

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



Mémoire de Master Professionnel
Domaine : Sciences de la Terre et de l'Univers

Filière : Géologie

Spécialité : Géologie Pétrolière

THEME

**Modélisation Géologique du réservoir cambrien Ra de la
Zone HZ-NW4 à l'aide de Pétrel**

Présenté par
Bediaf Soundous.
Soutenu publiquement le
Devant le jury :

Président :	Dr .Bouzaher F	MCB	Univ-Ouargla
Promoteur :	Dr. BELKSIER. Med S	Pr	Univ-Ouargla
Examineur :	Mr Merabet L	MAA	Univ-Ouargla

Année Universitaire : 2023/2024

- Remercîments
- Résumé
- Liste de Figures
- Liste de tableaux

Sommaire :

CHAPITRE I : Introduction

I. INTRODUCTION1

CHAPITRE II: GENERALITES SUR LECHAMP DE HASSI MESSAOUD.

INTRODUCTION.....6

SITUATION GEOGRAPHIQUE DU CHAMP :.....6

CADRE STRUCTURAL :.....6

STRATIGRAPHIE DU CHAMP DE HASSI MESSAOUD.....7

LE SOCLE CRISTALLIN8

INFRACAMBRIEN :.....8

PALEOZOÏQUE:.....8

A. Cambrien :.....10

a) Lithozone R3.....10

b) Lithozone R2.....10

c) Lithozone Ra10

d)) Lithozone Ri (Cambro-ordovicien).....11

B. Ordovicien.....11

a) Zone des alternances.....11

b) Argile d'El Gassi.....11

c) Les Grès d'El Atchane.....11

d) Les Quartzites de Hamra.....11

1. Mésozoïque.....

.....12

A. Le Trias.....12

a) Trias éruptif.....12

b) Trias argilo-gréseux.....12

c) Trias argileux.....12

d) Trias salifère.....12

B. Le Jurassique.....13

a) Le Lias.....13

b) Le Dogger.....13

c) Le Malm.....13

C. Le Crétacé.....13

a) Le Néocomien.....14

b) Le Barrémien.....14

c) L'Aptien.....14

d) L'Albien L'Albien.....14

e) Le Cénomanién.....14

f) Le Turonien.....14

g) Le Sénonien.....14

2. Cénozoïque.....

.....14

I. Évolution géodynamique du champ de Hassi

Messaoud.....15

1. Evolution structurale du champ de Hassi

Messaoud.....16

1.1. Structuration anté-

Triasique.....16

1.2.	Structuration	post-
triasique.....	17	
1.3.	Structuration	
actuelle.....	18	
II.	Secteur	
d'étude.....	18	
1.	Découpage du réservoir principal	Ra
.....	19	
1.1. Découpage Sédimentologique.....	19	
1.2. Découpage pétrophysique.....	19	
CHAPITRE III : Données utilisé et méthodologie d'étude		
-	INTRODUCTION.....	21
I.	Présentation du Logiciel	21
II.	Description du Logiciel	21
III.	Objectif de la modélisation.....	22
IV.	Préparation des données	23
IV.1.	Acquisition et traitement des données bruts	23
IV .2.	Chargement Des Données	23
2.1	Données des puits.....	24
2.1.1	Well heads	24
2.1.2	Well paths	26
2.1.3	Well logs	27
2.1.4	Well tops	29
2.1.5	Failles (Faults DATA).....	31
CHAPITRE IV : Modélisation Stratigraphique et structurale.		
-	INTRODUCTION.....	
.....	32	
I.	La modélisation	
stratigraphique.....	32	
II.	Présentation du modèle	
structural.....	33	
II.1	Modélisation des failles.....	34
II.2	Pillar Gridding (maillage horizontale).....	36
2.1.1.	Génération de la Grille 3D.....	37
2.1.2.	Grid Boundary.....	37
2.1.3.	Directions.....	38
2.1.4.	Trends.....	38
2.1.5.	Segments.....	39
II.3	Maillage vertical.....	40
3.1	Make Horizons.....	41
3.2	Make Zones.....	41
3.3	Make Layer.....	42
III.	Résultats obtenus.....	45
1.	Carte en structurale à la discordance hercynienne	45
2.	Carte en structurale au toit du D2.....	45
3.	Coupe géologique	46
Conclusion Générale		
Référence Bibliographique 74		

Liste de figure

Figure(II.1): Situation géologique du champ de Hassi Messaoud (Wec 2007).....	10
Figure(II.2): Coupe géologique Est-Ouest du champ de Hassi Messaoud.....	8
Figure(II.3): Coupe stratigraphique type du Cambro-ordovicien du champ de Hassi Messaoud (WEC 2007).....	9
Figure(II.4): Carte des isobathes à la discordance hercynienne montrant la structure tectonique faillée du champ de Hassi Messaoud (BEICIP FRANLAB 2006).....	15
Figure(II.5): Limites de la zone considérée HZNW4.....	18
Figure(III.1): l'interface d' logiciel pétrel 2014.....	22
Figure(III.2): format de fichier Well head.....	24
Figure(III.3): carte de puits de la zone étudiée.....	25
Figure(III.4): les puits de la zone HZ-NW4 en 3 D.....	25
Figure(III.5): Format de fichier Well path.....	26
Figure(III.6): déviation des puits de la zone HZ-NW4.....	27
Figure(III.7): Format de fichier las (EDI).....	28
Figure(III.8): format de fichier las (Ela).....	28
Figure(III.9): log en 3D.....	29
Figure(III.10): format de fichier Well top (puits horizontaux).....	30
Figure(III.11): format de fichier Well top (puits verticaux).....	30
Figure(III.12) : Well Top présenté en 3D.....	31
Figure(III.13): Format de fichier de failles.....	31
Figure(IV.1): Corrélation entre les puits dans la direction WSW-ENE (Pétrel 2014).....	32
Figure(IV.2): Plan de faille modélisée a Pétrel.....	35
Figure(IV.3): Modèle de Failles de HZNW4.....	35
Figure(IV.4): Grilles supérieur, inférieur et centrale.....	37
Figure(IV.5): direction des failles de HZNW4.....	38

Figure(IV.6): Trends présentés en 2D.....	39
Figure(IV.7): Segments du champ HZNW4 séparés par les failles et les trends.....	40
Figure(IV.8): Réglages pour le processus Make Horizons.....	41
Figure(IV.9): Réglages pour le processus Make Zones.....	42
Figure(IV.10): Réglages pour le processus Make Layer.....	43
Figure(IV.11): Modèle structurale après le processus Make Layers.....	44
Figure(IV.12): Résumé des processus du maillage vertical dans Pétrel.....	44
Figure(IV.13): carte structural au toit de la discordance hercynienne DH.....	45
Figure(IV.14): Carte en structurale au toit du D2.....	46
Figure(IV.15) : coupe géologique de direction WSW-ENE.....	50

Liste des tableaux

Tableau (III.1): Les données requises pour une modélisation géologique.....	23
--	----

Remerciement :

Je voudrais exprimer à l'occasion de ce projet de fin d'études toute ma gratitude aux enseignants du département des sciences de la Terre et de l'univers de université Ouargla pour leurs apports scientifiques.

Je remercié beaucoup à monsieur BELKSIER Mohamed Salah, qui a dirigé mes travaux avec beaucoup d'attention et dont les enseignements et les orientations m'ont toujours été précieux et enrichissants.

Je remercie l'ensemble du personnel de la division Études de géologie SONATRACH – CRD- HASSI MESSAOUD, je cite en particulier :

En fin je remercie tous qui mon aidé de près ou de loin à qui je dois ma formation.

ملخص

إن الهدف من هذا العمل هو وضع النموذج الجيولوجي لخزان الخاصة بالقطاع المدروس في المنطقة الشمالية الغربية 4 و التي تحتوى على 28 بئر. عبر النموذج البنيوي واليتر وفيزيائي يتشكل النموذج و ذلك عبر تحميل خصائص اليتر وفيزيائي في النموذج البنيوي للحصول على النموذج التوازن للخزان وهذا من اجل اختيار المناطق المناسبة للحفر.

الكلمات المفتاحية حاسي مسعود .خزان كمبريين ديغرافي

Résumé

Le but de travail était l'établissement d'un modèle géologique du réservoir dans la zone d'étude HZNW4 qui on dispose de nombreux forages (28 puits). Ce modèle permet, à partir de la synthèse structurale et pétrophysique, Le modèle structurale a été développé par Petrel. Puis le modèle structurale a été rempli par les propriétés pétrophysique, d'affiner le modèle statique du réservoir établi en vue de l'utilisé pour choisie une bonne partie pour l'implantation.

Mots-clés: Hassi Messaoud, Réservoir cambrien, Diagraphie, Modélisation.

Abstract

The purpose of the study was to establish a geological model of the reservoir in the HZNW4 study area, which has numerous boreholes (28 wells). This model allows, from the structural and petrophysical synthesis, the structural model was developed by Petrel. Then the structural model was filled by petrophysical properties, to refine the static model of the reservoir established in order to used for chosen a good part for implantation.

Keywords: Hassi Messaoud, Cambrian Reservoir, Diagraphy, , Modeling.

INTRODUCTION Générale

D'un point de vue pétrolier, les gisements d'hydrocarbures d'Algérie sont quasiment tous situés dans la région du Sahara où ils se répartissent dans différents bassins. Le bassin le plus prolifique demeure celui de Oued Mya où se trouvent les gisements géants de Hassi Messaoud et de Hassi R'mel, alors que le bassin de Berkine constitue cette dernière décennie un pôle majeur de développement, notamment avec la découverte des gisements d'Ourhoud et Hassi Berkine Sud. Quant aux bassins du Sud-Ouest, ils constituent un pôle d'exploration gazière relativement important, ainsi qu'un début de développement tout aussi important avec la mise en production des gisements gaziers de la région d'In Salah et le lancement du développement des accumulations d'huile de la cuvette de Sbaa. Plus de deux cents gisements sont aujourd'hui reconnus. Les réservoirs sont gréseux dans leur quasi-totalité et se trouvent essentiellement dans les niveaux du Cambro-ordovicien, du Silurodévonien, du Carbonifère et du Trias. Notre travail se propose de réaliser un modèle géologique statistique de la région de Hassi Messaoud au cours du Cambrien.

Cette étude a été réalisée à la demande de Sonatrach afin de fournir un modèle statique du réservoir pour une meilleure exploitation du gisement de Hassi Messaoud. Notre problématique réside dans les variations de la production des puits repartis dans le gisement. Pour rentabiliser cette étude, on a essayé de trouver une approche logique au problème posé, et pour se faire, les objectifs suivants ont été fixés :

- Réalisation d'un modèle géologique 3D de pétrophysique, et détermination des meilleures zones de productions en fonction des paramètres pétrophysique. Ce modèle statique constituera un guide de prospection pour de nouvelles recherches d'implantation de puits dans la zone HZNW4.

Chapitre I : Généralités sur la Zone d'étude

I. Situation géographique du champ :

Le champ de Hassi Messaoud est situé à 700 km au Sud-Est d'Alger, à 350 km de la frontière tunisienne et à 80 km à l'Est de Ouargla. Il a une superficie de 2000 km², à une altitude de 142 m. le climat y est désertique avec des températures allant de 0°C à 47°C en moyenne. En automne et au printemps, la région est soumise à de fréquents vents de sables avec une vitesse pouvant atteindre les 100 km/h, de direction dominante NNE. Le champ de Hassi Messaoud est considéré comme étant le plus grand gisement pétrolifère de la province triasique algérienne. De par sa superficie et ses réserves, il est le plus grand gisement de pétrole d'Algérie et s'étend sur près de 2200 Km² de superficie. Il est limité au :

- NW par le gisement d'Ouargla, Guellaba, Benkahla et Haoud Berkaoui.
- SW par le gisement d'el Gassi, Zotti et El Agreb.
- SE par le gisement de Rhoude-El-Baguel et Mesdar.
- Est par le gisement de Ghadamés.

Sa localisation en coordonnées Lambert Sud Algérie est:

- 790 000 à 840 000 Est.
- 110 000 à 150 000 Nord.

II. Cadre structural :

Le champ de Hassi Messaoud est un vaste anticlinal très fortement érodé et cisailé par un jeu de failles ou d'accidents d'orientation Nord-Nord-Ouest Sud-Sud-Est faisant apparaître une géométrie en Horst et Grabens. Ces failles sont détectées soit par décalage structural des formations ou encore lors de la répétition des séries sédimentaires. Le Paléozoïque représenté seulement par le Cambro-ordovicien est recouvert en discordance par une épaisse couverture Mésozoïque-cénozoïque avec à la base, une sédimentation salifère d'âge triasique très puissante assurant l'étanchéité et le piégeage des hydrocarbures au sein de la formation. L'absence des séries supérieures du Paléozoïque correspondrait à un non dépôt lié à une longue période d'émersion plutôt qu'à une forte érosion. Le champ de Hassi Messaoud occupe la partie centrale de la province triasique. De par sa superficie et ses

réserve, il est le plus grand gisement de pétrole d'Algérie et, s'étend sur près de 2200 Km² de superficie. A plus grande échelle, il est encadré (Figure 3) :

- Au sud par le horst d'Amguid.
- Au Nord par les structures Djemaa de Touggourt.
- A l'est par la dépression de Ghadames.
- A l'Ouest par le bassin d'oued Mya.

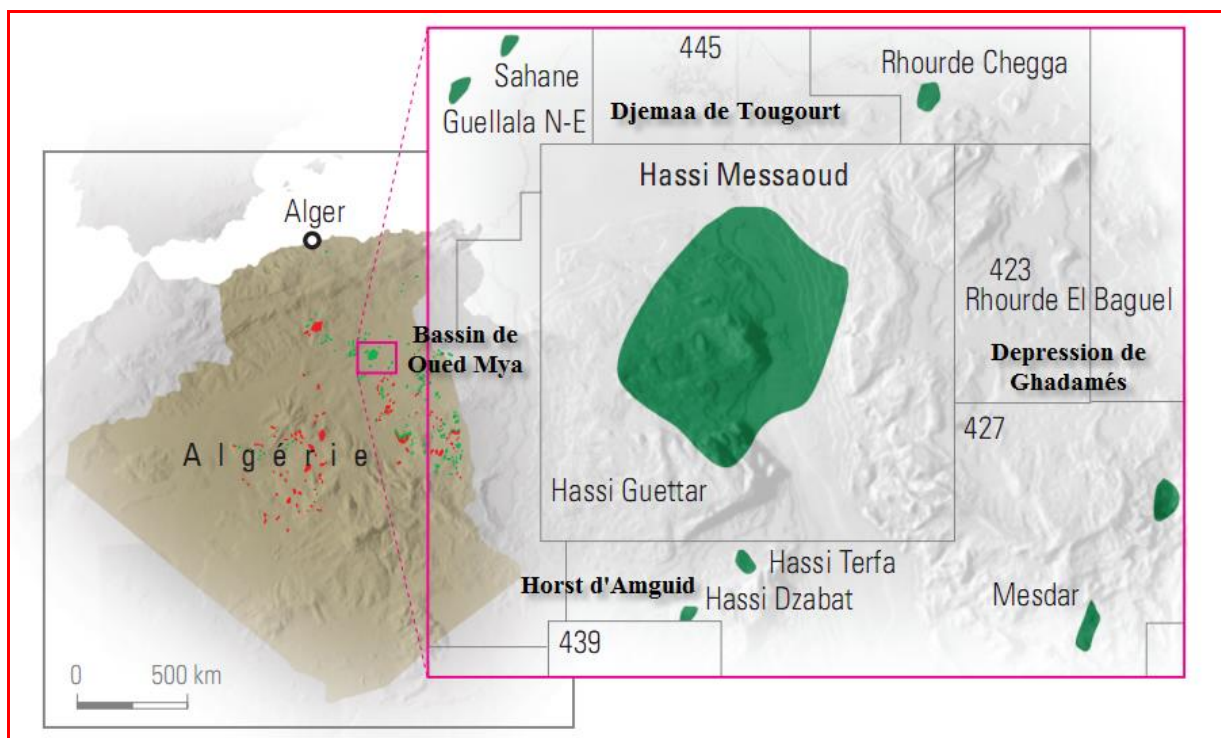
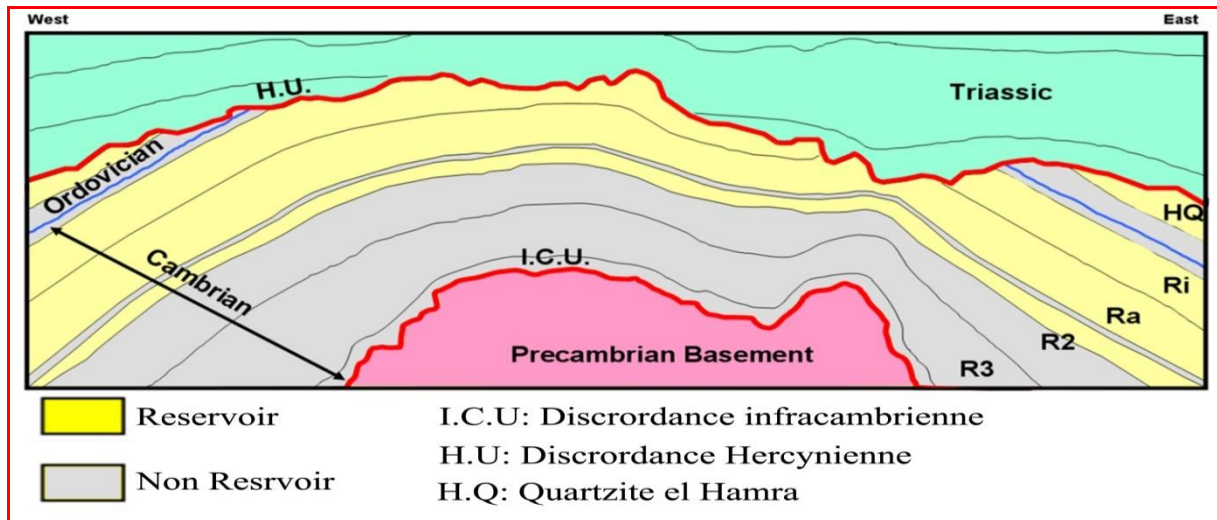


Figure (II.1) : Situation géologique du champ de Hassi Messaoud (Wec 2007).

