

**UNIVERSITE KASDI MERBAH – OUARGLA -  
FACULTE DES HYDROCARBURES DES ENERGIES RENOUVABLES  
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 Master en Géologie pétrolière*

Option : Géologie pétrolière

**THEME**

**La surveillance géologique durant la réalisation  
d'un forage pétrolier TGF3 (Région de AOULEF)**

*Soutenu publiquement par: **DOKKAR BELKHIR  
BOUAINI MOHAMMED***

*Le 08/06/2014*

**Devant le jury :**

<b>Présidente : Mr. LAOUINI Hamza</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Université Kasdi Merbah Ouaragla.</b>
<b>Promoteur : Mr. KADRI Med Mehdi</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Université Kasdi Merbah Ouaragla.</b>
<b>Examineur : Mr. Melaouah O</b>	<b>M.A.B</b>	<b>Université Kasdi Merbah Ouaragla.</b>

**Année Universitaire : 2013/2014**



# Remerciements

## Remerciements

Au terme de cette étude, nous tenons à remercier le Bon **Dieu** qui nous a donné le courage et la volonté d'aller jusqu'au bout, afin de réaliser ce présent travail à sa fin.

Nous tenons tout d'abord à remercier monsieur **kadri Mohammed Mahdi**, promoteur, qui nous a prêté une attention particulière, qui à aucun moment n'a ménagé son effort et son savoir pour nous apporter de l'aide, la plus précieuse possible.

On ne peut s'arrêter là, sans évoquer tout le corps enseignant du département Géologie Pétrolière. Puisque, grâce à eux, que nous n'avons pas eu aucune difficulté à combler notre formation théorique et à satisfaire notre curiosité scientifique.

Enfin, à ceux qui ont contribué et collaboré de près ou de loin à l'élaboration de cette étude.

Merci à tous.



## *Dédicaces*

**Je dédie ce modeste travail à ma mère qui a sacrifiée sa jeunesse pour mon auspice, et pour l'esprit pur de mon père que sa conseilles restent toujours dans nos mémoires. JE le dédie aussi à tous mes frères, mes sœurs, à toute la famille BOUAINI de proche et de loin, aussi que tous mes amis sans exception.**

**MOUHAMMED BOUAINI**



## *Dédicaces*

**Je dédie ce modeste travail à ma mère qui a sacrifiée sa jeunesse pour mon auspice, et pour l'esprit pur de mon père que sa conseilles restent toujours dans nos mémoires. JE le dédie aussi à tous mes frères, mes sœurs, à toute la famille DOKKAR de proche et de loin, aussi que tous mes amis sans exception.**

**BELKHIR DOKKAR**



# SOMMAIRE

**Introduction générale.....01**

## **Chapitre I : Présentation de la région d'étude**

**1. Situation géographique et géologique du bassin de l' Ahnet.....02**

**1.1. Situation géographique .....02**

**1.2. Situation géologique.....02**

**2. Situation du puits (TGF-3) .....03**

**3. Les coordonnées géographiques du forage (TGF-3) .....03**

**4. But du sondage .....03**

**5. Aperçu litho stratigraphique.....04**

**5.1. Mésozoïque .....04**

**5.2. Paléozoïque .....04**

**6. Stratigraphie du puits (TGF-3-) .....08**

## **Chapitre II : Les paramètres de forage**

**1.1. Les paramètres mécaniques .....09**

**1.1.1.Poids sur l'outil .....09**

**1.1.2. Vitesse de rotation .....09**

**1.1.3. Torque .....09**

**1.2. Paramètres hydrauliques .....10**

**1.2.1. Débit (FLOW) in..... 10**

**1.2.2. Débit de sortie .....10**

**1.2.3. Pression d'entrée et de sortie de la boue (SPP) .....10**

**1.2.4. La vitesse d'avancement (ROP).....10**

2. L'installation des capteurs .....	11
2.1. Capteur de poids (WOH)/(WOB) .....	11
2.2. Capteur de Torque .....	13
2.3. Capteur de rotation RPM .....	14
2.4. Capteur de pression stand pipe et dans l annulaire .....	15
2.5. Capteur de débit sorti FLOW out .....	17
2.6. Vitesse d'avancement / profondeur .....	18
2.7. Capteurs de niveau des bassins .....	19
2.8. Captures de densité MUD Weight IN and OUT.. .....	20
2.9. Capteurs de Température in et out .....	21
2.10. Capteurs de Résistivité In, out .....	22

### **Chapitre III : Technique de la surveillance**

1. Suivi les paramètres de forage en temps réel .....	24
2. L'enregistrement instantané des paramètres de forage .....	26
3. Le Suivi Géologique .....	27
3.1. Équipements de surveillance géologique .....	27
3.2. Produits chimiques et leurs utilisations .....	27
3.3. Collecte des déblais .....	27
3.4. Traitement des déblais .....	28
4. Description géologique des échantillons TGF3 (phase 6") .....	35
5. Détection de gaz .....	37
6. Les principaux types des gaz détectés .....	38
7. Relation entre le gaz et les paramètres de forage .....	40

## **Chapitre IV : Evaluation de la réalisation du forage (TGF3)**

<b>1. La phase 26" (23-150m) .....</b>	<b>41</b>
<b>2. La phase 16" (151-921m) .....</b>	<b>42</b>
<b>3. La phase 12 ¼" (922-2219m) .....</b>	<b>43</b>
<b>4. La phase 8 ½" (2220-3188m) .....</b>	<b>44</b>
<b>5. La phase 6" (3188-3630m) .....</b>	<b>46</b>
<b>Conclusion.....</b>	<b>47</b>

**Recommandation**

**Bibliographie**

**Liste des figures:**

<b>N° Figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>1</b>	Situation géologique du bassin l'Ahnet	<b>2</b>
<b>2</b>	Capteur de poids sur le circuit hydraulique du brin mort "WOH"	<b>12</b>
<b>3</b>	Capteurs de Torque à effet Hall	<b>14</b>
<b>4</b>	Position du capteur RPM	<b>15</b>
<b>5</b>	Capteur pression d'injection sur stand pipe "SPP"	<b>16</b>
<b>6</b>	Capteur FLOW out	<b>17</b>
<b>7</b>	Capteurs de profondeur	<b>18</b>
<b>8</b>	Capteurs à flotteur	<b>20</b>
<b>9</b>	Capteur de densité (d in – d out)	<b>21</b>
<b>10</b>	Capteur de température (T° in – T° out)	<b>22</b>
<b>11</b>	Capteur de résistivité	<b>23</b>
<b>12</b>	lavage et tamisage des cuttings	<b>29</b>
<b>13</b>	microscope binoculaire	<b>30</b>
<b>14</b>	Le fluoroscope	<b>30</b>
<b>15</b>	Le calcimètre Bernard	<b>34</b>
<b>16</b>	Master log partial (phase 26")	<b>41</b>
<b>17</b>	Master log partial (phase 16")	<b>42</b>
<b>18</b>	Master log partial (phase 12 ¼")	<b>43</b>
<b>19</b>	Master log partial(phase 8 ½")	<b>45</b>
<b>20</b>	Master log partial (phase 6")	<b>46</b>
<b>21</b>	L'architecteur du puits (TGF3)	<b>47</b>



### Liste des tableaux:

<b>N°Tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	Les coordonnées géographiques et UTM	03
2	La stratigraphie du puits	08
3	les calcimétries de quelques roches carbonatées pures.	33
4	Description géologique des échantillons de forage pétrolière TGF3 (phase 6").	35-36-37

**Liste des graphes :**

<b>N° Graphe</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
1	La courbe de variation de ROP en fonction du RPM	24
2	La courbe de variation de ROP en fonction du TORQUE	25
3	La courbe de variation de ROP en fonction du WOB	25
4	Plot en réal time de (WOB-ROP-TORQUE-SPP-RPM-FLOW) dans l'intervalle (3591-3630m)	26
5	Plot gaz vis-à-vis ROP/SPP	40

### Introduction générale :

Les techniques d'évaluation instantanée dans l'industrie pétrolière prennent un allure croissant considérable dans les dernier années.

La réalisation d'un forage pétrolier dans la phase exploration nécessite l'intervention de différentes spécialités comme la géologie, forage, chimie...ect

Pour arriver a la phase production et pour avoir des taux de production considérable il faut une surveillance adéquate durant la réalisation du forage (cote de tubage, suivi des paramètres, de system gaz).

Le but de notre travail et de faire une évaluation globale de la réalisation d'un puits d'exploration dans la région de AOULEF puits TGF3, basons sur les données de forage et de géologie.

Notre travail s'articule:

- Présentation de la région d'étude.
- Les paramètres de forage.
- Technique de la surveillance.
- Evaluation de la réalisation du forage (TGF3).

## I) Présentation de la région d'étude:

### 1) Situation géographique et géologique du bassin de l'Ahnet:

#### 1.1) Situation géographique :

Le bassin de l'Ahnet est situé dans la partie Sud Ouest du Sahara Algérien.

Il fait partie de la province occidentale de la Plate-forme Saharienne.

Limité par les méridiens 1° 00 et 3° 00 et les parallèles 24° 00 et 27° 00, il s'étend sur près de 50.000 km<sup>2</sup>. (Document « SONATRACH », Géographique de in Saleh)

#### 1.2) Situation géologique (FIG 01) : Il est limité :

- ✓ Au nord par le plateau de Tademaït et l'ensellement de Djoua, qui le sépare du bassin de Timimoun.
- ✓ Au Sud il admet le bouclier Touareg, comme limite méridionale.
- ✓ A l'Ouest par l'ensellement d'Azzel-Matti, le séparant du bassin de Reggane et la cuvette de Sbaa.
- ✓ A l'Est par le mole d'Arak-Idjerane, qui le sépare du bassin de Mouydir.

