

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

**Département des Sciences de la Terre et de l'Univers.**



**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**

*En Vue De L'obtention Du Diplôme de Master en Géologie*

**Option :**

*Géologie pétrolière*

**THEME**

**Apport de l'imagerie dans le domaine pétrolier**

*Soutenu publiquement par :*

**KHELIFI Med Islam**  
**NARBI Abdennacer**

**Devant le jury :**

<b>Président :</b>	<b>Mr. REMITA Abdellatif</b>	M. A. A Univ. Ouargla
<b>Promoteur :</b>	<b>Mr. MEDJANI Fethi</b>	M. C. B Univ. Ouargla
<b>Examinatrice :</b>	<b>M. SAHRI Leila</b>	M. C. A Univ. Ouargla

**Année Universitaire : 2015/2016**



## **REMERCIEMENTS**

*Nous remercions profondément le **bon dieu** pour son aide et sa prudence, et **nos parents** pour leur soutien durant toutes ces années et leurs sacrifices qui nous ont amenés ici.*

*Nous voudrions exprimer notre profonde gratitude envers notre encadreur **Medjani Fethi** pour son aide et sa contribution tout au long de l'élaboration de ce travail.*

*Mes remerciements vont également, au membres de jury, qui ont accepté d'examiner et juger notre modeste travail*

*Nos vifs remerciements s'adressent également au corps professoral du département de science de la terre et l'univers, aussi qu'au personnel de la division de engineering and production- sonatrach (**EP**) en particulier :*

*-**Mr. Abdoune Mebarek** (super viseur géologue)-**Mr. Hamma Toufik** (super viseur géologue).*

*Merci à tout.*



## DEDICACES

*C'est avec gratitude et sincère mots que je dédie ce modeste travail à ma très chère mère ainsi qu'à mon père qui ont sacrifié leurs vies pour notre réussite et nous ont éclairé le chemin avec leurs conseils judicieux on espérons pouvoir leur rendre un jour.*

*Je dédie aussi ce travail à mes compagnons de vie mes frères : Mehammedet Ahmed et mes sœurs Fatema, Zohra, Meriem, et Kolthom et mon binôme Islam, ainsi qu'à mes amis et à tous mes collègues de la promotion GP 2016 et à tous ceux qui me sont chers .*

*Abdennacer ...*



## DEDICACES

*C'est avec gratitude et sincère mots que je dédie ce modeste travail à ma très chère mère ainsi qu'à mon père qui ont sacrifié leurs vies pour notre réussite et nous ont éclairé le chemin avec leurs conseils judicieux on espérons pouvoir leur rendre un jour.*

*Je dédie aussi ce travail à mes compagnons de vie mon frère : Karim et ma sœur Rania, mon binôme Abdnacer, ainsi qu'à mes amis : Walid, Nadir, Imed, Abd Eljebbar, Nesrine, Rahil, Yasmine, et Amiret à tous mes collègues de la promotion GP 2016 et à tous ceux qui me sont chers .*

*Islam ...*

**Liste des figures:**

<b>N°Figures</b>	<b>Titre</b>	<b>page</b>
1	Outil CBIL “Circumferential Borehole Imaging Log”	4
2	réflexion de l’onde acoustique de l’outil CBIL	5
3	Principe de l’acquisition de l’outil acoustique	5
4	L’outil CBIL combiner avec l’outil de résistivité STAR	6
5	Outil UBI “Ultrasonic Borehole Imaging”	7
6	Principe de fonctionnementde l’outil électrique	8
7	L’outil STAR Imager	9
8	L’outil Earth Imager	10
9	L’outil OBMI (OIL-BASE MICRO IMAGER)	11
10	corrections de balancement des bras de l’outil d’imagerie électrique	13
11	Image montre les limites des bans	15
12	L’analyse des bancs grossiers à partir de l’imagerie	16
13	Image illustrant des surfaces d’érosion dans un puits vertical	17
14	analyse structurale à partir de l’imagerie	18
15	L’apparition d’une fracture ouverte dans une image deFond d’un puits vertical.	19

16	L'apparition d'une fracture cimentée dans une image de fond d'un puits vertical	19
17	Une faille dans une image de fond d'un puits vertical	20
18	Modes de déformation	21
19	Breakouts et les fractures induit de forage	22
20	« Break-out » dans une image de fond	22
21	Types de fractures	24
22	Exemple d'image d'un conglomérat à grains jointifs	27
23	Brèche	28
24	Slump	28
25	Exemple de stratifications entrecroisées dans un calcaire	29
26	Exemple de stratifications obliques et entrecroisées	30
27	Exemple de stratification parallèle ou entrecroisée dans un grès avec figure de charge et déformation	31
28	Exemple de terriers, de zone bioturbée et de traces de racines révélés par les images FMI	32
29	Exemples de phénomènes diagénétiques	33
30	les stratifications obliques dans un dépôt entraînent une anisotropie de perméabilité	34
31	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534. Plan de Stratification	37
32	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Résultat du pointé manuel des pendages	38

33	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 - lamination oblique.	39
34	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Analyse de la distribution des plans de fractures ouvertes.	40
35	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Exemple de plans de fractures ouvertes.	41
36	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -plan de faille.	42
37	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Analyse des pendages des plans de stratification.	43
38	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Analyse des pendages des plans de stratification.	44
39	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -résultat du pointé manuel des pendages.	46
40	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Histogramme montrant la distribution des pendages des plans de fractures ouvertes.	47
41	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 - Histogramme montrant la distribution du Strike des plans de fractures ouvertes.	47
42	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Orientation des fractures ouvertes.	48
43	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -analyse de la distribution des plans de fractures ouvertes.	49
44	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -distribution des Strike et des pendages.	50
45	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Plan de faille.	51

46	Profil d'écoulement	52
47	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -schéma montrant la distribution des structures tectoniques.	53
48	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -coupe structurale.	55
49	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 - les formes de paroi de puits.	56
50	Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -les Formes de paroi de puits.	57



## Liste de Tableaux :

<b>N° Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Classification des fractures	25
2	Tableau marqueurs	36
3	pendage structural dans le puits MDZ534	45
4	Epaisseur stratigraphique de l'intervalle d'acquisition de l'UBI	54

# SOMMAIRE

<b>Introduction.....</b>	<b>1</b>
<b>Chapitre I : la Technique de l'imagerie. ....</b>	<b>2</b>
1. Définition de l'imagerie des parois de puits.....	2
2. Les outils d'imagerie utilisée.....	3
2.1 Les outils de l'imagerie acoustique.....	3
2.3 Les outils de l'imagerie électrique.....	7
3 .Avantages et inconvénients présentés par les outils d'imagerie .....	11
4. Le traitement ('processing') des images.....	12
5. Les corrections.....	12
5.1 Les corrections de vitesse (sur les logiciels).....	12
5.2 Les corrections de balancement des bras.....	13
5.3 Correction de vitesse basée sur l'image.....	14
6.Harmonisation des boutons.....	14
7. La normalisation.....	14
8. Interprétation des images des différents outils d'imagerie.....	15
<b>Chapitre II : L'utilité de l'imagerie dans l'évaluation des réservoirs .....</b>	<b>16</b>
1. Les limites des bancs .....	16
2. Les surfaces d'érosion .....	16
3. Analyse structurale.....	17
3.1) Les fractures.....	18
3.2) Les Failles.....	20
3.3) Les break-out .....	20

<b>Chapitre III : Application de l'imagerie.....</b>	<b>23</b>
1. Applications tectoniques .....	23
1.1 Détection et analyse des fractures.....	23
1.2) Classification des fractures .....	25
2. Application sédimentologique .....	26
3. Applications diagénétiques .....	32
4. Application à l'évaluation des réservoirs .....	33
<b>Chapitre IV : Etude de cas .....</b>	<b>35</b>
Généralité sur le champ de Hassi Messaoud .....	35
1. Données utilisées.....	38
2. Pointe et analyse des structures géologiques.....	38
3. Interprétation sédimentaires et tectoniques .....	45
3.1 Analyse des pendages des plans de stratification.....	45
3.2 Calcule du pendage structural .....	46
3.3 Les laminations obliques .....	47
3.5 Faille .....	52
3.6 Construction de la coupe géométrique.....	55
3.7 Analyse de la forme de la paroi du puits .....	58
3.8 Conclusion de Cas d'étude.....	60
<b>Conclusion.....</b>	<b>59</b>

## **Introduction**

Les hydrocarbures, parmi les substances les plus demandé dans le monde, car elles jouent un rôle capitale dans la disposition de l'énergie dans la vie quotidienne des humains.

Vu que les gisements des hydrocarbures sont situés dans les profondeurs, leur localisation et mise en valeur est le plus grand défi dans cette industrie, les spécialistes doivent obtenir le maximum d'informations sur l'état et le comportement du gisement de point de vue structural, sédimentologique, et pétrophysique, afin de pouvoir réaliser un plan d'exploitation à long termes avec le minimum des coûts.

La recherche et l'exploration des hydrocarbures nécessitent le développement de la technique qui servent, soit dans l'optimisation de production par une bonne caractérisation du réservoir ou dans l'efficacité de l'opération, en réduisant les problèmes surtout dans les forages horizontaux.

De cet effet, les scientifiques cherchent toujours de nouvelles techniques d'exploration ou bien développer les anciennes, pour arriver à une meilleure caractérisation des niveaux réservoirs qui sera une assise de tous les travaux de modélisation et de production.

L'imagerie, une technique qui a été introduite par Schlumberger au milieu des années 80. Elle occupe actuellement un rôle très important dans l'industrie pétrolière. Ses apports interviennent dans différentes phases, soit dans l'efficacité de l'opération, en réduisant les problèmes surtout dans les forages horizontaux, ou bien dans l'optimisation de production par une bonne caractérisation du réservoir.

Dans ce sens, le travail présenté dans ce mémoire s'articule sur l'apport de l'imagerie dans la caractérisation d'un puits horizontal dans le champ de Hassi Messaoud du point de vue structural et sédimentologique.

## **Chapitre I: La Technique de l'imagerie .**

La clé de la réussite de l'exploration dans les pays développés a été de prédire où la fracturation naturelle est abondante. Par conséquent, l'utilisation des dispositifs d'imagerie acoustique et micro-résistivité de localiser et de déterminer la géométrie de des fractures existantes, la distribution latérale et verticale des fractures productives, la qualité de fracture et le potentiel d'hydrocarbures avant la mise en place du casing est un élément essentiel dans l'évaluation de l'économie de toute donnée du puits.

La haute résolution de l'image est utilisée comme une aide dans la description, l'orientation des carottes conventionnelles, ainsi que dans le choix des intervalles de test de formation, d'échantillonnage et de perforation. L'imagerie est souvent le seul moyen pratique de la détermination de la limite grès/argiles des intervalles dans les stratifications minces dans l'absence des carottes classiques.

### **1. Définition de l'imagerie des parois de puits :**

En effet l'imagerie acoustique et électrique a fait un pas considérable dans le domaine de la reconnaissance des formations en sub-surface tout en apportant des réponses aux questions qui bien souvent ont fait l'objet des polémiques dans l'interprétation des milieux de dépôts. Cet apport se résume en une meilleure connaissance de la tectonique du gisement, des couches (pendage et azimuth) ainsi qu'une meilleure approche dans le domaine de la fracturation. La maîtrise de l'imagerie de fond est une garantie pour une fiabilité des interprétations des phénomènes géologiques tout au long de leur formation en corrélation avec les données des carottes (imagerie de surface).

Comparées aux diagraphies classiques, l'imagerie se base sur la multiplication des mesures dans le même endroit et en un temps réduit ; ce qui lui permet d'offrir une information détaillée de toute la paroi (couverte par fois jusqu'à 100%).

Son avantage principal est la possibilité d'orienter l'image obtenue par rapport au Nord magnétique dans un puits vertical, et au Top du trou dans un puits horizontal.

L'imagerie est indispensable pour :

- ✓ La représentation complète du trou par image 360°.
- ✓ La détermination de pendage structural et sédimentaire.
- ✓ La détection des fractures et les failles, ainsi que leurs types et leur orientation.
- ✓ La détermination de la limite grès/argile, des intervalles de stratification minces.
- ✓ Fournit des données du diamètre du trou avec une haute résolution acoustique.
- ✓ Donne une image sur la géométrie de la paroi du trou.
- ✓ Fournit une image détaillée du trou, avec une boue salée et une boue à base d'huile.
- ✓ Fournit l'orientation et la corrélation des carottes.
- ✓ La détermination des Paléo-contraintes.
- ✓ La détermination des Paléo-courants.

## **2. Les outils d'imagerie utilisée :**

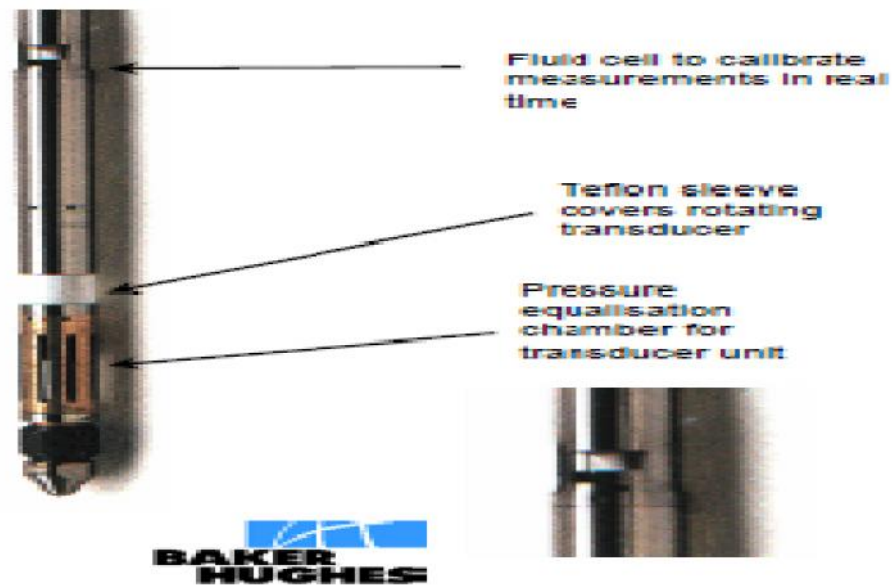
Les outils d'imagerie de forage à haute résolution ont plusieurs avantages par rapport au carottage conventionnel. Les images sont continues et peuvent être collectées à partir de n'importe quel intervalle. Les images sont orientées dans l'espace 3D, permettant de déterminer les différentes caractéristiques géologiques. La profondeur d'image est contrôlée avec précision, un grand avantage par rapport aux données des carottes traditionnelles dans des situations de reprise partielle comme carottage dans des réservoirs faillées ou fracturé. Il existe actuellement une grande variété d'outils d'imagerie disponibles, bien que ceux principalement se répartissent en deux catégories: les outils d'imagerie de résistivité et acoustique.

### **2.1) Les outils de l'imagerie acoustique.**

Outils d'imagerie acoustique utilisent un transducteur piézoélectrique à rotation rapide pour émettre une impulsion sonore à haute fréquence ciblée de la paroi du trou. L'outil d'imagerie acoustique enregistre ensuite l'amplitude de l'écho de retour, ainsi que le temps de déplacement total de l'impulsion sonore. Le temps de trajet de l'onde acoustique et l'amplitude réfléchi est mesurée à de nombreux azimuts à l'intérieur du puits de forage pour une profondeur donnée. Ces données sont ensuite traitées dans les images de la réflectance de la paroi du forage (sur la base de l'amplitude de l'écho de retour) et le rayon du trou de forage (sur la base de temps de parcours d'impulsion). Il existe une grande variété d'outils d'imagerie acoustique disponible, certains des outils les plus courants sont le CBIL (BAKER ATLAS), UBI (SLB) et CAST-V (Halliburton).

#### **2.1.1) Outil CBIL "Circumferential Borehole Imaging Log"**

Outil CBIL il se base sur le principe physique (émission et réception des ondes acoustiques) pour produire une image en continu des parois d'un puits tubé ou non tubé. L'outil comprend un transducteur acoustique monté sur une section rotative il envoie puis détecte l'impulsion acoustique réfléchi par la paroi du trou. L'amplitude réfléchi est en fonction du contraste acoustique de la formation et la boue dans le trou de forage. Le temps de déplacement dans les deux sens est en fonction de la vitesse de la boue et la distance de la formation.

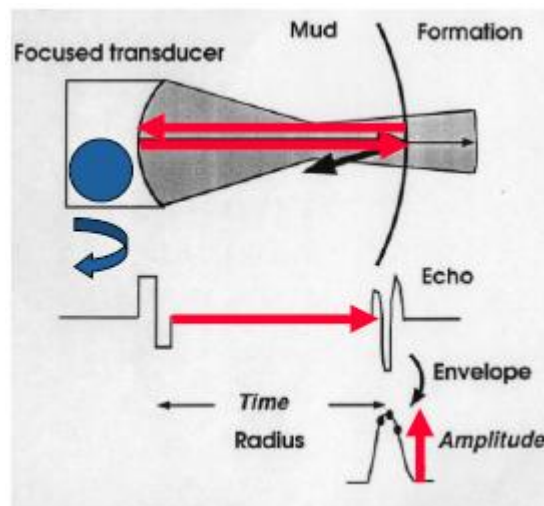


**Figure 1:** Outil CBIL “Circumferential Borehole Imaging Log” (coure IAP)

Lorsque l’impulsion acoustique frappe la paroi du puits une partie de l’énergie est réfléchiée et le reste passe par la formation, l’énergie réfléchiée dépend du contraste de l’impédance acoustique  $Z_1$  et  $Z_2$ , comme il est indiqué dans la figure 1 et 3.

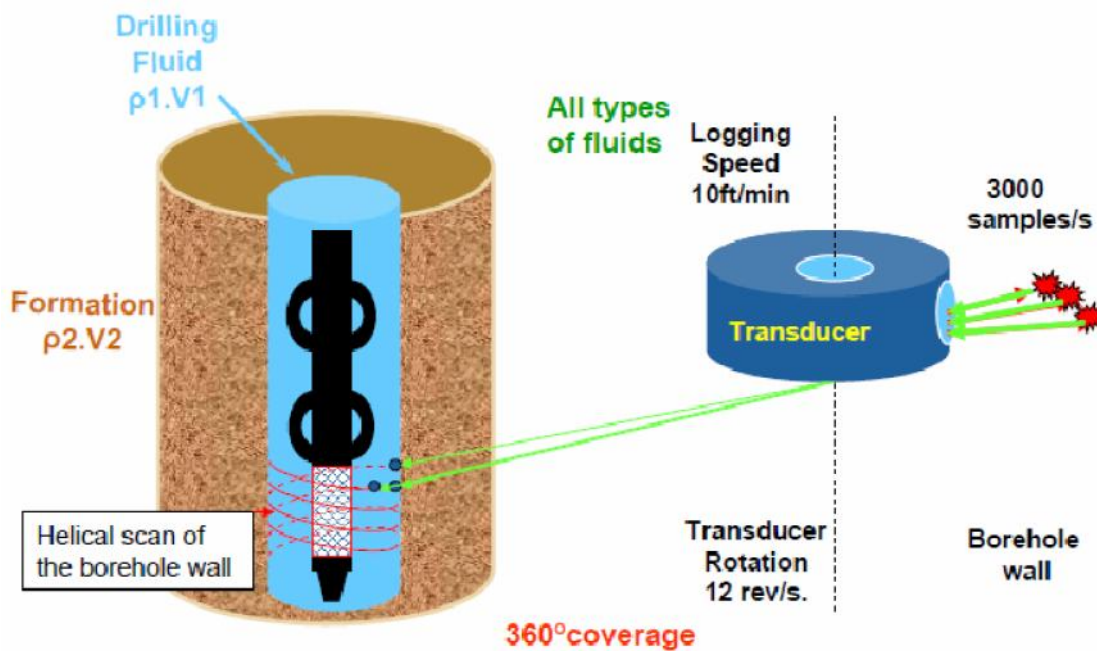
$Z = \rho \cdot V$  Avec :  $Z$ = impédance acoustique,  $\rho$ =densité,  $V$ =vitesse.

L’amplitude et la vitesse de l’onde sonore sont fonction de la lithologie, de la forme et de la taille de l’empreinte géologique rencontrée.



**Figure 2:** réflexion de l’onde acoustique de l’outil CBIL. (Coure IAP)

Le service CBIL offre des images acoustiques de forage à haute résolution 3000 échantillon par second avec une couverture de 360° (fig-3) dans des conditions difficiles, y compris à haute porosité, et les formations non consolidées. CBIL images sont particulièrement adaptés à l’analyse des fractures, et des failles. Ils peuvent également être utilisés pour l’interprétation du champ de contraintes abords du puits de forage, les breakout et les fractures de forage.



**Figure 3:** Principe de l'acquisition de l'outil acoustique. (Coure IAP)

### 2.1.2) Performance de l'outil CBIL

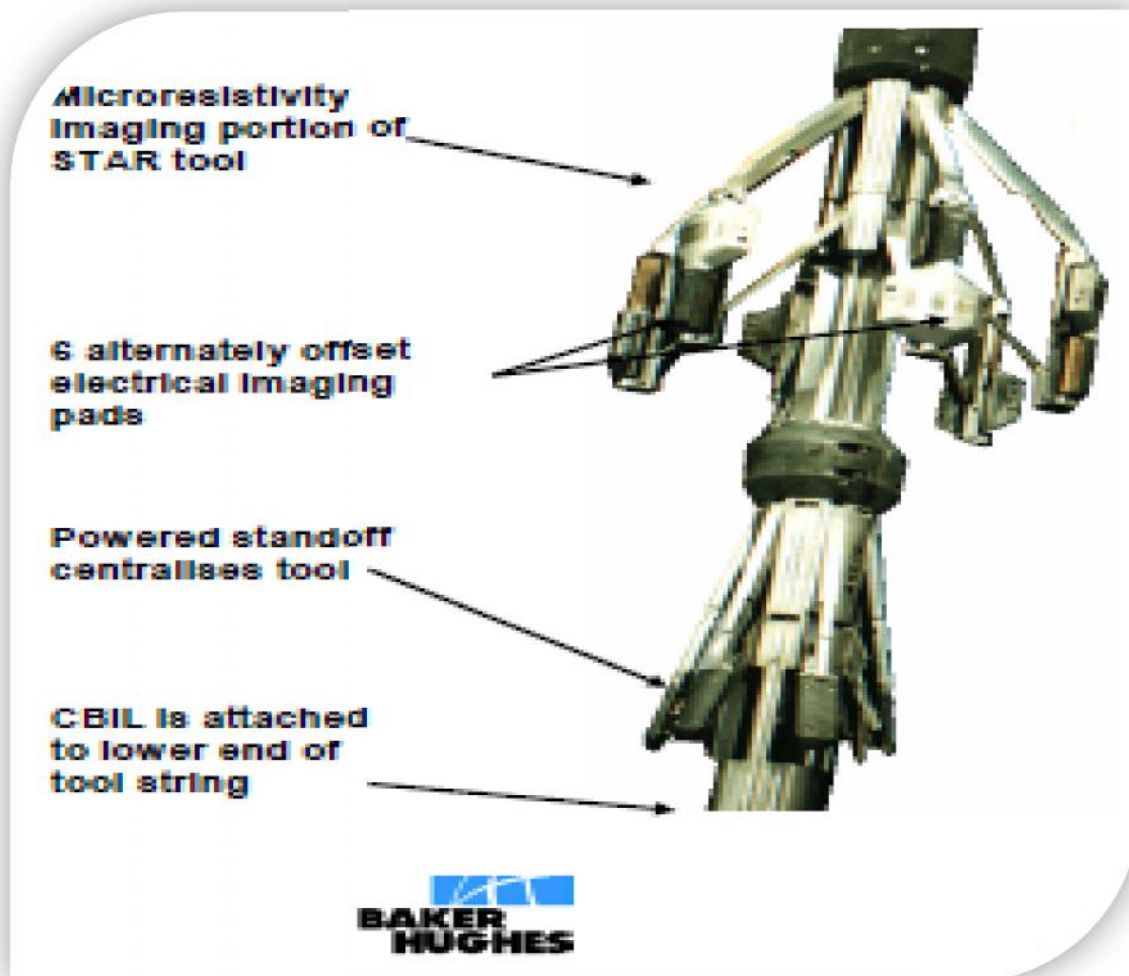
Une performance fiable dans la boue à base d'eau et à base d'huile.

La fréquence de fonctionnement de 250 kHz de l'instrument CBIL permet des performances supérieures dans des puits à grands diamètre et boue plus lourds. Le système CBIL est un dispositif acoustique qui ne nécessite pas de contact avec la paroi du forage. Cela le rend très efficace dans des puits horizontaux. Sa petite taille de 3,625 in [92,1 mm] permet un fonctionnement dans des puits de petit diamètre ainsi que des puits de grand diamètre.

### 2.1.3) Le CBIL combiner avec l'outil de résistivité

Lorsqu'il est combiné avec l'outil imagerie de résistivité, de la Baker Hughes STAR Imager ou Earth Imager, les mesures complémentaires offrent une évaluation plus complète de formation.





