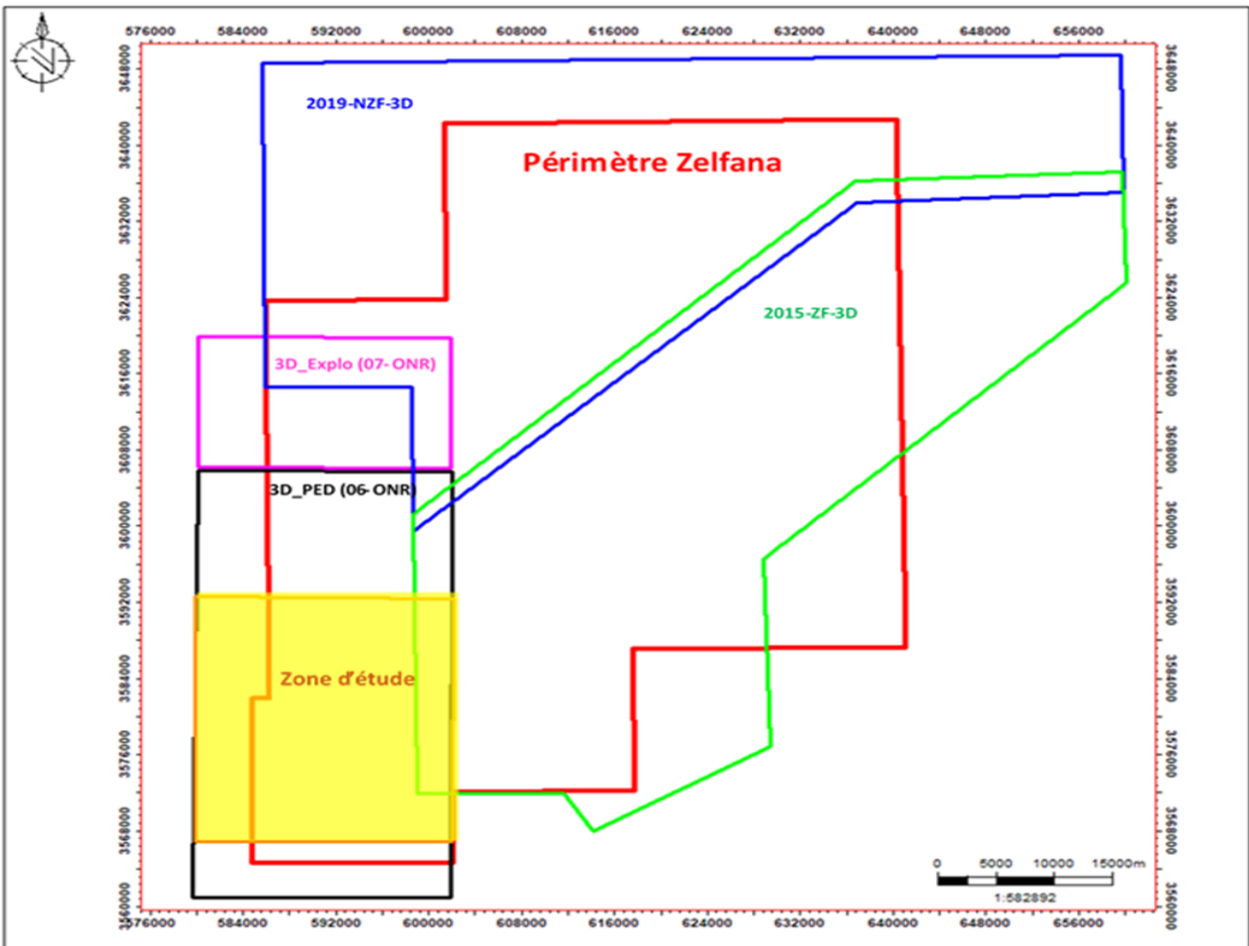
Dans le périmètre de Zelfana, des études sismiques 3D, totalisant un volume de 5368,7 Km2, ont été réalisées entre les années 2006 et 2020 (Figure. II.1).

Il s'agit de quatre (04) programmes suivant :

- 06-ONR
- 07-ONR
- 2015-ZF-3D
- 2019-NZF-3D.

Error! Use the Home tab to apply Titre 1 to the text that you want to appear here.

La zone interprétée dans ce rapport est une partie du programme sismique 06-ONR-3D réalisée par l'entreprise nationale de géophysique (**ENAGEO**), durant la période du 27/12/2006 au 04/12/2007, pour le compte de la Division Sonatrach/PED.



**Figure II.2 : Plan de position de la zone d'étude et des programmes sismiques 3D réalisés dans le Périmètre Zelfana.**

#### **II.4. Les paramètres d'acquisition des données sismiques 3D**

Les paramètres d'acquisition à déterminer sont :

- La taille de l'étude.
- La couverture.
- La dimension du BIN.
- L'inter-trace.
- L'offset
- L'interligne de réception.
- L'interligne d'émission.
- Le choix de l'orientation de l'étude.

## II.4.1. La taille de l'étude

### II.4.1.1. Migration aperture

Cette frange spatiale est rajoutée dans le but de prendre en charge soit, la dispersion des rayons réfléchis renvoyés par des structures convexes, soit les effets de bord naissant lors de la construction de l'image de la limite du substratum par le biais de la migration. La frange spatiale, dans sa prise en charge de l'éloignement des rayons sismiques réfléchis par rapport à la grille 3D des récepteurs, est imposée par le phénomène de délocalisation des rayons réfléchis (Figure II.03).

### II.4.1.2. Fold taper

C'est une zone spatiale d'extension qu'on prévoit pour maintenir un certain niveau de couverture à l'extérieur de la zone bordière. La largeur de cette frange est fonction de la superficie jouissant d'une couverture totale, elle est choisie égale à 20% de l'offset maximal.

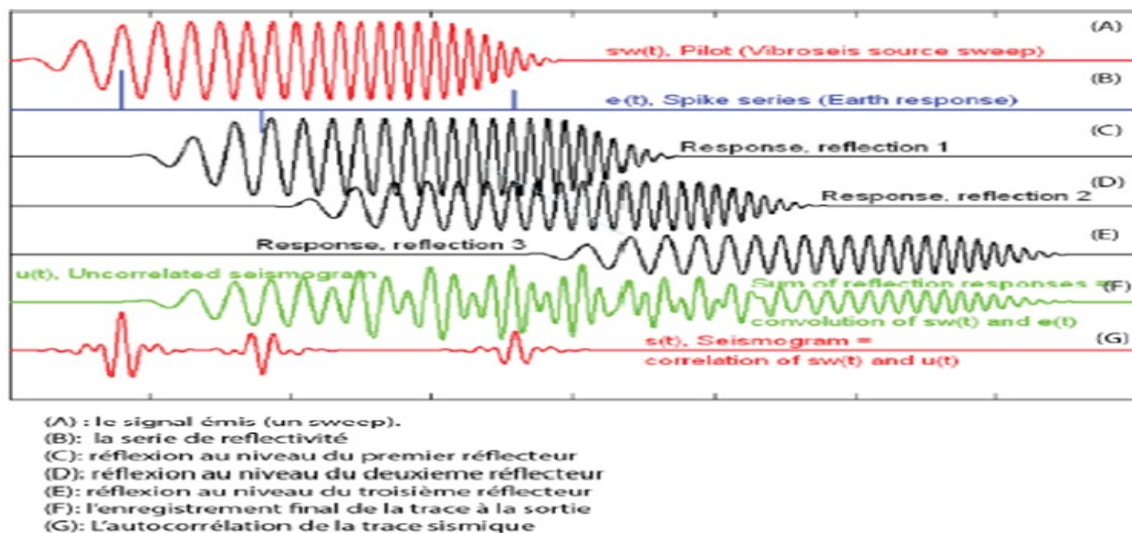


Figure II.03 : Le principe d'enregistrement vibrosismique

### II.4.1.3. Information de Template :

Les paramètres relatifs à la template sont :

- Nombre de lignes réceptrices en Template
- Nombre de récepteurs par ligne
- Nombre de récepteurs en template
- Nombre de tirs par Salvo
- Roulement de cross lignes en template(m)

#### **II.4.1.4. Information de Station :**

Les paramètres relatifs au dispositif de réception sont :

- Nombre total de lignes réceptrices
- Intervalle entre récepteurs (m)
- Intervalle entre lignes réceptrices (m)
- Orientation des lignes réceptrices
- Nombre de récepteurs actifs
- Densité de la réception (st/ Km<sup>2</sup>)
- Longueur totale (m)

#### **II.4.1.5. Information de Source :**

Les paramètres relatifs au dispositif d'émission sont :

- Nombre totale de Lignes de tirs
- Intervalle entre tirs (m)
- Intervalle entre sources line (m)
- Orientation de source line
- Nombre de tirs actifs
- Nombre de tirs
- Densité de Tirs (Tirs/Km<sup>2</sup>)
- Longueur totale (Km)



Oued Noumer

06-ONR (PED)



|                                       |                          |
|---------------------------------------|--------------------------|
| Survey site                           | Oued Noumer 3D Slant 26° |
| Template information                  |                          |
| Number of receivers lines in template | 12                       |
| Number of receivers per line          | 144                      |
| Number of receivers in template       | 1728                     |
| Number of shots in Salvo              | 24                       |
| In line Template roll (m)             | 50                       |
| Cross line Template roll (m)          | 6*200                    |
| Station information                   |                          |
| Total Receiver lines                  | 225                      |
| Receiver interval (m)                 | 50                       |
| Receiver line interval (m)            | 200                      |
| Live stations                         | 99176                    |
| Total length (km)                     | 4947.55                  |
| Line orientation                      | 90°                      |
| Station density (st/sq.km)            | 100                      |
| Source information                    |                          |
| Total Source lines                    | 297                      |
| Source Line interval (m)              | 150                      |
| Source interval (m)                   | 56                       |
| Line orientation                      | 153.43°                  |
| Shot density (shots/sq.km)            | 133,333                  |
| Live shots                            | 131499                   |
| Fired shots                           | 131499                   |
| Total Length                          | 7363,94                  |
| Survey size information               |                          |
| Maximum In line extend (m)            | 22237.50                 |
| Maximum Cross line extend (m)         | 44925.00                 |
| Surface full fold                     | 805                      |
| Single Fold (sq.km)                   | 986                      |
| Number of Swaths                      | 38                       |
| Maximum fold                          | 144                      |
| Nominal fold                          | 144                      |
| Bin information                       |                          |
| Bin width (m)                         | 25                       |
| Bin height (m)                        | 25                       |
| Maximum Offset (m)                    | 3960                     |
| MIN Maximum Offset (m)                | 3644                     |
| MAX Minimum Offset (m)                | 222                      |
| Minimum Offset (m)                    | 27                       |

Tableau II.1 Paramètres d'acquisition du programme 06-ONR

## II.4.2. La couverture

La couverture en sismique 3D est définie par deux types de couvertures selon les deux directions Inline et Crossline, dont la couverture totale est donnée par le produit de ces deux dernières

### II.4.2.1. La couverture Inline

La couverture longitudinale est donnée par l'expression suivante :

$$C_L = \frac{N_l * N_s}{2 * \frac{D_{sl}}{I_{min}}} \dots\dots\dots \text{II.1}$$

- $N_l$  : nombre de traces dans chaque ligne du *Template*.
- $N_s$  : nombre des points de tir, dans le sens longitudinal, dans la salve.
- $D_{sl}$  : distance d'avancement de la salve dans le sens longitudinal.
- $I_{min}$  : valeur minimale entre inter-trace ou entre points de tir consécutifs dans le sens longitudinal

### II.4.2.2. La couverture Crossline

La couverture transversale est donnée par la formule suivante :

$$C_{tr} = \frac{N_l * N_{st}}{2 * \frac{D_{st}}{C_{min}}} \dots\dots\dots \text{II.2}$$

- $N_l$  : nombre de lignes de réception du template.
- $N_{st}$  : nombre des points de tir constituant la salve dans le sens transversal
- $D_{st}$  : distance d'avancement de la salve dans le sens transversal
- $C_{min}$  : valeur minimale entre le RLI et la distance entre deux points de tir consécutifs

### II.4.2.3. La couverture totale

La couverture totale est donnée par le produit de la couverture longitudinale et transversale, représentée par la formule suivante :

$$C_{3D} = C_L * C_{Tr} \dots\dots\dots \text{II.3}$$

### II.4.3. Les dimensions de bin

Le *Bin* est l'élément de volume renfermant l'information sismique que l'exploration géophysique tente d'en révéler le contenu, Les dimensions du *Bin* données dans le **Tableau II-2** ces dimensions sont en fonction de plusieurs considérations dont les plus importantes sont :

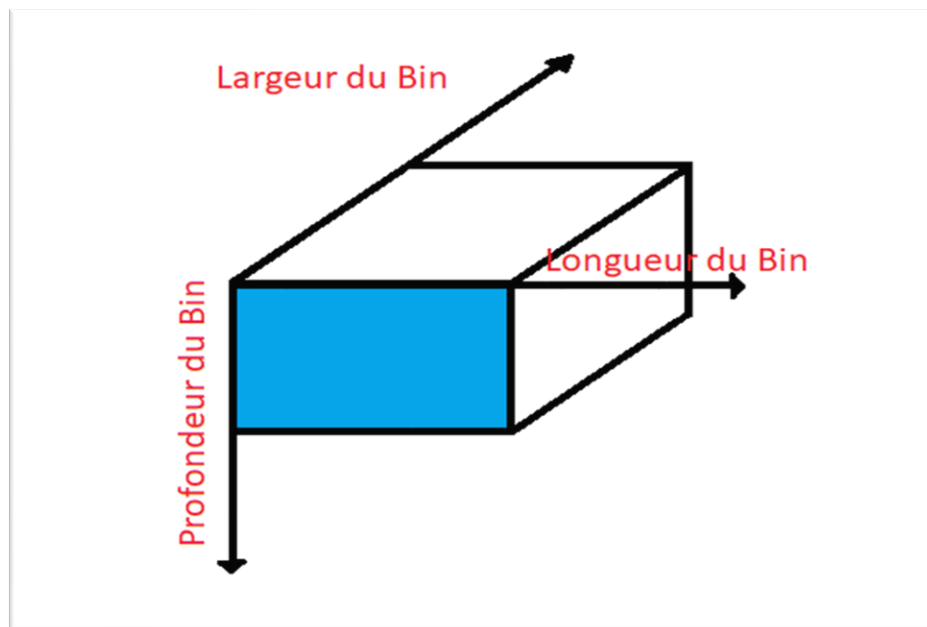
- Le rapport S/B.
- La couverture.
- La dimension de la plus petite anomalie.
- La résolution.

La sub-surface à cartographier sera donc une mosaïque de Bins identiques caractérisés par (Figure II.04) :

- Une longueur qui est la moitié de la valeur minimale entre l'inter-trace et la distance entre deux points de tir.
- Une largeur qui est la moitié de la valeur minimale entre l'interligne de réception et la distance séparant deux points de tir consécutifs.
- Une profondeur qui n'est autre que le pas d'échantillonnage temporel

|                        |             |
|------------------------|-------------|
| <i>Longueur du bin</i> | <i>25 m</i> |
| <i>Largeur de bin</i>  | <i>25 m</i> |

**Tableau II.2 Longueur et largeur de bin**



**Figure II.04 : Les dimensions du bin**

### II.4.4. Notion d'offset :

C'est la distance séparant un point de tir unitaire d'une station de réception quelconque. En 3D, on parle plutôt d'une plage ou distribution d'offsets courts et longs. On distingue en 3D deux types d'offsets :

#### II.4.4.1. L'offset minimal :

C'est le plus grand offset minimum dans une boîte (Figure II.04). Sur le schéma de la boîte il est à peu près égal à la diagonale de la boîte. Il s'en déduit que la formule donnant l'offset minimum dans ce cas peut s'écrire :

$$X_{min} = \sqrt{(RLI^2 + SLI^2)} \dots\dots\dots II.4$$

- RLI : interligne de réception.
- SLI : interligne des sources.

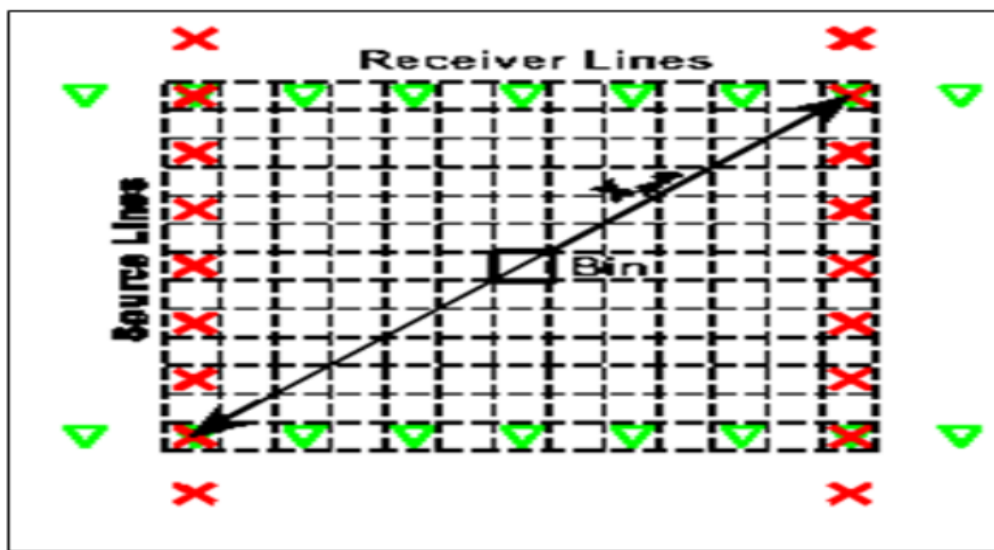
#### II.4.4.2. L'offset maximal :

C'est la distance entre un point de tir et le dernier récepteur dans un template (Figure II.05). Il dépend de la profondeur du réflecteur le plus profond qu'il convient de cartographier.

Le **Tableau II.3** résume la valeur de l'offset minimal et maximal.

|                       |                    |
|-----------------------|--------------------|
| <i>Offset minimal</i> | <i>27-222 m</i>    |
| <i>Offset maximal</i> | <i>3644-3960 m</i> |

**Tableau II.3 Offset minimal et maximal**



**Figure II.5 : Présentation d'une template (boîte)**

#### II.4.5. L'interligne de réception

C'est la distance entre deux lignes de réception, dans notre cas, elle est égale à 200 m.

#### II.4.6. L'interligne d'émission

C'est l'intervalle entre deux lignes de source (elle est égale à 150 m.)

#### **II.4.7. L'orientation de l'étude**

En acquisition 3D, c'est la direction du pendage réel des structures (Dip Direction) qui définit l'orientation des lignes de tir. Ces dernières doivent être orientées selon la direction du pendage réel, et c'est la disposition des lignes de réception en long et en large (Template surfacique) qui permet de prendre en charge le pendage nul.

### **II.5. Traitement des données sismiques**

Avant de parvenir à l'étape d'interprétation des données sismiques, il sera indispensable d'exécuter divers traitements en vue de donner aux signaux sismiques utiles enregistrés un maximum de finesse afin de permettre de bien différencier les différents réflecteurs d'une série géologique.