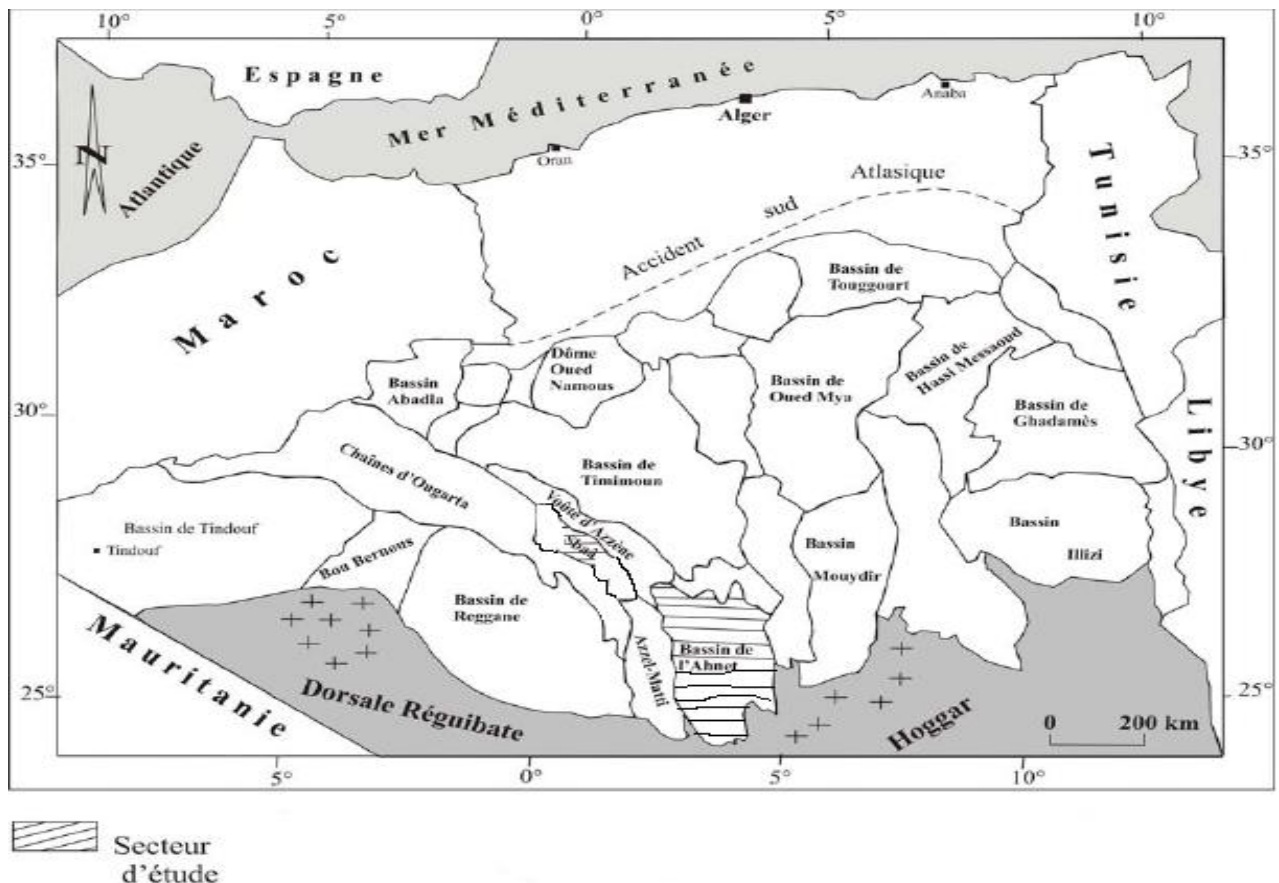


FIG. 01 : Situation géologique du bassin l'Ahnet

## 2) Situation du puits (TGF-3):

Le forage TGF-3 est situé dans le périmètre M'sari-Akebli. Les structures limitrophes au forage sont les structures de M'sari au nord et Oued Tahat à l'Ouest. Le forage sera implanté au croisement de la Inline 1720 et de cross line 5775..

La topographie de la région est caractérisée par un plateau rocheux connus sous le nom de Hamada. ( **Rapports journaliers de forage du puits « TGF3».**)

## 3) Les coordonnées géographiques du forage (TGF-3) sont :

**Tableau.01: Les coordonnées géographiques et UTM**

UTM		Géographique		Altitude	
X	328937.05	Long.	1° 16'19,41469'' E	Z <sub>sol</sub>	: 341.508m
Y	3016104.50	Lat.	27° 15'33.79849'' N	Z <sub>tab</sub>	: 349.508m

## 4) But du sondage:

Le périmètre de recherche M'sari- Akabli se trouve dans la partie Ouest du bassin Ahnet-Gourara et s'étale sur une superficie de 11686.46 Km<sup>2</sup>.

La complexité du contexte structurale de cette région offre des possibilités de développement de pièges à fermetures complexes, contre failles. De plus, les fréquents changements de faciès et d'épaisseurs des grès du Dévonien Inférieur en relation, avec leurs environnements de dépôts, favorisent le développement des pièges mixtes.

Les travaux sur ce périmètre ont permis de réaliser plusieurs découvertes dans les réservoirs du Dévonien inférieur, notamment l'Emsien et le Siegénien et dans l'Ordovicien au niveau de l'Unité IV. Cette zone renferme d'importantes réserves en gaz qui reste à découvrir en raison, de la richesse et de la maturité des roches mères du Silurien, du Dévonien moyen et Supérieur dans cette région.

La réalisation du forage Tigfermas-3 (TGF-3) a pour but la réévaluation de l'ensemble des structures déjà forées ayant comme objectifs les réservoirs Cambro-ordovicien et la délimitation de l'Emsien.

Une récente interprétation sismiques incluant la 2D et le cube 3D a permis de bien détailler la structure de Tigfermas d'identifier les fermetures Sud et Nord et de confirmer l'importante superficie de la structure.

Le forage TGF-3 devra également confirmer l'intérêt de toute la structure de Tigfermas dont la surface est importante. Les objectifs du forage TGF-3 sont :

- L'exploration des réservoirs Ordoviciens mal évalués par tous les forages réalisés sur ce trend.
- La délimitation de l'Emsien.

## 5) Aperçu litho stratigraphique:

### 5.1) Mésozoïque :

#### A/ Continental Intercalaire :

Sable blanc jaunâtre, fin à moyen, parfois grossier, transparent à translucide, arrondi à sub-arrondi, friable. Avec passée d'Argile rosâtre à rouge, silteuse, tendre et pâteuse, fine passée de Grés blanc beige, fin à très fin, siliceux à silico-argileux, moyennement dur.

Argile brun rouge, silteuse, tendre et pâteuse, trace de grés rosâtre, fin siliceux, dur.

Trace de Dolomie gris beige, cryptocristalline, dure.

Argile gris claire, indurée, pâteuse, passée de Sable blanc, transparent à translucide, fin à moyen, parfois, graveleux.

### 5.2) Paléozoïque :

#### A/ Carbonifère :

##### Tournaisien : de (605 à 660m)

Argile gris noir, noire, silteuse, micacée, tendre et pâteuse, avec passée de Grés blanc beige, localement verdâtre, fin à moyen, arrondi à sub-arrondi, siliceux, légèrement dolomitique, moyennement dur.

Trace de Pyrite.

##### Strunien : de (660 à 895m)

Grés gris blanc à blanc, fin à moyen, sub-arrondi, silico-argileux, parfois argilo-carbonaté, moyennement dur.

Argile gris noir à noire, silteuse, micacée, indurée, légèrement feuilletée.

Trace de Pyrite.

#### B/ Dévonien

##### B-1 Dévonien supérieur

##### Famménien : de (895 à 1805m)

Argile gris foncé à noire, indurée, fortement silteuse, micacée, feuilletée, avec fines passées de Grés blanc, fin, siliceux à silico-carbonaté, fossilifère par endroit.

Trace de pyrite et de Dolomie beige, cryptocristalline, dure.

Calcaire blanc beige, microcristallin, dur.

##### Frasnien : de (1805 à 2129m)

Argile gris fonce à noire, silteuse, carbonatée avec rares passées de Calcaire gris blanc, argileux, tendre et cristallin. Présence de grains de Quartz isolés, arrondi et de Pyrite.

**B-2 Dévonien moyen****Givetien** : de (2129 à 2160m)

Calcaire gris blanc, argileux, parfois gris beige, microcristallin, rarement blanc crayeux, avec intercalations d'Argile gris noir à noire, indurée, silteuse.

**Eifelien**: de (2160 à 2247m)

Argile gris clair, pâteuse, gris foncé à noire, indurée, fortement silteuse, micacée, feuilletée, avec fines passées de Calcaire gris blanc, tendre, crayeux, parfois beige, microcristallin, dur. Traces de Grès gris clair, très fin à fin, silico-argileux, dur. Présence de Pyrite.

**B-3 Dévonien inférieur****Emsien** : de (2247 à 2311m)

Grès blanc à gris blanc, siliceux à silico-argileux, compact, dur à moyennement dur et brunâtre, siliceux à silico-quartzitique, compact, dur avec rares passées d'Argile grise a gris-sombre, tendre a indurée, légèrement feuilletée, silteuse. Présence de grains de Quartz.

**Siégenien** : de (2311 à 2375m)

Grès blanc a gris-blanc, translucide, localement gris-fonce, fin, sub-arrondi a sub-anguleux, siliceux à silico-quartzitique, dur, avec Fines passées d'argile grise a gris-noir, indurée, micacée, légèrement feuilletée, fortement silteuse.

**Gedinnien** : (de 2375 à 2554m)

Alternance de: Grès blanc, fin a moyen, subarrondi a subanguleux, siliceux a silico quartzitique, dur, localement gris-blanc a gris sombre, fin a moyen, parfois grossier, silico-argileux, pyriteux par endroit, moyennement dur et Argile grise, gris-sombre, indurée, fortement silteuse, micacée. Rares grains de quartz isoless, et Trace de pyrite

**C/Silurien :****C-1 Silurien argilo-silteux** : de (2554 à 3164m )

2554m à 2755m : Argile gris-noir a noire, indure e, micacée, silteuse, légèrement feuilletée, avec rares fines passées de Grès blanc, translucide, fin a moyen, subarrondi a subanguleux, siliceux a silico-argileux, moyennement dur a friable. Trace de pyrite.

2755m à 2805m : Argile noire, indurée, localement pâteuse, légèrement feuilletée, parfois pyriteuse. Traces de Pyrite.

2805m à 3139m : Argile noire, indurée, localement pâteuse, micacée, silteuse, légèrement feuilletée, parfois pyriteuse, avec passées de Calcaire blanc, microcristallin, moyennement dur et gris-blanc, tendre, argileux. Traces de pyrite et Grès blanc.



3139m- 3164m: Argile gris à gris foncé, noire, tendre à indurée, silteuse, micacée, légèrement feuilletée, localement pâteuse, parfois pyriteuse, rares et fines passées de Silt noir, dur, traces de grains de quartz isolés, moyen à grossier, sub-arrondis, de Grès blanc translucide, beige, fin à moyen parfois grossier, silico-quartzitique, rarement argileux, dur à moyennement dur, de Calcite et de pyrite.

**C-2 Silurien radio- actif :** de (3164 à 3188m)

Argile radioactive noire, tendre, silteuse, micacée, légèrement feuilletée, traces de calcite et de pyrite.