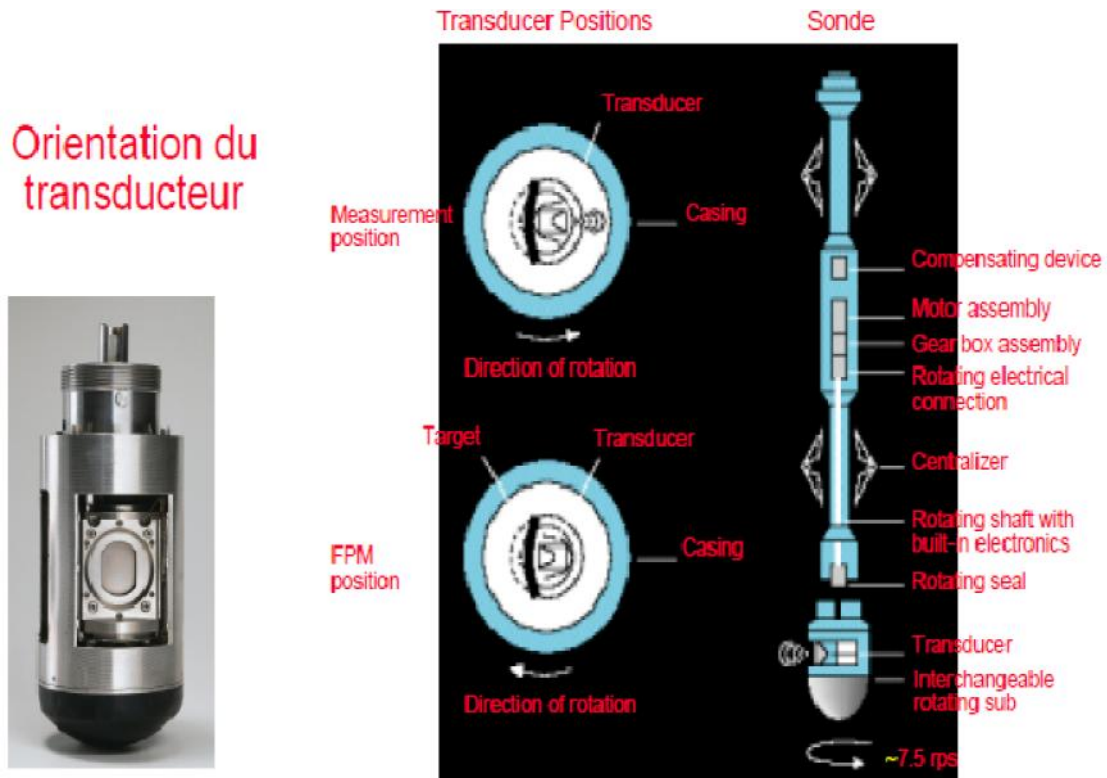
**Figure 4:** L’outil CBIL combiner avec l’outil de résistivité STAR. (Coure IAP)

## 2.2) Outil UBI “Ultrasonic Borehole Imaging”

L’UBI de la compagnie Schlumberger présente les mêmes caractéristiques que celles de l’CBIL, avec une forme différente.

L’UBI est caractérisé par un transducteur à grande résolution qui pourvoit des images acoustiques en trou ouvert (open-hole) même en boue à huile. Les informations sur la stabilité et la fracturation du puits peuvent être dérivées des enregistrements faits par l’outil. L’outil est muni d’un transducteur rotatif qui fait à la fois fonction de transmetteur et de récepteur. Le transducteur existe en plusieurs dimensions, celles-ci sont sélectionnées en fonction du diamètre du trou pour minimiser le trajet de la pulse ultrasonique dans le fluide de forage, réduisant ainsi l’atténuation de l’amplitude de l’onde dans les fluides lourds et maintenant un bon rapport signal-bruit.

Le transducteur rotatif envoie 156 pulses par rotation et fait 7 rps (rotations par seconde) assurant ainsi une couverture de 100% de la paroi du trou.



**Figure 5:** Outil UBI “Ultrasonic Borehole Imaging” (Coure IAP)

L’outil UBI mesure l’amplitude et le temps de transit de l’onde ultra-sonique en utilisant deux différentes fréquences .La fréquence de 500 KHz donne une bonne résolution de l’image du signal, la fréquence de 250 KHz donne de meilleures mesures dans le cas des boues dispersives (haute fréquence = atténuation).

Le mode de résolution est sélectionné en fonction de l’environnement du sondage (type et densité de la boue).

### 2.3) Les outils de l’imagerie électrique

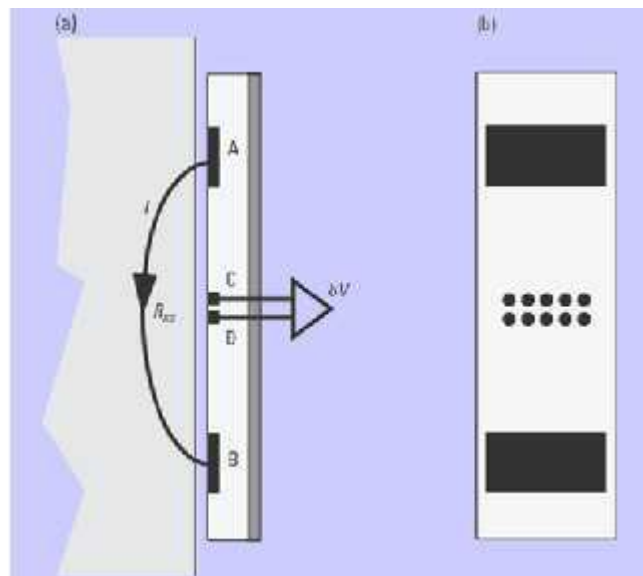
Dans l’imagerie de micro-résistivité, la stratification, le clivage, les fractures et les failles apparaissent comme des anomalies conductrices ou résistif avec une forme sinusoïdale. Les plans de stratification peuvent être facilement détectés par les contrastes de résistivité. Dans les roches du Paléozoïque fortement consolidés, peu poreux, l’imagerie de résistivité affiche les variations de minéralogie en particulier de la teneur en argile.

Alors que les plans de stratification sont délimitées comme des zones de changements perceptibles de résistivité, les plans de clivage se produisent aussi sombre, des lignes régulier espacées transversal de ces planes. Les fractures naturelles sont aussi visualisées, pourvu d’existence d’un contraste de résistivité entre la rupture et la formation ou la roche change de structure au niveau du plan de la fracture.

## -Principe de l'outil :

Le corps inférieur de l'outil émet un courant appelé EMEX (pour Emettre-Exciter), dans la formation. Une très faible partie de ce courant passe par les électrodes et donne les courbes enregistrées, représentant les contrastes de micro-résistivité aux limites des couches ou aux fractures traversant le sondage.

Il existe une grande variété d'outils d'imagerie de micro-résistivité disponible pour la boue à base d'huile et à base d'eau, certains des outils les plus courants sont le STAR, Earth Imager (BAKER ATLAS), FMI, OBMI (SLB) et OMRI (Halliburton).



**Figure 6:**Principe de fonctionnement de l'outil électrique (Coure IAP)

### 2.3.1) Les outils d'imagerie de micro-résistivité à base d'eau

#### A-L 'outil STAR Imager

Le service Baker Hughes STAR Imager offre des images de résistivité de formation à haute résolution dans les systèmes de boue conductrice (à base d'eau). Les datas de STAR Imager permet de reconnaître les structures structurelles et sédimentaires et représente une base solide pour la définition de la géologie détaillée du réservoir.

La haute résolution d'imagerie de la résistivité améliore l'évaluation de réservoir dans des environnements géologiques allant de roches clastiques doux, finement stratifiées en carbonates très complexes. Ces images peuvent être utilisées pour la différenciation des types de fractures, la détermination du champ de contraintes à la paroi du puits, les faciès sédimentaires et l'interprétation du milieu de dépôt.



**Figure 7:** L'outil STAR Imager (Coure IAP)

### **- Identification des caractéristiques géologiques et de la paroi du puits**

Les images de la paroi de puits en haute résolution identifient les caractéristiques géologiques du puits. Ceux-ci comprennent des caractéristiques planes comme la stratification, les fractures et les failles, ainsi que des caractéristiques stratigraphiques comme stratification oblique. Les images identifient également la fracturation induite par le forage.

### **2.3.2) Les outils d'imagerie de micro-résistivité pour une boue à base d'huile**

#### **B-L 'outil Earth Imager**

La force conduite derrière le développement de la nouvelle technologie de résistivité pour l'imagerie de forage dans les boues non conductrice était un désir de créer un instrument de diagraphie qui opérerait dans divers pétrole, diesel ou boues synthétiques, permettant une flexibilité dans la conception du système de boue pour une meilleure efficacité du forage et limiter les risques de stabilité de forage. Un nouveau dispositif (Earth Imager) qui permet à l'imagerie de micro-résistivité pour enregistrer les détails de la formation en haute résolution auparavant pas possible dans les boues non conductrice a été introduit. La mise au point et la mesure de courants s'écoulent le long des gradients potentiels établis entre la partie inférieure du corps de l'instrument et le "zéro de potentiel". Ces courants se déplacent et répondent à la résistivité de la formation dans la partie conductrice au-delà du trou de sonde non-conductrice et de la zone envahie, après avoir été induite là par l'addition de la technologie de base de l'instrument introduit récemment.



**Figure 8:** L'outil Earth Imager (Coure IAP)

L'Earth Imager utilise la technologie de micro-résistivité brevetée pour fournir de manière significative l'amélioration de la résolution verticale et la couverture forage dans les boues non conductrice. Cette nouvelle technologie mise au point fournit des informations précises et minimise les problèmes de sensibilité souvent associée à des irrégularités de la géométrie de forage tels que l'érosion, rugosité induite par le forage, et l'accumulation du mudcake. En conséquence, les images acquises de forage sont adaptés pour le détail structural, fracture, sédimentologiques et l'analyse pétrophysiques.

L'Earth Imager permet l'acquisition simultanée de la résistivité en haute résolution. Cette capacité unique offre une perspective d'interprétation puissante basée sur deux ensembles de données complémentaires. La redondance des données assure une excellente couverture des données dans le puits de forage et élimine pratiquement la perte de données. En outre, l'Earth Imager peut fonctionner en combinaison avec d'autres services Baker Atlas, y compris RCI, 3DEX et XMAC Elite. Le système d'acquisition multi-tâches à grande vitesse, permet des regroupements flexibles pour répondre aux besoins d'information, de réduire les incertitudes et d'améliorer la rentabilité en minimisant le temps d'acquisition de données. Le câble de wireline ou le système de pipe de forage peut être utilisé pour transporter l'instrument dans les puits fortement déviés ou horizontaux.

#### **-L 'OUTIL OBMI (OIL-BASE MICRO IMAGER)**

OBMI est la nouvelle génération des outils d'imagerie électrique de la compagnie internationale Schlumberger, fournit des images de micro résistivité de la formation au voisinage immédiat de la paroi du puits pour une boue non conductrice.

Cet outil donne des images de micro résistivité assurent une sensibilité aux changements sédimentaires et une résolution verticale de 0.2 pouces pour des analyses très fines, ainsi que d'assurer une large couverture de la paroi du puits à plus de 80% dans un trou de diamètre de 8 ½ pouces, il est constitué de quatre bras ou chacun portant un patin qui transmet un courant dans la formation à travers des boutons électrodes.



**Figure 9:** L'outil OBMI (OIL-BASE MICRO IMAGER) (Coure IAP)

### **3. Avantages et inconvénients présentés par les outils d'imagerie :**

#### **a) L'imagerie de micro-résistivité**

- Détecter et mesurer les caractéristiques finement petites,
- Détecter les caractéristiques anisotropes,
- Différencier les caractéristiques structurales et stratigraphiques,
- Conserver une certaine souplesse dans le choix de systèmes de boue.

#### **b) L'Imagerie ULRA \_SONIC**

- Permet d'analyser les fractures et le régime de stress (contraintes) et mener des études de stabilité des forages.
- Non influencé par le type de boue.
- Résolution d'image supérieure.
- Améliorer les interprétations structurales.
- Améliorer la résolution des images.
- Mesurer le temps d'amplitude et de transit avec précision.
- Obtenir clair et facile à comprendre, des présentations chantier de forage en temps réel.

Autre avantages :

- La résolution horizontale et verticale de l'image permet l'orientation directe des caractéristiques géologiques.
- Gain de temps de forage et les frais d'acquisition lorsqu'on compare avec des carottes classiques.
- L'imagerie du puits peut être acquise sur des intervalles étendus et aussi dans des trous plus ou moins en déviation.
- L'imagerie est également plus facile à manipuler et à assurer le contrôle de profondeur par rapport à des carottes classiques.

**c) Inconvénients de l'imagerie :**

- Une technique très coûteuse.
- Couvre une petite surface au Tour du puits
- Risque de raté des enregistrements (mal fonctionnement des outils) sur tout dans la boue à base huile.
- Nécessite les données d'autre technique (les carottes, logging while drilling) pour bien interpréter ces données.

**4. Le traitement ('processing') des images :**

Avec l'émergence des outils d'imagerie électrique, il est devenu nécessaire pour la première fois d'appliquer un traitement ('Processing') des images pour en améliorer la qualité, obtenir de bons contrastes et éliminer au maximum les artefacts.

**5. Les corrections :**

Pour reproduire les objets géologiques détectés dans leur forme primitive et pour calculer le pendage réel des surfaces traversant le puits, les données brutes acquises doivent être corrigées de l'influence des facteurs tels que les variations de vitesse d'enregistrement, les décalages en profondeur, les électrodes ne fonctionnant pas, l'intensité du courant (EMEX), les changements de diamètre du trou et la rotation de la sonde dans le trou (Serra & Serra, 2000). Ces corrections sont réalisées à l'aide de programmes appropriés. Luthi (2001) décrit en détail tous les paramètres à prendre en compte pour que toutes les électrodes aient la même dynamique ; cette étape est l'égalisation.

Les images sont orientées en utilisant les données de l'accéléromètre et du magnétomètre enregistrées par une cartouche d'inclinométrie, qui fait partie de la sonde ('tool string') FMI. L'accéléromètre triaxial donne les données nécessaires pour les corrections de vitesse et l'alignement des courbes pour générer les images.

### 5.1) Les corrections de vitesse (sur les logiciels) :

Les corrections de vitesse doivent être effectuées en deux phases pour permettre aux utilisateurs de vérifier si les profondeurs calculées corrigées sont raisonnables avant d'appliquer réellement les corrections sur les logs.

Cette installation permet de corriger le collage de l'outil. Lorsque l'outil colle, l'image forage devient tendu et la tension câble augmente. Par la suite, lorsque l'outil est relâché, il accélère et l'image de forage apparaît compressée. Pour compenser cela, le programme calcule la vitesse réelle de l'outil par intégration de l'accélération de l'outil, puis intègre la vitesse afin de déterminer la profondeur réelle de l'outil par rapport à la profondeur nominale du câble.

La formule pour calculer l'accélération compensée :

$$\text{Accélération compensée} = \text{Accélération} - g \cdot \cos(\text{déviation}) \quad \text{or } (g = 9.81 \text{ m/s}^2)$$

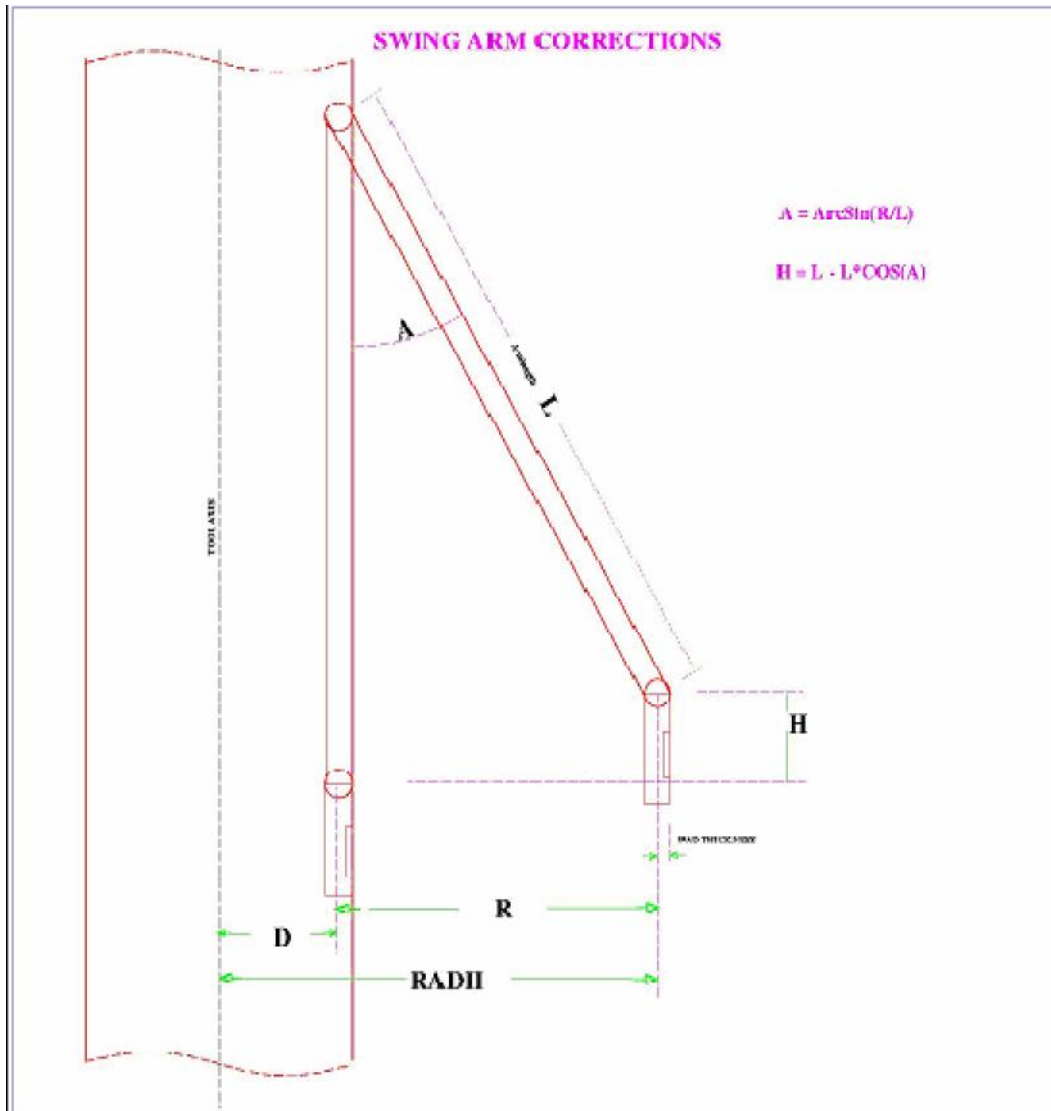
On utilise la vitesse du câble pour calculer la vitesse instantanée de l'outil à chaque profondeur.

$$\text{Vitesse instantanée} = (\text{Accélération compensée} \cdot \text{le pas d'échantillonnage}) / (\text{vitesse du câble}).$$

### 5.2) Les corrections de balancement des bras :

Les corrections de balancement des bras sont nécessaires pour corriger l'erreur en profondeur en raison du déplacement vertical « H » comme il est indiqué dans la figure-12- du patin au patin ouvert et loin de diamètre de l'outil.





**Figure 10:** corrections de balancement des bras de l’outil d’imagerie électrique (Coure IAP)

### 5.3) Correction de vitesse basée sur l’image :

La correction de vitesse n'est pas toujours éliminer les effets irréguliers de mouvement de l'outil à partir d'images forage. Pour les dispositifs à base de patins, une correction de vitesse incomplète peut entraîner des décalages entre autres boutons (parce qu'ils viennent de l'offset des rangées de boutons) ou dans les compensations entre les patins et les flaps. La correction de vitesse basé sur l'image utilise plusieurs méthodes de corrélation pour une meilleure profondeur correspondent aux boutons individuels dans chaque groupement de patins et correspond aux patins et de flaps. La correction de la vitesse de fichier image doit être effectuée sur des données d'image à base de patins qui ont déjà été traitées avec le module de création de l'image de patins.

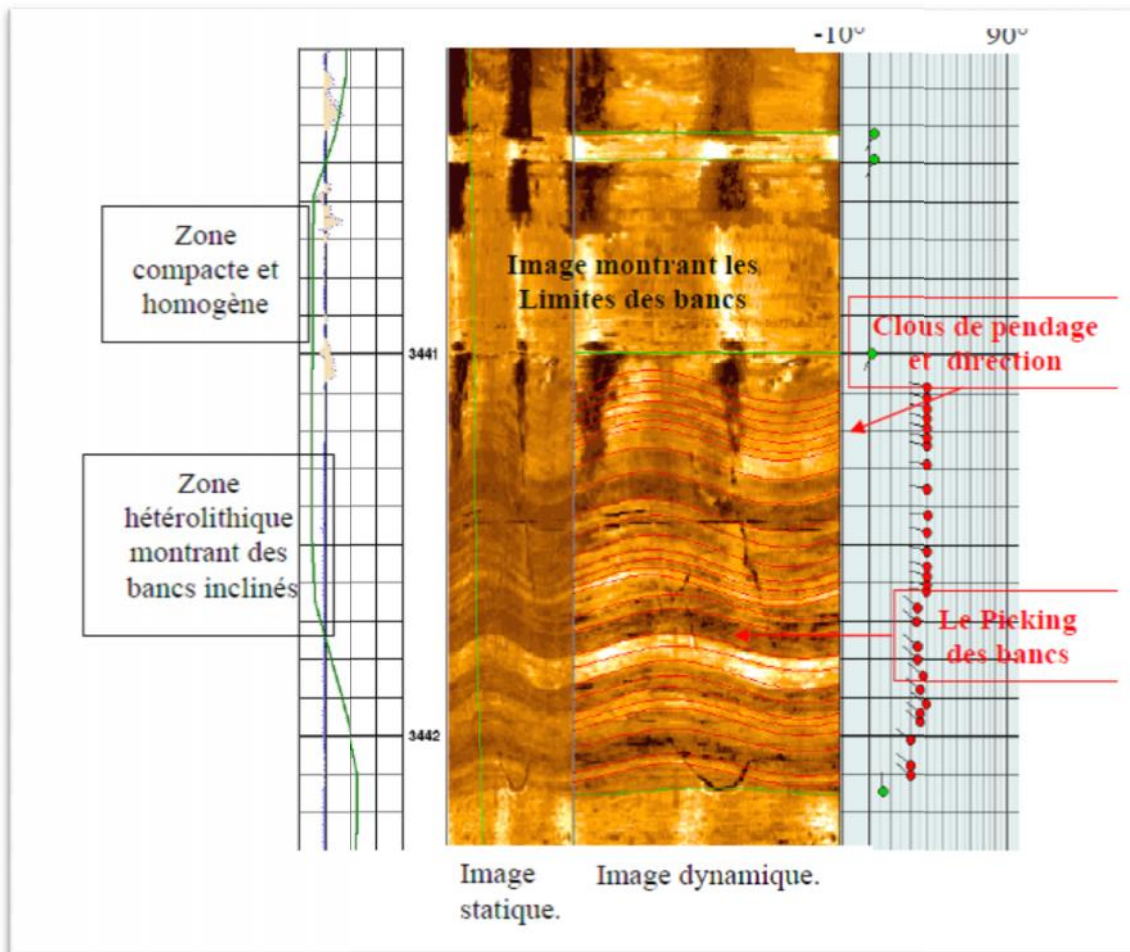
## **6. Harmonisation des boutons :**

Le procédé d'harmonisation est conçu pour corriger les réponses d'outil incohérentes par la correction des colonnes individuelles dans chaque rangée de telle sorte que chaque bouton présente la même distribution de réaction (moyenne et de variance) par la moyenne et la variance de son patin ou de l'ensemble outil. Bien que la méthode d'harmonisation va changer les valeurs des données de boutons individuels, s'ils sont utilisés sans fenêtre (sur l'intervalle entier), il ne devrait pas changer la distribution des données de l'ensemble du log. L'harmonisation du bouton est, comme son nom l'indique, conçu pour une utilisation sur le type du patin d'images électriques et est, ne convient pas pour des outils d'imagerie de type rotatif comme des images acoustiques ou des images LWD (les utilisateurs peuvent reconnaître certaines exceptions à cette à être utilisés avec précaution). Idéalement, l'harmonisation du bouton doit être exécutée après la méthode de création d'image de patins de sorte qu'il est appliqué sur un seul tableau pour chaque patin / flap.

## **7. La normalisation :**

Une fois les corrections appliquées, les réponses des électrodes sont réparties en un certain nombre de classes (de couleur) par analyse de l'histogramme. Chaque couleur est représentée par un même nombre d'échantillons. Cette étape est la normalisation. L'objectif est de Produire une image avec des niveaux de couleur et des contrastes qui facilitent l'interprétation et l'analyse. Il existe deux types de normalisation. Si l'analyse de l'histogramme couvre l'enregistrement complet, une même couleur correspond à la même plage de résistivité quelle que soit la profondeur. Il s'agit de la normalisation statique. Par tradition, l'éventail des couleurs va du noir pour ce qui conducteur au blanc ou jaune pour ce qui est résistant. Le noir a été choisi pour représenter les conductivités élevées parce que les argiles sont souvent plus conductrices et avec une couleur plus sombre que les autres lithologies. Les sondes ayant une plage dynamique très large permettent de détecter des variations très faibles de résistivité. Ces dernières n'apparaissent pas dans la normalisation statique mais peuvent être mises en évidence dans la normalisation dynamique. Celle-ci consiste en l'analyse de l'histogramme des conductivités réduit à une fenêtre glissante de longueur donnée.