L'étape « traitement » s'effectue en plusieurs phases et consiste en général à éliminer les ondes sismiques parasites (bruits) c'est-à-dire les événements nuisibles et à améliorer le pouvoir de résolution. Dans le cas de la prospection sismique réflexion, seules les réflexions primaires sont considérées utiles, et comme bruits le reste de l'information qui compose une trace sismique. La représentation des variations de ces signaux sismiques réfléchis en fonction du temps après traitement en un point de mesure constitue la trace sismique. La mise côte à côte de toutes les traces sismiques ayant subi un traitement adéquat donne un profil sismique (section sismique) c'est-à-dire une image – temps ou coupe en temps.

La finalité du traitement étant de représenter les données sismiques sous forme de sections sismiques montrant l'agencement des réflecteurs le long des profils sismiques. Ces sections fournissent alors une image structurale de la sub-surface sur laquelle le sismicien peut localiser les différents événements : anticlinaux, failles, dômes de sel, discordance, etc...

### **II.6. Séquence de traitement**

On donnera dans ce qui suit un aperçu général des séquences de traitement des données sismiques nécessaires pour la réalisation d'une section sismique interprétable. Une chaîne de traitement classique comporte les étapes suivantes :

#### **II.6.1. Géométrie**

C'est une étape fondamentale de laquelle dépend la suite du traitement. Elle permet de reproduire le schéma d'acquisition terrain, en affectant à chaque émetteur et à chaque récepteur une position tridimensionnelle réellement occupée sur le terrain.

### **II.6.2. Démultiplexage**

L'opération de multiplexage est une organisation adéquate de l'information par intervalles de temps composés chacun d'une séquence d'échantillons correspondant à l'ensemble des traces.

L'organisation de l'information selon le format de « multiplexage » ne permet pas la visualisation des données, contrairement au mode « démultiplexage », qui correspond, en fait, à la transposition de la matrice des données multiplexées, donnant ainsi la succession des échantillons correspondants à chacune des traces.

L'opération de démultiplexage est l'organisation de l'information par unité d'espace des séquences temporelles des échantillons (traces) dont le gain terrain a été soustrait. [M. Bachta 2002]

### **II.6.3. L'édition**

L'édition permet l'élimination des enregistrements et des traces de mauvaise qualité et le changement de polarité des signaux inversés.

L'édition est nécessaire avant d'effectuer la sommation, car si on additionne sans l'élimination de ces traces, on obtient un mauvais rapport signal sur bruit (S/B).

De plus, on peut utiliser le mute qui consiste en la suppression du signal par la mise à zéro des échantillons qui ont un mauvais rapport signal sur bruit.

### **II.6.4. Récupération des amplitudes**

Il y a une multitude de facteurs qui modifient les amplitudes des signaux sismiques. Ils peuvent être groupés en deux catégories : les facteurs endogènes et les facteurs exogènes (indépendants du sous-sol).

**II.6.4.1. Facteurs endogènes :** Les facteurs endogènes découlent des paramètres endogènes propres au modèle géologique du sous-sol et qui proviennent de : la divergence sphérique, l'absorption, l'effet de transmission, la diffraction, la morphologie du marqueur, les multiples, l'atténuation par répartition d'énergie sur le marqueur, l'effet d'interférence sur la réponse AVO, l'effet du pendage, l'effet de l'anisotropie, etc...

#### **A. Correction de la divergence sphérique**

Durant l'émission (ébranlement) des ondes sismiques, une certaine quantité d'énergie  $E_0$  est émise. Lorsque le milieu matériel où s'effectue l'ébranlement est homogène et isotrope, un front d'onde sphérique se développe. L'énergie sismique émise initialement se distribue sur la surface de cette sphère, surface qui augmente en fonction du temps de propagation des ondes

Error! Use the Home tab to apply Titre 1 to the text that you want to appear here.

---

étant donné que le rayon de cette sphère est égal à  $R = V \cdot t$  (produit de la vitesse d'onde de compression ici considérée par le temps de propagation)

**Remarque :** Sans corrections statiques : Noter les fortes amplitudes en surface et qui deviennent de plus en plus faibles en profondeur (temps).

## **B. Atténuation par absorption des ondes sismiques**

Contrairement à la divergence sphérique, pour le cas de l'absorption, il se produit une transformation irréversible d'une partie de l'énergie sismique en chaleur car les terrains traversés ne sont pas parfaitement élastiques.

Toute onde sinusoïdale de fréquence donnée se propageant dans un milieu absorbant, subit une décroissance d'amplitude de loi exponentielle. Cette décroissance est d'autant plus élevée que la distance augmente. La couche altérée constitue le milieu le plus absorbant

En réalité, plus le trajet des ondes sismiques est long, plus les ondes sismiques enregistrées sont de basses fréquences.

En général, le filtrage passe-bas du sous-sol fonctionne d'autant mieux que l'horizon sismique est plus profond. [M. Djeddi, 2013].

### ➤ **Formulation mathématique de l'absorption**

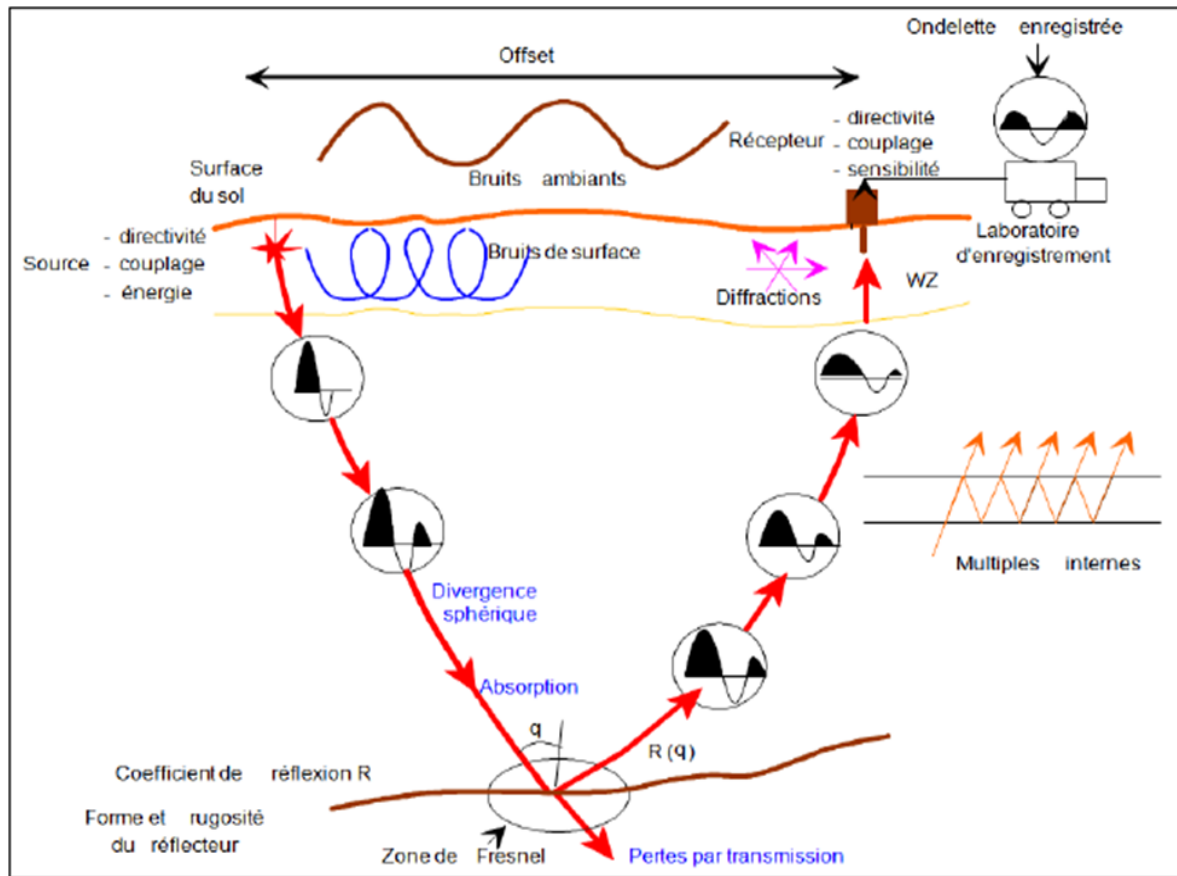
La modification de l'amplitude de l'onde sismique à partir de la source sismique peut être exprimée par la formule :

$$A_x = A_0 \cdot e^{-ax} \dots\dots\dots \text{II.5}$$

$A_0$  : Amplitude initiale (au point de la source sismique)

$A_x$  : Amplitude de l'onde sismique après que celle-ci ait parcourue un trajet de x mètre.

La figure II.6 montre que la modification de l'amplitude de l'onde sismique à partir de la source sismique.



**Figure II.06: Les facteurs affectant les amplitudes**

Le mécanisme de l'absorption se matérialise par un coefficient d'absorption  $\alpha$  qui s'exprime par

$$\alpha = \frac{1}{x} \ln \frac{A_0}{A_x} \text{ (Neper/mètre)} \quad \text{.....II.6}$$

Le passage au logarithme décimal donne :

$$\alpha = \frac{20}{x} \log_{10} \frac{A_0}{A_x} \text{ (dB/mètre)} \quad \text{.....II.7}$$

### C. Égalisation dynamique

Le but de l'égalisation dynamique est la détermination de la loi de variation d'un gain inverse qui permettra la représentation de l'information sismique avec une bonne précision.

Pour une trace, La courbe de gain correspondante est l'inverse de la courbe des amplitudes moyennes. Celle-ci a la même allure que la courbe de variation de l'énergie en fonction du temps. Généralement, une fonction de gain  $g(t)$  est tirée à partir des données puis multipliée par les valeurs des échantillons de la trace à des temps différents.

#### **II.6.4.2. Facteurs exogènes**

Les facteurs exogènes ne renferment pas d'information provenant de la sub-surface. Ce sont :

- L'angle d'émergence.
- L'effet tuning.
- Le mauvais couplage géophone-sol et source-sol.
- Les divers bruits.
- Les problèmes instrumentaux.
- La directivité des nappes d'émission et de réception, etc...

Dans ce qui suit, nous allons rappeler brièvement les mécanismes les plus importants, à savoir l'atténuation par divergence sphérique, l'atténuation inélastique (absorption) qui atténuent les amplitudes et qui nécessitent la compensation au cours du traitement des données sismiques, tout en négligeant les appareillages dont l'effet est généralement mineur et constant pour tout l'enregistrement.

La récupération des amplitudes permet de « rehausser » l'amplitude des traces de façon à avoir une représentation homogène de celles-ci. Il s'agit donc de calculer une courbe de gain (inverse de la courbe d'amplitude) de façon à ce que l'amplitude moyenne (calculée sur une fenêtre) soit la même pour toutes les traces.

#### **II.6.5. Corrections statiques**

##### **II.6.5.1. Objectif des corrections statiques**

La correction statique est une étape dans la séquence de traitement des données sismiques qui a pour but de translater en bloc la trace sismique par rapport à un plan de référence (Datum Plan DP). Les trajets des rayons sismiques sont alors à corriger du point de vue altimétrique au niveau de la source d'émission (rayon descendant), au niveau des traces sismiques (rayon ascendant) mais également il faut annuler l'effet de la zone altérée (Weathered Zone WZ). Ces disparités d'altimétrie additionnées à des modifications latérales de vitesse dans la zone altérée provoquent sur les enregistrements sismiques des retards sur les temps d'arrivée variables suivant les traces sismiques. [M.Djeddi, 2015].

### II.6.5.2. Plan de référence

Le plan de référence (Datum Plane, DP) est un plan de référence fictif qui suivant le cas peut être choisi sous ou dans la zone altérée. Habituellement, il est choisi au - dessous de la base de la WZ, le plus proche possible du mur de celle-ci afin de diminuer le chemin de parcours de l'onde sismique entre le mur et le DP.

Le but des corrections statiques consisterait alors à rapporter au DP les temps bruts mesurés comme si la source et le récepteur avaient été placés sur ce plan. (Figure II-7)

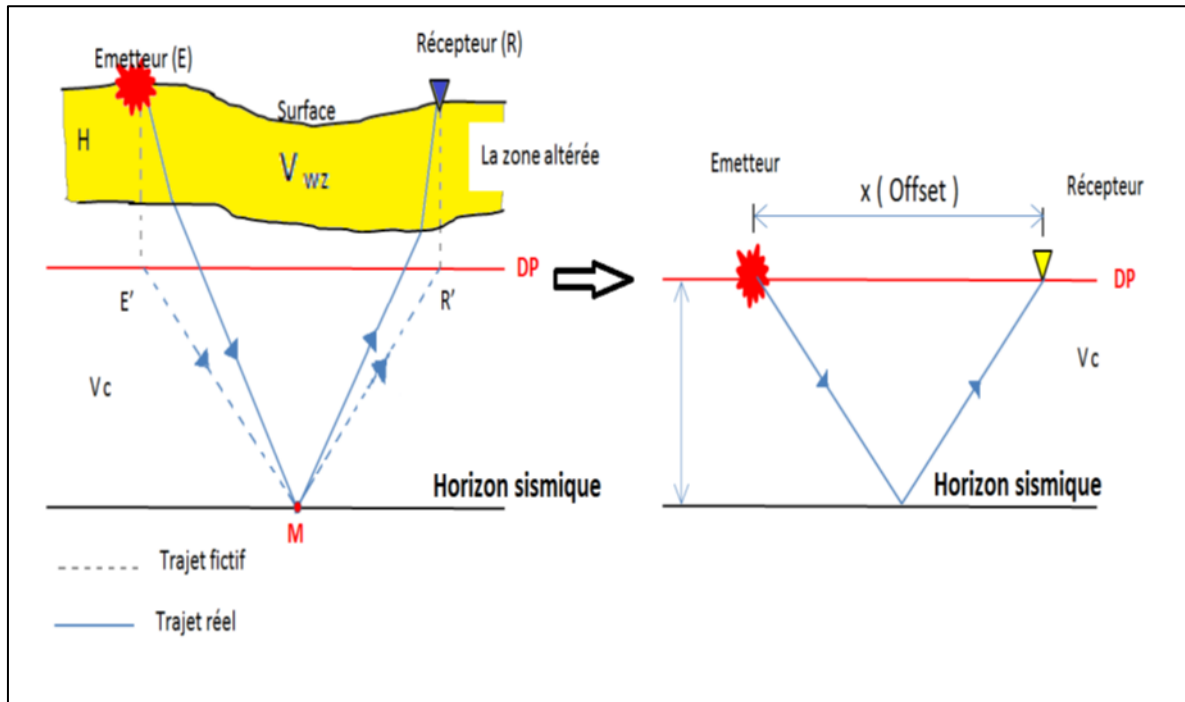


Figure II.7 : Principe des corrections statiques (CS)

### II.6.5.3. Types des corrections statiques

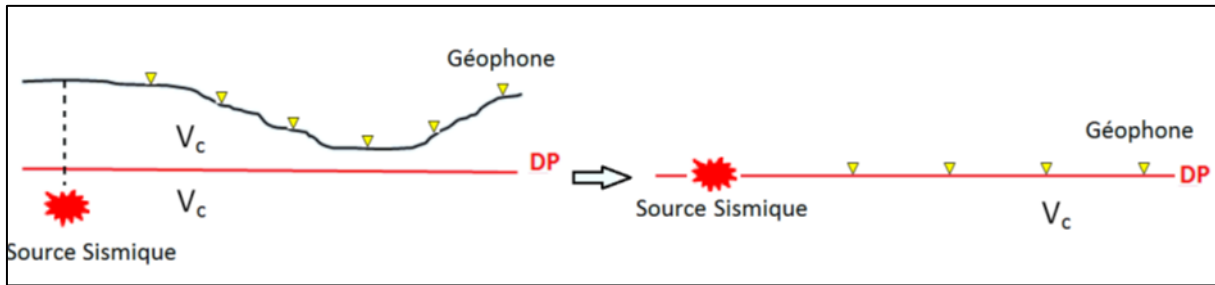
Les corrections statiques regroupent deux types de corrections :

➤ **Corrections statiques d'altimétrie**

L'objectif des corrections statiques d'altimétrie consiste à corriger les anomalies de temps de parcours des ondes sismiques introduites par les variations d'altitude des traces sismiques et des points d'émission le long du profil sismique.

Le calcul des corrections altimétriques nécessite la connaissance non seulement des altitudes des sources sismiques  $Z_{PT}$  et des traces sismiques  $Z_T$  mais également la connaissance de la vitesse ( $V_{WZ}$ ) de la zone altérée et celle de la couche de dessous ( $V_o$ ) que l'on désigne souvent vitesse de comblement ( $V_c$ ).

Après l'application des corrections statiques d'altimétrie, les différentes traces sismiques et les points de tir sont ramenés virtuellement à une même altitude c'est-à-dire sur un même plan fixe de référence (DP). (Figure II.8)



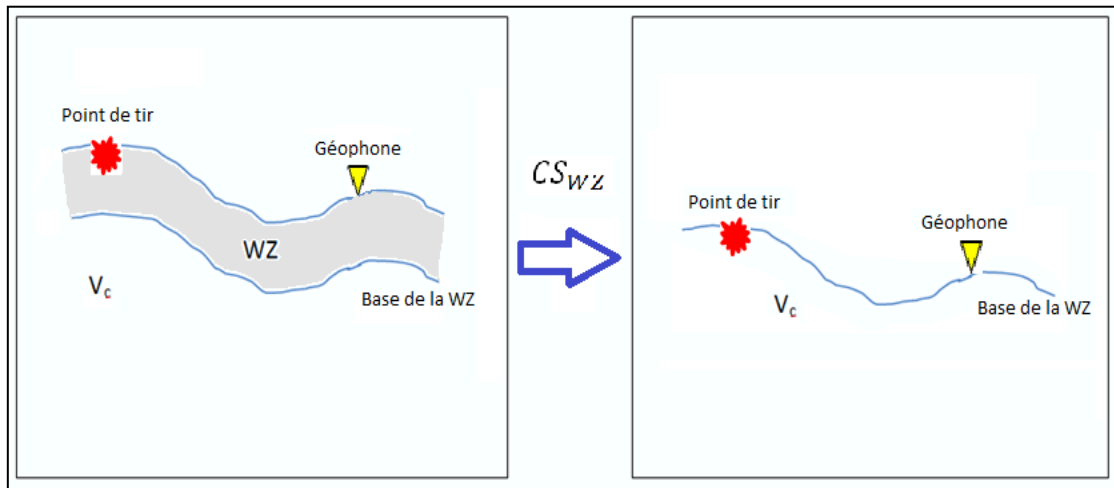
**Figure II.8 : Correction d'altimétrie des traces et des sources**

➤ **Corrections statiques de la WZ (ou de la zone altérée)**

Les corrections statiques relatives à la WZ en prospection sismique terrestre permettent de corriger les anomalies de temps de parcours introduites par les variations latérales et verticales de vitesse de propagation des ondes sismiques et de la profondeur de la zone altérée.

L'application des corrections statiques de WZ le long d'un profil sismique permet de ramener donc les temps des traces sismiques (forme des indicatrices) à ce qu'ils auraient été si la zone altérée n'avait pas existé.