**D/Ordovicien :**

**Dalle de Mokrata :** de (3188 à 3201m)

Grès gris blanc à blanc, translucide, fin à moyen, parfois grossier, sub-anguleux à sub-arrondis, quartzitique, compacte, très dur.

**Argile micro-Conglomératique :** de (3201 à 3210m)

Argile noire à gris noire, micacée, indurée, silteuse, localement micro conglomératique. Trace de pyrite et grains de quartz translucide, sub-anguleux à sub-arrondis.

**Grès d'El Golea :** de (3210 à 3258m)

Grès blanc, translucide, localement gris clair, très fin à moyen, par endroits grossier, sub-anguleux à sub-arrondis, siliceux, dur. Argile grise à gris noire, indurée, silteuse, micacée, parfois feuilletée, localement pyriteuse. Grès très fin, voir des Silstones, micacé, friable à moyennement consolide Argile gris sombre, feuilletée, micacée, tendre, légèrement pâteuse

**Grès d'Oued Sarat :** de (3258 à 3287m)

Grès blanc, gris, beige, fin à moyen, parfois grossier, siliceux à silico-argileux, par endroits silico-carbonaté, micacé, dur à moyennement dur avec rares fines passées d'argile noire, indurée, silteuse, micacée. Traces de pyrite et galet de quartz beige.

**Argile Azzel et Tiferouine:** de (3287 à 3531m)

3287m à 3302m : Argile grise silteuse, micacée, légèrement tendre à pâteuse avec passée de grès blanc, fin à moyen, micacée, siliceux, dur.

Trace de Pyrite et présence de galet de Quartz blanc.

3302m à 3325m : Argile grise, silteuse, micacée, légèrement tendre à pâteuse avec passées à intercalations de grès blanc, moyen à grossier, micacé, siliceux, dur. Traces de pyrite et présence de galet de quartz blanc.

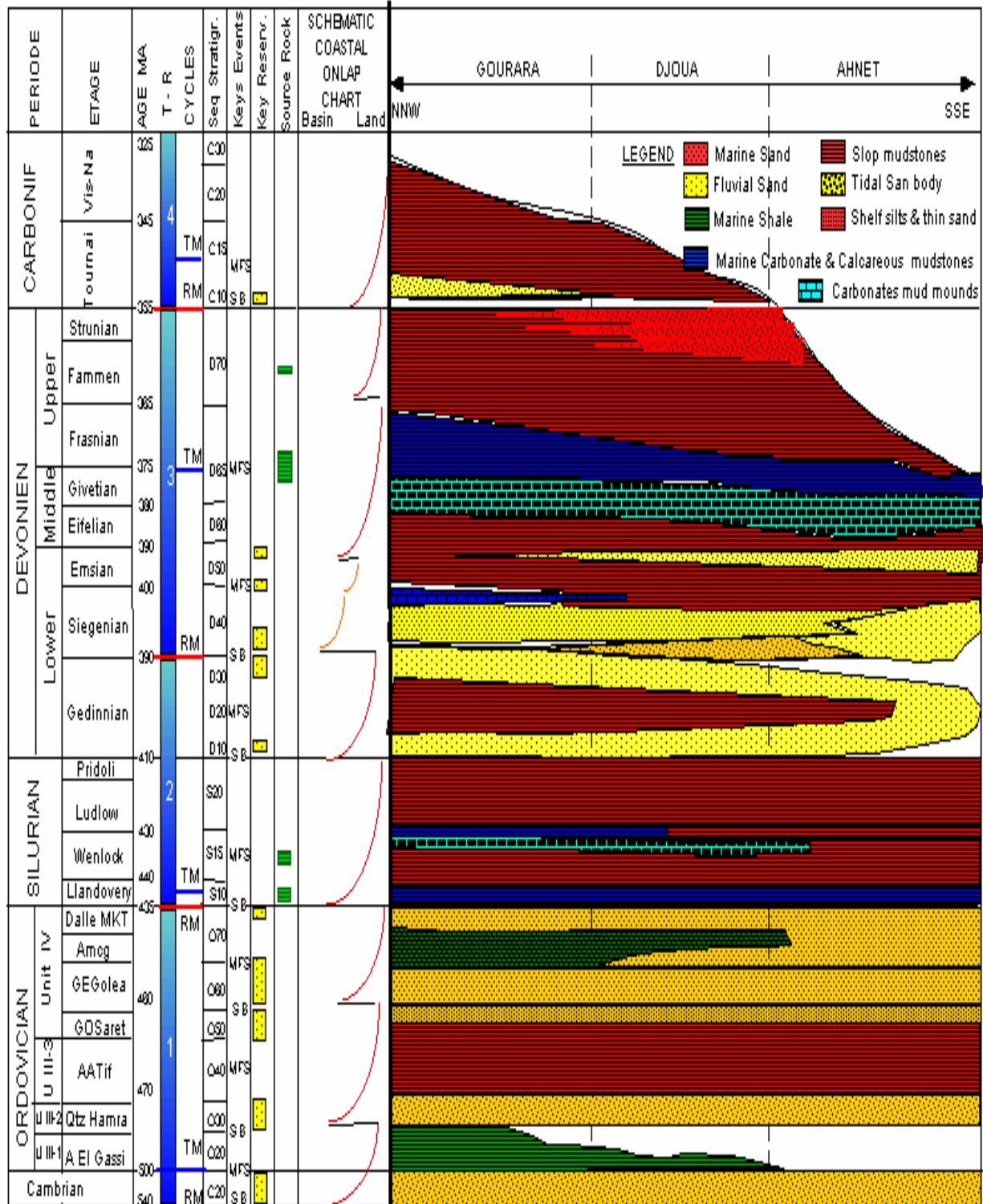
3325m à 3344m : Grés gris à gris blanc, fin à moyen, siliceux à silico-argileux, parfois silico-carbonaté, dur à moyennement consolidé avec passées à intercalations d'Argile noire, très micacée, parfois pyriteuse, indurée, silteuse.

3344 m – 3531 m : Grés blanc à gris-blanc, parfois gris-foncé, très fin à fin, parfois moyen, siliceux à silico-quartzitique, par endroits silico-argileux, compact, très dur, pyriteux, avec passées d'Argile noire, indurée, silteuse, micacée à fortement micacée, pyriteuse, rares passées d'Argile grise, silto-pâteuse. Abondance de Pyrite.

**Quartzite Hamra :** de (3531 à 3630m (TD))

Grés gris-blanc à blanc, translucide, très fin à fin, silico-quartzitique à quartzitique, compact, très dur. Avec fines passées d'Argile noire indurée, silteuse, légèrement feuilletée.

6) Stratigraphique du L'AHNET :



(Fig.2) Colonne stratigraphique type - Bassin de l'Ahnet –

**1) Les paramètres de forage:**

On appelle paramètres de forage les différents facteurs qui conditionnent la vitesse d'avancement d'un outil de forage.

Ils peuvent être classés en deux catégories :

- Les paramètres mécaniques
- Les paramètres hydrauliques

**1.1) Les paramètres mécaniques :**

Les terrains traversés présentent une grande variété de dureté. Les avancements peuvent varier de 80 mètres/heure à quelques dizaines de centimètres par heure. Il est évident que pour forer des roches de différentes duretés on utilise des outils bien spécifiques selon la nature géologique.

**1.1.1) Poids sur l'outil :**

A une vitesse de rotation constante, l'augmentation du poids sur l'outil contribue une augmentation de la vitesse d'avancement, à peu près en proportion directe si le débit de circulation est suffisant.

Le poids sur l'outil (WOB) c'est un paramètre calculer selon un principe physique, prenons en considération le poids de la garniture libre (WOHL) et le poids de la garniture durant le forage (WOHF).

$$WOB = WOHL - WOHF$$

La charge de toute la garniture est supportée par le corps du cône qui s'applique contre la formation et il en résulte une diminution de la vie de l'outil. Cette charge est d'autant plus importante dans les terrains de plus en plus durs.

le range maximale et minimale du poids sur l'outil (WOB) est limité par le constructeur.

**1.1.2) Vitesse de rotation :**

La vitesse de rotation (RPM) c'est un paramètre physique qui indique le nombre de tour de la table dans le rig-floor par minute.

La vitesse de rotation croît en fonction de la dureté de la formation et le paramètre torque.

Et peut être limitée également par Les vibration qui affect la garniture de forage (phénomène de résonance qui peut être la cause de fatigues et de ruptures).

**1.1.3) torque :**

C'est un paramètre physique enregistré au cour du forage par un capteur, à vrai dire le torque Et la force opposite de la rotation toute dépend aussi de la nature géologique des roche traversés comme le poids, le couple en surface n'est pas transmis intégralement sur l'outil de forage, mais

la mesure de surface est la seule possible actuellement.

## **1.2) Paramètres hydrauliques :**

### **1.2.1) Débit (FLOW) in:**

La méthode la plus simple consiste à compter le nombre de coups de pompe.

Connaissant le volume injecté à chaque coup et le rendement de la pompe, le débit pourra être calculé.

### **1.2.2) Débit de sortie:**

C'est un paramètre difficile à mesurer de manière précise. Les débitmètres existants, mesurent le pourcentage de passage du fluide en fonction de la déflexion de la palette (0-100%). Si la section de passage au droit du débitmètre est partiellement obstruée par des dépôts de déblais, la mesure est erronée.

### **1.2.3) Pression d'entrée et de sortie de la boue (SPP) :**

La pression de la boue est mesurée à l'aide de capteurs sur le manifold de plancher pour obtenir la valeur d'entrée (Stand Pipe Pressure) et sur choke manifold pour obtenir la valeur de sortie (CASING PRESSURE).

### **1.2.4) La vitesse d'avancement (ROP):**

La vitesse d'avancement est l'un des principaux paramètres enregistrés en cours de forage. Elle est assimilée à la rotation d'un organe mécanique en supposant un lien direct entre l'outil et le mouvement observé en surface.

**2) L'installation des capteurs:****2.1) Définition :**

Un capteur est un instrument de mesure physique permettant de transformer une variation physique ou chimique, du milieu dans lequel il est installé en une différence de potentiel ou de résistance électrique du circuit sur lequel il est branché.

Le capteur doit donc être alimenté par une tension électrique.

Le signal émis par le capteur peut être analogique (variation continue du signal) ou en pulses.

**2.1) Capteur de poids (WOH)/(WOB) :****2.1.1) Définition :**

Le poids sur l'outil est l'un des principaux paramètres à mesurer pendant le forage

Le capteur de poids installé sur le Réa est utilisé pour contrôler ce paramètre

**2.1.2) principe de fonctionnement :**

On assimile la différence de poids mesuré au crochet à la différence entre le poids de la garniture suspendue dans la boue et le poids avec l'outil posé ( $\text{Hook Load} = \text{String Weight} - \text{Weight On Bit}$ ).