Des phénomènes géologiques très peu contrastés peuvent ainsi être mis en évidence. Une même couleur peut correspondre à des résistivités totalement différentes. Il convient donc de toujours analyser une image dynamique avec à son côté l'image statique (Figure-11).



**Figure 11:** Image montre les limites des bancs. (Courte IAP)

## 8. Interprétation des images des différents outils d'imagerie :

Les domaines d'applications des données d'imagerie sont vastes (Serra, 1989 & 2000)

- ☞ Géométrie et forme des bancs (épaisseur, limite de bancs et forme)
- ☞ Organisation interne du banc (texture, structure interne)
- ☞ Evolution de l'épaisseur et nature des bancs
- ☞ Diagenèse (cimentation, concrétions nodulaires, pression – solution, dissolution)
- ☞ Environnement de dépôt (faciès, figures de sédimentation, évolution des courbes)
- ☞ Tectonique, déformation des bancs (fracture, pendage structural, évolution du pendage structural, discordance)
- ☞ Carottage (orientation, localisation des carottes latérales)
- ☞ Propriétés pétrophysiques (type de pore, perméabilité)
- ☞ Interprétation quantitative

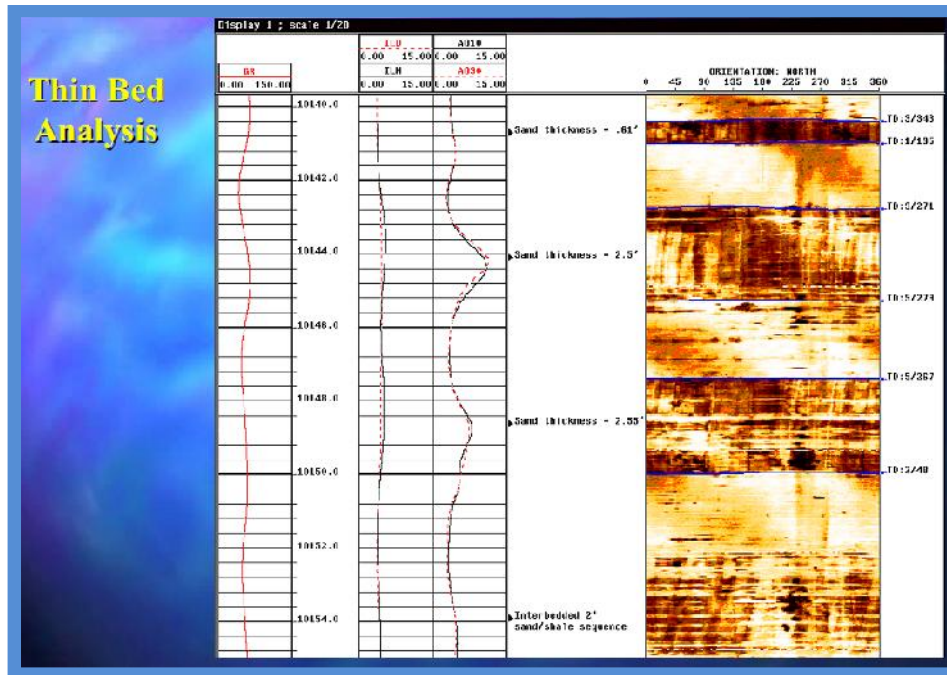
## Chapitre II: L'utilité de l'imagerie dans l'évaluation des réservoirs .

**Modèles théoriques : les différents modes d'interprétation d'image obtenus par les diagraphies d'imageries :**

### 1. Les limites des bancs :

La réponse de l'onde émise montre un contraste de couleurs au passage des bancs de lithologie et minéralogie différentes.

Dans les dépôts silico – clastiques, la couleur varie en fonction de la taille des grains : les grès sont reconnus par une couleur claire, par contre les argiles se reconnaissent par une couleur plus sombre. Le contact entre deux bancs peut être un plan horizontal et, sa réponse sera une ligne droite ou, un plan incliné dont la réponse sera une ligne sinusoïdale de faible amplitude dans un puits vertical et, à forte amplitude dans un puits horizontal.

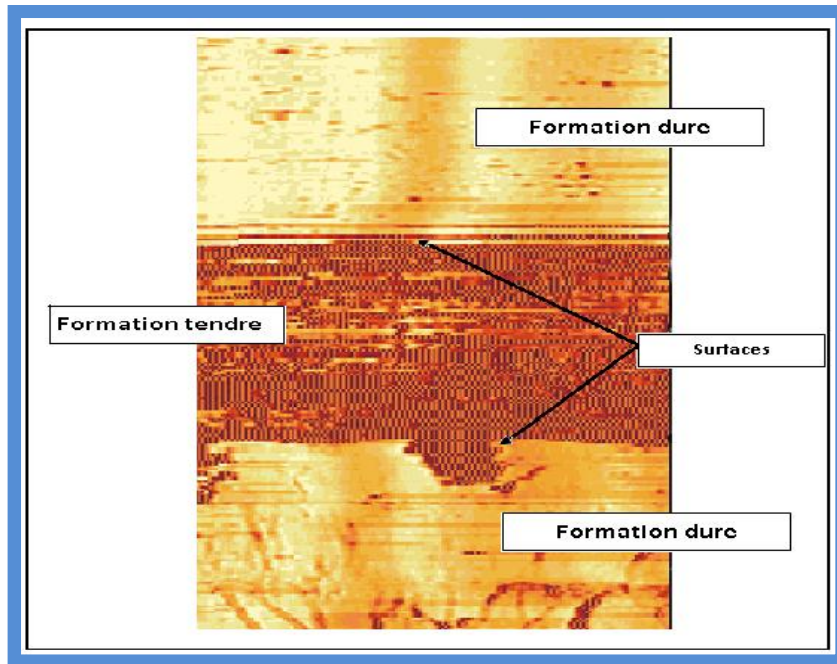


**Figure 12:** L'analyse des bancs grossiers à partir de l'imagerie (intro imagerie Sonatrach-DP-HMD)

### 2. Les surfaces d'érosion :

Les surfaces d'érosion peuvent se manifester de deux façons dans une image acoustique :

- Soit par un changement brusque de couleur, signifiant le passage d'un banc à un autre de lithologie différente.
- Soit par une ligne irrégulière d'inclinaison variable, qui montre des sinuosités et des irrégularités significatives.



**Figure 13:** Image illustrant des surfaces d'érosion dans un puits vertical (intro imagerie Sonatrach-DP-HMD)

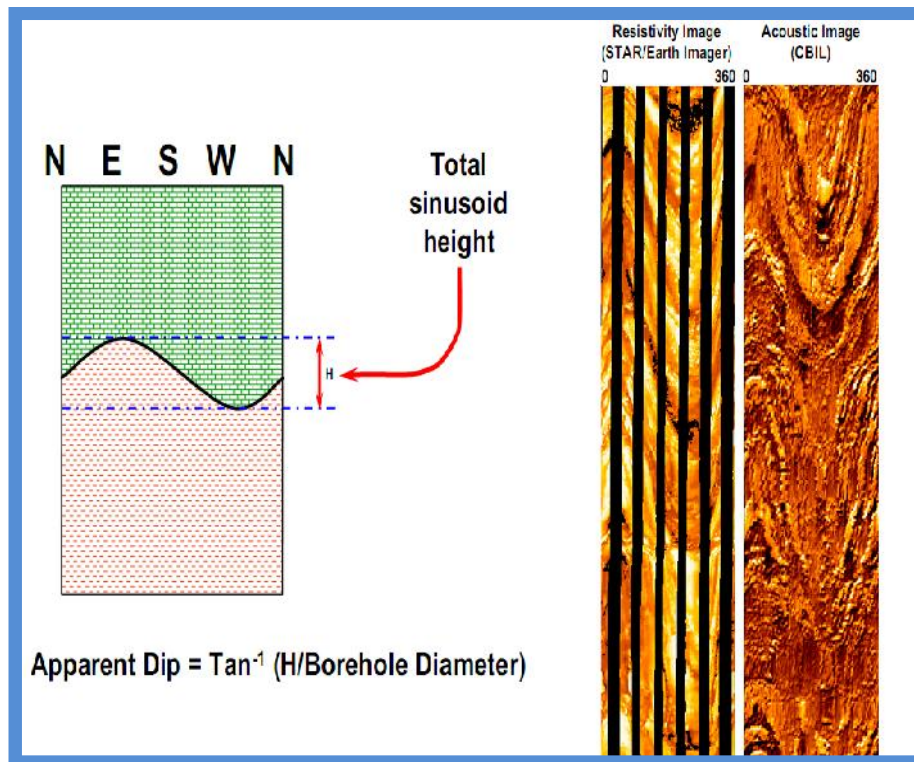
### 3. Analyse structurale :

IL existe deux types des structures tectoniques :

- les structures tectoniques naturelles.
- les structures tectoniques induites.

Les structures tectoniques induites essentiellement des breakouts sont représentées par des élargissements de la paroi du trou du puits.

Les structures tectoniques naturelles sont les fractures ouvertes, partiellement ouvertes, cimentées et les failles.



**Figure 14:** analyse structurale à partir de l'imagerie (intro imagerie Sonatrach-DP-HMD)

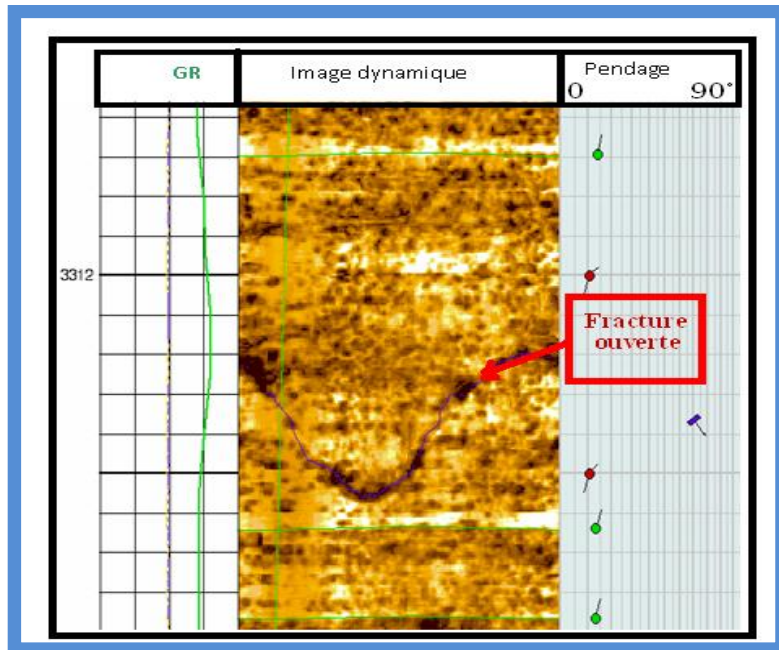
### 3.1) Les fractures :

L'image acquise du fond d'un puits permet de détecter les différents types de fractures, mais aussi de déterminer leurs inclinaisons et leurs orientations.

Les fractures sont dans la majorité des cas inclinées, et rarement verticales ou horizontales

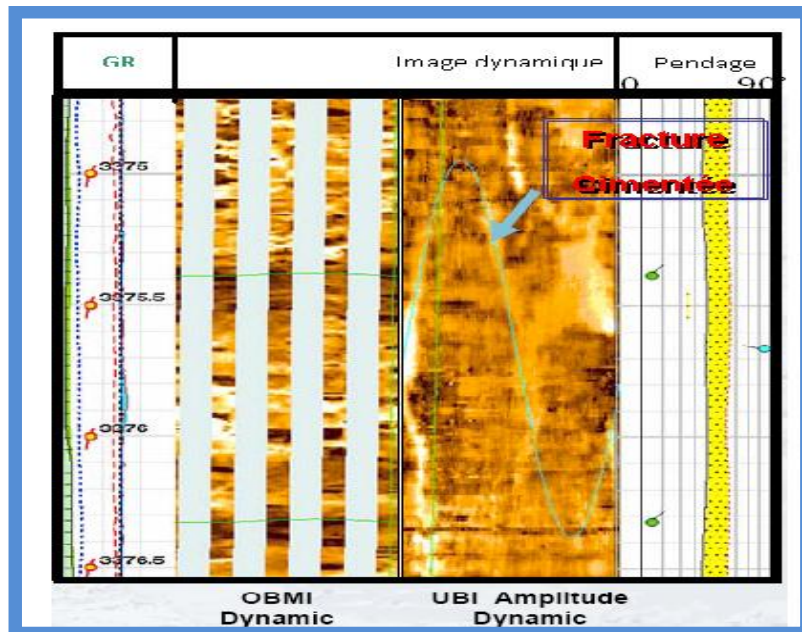
L'inclinaison de la fracture contrôle l'amplitude de la sinusoïde sur l'image ; si cette inclinaison est importante, l'amplitude sera forte dans un puits vertical et faible dans un puits horizontal mais, si elle est faible, l'amplitude de son empreinte sera faible dans un puits vertical et forte dans un puits horizontal. Les fractures ouvertes se distinguent par leur couleur sombre, alors que les fractures partiellement ouvertes sont moins sombres ; par contre les fractures colmatées ont une couleur claire.

➤ **Interprétation des fractures**



**Figure 15:** L'apparition d'une fracture ouverte dans une image de (intro imagerie Sonatrach-DP-HMD)

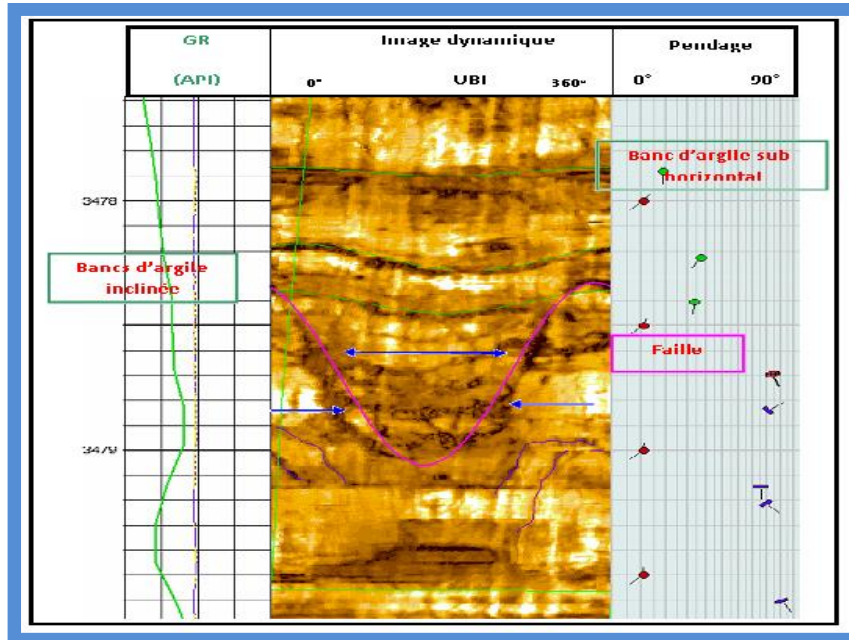
Fond d'un puits vertical.



**Figure 16:** L'apparition d'une fracture cimentée dans une image de fond d'un puits vertical (intro imagerie Sonatrach-DP-HMD)

### 3.2) Les Failles

Sur une image de fond, les failles ont la même allure que les fractures avec une empreinte plus intense, elles sont souvent accompagnées de fissures et montrent un déplacement de compartiments.



**Figure 17:** Une faille dans une image de fond d'un puits vertical (intro imagerie Sonatrach-DP-HMD)

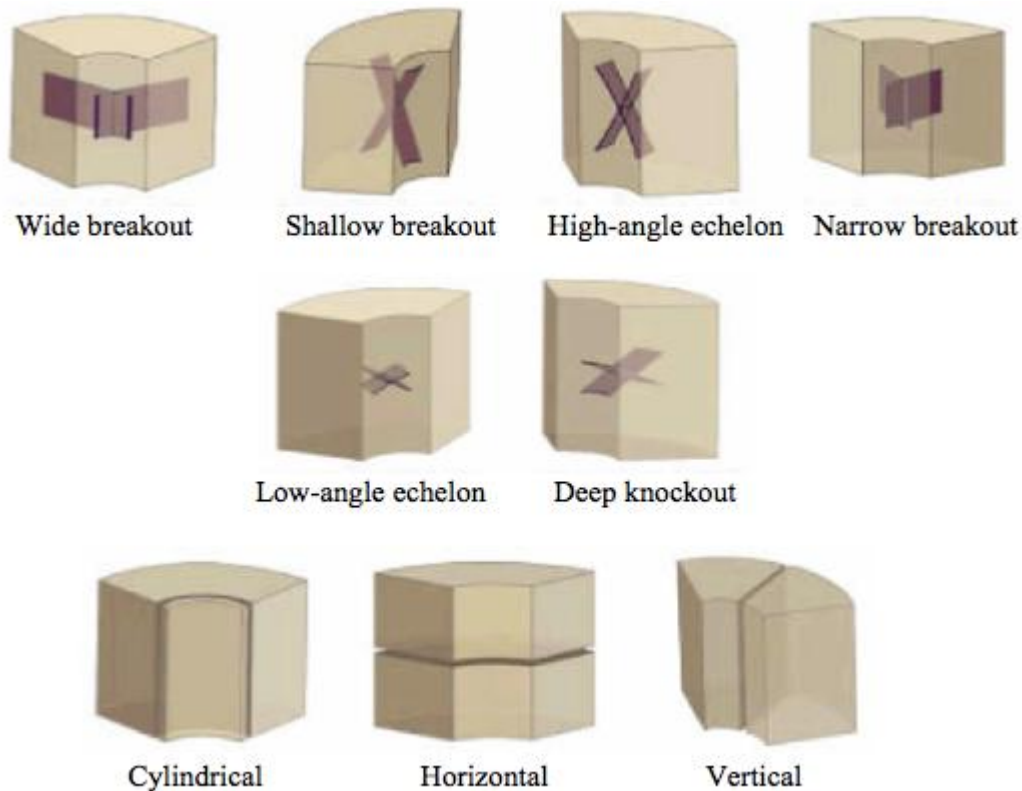
### 3.3) Les break-out :

#### 3.3.1) Déformation de la paroi du puits

La déformation de la paroi du puits dépend de plusieurs facteurs interdépendants tels que l'orientation, la pression des pores de la formation, la résistance à la compression de la roche, l'azimut du puits et l'ampleur des contraintes in-situ où deux contraintes orthogonales (contrainte axiale et tangentielle) provoquent une rupture par cisaillement, et une seule contrainte de traction provoquant une rupture en traction. Il ya en tout, neuf modes de défaillance: six modes de rupture par cisaillement et trois modes de rupture en traction. Déformation par cisaillement ou par compression, c'est quand la pression à l'intérieur du puits est inférieure à la pression de la formation (condition sous-pression) et peut éventuellement causer l'effondrement ou des évactions de certaines parties de la paroi du puits. Rupture en traction, c'est quand la pression de puits dépasse la pression de fracturation de la formation (condition de forage surpassé), et peut conduire à une fracture de la paroi du trou.

Par conséquent, un poids de boue optimale sera donc un paramètre essentiel dans une opération de forage sonore. Les différents modes de défaillances peuvent se produire indépendamment, successivement ou simultanément, et sont présentés par la figure suivante:





**Figure 18:** Type de déformation. (Coure IAP)

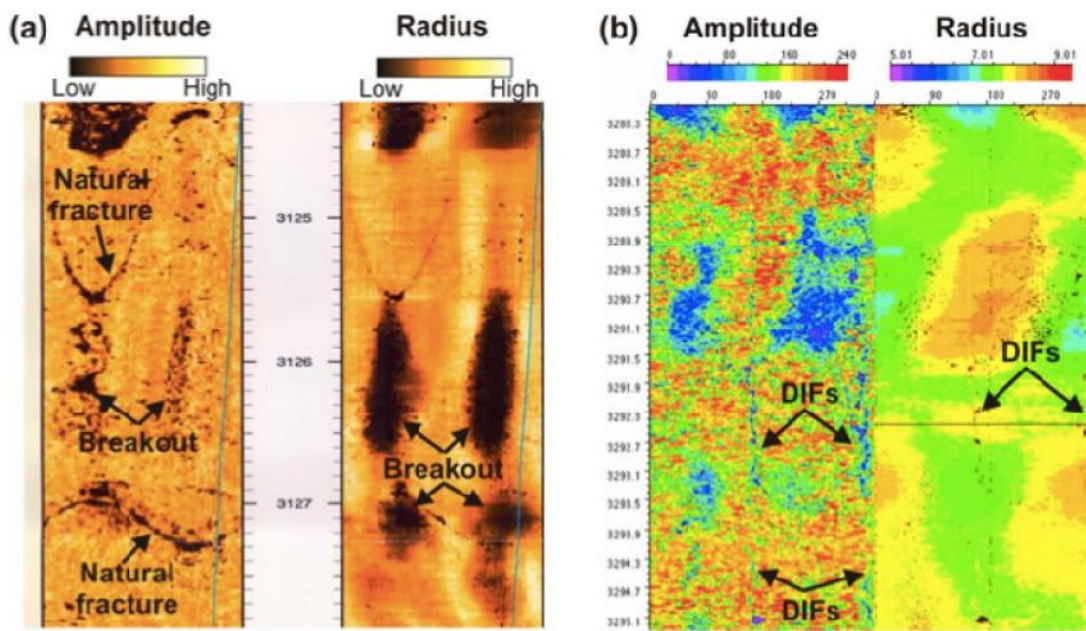
### 3.3.2) Détection de la déformation par l'imagerie de forage

Différents outils d'imagerie de forage ont été appliqués pour déterminer l'orientation et l'évolution des fractures et des failles. Les outils de résistivité électrique et acoustique répondent aux différentes propriétés pétrophysiques et sont donc sensibles aux différents types de fractures.

L'imagerie acoustique affiche l'état de la paroi du puits en raison de différences dans la vitesse acoustique ou l'amplitude et est donc sensible aux fractures ouvertes, les failles et les breakouts. Les analyses de ces types de logs permettent l'interprétation des différents types de fractures détectées le long de la paroi du puits : les structures sinusoïdales qui pourraient représenter des traces de fractures naturelles inclinées ou des failles planes, les fractures induites de forage se forment parallèlement à la contrainte horizontale maximum et propagent seulement quelques centimètres dans la paroi du puits, les breakouts se forment parallèlement à la direction de la contrainte horizontale minimale.

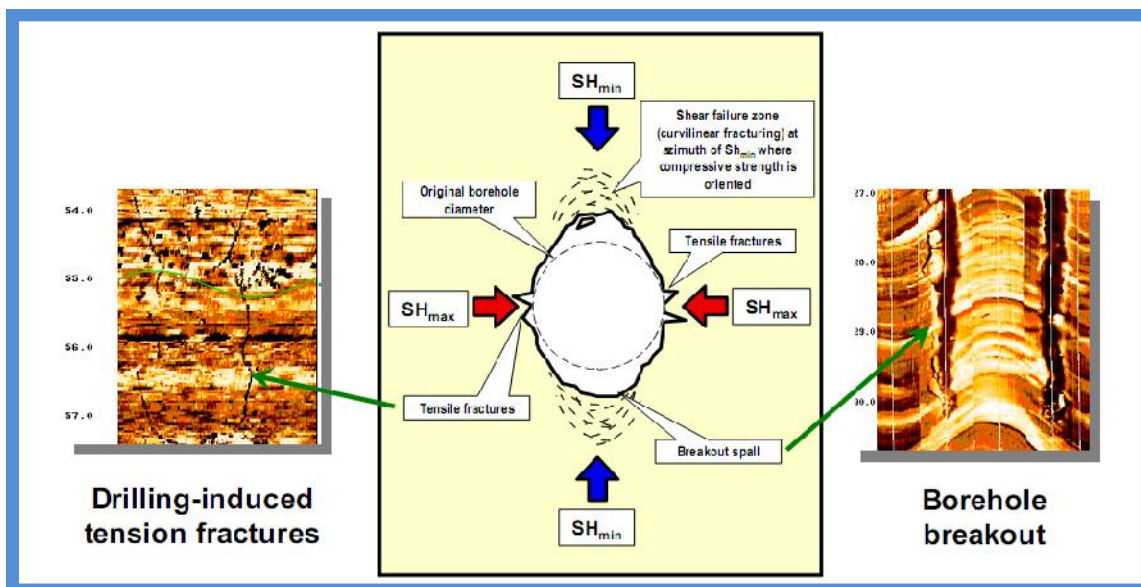
Les fractures et les failles complètement fermées ou cimentées ne sont pas observées dans les logs d'imagerie acoustique car la paroi du puits est intacte mécaniquement. Néanmoins, ces structures planes peuvent être observées dans l'imagerie de résistivité.