III. Stratigraphie du champ de Hassi Messaoud :

Le champ de Hassi Messaoud se présente comme un vaste môle sur lequel une bonne partie de la série stratigraphique Paléozoïque est absente, supprimant ainsi tout témoin de l'histoire géologique pendant 230 millions d'années (Figure 4).



Figure(II.2): Coupe géologique Est-Ouest du champ de Hassi Messaoud.

Ce sont des dépôts du Paléozoïque, reposant sur un socle granitique, qui ont été érodés. De ce fait, les dépôts mésozoïques reposent en discordance sur le Cambro-ordovicien. En allant vers la périphérie du champ, la série devient plus complète. De la base au sommet de cette série, on distingue (Figure 5) :

1. Le socle cristallin :

Il fut observé au niveau des puits Md2 à 3658m, et OM81 à 3533m, il a été décrit comme un granite porphyroïde de couleur rose et altéré au sommet.

2. Infracambrien :

C'est l'unité lithologique la plus ancienne rencontrée par le forage Omg47 à une profondeur de 4092m, Il est constitué de grés argileux rouges.

3. Paléozoïque:

Sur le socle, les formations Paléozoïques reposent en discordance ; c'est la discordance panafricaine. De la base au sommet on distingue :

			Lithologie	Epaisseurs (mètres)		Discordances
Tertiaire	Mio-pliocène			150		Pyrénéenne
	Eocène			0-150		
Crétacé	Sénonien	Carbonaté		100	440	
		Anhydritique		220		
		Salifère		120		
		Turonien				
	Cénomanién			120		
	Albien			300		
	Aptien			25	Autrichienne	
	Barrémien			280		
	Néocomien			200		
	Jurassique	Malm			220	
Dogger			250			
Lias		Anhydritique		200	810	
		Salifère HB		50		
				30		
		S1 + S2				
		S3		450		
Trias		Argileux		80	0-300	
		S4		0-100		
		Argileux		0-20		
		T2 + T1		0-120		
		Roches éruptives		0-180		
		Série inférieure		0-50		
Ordovicien		Grès d'Ouargla		50	200	
		Quartzites Hamra		75		
		Grès d'El Atchane		20		
		Argiles d'El Gassi		85		
Cambrien		Zone des alternances		25	500	Panafricaine
		R1	Ri	50		
			Ra	120		
		R2				
		R3		300		
		Socle				

Figure (II.3): Coupe stratigraphique type du Cambro-ordovicien du champ de Hassi Messaoud (WEC 2007).

A. Cambrien :

Essentiellement constitué de grès hétérogènes, fins à très grossiers entrecoupés de passées de siltstones argileux, micacés. Epaisseur moyenne de 590m. Il constitue le principal réservoir de Hassi Messaoud et a été subdivisé en quatre grands ensembles distincts (LHOMER 1966). Ce découpage est en fonction de critères pétrographique, pétrophysique et diagaphiques. On distingue de bas en haut :

a) Lithozone R3 : Son épaisseur moyenne est de 370 m.

La lithozone R3 repose sur l'fracambrien ou directement sur le socle. Il se compose de grès feldspathiques et micacés à grains moyens à très grossiers conglomératiques à la base, à ciment argileux abondant, admettant des passées de grès ferrugineux et d'argile silteuse. Il ne présente aucun intérêt pétrolier à cause de ses faibles propriétés matricielles et de sa position profonde au-dessus du plan d'eau.

b) Lithozone R2 : Son épaisseur moyenne est de 100 mètres.

La lithozone R2 se compose de grès moyens à grossiers micacés, mal classés, à ciment argileux assez abondant et admettant des intercalations de silts. Les stratifications sont souvent obliques. Il est exploitable lorsqu'il est en position haute.

c) Lithozone Ra : Son épaisseur moyenne est de 125 mètres.

Elle se compose de grès à grès quartzites anisométriques moyens à grossiers, à ciment argileux et siliceux, admettant de nombreuse passées de silts centimétrique et décimétriques. Les stratifications sont souvent obliques à entrecroisées, parfois horizontales. Les Tigillites sont présentes dans la partie supérieure de la série. L'ensemble du "Ra" a été érodé au centre du champ. Selon LHOMER 1966, le "Ra" est subdivisé en trois classes granulométriques :

- La zone grossière inférieure ou Ra inferieur : subdivisé en drains1 : « D1, ID, D2 » ce sont des grès grossiers, mal classés à stratifications obliques.
- La zone médiane fine : correspond au drain « D3 », il est constitué de matériaux à grains fins à très fins, bien classés avec abondance de Tigillites et d'intercalations argileuses et silteuses.

- La zone grossières supérieure : correspond à la lithozone « D4 », elle est constituée presque des même grès que ceux du « Ra » inférieur.

d) Lithozone Ri (Cambro-ordovicien): Son épaisseur moyenne est de 42 m.

Le passage entre le Cambrien et l'Ordovicien n'est pas bien marqué, c'est pourquoi on peut distinguer une zone de passage appelée "Cambro-ordovicien". Elle se compose de grès quartzitiques isométriques fins bien classés glauconieux, à ciment argileux et siliceux, avec une présence abondante de Tigillites. Sur le plan pétrolier cette zone représente un réservoir secondaire.

B. Ordovicien :

A l'échelle régionale, l'Ordovicien est composé de plusieurs unités lithologiques, il est cependant à noter que la série est incomplète. Pour le champ de Hassi Messaoud, on distingue de la base au sommet seulement quatre (4) unités lithologiques :

a) Zone des alternances : Son épaisseur moyenne est de 20 mètres. Comme son nom l'indique, c'est un terme où alterne de façon irrégulière des argiles silteuses noires avec des grès quartzites fins isométriques avec abondance de Tigillites quelque Lingulidae (Ordovicien-Actuel), sa fraction minérale comporte de la glauconie et de la sidérite.

b) Argile d'El Gassi : Leur épaisseur moyenne est d'environ 50 mètres. Cette formation est constituée d'argile schisteuse, indurée présentant une couleur verte à noire, rarement rouge. Cette argile peut être glauconieuse ou carbonatée présentant une faune (Graptolites) indiquant un milieu de dépôt marin. Cette formation est surtout rencontrée sur les zones périphériques du champ.

c) Les Grès d'El Atchane : Leur épaisseur moyenne varie de 12 à 25 mètres. Cette formation est constituée de grès fins à très fins, de couleur gris-beige à gris-sombre. Ce grès peut être argileux admettant de nombreuses passées argileuses et silteuses.

d) Les Quartzites de Hamra : Leur épaisseur moyenne varie de 12 à 75 mètres. Il s'agit de grès quartzites fins, siliceux gris clair à beige, à rare intercalations argileuses, silteuses, micacées et indurées de la glauconie, de l'anhydrite et de nombreuses Tigillites.

4. Mésozoïque :

A. Le Trias :

Il repose en discordance sur le Cambrien, au centre et sur l'Ordovicien aux flancs de la structure. C'est un ensemble très varié résultant de la transgression qui fut à caractère lagunomarin, accompagnée par des coulées éruptives. Il est subdivisé en quatre (4) unités:

a) Trias éruptif: Son épaisseur varie entre 0 et 92 mètres. Localement on rencontre des coulées éruptives interstratifiées avec des grès du Trias, cela semble indiquer la présence de plusieurs épanchements volcaniques venant s'intercaler dans les faciès détritiques. Ces coulées ont souvent eu lieu dans les vallées hercyniennes.

b) Trias argilo-gréseux : Son épaisseur moyenne est de 35 mètres. Il constitue le premier remplissage du relief paléozoïque et se subdivise en plusieurs unités qui diffèrent par leurs lithologies et leurs réponses diagénétiques. Il repose, localement, sur une coulée éruptive remplissant les vallées d'érosion hercynienne profondes:

- Les Grès supérieurs : ce sont des grès fins à ciment argileux.
- Les Grès inférieurs : constitués de grès fins à moyens à ciment argileux abondant.

c) Trias argileux : Son épaisseur moyenne est de 113 mètres.

Il est constitué d'argiles dolomitiques ou silteuses intercalées de banc de sel de couleur brun-rouge.

d) Trias salifère : Son épaisseur moyenne est de 340 mètres. Joue le rôle d'une couche couverture, il est constitué de banc de sel massif présentant au sommet des intercalations d'anhydrite et des bancs d'argiles légèrement silteuses et dolomitiques, il se compose de trois (3) unités :

- **Trias salifère « 3 » ou « TS3 » :** son épaisseur est de 202 mètres. A la base du Trias salifère, il est constitué de bancs de

sel massif présentant au sommet des intercalations d'anhydrite et d'argile légèrement silteuses et dolomitique.

- **Trias salifère « 2 » ou « TS2 »** : son épaisseur est de 189 mètres. Il est constitué de bancs de sels massifs à intercalations d'anhydrite et d'argiles gypsifères.
- **Trias salifère « 1 » ou « TS1 »** : son épaisseur est de 46 mètres. Est constitué de sels avec prédominance d'anhydrites et d'argiles dolomitiques.

B. Le Jurassique : Son épaisseur moyenne est 844 mètres. Le Jurassique est un ensemble argilo-gréseux à intercalations de calcaires au sommet (Malm) et à alternances de faciès lagunaires et marins à la base (Dogger et Lias).

a) Le Lias : Son épaisseur moyenne est de 300 mètres. Le passage du Trias au Lias est caractérisé par une zone de marnes dolomitiques connues sous le terme de "Horizon B" qui est un repère sismique. Le Lias est subdivisé en cinq (5) niveaux bien distincts s'intercalant entre eux sur toute l'épaisseur :

- **Lias dolomitique « LD3 »** : D'une épaisseur de 31m, il est constitué de marnes grises avec des passées de dolomies grises.
- **Lias salifère « LS2 »** : D'une épaisseur de 58m, il est constitué de sels translucides et des passées d'argiles de couleur brun- rouge.
- **Lias dolomitique « LD2 »** : D'une épaisseur de 55m, il est formé d'une alternance de bancs de dolomies massives à grains fins, de couleur grisâtre avec des passées de marnes grises légèrement dolomitique.
- **Lias salifère « LS1 »** : D'une épaisseur moyenne de 90m, il est constitué d'argiles brunes à passées de sels et d'anhydrites blanches.
- **Lias dolomitique « LD1 »** : Epais de 66m, il est constitué de bancs de dolomies et d'anhydrites à passées d'argiles et de calcaires.

b) Le Dogger : Son épaisseur moyenne est de 320 mètres. Le Dogger est subdivisé en deux (2) formations, le Dogger lagunaire à la base et le Dogger argileux au sommet.

- **Dogger Lagunaire :** Il est représenté par une série lagunaire à la base essentiellement de l'anhydrite et de la dolomie sur 210m d'épaisseur.
- **Dogger Argileux :** Epais de 107m, il est constitué d'argiles tendres, silteuses à passées de grès fins à ciment argileux carbonaté.

c) Le Malm : Son épaisseur moyenne est de 226 mètres. Il est caractérisé par les dépôts d'argiles et de marnes avec des intercalations des bancs de calcaires et dolomies accompagnés de quelques traces d'anhydrites.

C. Le Crétacé : Son épaisseur moyenne est de 1620 mètres. Il est constitué de sept étages, de la base au sommet on distingue :

a) Le Néocomien : Son épaisseur est de 182 mètres. Il comprend deux niveaux, à la base un terme gréseux constitué de grès et de quelques passées d'argiles, au sommet un terme argileux représenté par des argiles avec nombreuses intercalations de calcaires et de dolomies.

b) Le Barrémien : Son épaisseur moyenne est de 280 mètres. Il est formé de grès fins à moyens carbonatés à plages d'anhydrite, alternant avec des niveaux d'argile gréseuse et dolomitique.

c) L'Aptien : Son épaisseur est de 25 mètres. Il est représenté par deux bancs dolomitiques encadrant un niveau argileux. La limite Aptien-Barrémien coïncide avec la barre calcaire-dolomitique qui représente un bon repère sismique.

d) L'Albien : Son épaisseur moyenne est de 350 mètres. Constitué de grès et sable fin, avec des intercalations d'argile silteuses, il comprend une immense nappe aquifère.

e) Le Cénomanién : Son épaisseur moyenne est de 145 mètres. Alternance d'anhydrite et d'argile rouge-brune, de marnes grises et de dolomies. La limite Cénomanién-Albien coïncide avec le passage des séries évaporitiques aux séries plus gréseuses de l'Albien.

f) Le Turonien : Son épaisseur moyenne varie de 70 à 120 mètres. Alternance de calcaire argileux, calcaire dolomitique et calcaire crayeux ; Au sommet apparaissent les bancs de calcaire. Le Turonien représente la nappe d'eau salée.

g) Le Sénonien : Son épaisseur moyenne est de 230 mètres.

- **Sénonien Lagunaire :** Epais de 350m, il présente dans sa partie inférieure des bancs massifs de sels à intercalation d'argiles et une alternance d'anhydrites, d'argiles et de dolomies à son sommet.
- **Sénonien Carbonaté :** Epais de 110m est caractérisé par une succession de banc calcaires dolomitique argileux et des bancs d'anhydrites à passées de dolomies gypseuses.

5. Cénozoïque:

Son épaisseur moyenne est de 360 mètres. Il est constitué de calcaire dolomitique à l'Éocène, et d'un recouvrement de type sableux au Mio-Pliocène.

IV. Évolution géodynamique du champ de Hassi Messaoud :

La structure du champ de Hassi Messaoud se présente comme un vaste dôme anticlinal aplati, de direction générale Nord-Est – Sud-Ouest (figure 6). Les accidents affectant le réservoir sont de deux types :

- Les failles de directions subméridiennes Nord-Nord-Est – Sud-Sud-Ouest ainsi que d'autres failles qui leurs sont perpendiculaires de direction Nord-Ouest – Sud-Est. Ceci est en relation avec la structure tectonique en horst et graben.