Ceci est approximativement exact dans les puits verticaux, mais certainement faux dans les puits très déviés.

La mesure du poids au crochet est effectuée à partir des mesures de tension du brin mort par une cellule à pression hydraulique. En général, le capteur utilisé (50 bars) est directement branché sur le circuit de mesure du foreur. La traction exercée sur le câble est transformée en une pression dans un circuit hydraulique. Le capteur constitué par une jauge hydraulique de contrainte installée sur ce circuit, donne un signal électrique que l'on peut calibrer

### 2.1.3 ) Emplacement dans le rig :

Ce capteur est installé sur le sensor du Réa

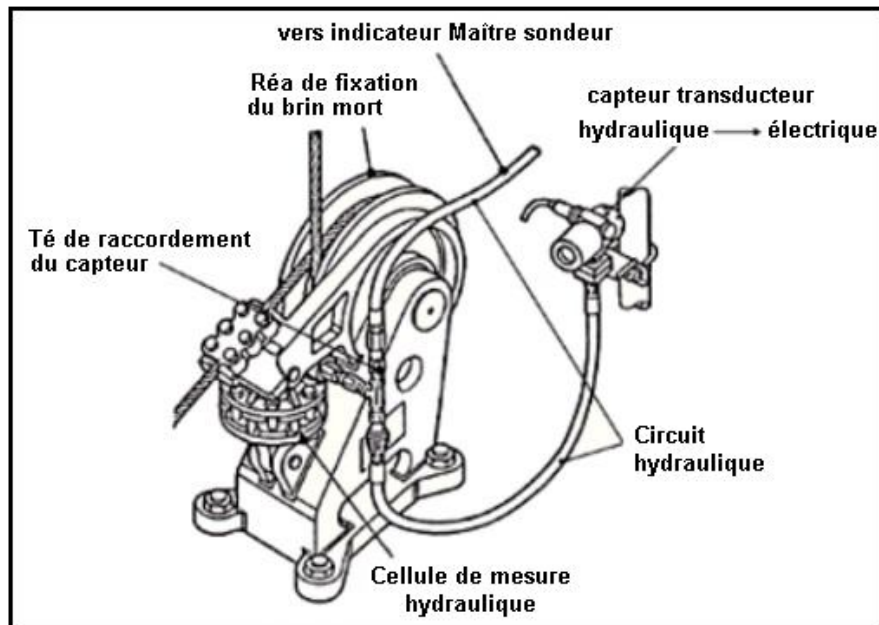


Fig. 2: Capteur de poids sur le circuit hydraulique du brin mort "WOH"

### 2.1.4) intérêt de mesure :

- Détecter les frottements de la garniture
- Les coincements
- Suivre les consignes
- Rechercher les paramètres d'avancement optimal (par exemple drill-off test)

Au cours des tractions exercées pour dégager la garniture, le poids sera surveillé pour respecter la limite de traction des tiges

- en cas de rupture de la garniture, la variation de poids au crochet donne une indication sur la longueur de garniture perdue

- En manœuvre des outils de fond - En tubage

Il existe un grand nombre d'outils de fond dont le fonctionnement est assuré en partie par une modification du poids appliqué sur l'outil, donc par une variation du poids au crochet (par exemple: pose de packer, de hanger, d'outils de tests, de repêchage, etc.).



La mesure du poids au crochet au moment de la pose sur les coins de la tête de tubage permet la mise en tension du tubage en fonction de la hauteur non cimentée.

## 2.2) Capteur de Torque :

### 2.2.1) Définition :

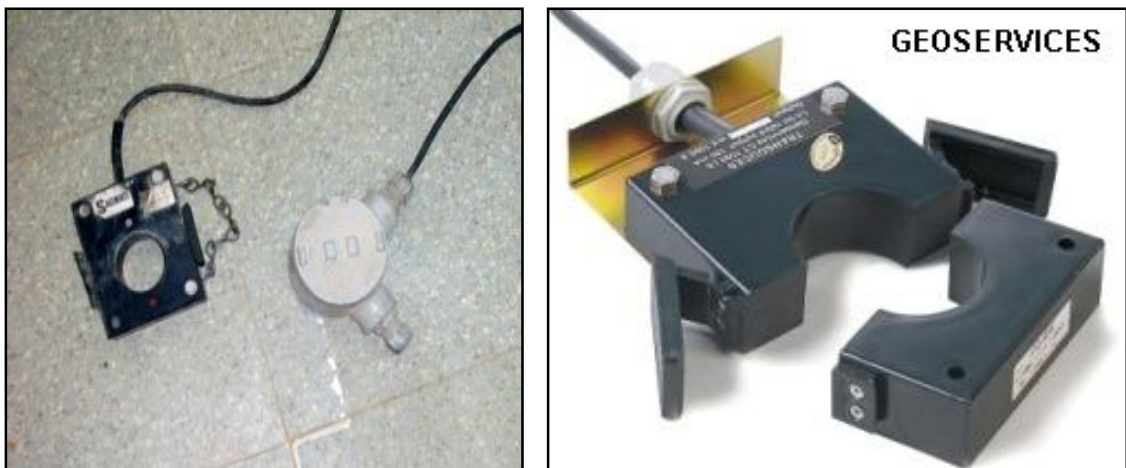
Le torque représente la résistance de la formation à l'arrachement ajouté à cela les frictions garniture/ parois du puits.

Comme le poids, le couple en surface n'est pas transmis intégralement pour l'outil de forage, mais la mesure de surface est la seule possible actuellement. Un capteur à effet Hall est installé autour du conducteur d'amenée du courant (mesure de la consommation de courant électrique par le moteur de la table de rotation).

### 2.2.2) principe de fonctionnement :

Si un matériau conducteur est placé dans un champ magnétique perpendiculaire à un champ électrique (courant d'excitation), alors un voltage perpendiculaire au courant et au champ magnétique se produira. Ce voltage est appelé Voltage Hall. Il résulte de la déflexion des charges mobiles constituant le courant.

### 2.2.3) Les types des capteurs:



**DATALOG**

**Fig.3 : Capteurs de Torque à effet Hall**

**2.2.4) Emplacement dans le rig :**

Placé sur le câble d'alimentation du moteur d'entraînement de la table de rotation.

**2.2.5) intérêt de mesure :**

- Changements de lithologie
- Transmission du couple lors d'un back-off
- Molette coincée
  - L'état de l'outil et surtout de ses roulements
  - Tentative de décoincement
  - Eboulement sur l'outil

**2.3) Capteur de rotation RPM:****2.3.1) Définition:**

Une pulsation électrique est générée à chaque rotation de la table par un leurre solidaire de celle-ci ou de l'arbre d'attaque : c'est un détecteur de proximité.

L'intégration du nombre de pulses électriques en un temps donné indique la vitesse de rotation.

Bien entendu dans le cas d'un moteur de fond, la vitesse de rotation peut être déduite des mesures de débit pour les moteurs volumétriques.

**2.3.2) principe de fonctionnement :**

Même principe que les capteurs de pulse

**2.3.3) Les types des capteurs :**

Deux types de capteurs DATALOG et GEOSERVICE

### 2.3.4) Emplacement dans le rig :

Le capteur est installé sur un leurre de l'arbre de la table de rotation

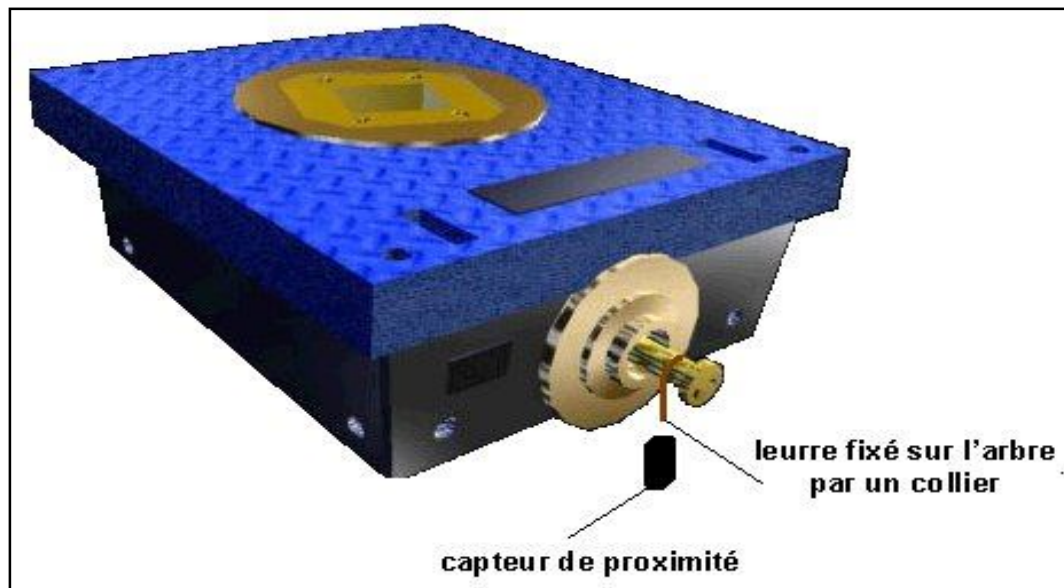


Fig.4 : Position du capteur RPM

### 2.3.5) intérêt de mesure:

- Recherche des paramètres d'avancement optimum
- Corrélation de vitesse d'avancement entre différents puits
- Interprétation de lithologie

## 2.4) Capteur de pression stand pipe et dans l'annulaire :(Stand Pipe Pressure et Casing Pressure)

### 2.5.1) Définition:

La pression SPP est mesurée à l'aide d'un capteur sur le manifold de plancher (Stand Pipe Pressure) qui est la pression de refoulement et sur choke manifold (CASING PRESSURE ou bien WELL HEAD PRESSURE) pour la pression en tête d'annulaire utilisée surtout lors des contrôles de venues et des éruptions

Le capteur à l'injection doit être compatible avec la pression maximum de fonctionnement du système de refoulement (400 bars).