Les plans de clivage sont pris en compte dans l'imagerie de résistivité, où l'on observe un alignement plus ou moins régulier de la roche, qui se distingue nettement des plans de stratification. Alors que les plans de stratification sont caractérisés par des changements lithologiques clairement délimités par une variation de la résistivité en particulier dans les roches silico-clastiques, les plans de clivage se produisent aussi sous forme de lignes régulières transversales espacées.



**Figure 19:** Breakouts et les fractures induit de forage (Coure IAP)

Ce sont des zones de faiblesse due à la déformation d'un puits sous l'effet des contraintes tectoniques. Les « break-out » sont rencontrés suivant l'axe de l'allongement maximum. Sur l'image ils apparaissent comme deux zones sombres à 180° l'une de l'autre.



**Figure 20:** « Break-out » dans une image de fond. (Intro imagerie Sonatrach-DP-HMD)

## **Chapitre III: Application de l'imagerie.**

L'imagerie est une vision détaillée de la formation très comparable aux photographies de carottes. On aperçoit de ce fait bien mieux les formations traversées. On a de plus des images orientées ce que ne permet pas le carottage sauf avec un équipement fort cher. On peut de la sorte aisément décrire les unités de dépôt et mieux apprécier ainsi le potentiel dynamique des réservoirs.

### **1. Applications tectoniques :**

Les données d'imagerie constituent le meilleur moyen d'étude des structures tectoniques à l'aplomb d'un puits. Elles permettent en effet, comme on l'a vu, une classification des surfaces et ainsi de reconnaître de suite leur origine.

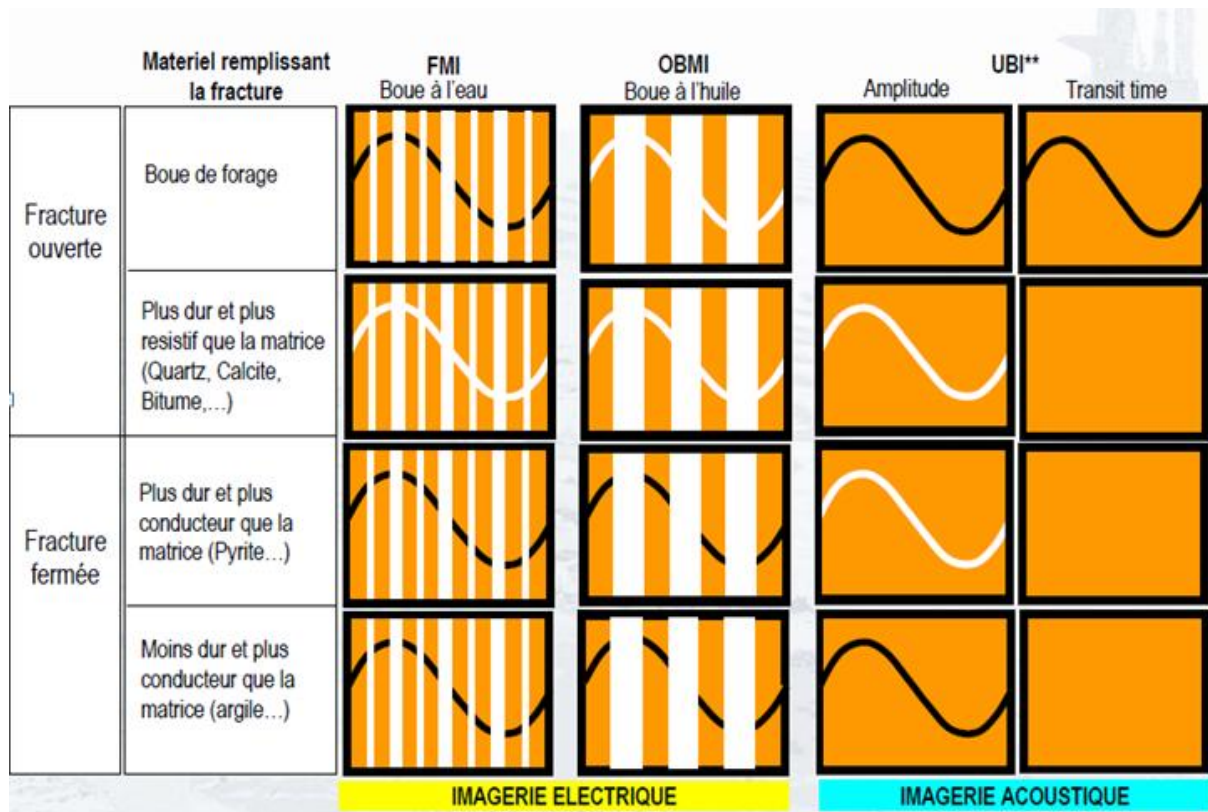
#### **1.1 Détection et analyse des fractures :**

Pour mieux comprendre le rôle des fractures, on a jugé utile de faire un rappel sur la fracturation.

Le mot «fracture» est utilisé comme un terme générique qui représente toute une série de

Caractéristiques discontinues dans des roches telles que les joints, failles, fissures et des plans de stratification. Les fractures ont un effet significatif sur les propriétés mécaniques et hydrauliques de la roche. Cela peut avoir soit une valeur positive (lorsque les fractures sont incrustées et ouvertes) ou négative (lorsque les fractures sont totalement minéralisées).

C'est souvent l'application la plus fréquente des imageries de la paroi du trou. Ces dernières permettent en effet de détecter des fractures ou fissures dont l'ouverture est proche du micron. Ceci est dû au fait qu'elles constituent des chemins préférentiels du courant si elles sont envahies de boue conductrice. De plus, elles permettent de bien les reconnaître sur une image de la paroi du trou. L'analyse de cette image, par exemple par le programme FracView de SCHLUMBERGER, permet d'en extraire des informations touchant la fréquence, l'organisation des fractures en réseau, leur pendage et l'azimut, l'ouverture et la porosité de fractures.



**Figure 21:** Types de fractures (cours IAP)

Pour bien caractériser les différents types des fractures il est indispensable de combiner les outils acoustiques aux outils électriques.

La figure 21 montre en détaille la complémentarité des images acoustiques et électriques en face de différents types de fractures.

Concernant les fractures ouvertes l'image électrique montre un signal résistive probablement due à un remplissage ou à la pénétration de la boue de forage, quant à l'outil acoustique, il montre un transit time élevé et une faible amplitude affirmant ainsi que la fracture est de type ouverte.

Concernant les fractures cimentées, nous avons deux cas:






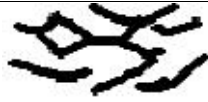

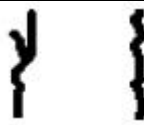
-Les fractures colmatées par un ciment résistif où l'image électrique montre une réponse claire alors que l'outil acoustique dément l'ouverture de la fracture par un signal de forte amplitude.

-Les fractures colmatées par un ciment conducteur sont représentées aussi par deux cas:

**a)-** colmatées par un ciment conducteur (ferreux, pyrite), ou l'image acoustique montre un signal clair et pas de transit time alors que l'image électrique montre un signal sombre.

**b)-** colmatées par un ciment semi-conducteur (argiles) ou l'image acoustique montre un signal sombre expliquant la diminution de l'amplitude et que rien n'est observé sur le transit time alors que l'image électrique montre un signal sombre.

**1.2) Classification des fractures :**

Classe de fracture	Expression de l'image	
Planar Fracture		
Solution-fractures renforcées		
Stratification-fractures bornées		
Larges zones conductrices		
Zones de brèches		
Fractures induites		

**Tableau : classification des fractures (FSI-SLB-2015).**

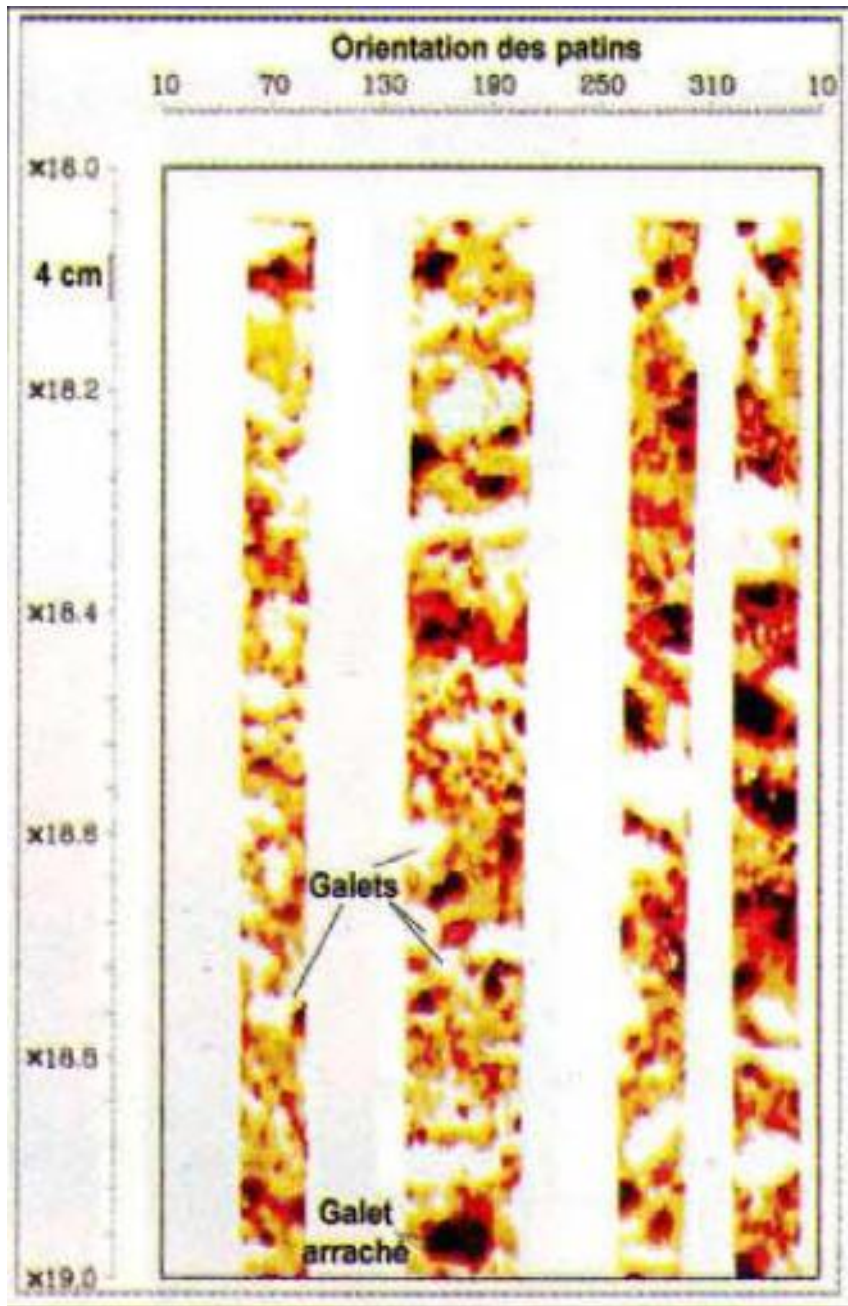
Le tableau présenté résume les trois types fondamentaux de fractures identifiables par l'imagerie de puits : les fractures naturelles ouvertes qui augmentent la perméabilité de la formation, les fractures naturelles cimentées qui, au contraire, agissent comme barrières de perméabilité, et les fractures induites par la contrainte actuelle sur la paroi des forages, dont l'effet sur la perméabilité de la formation est limité à la proximité immédiate du puits. Tous les outils d'imagerie permettent d'identifier et d'orienter les fractures naturelles et les fractures induites avec plus ou moins de fiabilité. Le type de fracture (ouverte ou cimentée) et le type de ciment (argile, calcite...) seront plus ou moins faciles à identifier selon l'outil.

## **2. Application sédimentologique :**

Elles sont nombreuses. Elles débutent par la possibilité, dans certains cas, de déterminer la taille et la forme des objets géologiques de dimensions supérieures à 5 mm. On peut ainsi reconnaître soit des conglomérats à grains jointifs ou à grains flottants, soit des brèches. Il est ainsi possible de déterminer la taille de ces galets ainsi que le volume occupé par ces galets ou brèches.

Il est également possible de reconnaître la texture de certains carbonates .Des stratifications obliques ou entrecroisées dans un carbonate impliquent nécessairement un transport de grains (oolithes, pellets ou fragments de coquilles) par un courant. Le dépôt correspondant est donc nécessairement un (grainstone).

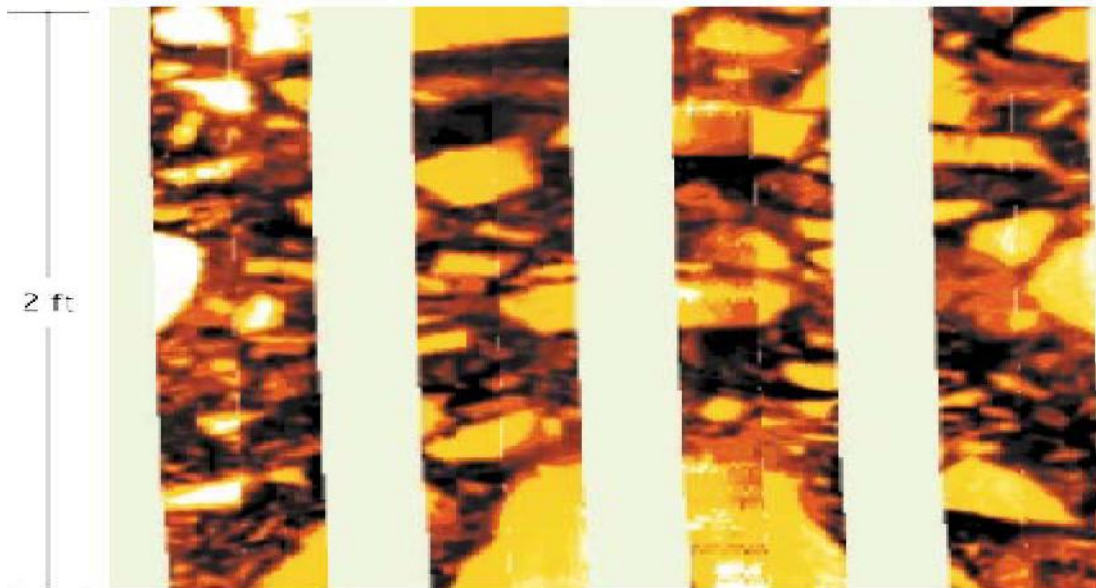
La structure interne des formations est également aisément déterminée, les stratifications obliques ou entrecroisées se reconnaissant au premier coup d'œil .On peut également reconnaître aisément des figures de glissement (slump) ou dans certains cas favorables la présence de terriers et des traces de racines.



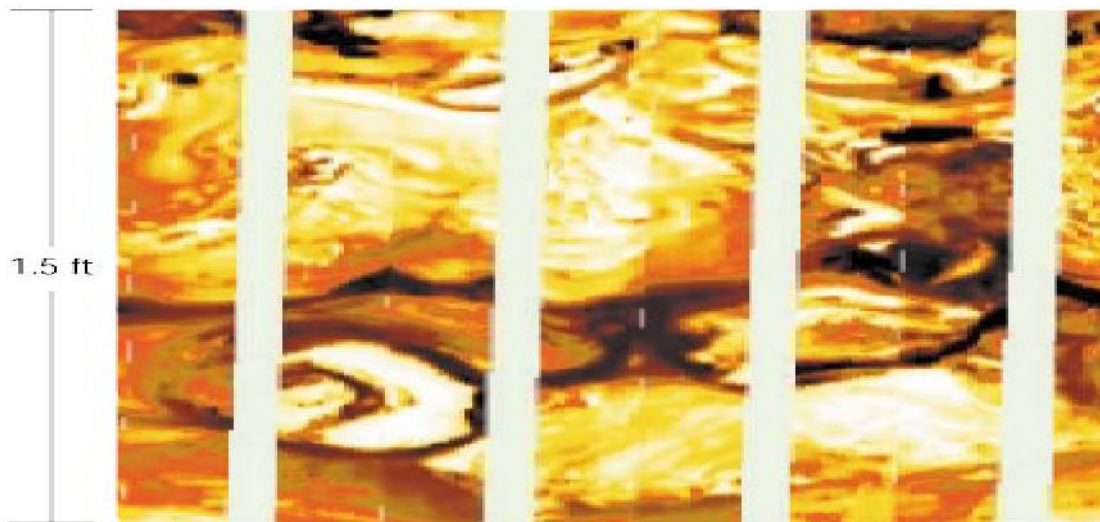
**Figure 22:**Exemple d'image d'un conglomérat à grains jointifs (FSI-SLB-2015).

Les taches blanches bien arrondies et localement jointives correspondent à des galets.

Les tâches noires correspondent à des galets arrachés à la paroi du trou par le trépan, leur empreinte étant remplie de boue conductrice. Les plages jaunes à rouge correspondent à la matrice sableuse plus ou moins poreuse.



**Figure 23:** Brèche (FSI-SLB-2015).



**Figure 24:** Slump (FSI-SLB-2015).



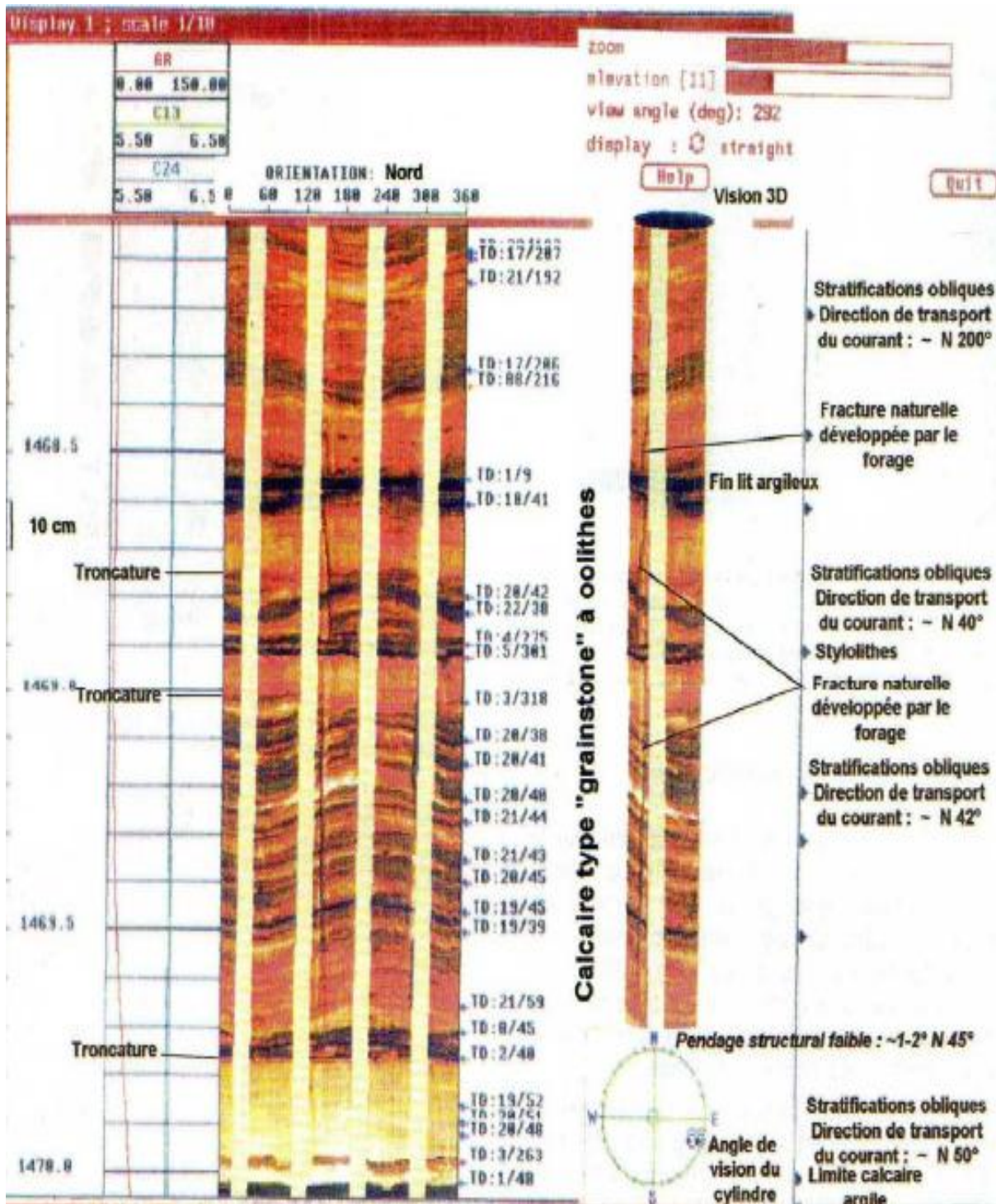
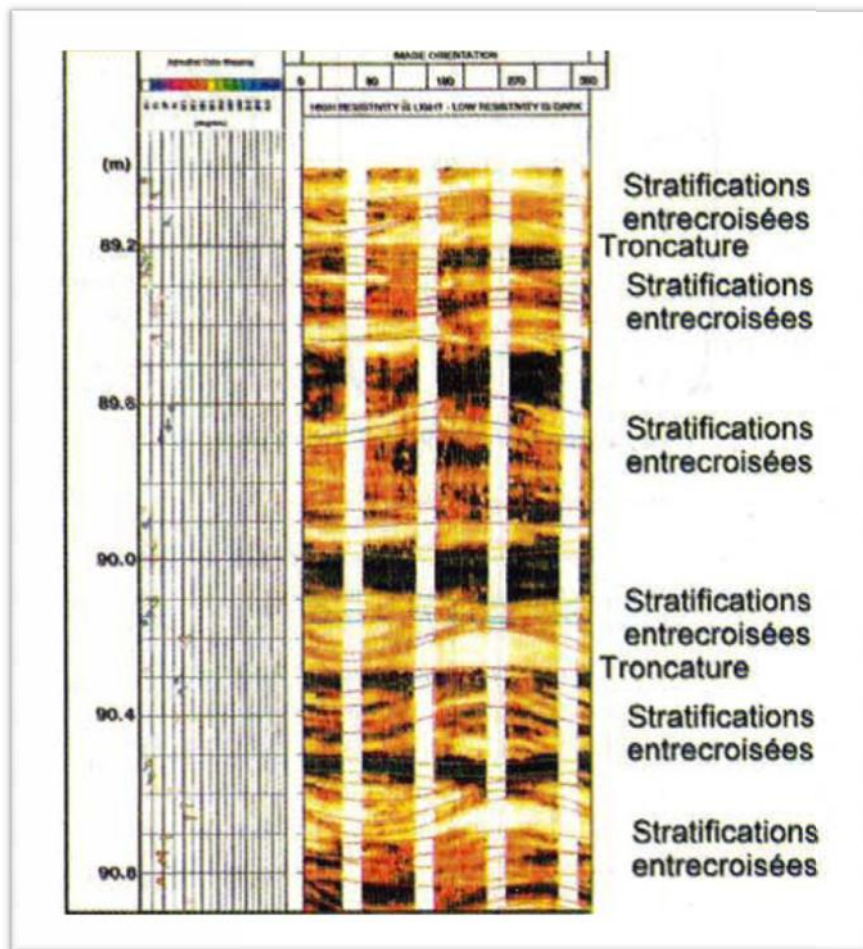


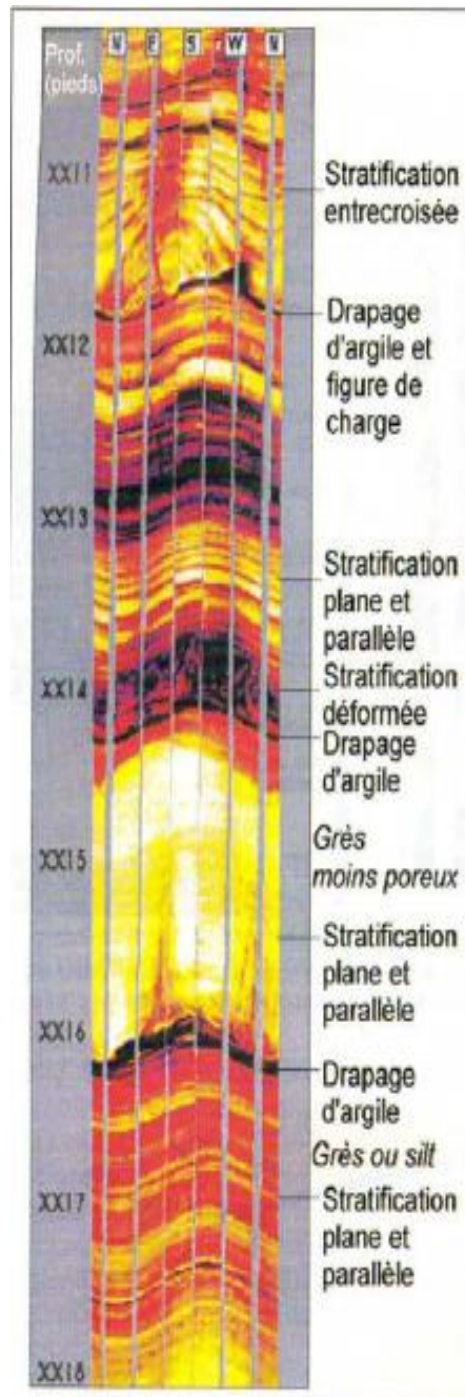
Figure 25: Exemple de stratifications entrecroisées dans un calcaire (FSI-SLB-2015).