Le calcul de la correction de WZ nécessite la connaissance de son altimétrie ( $Z_{wz}$ ), de sa vitesse ( $V_{wz}$ ) et l'altimétrie du plan de référence ( $Z_{DP}$ ), (Figure II.9).



**Figure II.9 : Correction de la zone altérée (WZ).**

#### II.6.5.4. Calcul des corrections statiques

##### ➤ Calcul de la correction statique de la zone altérée

La correction statique de la WZ a pour expression.

$$CS_{wz(T)} = H \left( \frac{1}{V_{wz}} - \frac{1}{V_0} \right) \dots\dots\dots \text{II.8}$$

H : Profondeur de la WZ.

$V_{wz}$  : Vitesse de la WZ.

$V_0$  : Vitesse du milieu sous la WZ appelée aussi vitesse de comblement ( $V_c$ ).

##### ➤ Correction d'altimétrie

La correction statique d'altimétrie au niveau de la trace sismique a pour expression :

$$CS_{alt(T)} = \frac{Z_T - Z_{DP}}{V_0} \dots\dots\dots \text{II.9}$$

##### ➤ Corrections statiques totales

La correction statique totale  $CST_{(T)}$  au niveau de la trace sismique est :

$$CST_{(T)} = CS_{alt(T)} + CS_{wz(T)} = \frac{Z_T - Z_{DP}}{V_0} + H \left( \frac{1}{V_{wz}} - \frac{1}{V_0} \right) = \frac{H}{V_{wz}} + \frac{Z_T - (Z_{DP} + H)}{V_0} \dots \text{II.10}$$

$Z_T$  : Altitude de la trace sismique.

$Z_{DP}$  : Altitude du plan de référence DP

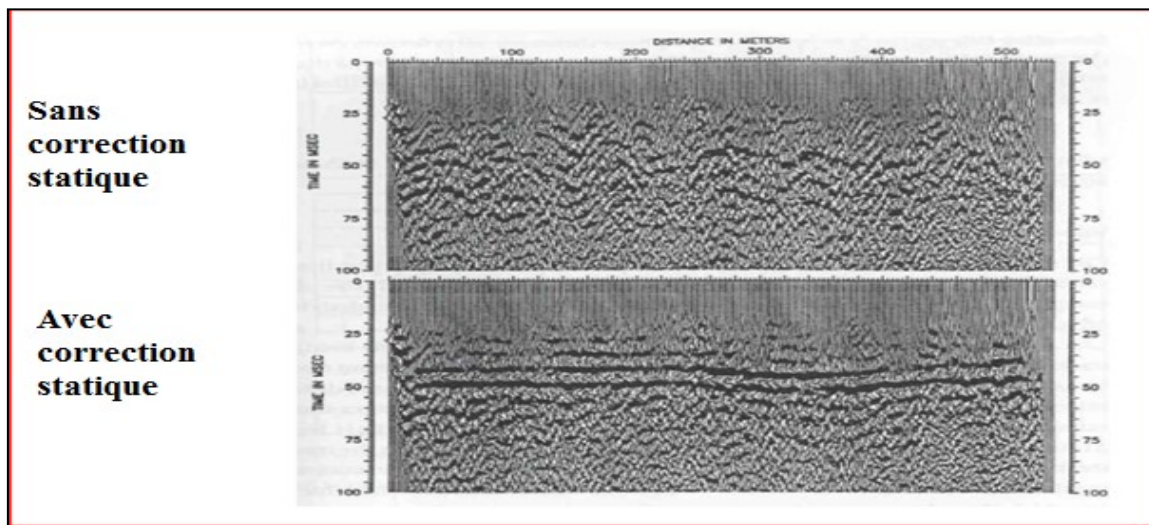


Figure II.10 : Image des données sismiques avec et sans corrections statiques.

### **II.6.6. Déconvolution avant sommation**

En vibrosismique, il est nécessaire de comprimer le signal en corrélant le signal reçu par le signal émis.

La déconvolution avant sommation a pour objet de contracter l'impulsion émise par la source pour la ramener à une impulsion brève, à faible nombre d'oscillations. [M. LAVERGNE, 1986].

### **II.6.7 Application d'un filtre passe-bande**

L'enregistrement des traces sismiques contient des signaux sur l'ensemble de la gamme de fréquences définie par l'échantillonnage (0 à la fréquence de Nyquist), choisie bien entendu pour contenir au moins toute la bande sismique. Généralement, d'autres signaux (bruits ou parasites) viennent se superposer à l'enregistrement aux signaux sismiques, dans l'ensemble de la gamme de fréquence. D'autre part, les signaux sismiques enregistrés sont de différentes origines (ondes de volume, de surface, directe, sonore, ...), pas uniquement des ondes réfléchies dans le sous-sol qui vont conduire à l'image sismique recherchée. Il est donc nécessaire de séparer ces différentes contributions au signal enregistré, afin d'isoler le signal utile, des autres signaux nuisibles. Il y a plusieurs techniques pour cela, dont la plus commune est le filtrage passe-bande. [Hervé Perroud, 2012].

### **II.6.8. La mise en CDP**

Pour réaliser l'addition en couverture multiple, il est nécessaire de réarranger les enregistrements démultiplexés dans un ordre différent en famille de traces de même point miroir. Ce qui consiste à regrouper entre elles les traces ayant le même point milieu.

Le nombre de traces relatives au même BIN dépend de l'ordre de couverture (préalablement défini dans l'étape de pré planning).

Lorsque les réflecteurs sont pentés, il n'existe pas de point miroir commun, car chaque couple émetteur-récepteur donne naissance à un point miroir différent. C'est pourquoi il est préférable de parler de point milieu commun. [M. LAVERGNE, 1986].

### **II.6.9. Analyse de vitesse**

La détermination des vitesses à partir des enregistrements en sismique réflexion est une opération nécessaire et systématique au traitement.

Après regroupement des traces en point-milieu commun, ou bin, il faut effectuer une analyse de vitesse afin de pouvoir ensuite effectuer les corrections dynamiques (Normal Move Out, NMO). Il existe plusieurs méthodes d'analyse de vitesse par exemple : l'analyse spectrale de vitesse.

### II.6.10. Les corrections dynamiques (NMO) :

Elle sert à ramener le temps de différentes réflexions ayant un même point miroir, au temps de trajets fictifs (verticaux) pour lesquels le point de tir et le récepteur seraient confondus. Ceci revient à horizontaliser l'hyperbole de réflexion et donc éliminer l'écart de la courbure normale dû à l'obliquité du trajet réfléchi. Pour cela, il faut connaître la courbure de l'indicatrice, ce qui revient à faire intervenir la vitesse déterminée à partir des analyses de vitesses.

#### II.6.10.1 Cas d'un réflecteur horizontal

Le concept de corrections dynamiques (NMO, normal move out) ou correction d'obliquité du type horizontal est très important. Celles-ci consistent à ramener ainsi les temps de trajets obliques à des temps de trajets verticaux avant de procéder à la sommation en couverture multiple.

La finalité est d'obtenir une trace sismique que l'on aurait directement obtenue pendant l'acquisition si la source sismique et le géophone (trace sismique) avaient été confondus en  $M'$ . **Figure II.11**

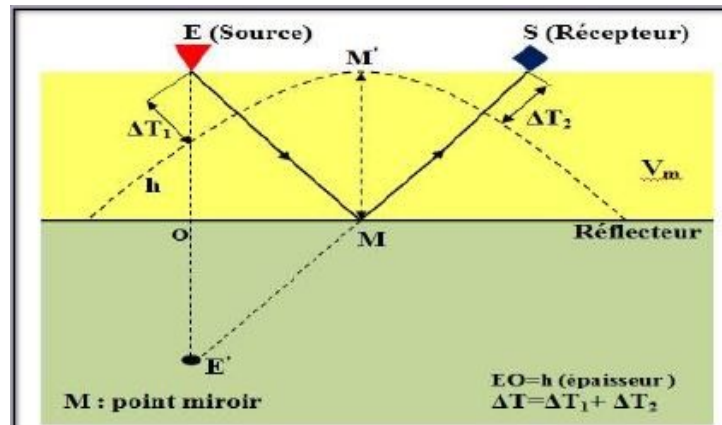


Figure II.11 : Parcours de l'onde sismique

#### II.6.10.2. Cas d'un réflecteur incliné

Une partie due au pendage du réflecteur qui aura pour but de compenser l'effet du pendage, appelée DMO (Dip Move Out).

La correction de pendage ou DMO est une opération robuste qui consiste à ramener un enregistrement brut données sismiques exécuté avec un offset à celui d'un enregistrement à offset nul lorsque les couches de sous-sol sont inclinées.

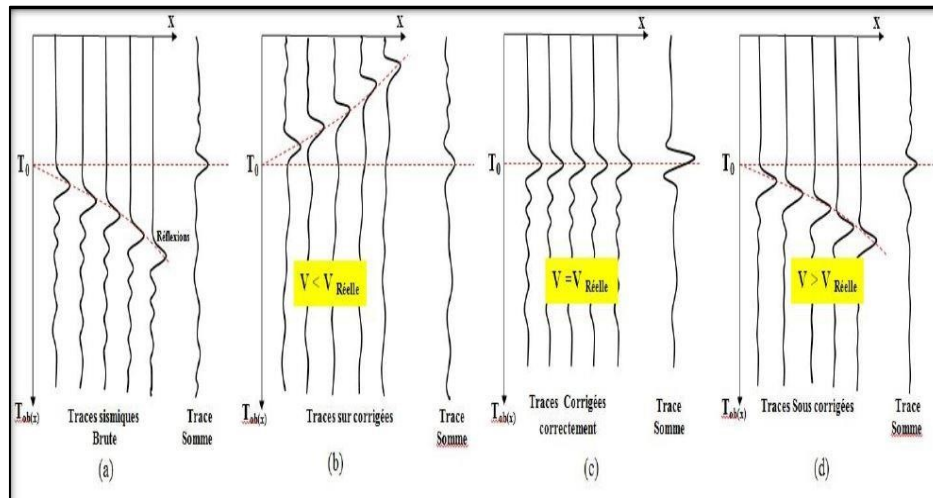
Car, on sait que lorsque l'horizon sismique est incliné, la correction dynamique NMO n'horizontalise pas totalement l'hyperbole de réflexion et les points miroirs communs (CMP) qui seront sommés n'appartiendront pas aux mêmes points miroirs.

Ainsi, le DMO consiste à transformer la collection des points milieux en collection de points miroir de façon à ce que chaque collection ‘même point milieu’ contienne les réflexions provenant du même point miroir.

### II.6.10.3. Application des corrections dynamiques

Avant d’additionner les traces sismiques provenant d’un même point miroir (couverture multiple), il faut leur appliquer une correction dynamique.

L’application des corrections dynamiques nécessite pour chaque horizon sismique la connaissance de la vitesse moyenne depuis le Datum plane (DP) à l’horizon sismique (réflecteur). Après avoir appliqué les corrections dynamiques à une aux différentes traces brutes trois cas se présentent comme illustre la **Figure II.12**



**Figure II.12 : Effets des corrections dynamiques.**

**a :** Si la vitesse utilisée est trop faible par rapport à la vitesse moyenne du milieu ( $V_m < V_{réelle}$ ), les indicatrices ne sont pas rectilignes mais courbées vers le haut (on a trop corrigé).

**b:** Si la vitesse NMO utilisée est égale à la vitesse réelle  $V_{réelle}$  du milieu, les ondes réfléchies seront théoriquement en phase et peuvent être sommées (stakées). La trace somme sera reproduite sur la section sismique à la verticalité du point miroir.

**c:** montre que l’application des corrections dynamiques a fait horizontaliser l’indicatrice. Cela correspondrait à la coïncidence virtuelle du couple émetteur –récepteur.

**d:** Si la vitesse utilisée est trop forte par rapport à la vitesse moyenne du milieu ( $V_m > V_{réelle}$ ) les indicatrices sont incurvées vers le bas (on n’a pas suffisamment corrigé). [M.Djeddi, 2015].

### **II.6.11. Déconvolution**

C'est une opération classique et fondamentale en traitement sismique. Les deux méthodes les plus utilisées sont :

#### **II.6.11.1. Déconvolution spike**

Dans ce cas on cherche à déterminer un opérateur de filtrage  $F(t)$  tel que le signal  $S(t)$  (ondelette extraite) convoluée avec cet opérateur donne un signal impulsionnel.

$\delta(t)$  (Dirac). L'opérateur a pour but de comprimer le signal émis par la source pour le ramener à une impulsion brève et améliorer la résolution verticale.

#### **II.6.11.2. Déconvolution prédictive**

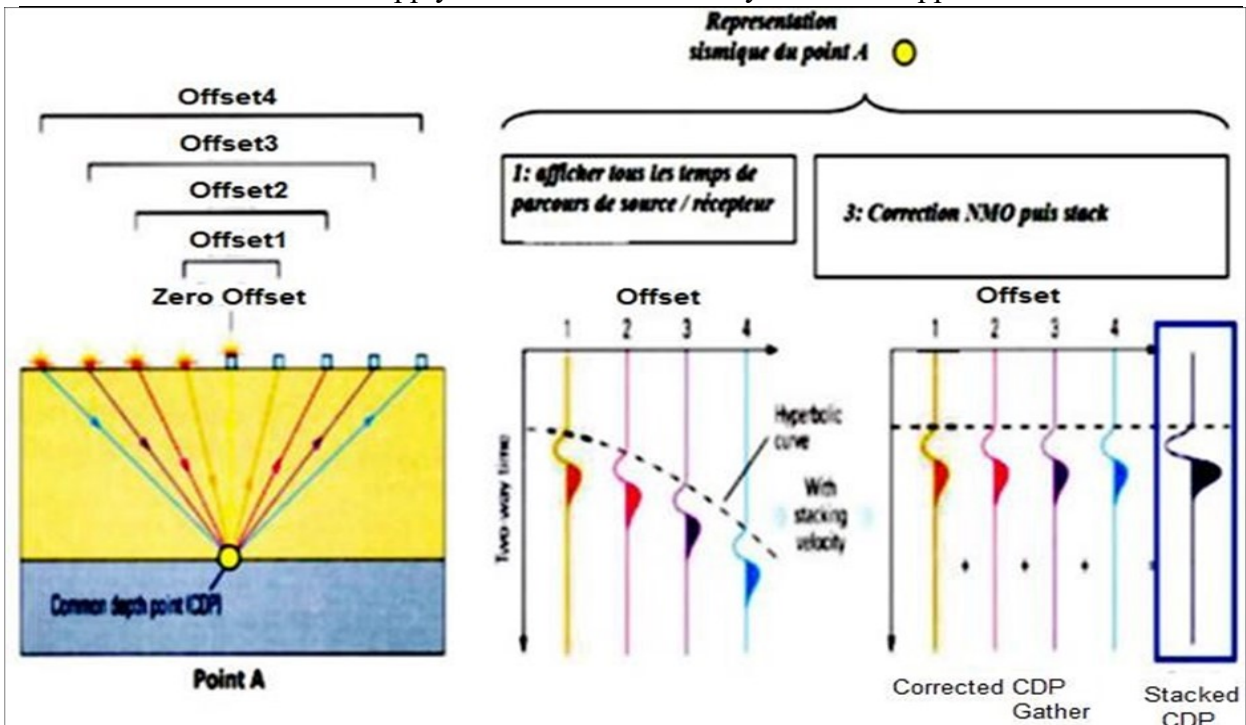
Cette opération consiste à atténuer les réflexions multiples par le choix d'une zone de prédiction de telle sorte qu'après l'application de l'opérateur de filtre, les réverbérations qui sont à l'extérieur de cette zone soient éliminées.

#### **II.6.12. Mute**

Le mute est le traitement le plus brutal dans une séquence de traitement. Il consiste à remettre à zéro les échantillons avant sommations en couverture multiple ou une partie de trace perturbée par des bruits.

#### **II.6.13. Sommation**

Consiste à additionner l'ensemble de traces appartenant à un même point miroir après les corrections statiques et les corrections dynamiques (Figure.II.12). Elle constitue le véritable pivot dans une séquence de traitement. Elle permet d'améliorer le rapport signal / bruit.



**Figure.II.13 : Correction Dynamique et sommation.**

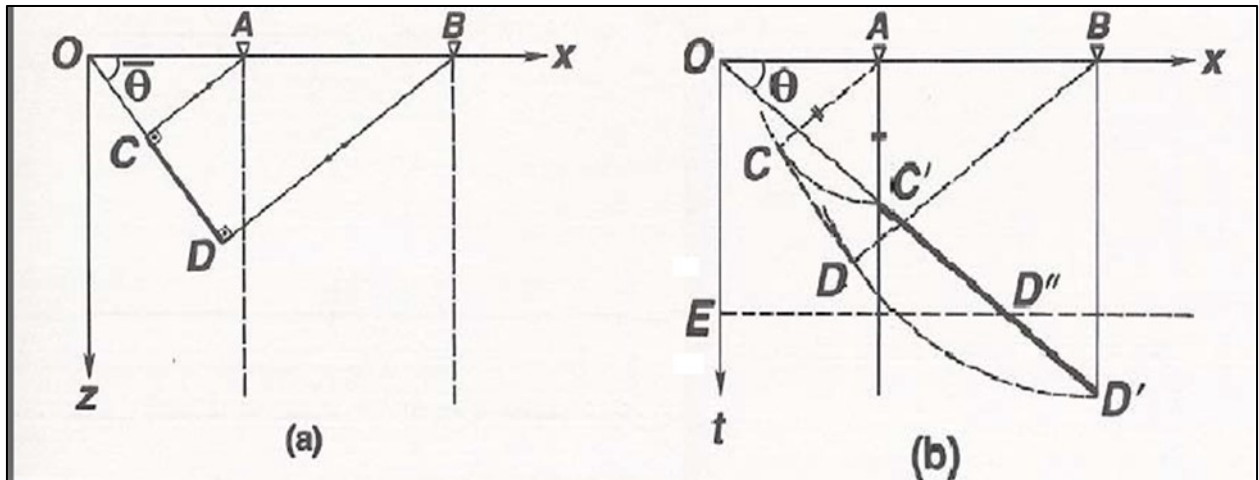
#### II.6.14. Migration post stack

La migration c'est un traitement spécial appliqué à la section sismique pour repositionner les réflecteurs inclinés dans leurs vraies positions en subsurface, en partant de leurs positions apparentes observer sur la section temps, et aussi pour résorber les hyperboles de diffractions à leurs points origines, c'est surtout une opération qui permet le repositionnement spatial des horizons en  $(X, Z)$  initialement en  $(X, t)$ .

En termes de pendage, elle permet le passage du pendage apparent au pendage vrai.

La migration bidimensionnelle essentiellement a pour but d'améliorer la résolution horizontale des données sismiques par :

- La focalisation d'énergie des hyperboles de diffraction liées aux discontinuités brusques (telles que les failles, biseaux, réflecteurs interrompus...) récupérée au niveau de la surface de sol.
- La restitution des événements sismiques à leurs positions spatiales réelles.
- L'élimination des distorsions provoquées par les variations latérales de vitesse.