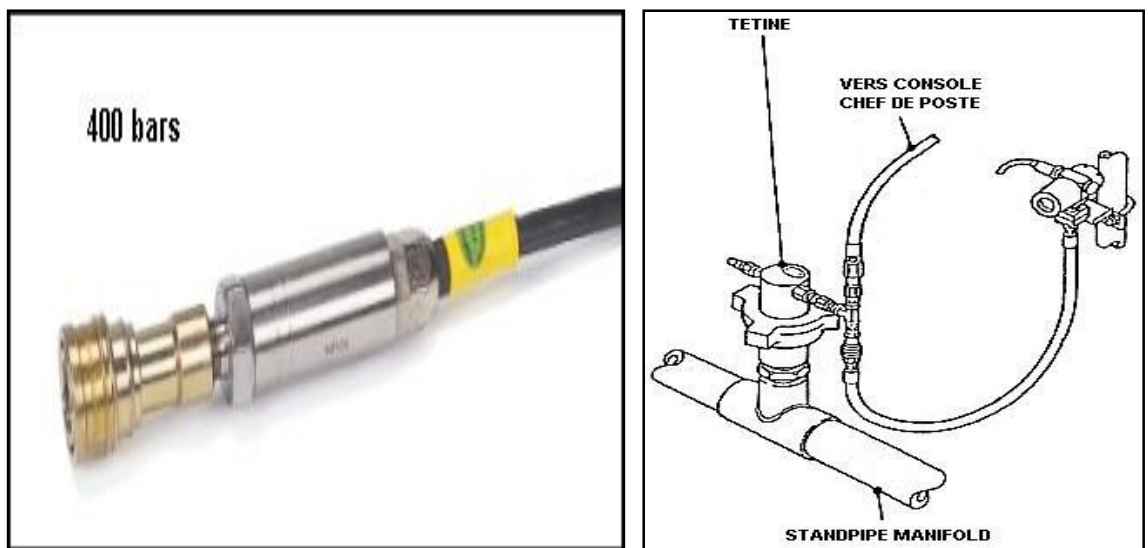
Le capteur annulaire doit être aussi compatible avec la série de la tête de puits pour permettre des mesures correctes (750 bars).

#### **2.4.2) principe de fonctionnement :**

Les jauges utilisées transforment la pression en signal électrique.

#### **2.4.3) Les types des capteurs :**

Deux types de capteurs (Geoservice, datalog)



**Fig.5 : Capteur pression d'injection sur stand pipe "SPP"**

#### **2.4.4) Emplacement dans le rig :**

WHP / Capteur de pression de tubage installée sur choke manifold (CASING PRESSURE).

SPP / Capteur installé sur le Manifold du plancher pour obtenir la pression de refoulement (Stand Pipe Pressure)

#### **2.4.5) Intérêt de la mesure:**

- Déroulement des opérations lorsque le puits est mis sous pression (étanchéité d'un packer)
- Surveillance du déplacement des bouchons de densités différentes (ciment, boue lourde, venues, etc.)
- Manœuvre hydraulique d'équipements de fond (gonflement de packer, cisaillement de goupille)

- Perte ou bouchage d'une duse - Sifflure ou rupture de garniture - Contrôle de kick- Déplacement des bouchons de cimentation
- Détection de pertes importantes dans le découvert par surveillance de la chute de pression

## 2.5) Capteur de débit sorti FLOW out :

### 2.5.1) Définition :

Débit de sortie : C'est un paramètre difficile à mesurer de manière précise. Les débitmètres existants, mesurent le pourcentage de passage du fluide en fonction de la déflexion de la palette (0-100%). Si la section de passage au droit du débitmètre est partiellement obstruée par des dépôts de déblais, la mesure est erronée.

La mesure, combinée du débit d'entrée et du débit de sortie, permet d'obtenir une mesure de débit différentiel.

Une résistance variable d'un potentiomètre indique la valeur de débit de sortie de boue

**.Placé sur la goulotte**

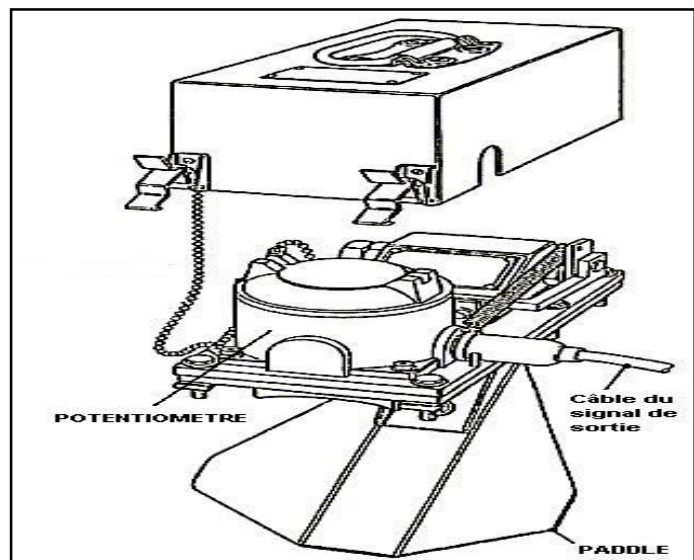
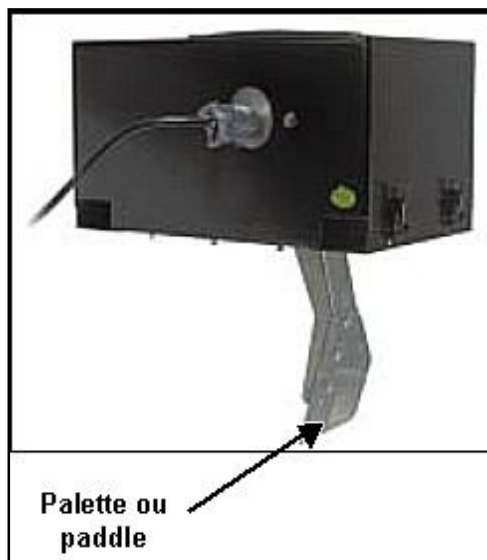


Fig. 6 : Capteur FLOW out

## 2.6) Vitesse d'avancement / profondeur :

### 2.6.1) Définition :

La vitesse d'avancement est l'un des principaux paramètres enregistrés en cours de forage. Elle est assimilée à la rotation d'un organe mécanique en supposant un lien direct entre l'outil et le mouvement observé en surface. Le capteur de proximité (ou capteur de profondeur) est placé soit sur le treuil (draw works) (GEOSERVICES - HALLIBURTON), ou en face de targets (polyester enveloppé de papier aluminium) collés sur la poulie du crown block (DATALOG), en indiquant la profondeur, le ROP, le Hook position, la position de l'outil, le sens et la vitesse de déplacement du moufle.

### 2.6.2) Emplacement dans le rig :

Le capteur de profondeur est placé sur le treuil (draw works)



**GEOSERVICES – HALLIBURT**



**DATAL**

**Fig. 7 : Capteurs de profondeur**

### 2.6.3) intérêt de mesure :

- Le sens de déplacement du moufle
- La vitesse de déplacement du moufle HOOK SPEED
- Connaitre la profondeur Total depth
- Position du moufle (HOOK position)
- La vitesse d'avancement ROP
- La profondeur de l'outil Bit depth

**2.7) Capteurs de niveau des bassins :****2.7.1) Définition :**

La mesure du niveau des bassins s'effectue habituellement à l'aide de flotteurs qui actionnent des potentiomètres.

**2.7.2) principe de fonctionnement :**

Basé sur la mesure du temps de propagation d'une onde de haute fréquence émise par le capteur et lue par celui-ci après réflexion à la surface du fluide stockée dans le bassin pour les capteurs soniques et la variation potentiométrique pour les capteurs à flotteurs

**2.7.3) Emplacement dans le rig :**

Généralement tous les bacs actifs ont des capteurs de niveau

Actif1 et Actif2 , Décantation 1 et 2 , Trip TANK , + 02 Réserves

**2.7.4) Intérêt de la mesure:**

Le contrôle de:

- disponibilité de la boue dans chaque bassin
- perte de boue en surface
- pertes partielles pouvant mettre en évidence des formations fracturées
- modifications de circuit (mise en route des équipements d'épuration mécanique)
- manipulations sur le volume en circulation (ajout de boue, mise en service de bassins différents)



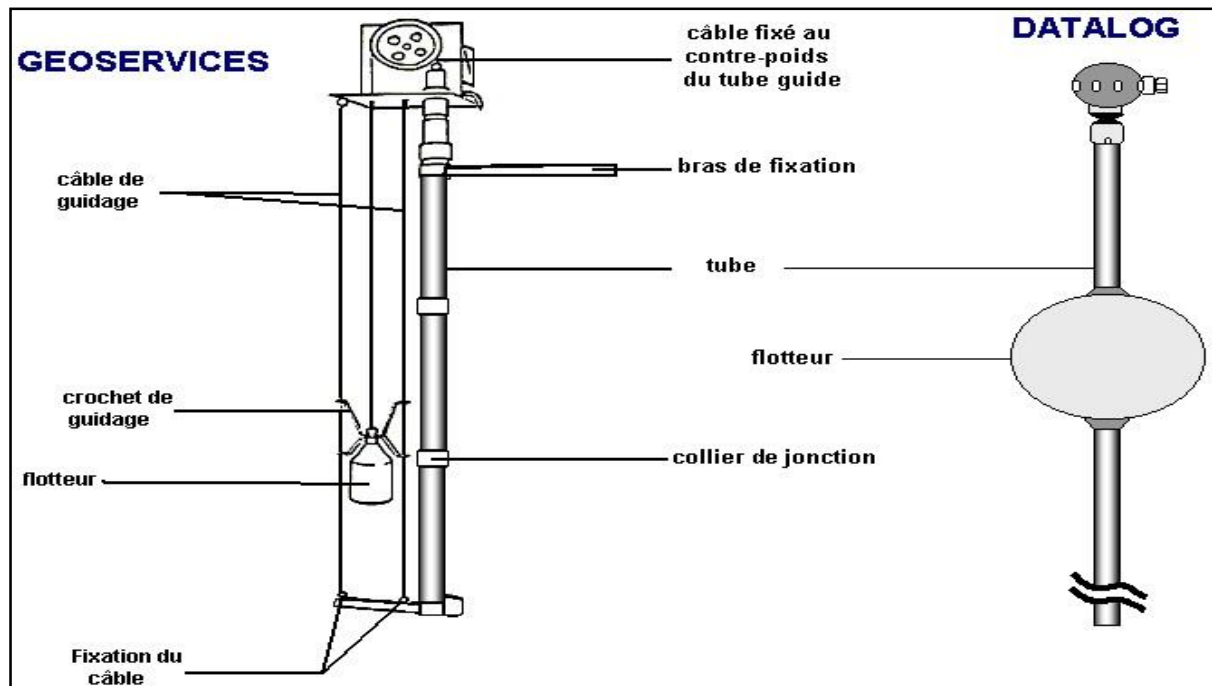


Fig. 8 : Capteurs à flotteur

## 2.8) Captures de densité MUD Weight IN and OUT:

### 2.8.1) définition:

Un capteur équipé de deux membranes pour mesurer les pressions hydrostatiques

### 2.8.2) principe de fonctionnement:

Les appareils les plus courants utilisent la pression hydrostatique différentielle entre deux capteurs placés à des hauteurs différentes dans une colonne de boue.