Les stratifications (fig.25) ne peuvent s'expliquer que par un courant transportant des grains (oolithes). On peut de suite qualifier ce calcaire de (grainstone).

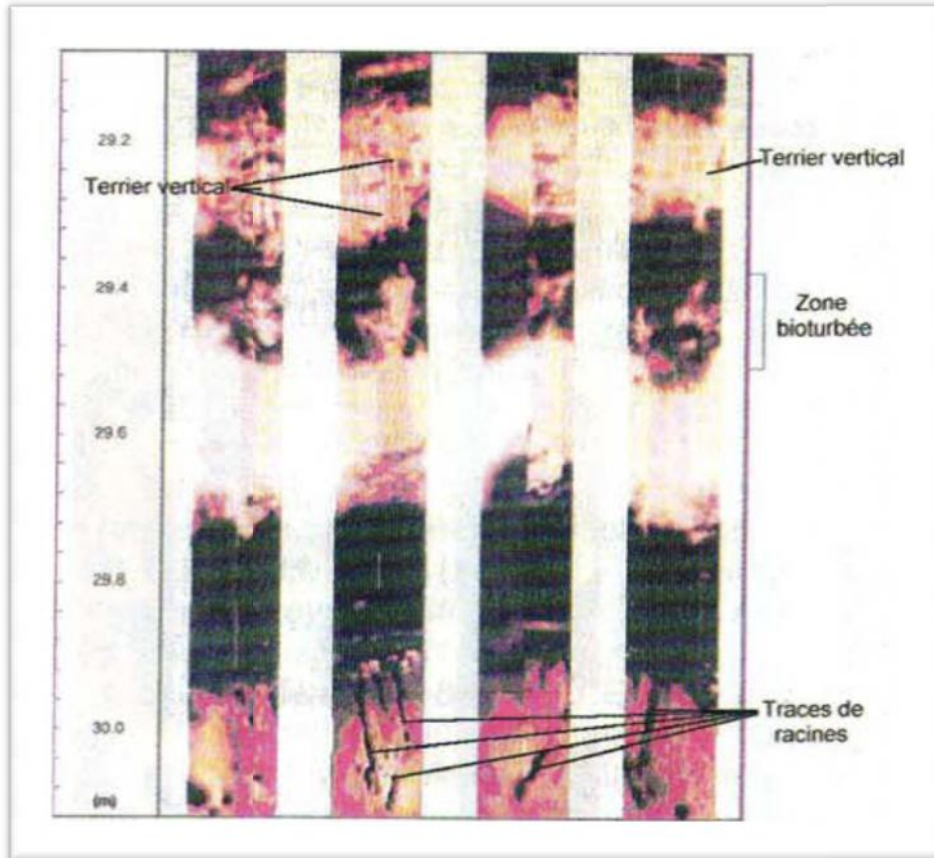


**Figure 26:** Exemple de stratifications obliques et entrecroisées (FSI-SLB-2015).

Les stratifications obliques et entrecroisées (Fig26) sont bien reconnues à l'aide de l'imagerie électrique de la paroi du trou. On peut également déterminer la nature les contacts entre niveaux gréseux et argiles (souvent irréguliers), ainsi que la direction des courants de transport, essentiellement nord-est dans ce cas, enfin l'épaisseur des lamines. Les résistivités élevées en noir. La couleur des flèches de pendage est en fonction de l'azimut (d'après document Schlumberger).



**Figure 27:** Exemple de stratification parallèle ou entrecroisée dans un grès avec figure de charge et déformation (FSI-SLB-2015).

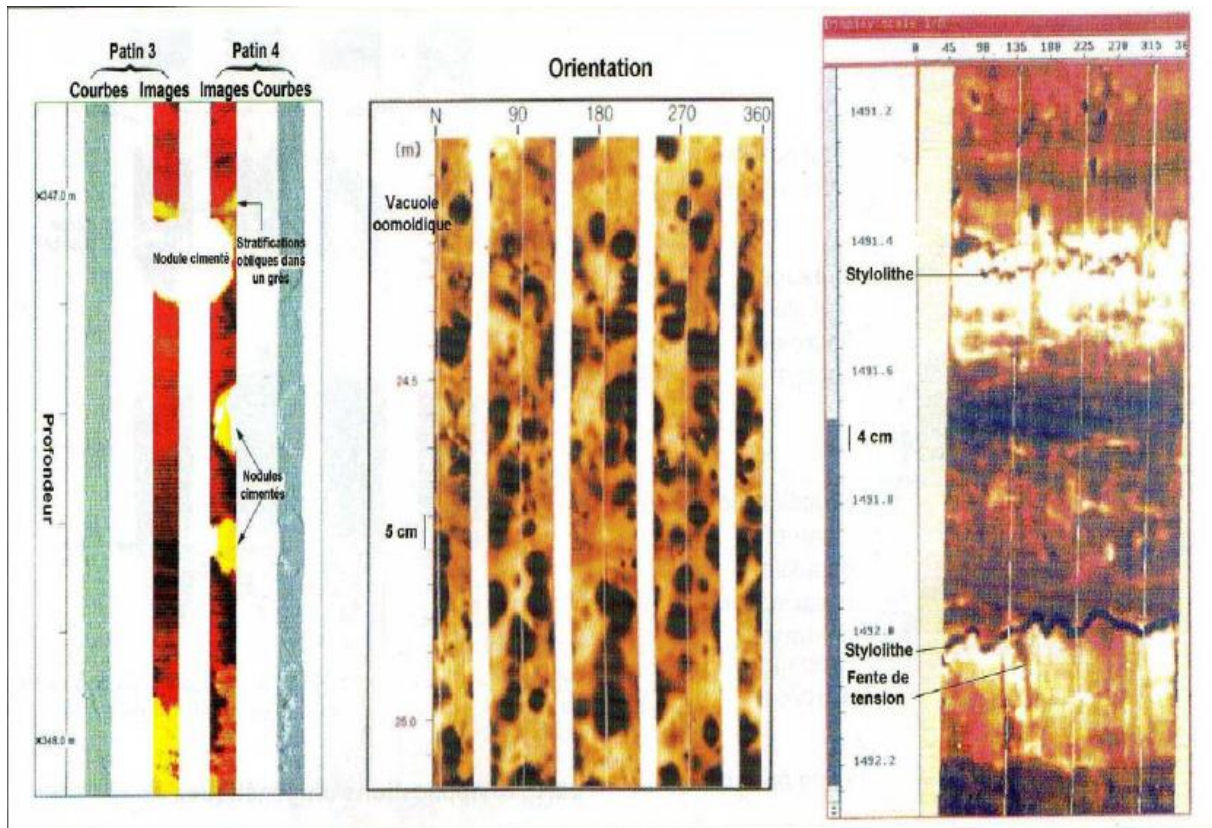


**Figure 28:** Exemple de terriers, de zone bioturbée et de traces de racines (FSI-SLB-2015).

### **3-Applications diagénétiques :**

Certains phénomènes diagénétiques sont aisément détectés à l'aide des images de la paroi du trou. C'est ainsi que l'on détecte les niveaux ou nodules cimentés, les vacuoles de dissolution et les stylolithes dues aux phénomènes sont rassemblées dans la figure 29.

La connaissance de ces phénomènes permet de mieux reconstituer l'histoire géologique du dépôt depuis sa formation.



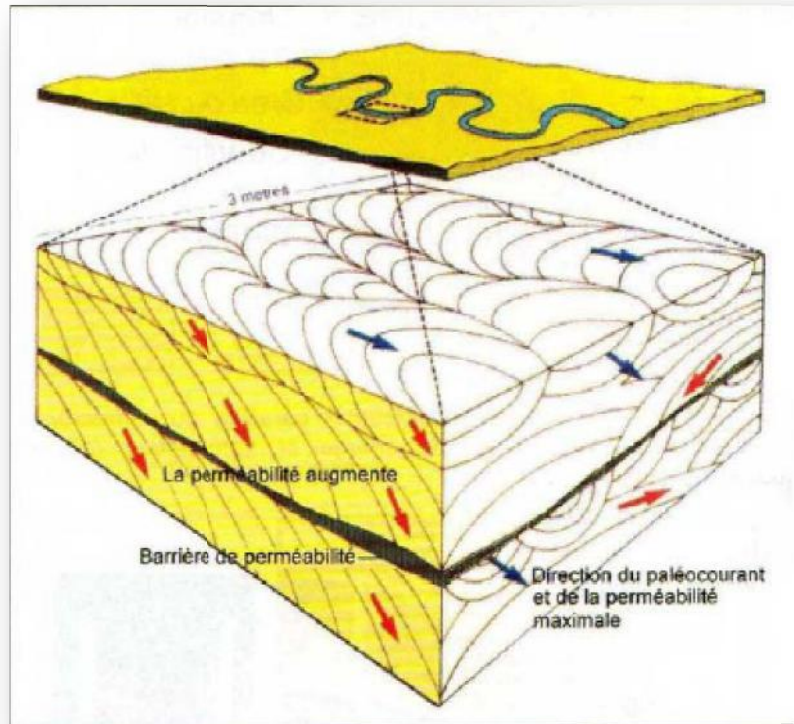
**Figure 29:** Exemples de phénomènes diagénétiques (O.SERRA, 1984).

A partir la figure ci-dessus, on a de gauche à droite des nodules de cimentation dans un sable, des vacuoles de dissolution (oomoldic) dans une dolomie (taches noirâtres), et des styloïthés dans un calcaire

#### **4-Application à l'évaluation des réservoirs :**

Il est évident que l'examen détaillé des images au droit des réservoirs apporte de précieux renseignements relatifs à leur comportement dynamique. On peut ainsi bien mieux apprécier les caractéristiques pétrophysiques de chaque unité d'écoulement et déterminer avec précision leur épaisseur réelle. On reconnaît les anisotropies de perméabilité (niveaux argileux, fractures cimentées, styloïthés) ou les chemins préférentiels de perméabilité (fractures ouvertes) qui peuvent les affecter.

Les images permettent également de mieux évaluer la hauteur utile des réservoirs à bancs minces alternants avec des niveaux argileux ou des niveaux cimentés.



**Figure 30:** les stratifications obliques dans un dépôt entraînent une anisotropie de perméabilité (FSI-SLB-2015).

## **Chapitre IV: Etude de Cas.**

Pour renforcer la partie théorique, une application directe de technique d'imagerie dans un puits pétrolier est menée pour aborder les apports de celle-ci en question de rentabilité de la phase exploration.

La réponse d'imagerie UBI est prise d'un rapport réalisé par la société SHLUMBERGER et prouvé par SONATRACH, division de production.

Des amendements ont été ajoutés dans cette étude avec des interprétations ajoutées en référant au data de FloScan Imager réalisé par Schlumberger au niveau du puits dévier MDZ-534 (section 6 pouces).

Ce puits est situé dans le champ de Hassi-Messaoud (Latitude: 31°36'37.446'' N, longitude: 6° 6', 57.135'' E) et traverse les unités ID, D2, D3 et D5 du réservoir Cambrien. Pour causes d'arrêt d'enregistrement par l'outil UBI, les images UBI n'ont pas été enregistrées sur la totalité de l'intervalle prévu (4303m-3737m MD). Les intervalles loggés s'étendent respectivement de 4303m à 4017m et de 3758m à 3737m (MD). En effet, l'outil s'est arrêté de tourner en descendant dans le puits à cause de l'épaisse couche visqueuse du mud cake. Après plusieurs descentes et remontées de l'outil, il a fonctionné en log up et c'est à partir de là que les images UBI ont été enregistrées.

Cependant, le long de l'intervalle 4017m - 3758m (MD), l'outil s'est arrêté à nouveau. L'intervalle d'étude en est donc réduit à deux segments: 4300m – 4019m et 3758m – 3737m(MD).

### **-Généralité sur le champ de Hassi Messaoud :**

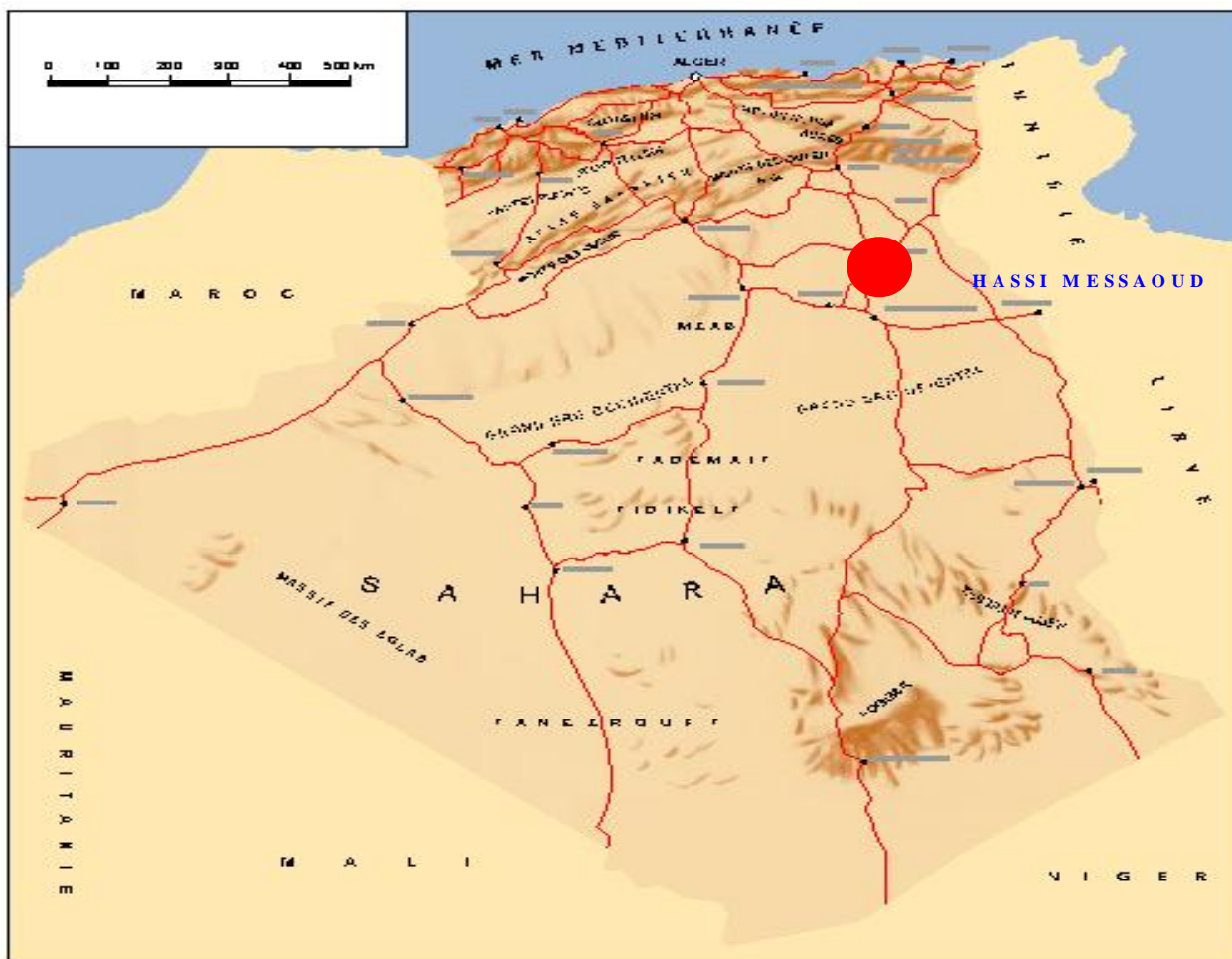
#### **- Situation Géographique :**

Le champ de Hassi Messaoud se situe au Nord Est du Sahara Algérien, à 850 KM au Sud Est d'Alger et 350 KM de la frontière Algéro-tunisienne. Les dimensions du champ atteignent 2500 KM<sup>2</sup>, Avec une surface imprégnée d'environ 1600 KM<sup>2</sup>, il est limité au Nord par Touggourt et au Sud par Gassi-Touil, et à l'Ouest par Ouargla, et à l'Est par El Bourma.

Sa localisation en coordonnées Lambert est la suivante (**Fig. I1**).

$X = 790.000 - 840.000$  Est.

$Y = 110.000 - 150.000$  Nord.



**Figure 51 :** Situation géographique du champ de Hassi Messaoud

### **Cadre géologique :**

Le champ de Hassi Messaoud occupe la partie centrale de la province triasique Il est limité :

- Au Nord, par les structures de Djemâa- Touggourt.
- A l'Ouest, par les hauts fonds d'Oued Mya.
- A l'Est, par les hauts fonds de Dehar et la structure de Ghadamès.
- Au Sud, par le haut fond d'Amguid.



## - Stratigraphie du champ :

Au cours de la phase Hercynienne une partie de la série stratigraphique formant la dorsale de Hassi Messaoud a été érodée. Cette dernière correspond à des dépôts du paléozoïque reposant sur Un socle granitique.

De ce fait, les dépôts mésozoïques reposent en discordance sur le Combro-Ordovicien. En allant vers la périphérie du champ, la série devient plus complète De la base au sommet on distingue

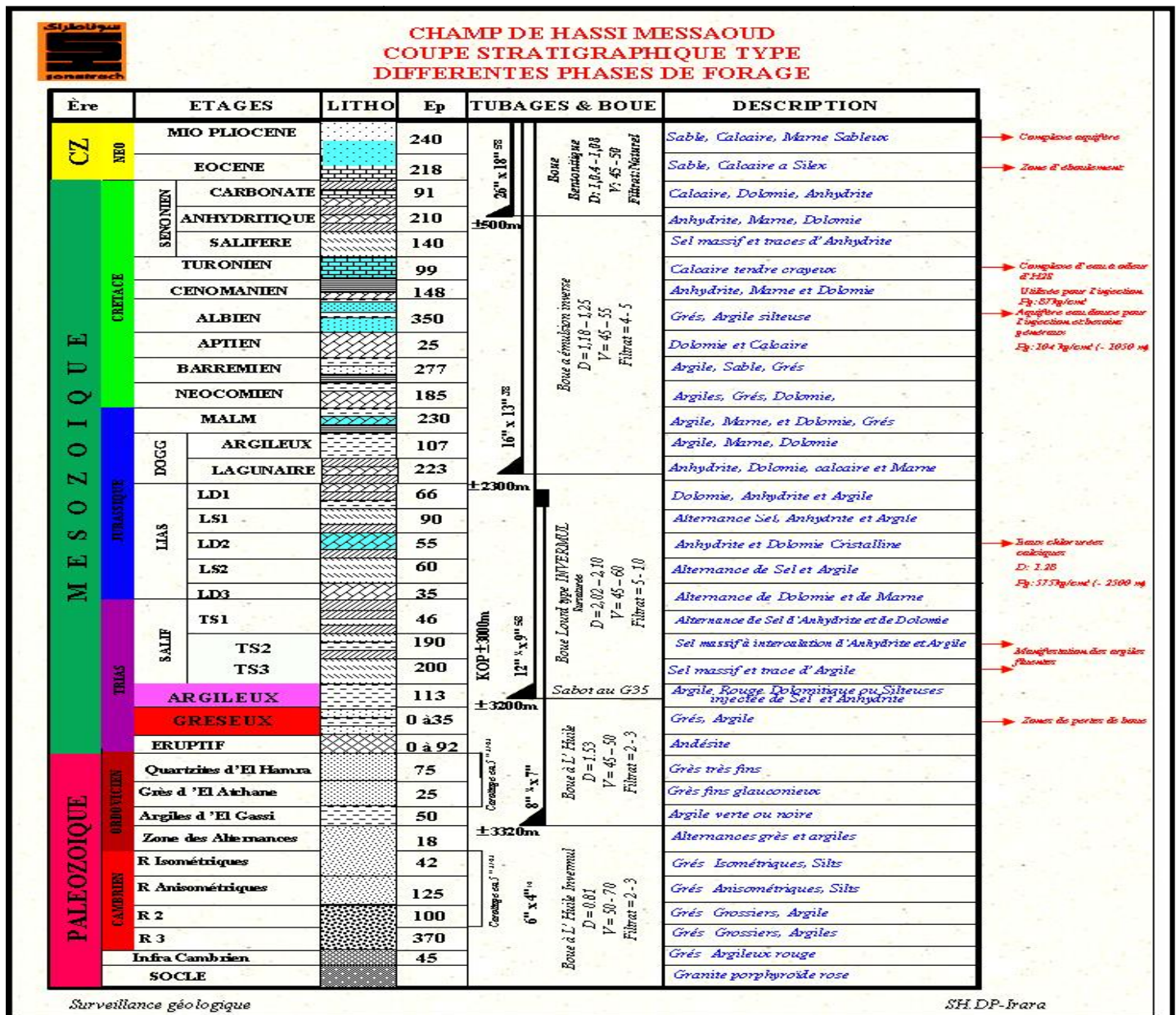


Figure 52 : log litho-stratigraphique du centre du champ de hassi messaoud (rapport d'implantation MDZ-534)

**Données utilisées :**

L'interprétation de ce puits horizontal a été effectuée en utilisant les images UBI et la courbe du GR.

(Les marqueurs ci-dessous ont été fournis par Sonatrach DP).

Formation	Total Profondeur verticale	Profondeur mesurée
D5	3573	3518
D3	3413.37	3891
D2	3427.75	4062
ID	3448.95	4302

**Tableau – Marqueur des tops verticale et les tops mesurés au coure de forage (UBI-SLB-2001)**

L'acquisition de l'imagerie UBI dans le puits MDZ-534 a été réalisée en log up avec la résolution 0.4 pouces et la fréquence d'acquisition 250kHz. L'intervalle d'étude a été réduit en deux segments (4300m-4019m et 3758m-3737m MD) à cause de l'arrêt de l'enregistrement par l'outil UBI le long de l'intervalle 4019m - 3758m (MD). Les paramètres mesurés sont l'amplitude de la réflexion et le temps de trajet de l'onde acoustique.

**2. Pointe et analyse des structures géologiques:**

Le traitement des données brutes de MDZ-534 a été suivi d'un pointé manuel des

Différentes structures géologiques rencontrées. Les images ont été orientées selon la disposition haut/bas du puits et non pas selon leurs azimuts. Ceci permet de distinguer si le puits remonte ou descend dans la série stratigraphique qu'il traverse. C'est le premier point à considérer lorsque le puits (très dévié) que l'on étudie est presque parallèle aux couches qu'il traverse.