Les cassures sans rejets qui ont eu un grand effet sur la fracturation du réservoir

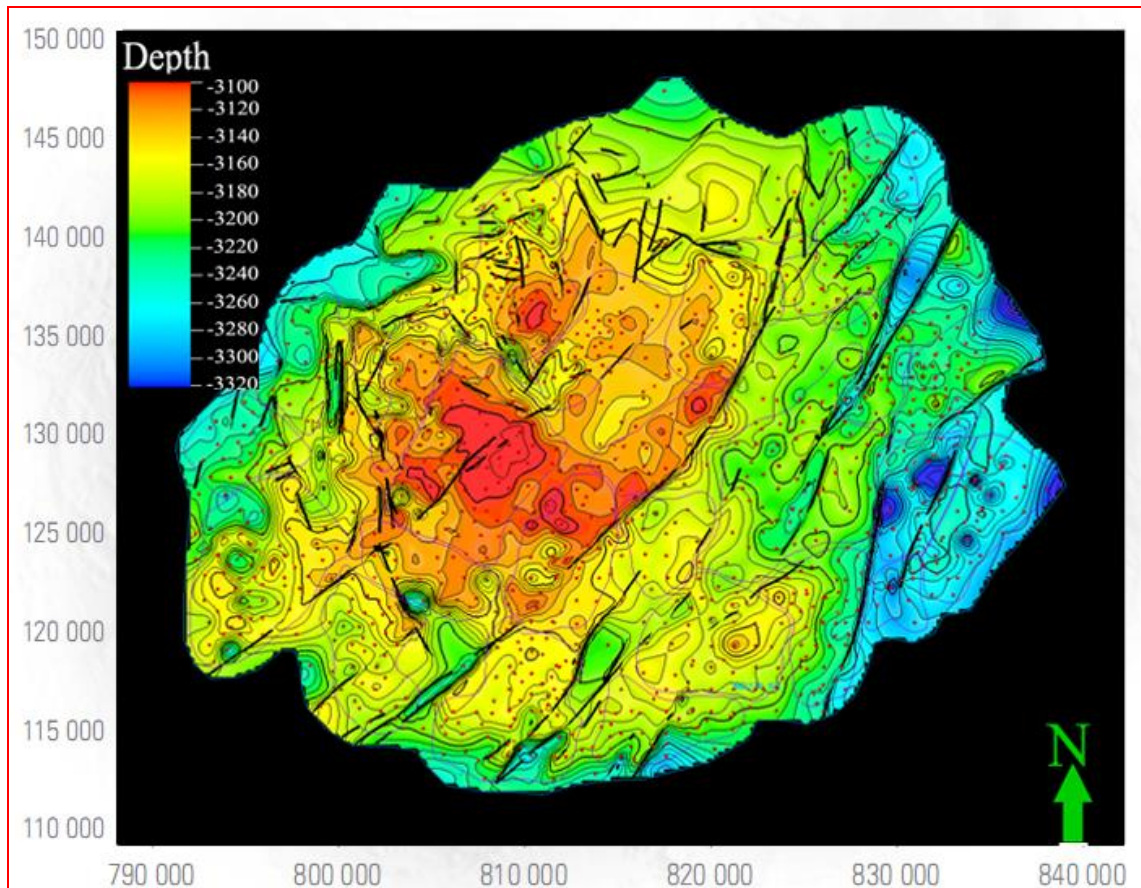


Figure (II.4) : Carte des isobathes à la discordance hercynienne montrant la structure tectonique faillée du champ de Hassi Messaoud (BEICIP FRANLAB 2006).

Chapitre II : Méthodologie de Travail

IV.1 Evolution structurale du champ de Hassi Messaoud :

1.1. Structuration anté-Triasique :

a) Phase panafricaine :

C'est une phase compressive de direction Est – Ouest, due à une collision continentale entre le craton Ouest africain rigide et le bloc Est Africain plastique (Bertrand et R.Caby 1978), provoquant une tectonique cassante, représentée par un réseau de failles de

directions Nord-Est – Sud-Ouest, Nord-Ouest – Sud-Est suivie d’une érosion intense qui s’est installée jusqu’au Cambrien conduisant à la formation d’une surface de pédiplanation appelée surface infra-tassilienne. Cette pédiplaine marque le début d’une histoire cratonique du Sahara. Des mouvements distensifs de directions Nord-Ouest – Sud-Est interviennent au Cambro-ordovicien; qui sont à l’origine de l’étirement de la croûte continentale suivie d’une subsidence tectonique et plus tard thermique ; cette distension provoque un jeu de faille normales (Nord-Est – Sud-Ouest) préexistant dans le socle, accompagnée de volcanisme.

b) La phase Eo-Calédonienne précoce ou phase Taconique :

Datée environ de 500 MA, cette phase intervient à la fin de dépôts du réservoir Anisométrique "Ra". Elle est prouvée par la transgressivité des grès isométriques connue sur les flancs de la structure prouvant ainsi le début d'une structuration à cette époque. Plus tard il s'est produit une structuration tardive cambrienne avec érosion et failles s'établissant déjà suivant une direction Nord.Est-Sud.Ouest avec des coulées volcaniques.

c) La phase Calédonienne majeure :

Datée environ de 400 Ma, Cette phase est régionalement connue par l'absence de sédiments du Dévonien et du Carbonifère dans toute la surface du haut fond d'El Biod. Il est à noter qu'une hypothèse de non dépôt est plus favorable que celle de l'érosion hercynienne et cela est dû au fait que les sédiments remaniés à la base du Trias gréseux proviennent du Cambro-ordovicien. Cette phase aurait débuté au Silurien ou au Dévonien inférieur (MASA - NICOL -1971).

d) La phase Hercynienne :

Datée environ de 225 à 250 MA, cette phase est d'une importance considérable à l'échelle régionale et particulièrement à Hassi Messaoud. Elle est responsable de la direction d'ensemble Sud.Ouest-Nord.Est de la structure actuelle, ceci est prouvé par la série triasique gréseuse avec 150 m d'épaisseur supplémentaire entre les flancs et le top du gisement qui a joué le rôle de série de comblement. L'importance du bombement est soulignée par l'érosion de toute la couverture paléozoïque et par la disposition radiale des grandes vallées de creusements ou vallées hercyniennes.

1.2 Structuration post-triasique :

Les structurations post-triasiques sont relativement faibles par rapport au paléozoïque. Les déformations sont suivies d'un basculement d'environ 200 mètres entre la partie Sud-Est et Nord-Ouest du gisement, c'est la phase tectonique compressive de direction Nord. Nord. Ouest-Sud.Sud.Est qui a engendrée l'élévation de la partie Nord-Est.

a) La phase Autrichienne :

Datée d'environ de 100 MA, cette phase est presque synchrone avec la mise en place des hydrocarbures puisque des études géochimiques réalisées sur la région indiquant que la mise en place des hydrocarbures a commencé au début du Jurassique et s'est poursuivie pendant le Crétacé. Elle correspond à une phase de raccourcissement Est-Ouest ; son influence sur le réservoir se résume à :

- * Une accentuation de la fermeture structurale.
- * Un jeu en décrochement dextre le long des failles Nord-Est/Sud-Ouest dont l'importance de ces déplacements se manifeste au niveau de la fracturation.

b) La phase Atlasique :

D'âge fini-Crétacé à Eocène, cette phase est compressive de direction NNE-SSW, se traduisant par une érosion locale des terrains Eocène et par une lacune au Miocène. Cette phase est postérieure à la formation des hydrocarbures ; elle est donc probablement à l'origine des barrières de perméabilités dues à un décalage des niveaux réservoirs ce qui a favorisé la création de fracturations colmatées et a par conséquent, contribué à l'amélioration des caractéristiques pétrophysique du réservoir.

1.3 Structuration actuelle :

La structure a subi récemment, un faible réajustement en ne dépassant pas le mètre, généralement compressive à raccourcissement N-S. D'allongement général NE-SW, cette structure montre des culminations locales d'amplitude de l'ordre de la centaine de mètres. Le rejet connu des failles ne dépasse pas 70 à 80 m (Beicip/franlab 1979).

V. Secteur d'étude :

Notre objet d'étude est une partie de la zone dite Hors Zone Nord Ouest 4, située au Nord Ouest du champ pétrolier du Hassi Messaoud, elle est limitée au Sud par la zone 3, et à l'Est par la zone 4 dans notre secteur d'étude il y a 28 puits de différents statuts :

Puits abandonné : il y a qu'un seul puits abandonné OMJ 53.

Puits verticaux : 19 puits verticaux sont implantés, dont 4 puits sont a short radius et un seul puits fermé OMJ 64.

Puits horizontaux : il y a 8 puits horizontaux d'une direction favorisée NW-SE

Description du réservoir Cambrien.

À Hassi Messaoud ce sont les sédiments Cambriens qui sont saturés en huile, ils sont protégés par une bonne couverture fermée par l'épaisse couche salifère et argileuse du trias. Le plan d'eau se trouvait initialement à la profondeur de -3380m. D'où il a quelque peu envahie une bonne partie du réservoir R2. Seule la zone Ra d'une certaine de Mètre présente les meilleurs caractéristiques.

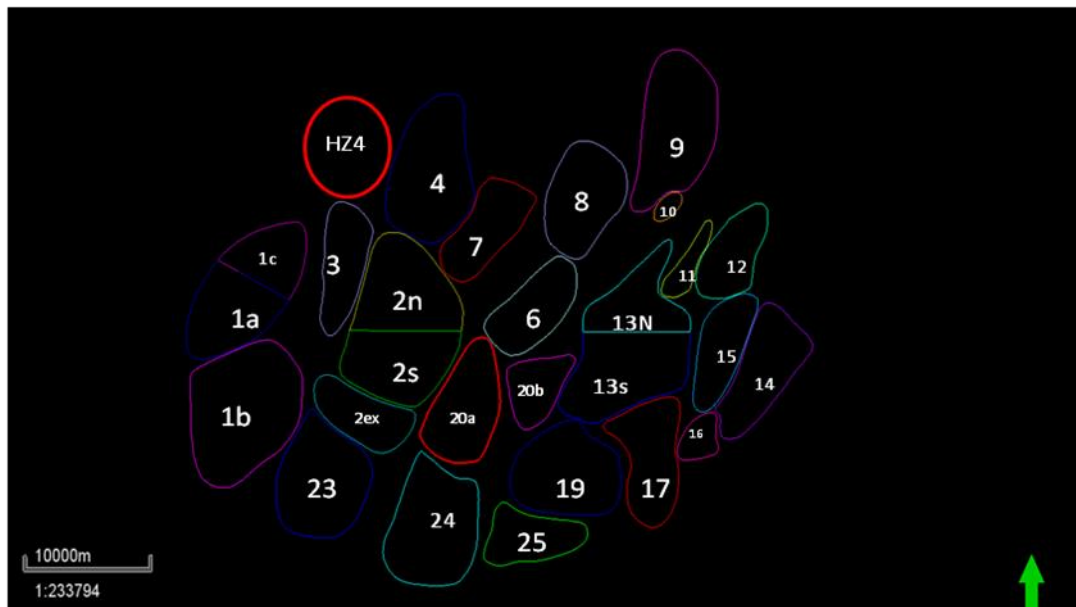


Figure (II.5) : Limites de la zone considérée HZ-NW4

1. Découpage du réservoir principal Ra

Le réservoir cambrien Ra du champ pétrolier de Hassi Messaoud a été subdivisé en zones et drains selon deux découpages : Sédimentologique et Pétrophysique (Sonatrach DP.HMD.2014) :

1.1 Découpage Sédimentologique

Le découpage Sédimentologique a été fait sur la base du critère granulométrique. Ce découpage nous a permis de subdiviser le réservoir en trois zones : de haut en bas on trouve

- Zone grossière supérieure : Ra supérieur.
- Zone fine médiane : Ra moyenne.

- Zone grossière inférieure : Ra inférieur.

1.2 Découpage pétrophysique

Cette subdivision a été adoptée sur la base des études pétrophysiques. Elle a fait appel à la notion de drain, c'est grâce à une telle correspondance sédimentologie-diagraphie mais aussi la qualité du réservoir que la notion de drain a pris naissance le terme drain qualifiant des zones ou unités faiblement cimentées. Ceux-ci coïncident bien avec 5 drains préférentiels du réservoir, du bas en haut on distingue :

Drain 4 :

C'est la zone grossière supérieure. Ce sont des grès à stratification oblique tabulaire fréquente formant des méga-rides de un à plus de deux mètres d'épaisseur.

Drain 3 :

Le drain D3 correspond à la zone fine médiane (granulométrie plus faible). La principale caractéristique de ce drain est l'absence d'interlit silteux. Le caractère marin de ce drain est bien marqué.

Drain 2 :

Ce drain est formé de grès grossier. Anisométrique bien classé à stratification oblique tabulaire formant des méga-ride avec présence de quelques intercalations de niveaux silteux. Les tigillites sont très développées par endroit.

Inter Drain :

L'inter drain ID est constitué de grès grossier à ciment siliceux argileux présentant plusieurs films d'argiles et du passage de silt avec présence locale de tigillites. Il marque un passage très progressif entre le drain D1 et D2

Drain 1 :

Ce drain est constitué de grès grossier Anisométrique à ciment siliceux. Il est marqué par une stratification oblique dominante souvent à base micro-conglomératique et absence de tigillites.

Chapitre III : Modélisation Géologique

Introduction :

Le champ de Hassi-Messaoud est connu par le nom école car il contient plusieurs aspects pétrolifères et travers les années on a rencontré des certains des problèmes d'exploitation ou même de production ces problèmes ont causé pas mal de dégât que ce soit matériel ou humaine et pour les éviter des nouvelles technique et inventions technologiques ont mis à l'utilisation des concernés, parmi lesquelles la modélisation qui nous permet de voir le sous-sol et pouvoir limiter notre réservoir. Ainsi que ses obstacles et même on peut y aller plus loin pour calculer sa rentabilité et les logiciels de la modélisation les plus reconnus sont ROKWORK, TECHLOG, et PETREL. Et dans notre cas nous avons choisi le logiciel Pétrel pour faire notre étude de la modélisation de la zone HZ-NW4

I. Représentation du logiciel :

Depuis quelques années la station de travail intégrées on fait leur apparition dans l'industrie pétrolier, grâce au développment réel de la microélectronique et de l'informatique.

En effet ces machines permettent entre autre de réaliser un certain nombre de taches dans les défirrent domaines de l'exploration pétrolier et en particulier l'interprétation des données sismique 3D ou 2D .Des nombreuse taches du géologue et du géophysicien ont été ainsi simplifiées et rendues automatique.

A cet effet la compagnie de service pétrolier SCHLUMBERGER a développé un logiciel de grande performance PETREL basé sur Windows pour la visualisation 3D, cartographie 3D, et la modélisation, simulation d réservoir.

II. Description du logiciel :

Le développement sur le logiciel pétrel a commencé en 1996 .afin d'essayer de combattre les problèmes de géophysicien spécialistes .Le résultat était un outil intégré de déroulement des opération qui permet à des compagnies de penser en toute créativité au sujet de leur réservoir et permettant aux géologues et géophysicien spécialistes de travaillé ensemble avec les outils disponibles. Le logiciel Pétrel est maintenant une application complète de simulation.

L'interface utilisateur est basée sur les normes de Microsoft Windows sur des boutons, des dialogues et des systèmes d'aide. Ceci permet une familiarisation à la majorité des utilisateurs et assure l'utilisation efficace de l'application.

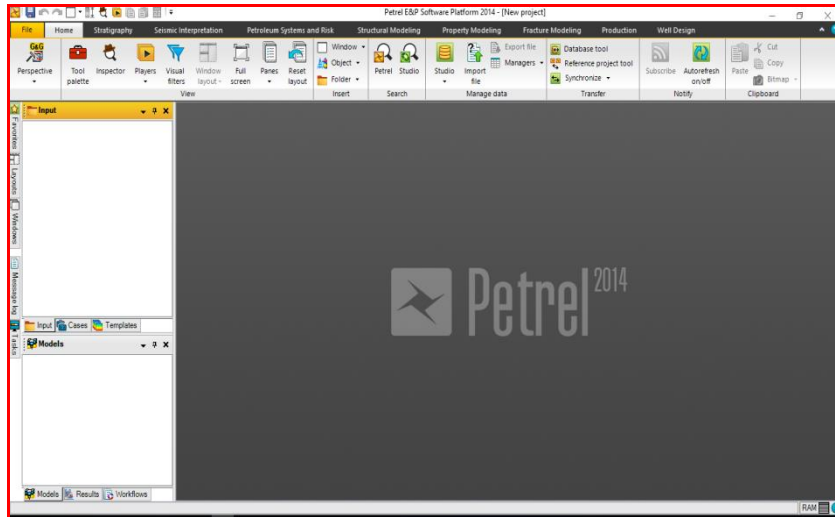


Figure (III.1) : l'interface d' logiciel pétrel 2014

Avantages principaux:

- Tous les outils sont intégrés dans une application, en éliminant tout problème d'exportation et d'importation des données et encourageant la collaboration d'un modèle.
- Les possibilités de fortes visualisations des données et le control instantané de qualité de toutes les données en 3D.
- Des modèles peuvent être mis à jour immédiatement avec l'introduction de nouvelles données, cela facilite la prise des décisions d'une manière rapide et plus fiable.