**Figure II.14 : Image d'un segment avant et après migration**

La figure (a) représente la position de segment CD avant migration

La figure (b) après migration ou le segment CD prend sa position réelle C'D'

**Remarque :** la longueur, l'angle avec le segment se plonge sont différents.

## II.7. Résumé des différentes étapes de traitement

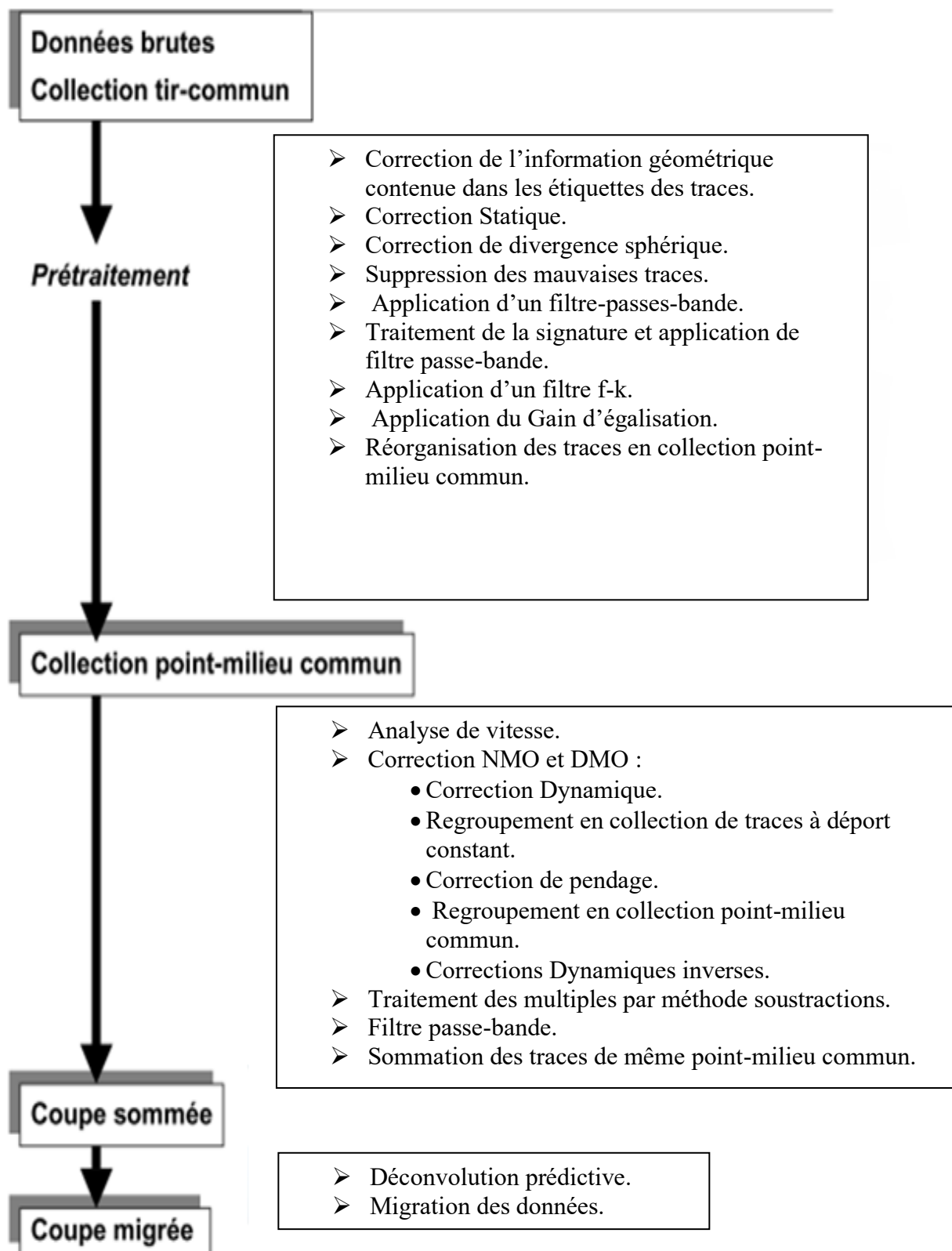


Tableau II.4 : Organigramme général des séquences de traitement.

## **II.8. La séquence de traitement des données sismiques réflexion 3D du programme 06-ONR**

Le traitement des données sismiques réflexion 3D du programme 06-ONR a été effectué au centre de traitement de Western Geco à Alger.

La séquence de traitement globale appliquée pour le traitement de l'étude 06-ONR est la suivante :

- SEG D INPUT
- REFORMAT TO WG FORMAT
- GEOMETRY UPDATE
- MINIMUM PHASING FILTER
- AMPLITUDE RECOVERY
- SWELL NOISE ATTENUATION ON SHOT DOMAIN NC11
- COHERENT NOISE ATTENUATION ON SHOT DOMAIN FK2000
- SWELL NOISE ATTENUATION ON RECEIVER DOMAIN NC11
- COHERENT NOISE ATTENUATION ON RECEIVER DOMAIN FK2000
- SURFACE CONSISTENT AMPLITUDE COMPENSATION
- DECONVOLUTION GAP12 OPL200
- STATIC UPDATE
- VELOCITY ANALYSIS 1KM X 1KM
- FIRST PASS RESIDUAL STATICS
- VELOCITY ANALYSIS 500M X 500M
- SECOND PASS RESIDUAL STATICS
- COMMON OFFSET RANDOM NOISE ATTENUATION
- PRE-STACK TIME MIGRATION
- FINAL VELOCITY ANALYSIS
- FINAL MUTE
- STACK
- BP FILTER 6-12HZ,60-70HZ
- DECON GAP24 OLP120
- FOOT PRINT REMOVAL
- SURFACE RESIDUAL AMPLITUDE COMPENSATION
- ZERO PHASE

**Chapitre 03 :**  
**Interprétation sismique et réalisation des**  
**cartes**

## **Chapitre 03 : Interprétation sismique et réalisation des cartes**

### **III.1. Introduction**

On donne au terme interprétation sismique le sens suivant : « déterminer la signification géologique de l'information sismique ». Interpréter, c'est aussi mettre en forme l'information, choisir les arrivées que l'on croit être les réflexions primaires et localiser les miroirs qui leurs sont associés.

Il est rare que l'on puisse s'assurer de l'exactitude d'une interprétation parce que l'on ne peut qu'exceptionnellement connaître réellement la géologie dans ces détails. Le critère d'une bonne interprétation, c'est sa logique plutôt que son exactitude. Elle doit être cohérente, non seulement avec toutes les informations sismiques, mais aussi avec les concepts fondamentaux de la géologie.

L'interprétation a comme premier objectif, l'établissement des cartes structurales ainsi que l'étude des traits structuraux en particulier : les failles, les discordances, les chenaux et les pièges stratigraphiques.

L'interprétation, dans le passé, était un travail manuel qui, actuellement, a cédé la place à l'interprétation en utilisant des logiciels sur station, dont on cite le logiciel Petrel de *Schlumberger*, en réduisant substantiellement le temps et permettant la manipulation des plots en ayant toutes les données nécessaires sur station, facilitant ainsi le calage, le chronométrage et offrant d'autres outils de représentation tels que les attributs sismiques. On note aussi que l'archivage sur station se fait avec une meilleure protection des données et permet d'économiser du papier.

### **III.2. Présentation des données utilisées**

Dans une étude d'interprétation sismique, il est nécessaire de disposer des documents suivants :

- 1/Un plan de position.
- 2/Des sections sismiques.
- 3/Des données de puits qui sont constituées des éléments suivants :
  - A/ Des profils sismiques verticaux (PSV).
  - B/ Des carottages sismiques (CheckShots).
  - C/ Des fiches stratigraphiques.
  - D/ Des logs de diagrapie (sonique, densité, etc.).

### III.2.1. Plan de position

C'est un document très important qui représente la surface étudiée, il localise géographiquement la région d'étude (en coordonnées géographiques et UTM).

Il montre la disposition des données sismiques 2D (profils) ou 3D (volumes) des différentes campagnes qui ont eu lieu dans la région d'étude ainsi que l'emplacement des puits. Pour le cas de notre étude, ce sont des données sismiques 3D qui ont été utilisées. (**Fig.III.01**).

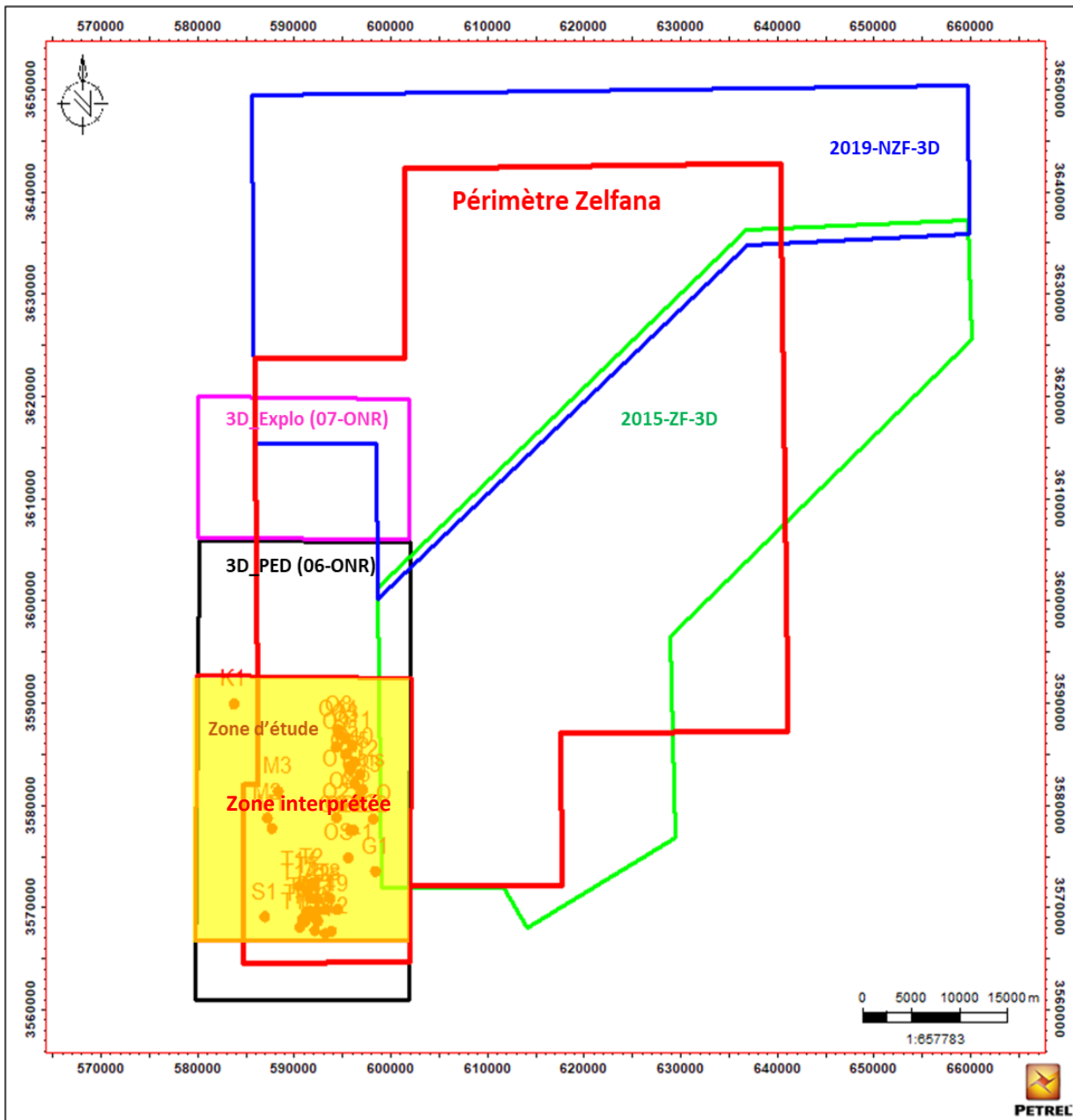


Figure III.01 : Plan de position de la région d'étude.

### III.2.2. Sections sismiques

Quand le traitement des données est effectué et tous les CMPs sont juxtaposés l'un à côté de l'autre, ils forment une section sismique. La section sismique représente une image de la subsurface qui peut être utilisée pour planifier des forages et des programmes de développement.

Une interprétation structurale 3-D peut commencer par la visualisation des sections inlines et crosslines pour comprendre la géologie de la subsurface de la région d'étude, et les coupes en temps sont aussi étudiées pour voir les différents types de structures (Figure III.2).

- Une section sismique inline : lorsque la section sismique est obtenue par le profil parallèle à la direction de l'acquisition on parle de la section inline.
- Une section sismique crossline : lorsque la section sismique est obtenue par le profil perpendiculaire à la direction de l'acquisition.
- La coupe en temps (time slice) : c'est la coupe horizontale à un temps donné qui permet de voir les différents types de structures, tels que la répartition des failles.

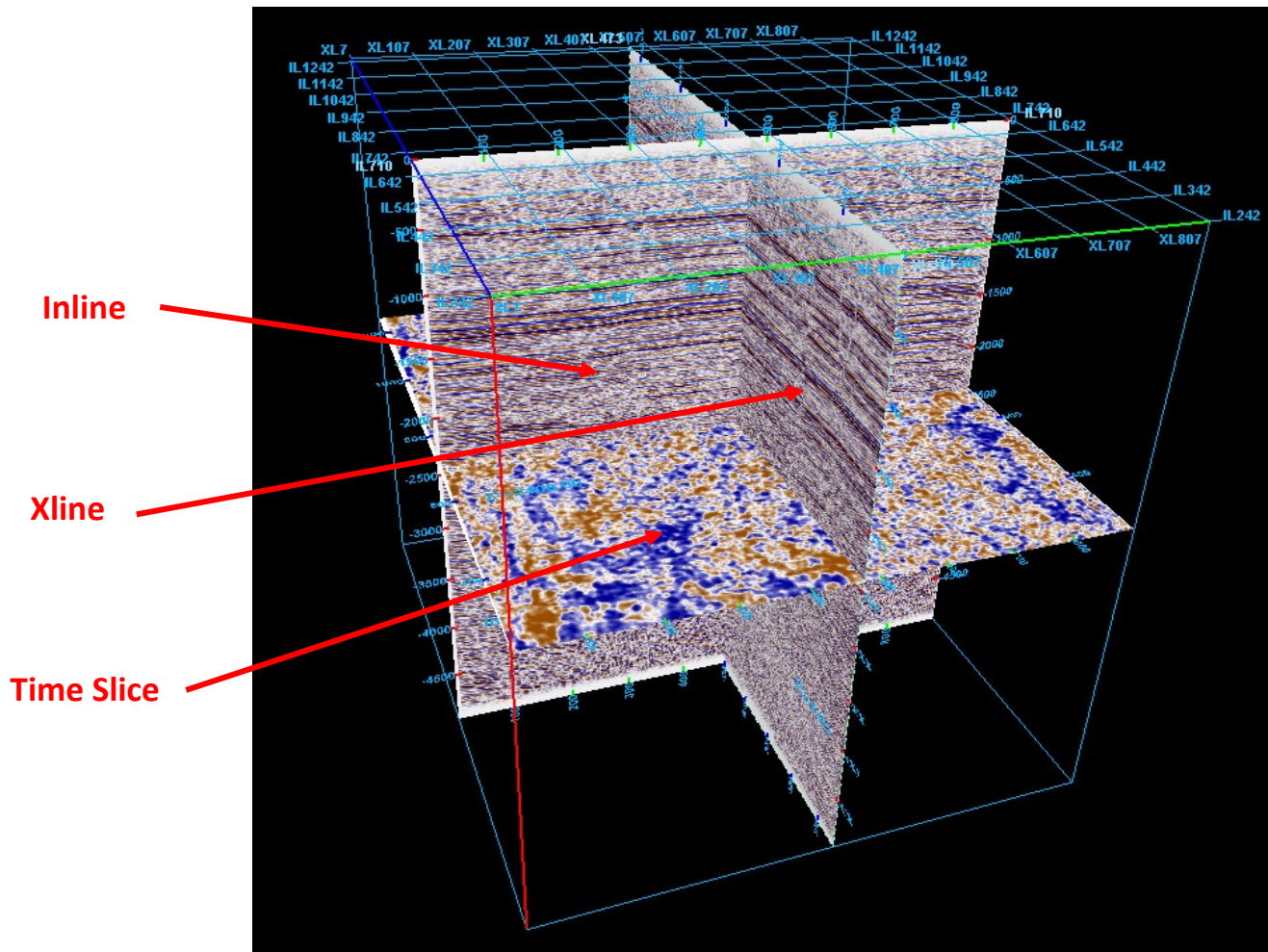


Figure III.02 : Le cube sismique ONR-3D.

### III.2.3. Qualité des données sismiques

Le programme sismique ONR-3D présente une bonne qualité sismique, ce qui peut s'expliquer par le bon choix des paramètres d'acquisition terrain et ceux du traitement, chose qui a facilité l'identification et la corrélation des horizons sismiques (**Figures III.03 et III.4**).