### 2.8.3) Emplacement dans le rig :

On peut placer les capteurs dans:

- Le bac actif (aspiration) MWin
- Le Mud Box MW out

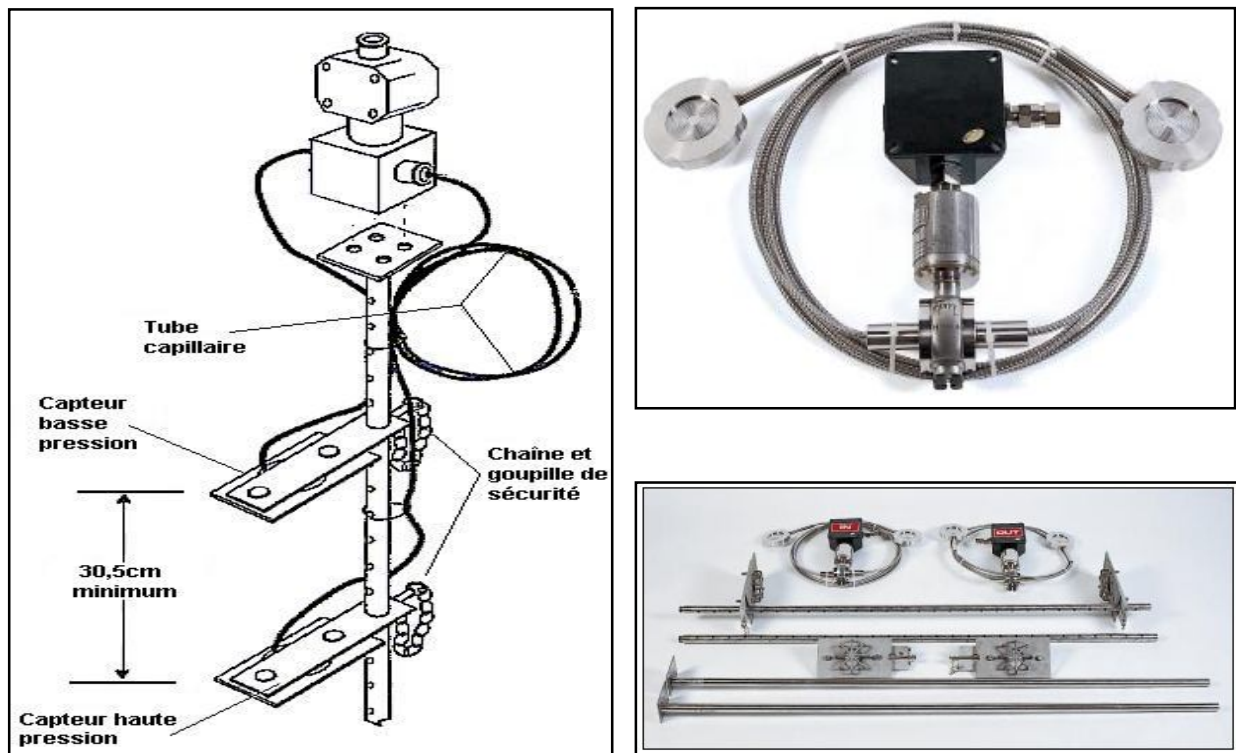


Fig. 9: Capteur de densité (d in – d out)

#### 2.8.4) Intérêt de la mesure:

- En cas de venue : chute de densité
- Le contrôle continu du traitement de la boue

### 2.9) Capteurs de Température in et out :

#### 2.9.1) définition:

La température de la boue à l'entrée et à la sortie est maintenant enregistrée systématiquement à l'aide de cannes thermométriques à filament de platine protégé par une gaine inoxydable d'acier.

#### 2.9.2) principe de fonctionnement :

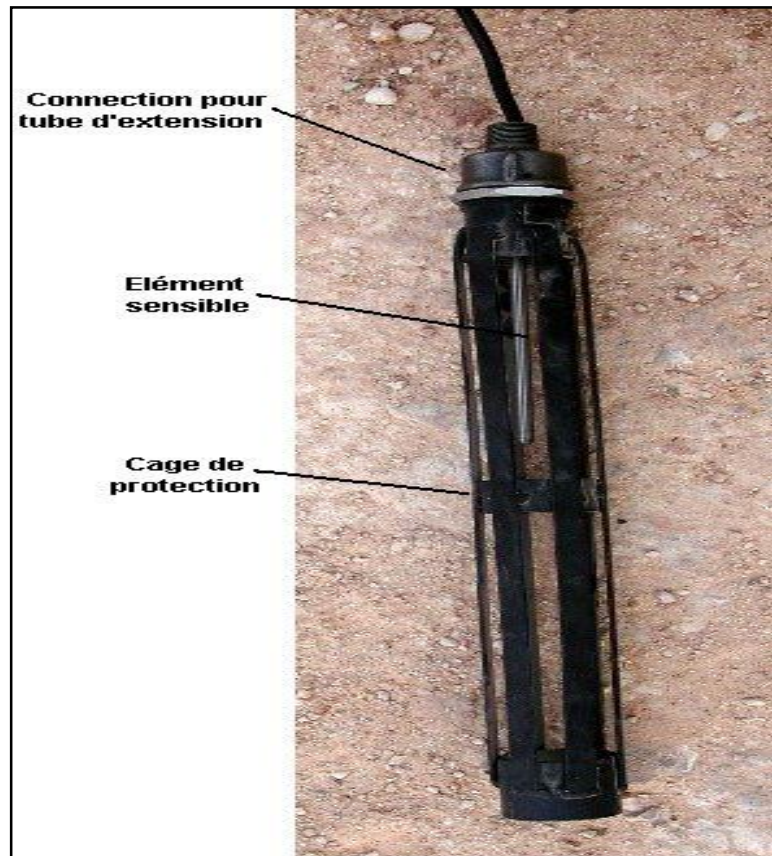
Basée sur la variation d'une résistance :

Une augmentation de résistance implique une augmentation de température.

#### 2.9.3) Emplacement dans le rig :

Un capteur est placé dans le bac actif T° In

Un capteur placé dans le mud box T° Out



**Fig. 10 : Capteur de température ( $T^{\circ}$  in –  $T^{\circ}$  out)**

#### **2.9.4) Intérêt de la mesure:**

Le capteur renseigne également sur

. Les zones anormalement compactées Température élevée

Les venues de gaz qui se manifestent par une baisse de la température due à la détente du gaz

#### **2.10) Capteurs de Résistivité In, out :**

##### **2.10.1) définition:**

L'évolution de cette mesure permet de détecter tous les phénomènes faisant varier la teneur en ions dans la boue, en particulier :

Présence des formations salifères

Venues d'eau de formation ou de gaz acides.

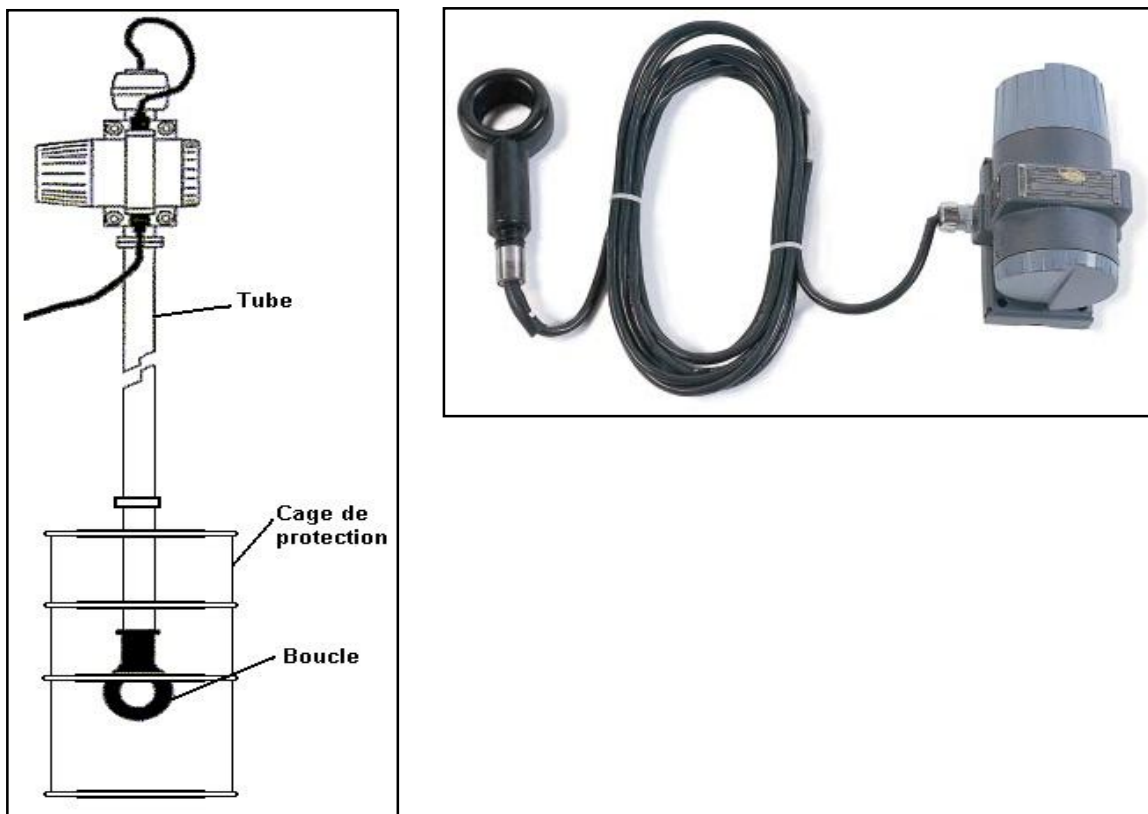
**2.10.2) principe de fonctionnement:**

La résistivité est maintenant facilement mesurable en continu grâce aux boucles à induction. Ces boucles sont montées sur une tige et plongées dans la boue. En fait, elles mesurent la conductivité (0 - 300 m Siemens/cm), mais cette dernière est facilement convertie en résistivité qui est plus utilisée en interprétation. On notera la compensation automatique qui ramène les lectures à une température de 25° C.