III .Objectif de la modélisation :

Le concept de la modélisation est de représenter une formation rocheuse sous la forme d'une grille en 3 dimensions de petits parallélépipèdes (blocs) d'une taille de quelques mètres à quelques dizaines de mètres, tous de même taille d'où le nom de modèle de bloc. Cette représentation est basée sur la géostatistique. On peut ensuite attribuer à chaque bloc des valeurs telles que la porosité, la perméabilité ou toute autre valeur. L'intérêt et l'avantage de la modélisation sont :

- La caractérisation du réservoir à partir des données de carottes et de logs.

- La meilleure compréhension d'un site d'étude.
- L'estimation de la capacité d'un champ et la recherche des endroits optimaux pour forer les puits de production.
- Le support géologique pour l'étude et la sélection des puits candidats à la reprise en Short radius.
- l'évolution de champ sur le moyen et long terme
- Assurer la rentabilité économique du projet de développement de champ

IV. Préparation des données :

Les étapes qu'on suivre pour la construction du model géologique du réservoir cambrien de la zone HZNW4 au champ pétrolier d'Hassi-Messaoud :

- Acquisition et traitement des données brutes
- Chargement des données

IV.1. Acquisition et traitement des données bruts :

La première étape dans la construction du model géologique est de préparer et traiter tous les données nécessaire à savoir : la localisation des puits, les top de formation, les résultats des diagraphies et des carottes. Les données de chaque puits ont été organisées selon des formats spécifiques et acceptés par l'outil de modélisation.

IV .2.Chargement Des Données :

Les données utilisées ont été obtenues à partir de la SONATRACH DP. Dans la préparation de ce rapport, nous avons compté, sans vérification indépendante, sur les informations fournies par SH DP.

Les données nécessaires pour le développement du modèle se trouvent dans des rapports existants. Nous avons recueilli autant de rapports que nous pouvions d'autant de disciplines que possible (géologie, réservoir engineering, pétrophysique, production). Le tableau représente les types des données nécessaires à l'élaboration du modèle. Dans ce chapitre, nous allons présenter toutes les données utilisées dans l'élaboration du modèle et la façon dont ils sont importés et manipulés dans Pétrel

Tableau (III.1) : Les données requises pour une modélisation géologique.

Propriété	Sources
Perméabilité	Analyses des carottes, corrélations
Porosité	Analyses des carottes, diagraphies
Saturation	Analyses des carottes, diagraphies
Faïlles	Sismique, Essais transitoire

2.1 Données des puits

Les données des puits comprennent; Well Head (emplacement de tête de puits dans le monde), Wellpath (la déviation du puits), Well log (les diagraphies de puits). La méthode recommandée pour importer des puits dans Pétrel est de commencer avec les Wellheads, puis ajouter les données de déviation et enfin les diagraphies de puits.

2.1.1 Wellheads

Le fichier Wellhead est simplement un fichier ASCII contenant les informations de tête de puits organisée dans des colonnes (attributs). Les données comprennent le nom de puits, X-Coord, Y-Coord, Kelly Bushing (KB), les profondeurs TD. La colonne nom du puits contient les noms des puits tels qu'ils doivent apparaître. X-Coord et Y-Coord sont le x et y coordonnées du puits respectivement. Le KB réfère à l'élévation de la table. Pétrel offre un format de lecture d'informations de tête de puits. Cela peut être utilisé pour appliquer les coordonnées X, Y et les valeurs de KB pour tous les puits simultanément avant d'importer les données de déviation. Il s'agit d'un format simple et l'utilisateur peut définir dans quelle colonne les différents types de données seront situés. La figure (fig III.2) montre le format de fichier Wellhead. L'HZNW4 contient 28 puits, nous avons généré le fichier Wellhead qui contient les noms, X-Coord, Y-Coord, KB et la profondeur. Le fichier a été importé au Pétrel

Well heads - Bloc-notes

Name	X	Y	KB	TD
OMJ53	777666.28	3526931.34	176	3562.4
OMJ64	778700.5486	3528544.933	176	3557.5
OMJ252	777497.3694	3526136.118	145	3421.5
OMJ313	775249.6878	3525063.108	143	3463
OMJ433	776269.3472	3527106.588	180	3488
OMJ443	776482.062	3528930.077	184	3540
OMJ732	779483.541	3527707.008	184	3463
OMJ2441	775732.4659	3528213.355	182	3591
OMJ2633	778990.4111	3527648.749	182	3445
OMJ512	776656.02	3524945.96	149	3523
OMJ333	775151.3184	3527636.317	186	3562
OMJ24	773972.9505	3528230.371	168	3487
OMJ431	776073.6781	3526868.92	150	3467
OMJ62	778956.8227	3525722.099	164	3436
OMJ712	779348.6488	3525076.128	152	3408
OMJ323	775219.011	3526567.999	157	3472
OMJ223	773866.7934	3526546.246	181	3519
OMJ422	775873.6671	3526067.92	143	3465
OMJ42	776475.027	3525689.969	143	3461
OMJ22	774253.49	3525708.489	148	3460
OMJ2652	778567.650	3529816.05	145	3492
OMJ2532	777192.0668	3527592.816	182	3448
OMJ2622	778354.9641	3526105.576	159	3430
OMJ232	775304.1598	3525655.288	142	3412
OMJ2311	774525.0396	3525126.312	144	3443
OMJ2121	771944.2104	3525738.906	183	3473
OMI813	771413.9445	3525285.67	184	3570
OMI82	771474.978	3525794.983	184	3488

Figure (III.2) format de fichier Wellhead.

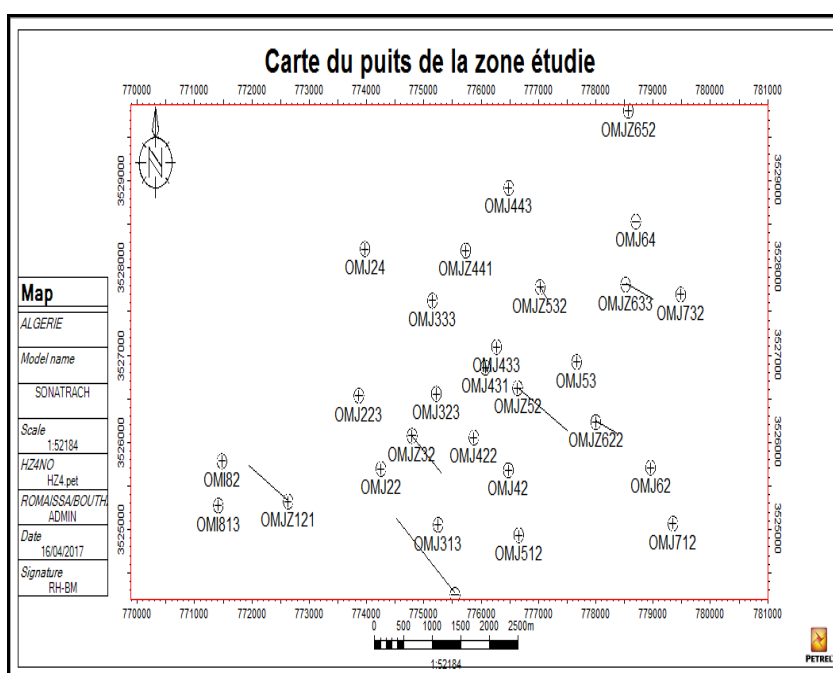


Figure (III.3) carte de puits de la zone étudiée

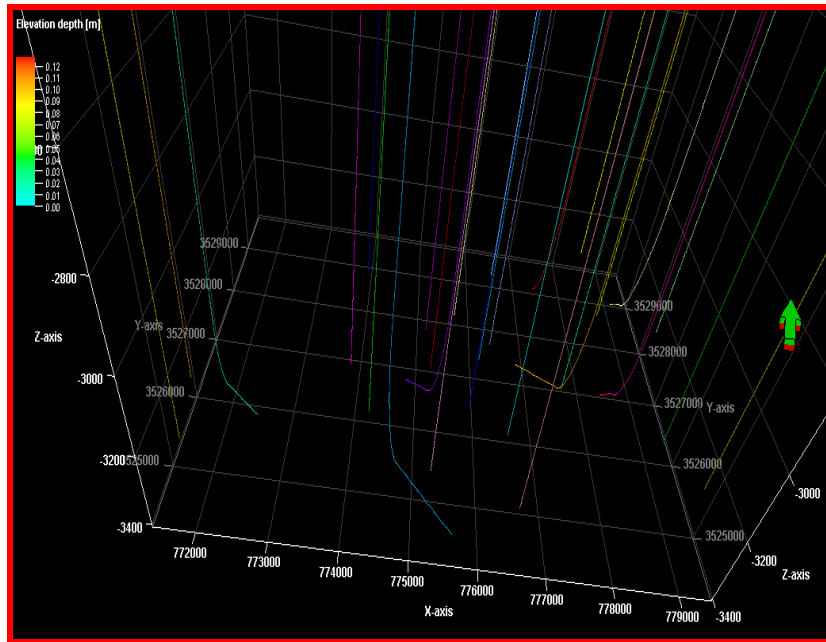


Figure (III.4) les puits de la zone HZ-NW4 en 3 D

2.1.2 Wellpaths

Les prochaines données des puits sont les déviations. Les déviations des puits sont lues dans Pétrel dans un format spécifique, comme indiqué dans (fig12). Un puits dévié est tracé vers le bas le long de son chemin. Le chemin du puits est découpé en un nombre de points plus assez pour représenter sa déviation. Pour chaque point, les données suivantes sont nécessaires: MD, X, Y, Z, TVD, AZIM, INCL, MD « measured depth » se réfère à la valeur positive de la profondeur de chaque point mesuré. Les valeurs X et Y sont les x et y coordonnées de chaque point respectivement. Le Z correspond à la valeur négative de la profondeur de chaque point. TVD « true vertical depth » est la profondeur réel verticale de chaque point. Tous les puits d' HZ-NW4 sont verticales sauf 7 Puits. La déviation pour ces puits est importée à Pétrel.

OMJZ32 - Bloc-notes			
Fichier	Edition	Format	Affichage ?
MD	Inc1	Azimuth	
0	0	310	
3090	0	310	
3100.45	0.58	295.49	
3110.69	1.69	301.85	
3121.84	3.45	304.65	
3131.86	5.51	305.51	
3142.86	7.57	306.97	
3154.12	9.29	307.24	
3164.06	10.98	308.94	
3172.65	12.54	307.24	
3182.2	14	308.01	
3192.2	15.78	308.56	
3204.11	17.76	308.52	
3215.05	19.51	308.4	
3226	21.37	308.44	
3235	22.57	308.67	
3247.4	24.38	309.35	
3255.72	25.85	309.5	
3283.56	30.55	311.11	
3293.88	32.91	311.04	
3304.72	35.9	310.56	
3313.14	38.25	310.37	
3325.11	41.3	310.05	
3337.02	44.31	310.01	
3342.06	45.73	310.08	
3352.22	48.71	309.77	
3362.18	51.71	309.63	
3408.47	66.79	311.89	
3418.43	69.25	311.81	
3430.48	71.75	311.25	
3440.91	74.57	310.87	
3450	77.18	310.86	
3461.53	80.51	310.46	
3471.52	81.61	310.64	
3481.97	81.52	310.12	
3494.33	81.93	309.94	
3504.25	82.72	310.11	
3514.25	84.9	310.2	
3528	84.36	310.07	
3534.71	85.52	310.06	
3544.6	86.87	309.51	
3560	87.35	312.76	
3577.22	87.21	309.4	
3586.38	86.73	309.14	
3597.25	86.66	309.33	
3608.02	86.52	309.12	

Figure (III.5)Format de fichier Wellpath.

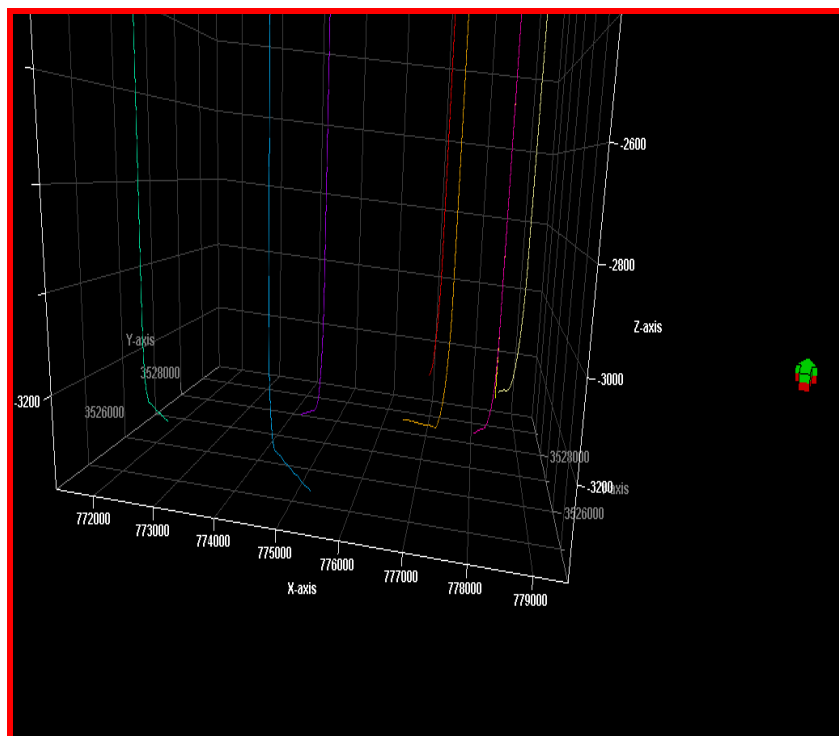
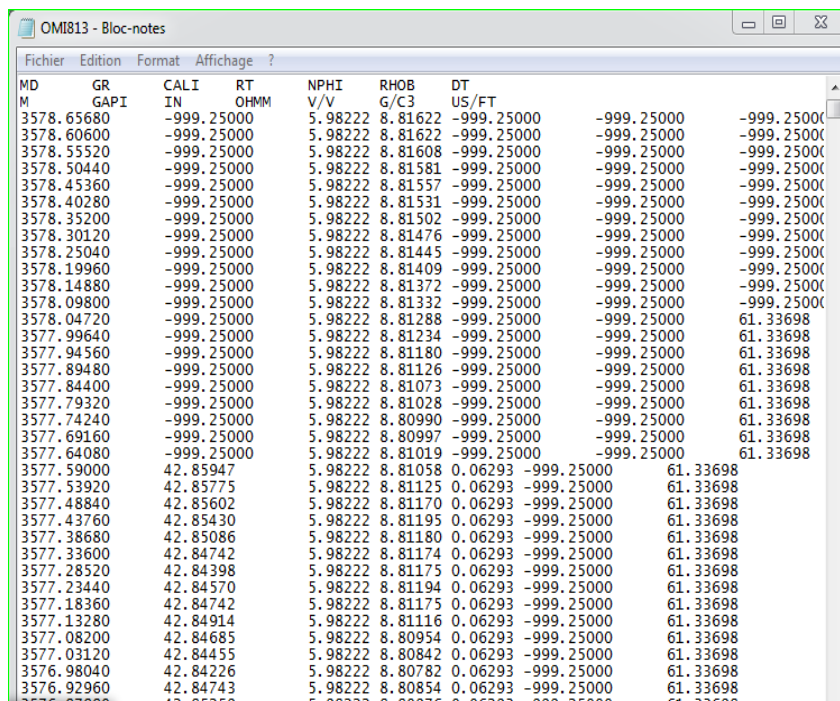


Figure (III.6) déviation des puits de la zone HZ-NW4.