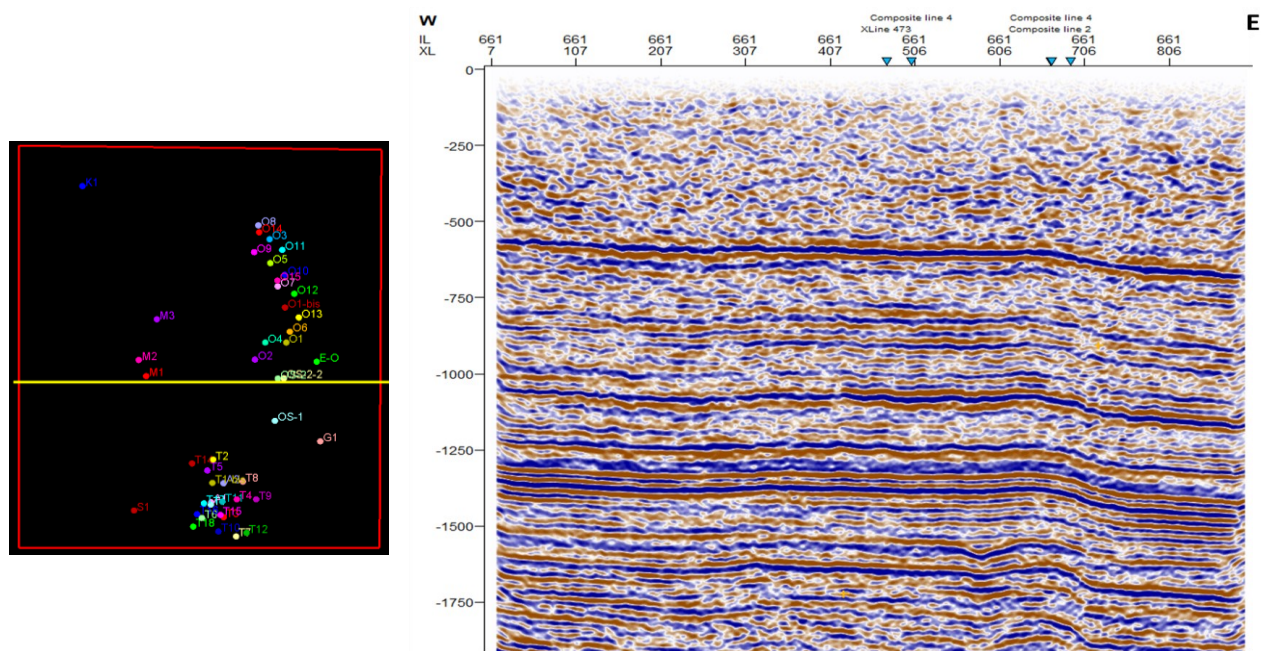


Figure III.03 : Qualité sismique (Inline 661)

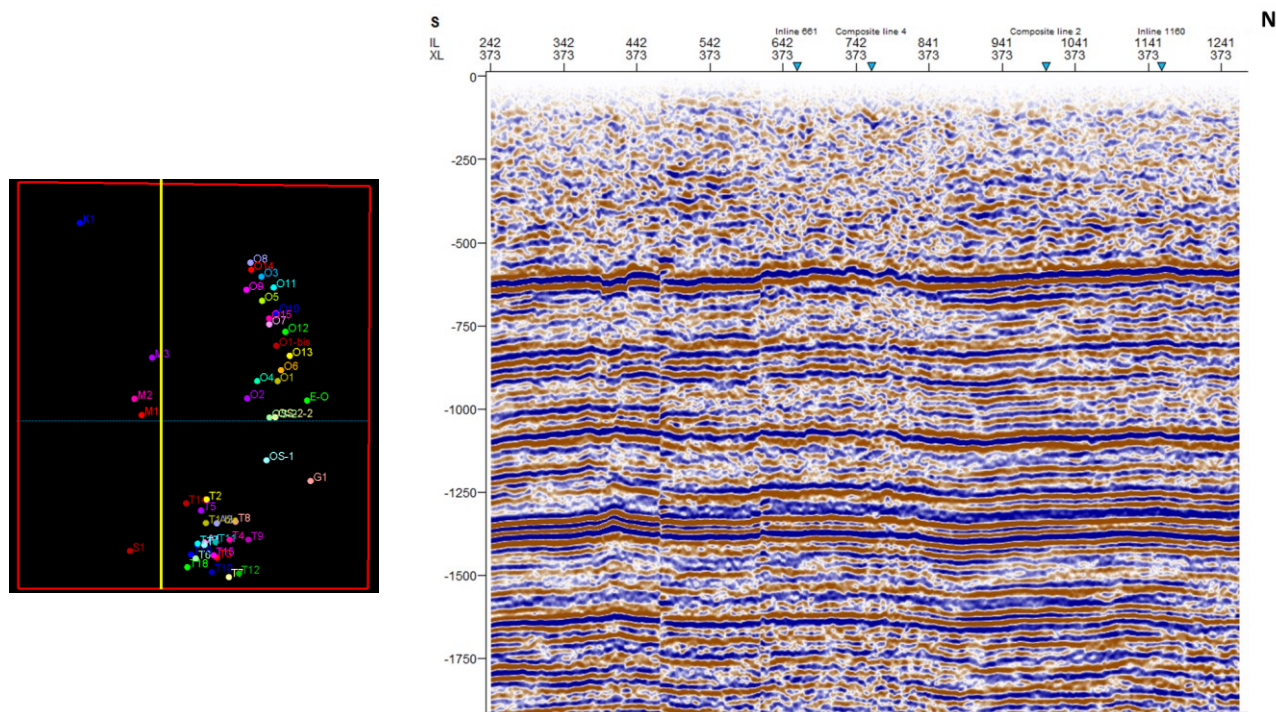
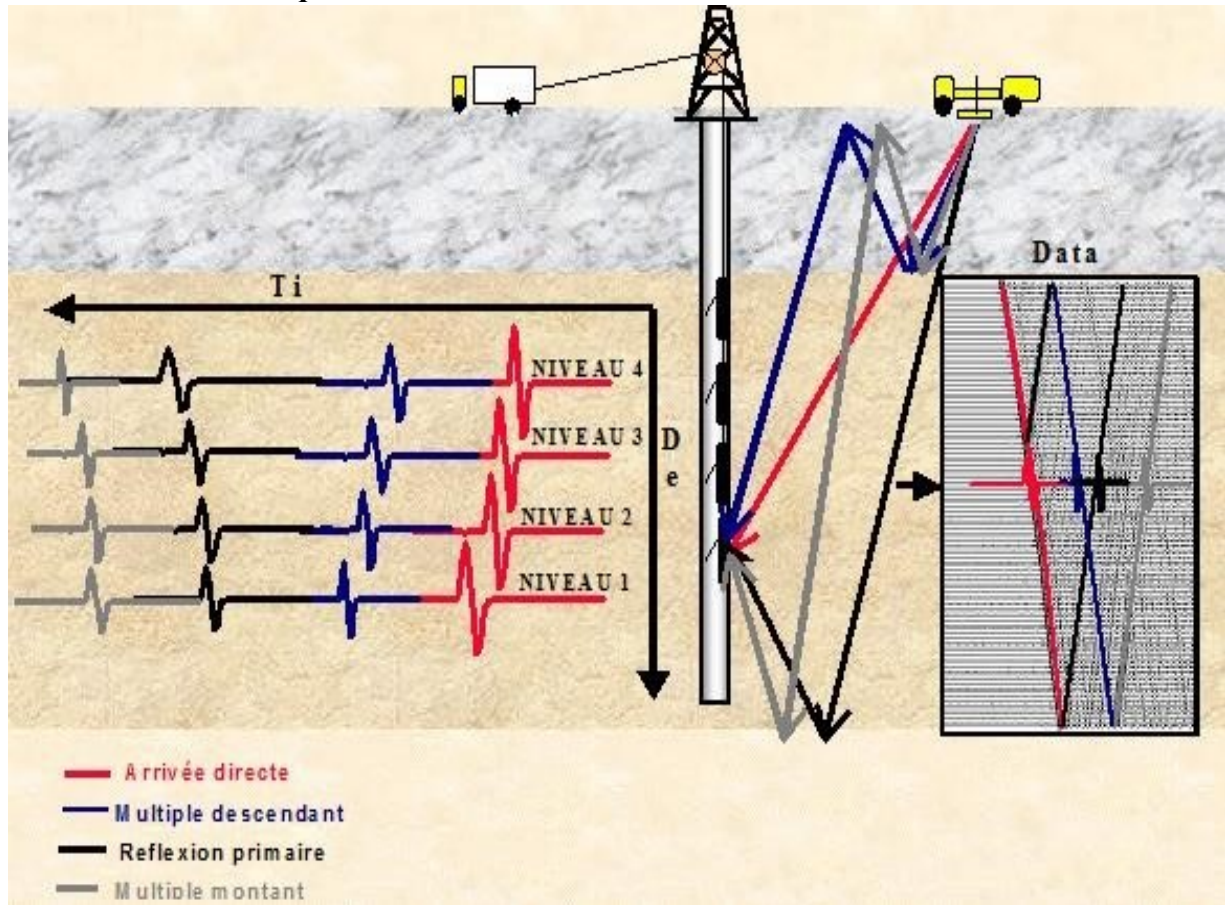


Figure III.4 : Qualité sismique (Xline 373)

### III.2.4. Données de puits

#### III.2.4.1. Profil sismique vertical « PSV »



**Figure III.05: Schéma illustrant la technique d'acquisition d'un PSV.**

Le profil sismique vertical est une opération de sismique de puits, pour laquelle un signal sismique émis à la surface du sol est enregistré par un géophone situé successivement à différentes profondeurs dans le puits.

La source étant toujours sur la même verticale que le géophone, quelle que soit la profondeur du géophone. Si le puits est foré verticalement, la source a une position fixe qui est proche de la gueule du trou. Par contre si le puits est dévié, la source possède une position variable horizontalement afin de maintenir les émetteurs et les récepteurs sur la même verticale en tenant compte de la trajectoire du puits.

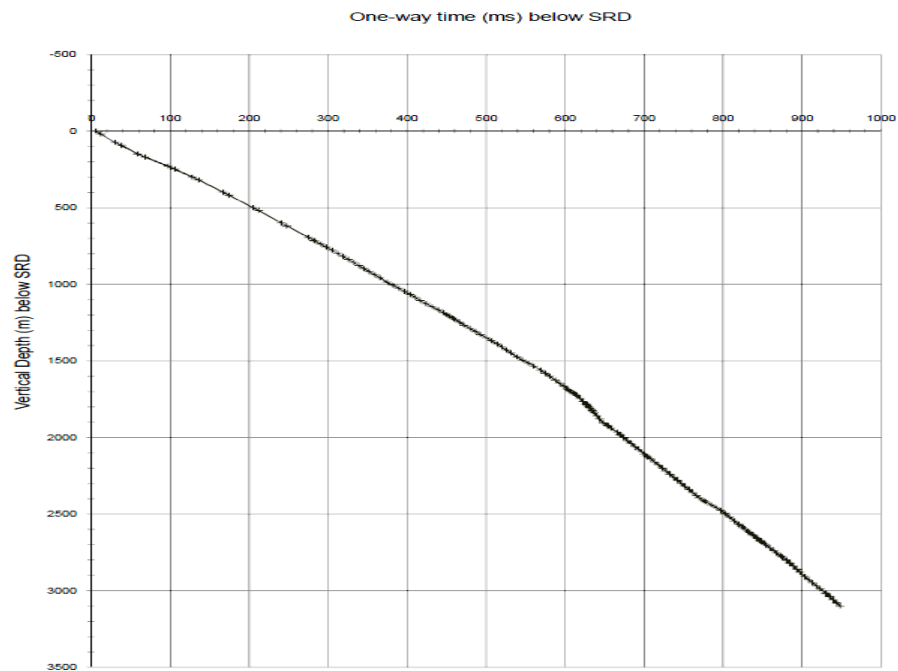
Et parmi les principales applications du profil sismique vertical, on cite :

- La corrélation avec la profondeur de la sismique réflexion.
- La mesure des vitesses des ondes P et S.
- La prévision des zones compactées.

- L'identification des réflexions primaires et multiples.
- L'estimation du pendage des réflecteurs.
- La localisation des plans de failles.
- La corrélation entre les arrivées réfléchies P et S.
- L'obtention d'une sismique de détail au voisinage du puits.
- L'identification des zones à forte perméabilité et des zones fracturées.
- Les mesures d'anisotropie.

On distingue cinq principales méthodes d'enregistrement PSV :

- Le PSV à offset nul ou PSV classique.
- Le PSV avec offset ou PSO (profil sismique oblique).
- Le PSV walkaway (ballade sismique ou ensemble de PSO)
- Le PSV walkaway azimutal.
- Le PSV walkaround.



**Figure III.06 : Données de puits utilisées pour la conversion Temps-profondeur (Checkshot au niveau du puits K1).**

#### **III.2.4.2. Carottage sismique**

C'est un document géophysique fondamental qui permet de convertir les profondeurs  $P$  lues sur le log habillé, en temps  $T$ , grâce à la courbe  $T=F(P)$ , cela est considéré comme l'outil principal offrant un accès aux sections sismiques. Il comporte d'autres courbes telles que :

- La vitesse moyenne en fonction de la profondeur.
- La vitesse d'intervalle en fonction de la profondeur.
- La vitesse quadratique moyenne en fonction de la profondeur

Pour trouver la vitesse ou le temps au niveau de n'importe quelle profondeur donnée, il suffit de faire une simple projection de cette profondeur sur l'une des courbes de temps ou des vitesses.

#### **III.2.4.3. Fiches stratigraphiques**

La fiche stratigraphique est un document propre à chaque puits, elle comporte l'âge, l'étage et la lithologie de chaque formation traversée par le forage. Elle nous permet de lire directement les profondeurs des horizons qui nous intéressent.

#### **III.2.4.4. Données des diagraphies**

On ne peut plus concevoir de nos jours une exploration, et la production des ressources découvertes, sans une bonne connaissance de la géologie de la subsurface qui, elle-même, n'est obtenue qu'à partir d'une exploitation exhaustive des données diagraphiques en vue d'une meilleure interprétation des données sismiques.

##### **A) Log habillé**

C'est un document propre à chaque puits, il est composé de différentes diagraphies, (gamma- ray, sonique, résistivité), sur lequel sont reportées les formations géologiques traversées par le puits ainsi que la description détaillée de la lithologie. Il permet de lire les profondeurs des objectifs désirés.

##### **B) Le log sonique**

C'est un enregistrement en fonction de la profondeur du temps de transit de l'onde acoustique dans la formation traversée par le forage. L'outil de sonique émet un signal de haute fréquence à partir d'un émetteur, puis enregistre ce signal à l'aide d'un récepteur qui est situé à une distance de 1 à 3 m sur le même outil.

Le temps entre l'émission et la réception est le temps de transit ou lenteur (slowness), donné en micro-second par pied ( $\mu s/ft$ ), et la vitesse d'intervalle est inversement proportionnelle au temps de transmission.

### **C) Le log de densité**

Le log de densité représente l'enregistrement de la densité en fonction de la profondeur, le principe consiste à soumettre la formation à un rayonnement  $\gamma$  émis par une source spéciale. Les rayons ' $\gamma$ ' sont des particules sans masse, se propageant à la vitesse de la lumière, ces photons ' $\gamma$ ' entrent en collision avec la matière, et trois types d'interaction peuvent se produire selon l'énergie du photon incident : production des paires, effet Compton et effet photo-électrique.

C'est l'effet Compton qui intervient principalement dans la mesure de densité, car le phénomène de diffusion ' $\gamma$ ' est essentiellement sensible à la densité électronique de la roche.

### **D) Le film synthétique**

Le film synthétique est un document très important dans l'interprétation sismique, il établit une corrélation des couches rencontrées dans le puits avec la section sismique. En multipliant le log sonique et celui de densité, on obtient le log des impédances acoustiques, et la convolution de la série réflectivité par une ondelette, nous permet d'obtenir le film synthétique.

### **III.3. Modes de représentation**

Le format normal pour la visualisation interactive des données est le format de densité variable de couleurs. Dans ce mode, les amplitudes des réflexions sont en codage de couleur selon différents attributs sismiques (amplitudes, phases, etc.).

La forme de représentation par densité variable montre de nombreux avantages sur les méthodes traditionnelles de représentation.

La plage dynamique visuelle est largement améliorée sur les sections représentées en utilisant les couleurs par rapport aux sections qui utilisent la représentation classique, cette amélioration est due à la grande sensibilité de l'œil aux couleurs.

Par conséquent, les failles apparaissent plus nettement à cause du nombre plus important de terminaisons d'événements. D'autres schémas de couleur montrent plus de contraste, par exemple, peuvent être utilisés pour souligner des traits d'amplitude particuliers de l'information. En plus du mode de représentation en densité variable, le système permet aussi le mode classique du "wiggle trace" à aire variable ou le mode de la double polarité pour la représentation des sections (**Figure III.07**).

### III.3.1. Utilité de la couleur

L'emploi des couleurs dans la représentation des données sismiques est extrêmement utile dans l'amélioration de la perception, le choix des couleurs varie d'un utilisateur à un autre. Les utilisateurs peuvent créer leurs propres schémas de couleurs dont les passages peuvent être graduels ou contrastants. Les couleurs sont sélectionnées à partir d'une palette en utilisant le stylet graphique et sont, alors, inscrites dans une cartouche de couleurs au-dessous d'elle.

Une fois la sélection de couleurs est complétée, elle peut être titrée et sauvegardée pour des utilisations ultérieures. Les utilisateurs peuvent construire leurs propres schémas de couleurs, modifier les anciens en ajoutant ou en supprimant des niveaux de couleurs.

L'utilisateur peut sélectionner un niveau de couleurs particulier sur le cartouche de couleurs avec le stylet graphique et ajuster les limites autant vers le haut que vers le bas pendant qu'il observe l'effet sur l'image de l'écran. Par ce moyen, les niveaux individuels de couleurs peuvent être étendus ou contractés ou simplement glissés à travers l'information.

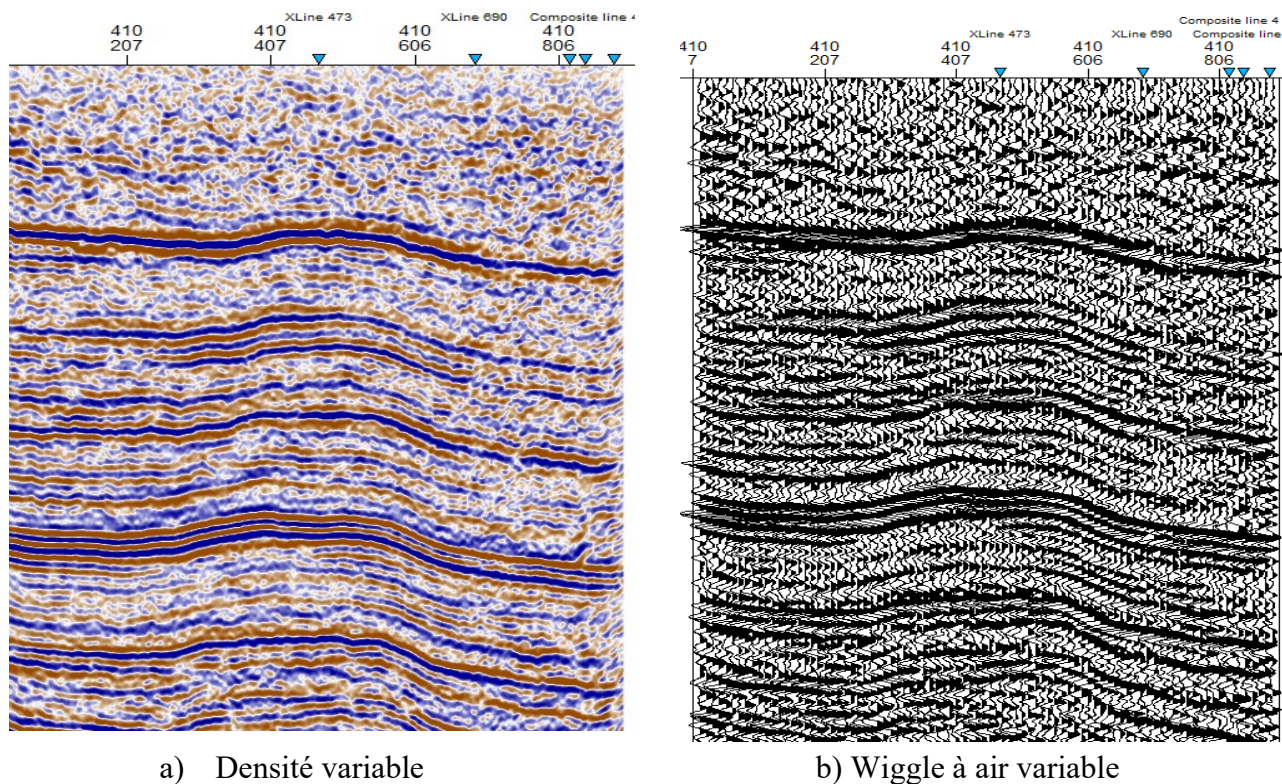
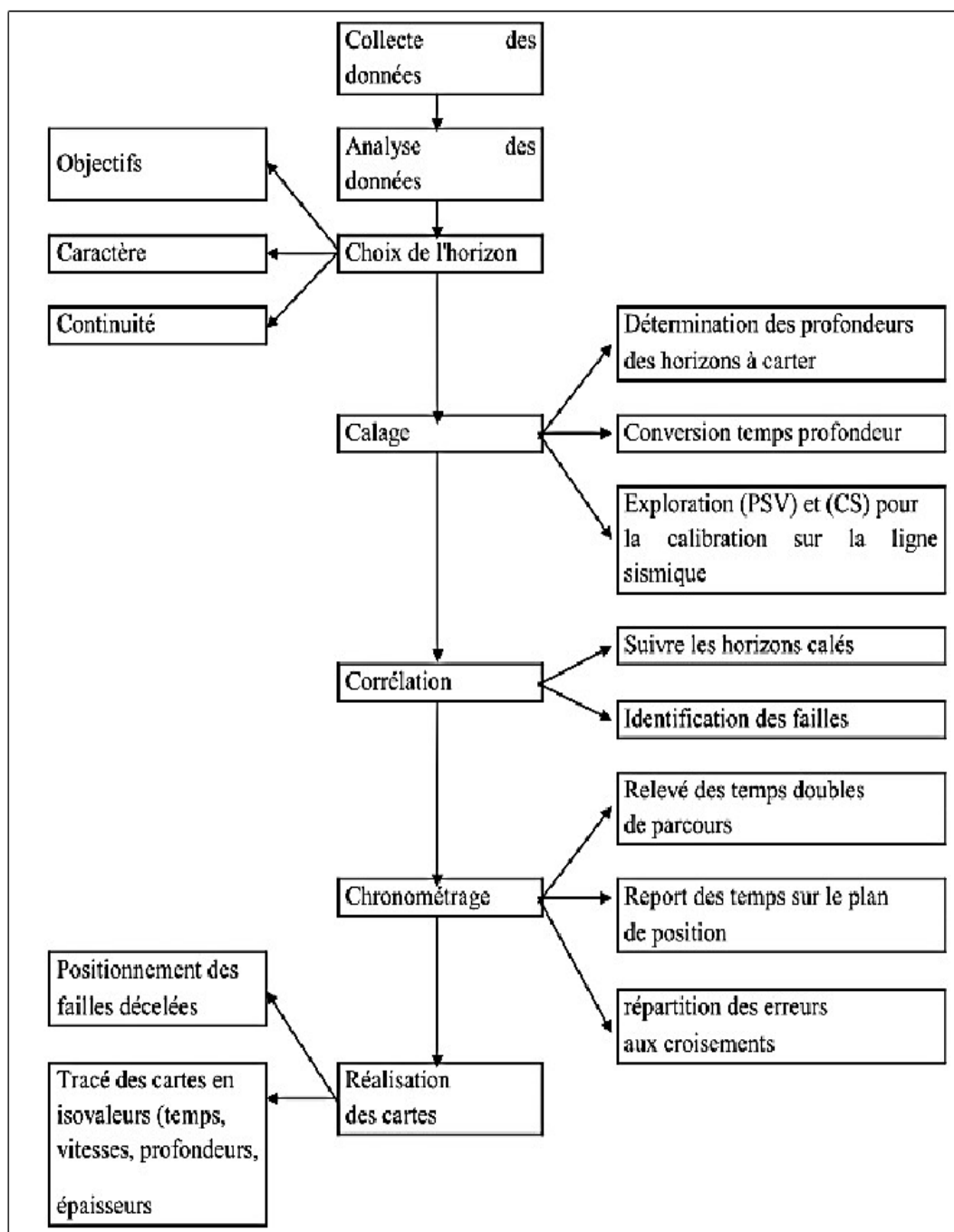