**2.10.3) Emplacement dans le rig:**

Deux capteurs placés sur les bacs de rig :

Dans le bac actif (aspiration), dans le mud box



**Fig. 11 : Capteur de résistivité**

**2.10.4) Intérêt de mesure:**

Au cours d'une opération électrique la résistivité de la boue est parmi les principaux paramètres à mesurer avant la réalisation de cette opération.

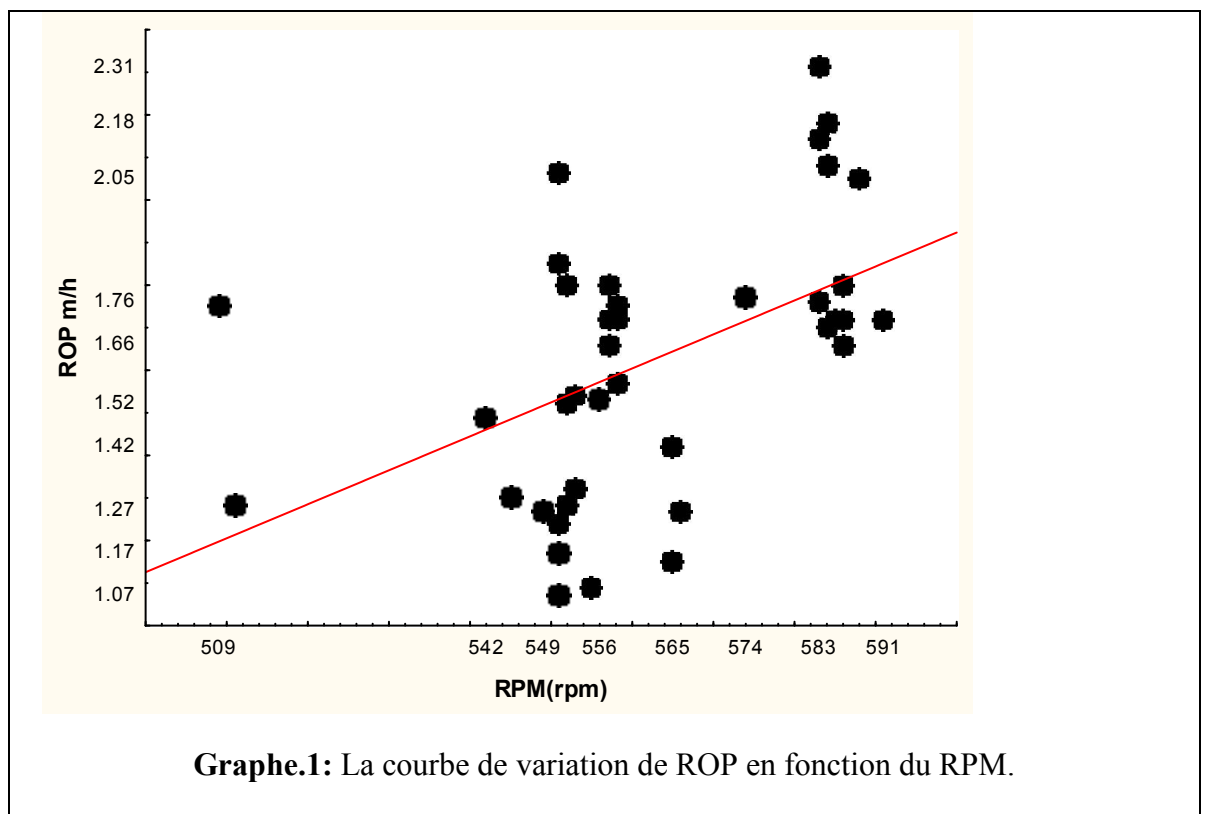
Pour faire la différence entre la résistivité de fluide de forage et le fluide de formation traversée.

### 1) Suivi les paramètres de forage en temps réel :

Le suivi des paramètres de forage en temps réel est assuré par l'équipe du Mud logging ;  
à l'aide des capteurs installés dans les différents endroits ;

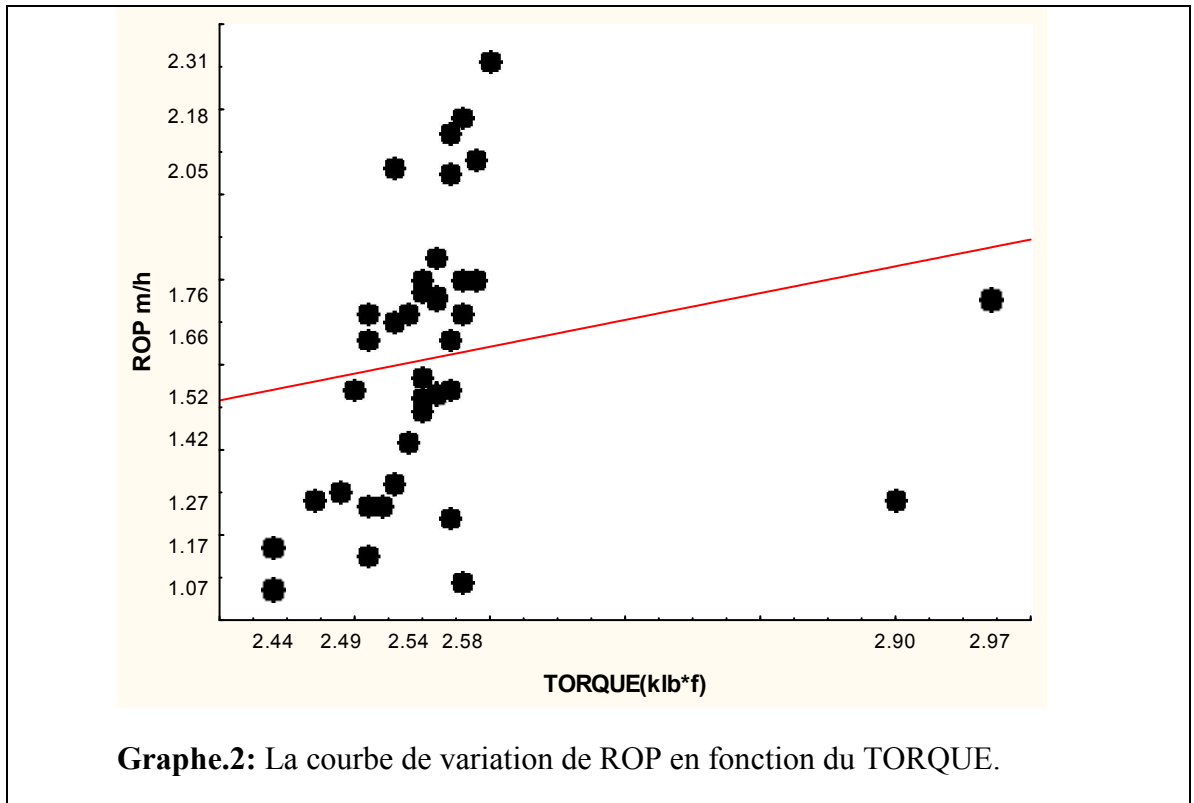
Les principaux paramètres sont :

- **ROP**: (rate of penetration), vitesse d'avancement.
  - **WOB**: (weight on bit), poids sur l'outil.
  - **RPM**: (rotation par minute), vitesse de rotation.
  - **FLOW in**: Débit entrée
  - **SPP**: stand pipe pression, pression à l'intérieur du tubage.
  - **TORQUE**. (le travail de coupe).
  - **SPM**: (Stockage par minute)
- Les trois graphes ci-dessus expliquent la relation entre ROP et les différents paramètres de forage : (WOB /RPM/TORQUE) dans le puits TGF3.

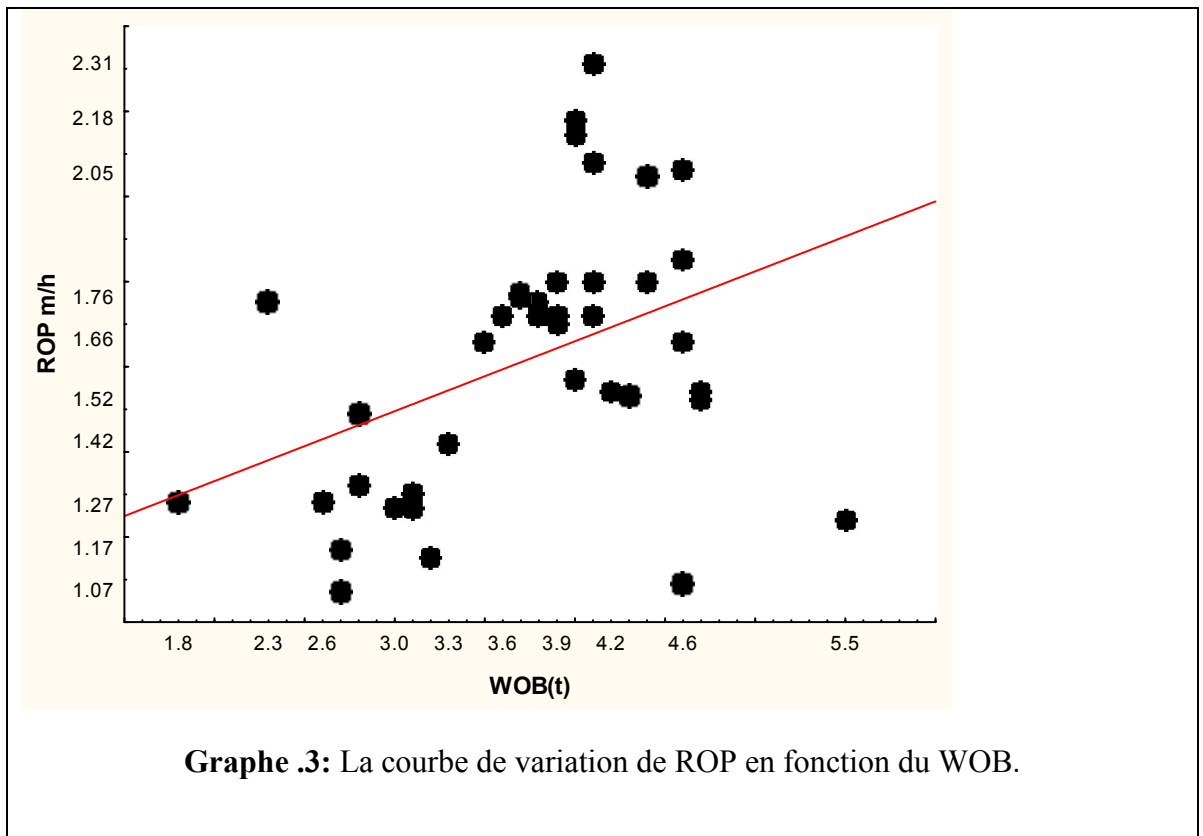


#### Interprétation:

- la courbe de variation du ROP en fonction du RPM montre une relation proportionnelle.  
ou on a constaté qu'une augmentation de RPM implique un avancement meilleur