2.1.3 Well logs :

Lorsque le puits est importé avec les données de tête de puits et la déviation, il est prêt pour l'importation des diagraphies de puits. Les logs de puits peuvent être lus dans Pétrel dans un format LAS spécifique, comme indiqué dans (fig.III.7). Les logs sont d'abord scannés. Après, un logiciel de digitization est utilisé pour numériser les logs et les convertir en une forme numérique. Un logiciel d'interprétation des logs tel qu'IP« Interactive Pétrophysique » est utilisé pour interpréter les logs numérisés. Des quantités telles que le volume d'argile, la lithologie, la porosité, la saturation d'eau, ...etc. sont calculées à ce processus. Les logs sont ensuite sauvegardés au format LAS pour les importer à Pétrel.



MD	GR	CALI	RT	NPFI	RHOB	DT			
M	GAPI	IN	OHMM	V/V	G/C3	US/FT			
3578.65680		-999.25000		5.98222	8.81622	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.60600		-999.25000		5.98222	8.81622	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.55520		-999.25000		5.98222	8.81608	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.50440		-999.25000		5.98222	8.81581	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.45360		-999.25000		5.98222	8.81557	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.40280		-999.25000		5.98222	8.81531	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.35200		-999.25000		5.98222	8.81502	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.30120		-999.25000		5.98222	8.81476	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.25040		-999.25000		5.98222	8.81445	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.19960		-999.25000		5.98222	8.81409	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.14880		-999.25000		5.98222	8.81372	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.09800		-999.25000		5.98222	8.81332	-999.25000	-999.25000	-999.25000	
3578.04720		-999.25000		5.98222	8.81288	-999.25000	-999.25000	61.33698	
3577.99640		-999.25000		5.98222	8.81234	-999.25000	-999.25000	61.33698	
3577.94560		-999.25000		5.98222	8.81180	-999.25000	-999.25000	61.33698	
3577.89480		-999.25000		5.98222	8.81126	-999.25000	-999.25000	61.33698	
3577.84400		-999.25000		5.98222	8.81073	-999.25000	-999.25000	61.33698	
3577.79320		-999.25000		5.98222	8.81028	-999.25000	-999.25000	61.33698	
3577.74240		-999.25000		5.98222	8.80990	-999.25000	-999.25000	61.33698	
3577.69160		-999.25000		5.98222	8.80997	-999.25000	-999.25000	61.33698	
3577.64080		-999.25000		5.98222	8.81019	-999.25000	-999.25000	61.33698	
3577.59000	42.85947			5.98222	8.81058	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.53920	42.85775			5.98222	8.81125	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.48840	42.85602			5.98222	8.81170	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.43760	42.85430			5.98222	8.81195	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.38680	42.85086			5.98222	8.81180	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.33600	42.84742			5.98222	8.81174	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.28520	42.84398			5.98222	8.81175	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.23440	42.84570			5.98222	8.81194	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.18360	42.84742			5.98222	8.81175	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.13280	42.84914			5.98222	8.81116	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.08200	42.84685			5.98222	8.80954	0.06293	-999.25000	61.33698	
3577.03120	42.84455			5.98222	8.80842	0.06293	-999.25000	61.33698	
3576.98040	42.84226			5.98222	8.80782	0.06293	-999.25000	61.33698	
3576.92960	42.84743			5.98222	8.80854	0.06293	-999.25000	61.33698	

Figure (III.7) Format de fichier las (EDI).

OMI82 - Bloc-notes									
Fichier	Edition	Format	Affichage	?					
MD	KINT	PIGN	SUWI	VSH	VCL	VKA0	VQUA	VSIL	
M	MD	V/V	V/V	V/V	V/V	V/V	V/V	V/V	
3309.5184		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3309.670800001883		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3309.823200003767		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3309.975600005565		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3310.128000007534		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3310.280400009418		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3310.432800011301		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3310.585200013185		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3310.737600015068		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3310.890000016952		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3311.042400018835		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3311.194800020719		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3311.347200022602		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3311.499600024486		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3311.652000026369		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3311.804400028253		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3311.956800030136		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3312.109200032202		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3312.261600033903		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3312.414000035787		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3312.56640003767		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3312.718800039554		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3312.871200041437		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3313.023600043321		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3313.176000045204		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3313.328400047088		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3313.480800048971		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3313.633200050855		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3313.785600052738		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3313.938000054622		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3314.090400056505		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3314.242800058389		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3314.395200060272		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3314.547600062156		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3314.700000064039		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3314.852400065923		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3315.004800067806		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3315.15720006969		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3315.309600071573		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3315.462000073457		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3315.61440007534		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999
3315.766800077224		-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999	-9999

Figure (III.8)format de fichier las (Ela)

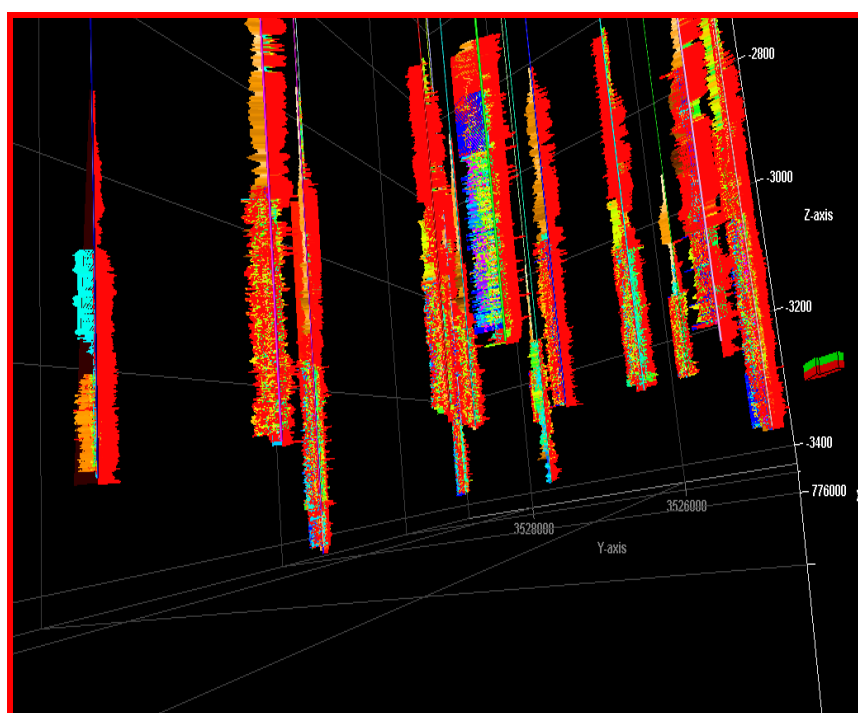


Figure (III.9) log en 3D

2.1.4 Well tops

Les Well tops sont utilisés pour marquer la limite entre les unités géologiques comme on le voit dans le trou de forage. Ils peuvent être utilisés pendant la phase de construction du modèle comme un contrôle supplémentaire de la position des horizons de modèle. Initialement, le fichier de données Well top peut être créé en utilisant un éditeur de texte tel que Notepad, Word Pad ou Word. Les données sur Well top comprennent: nom de puits, nom de l'horizon (surface), type Profondeur mesurée MD, de chaque puits comme indiqué dans (fig. III.11) (fig III.12). La profondeur se réfère à la profondeur de l'horizon. Le type fait référence au type de la séquence stratigraphique (Horizon, Zone, et Layer). Nom d'horizon et nom de puits se réfèrent aux noms de l'horizon et le nom de puits respectivement. La profondeur mesurée se réfère à la profondeur mesurée de l'horizon

WELL	TYPE	SURFACE	MD
OMJ252	HORIZON	DISCORD	3325
OMJ252	HORIZON	D5	3325
OMJ252	HORIZON	Ra	3325
OMJ252	HORIZON	D4	3335
OMJ252	HORIZON	D3	3367
OMJ252	HORIZON	D2	3390
OMJ252	HORIZON	ID	3412
OMJ2633	HORIZON	DISCORD	3352
OMJ2633	HORIZON	D3	3352
OMJ2633	HORIZON	D2	3372
OMJ2633	HORIZON	ID	3398
OMJ2633	HORIZON	D1	3425
OMJ2652	HORIZON	D4	3349
OMJ2652	HORIZON	D3	3355
OMJ2652	HORIZON	D2	3379
OMJ2652	HORIZON	ID	3404
OMJ2652	HORIZON	D1	3432
OMJ2652	HORIZON	Z-PSG	3460
OMJ2652	HORIZON	R2	3466
OMJ2532	HORIZON	DISCORD	3382
OMJ2532	HORIZON	D5	3382
OMJ2532	HORIZON	Ra	3382
OMJ2532	HORIZON	D4	3410
OMJ2622	HORIZON	DISCORD	3314
OMJ2622	HORIZON	D5	3314
OMJ2622	HORIZON	Ra	3314
OMJ2622	HORIZON	D4	3363
OMJ2622	HORIZON	D3	3382
OMJ2622	HORIZON	D2	3405
OMJ2622	HORIZON	ID	3429
OMJ232	HORIZON	DISCORD	3344
OMJ232	HORIZON	D5	3344
OMJ232	HORIZON	Ra	3344
OMJ232	HORIZON	D4	3374
OMJ2311	HORIZON	DISCORD	3369
OMJ2311	HORIZON	D5	3369
OMJ2311	HORIZON	Ra	3369
OMJ2311	HORIZON	D4	3374
OMJ2311	HORIZON	D3	3410
OMJ2311	HORIZON	D2	3434
OMJ2121	HORIZON	DISCORD	3413
OMJ2121	HORIZON	D5	3413
OMJ2121	HORIZON	Ra	3413

Figure (III.10) format de fichier Well top (puits horizontaux).

WELL TOPS VERTIC - Bloc-notes

Fichier	Edition	Format	Affichage ?
WELL	TYPE	SURFACE	MD
OMJ53	VERTICAL	DISCORD	3367
OMJ53	VERTICAL	D5	3367
OMJ53	VERTICAL	Ra	3367
OMJ53	VERTICAL	D4	3378
OMJ53	VERTICAL	D3	3413
OMJ53	VERTICAL	D2	3434
OMJ53	VERTICAL	ID	3457
OMJ53	VERTICAL	D1	3485
OMJ53	VERTICAL	Z-PSG	3512
OMJ53	VERTICAL	R2	3517
OMJ53	VERTICAL	R250	3555
OMJ64	VERTICAL	DISCORD	3356
OMJ64	VERTICAL	D5	3356
OMJ64	VERTICAL	Ra	3356
OMJ64	VERTICAL	D4	3356
OMJ64	VERTICAL	D3	3358
OMJ64	VERTICAL	D2	3382
OMJ64	VERTICAL	ID	3406
OMJ64	VERTICAL	D1	3436
OMJ64	VERTICAL	Z-PSG	3462
OMJ64	VERTICAL	R2	3468
OMJ64	VERTICAL	R3	3556
OMJ313	VERTICAL	DISCORD	3391
OMJ313	VERTICAL	D5	3391
OMJ313	VERTICAL	Ra	3391
OMJ313	VERTICAL	D4	3391
OMJ313	VERTICAL	D3	3406
OMJ313	VERTICAL	D2	3429
OMJ313	VERTICAL	ID	3453
OMJ433	VERTICAL	DISCORD	3379
OMJ433	VERTICAL	D5	3379
OMJ433	VERTICAL	Ra	3379
OMJ433	VERTICAL	D4	3399
OMJ433	VERTICAL	D3	3435
OMJ433	VERTICAL	D2	3458
OMJ433	VERTICAL	ID	3481
OMJ443	VERTICAL	DISCORD	3383
OMJ443	VERTICAL	D5	3383
OMJ443	VERTICAL	D4	3407
OMJ443	VERTICAL	D3	3441
OMJ443	VERTICAL	D2	3464
OMJ443	VERTICAL	ID	3488
OMJ443	VERTICAL	D1	3519

Figure (III.11) format de fichier Well top (puits verticaux).

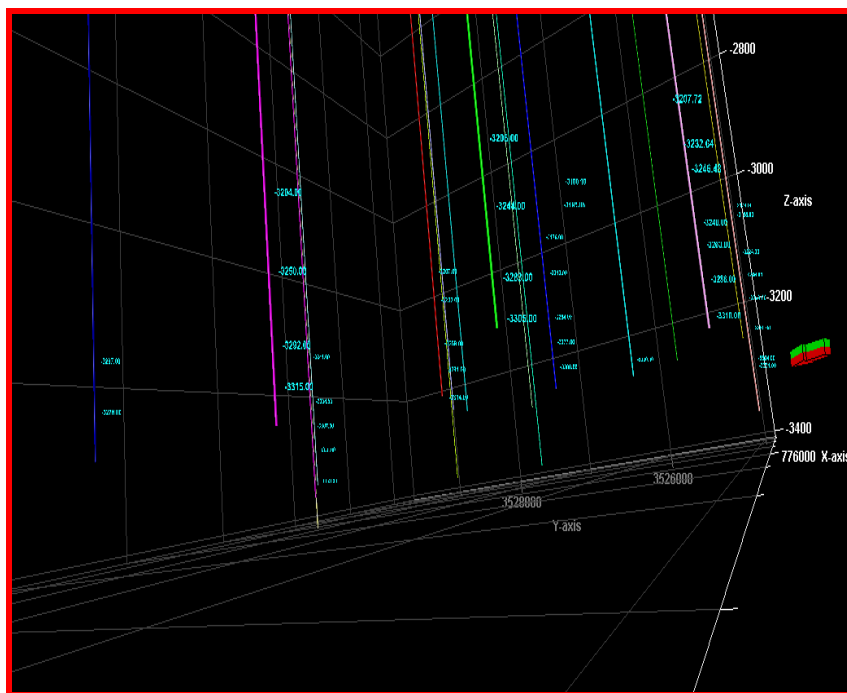
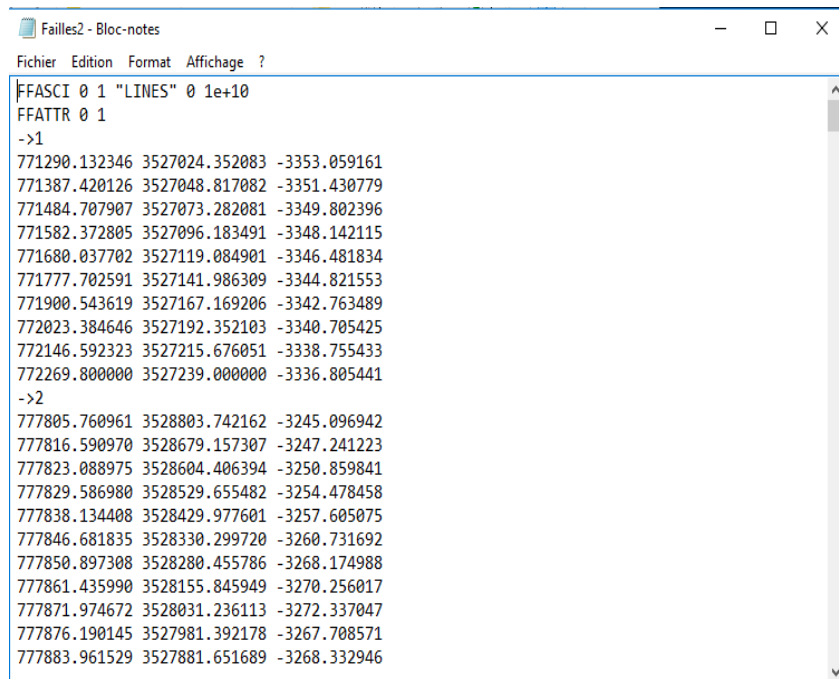


Figure (III.12) Well Top présenté en 3D

2.1.5 Failles (Faults DATA)

D'après la compagnie sismique 3D effectuée, les failles affectant de réservoir ont été importées à Pétrel avec un format spécial Bitmap log (BMP, JPG, TIFF, PNG) (^-^).



```

Failles2 - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
FFASCI 0 1 "LINES" 0 1e+10
FFATTR 0 1
->1
771290.132346 3527024.352083 -3353.059161
771387.420126 3527048.817082 -3351.430779
771484.707907 3527073.282081 -3349.802396
771582.372805 3527096.183491 -3348.142115
771680.037702 3527119.084901 -3346.481834
771777.702591 3527141.986309 -3344.821553
771900.543619 3527167.169206 -3342.763489
772023.384646 3527192.352103 -3340.705425
772146.592323 3527215.676051 -3338.755433
772269.800000 3527239.000000 -3336.805441
->2
777805.760961 3528803.742162 -3245.096942
777816.590970 3528679.157307 -3247.241223
777823.088975 3528604.406394 -3250.859841
777829.586980 3528529.655482 -3254.478458
777838.134408 3528429.977601 -3257.605075
777846.681835 3528330.299720 -3260.731692
777850.897308 3528280.455786 -3268.174988
777861.435990 3528155.845949 -3270.256017
777871.974672 3528031.236113 -3272.337047
777876.190145 3527981.392178 -3267.708571
777883.961529 3527881.651689 -3268.332946
  
```

Figure (III.13)Format de fichier de failles

Chapitre III : Modélisation Stratigraphique et structurale

Introduction

Le logiciel Pétrel avec les différents modules qu'il contient peut nous aider à faire la modélisation du réservoir et permet une très bonne visualisation 3D ou bien 2D (cartes, coupes ...etc.) des résultats obtenus.