Figure III.07 : Modes de représentation

### III.4. Séquence d'interprétation sismique

L'interprétation est un ensemble d'étapes à suivre pour cartographier le réservoir. Ces étapes sont :

1. Choix des horizons sismiques.
2. Identification des horizons (calage aux puits).
3. Corrélation et identification des failles.
4. Chronométrage des sections (lecture des temps).
5. Tracé des cartes en iso-valeurs : isochrones, isovitesses, isobathes, etc..
6. Discussion des résultats.



**Figure III.08 : Séquence de l'interprétation structurale des données sismiques**

### III.4.1. Choix des horizons sismiques

Avant d'entamer une interprétation sismique, l'interpréteur sélectionne tout d'abord certains horizons réflecteurs remarquables. Le choix de ces horizons s'effectue selon la qualité de la réponse sismique et l'intérêt pétrolier dans la région d'étude. Dans notre cas, les horizons choisis pour la cartographie sont l'Aptien et le Salifère 'S4'.

### III.4.2. Le calage des horizons

Le calage est une opération qui consiste à identifier sur une section sismique les différents horizons choisis au niveau des puits. Pour cela, on utilise le carottage sismique ou le PSV. Le calage se fait en plusieurs étapes :

- Choisir les sections sismiques qui passent par les puits ayant les données de calage.
- Relever, à partir des logs habillés, les profondeurs des toits des formations choisies.
- Convertir ces profondeurs en temps, en utilisant la courbe temps-profondeur du carottage sismique ou du PSV.
- Ramener ces temps au même plan de référence avec celui de la section sismique.
- Multiplier les temps corrigés par deux, car le temps de la section est un temps double.
- Identifier les horizons sur le PSV ou le film synthétique. On les superpose sur la section sismique, en tachant d'avoir le maximum de coïncidences d'événements sismiques afin d'avoir le meilleur calage possible.

Dans notre étude, le calage des horizons sismiques a été réalisé sur la station de travail (Petrel) en utilisant les données du puits K1 (log habillé et VSP).

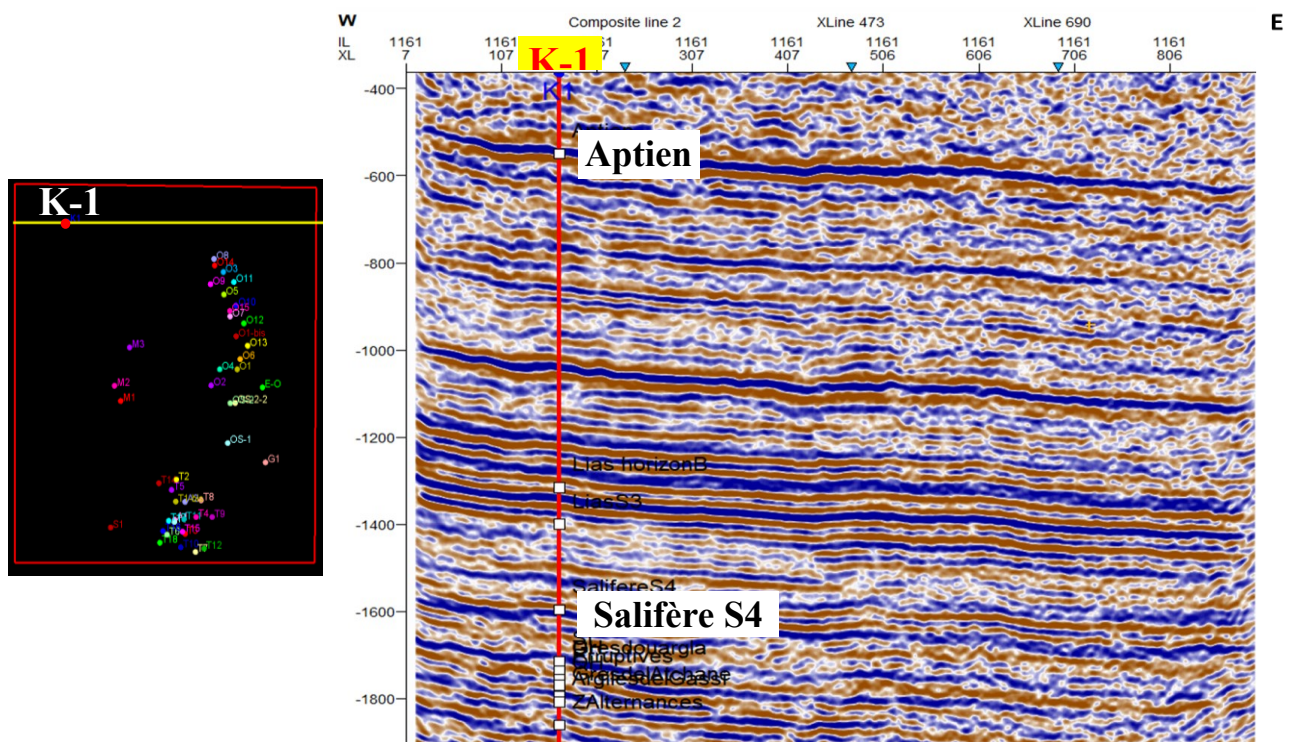


Figure III.09 : L'opération du calage en utilisant le checkshot du puits K1.

### III.4.3. Corrélation des horizons et identification des failles

#### III.4.3.1. Suivi des horizons

Le suivi des horizons est effectué après leur identification, et leurs calages avec le checkshot au niveau du puits K1. Le pointé des horizons est réalisé en reliant les piques qui forment le même réflecteur.

La corrélation est l'étape la plus importante lors de l'interprétation sismique. Elle s'effectue sur les sections en contrôlant maille par maille et croisement par croisement, jusqu'à la corrélation de tout le volume 3D. Le pointé des horizons Aptien et Salifère 'S4' est montré sur la figure III.10.

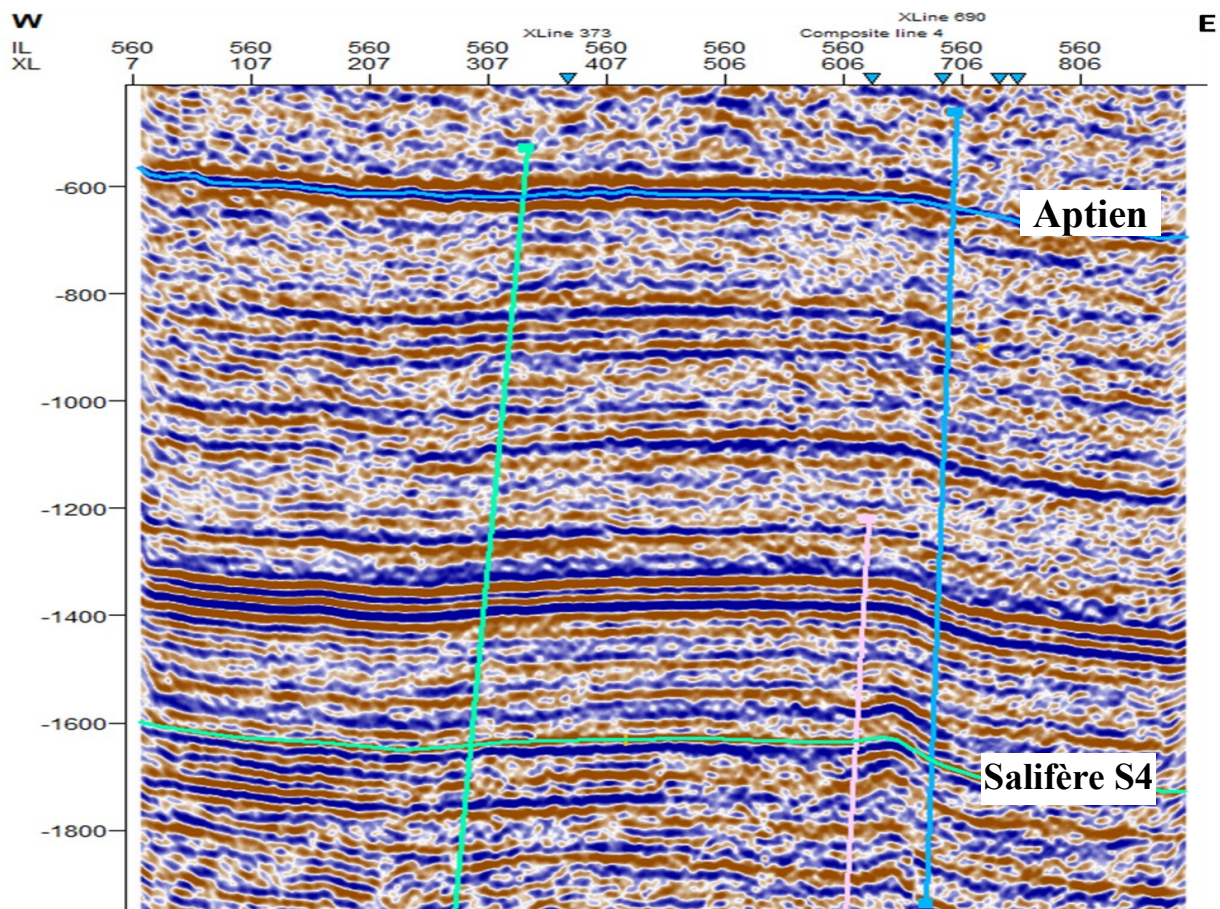


Figure III.10 : Pointé des horizons Aptien et Salifère 'S4' sur la section in-line 560.

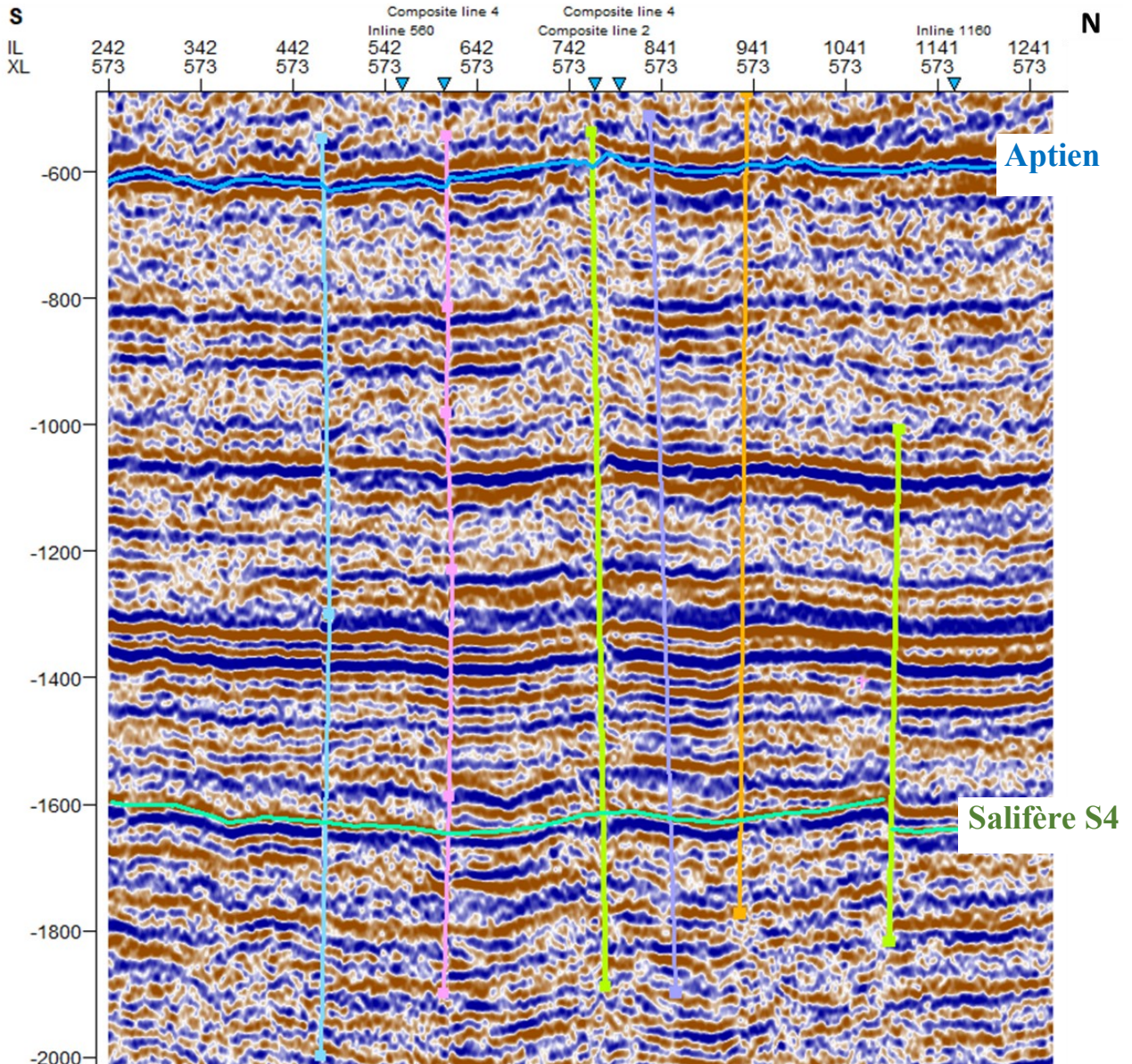
#### III.4.3.2. Identification des failles

Les failles en 3D sont tracées avec plus de précision et plus de détails qu'en 2D, les failles sont reconnues sur la section sismique par la dégradation du caractère de la sismique, ou une rupture brusque de la continuité des réflecteurs. La comparaison des sections parallèles aide à l'identification des failles.

Error! Use the Home tab to apply Titre 1 to the text that you want to appear here.

Après le pointé des failles sur toutes les sections sismiques et le suivi de l'évolution de chacune d'elle, on obtient un réseau de failles au niveau de chaque horizon.

La **Figure III.11** illustre la répartition des failles ainsi que leurs orientations sur la section sismique X-Line 573.



**Figure III.11 : Tracé des failles sur la section sismique X-line 573.**

#### III.4.3.3. Le chronométrage

C'est une lecture des temps doubles au niveau de chaque horizon. Ces valeurs lues (en millisecondes) sont par la suite reportées sur le plan de position afin de réaliser une carte en isochrones.

### **III.4.4. Établissement des cartes**

#### **III.4.4.1. Cartes en isochrones**

Les cartes en isochrones sont des cartes qui montrent des aires délimitées par des courbes isochrones. Une courbe isochrone est définie comme une ligne reliant des points pour lesquelles un phénomène se produit en même temps.

Le logiciel Petrel permet de créer des cartes structurales relatives aux horizons tracés en temps ou en profondeur. Ces cartes servent à identifier et localiser les différents pièges susceptibles d'accumuler des hydrocarbures. Pour chaque horizon, une carte structurale appropriée est créée.

Lors de notre interprétation, les marqueurs ayant fait l'objet de corrélation sont principalement le Toit de l'Aptien et du Salifère 'S4'. Cette Corrélation nous a conduits au tracé des cartes en isochrones (Figures III.14 et III.15) et en isobathes pour ces deux horizons.

#### **III.4.4.2. Conversion temps-profondeurs**

La sismique réflexion mesure le temps de parcours de l'onde dès son départ de la source vers le réflecteur jusqu'à son retour au récepteur. La description géologique enregistrée en temps n'admet aucune interprétation, les informations sur les vitesses aident à accomplir la transformation du temps en profondeur pour que le résultat puisse admettre une interprétation logique en terme géologique. L'importance de la conversion temps-profondeurs apparaît lorsqu'on veut indiquer au foreur l'objectif ou les objectifs à explorer.

La dernière étape de l'interprétation sismique est la conversion temps profondeur, des horizons tracés sur le volume de données sismiques migrés. Cette étape nécessite une bonne connaissance des vitesses d'intervalle pour chaque couche.