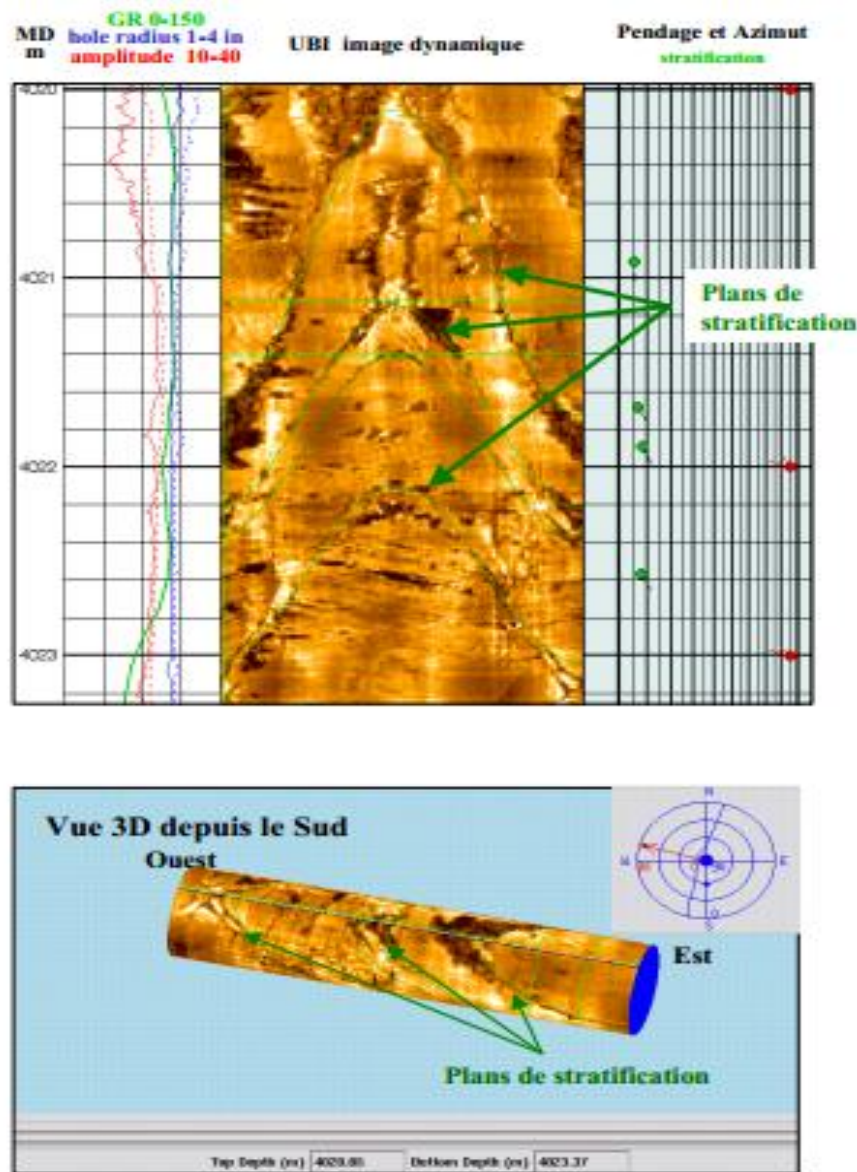
**2.1Reconnaissance des structures sédimentaires et tectoniques:****2.1.1) Les surfaces sédimentaires:**

Deux types de surfaces sédimentaires ont été différenciés :

**2.1.1.1) Les surfaces de stratification**

Dans ce puits pointé 135 surfaces de stratification (Bedboundary). Elles correspondent à des joints de stratification bien marqués, associés à un contraste lithologique bien visible sur les images (et parfois sur le GR). Nous considérons ce type de surfaces comme plus proche de la

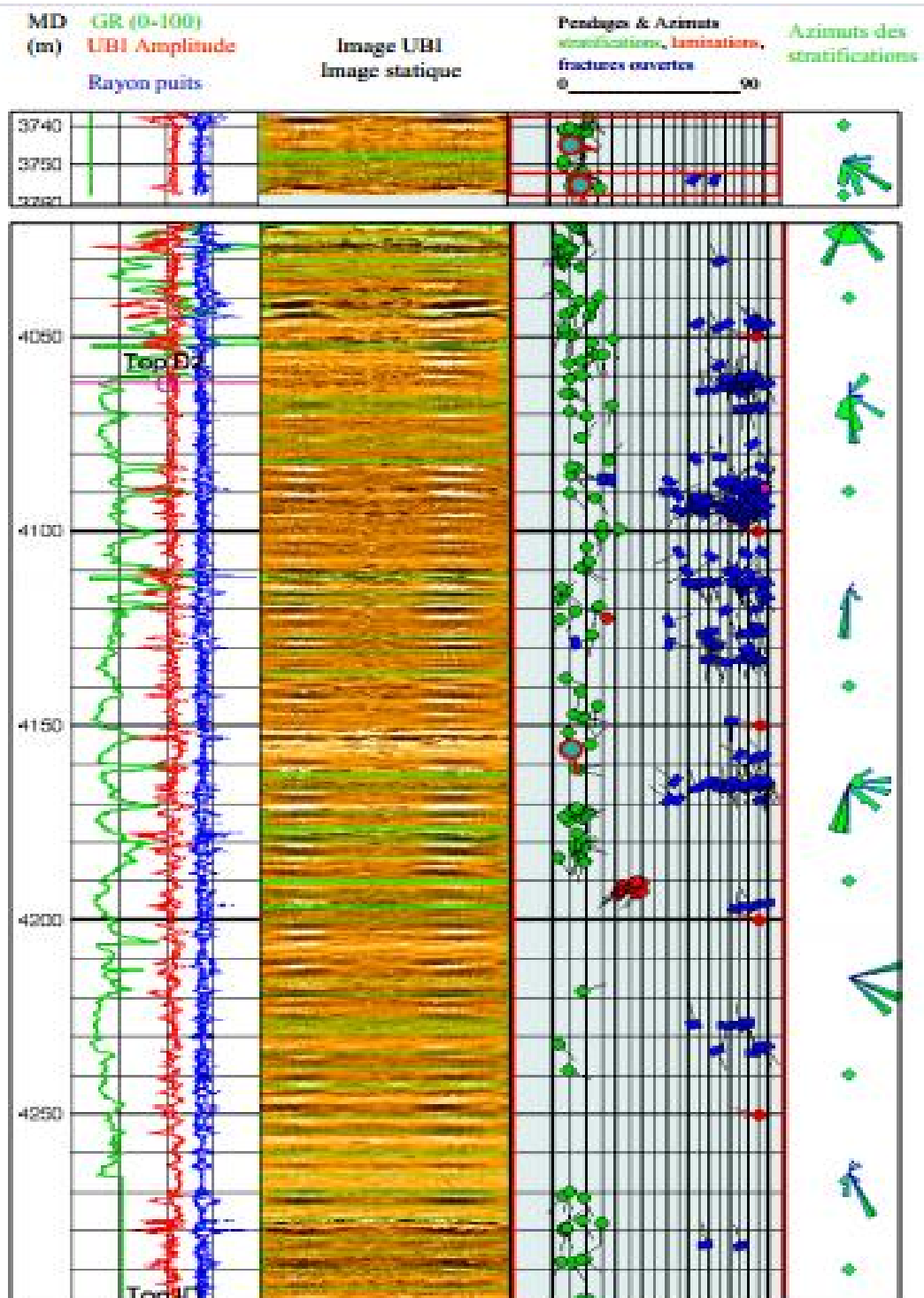
paléo-horizontale de dépôt. Ce sont ces limites de bancs qui seront utilisées pour le calcul du pendage structural ainsi que pour l'élaboration de la coupe structurale.



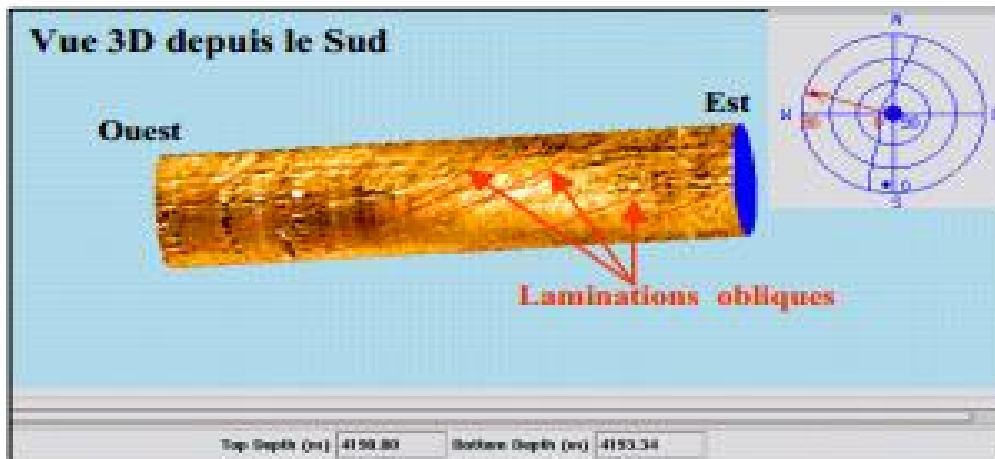
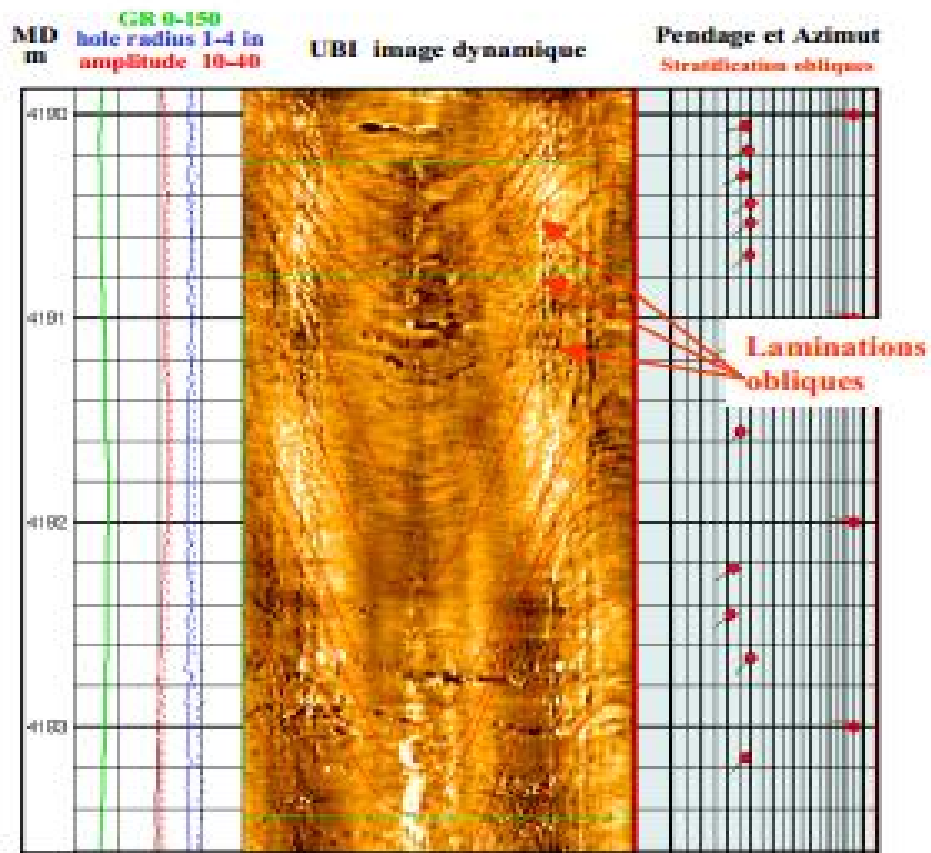
**Figure 31:**Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534. Plan de Stratification (UBI-SLB-2001)

### 2.1.1.2) Les laminations obliques:

Elles sont très rares et se limitent à un très petit intervalle allant de 4194m à 4190m. Ce sont des laminations clairement obliques dans les corps sableux. Ces structures sédimentaires représentent des rides de courant. Elles peuvent donc nous renseigner sur la direction du courant au moment du dépôt des sédiments dans ce petit intervalle du réservoir.



**Figure 32 :** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Résultat du pointé manuel des pendages (UBI-SLB-2001)



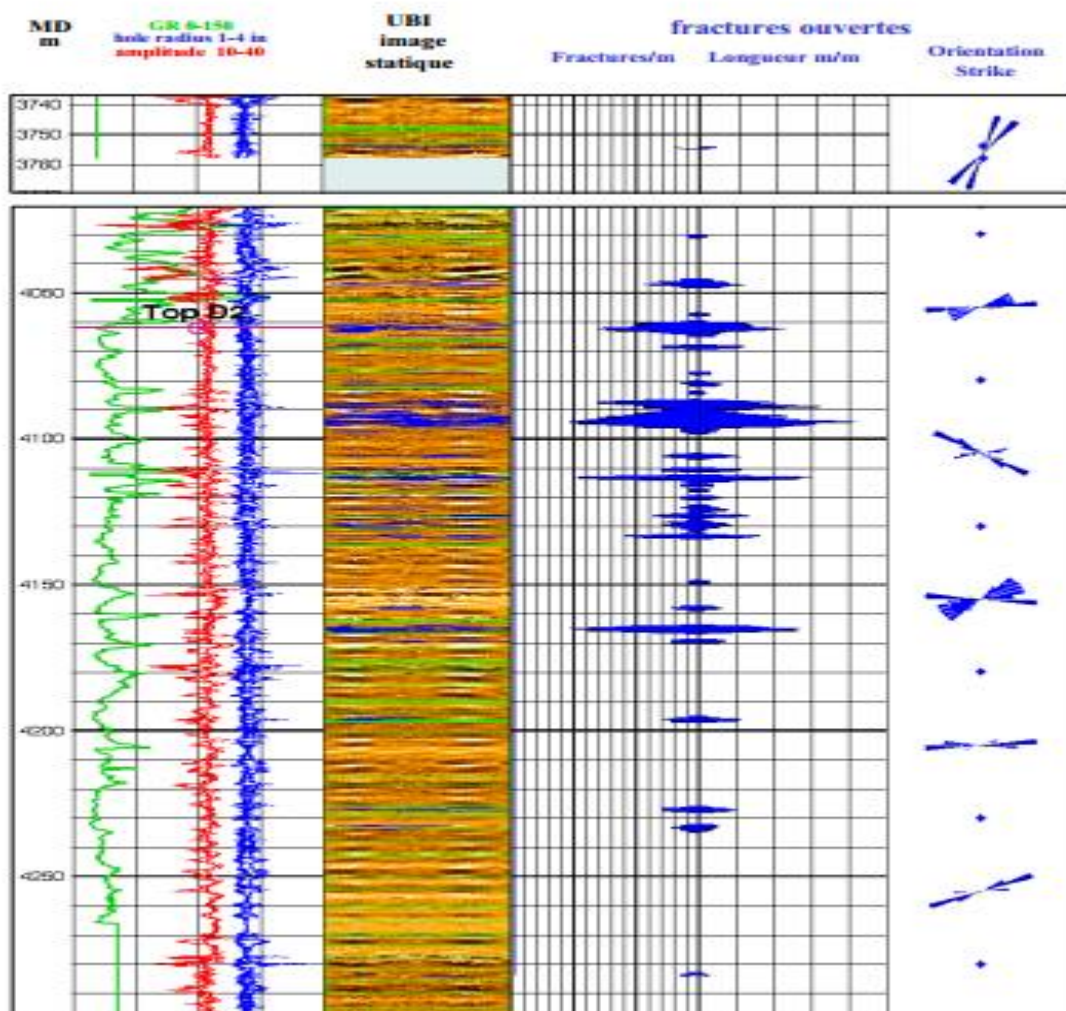
**Figure 33:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -lamination oblique (UBI-SLB-2001)

## 2.1.2) Les structures tectoniques:

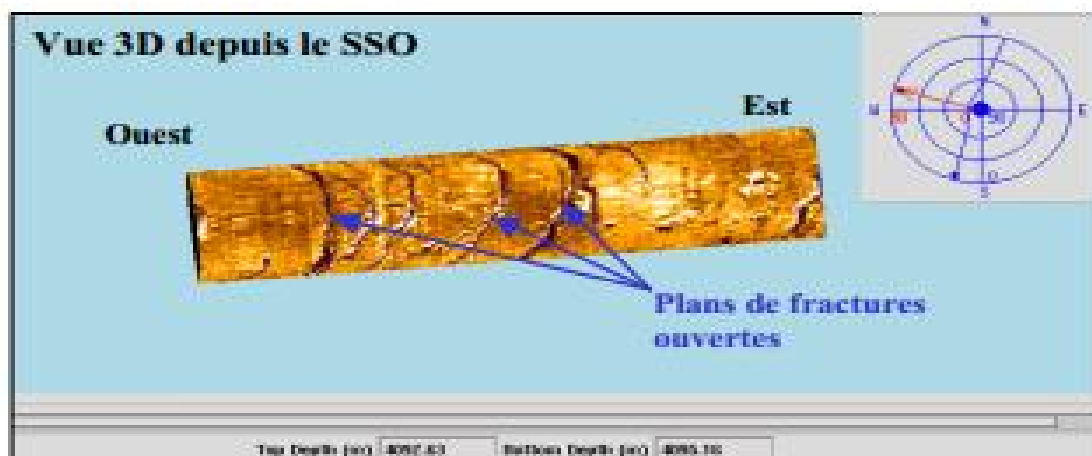
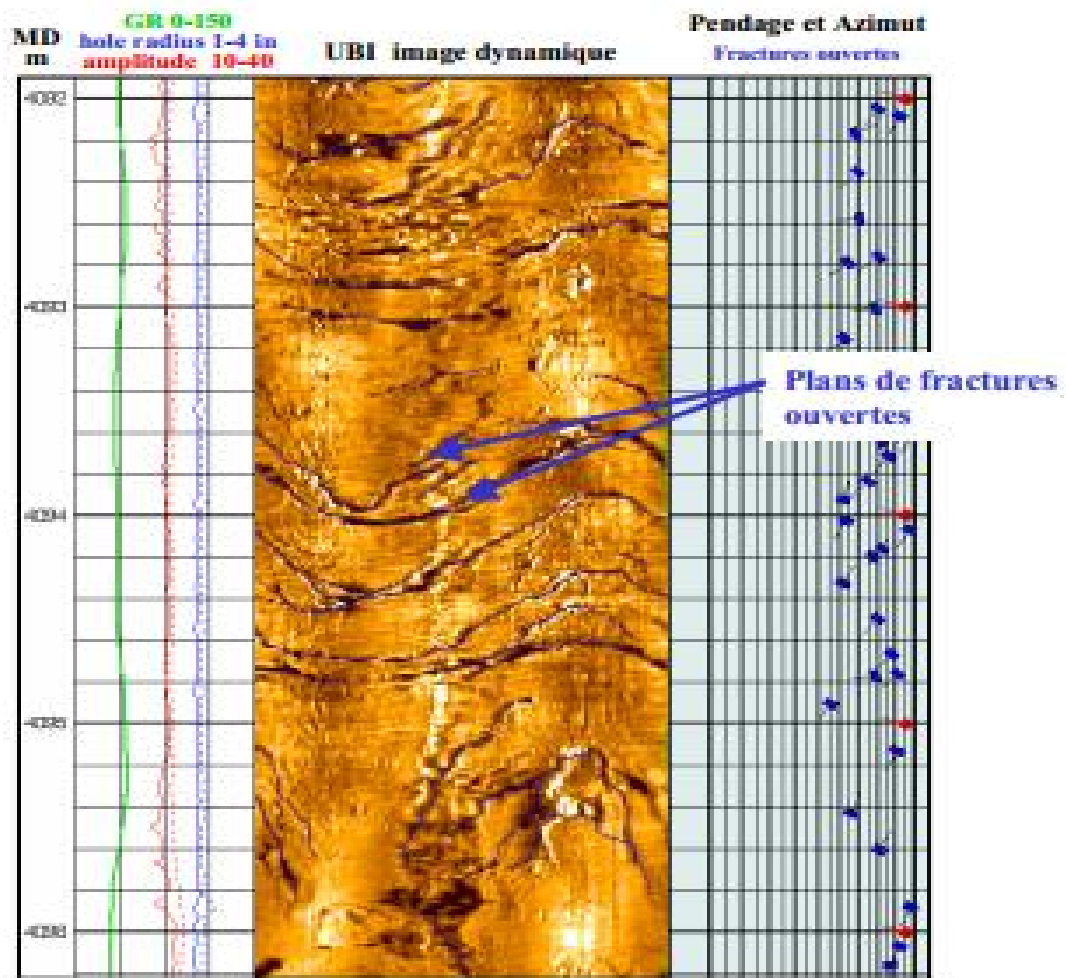
Les seules structures tectoniques évidentes dans ce puits sont les fractures ouvertes ainsi qu'un plan de faille probable. Aucune structure induite par le forage (breakout ou fracture) n'a été identifiée.

### 2.1.2.1) Les fractures ouvertes :

Dans ce puits pointé 196 plans de fractures ouvertes. Elles sont essentiellement concentrées dans l'intervalle allant de 4170m à 4040m. Ces fractures apparaissent sur l'image comme de fines lignes noires. On note cependant, que la grande majorité des fractures ne semblent pas traverser entièrement le puits mais apparaissent comme des segments discontinus



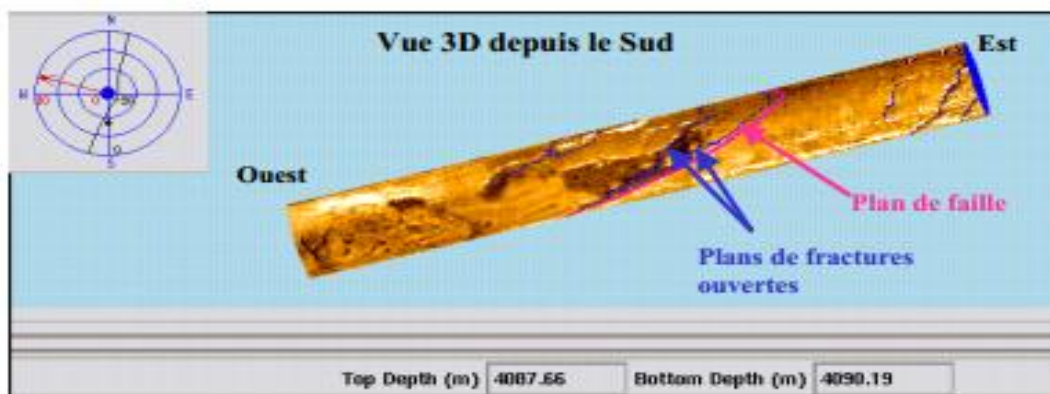
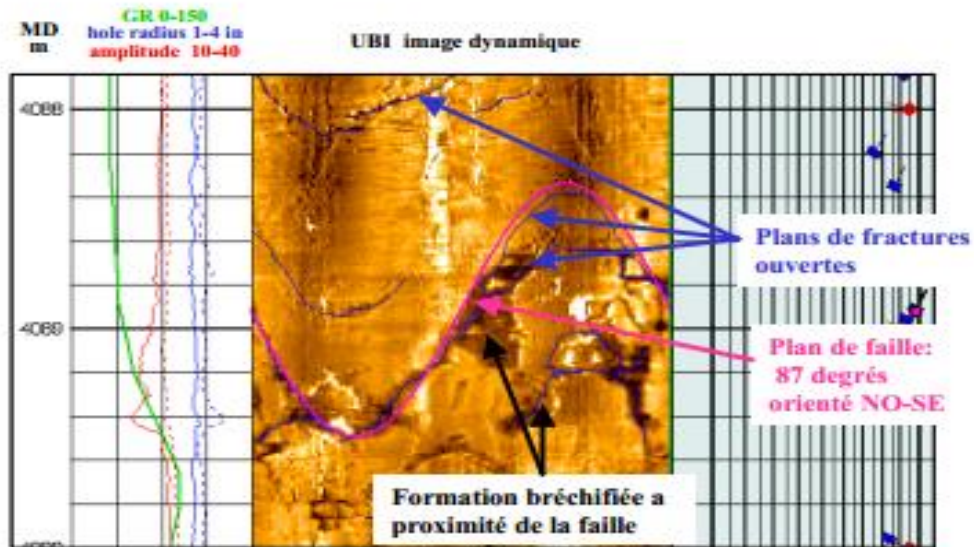
**Figure 34:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Analyse de la distribution des plans de fractures ouvertes (UBI-SLB-2001)



**Figure 35:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Exemple de plans de fractures ouvertes (UBI-SLB-2001)

### 2.1.2.2) La faille :

Contrairement aux plans de fractures ouvertes identifiés dans ce puits qui se présentent sous forme de segments discontinus, on note à 4088.5 m (MD) un plan bien marqué qui traverse le puits. L'amplitude de réflexion de l'onde acoustique y est atténuée (couleur noire sur l'image UBI). La formation apparaît bréchifiée à son voisinage immédiat.



**Figure 36:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -plan de faille (UBI-SLB-2001)

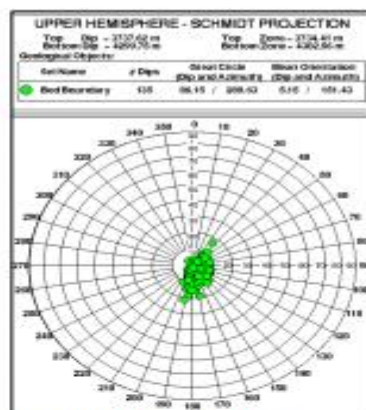


### 3. Interprétation sédimentaires et tectoniques :

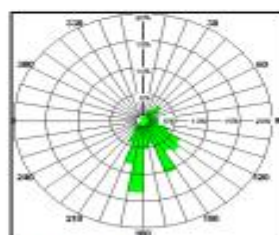
#### 3.1) Analyse des pendages des plans de stratification :

La projection de Schmidt des pôle des plans de stratification révèle des valeurs de pendage varient de 0 à 22 degré avec une valeur moyenne de 5 degrés vers le SSE (N150).les azimuts se trouvent dispersés dans le quadrant SE.

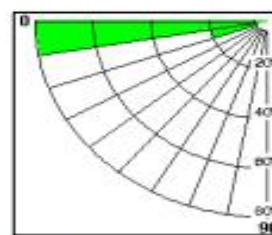
Dans la représentation de Schmidt, il faut remarquer que la dispersion des mesures est plus faible dans la direction de déviation du puits (nord –ouest /sud-est), que dans la direction perpendiculaire au puits (sud-ouest /nord –est) (Figure 37). Cette légère asymétrie est normale dans l'étude d'un puits horizontal.la précision du pointé est dans ce cas accrue dans la direction de déviation du puits, elle est réduite dans la direction perpendiculaire au puits .il en découle que la précision du pointé des pendages comme de la construction d'une coupe structurale sera bonne le long de la trajectoire du puits, et de mauvaise qualité dans direction perpendiculaire.