Les modélisations réalisées sur Pétrel sont :

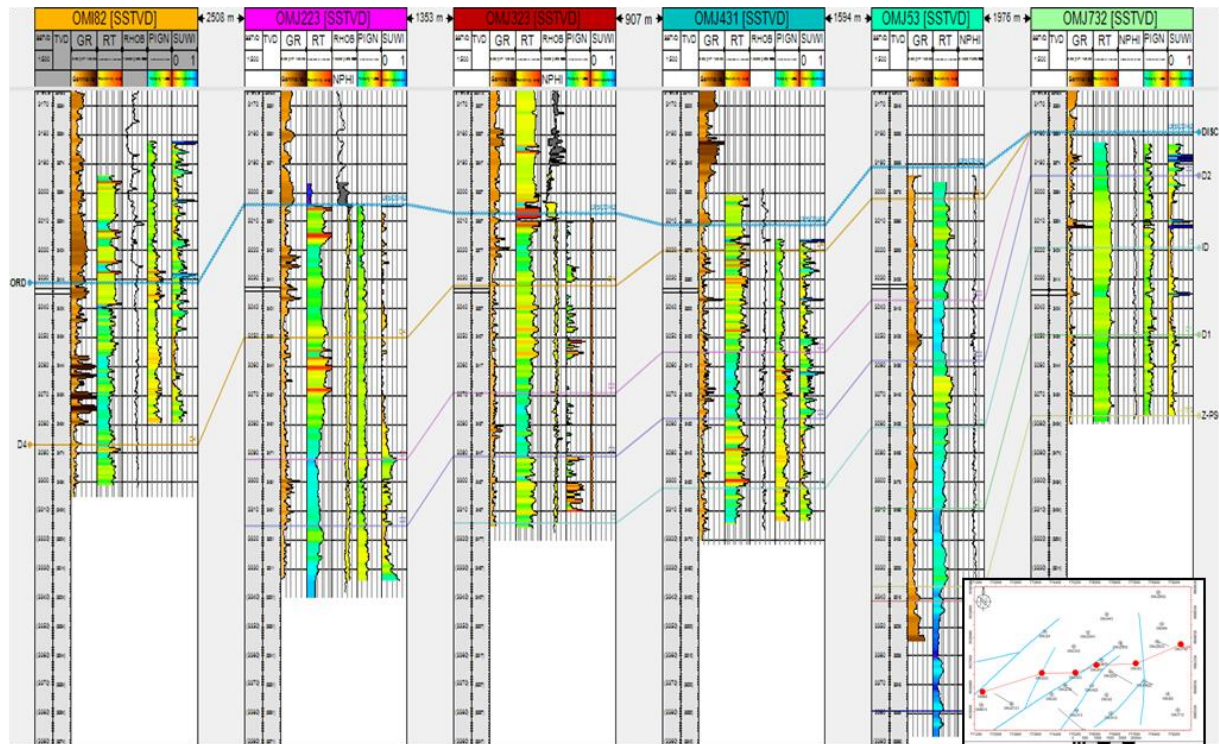
- La modélisation stratigraphique.
- La modélisation structurale.
- La modélisation pétrophysique.

I. La modélisation stratigraphique :

Les données mécaniques (les cotes sondeur), obtenues lors du forage, des toits des formations traversées vont être corrigées à l'aide des diagaphies tel que le gamma ray et la résistivité, pour se transformer en données électriques (cotes électriques).

Cette correction se fera dans une fenêtre spéciale dite « Well Correlation Windows » ou bien

« Fenêtre de corrélation », cette fenêtre servira, aux géologues, de faire la corrélation issue de la modélisation stratigraphique.



Figure(IV.1): Corrélation entre les puits dans la direction WSW-ENE (Pétrel 2014)

Interprétation

La section créée dans la direction WSW-ENE nous montre un plongement dans la direction Ouest, le puits OMJ732 se situe dans une structure haute traversée par un réservoir érodé par les mouvements hercynien, le réservoir est érodé jusqu'au drain D3. En allant vers la direction Ouest, l'intensité de l'érosion diminue et le réservoir devient plus complet. Le puits OMI 812 se situe en bas de la structure, le réservoir dans ce puits commence par le D5 (réservoir plus complet).

Entre les deux extrémités de la section, les puits montrent un basculement de structure généré par les mouvements des failles entre les puits, la structure est de type « Horst et Graben ».

De l'Ouest vers l'Est les puits qui ont traversés le D5, montrent des caractéristiques pétrophysique qui varient des médiocres aux bonnes. La partie basale du D5 montre de très bonnes qualités réservoir et ceci est confirmé dans la plus part des puits qui traversent ce drain par l'intermédiaire des logs (GR avec faible valeurs dues à un faciès propre et des résistivités hautes dû probablement à la présence de l'huile).

Les résultats de l'interprétation ELAN des logs, porosité, saturation en eau nous permet de déceler les meilleurs intervalles qui peuvent contribuer à la production.

Les deux puits OMJ53 (à l'Est) et OMJ223 (à l'Ouest) montrent des résistivités qui diminuent vers le bas dues probablement à la zone de transition (zone à eau : oil water contact).

II. Présentation du modèle structural

Introduction

La modélisation structurelle est la première étape dans la construction d'un modèle Géologique. La façon dont la modélisation structurelle est réalisée est unique dans Pétrel. Dans ce chapitre, nous allons présenter comment le modèle structurelle a été développé. Cependant, nous allons nous concentrer principalement sur les informations de base du processus de modélisation structurelle dans Pétrel. La modélisation structurelle dans Pétrel est subdivisée en trois processus:

- **Fault Modeling** : la modélisation des failles dans le modèle géologique est la base pour générer la grille 3D. Ces failles vont définir les lignes de discontinuités des horizons insérés plus tard.
- **Pilier Gridding**: la génération de la grille est faite à partir du modèle de failles. Les limites de la géométrie ou de la grille peuvent être définies au cours du processus de sorte qu'il est facile de générer deux grilles à partir du même modèle de faille - un conçu pour la modélisation géologique et un autre optimisé pour la simulation.
- **Make Horizons** : Construction de la stratification verticale dans le modèle, Make Horizons génère les horizons géologiques indépendants à partir des données d'entrée XYZ pour générer des horizons supplémentaires en utilisant la distance par rapport aux horizons existants (par exemple isochores). Ces deux procédés sont utilisés pour créer des zones géologiques dans le modèle. Layering insère les cellules de la grille fine qui va décrire la variation verticale au sein de chaque zone géologique.

Ces trois processus devraient toujours être considérés ensemble. Les problèmes avec le modèle de failles ne seront souvent pas évidents avant que nous commençons le Pillar Gridding. Les problèmes avec Pillar Gridding peuvent ne pas être évidents avant que nous construisons nos horizons en Make Horizons. De même, de nombreux problèmes identifiés lors de l'utilisation de Make Horizons nécessiteront une édition des options de Pillar Gridding ou même le Modèle de failles.

II.1 Modélisation des failles

Les failles linéaires, verticales, Listriques, en forme de S, inverses linéal, branchée et

Connectée peuvent être créés dans Pétrel. Les failles sont construites en utilisant les Key Pillar. Key Pillar est une ligne verticale, linéaire, listrique ou courbée décrite par deux, trois ou cinq points appelés Shape Points, deux pour vertical et linéaire, trois pour listrique et cinq pour les courbés. Plusieurs Key Pillar réunies ensemble forment le plan de faille.

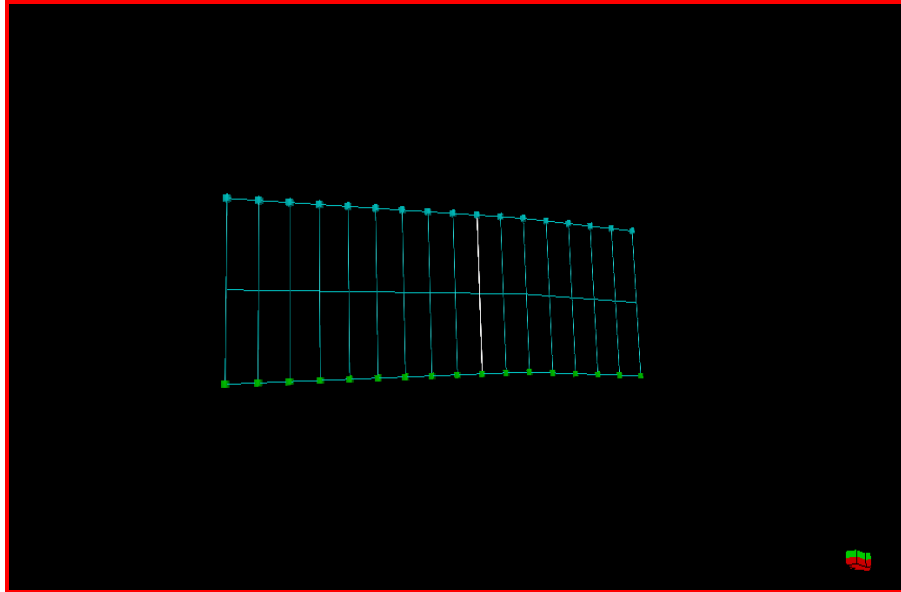


Figure (IV.2): Plan de faille modélisée a Pétrel

Le réservoir HZNW4 est recoupé par des failles d'orientation diverses (7 failles) qui délimitent des compartiments différents. Les rejets sont très variables et peuvent dépasser cent mètres le long des accidents majeurs. Ces failles sont généralement de type normal et parfois inverse. Les failles sont digitisées de la carte structurale et introduits à Pétrel. La figure fig(IV.3) montre le modèle des failles créé.

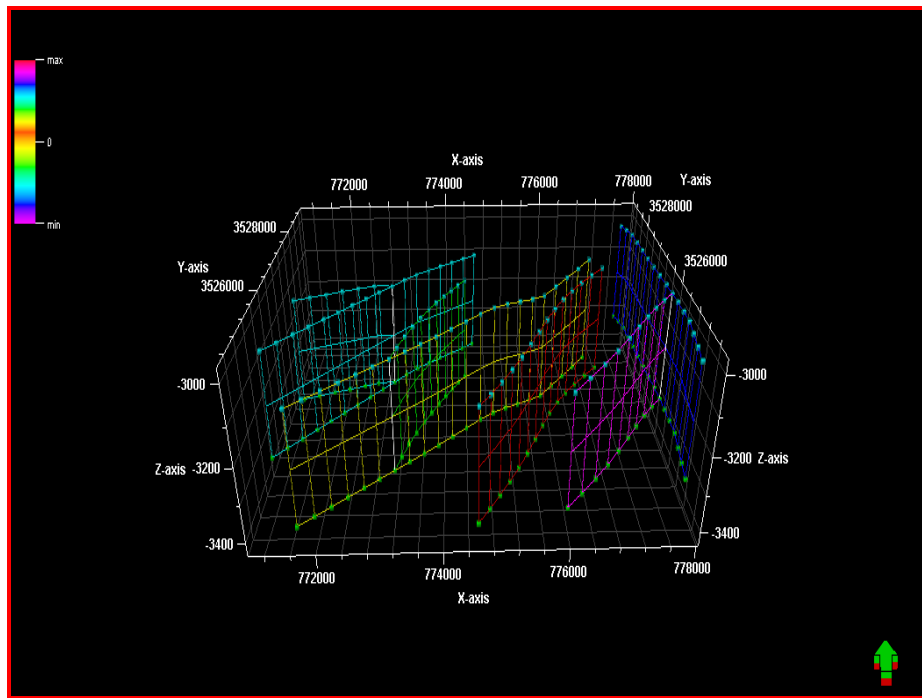


Figure (IV.3) : Modèle de Failles de HZNW4

II.2 Pillar Gridding (maillage horizontale)

La génération de modèles structuraux est faite dans un processus appelé Pillar Gridding. Pillar Gridding est un concept unique en Pétrel où les failles dans le modèle de faille sont Utilisées comme une base pour générer la grille 3D. Plusieurs options sont disponibles pour

Personnaliser la grille 3D soit pour la géo-modélisation ou la simulation d'écoulement.

Comme les Key Pillar sont étroitement impliqués dans le processus de maillage, il existe une relation étroite entre le processus Fault Modeling et le processus Pillar Gridding. On doit

peut-être revenir en arrière et travailler sur le processus Fault Modeling afin de résoudre les problèmes qui apparaissent dans le processus Pillar Gridding. Ces problèmes auraient pu être

Créés lors de la modélisation des failles mais pas visible avant de commencer le processus de maillage. La relation entre le processus Fault Modeling et le processus Pillar Gridding est un processus itératif et on doit passer du temps là-dessus en vue d'atteindre un maillage de bonne qualité et une orthogonalité des mailles élevée.

Le résultat de Pillar Gridding est un ensemble de piliers, à la fois le long des failles, mais aussi entre les failles. La grille n'a pas de couches, seulement un ensemble de piliers avec

des incréments X et Y entre eux. La stratification est introduite lors des processus Make Horizons et Zones.

II.2.1 Les Etapes de processus Pillar Gridding

Le maillage commence avec la génération d'un squelette ou grille 2D entre les points centraux des principaux piliers. Les grilles supérieures et inférieures sont ensuite générées à partir des points haut et bas des piliers, fig (IV.4). Les coordonnées Z de haut, du milieu et du bas des grilles n'ont rien à voir avec les positions des horizons. Nous nous référons souvent à ce stade comme étant adimensionnel.

La raison d'avoir une grille dite adimensionnelle est de simplifier les futures mises à jour de modèle structurel. En n'introduisant pas de valeurs Z (stratification verticale) à ce stade, le cadre actuel peut être maintenu intact lors de l'ajout de données nouvelles ou modifiées au modèle. En utilisant les données d'entrée telles que les lignes sismiques interprétées, des points dispersés (Well tops) ou des grilles de surface importées, permettra de créer horizons dans Pétrel, et on le verra plus loin dans Make Horizons.

Les étapes principales dans la génération de la grille centrale sont les suivants:

1. Création d'une frontière (Grid Boundary) : Pour définir l'extension horizontale du modèle 3D.
2. Définir les orientations principales : Définir les failles les plus importants du modèle et de forcer les cellules de la grille à les suivre.
3. Aider les tendances avec des trends : Mettre les tendances entre les failles et autour du modèle pour aider les algorithmes de maillage et de «nettoyer» les zones en désordre.

2.1.1. Génération de la Grille 3D

Les failles modélisées dans le processus Fault Modeling sont la base pour la génération de la grille 3D. Les milieux des failles (Key Pillar) sont affichés dans la fenêtre 2D comme des points avec des lignes entre eux. Les fautes individuelles peuvent être activées ou désactivées dans l'Explorateur Pétrel, et seules les failles affichées seront intégrés dans le modèle 3D.

Une faille ou une partie d'une faille peut être définie comme "no fault". Il sera alors traité comme une tendance 3D ou une limite de segment sans être modélisée comme une faille dans la grille 3D généré.