Les analyses de vitesse fournissent un champ de vitesses de sommation proche de la vitesse  $V_{RMS}$ . La loi de vitesse de sommation permet de remonter à la loi de vitesse d'intervalle, puis à la loi de vitesse moyenne qui permet de convertir les temps sismiques en profondeurs.

$$\text{➤ Vitesse moyenne quadratique } V_{RMS} = \sqrt{\left(\frac{\sum_{i=1}^n V^2 \Delta t_i}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i}\right)} \dots\dots\dots \text{III.1}$$

$$\text{➤ Vitesse moyenne } V_M = \frac{\sum_{i=1}^n V_i \Delta t_i}{\sum_{i=1}^n \Delta t_i} \dots\dots\dots \text{III.2}$$

$$\text{➤ Vitesse d'intervalle d'une couche } V_i = \frac{V_i \Delta t_i}{\Delta t_i} \dots\dots\dots \text{III.3}$$

$t_i$  : le temps que met une onde pour traverser une couche donnée.

### **III.4.4.3. Cartes en iso-vitesses**

Les cartes en iso-vitesses montrent la variation de la vitesse moyenne de chaque horizon dans la région d'étude, obtenues en utilisant les données des puits en suivant ces étapes :

1. À partir des fiches stratigraphiques, on prélève les profondeurs des horizons par rapport à l'altitude de la table de rotation ( $Z_t$ ).
2. On ramène ces profondeurs au plan de référence (DP) sismique selon la formule :

$$P_{DP} = P_{Tr} - (A_{Tr} - A_{DP}) \dots\dots\dots \text{III.4}$$

$A_{Tr}$  : altitude de la table de rotation,

$A_{DP}$  : altitude du plan de référence de la sismique ( $A_{DP}=+350\text{m}$ )

$P_{DP}$  : la profondeur de l'horizon par rapport au DP.

$P_{Tr}$  : la profondeur de l'horizon par rapport à la table de rotation.

3. On relève, sur les sections sismiques, à l'aplomb de chaque puits les profondeurs en temps doubles correspondant à chaque horizon. Ces temps doubles sont donnés par rapport au DP.
4. On calcule les vitesses moyennes pour le toit des objectifs choisis, tout en veillant à faire les conversions nécessaires, grâce à la formule suivante:

$$V_m = (P_{DP} * 2 * 1000) / T_d \dots\dots\dots \text{III.5}$$

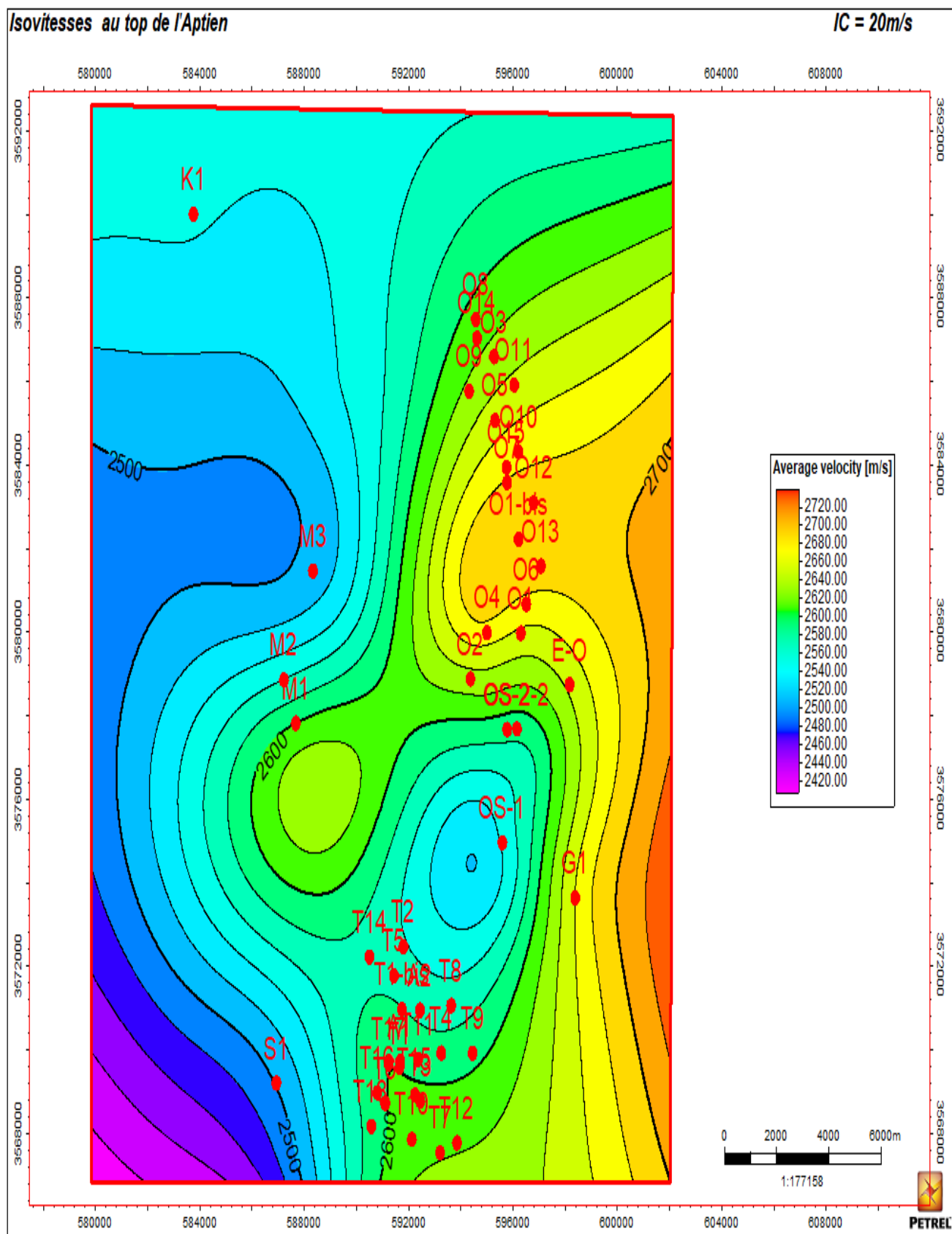
$V_m$  : la vitesse moyenne exprimée en m/s.

$T_d$  : le temps double exprimé en millisecondes (ms).

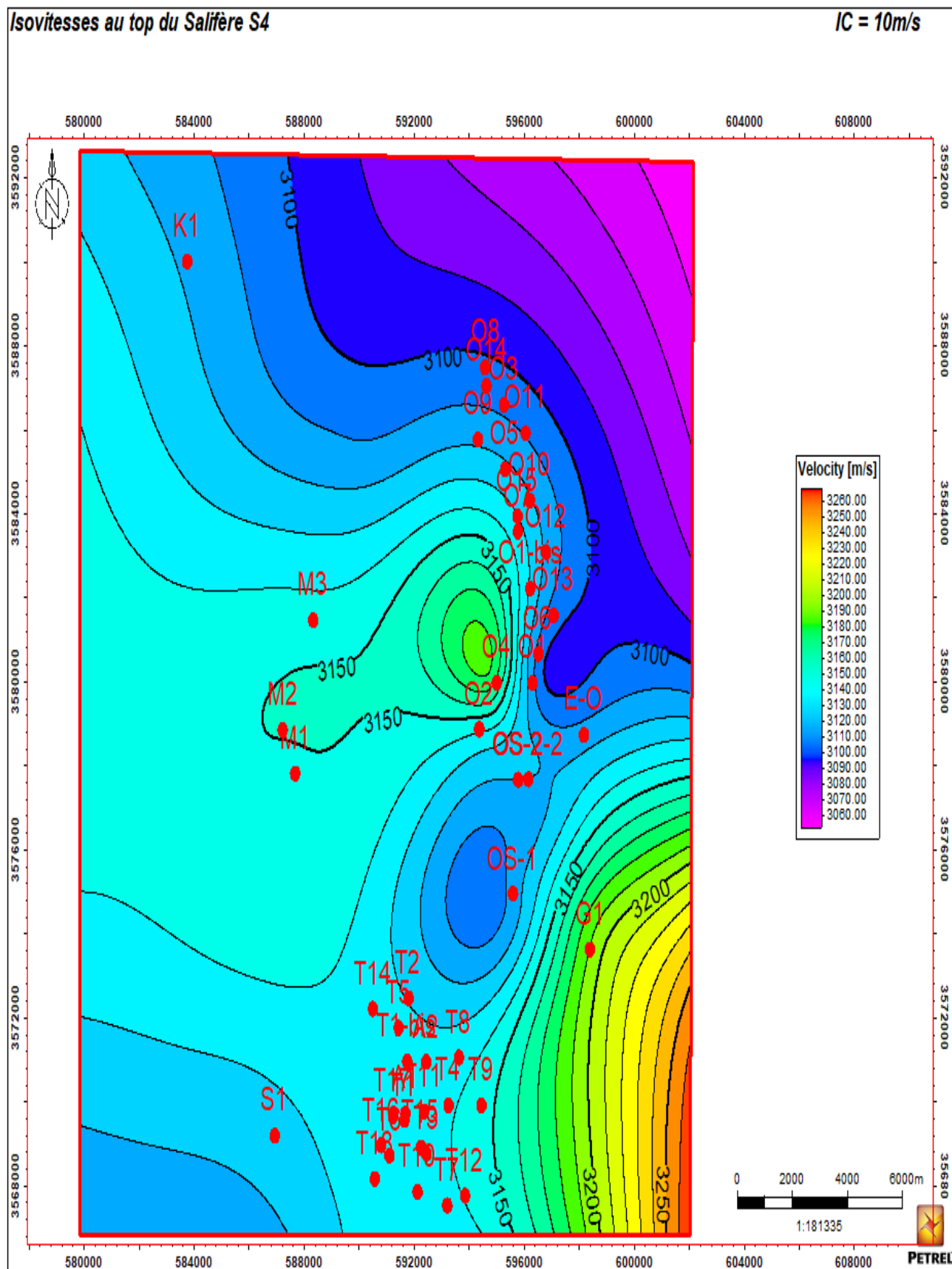
$P_{DP}$  : la profondeur par rapport au DP exprimée en m.

5. Une fois ces vitesses sont calculées manuellement, il faut importer les valeurs aux puits sur Petrel en introduisant les coordonnées de chaque puits, et la valeur de la vitesse moyenne correspondante pour chaque horizon,
6. On lance la génération de courbes en iso-vitesses. Les cartes ainsi obtenues sont exprimées par rapport au DP sismique ( $A_{DP}=+350\text{m}$ ).

Les cartes en iso-vitesses établies au niveau de l'Aptien et du Salifère 'S4' sont montrées sur les figures III.12 et III.13 respectivement.



**Figure III.12 : Carte en iso-vitesses au niveau de l'Aptien**



**Figure III.13 : Carte en iso-vitesses au niveau du Salifère 'S4'**

#### **III.4.4.4. Cartes en isobathes**

Une isobathe, ou courbe en profondeur, est une ligne joignant les points de même profondeur, c'est donc une courbe de niveau indiquant la profondeur d'une surface au-dessous d'un niveau de référence. La conversion temps-profondeur consiste à l'application d'un modèle de vitesses sur les cartes en isochrones pour obtenir des cartes en isobathes. C'est une étape décisive qui fournit les premiers calculs sur le volume du réservoir et la quantité d'hydrocarbures en place. Elle indique aussi les zones où des problèmes de forage peuvent se poser et faire courir des risques. Dans les deux cas, la précision de l'analyse dépend de la qualité des données.

Pour obtenir la carte en profondeurs, il suffit de multiplier la carte en isochrones par la vitesse moyenne qui correspond à l'horizon traité, les vitesses moyennes sont tirées des données des puits. Sachant que le temps est double (donné en ms), il faut réaliser une conversion en temps simple et en secondes (s).

Le tracé des cartes en isobathes au niveau des deux horizons (Aptien et Salifère S4) nécessite la conversion de leurs cartes en isochrones en cartes en profondeurs. Ceci est réalisé par le biais des cartes en isovitesses, établies pour chaque horizon, en utilisant les vitesses moyennes en chaque forage. Sur le tableau suivant, sont illustrées les données des puits : temps, profondeurs et les vitesses moyennes. A préciser que les temps et les profondeurs sont rapportés au même DP sismique (DPs = 350m).

| <b>Puits</b> | <b>Horizons</b>    | <b>P/DPs</b>   | <b>T(ms)/DPs</b> | <b>Vmoy (m/s)</b> |
|--------------|--------------------|----------------|------------------|-------------------|
| <b>K-1</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>694</b>     | <b>273</b>       | <b>2542,12</b>    |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2479</b>    | <b>795</b>       | <b>3118.23</b>    |
| <b>M-1</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>766,48</b>  | <b>295</b>       | <b>2598,23</b>    |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2548</b>    | <b>809</b>       | <b>3149.56</b>    |
| <b>M-3</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>754</b>     | <b>300,5</b>     | <b>2509,15</b>    |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2544</b>    | <b>809</b>       | <b>3144</b>       |
| <b>D-1</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>756</b>     | <b>297,5</b>     | <b>2541,17</b>    |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2542</b>    | <b>818</b>       | <b>3107.57</b>    |
| <b>O-1</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>760</b>     | <b>286</b>       | <b>2657.3</b>     |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2467</b>    | <b>792.5</b>     | <b>3112.93</b>    |
| <b>O-2</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>778</b>     | <b>295,5</b>     | <b>2632,82</b>    |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2560</b>    | <b>814.5</b>     | <b>3143.03</b>    |
| <b>O-4</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>772</b>     | <b>289</b>       | <b>2671,28</b>    |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2549.5</b>  | <b>805</b>       | <b>3167.08</b>    |
| <b>OS-1</b>  | <b>Aptien</b>      | <b>791</b>     | <b>311</b>       | <b>2543,40</b>    |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2546</b>    | <b>817.5</b>     | <b>3114.37</b>    |
| <b>OS-2</b>  | <b>Aptien</b>      | <b>777</b>     | <b>300</b>       | <b>2590</b>       |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2539.88</b> | <b>814</b>       | <b>3120.24</b>    |
| <b>S-1</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>768</b>     | <b>307</b>       | <b>2501,62</b>    |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2546</b>    | <b>814.5</b>     | <b>3125.84</b>    |
| <b>A-1</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>800</b>     | <b>308</b>       | <b>2597,40</b>    |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2504</b>    | <b>798</b>       | <b>3137.84</b>    |
| <b>E-O</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>850,5</b>   | <b>314,5</b>     | <b>2704,292</b>   |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2671.5</b>  | <b>837.5</b>     | <b>3189.85</b>    |
| <b>G-1</b>   | <b>Aptien</b>      | <b>888,5</b>   | <b>334</b>       | <b>2660,17964</b> |
|              | <b>Salifère S4</b> | <b>2671.5</b>  | <b>837.5</b>     | <b>3189.85</b>    |

**Tableau III.1 : Vitesses moyennes calculées dans les puits de la région d'étude.**

#### **III.4.5. Description des cartes réalisées**

Une description structurale de la région étudiée sera faite sur la base des cartes en isochrones et en isobathes réalisées aux toits de l'Aptien et du Salifère S4, ensuite toutes les caractéristiques (direction, rejet, nature, etc.) des différentes failles existantes dans la région seront détaillées, ainsi que la description (surface et amplitudes) des structures forées et non forées dans cette même zone, et leur positionnement sur les différentes sections sismiques.

##### **III.4.5.1. Cartes en Isochrones**

Deux cartes en isochrones ont été réalisées dans cette étude.

- Une carte en isochrones au toit de l'Aptien.
- Une carte en isochrones au toit du Salifère 'S4'.

### III.4.5.1.1. Carte en isochrones au toit du Salifère S4 (Figure III.14)

L'analyse globale de cette carte montre essentiellement trois zones hautes séparées par des ensellements. Ces dernières constituent les grands gisements d'hydrocarbures, mis en évidence dans la région d'étude, à savoir, Ait Kheir au Sud du bloc 437, Oued Noumer dans la partie centrale, et enfin Makouda dans la partie Ouest. Cette cartographie révèle aussi l'existence d'un monoclinal, de direction SE-NO, sur lequel est implanté le puits K-1. Il est toutefois utile de noter l'élargissement de la structure, représentant le champ d'Ait Kheir, en direction du Nord.

Les failles observées sur cette carte sont principalement des failles normales et de direction Sud Nord. Outre celles-ci, nous constatons d'autres failles normales de directions E-O. Ces failles, traversant presque toute la série sédimentaire, viennent contrôler et compartimenter en zones hautes et zones basses notre région d'étude.

Cette carte montre également que les deux structures positives d'Ait Kheir et Oued Noumer sont limitées à l'Est, par une faille normale principale, prenant naissance au Sud du bloc 437 pour disparaître au Nord du champ d'Oued Noumer.

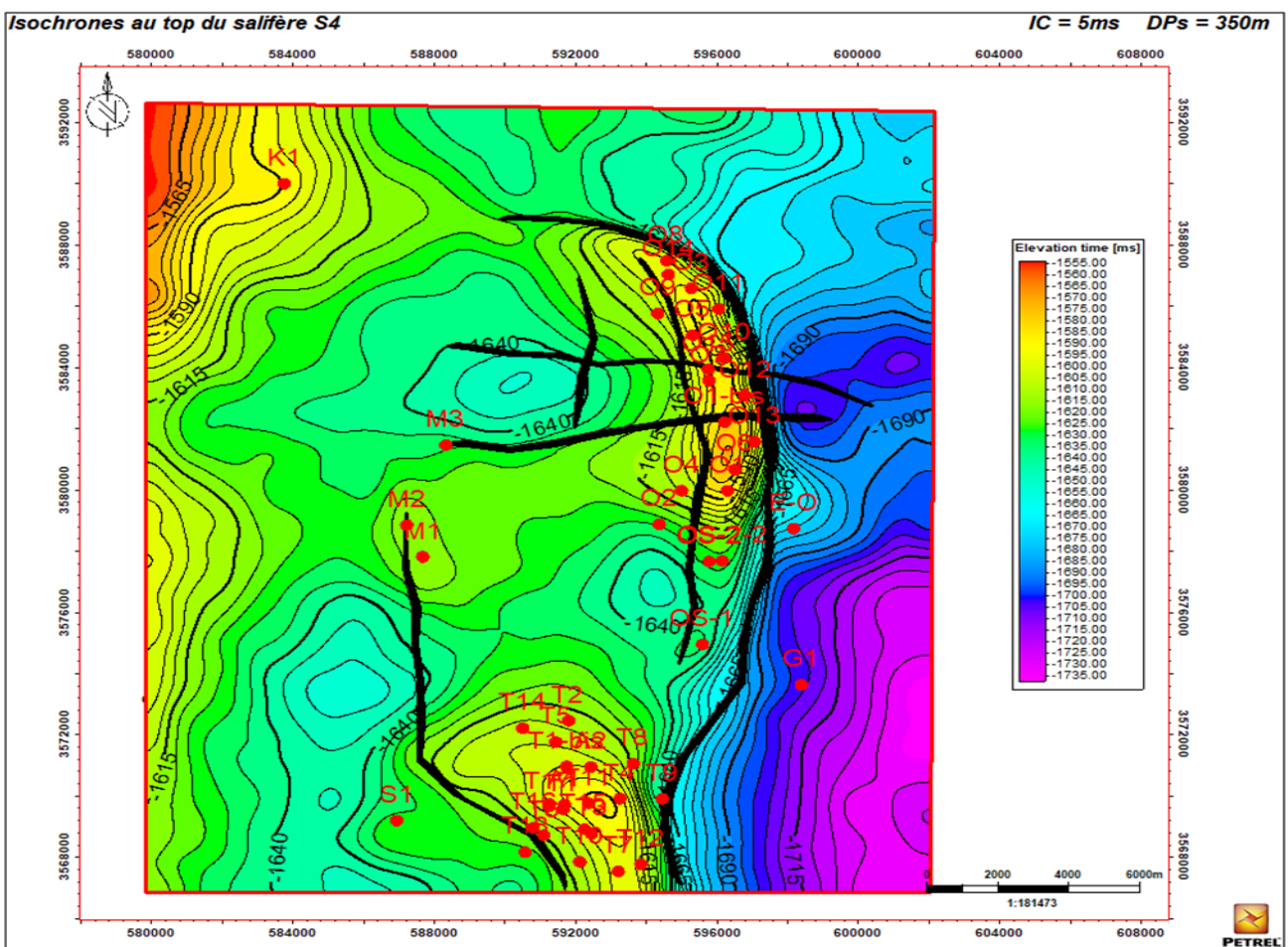


Figure III.14 : Carte en isochrones au top du Salifère S4.