**Diagramme de Schmidt :**  
**Distribution des pôles des plans de stratification: 5 N150**



**Distribution des azimuts des plans de stratification**

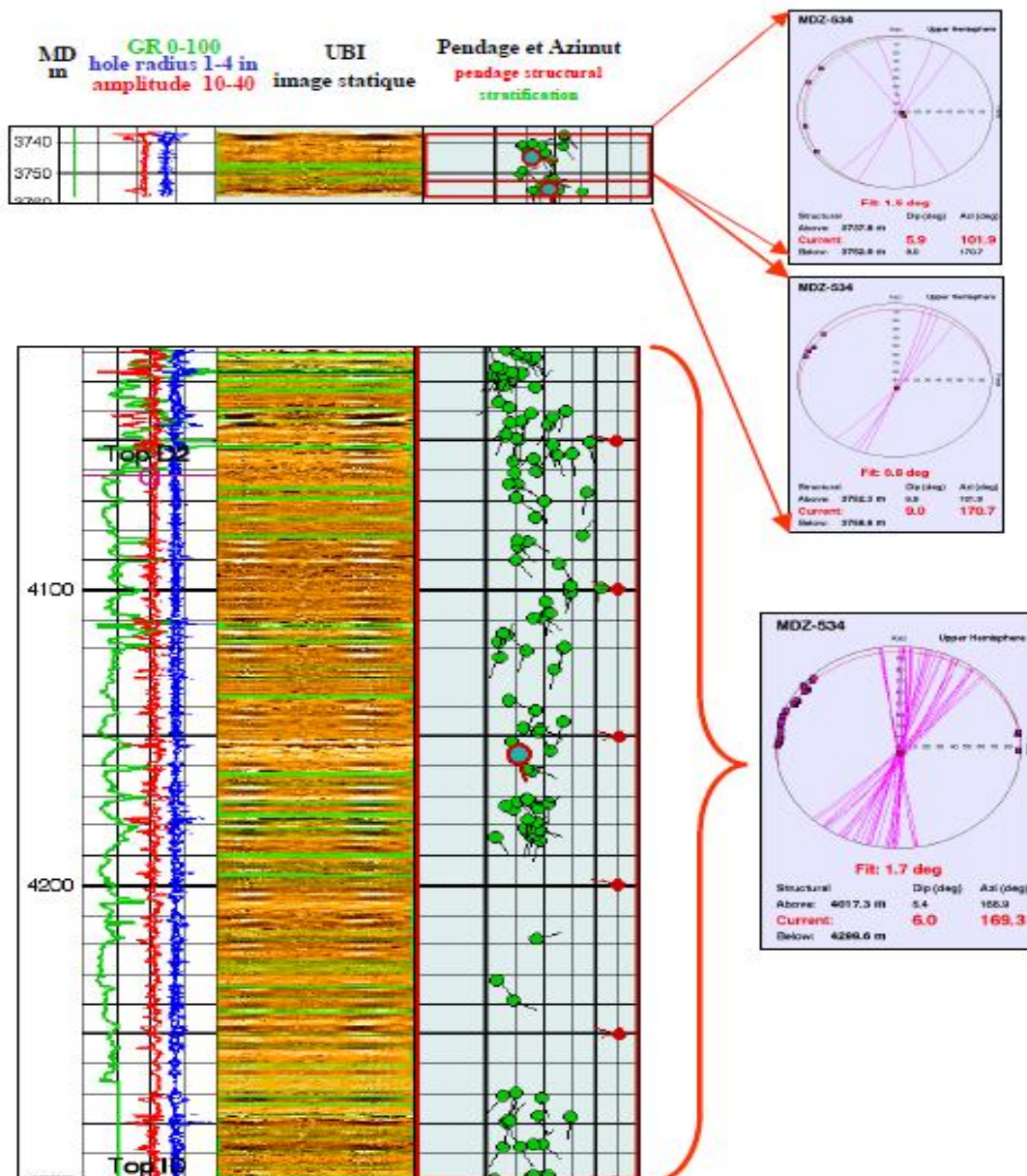


**Distribution des pendages des plans de stratification**

**Figure 37:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Analyse des pendages des plans de stratification (**UBI-SLB-2001**).

### 3.2) Calcul du pendage structural :

Le calcul du pendage structural a été réalisé à partir des pendages des surfaces de stratification et à l'exclusion des laminations obliques, afin de limiter les effets de dispersion des pendages mesurés introduits par les structures sédimentaires et tectoniques de petite échelle, les pendages des plans de stratification sont triés afin de ne conserver que les séquences de mesures qui présentent la meilleure continuité d'une mesure à sa suivante, c'est sur cette base que le pendage structural est calculé.



**Figure 38:**Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Analyse des pendages des plans de stratification (UBI-SLB-2001)

.Ce calcul a été réalisé le long de deux intervalles, les résultats obtenus sont les suivants :

Limites inferieur	Limites supérieur	Pendage et l'azimut
3753m	3737m	6N102
3758m	3753m	9N170
4300m	4017m	6N170

### **Résultat des calculs du pendage structural dans le puits MDZ534**

- ✓ L'intervalle s'étendant de 4300 m à 4017 m semble appartenir à une seule unité structurale de pendage 6 degrés vers N170.
- ✓ L'intervalle s'étendant de 3758 m à 3737 m a du être subdiviser en deux unités pour rendre compte des changements de pendage observés.

L'intervalle 3758 m à 3753 m peut être associé à la même unité structurale que l'intervalle 4300m-4017m, en effet les azimuts sont identique (N170), seul le pendage est légèrement plus élevé :

- 9 degrés pour l'intervalle 3758m-3753m
- 6 degrés pour l'intervalle 4300m-4017m

L'intervalle 3753m-3737m peut être attribué a une deuxième unité structurale car il présente des azimuts (N102) complètement différents de ceux observés plus loin dans le puits.

### **3.3) Les laminations obliques :**

La projection de Schmidt des pôles des plans de laminations obliques montre des valeurs de pendage très faiblement dispersées et des azimuts vers le SO, le pendage moyen est de 24,5 degrés vers le SO. Ce résultat nous permet de déduire une direction de courant vers le SO.

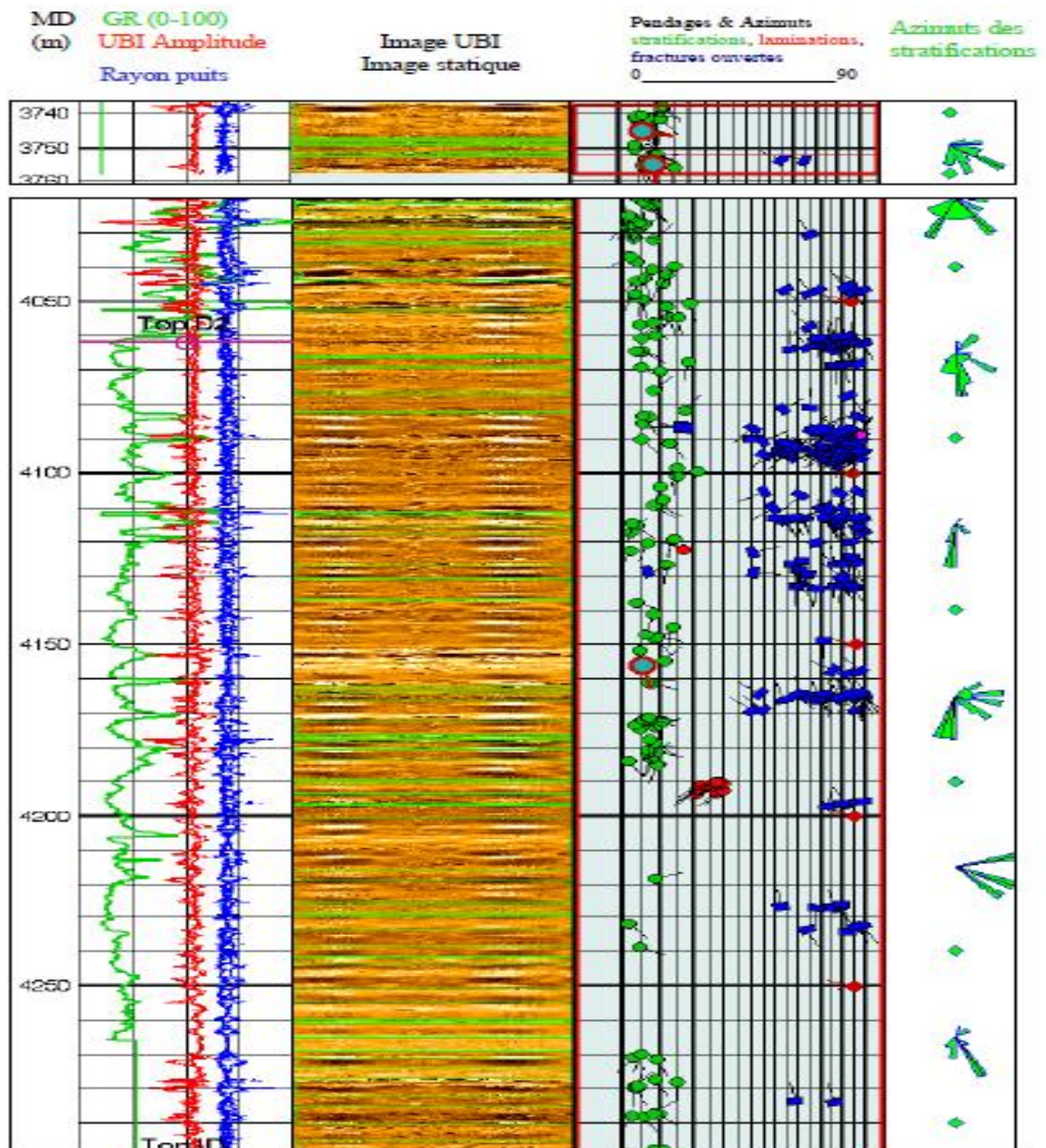
Comparé aux autres puits forés dans le champ de Hassimessaoud (où les laminations obliques permettent de déterminer une direction de courant vers le NO), le puits MDZ534 est le seul à montrer des laminations obliques de direction SO.

Ces laminations obliques étant observées dans un intervalle de 4 mètres : 4194m-4190m, mais il est impossible d'étendre la portée de ce résultat à tout le puits.

### 3.4) Analyse du réseau de fractures ouvertes :

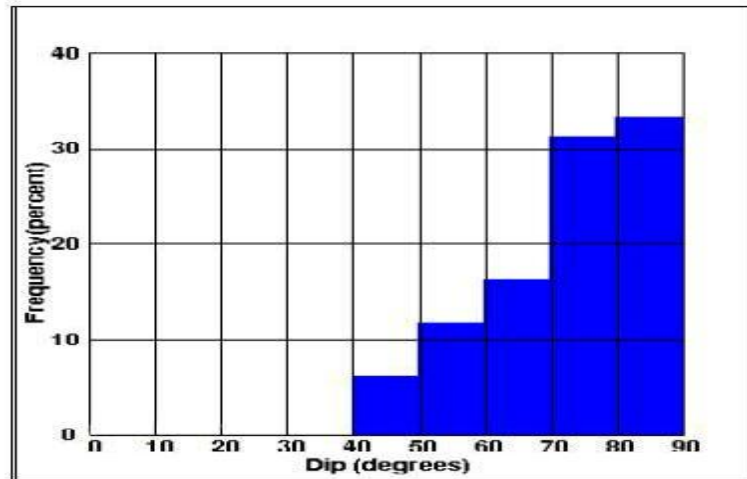
Après le pointé des fractures ouvertes, nous avons calculé une courbe de fréquence des fractures (nombre de fractures par mètre de puits).

On note que l'ensemble de ces fractures ouvertes sont essentiellement identifiées dans l'intervalle allant de 4170m à 4050m soit dans la partie supérieure du drain D2 et sont regroupées en faisceau de fractures.



**Figure 39:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -résultat du pointé manuel des pendages (UBI-SLB-2001).

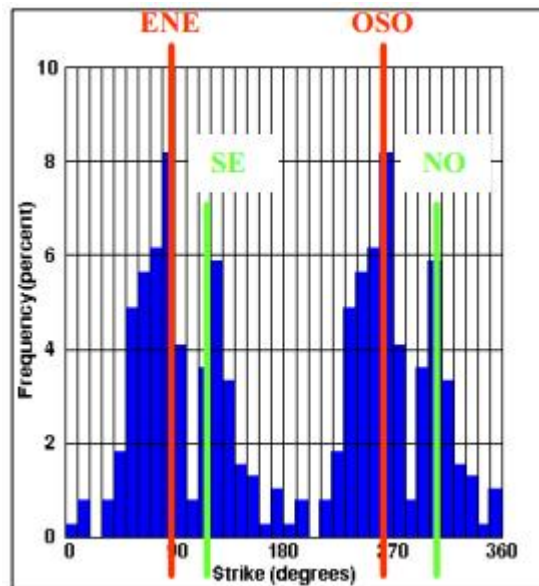
La projection de Schmidt des pôles des plans de fractures montre des pendages variant en majorité entre 40 et 90 degrés, ils montrent une valeur de pendage moyen de 71 degrés.



Histogramme montrant la distribution des pendages des plans de fracture ouvertes

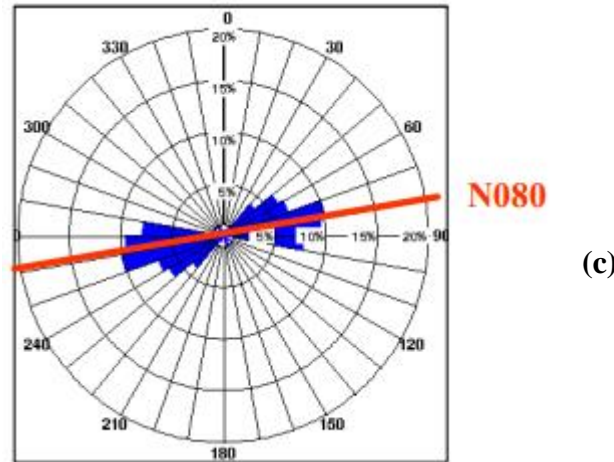
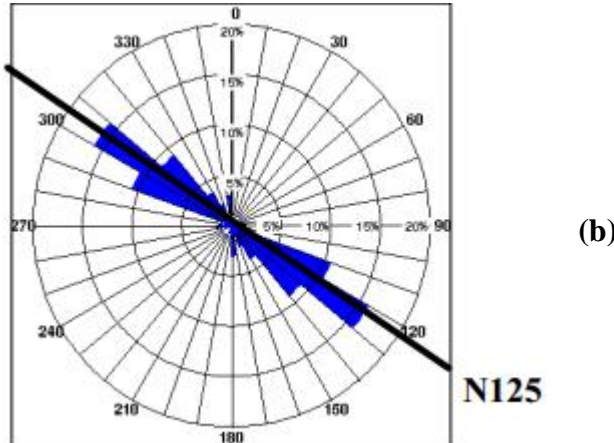
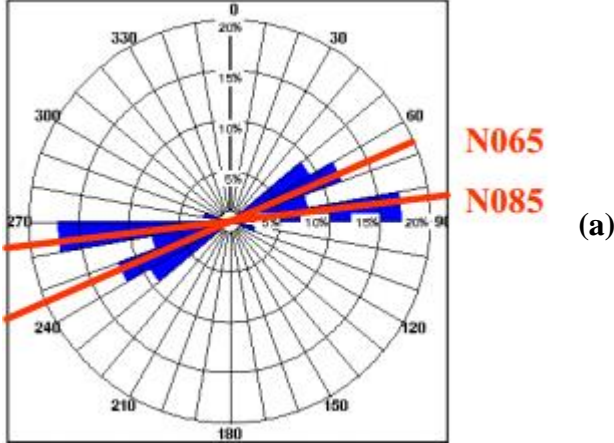
**Figure 40:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Histogramme montrant la distribution des pendages des plans de fractures ouvertes (UBI-SLB-2001).

On note également que ces fractures présentent deux directions « Strike » bien distinctes : NO-SE et ENE-OSO, l'orientation des fractures la plus représenté est ENE-OSO.



**Figure 41:**Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Histogramme montrant la distribution du Strike des plans de fractures ouvertes (UBI-SLB-2001).

Un changement de direction est observé dans l'intervalle allant de 4110 m à 4081 m (soit un intervalle de 30 m), les fractures sont orientées NO



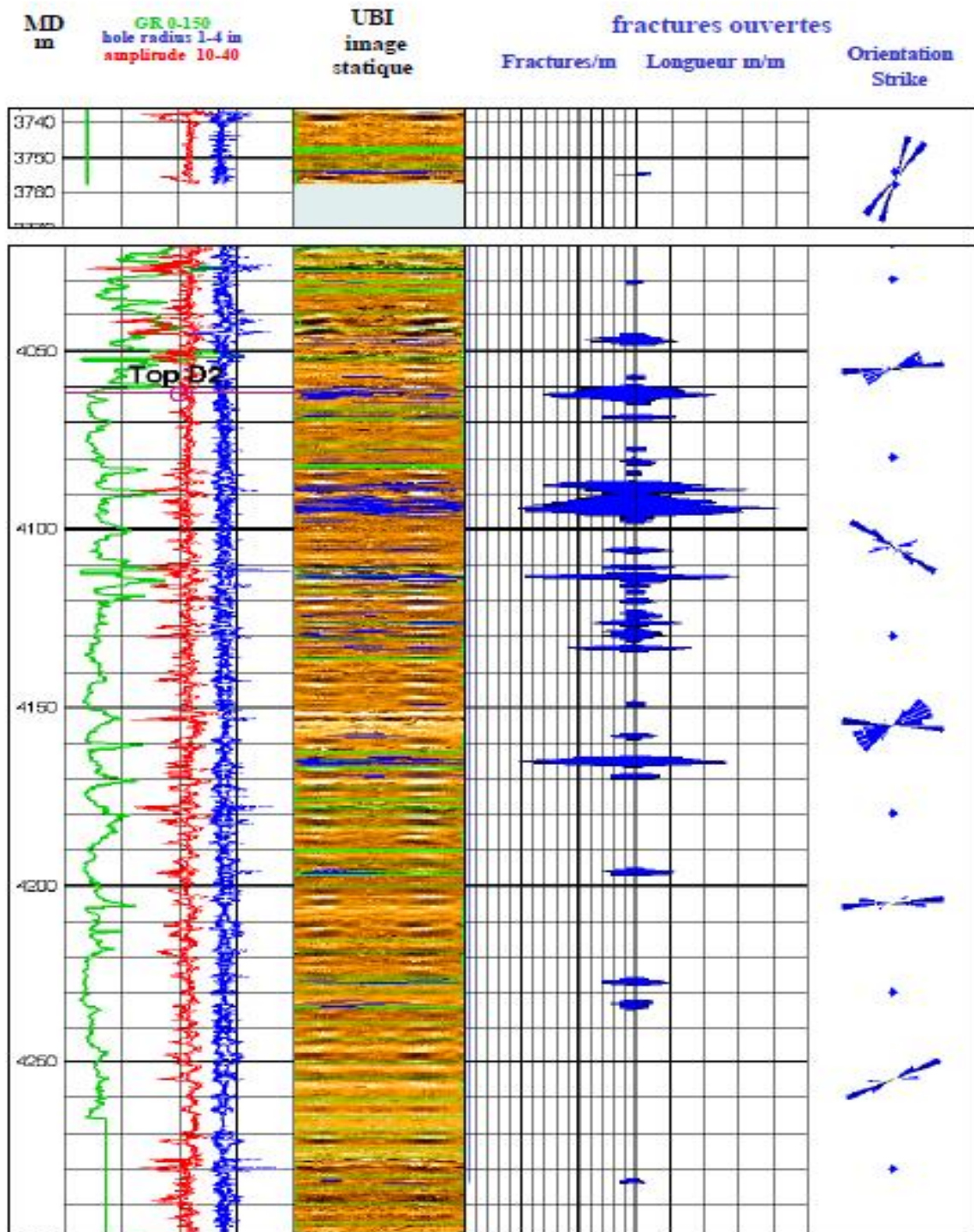
**Figure 42:**Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Orientation des fractures ouvertes (UBI-SLB-2001).

**(a):** Orientation des fractures ouvertes au-dessus de la faille : intervalle (4069m-4030m).

**(b) :** Orientation des fractures ouvertes au niveau de la faille : intervalle (4110m-4081m).

**(c) :** Orientation des fractures ouvertes au-dessous de la faille : intervalle (4284m-4110m).

Et voici une figure qui représente tous les informations précédentes.



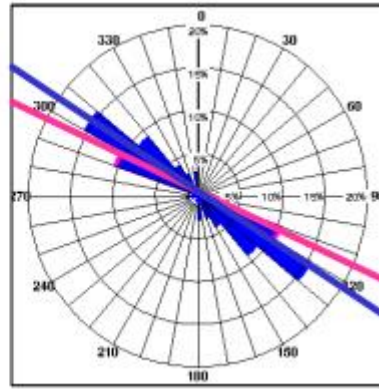
**Figure 43:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -analyse de la distribution des plans de fractures ouvertes (UBI-SLB-2001).

### 3.5) Faille :

A 4088 m, on a identifié au sein du réseau de fractures ouvertes, un plan bien marqué, il est associé à une bréchification de la formation, son pendage est fort : 87 degrés vers NO24 et une direction « Strike » N114, ce plan a été interprété comme étant une faille.

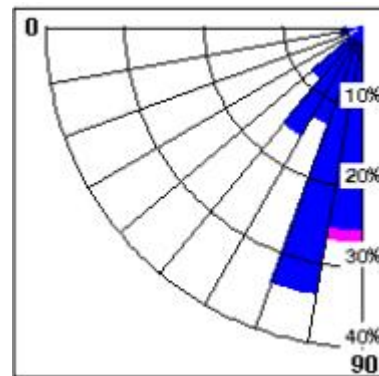


Fractures ouvertes: N125  
Faille: N114



(d)

(e)



**Figure 44:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -distribution des Strike et des pendages (UBI-SLB-2001).

(d) :Distribution des strikes des fractures et des faille.

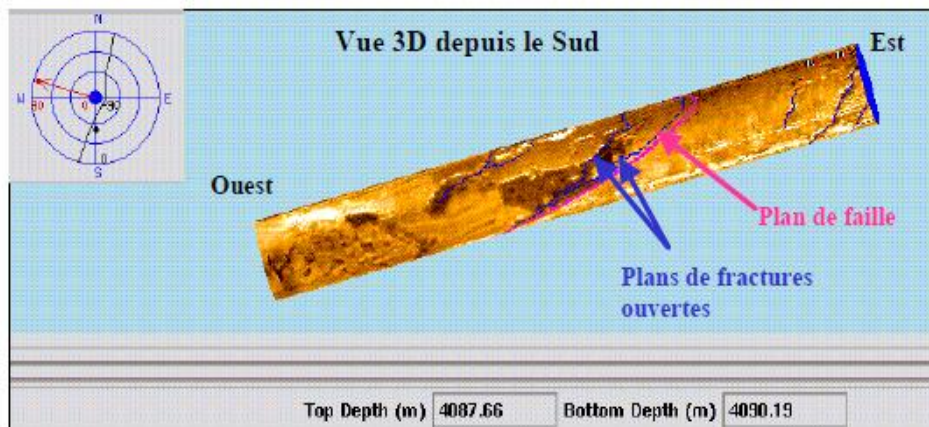
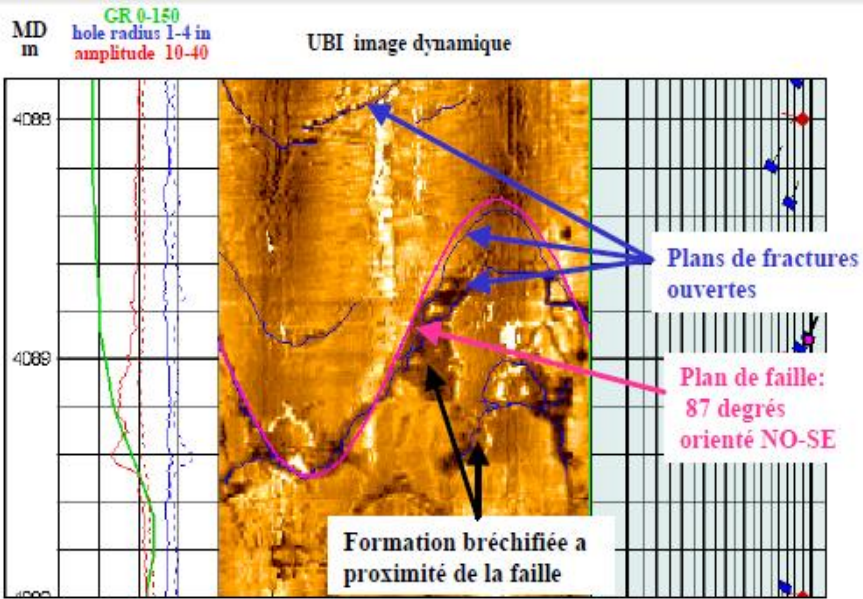
(e) :Distribution des pendages des fractures et de la faille.

On observe que les plans de stratification, de part et d'autre de cette faille, présentent les mêmes pendages, l'importance structurale de cette faille apparait donc plutôt réduite.

Toutefois, les fractures ouvertes au voisinage de la faille montrent la même direction que celle-ci (NO-SE) (intervalle de 30 m environ : de 4110 m à 4082 m, les fractures situées loin de la faille présentent une direction différente (ENE-OSO).

Ceci semble indiquer que la faille est à l'origine de la rotation de la direction des fractures (d'ENE-OSO à NO-SE) dans la zone de 30 m, cette zone serait la zone d'influence de la faille.

Connaissant la direction des fractures (N125), l'azimut du puits (N287) et la longueur de l'intervalle d'influence de la faille (30m), on peut calculer l'épaisseur réelle de cette zone d'influence, elle est environ de 10 m.