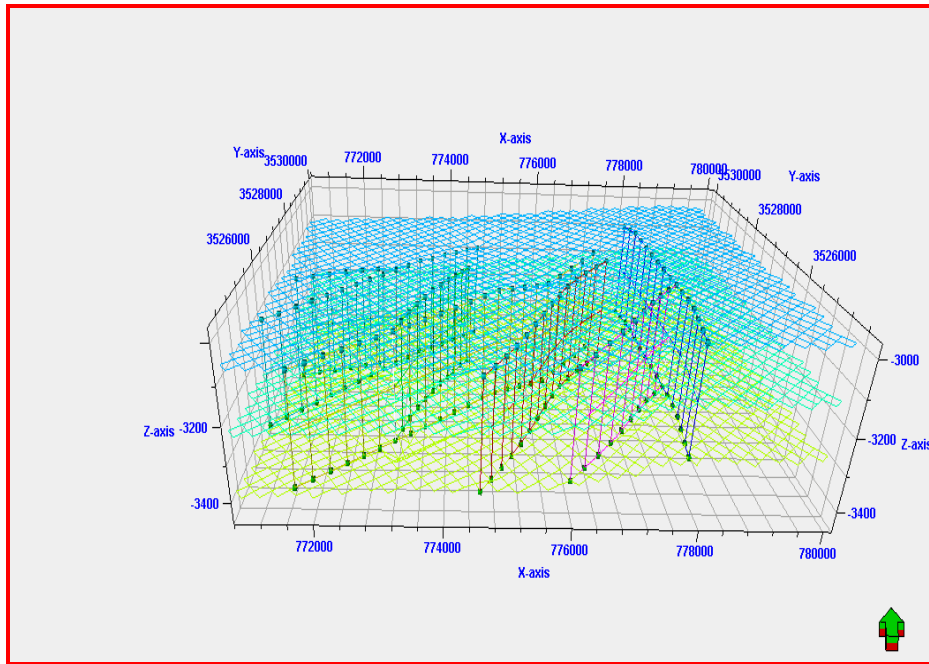


Figure (IV.4) Grilles supérieur, inférieur et centrale

2.1.2 Grid Boundary

La limite va définir la zone d'intérêt dans le modèle. On peut faire autant de points le long de la frontière qu'on souhaite et de les éditer par la suite si nécessaire. La figure (IV.5) présente les failles en 2D (blanc) et la limite de grille (bleu).

2.1.3 Directions

La grille sera alignée le long des failles ayant des directions définies afin de préserver la régularité des cellules de la grille. Définir les orientations relatives aux failles permettra d'améliorer le processus de maillage. Le but est de définir deux directions principales, I et J et une sous-direction, une direction (arbitraire) afin d'aider la génération de la grille. Les directions I et J doivent être aussi perpendiculaires que possible. La figure (IV.5) montre les directions des failles choisies pour HZNW4. Les failles rouges indiquent la direction (I), vert indique la direction (J), et blanc direction arbitraire.

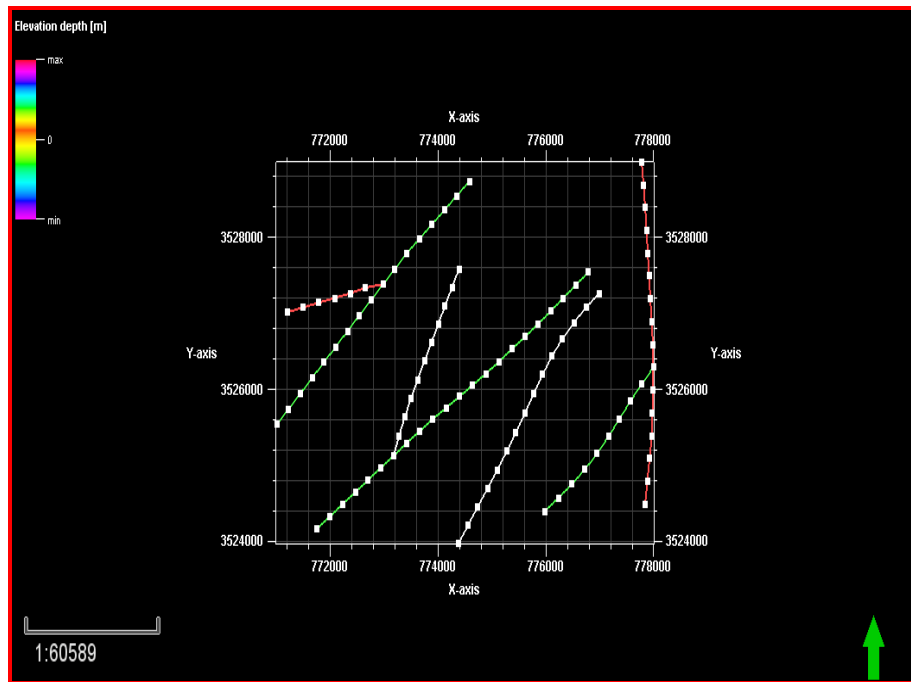


Figure (IV.5) : direction des failles de HZNW4

2.1.4 Trends

Parfois, il peut être souhaitable d'améliorer la qualité de la grille entre les failles. Ceci peut être réalisé en utilisant les trends. La possibilité de définir des trends dans les zones où aucune faille n'existe peut être très utile. Les trends peuvent être définis dans les directions I et J. Les tendances peuvent être définies reliant une faute à l'autre, le long des failles ou entre deux failles. Ils ne peuvent pas traverser les failles. Quand un trend commence ou se termine sur une faille, le point de départ ou de fin doit être un pilier essentiel de la faille. Vous pouvez également utiliser les trends autour de l'ensemble des données, tant à l'intérieur qu'à l'extérieur de la frontière. Cela peut être utile dans les ensembles de données dépendances spécifiques, comme flux ou directions de dépôt, etc....

La figure (IV.6) montre les trends utilisés pour la création de grille de HZ-NW4. Les trends sont présentés dans une Windows 2D avec les failles. Les lignes rouges discontinués présentent les trends de direction I et Les lignes vers discontinués présentent les trends de direction J.

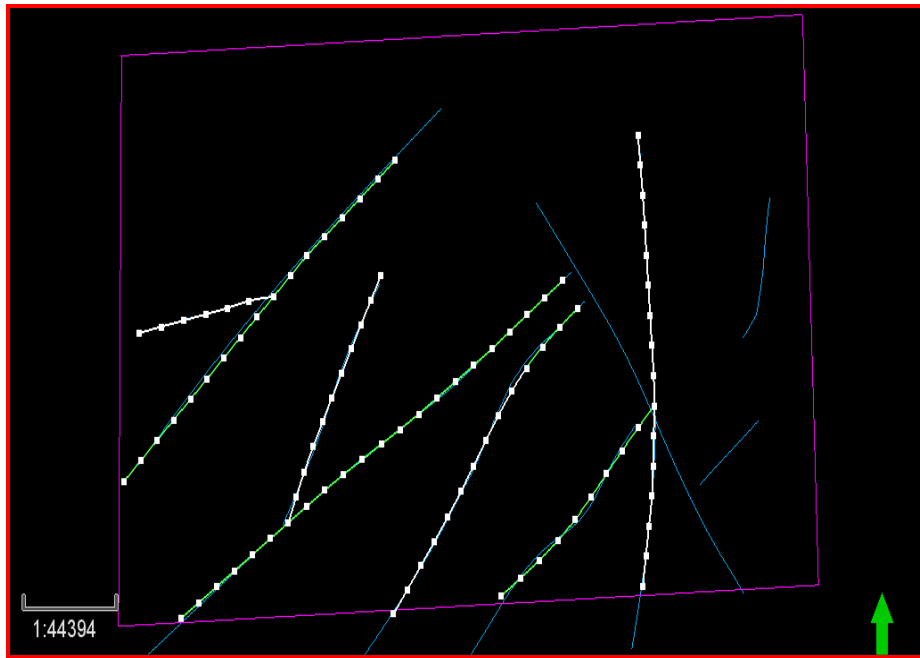


Figure (IV.6) : Trends présentés en 2D

2.1.5 Segments

Un segment dans Pétrel est une zone qui est fermée par des failles, limites de la grille, les limites de segment ou une combinaison de ceux-ci. Les segments sont utilisés dans plusieurs processus dans Pétrel. Par exemple, différents paramètres et options de filtrage peuvent être appliqués à des segments et des volumes, et les résultats seront communiqués par segment lors de l'exécution du processus de calcul de volume.

La base pour la génération des segments est faite dans le processus Fault Modeling, en connectant les failles ou créer des pseudos failles entre les défauts réels. La limite de la grille et les limites des segments (trends) peuvent ensuite être utilisés pour contrôler davantage la

Génération des segments dans le processus Pillar Gridding.

Les zones qui sont fermées par des failles connectés seront automatiquement traitées comme des segments distincts. Les failles sont définies comme étant une partie de la limite de segment par défaut, et peuvent être changées. La figure (IV.7) montre les segments du champ HZNW4 séparés par les failles et les trends.

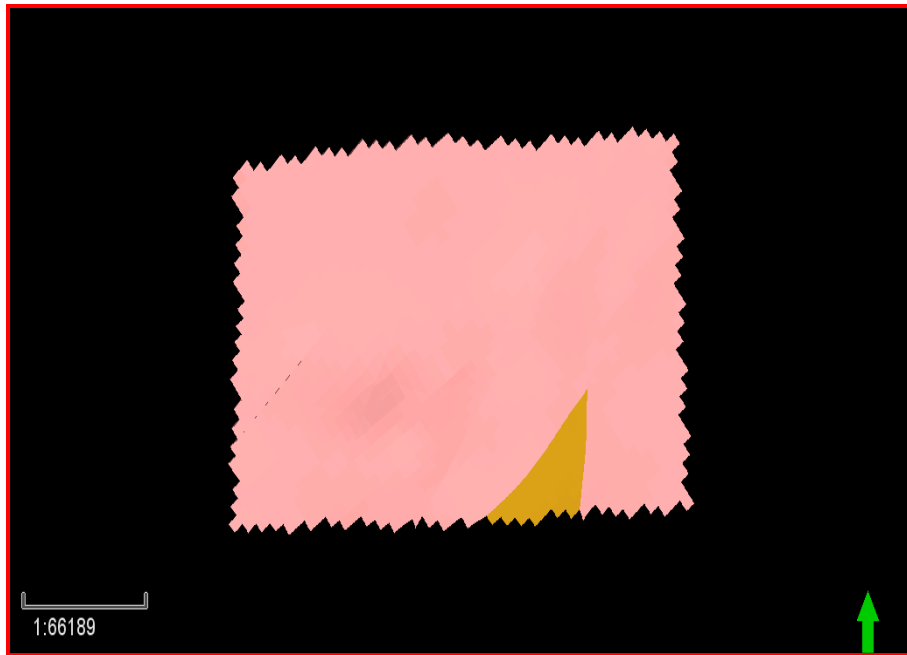


Figure (IV.7) : Segments du champ HZ-NW4 séparés par les failles et les trends.

II.3 Maillage vertical

Le processus Make Horizons est la première étape dans la définition de la stratification verticale de la grille 3D dans Pétrel. La stratification verticale de la grille 3D est définie en trois étapes de traitement:

1. Make Horizons : insérez les horizons d'entrée dans le réseau 3D. Les entrées peuvent être des surfaces de sismiques ou Well tops, lignes de sismique, ou tous autres points ou lignes délimitant la surface.
2. Make Zones : des horizons supplémentaires sont insérés dans la grille 3D par empilement isochore vers le haut ou vers le bas des horizons précédemment entrées.
3. Make Layer : La dernière étape consiste à faire la stratification à petite échelle, nécessaire pour la modélisation des propriétés. Ces couches définissent la partie supérieure et de la base des cellules du Grille 3D

3.1 Make Horizons

La grille 3D aura autant de couches principales que le nombre des horizons insérés dans l'ensemble des piliers. Dans l'Explorateur Pétrel cela est montré comme Horizons dans la fenêtre Modèles.

Il s'agit d'une véritable approche 3D dans la génération des surfaces 2D, les grilles sont tous générées dans le même processus, en prenant les relations entre les surfaces en

compte, honorant le modèle des failles pour assurer les propres définitions des failles à l' surfaces et de

garder le contrôle du puits (Well tops). Pour les zones faillées, les horizons sont supprimés dans une zone autour des failles et une extrapolation est effectuée pour tirer la surface arrière sur le plan de faille. Cela permettra d'assurer que les transferts près des failles sont éliminés et une superposition de haute qualité de la grille 3D est préservée.

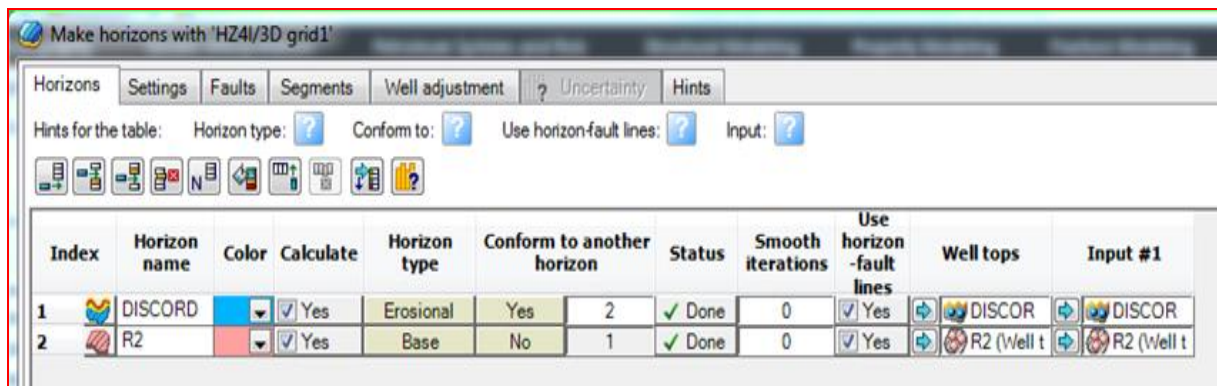


Figure (IV.8) : Réglages pour le processus Make Horizons

3.2 Make Zones

Le processus Make Zones est la prochaine étape dans la définition de la résolution verticale de la grille 3D. Le procédé va créer des zones entre chaque deux horizon. Les zones peuvent être ajoutées au modèle en introduisant des données d'épaisseur en forme d'isochores, épaisseur et pourcentage constant. Well tops peuvent également être utilisés. Cette étape du procédé peut être sauté en l'absence de zonage est donné.

	Name	Color	Input type	Input	Volume correct	Status
	D5		Constant	20.00	☒ Yes	✓ Done
	D5			D5 (Well		✓ Done
	D4		Constant	48.00	☒ Yes	✓ Done
	D4			D4 (Well		✓ Done
	D3		Constant	25.00	☒ Yes	✓ Done
	D3			D3 (Well		✓ Done
	D2		Constant	22.00	☒ Yes	✓ Done
	D2			D2 (Well		✓ Done
	ID		Constant	25.00	☒ Yes	✓ Done
	ID			ID (Well		✓ Done
	D1		Constant	27.00	☒ Yes	✓ Done
	D1			D1 (Well		✓ Done
	Z-PSG		Constant	28.00	☒ Yes	✓ Done
	Z-PSG			Z-PSG (		✓ Done
	R2		Constant	6.00	☒ Yes	✓ Done

Figure (IV.9): Réglages pour le processus Make Zones

3.3 Make Layer

Les processus Make Zones et Make Layer sont les deux dernières étapes dans la définition de la résolution verticale de la grille 3D. Le processus Make Layer permet de définir la résolution verticale finale de la grille en définissant l'épaisseur de la cellule ou le nombre de couches de cellules désirées. La dernière étape dans la construction du modèle structurel est de définir l'épaisseur et l'orientation des couches entre horizons de la grille 3D. Ces couches en liaison avec les piliers définissent les cellules de la grille 3D qui sont assignés des attributs lors de la modélisation des propriétés. Le processus Make Layer va faire une résolution plus fine de la grille et aucune entrée est utilisée pour ce processus.

On peut définir la résolution verticale de la grille en définissant l'épaisseur de la cellule, définir le nombre de cellules ou utiliser des fractions. Les couches doivent être définies en fonction des propriétés à modéliser. Habituellement, l'épaisseur de la couche doit être l'épaisseur des plus minces faciès à modéliser. Cependant, il est important de garder à l'esprit que le nombre de cellules augmente lorsque l'épaisseur de la couche diminue, de sorte qu'on ne doit pas mettre plus en détail que nécessaire.