### III.4.5.1.2. Carte en isochrones au toit de l'Aptien (Figure III.15)

Globalement, la carte en isochrones au toit de l'Aptien dégage la même image structurale que celle obtenue au niveau du Toit du Salifère S4. Nous observons les mêmes trends et les mêmes culminations avec des amplitudes moins importantes et des formes différentes.

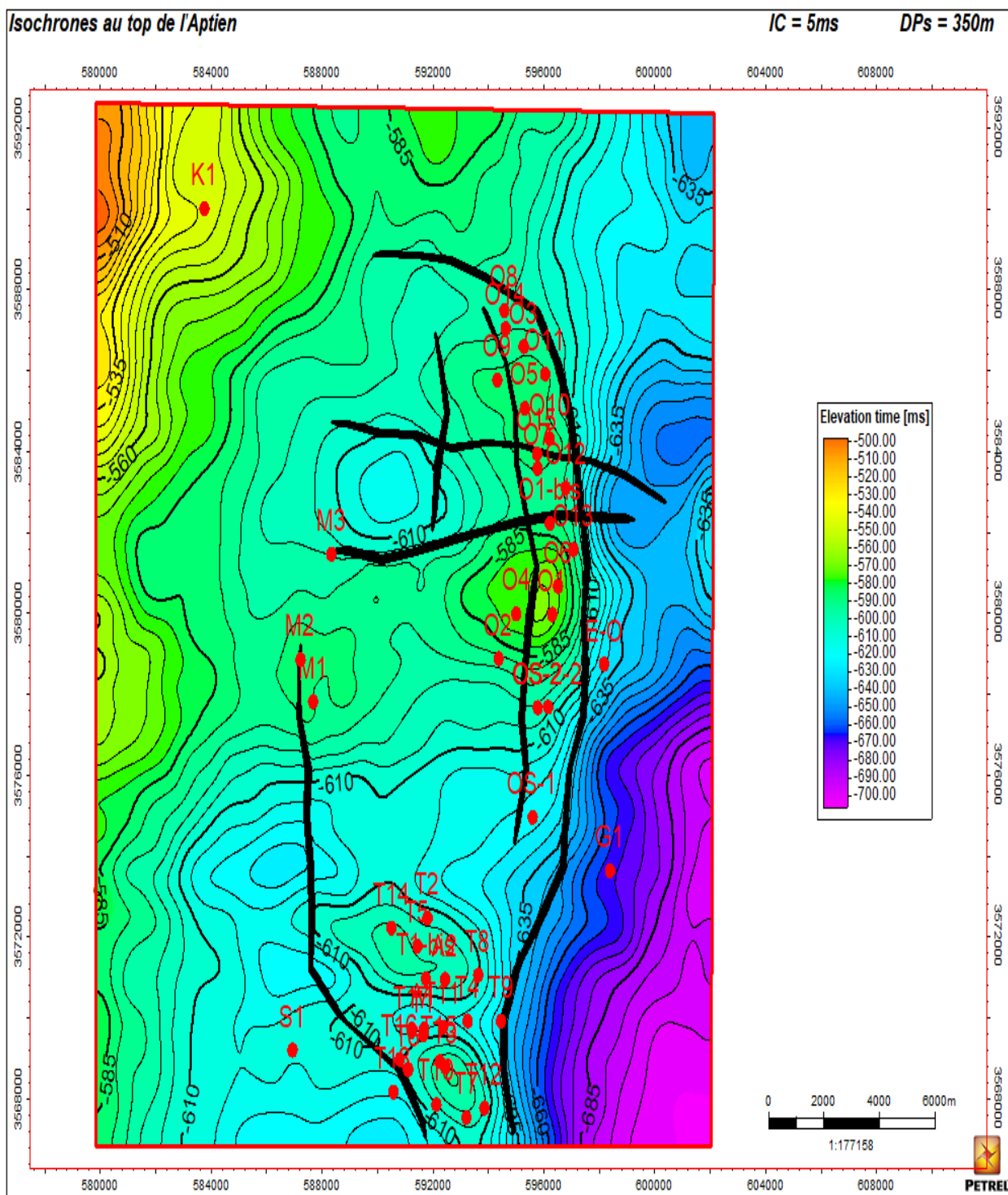


Figure III.15: Carte en isochrones au toit de l'Aptien.

### **III.4.5.3. Carte en Isobathes au toit du Salifère 'S4'**

La carte en isobathes, découlant de l'interprétation sismique du Toit du Salifère 'S4', fait ressortir des trends structuraux approximativement semblables à ceux relevés sur la carte en isochrones établie au niveau de cet horizon. Nous observons les anciennes structures suivantes :

#### **➤ Ait Kheir**

C'est une structure découverte par Sonatrach, elle se situe au Sud du bloc 437. Cette présente cartographie montre que tous les forages ont été implantés sur cette structure, sauf le puits T9 qui a été réalisé sur une position affaissée ; ceci explique les résultats négatifs enregistrés au niveau de ce puits.

D'après les résultats des tests enregistrés sur les logs habillés des puits se situant dans cette région (Ait Kheir), le plan d'eau est défini à la côte -2323m (2673m/DPs). Ce plan est considéré commun aux deux niveaux « A » et « B ».

#### **➤ Oued Noumer**

Cette grande structure se situe au centre du bloc 437 et est séparée de sa partie Sud par un ensellement de la structure d'Ait Kheir.

Les résultats négatifs des deux puits O-2 et O-4 s'expliquent par le fait qu'ils sont implantés en dehors de la structure.

L'interprétation des tests effectués au niveau des puits de cette structure, nous a permis de situer le plan d'eau à la côte -2301m (2651m/DP sismique).

#### **➤ Makouda**

Elle se situe au centre du bloc 437, elle est limitée au Sud Est par le champ d'Ait Kheir et à l'Est par le gisement d'Oued Noumer. Elle est moins élevée que les deux structures d'Ait Kheir et Oued Noumer. Le plan d'eau est défini aux environs de -2310m (2660m/DPs).

Outre ces anciennes structures, nous constatons que la partie Nord de la structure d'Ait Keir et la partie Nord-Ouest du gisement d'Oued Noumer, peuvent s'avérer intéressantes.



### III.4.5.3. Carte en Isobathes au toit de l'Aptien

La description donnée précédemment pour la carte en isochrones de l'Aptien reste valable pour la carte en isobathes établie au même horizon, mis à part les changements de formes, de superficies et d'amplitudes des différentes structures dégagées par cette interprétation. Il est à noter qu'aucune fermeture structurale n'est identifiée au niveau du gisement de Makouda.

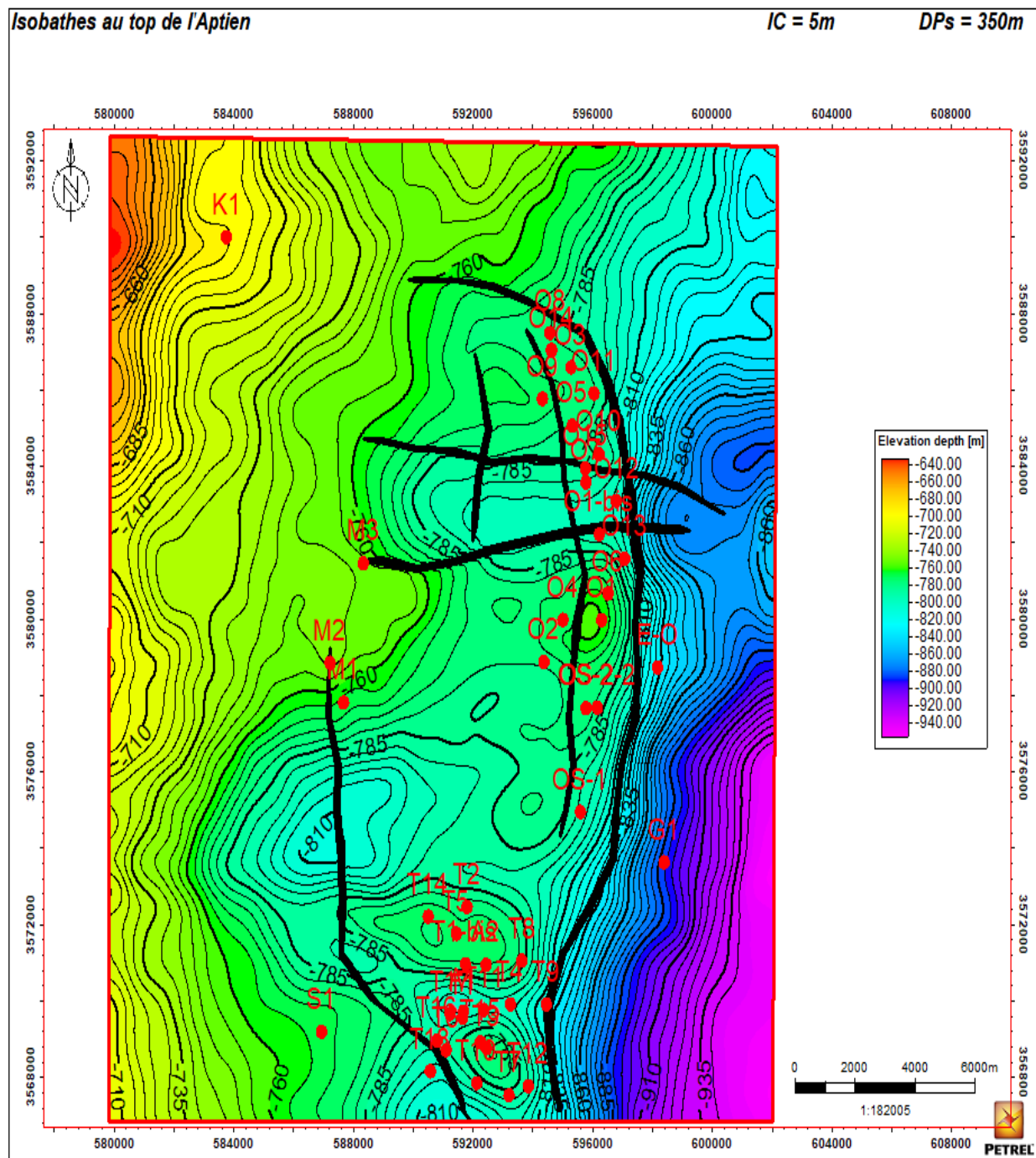


Figure III.17: Carte en isobathes du toit de l'Aptien

### III.5. Interprétation des failles

| Faille | Description | Direction | Horizons affectés    | Rejet max (m) | Rejet min (m) | Extension (km) |
|--------|-------------|-----------|----------------------|---------------|---------------|----------------|
| F1     | Majeure     | N-S       | Aptien Salifère 'S4' | 70            | 5             | 35             |
| F2     | Majeure     | N-S       | Aptien Salifère 'S4' | 20            | 1             | 16.6           |
| F3     | Majeure     | N-S       | Aptien Salifère 'S4' | 10            | 1             | 16             |
| F4     | Mineure     | E-O       | Aptien Salifère 'S4' | Négligeable   | Négligeable   | 12.6           |
| F5     | Mineure     | E-O       | Aptien Salifère 'S4' | Négligeable   | Négligeable   | 10.8           |
| F6     | Mineure     | N-S       | Aptien Salifère 'S4' | Négligeable   | Négligeable   | 6.6            |

**Tableau III.02 : Caractéristiques des failles figurant sur les cartes.**

#### III.5.1. Description des failles

On remarque que les failles majeures dans notre région ont une orientation N-S. Ces failles sont générées à la conséquence des phénomènes tectoniques majeurs liés aux phases de déformations du socle, et trois failles mineures ont une orientation dans la direction E-O.

##### 1) La Faille F1

Cette faille est située dans l'est de notre région d'étude, elle est d'une direction Nord - Sud (N-S) d'un rejet qui varie entre 5 et 70 m et elle a une extension de 35 km.

##### 2) La Faille F2

Cette faille est parallèle à la première faille, de la même direction Nord –Sud (N-S), elle a une extension de 16.6 km et son rejet varie entre 1 et 20 m.

##### 3) La Faille F3

Cette faille est aussi parallèle à la première et la deuxième faille, de la même direction Nord –Sud (N-S), d'une extension de 16 km avec une variation du rejet entre 1 et 10 m.

#### **4) La Faille F4**

Cette faille est située au nord de notre région d'étude, elle est perpendiculaire aux trois premières failles, de direction Est – Ouest (E-W) avec une extension de 12.6 km avec un rejet négligeable.

#### **5) La Faille F5**

Cette faille est située au-dessus et parallèle par rapport à quatrième faille et aussi perpendiculaire aux trois premières failles, elle a une orientation Est – Ouest (E-O) avec une extension de 10.8 km.

#### **6) La Faille F6**

Cette faille est aussi parallèle aux trois premières failles, elle est située dans la partie nord de notre carte et de la même direction Nord – Sud (N-S), d'une extension de 6.6 km.

### **III.6. Interprétation des structures**

#### **A) Piège anticlinal faillé**

Ce type de piège est le plus fréquent et le plus important, il constitue la grande majorité des champs géants, c'est aussi le plus facile à détecter aussi bien par la géologie de surface ou par la sismique.

#### **B) Pièges liés aux failles**

Des pièges associés aux failles peuvent être mis en place, en vue que la structure est affectée par des failles inverses qui peuvent assurer une couverture et piégeage des hydrocarbures dans les compartiments bas de la faille.

#### **III.5.2.1. Interprétation des structures du l'Aptien**

La **Figure III.17** représente la carte en isobathe du toit de l'Aptien qui représente notre objectif primaire, on remarque trois structures dans notre région d'étude. L'une des structures se situe au centre de la région et les deux autres structures se situent au sud de la région.

Ces structures peuvent accumuler des hydrocarbures. Grâce aux failles et la couverture qui se trouve au-dessus. Elles représentent des pièges potentiels de type anticlinal faillé

#### **III.5.2.2. Interprétation des structures du Salifère 'S4'**

La description donnée précédemment pour l'interprétation des structures de l'Aptien reste valable pour les structures de cet horizon, mis à part les changements de formes et de superficies.

## **Conclusion générale**

## **Conclusion générale**

À la fin de notre mémoire, on rappelle que l'objectif de ce travail était d'effectuer une interprétation structurale 3D sur les données obtenues d'une acquisition réalisée dans la région d'Oued Mya (Périmètre Zalfana). Le but de cette étude est de cartographier les objectifs géologiques et de mettre en évidence des structures favorables à l'accumulation des hydrocarbures.

L'interprétation s'est effectuée en suivant plusieurs étapes. Nous avons commencé par choisir les horizons à étudier, ensuite réaliser un calage en utilisant les données du puits K1, puis suivre nos horizons (Aptien et Salifère 'S4') et identifier les failles pour obtenir les cartes en isochrones dans le domaine temporel. Ensuite, nous avons procédé à la conversion temps-profondeur pour obtenir les cartes en isobathes en utilisant les cartes en iso-vitesse.

Le puits K-1, foré dans la partie N-O de la région d'étude et ayant comme objectif principal le Trias "T2" et "T1", ainsi que l'Ordovicien (Grès d'Ouargla, Quartzites de Hamra et Grès d'El Atchane) comme objectif secondaire, s'est avéré sans intérêt pétrolier (compact ou aquifère).

Concernant les réservoirs paléozoïques dans cette région (bloc 437), tous les puits qui les ont traversés, montrent qu'ils sont aquifères ou compacts.

Aucune nouvelle structure n'est dégagée par cette interprétation, mis à part la partie Nord - Ouest d'Oued Noumer et la partie Nord d'Ait Kheir qui s'avèrent prometteuses pour une éventuelle implantation.

## Bibliographie

### LIVRES ET ARTICLES :

**Bacon.M., Simm.R and Redshaw,** 2003, 3-D seismic interpretation, CAMBRIDGE university press.

**Benamerane, O. 1987.** Diagraphie et sédimentologie : une combinaison efficace pour l'étude des Bassin et l'exploration des piège stratigraphique d'hydrocarbures (Trias du Bassin de l'Oued M'ya Algérie). Thèse de Doctorat, Université : Pierre e tMarie Curie, Paris.

**Boudjemaa,R. 1987.**Evolution structural du bassin pétrolier "triasique" du Sahara Nord Oriental. Thèse Doctorat, Uni. Paris-Sud, Orsay.

**Hervé Perroud,** 2012, Géophysique Pétrolière, Université de Pau et des Pays de l'Adour.

**Lavergne.M,** 1986, Méthodes sismiques, EDITION TECHNIP.

**Bachta.M,** 2002, Traitement sismique 3D.

### WEBOGRAPHIE :

**DJEDDI Mabrouk :** Profil Sismique Vertical. 13pp, 12 figures .Laboratoire de Physique de la Terre, Université M'Hamed Bougara Boumerdes -Algérie, 2013.

<http://djeddimaabrouk.fr.gd/>.

**DJEDDI Mabrouk :** Divergence sphérique et absorption des ondes sismiques. 11pp, 6 figures .Laboratoire de Physique de la Terre, Université M'Hamed Bougara Boumerdes - Algérie, Nov. 2013, <http://djeddimaabrouk.fr.gd/>.

**Djeddi Mabrouk.** Cours de prospection sismique « Les Corrections Statiques» Département de Géophysique (FHC), Université M'Hamed Bougara de Boumerdes. Algérie. Nov. 2015, <http://djeddimaabrouk.fr.gd/>.

**Djeddi Mabrouk.** « Cours de traitement de l'information sismique - les corrections dynamiques» Département de Géophysique (FHC), Université M'Hamed Bougara de Boumerdes. Algérie. Mai , 2015, <http://djeddimaabrouk.fr.gd/>.

### Rapports d'entreprise :

**BEICIP. 1992.** Evolution des réserves « région d'oued M'ya,Volume II ».

**Sonatrach .1995.** « Géologie d'Algérie » Contribution de SONATRACH Division Exploration, Centre de Recherche et Développement et Division Petroleum Engineering et Développement et Division Petroleum Engineering et Développement n° 7-38p.

**WEC (Sonatrach-Shlumberger).** 2007. 'WELL EVALUATION CONFERENCE ALGERIA'' n° 23-26p.