**Figure 45:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -Plan de faille(UBI-SLB-2001).

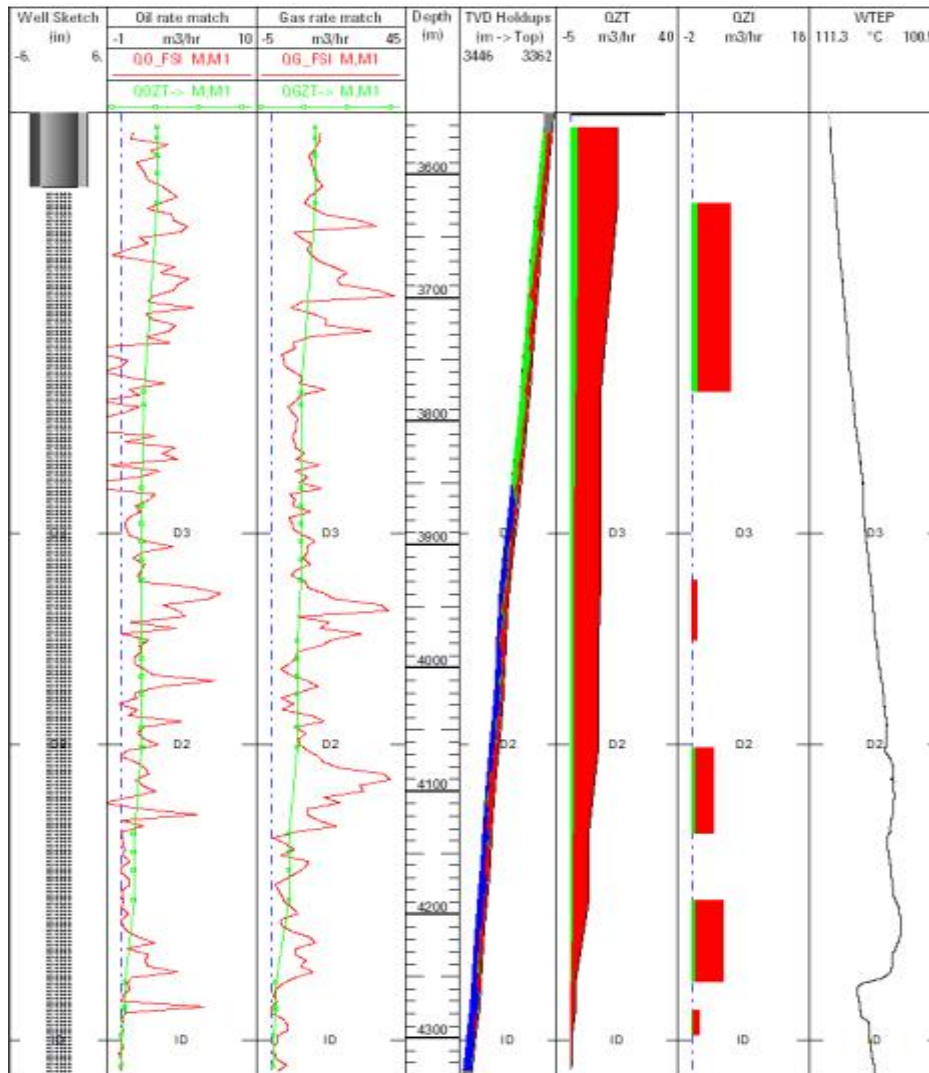
**-Nature de la faille :**

Connaissant de façon approximative la direction de la contrainte horizontale majeure (ENE-OSO à ESE-ONO) au voisinage du puits MDZ-534 ainsi que la direction des fractures ouvertes dans ce puits, on s'aperçoit que cette contrainte forme un angle très faible avec les deux familles de fractures ouverte observées dans le puits

Dans le régime de contrainte dans ce cas , ce plan de faille sub-verticale (88 degrés) est en position de décrochement, ceci explique le fait que les plans de stratification ne subissent aucun changement de pendage lié à la présence de cette faille.

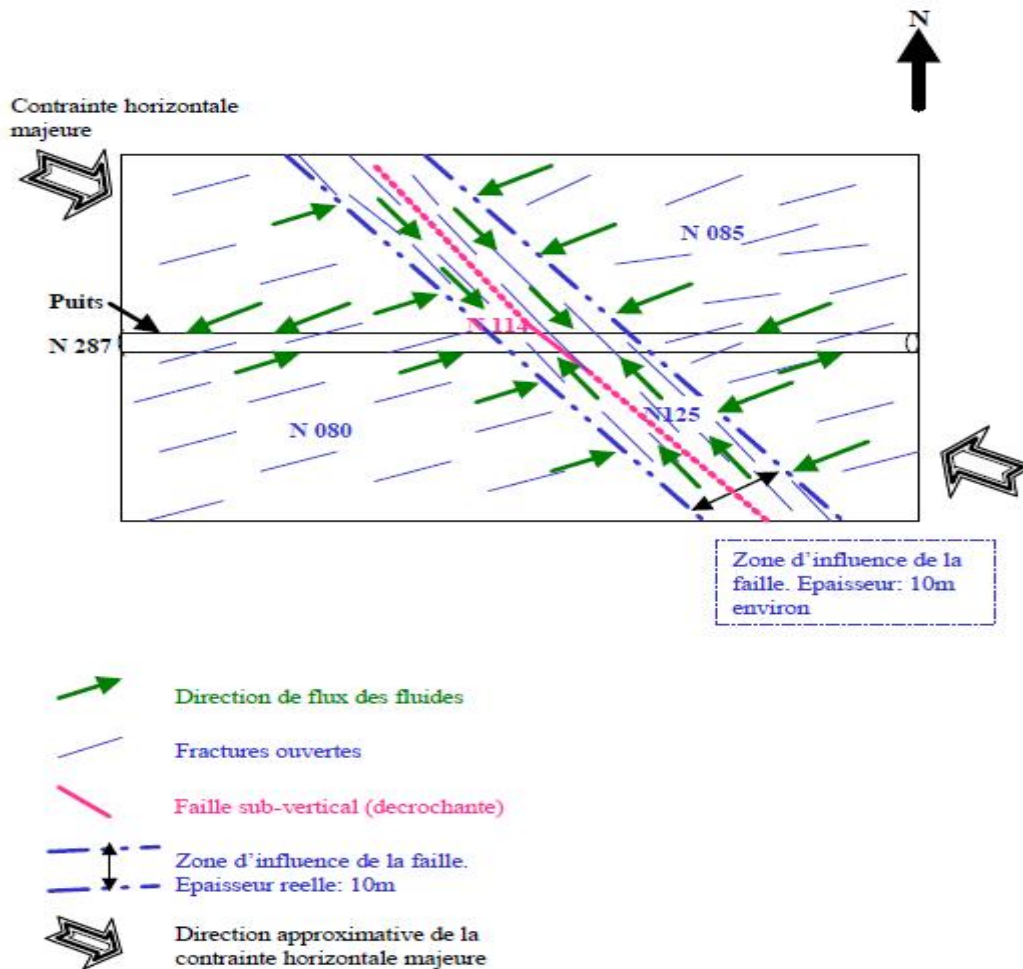
Le régime tectonique dans ce cas favoriserait l'ouverture des fractures dans cette zone et donc favoriserait l'écoulement des fluides.

La faille et ses fractures doivent recouper l'autre réseau de fractures et constituer un drain important mais, si la faille et son réseau de fractures sont étendus profondément jusqu'au contact de l'eau(fig.46), ils peuvent constituer un risque important de venue d'eau dans le puits.



**Figure 46:** flow profil summary (FSI-SLB-2015)





**Figure**

**47:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -schéma montrant la distribution des structures tectoniques (UBI-SLB-2001).

### 3.6) Construction de la coupe géométrique :

La construction de la coupe géométrique a été établie sur la base des plans de stratification, la coupe est construite dans le plan vertical suivant l'azimut moyen du puits ONO-ESE (N287) celle-ci représente la trajectoire du puits et les pendages apparents des couches traversées.

Les marqueurs traversés par le puits dans l'intervalle d'étude (Drain D3, Drain D2 et top Inter-Drain) ainsi que le plan de faille identifié à 4088,5 m sont projetés sur la coupe en respectant la géométrie des structures traversées.

Le puits de déviation toujours inférieur à 90 degrés vers l'ouest, descend toujours dans la série sédimentaire qu'il traverse car celle-ci présente des pendages vers l'est.

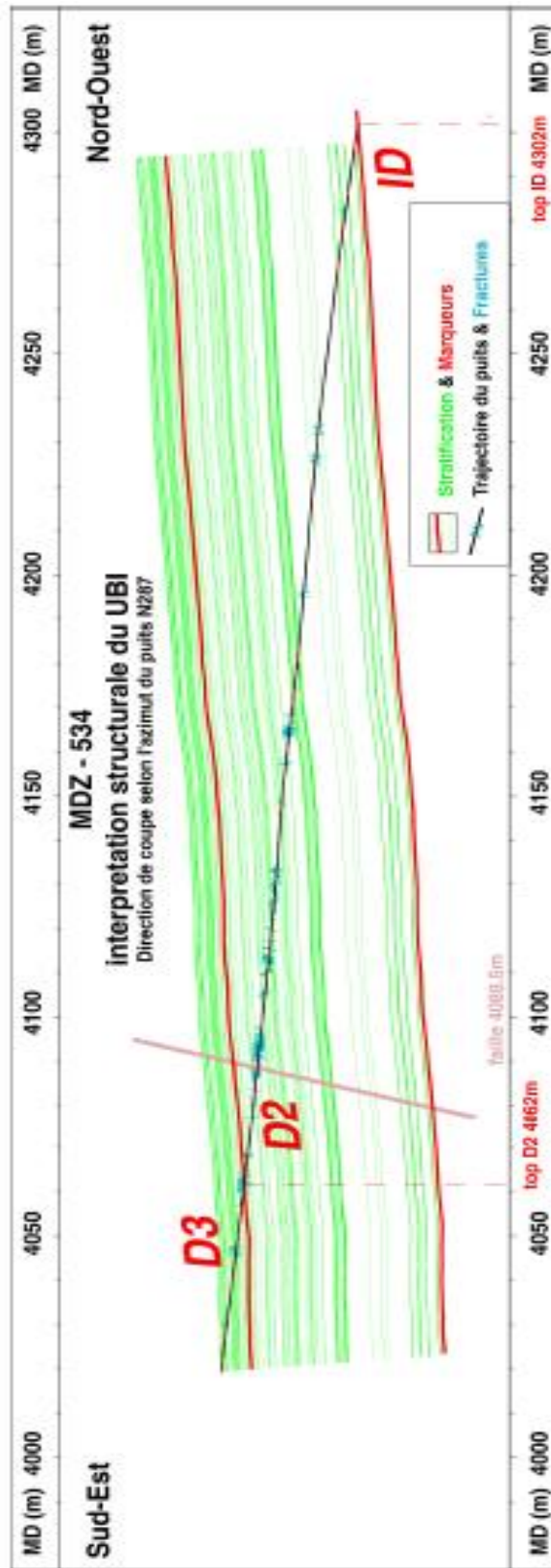
Connaissant la déviation du puits et le pendage structurale de la formation D2 comprise dans la section étudiée ici, nous pouvons estimer l'épaisseur vraie de cet intervalle stratigraphique.

Formation	Limite supérieur	Limite inférieure	Longueur	Épaisseur
D2	4302 m	4062m	240m	37.5m

Épaisseur stratigraphique de l'intervalle d'acquisition de l'UBI

**PM** : profondeur mesurée (mesure depth MD)

On notera que les plans de fractures ouvertes projetés sur la coupe sont essentiellement distribués dans la partie supérieure du drain D2 et la base du drain D3 (entre 4170 m et 4040 m).



**Figure 48:**Interprétation de l’imagerie UBI du puits MDZ534 -coupe structurale(**UBI-SLB-2001**).

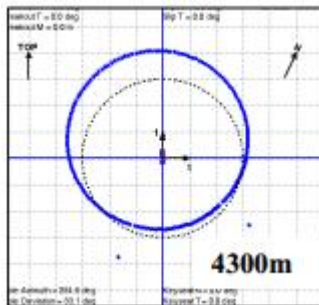
### 3.7) Analyse de la forme de la paroi du puits :

Afin de mieux cerner l'analyse de la forme de la paroi du puits MDZ-534, plusieurs coupes transversales ont été effectuées de façon régulière tout le long du puits (chaque 50 mètres), on remarque que le puits présente une forme arrondie tous le long de l'intervalle d'étude à l'exception de quelques intervalle où on détecte de légers endommagements liés à la forte déviation du puits.

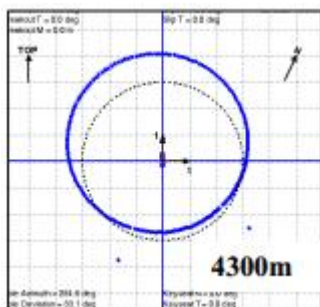
A 4280 m, on note que la paroi du puits est effondrée au niveau haut du puits.



(f)



(g)



(h)

**Figure 49:**Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 - les formes de paroi de puits.

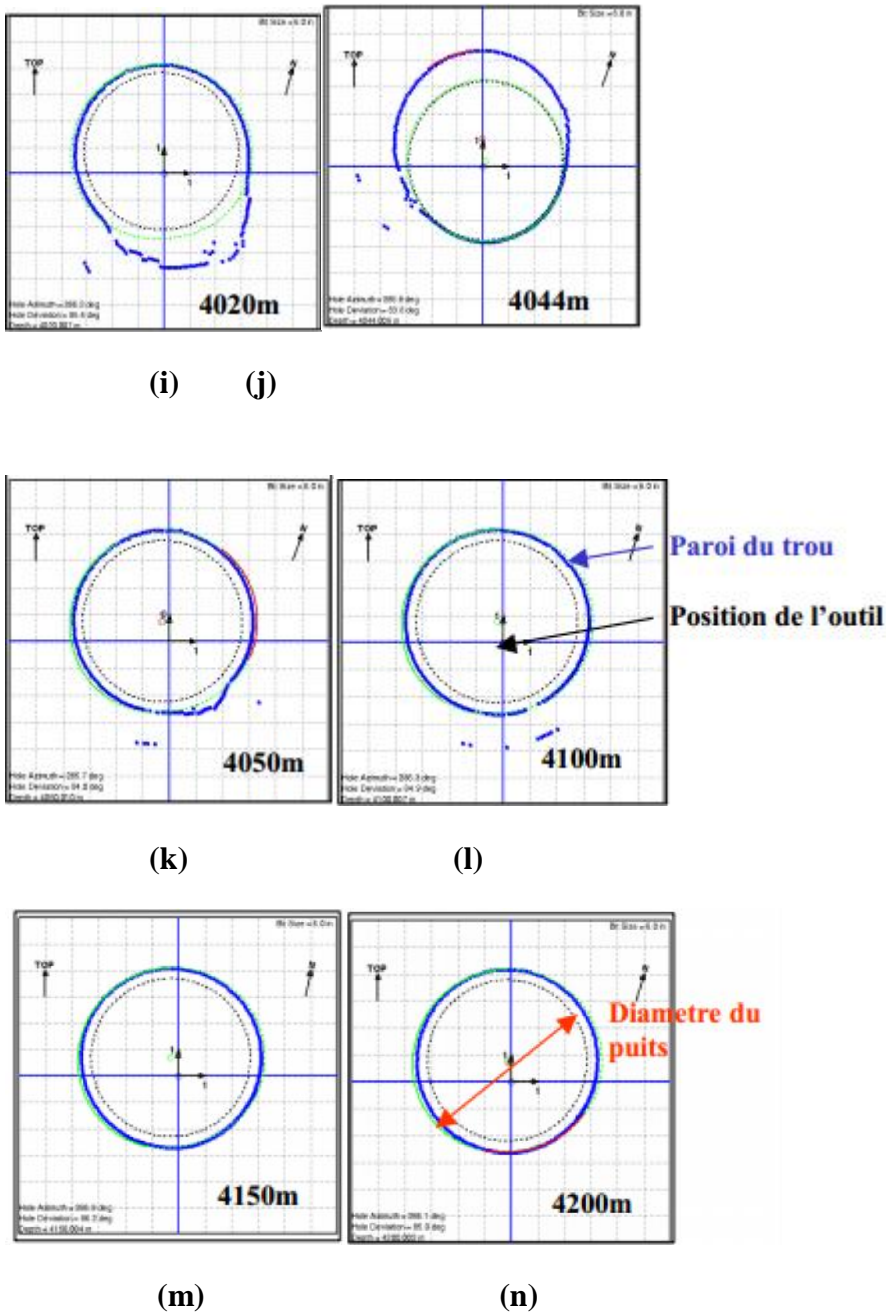
(f) : trou parfaitement arrondie.

(g) : outil excentre et paroi du trou partiellement effondrée.

**(h)** :trou parfaitement arrondie et outil excentré.

A 4020 m et 4050 m, le niveau bas du puits montre un élargissement (forme de keyseat).

Par ailleurs, on ne rencontre aucun type d'endommagement lié à l'existence de breakouts ou washouts.



**Figure 50:** Interprétation de l'imagerie UBI du puits MDZ534 -les Formes de paroi de puits.

**(i)** : paroi du puits montrant une forme de keyseat au bas de puits.

**(j)** : paroi du puits montrant une ovalisation en haut de puits.

**(k)** : paroi du puits montrant une forme de keyseat au bas de puits.



**(l)** : trou parfaitement arrondie.

**(m)** : trou parfaitement arrondie.

**(n)** : trou parfaitement arrondie.

### **3.8) Conclusion :**

Le traitement et l'interprétation de l'imagerie UBI acquise dans le puits horizontal MDZ-534 a abouti aux résultats suivants :

- ✓ Les plans de stratifications présentent un pendage relativement constant le long de l'intervalle d'étude, le calcul du pendage structural le long de cet intervalle ne révèle pas un changement important de pendage dans les trois unités structurales traversées, cependant on note un changement d'azimut passant de SSE à ESE dans l'intervalle 3753 m- 3737 m.
- ✓ Quelques rares laminations obliques, identifiées au niveau de l'intervalle 4195m-4190m, montrent un pendage moyen de 24 degrés vers le SO, celle-ci indiqueraient une direction de transport des sédiments vers le SO.
- ✓ La coupe géométrique construite dans la direction de la déviation du puits (N287) montre que le pendage apparent des couches est quasiment constant et que le puits descend toujours dans la série sédimentaire qu'il traverse.
- ✓ Un réseau de fractures ouvertes, essentiellement concentré au niveau de l'intervalle 4170m-4060m (le drain D2), présente un pendage moyen de 71 degrés vers deux directions différentes, la majorité de ces fractures sont orientées ENE-OSO tandis que quelques fractures sont orientées vers le NO-SE.
- ✓ Un plan de faille probable a été identifié au sein des fractures ouvertes, il se distingue par son fort pendage 88 degrés et son Strike (NO-SE) similaire à celui des fractures ouvertes qui lui sont associées, ce plan de faille serait responsable du changement dans la direction des ouvertures qui passe de ENE-OSO à NO-SE sur un intervalle de 10m d'épaisseur environ.

L'analyse détaillée de la forme de la paroi du puits ne révèle aucun endommagement du puits qui serait lié à l'existence de breakout ou washouts.

## Conclusion

La technique de l'imagerie est un développement de ladiagraphie dans la Domain pétrolier, elle permet une visualisation précise et quasiment instantanée de stratigraphie, du pendage, de la texture des couches, de la fracturation et de la distribution des principaux faciès.

L'imagerie a devenu une technique indispensable dans l'étude des réservoirs pétroliers, car elle fournit des informations sur l'état du paroi de puits, l'aspect structurale et lithologique au tour du puits, et au niveau du réservoir par la corrélation entre les données de plusieurs puits.

L'enregistrement de l'imagerie UBI acquise dans le puits horizontale MDZ-534 adonné les résultats suivants :

- Identification de 135 surfaces de stratification, Elles correspondent à des joints de stratification bien marqués, associés à un contraste lithologique bien visible sur les images (et parfois sur le GR).
- Les Lamination obliques très rares, se limitent à un très petit intervalle allant de 4194m à 4190m. Ce sont des laminations clairement obliques dans les corps sableux.
- Identification de 196 plans de fractures ouvertes. Elles sont essentiellement concentrées dans l'intervalle allant de 4170m à 4040m.
- Une faille présente sous forme de segments discontinus, on note à 4088.5 m, un plan bien marqué qui traverse le puits, il se distingue par son fort pendage de 88 degrés.
- La valeur du pendage des plans de stratification, qui varient de 0 à 22 degrés avec une valeur moyenne de 5 degrés vers le SSE (N150) à partir projection de Schmidt
- Le calcul du pendage structural a été réalisé à partir des pendages des surfaces de stratification et à l'exclusion des laminations obliques.
- A partir de la projection de Schmidt le pendage moyen de lamination oblique est de 24,5 degrés vers le SO, et des azimuts vers le SO. Ce résultat nous permet de déduire une direction de courant vers le SO.
- L'analyse détaillée de la forme de la paroi du puits ne révèle aucun endommagement du puits qui serait lié à l'existence de breakout.

Donc le puits MDZ-534 recoupe un réservoir qui renferme un réseau considérable de fractures liées à l'effet tectonique en favorisant l'écoulement des fluides.

## *Bibliographies*

**Baker Hughes**, Outil CBIL “Circumferential Borehole Imaging Log”.

**Baker Hughes**, L’outil CBIL combiné avec l’outil de résistivité STAR.

**Halliburton, Exemple** de stratification parallèle ou entrecroisée dans un grès avec figure de charge et déformation

**M .AMARI coure IAP boumerdés** Analyse des fractures par l’imagerie juin 2013.

**UBI du puits MDZ-534** traitement et interprétation géologique des images Réf.NO : DZJ-0120702 Sonatrach-DP-HMD document préparé par S.GHOMAR et N.LEBANANE « data and consulting services » juillet 2001.

**7. Flo Scan Imager (FSI) Interprétation du puits MDZ-534** Réf.NO :1150217 Sonatrach-DP-HMD preperd by T.Benhaoua « production team lead » reviewd by Henaicha « production engineer » janvier 2015.

**BOUDJEMAA (1987)** : Evolution structurale du bassin pétrolier Triasique du sahara Nord Oriental – Thèse Doctorat – Université ORSAY (Paris, France).

**B. DAHA (2008)** : Caractérisation et modélisation des réservoirs de la zone 7 du champ de Hassi Messaoud en vue de la sélection et optimisation des puits candidats au short radius- Thème d’ingénieur-Université M’hamed BOUGARA Boumerdes.

**Rapport d’implantation du puits MDZ-534** Sonatrach-DF-HMD 2001.

**Fundamentals of well – log interpretation** -O.SERRA.ELSEVIER.Amesterdame-oxford-newyork-tokyo 1984.

\_\_\_\_\_ :

تعتبر تقنية التصوير عن طريق الموجات الصوتية او الكهربائية ( ) تقنية متطورة فهي تقوم  
داخلية عن طريق الجيولوجية المحيط وتسجيل عودتها على شكل  
منحنيات قياس المقاومة فهي تختلف من طبقة لأخرى وما يهمننا في هذه القياسات هي الشقوق والكسور على  
فشكل عودة الموجة والوقت الفاصل بين كل تسجيل واخر للعينات يستنتج منه نوع العينة المأخوذة  
المملوء بها. بالإضافة الى ذلك تقوم هذه التقنية بتشخيص اشكال حيز البئر ففي حالته الطبيعية يكون دائري  
تقريبا ،اما في حالته المتغيرة يكون منحرف عن المستوى الدائري الطبيعي ويد " ويتشكل بتأثير القوى

- الآلات المستخدمة في تقنية التصوير هي نوعين: عن طريق الموجات صوتية والآت عن طريق الموجات الكهربائية.-  
مساهمة الكبيرة في تقنية التصوير هي استنتاج المميزات الجيولوجية للمخزن البترولي في اخذ العبد  
الاسطوانية منه و المميزات الجيولوجية هي: البنيوية والرسوبية وفيزياء .  
**الكلمات المفتاحية:** تقنية التصوير، موجات صوتية ،موجات كهربائية، كسر، كسر خارجي ، البئر، الطبقات الجيولوجية.

### **Résume :**

L'imagerie de paroi de puits est une technique de diagraphie, Obtenue par des mesures de résistivité très finement échantillonnées, l'imagerie représentait un saut technologique, Elle a grandement amélioré la caractérisation géologique des réservoirs et est devenue rapidement indispensable dans les puits d'exploration, de délinéation et même dans beaucoup de puits de développement.

Les apports de l'imagerie sont parfois simples à décrypter ou, au contraire, nécessitent des traitements plus complexes par un expert, son avantage principal est la possibilité de caractériser un réservoir en l'absence de carottes, en outre, elle permet d'orienter l'image obtenue par rapport au Nord magnétique dans un puits vertical et au top du trou dans un puits horizontal.

**Mots clé :** l'imagerie, diagraphie, résistivité, pendage, fracturation.

### **Abstract:**

The shaft wall imagery is a logging technic Obtained by very finely sampled resistivity measurements, imagery represented a technological leap; it has greatly improved the geological reservoir characterization and quickly became essential in exploration, delineation wells and even in many developing wells.

Imagery Contributions are sometimes easy to decipher or, conversely, require more complex treatment by an expert, its main advantage is the ability to characterize a reservoir in the absence of carrots, and in addition, it can guide the resulting image to the magnetic North in a vertical well and the top of the hole in a horizontal well.

**Keyword:** Imagery, logging, resistivity, dip, fracturing.