En fonction de la géologie, on peut choisir de construire des couches par le haut (Follow Top), par le bas (Follow Base) ou utiliser de la stratification proportionnelle.

Make Layer peut être réalisé en fonction de la géologie sur le terrain comme suit :

- Follow Base (suivre la base): Les couches seront tronquées vers l'horizon supérieur.
- Follow Top (Suivre le toit) : Les couches seront tronquées vers l'horizon de base.
- Proportionnelle: La somme des couches sera constante dans toute la zone, indépendante de l'épaisseur de la zone.
- Fraction: C'est effectivement une façon proportionnelle de la construction des couches, mais on peut spécifier l'épaisseur relative entre les couches. Par exemple: 1, 2, 1 va générer trois couches et la couche intermédiaire aura deux fois plus épaisse que la partie supérieure et les couches de base.

La construction des layers pour chaque zone argiles radioactives est faite en utilisant la stratification proportionnelle avec un nombre de layers égale à 4, et Follow Top pour le reste des zones. Le détail de choix de construction et les valeurs seront présentés dans la figure (IV.10). On présente également dans la figure (IV.11) le modèle structurel du champ HZ-NW4 après le processus Make Layer.

	Name	Color	Calculate	Zone division		Reference surface	Restore eroded	Restore base	Status
	D5		☒ Yes	Follow base	Cell thickness:	2.00		☐ Yes ☐ Yes	✓ Done
	D4		☒ Yes	Follow base	Cell thickness:	3.00		☐ Yes ☐ Yes	✓ Done
	D3		☒ Yes	Follow base	Cell thickness:	2.00		☐ Yes ☐ Yes	✓ Done
	D2		☒ Yes	Follow base	Cell thickness:	3.00		☐ Yes ☐ Yes	✓ Done
	ID		☒ Yes	Follow base	Cell thickness:	2.00		☐ Yes ☐ Yes	✓ Done
	D1		☒ Yes	Follow base	Cell thickness:	2.00		☐ Yes ☐ Yes	✓ Done
	Z-PSG		☒ Yes	Follow base	Cell thickness:	3.00		☐ Yes ☐ Yes	✓ Done
	R2		☒ Yes	Follow base	Cell thickness:	3.00		☐ Yes ☐ Yes	✓ Done

Figure (IV.10) : Réglages pour le processus Make Layer

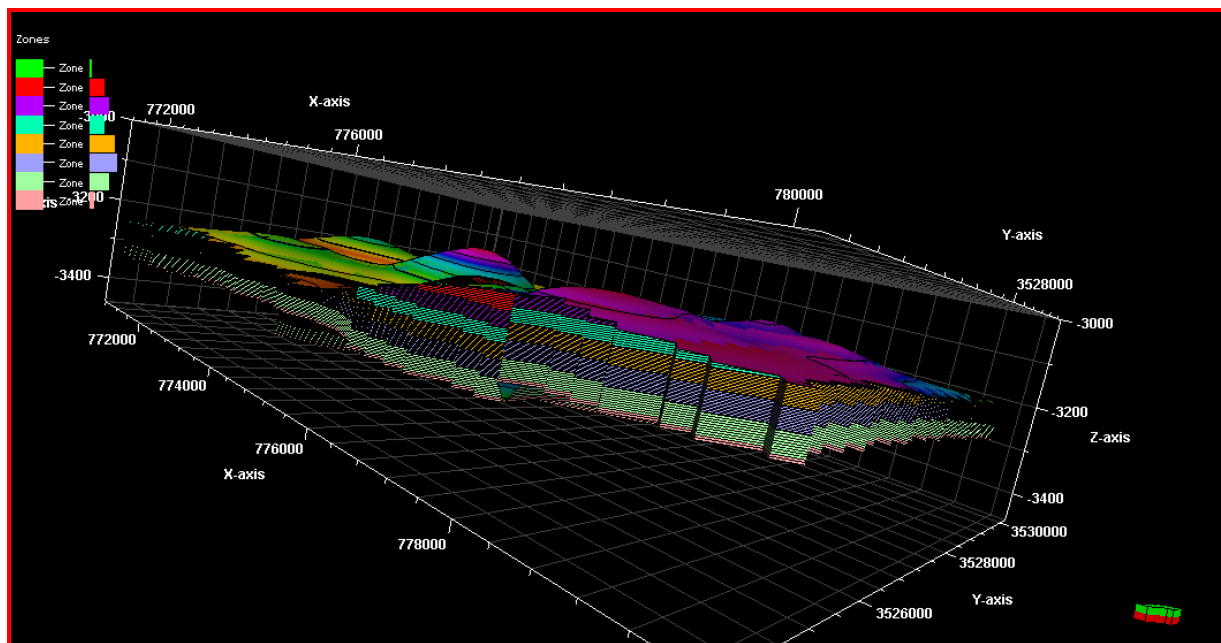
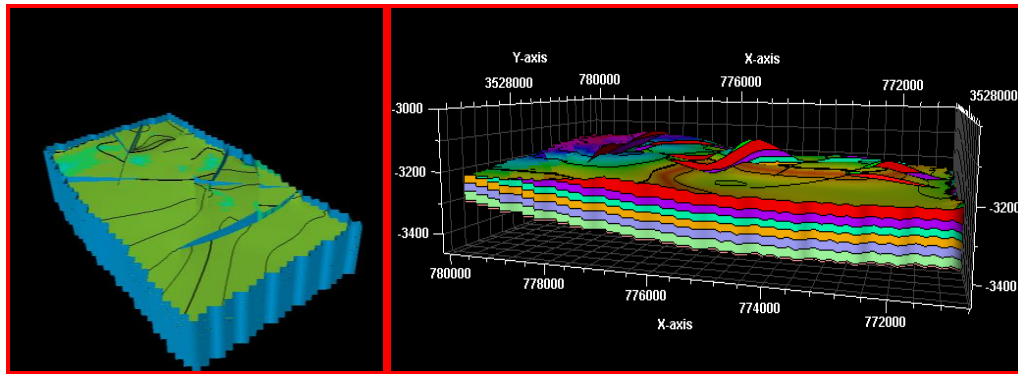
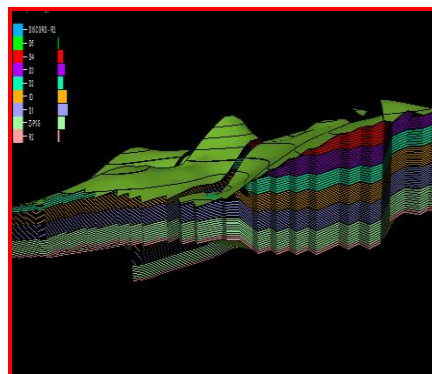


Figure (IV.11) : Modèle structurale après le processus Make Layers.



Make Horizons

Make Zones



Make Layer

Figure (IV.12) : Résumé des processus du maillage vertical dans Pétrel

III. Résultats obtenus :

Un modèle structural 3D de la zone d'étude a partir du quel on peut extraire plusieurs informations :

Des cartes structurales réalisées au top des drains et l'écorché à la discordance hercynienne.

Définition d'une carte structurale: ce sont des cartes qui présentent des courbes d'égales profondeurs.

1. Carte en structurale à la discordance hercynienne :

Cette carte est caractérisée par une profondeur qui varie entre -3120 et -3320m, on remarque que la structure est plus haute dans la partie Est, surtout au est de la faille qui passe à coté du OMJZ622 où elle présente un affaissement du coté Sud-Ouest où on enregistre les plus bases structures OMJ 22 et un soulèvement du coté Nord-Ouest.

On peut observer aussi, au niveau de la faille de direction ESE-WSW qui passe à côté de l'OMJ323 un soulèvement à l'est de la faille et un affaissement maximum à l'Ouest ou on enregistre les structures les plus basses, pouvant atteindre -3320 m de profondeur.

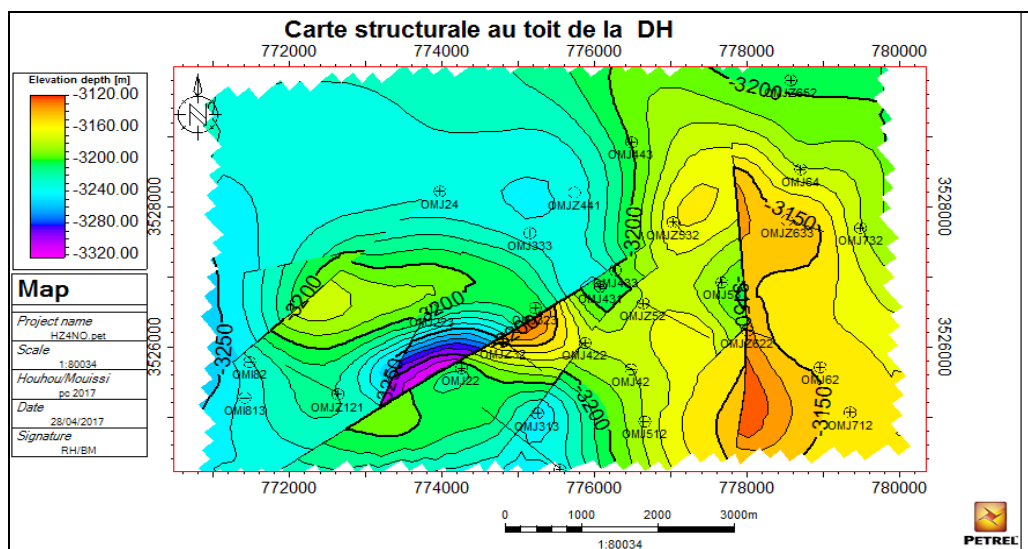
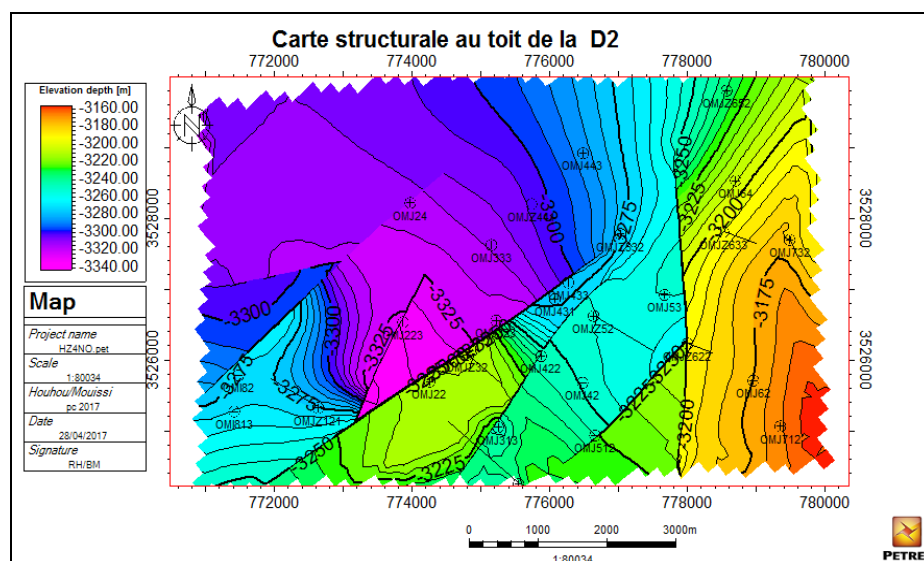


Figure (IV.13)

2. Carte en structurale au toit du D2 :

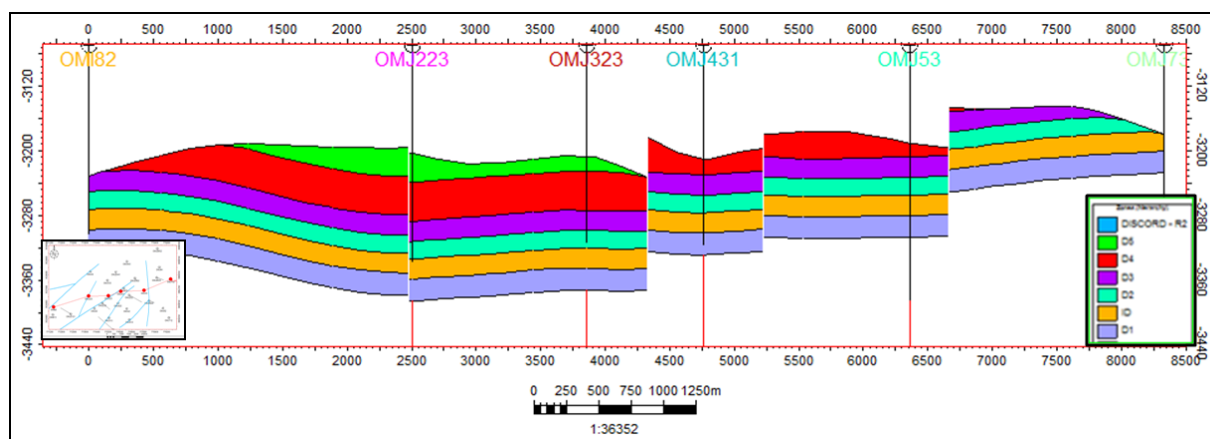
La profondeur varie entre -3160 et -3340m, caractérisée par une structure haute du côté SE, et basse du côté NW, la faille proche du OMJ223 présente un affaissement du côté NW de la faille, et un soulèvement du côté S.



Figure(IV.14)

3. Coupe géologique :

On peut aussi réaliser des coupes géologiques à partir du modèle structural 3D dans différentes directions du secteur d'étude, qui montrent l'extension latérale de la DH, D3, D2, D1, ID, D1 ainsi que leur variation d'épaisseurs.



Figure(IV.15) coupe géologique de direction WSW-ENE

Conclusion générale

Le gisement de Hassi Messaoud apparaît comme un vaste anticlinal aplatis d'orientation NNE-SSW, s'étendant près de la terminaison orientale du bassin triasique Sud Algérien. L'image structurale de Hassi-Messaoud est fortement complexe à analyser et difficile à cerner du fait de ses dimensions et des phénomènes tectoniques et surtout l'interférence entre sa structure proprement dite et l'érosion hercynienne qui se superpose causant ainsi une dégradation presque totale des drains D5 et D4 dans la zone d'étude HZ4NW. Aussi le drain D3 a été sévèrement touché et on a pu retrouver que des témoins. Les drains qui participent à la production dans cette zone sont D4 et D2 d'une épaisseur moyenne de 20 à 50 m.

A Hassi-Messaoud ce sont les sédiments cambriens qui sont saturés en huile. Ils sont protégés par une bonne couverture formée par l'épaisse couche salifère et argileuse de la discordance triasique. Le ciment détritique des grès cambrien est constitué de matériaux argileux et parfois siliceux d'origine sédimentaire. Le ciment argileux des grès est constitué principalement de la Kaolinite et de l'illite influençant ainsi sur la qualité du réservoir.

Le modèle géologique par logiciel Pétrel du réservoir Ra montre une distribution hétérogène des paramètres de porosité, de perméabilité et de saturation variant du très faible au moyenne et parfois bonne. Cette modélisation nous a permis de définir trois unités d'écoulement formant le réservoir Ra de la zone d'étude. Le plan d'eau se trouvait initialement à la profondeur de (-3382m) d'où il a quelque peu envahi une bonne partie du réservoir R2.

Référence Bibliographique :

Zeghouani, 2010. Modèle structural en 3D du Cambrien secteur SW du champ de Hassi Messaoud. Mémoire d'ingénieur. Structural. FSTGAT.USTHB.

BEICIP FRANLAB 2006. Modélisation géologique du gisement de Hassi Messaoud : Etudes et conseils pour le développement du champ de Hassi Messaoud.

BEICIP FRANLAB 2008. Modélisation géologique du secteur nord du gisement Hassi

S.N .Repal et CFP (A). 1973. Ancien travaux pratiques sur le champ de HMD. Messaoud .Edition IFP-Paris-France.

Schlumberger Information (2014) Pétrel. Introduction course 2014.

WEC 2007 Sonatrach and Schlumberger 2007 Well évaluation conférence .Schlumberger, Huston(USA).

Data Bank Source d'information des différent Data du puits (Well head –elan-edi-well path) au niveau de Sonatrach / DEP.

Sonatrach Rapports interne 2016 Division Production Hassi –Messaoud.