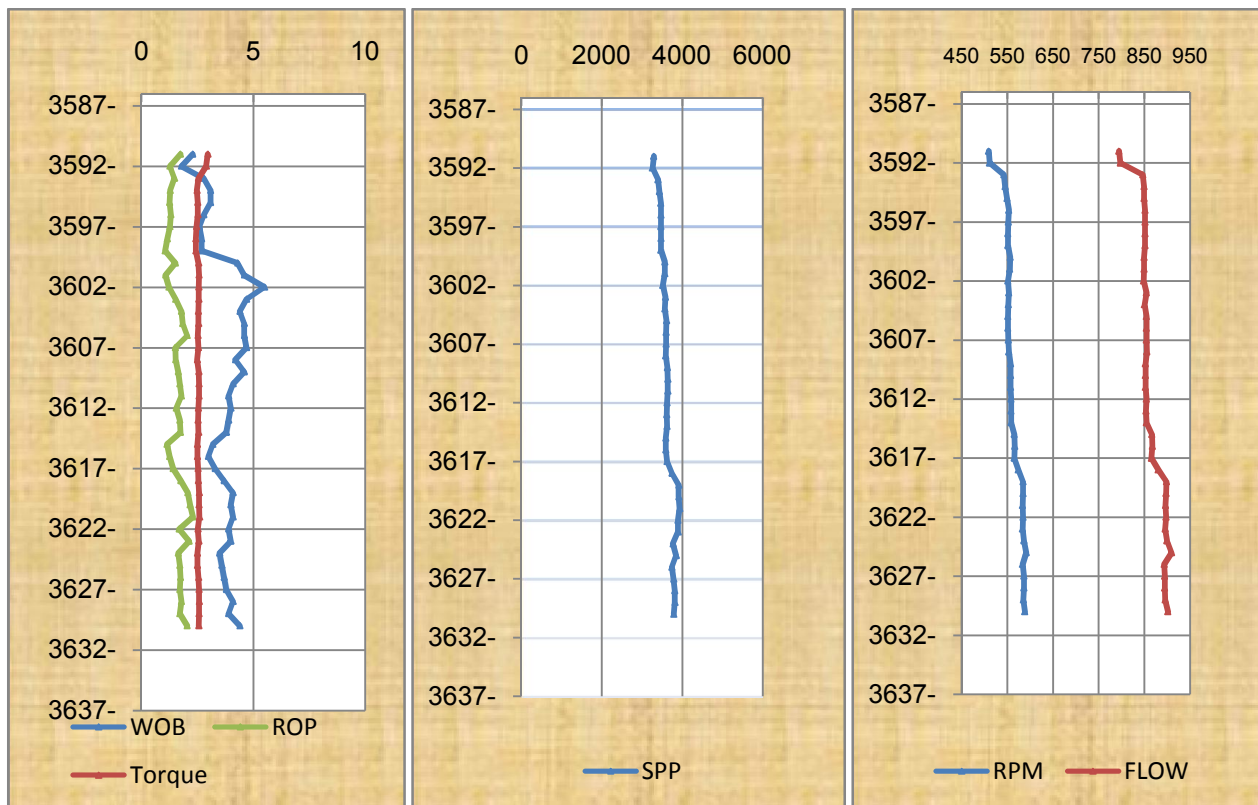
**Interprétation:**

- D'après la courbe de variation du ROP en fonction du TORQE on peut conclure que une augmentation du TORQE implique automatiquement un avancement rapide vue la corrélation positive illustré dans le graphe.

**Interprétation :**

- D'après la courbe de variation du ROP en fonction du WOB on peut conclure que une augmentation du poids sur l'outil implique automatiquement un avancement rapide vue la corrélation positive illustré dans le graphe

**2) L'enregistrement instantané des paramètres de forage:**



**Graph. 4 :** Plot en réel time de (WOB-ROP-TORQUE-SPP-RPM-FLOW) dans l'intervalle (3591-3630m)

### Interprétation :

D'après les plots ROP, SPP, WOB, TORQUE, RPM, FLOW nous constatons qu'il y a une relation visible dans la partie étudiée entre ces paramètres.

Dans l'intervalle (-3590 /-3617m) : un excès de poids sur l'outil implique un avancement rapide.

- les diagrammes de SPP, TORQUE, RPM, FLOW; on a pas constaté vraiment un impacte ou bien un lien sauf que vue qu'on a utiliser un moteur de fond alors une augmentation du flow cause une augmentation du RPM

## 3) Le Suivi Géologique:

### 3.1) Équipements de surveillance géologique :

Le matériel utilisé pour le traitement et la description des déblais.

- ✓ Demi-fûts
- ✓ Cribles ou tamis



- ✓ Coupelles métalliques (quarantaine)
- ✓ Alvéoles ou coupelles en porcelaine
- ✓ brucelles grand modèle et petit modèles
- ✓ Aiguilles montées grand modèle et petit modèles
- ✓ Loupe binoculaire
- ✓ Etuve
- ✓ Plaque chauffante
- ✓ Calcimètre Bernard ou manocalcimètre
- ✓ Mortier et pilon
- ✓ Balance précise
- ✓ Spatule (petite pelle)
- ✓ Fluoroscope

### **3.2) Produits chimiques et leurs utilisations :**

Les produits chimiques utilisés pour le traitement et la description des déblais sont essentiellement l'acide chlorhydrique dilué à 10% pour le test et à 50% pour la calcimétrie, trichloroéthane pour la fluorescence indirecte, la phénolphthaléine pour la détection des traces des fluides de cimentation.

Les autres sont utilisés dans les cas de doute quant à la nature de la lithologie. Les produits chimiques sont utilisés alors comme des réactifs de certains minéraux tels que les sulfates, d'autres permettent de distinguer à l'aide de leur propriétés physiques une certaine lithologie.

### **3.3) Collecte des déblais :**

La collecte des déblais se fait à l'aide du crible plein.

La taille des déblais dépend de la dentition de l'outil. Il faudra donc les chercher dans les endroits correspondants:

- Aux tamis vibrant (shale shacker) si la dentition de l'outil est grande,
- Au dessableur (desander) si, la dentition est fine,
- Au dessilteur (desilter) si, la dentition est encore plus fine.

Le tamis vibrant doit être muni d'une planche fixée au droit de la pente du tamis pour récupérer tous les déblais remontés au cours du pas d'échantillonnage (10m, 5m ou autre).

Le pas d'échantillonnage est défini dans le programme d'échantillonnage avec les détails techniques des échantillons, qui sont le nombre, le poids, le type ou l'état physique.

En général, pour les puits d'exploration, le client requière deux échantillons frais pour la palynologie (géochimie) de poids 250 g chacun, trois échantillons lavés dont un pour la coupelle,

trois échantillons lavés séchés dont un pour la calcimétrie.

### 3.4) Traitement des déblais :

#### 3.4.1) Mise en sachet de l'échantillon frais :

Juste après la collecte de l'échantillon et avant le lavage et le tamisage, un nombre défini d'échantillons frais sont mis dans des sachets spéciaux. Ils sont envoyés au laboratoire pour des études de palynologie et de géochimie.

#### Etiquetage et emballage des échantillons frais :

Une fiche est agrafée au sachet comportant les informations suivantes : palyno, mud logging, contractor, Company, well et la profondeur. Les sachets sont emballés ensuite dans des boîtes pour le dispatch.

Une fiche est collée à chaque boîte et comporte les informations suivantes : palyno, mud logging contractor, Company, Well, interval de profondeur et l'adresse du destinataire.

#### 3.4.2) Lavage et tamisage :

L'autre partie de l'échantillon est mise dans le plus gros tamis et soumise au lavage tamisage qui consiste à superposer les tamis du plus gros au plus fin, puis verser de l'eau ou du gasoil sur l'échantillon. L'échantillon récupéré à partir du tamis de trame 0,125  $\mu\text{m}$  est appelé l'échantillon lavé. A partir de cet échantillon, on prépare une coupelle pour l'examen binoculaire et on prélève un certain nombre de petites quantités pour préparer les échantillons lavés séchés

**Fig.12.**

**NB :** Le Lavage se fait à l'eau douce ou salée saturée si la boue de forage est de type WBM et au gasoil si la boue de forage est de type OBM.



**Fig.12 : lavage et tamisage des cuttings.**

**3.4.2.1) Examen binoculaire :**

L'échantillon lavé est ensuite examiné à l'œil nu puis à la loupe binoculaire. La fabrication d'information géologique commence à partir de cette étape par l'identification partielle de la nature de la roche. Les grès, les argiles et les sels sont déjà identifiés lors de cette étape.

L'échantillon destiné pour l'examen binoculaire est prélevé dans une coupelle, puis imbibé suffisamment d'eau pour éliminer totalement la boue avant d'incliner la coupelle de façon à ce qu'elle s'égoutte. Les déblais doivent former une mince couche sur un seul plan pour une bonne estimation des pourcentages de chaque type de lithologie.

Une fois l'échantillon est débarrassé de son eau, on pose la coupelle sous la loupe binoculaire pour la description.

**Utilisation de la loupe binoculaire :**

La loupe binoculaire est composée de deux oculaires à écartement réglable, (**fig. 13**) un axe porteur attaché à la base, un système de réglage des grossissements et l'objectif. Son entretien consiste à nettoyer toutes ses parties en se servant d'un coton et alcool régulièrement.

Avant son utilisation, il faut régler très bien l'écartement des oculaires, la distance de vision et le grossissement adéquat. En raison de la fixation de l'oculaire gauche, on le règle toujours avant l'oculaire droit.

Après chaque utilisation, il faut éteindre la lampe associée à la binoculaire servant de source de lumière, sinon elle va se bruler.



**Fig.13 : Le microscope binoculaire**

**Test à l'acide chlorhydrique:**

Lors de l'examen binoculaire, un test à l'acide HCl dilué à 10% est systématiquement réalisé. Si l'échantillon montre une effervescence immédiate ou après trois minutes, le passage à la calcimétrie est indispensable pour déterminer la nature lithologique de l'échantillon.

**3.4.2.2 ) Détermination de la fluorescence :****❖ Fluoroscope :**

Le fluoroscope est une boîte noire éclairée par des rayons ultraviolets (lampe de WOOD). En introduisant l'échantillon à l'intérieur et en regardant à travers une ouverture appropriée aux yeux, les réflexions fluorescentes sont en fonction des couleurs émises indiquant la présence et la nature de l'hydrocarbure contenu dans l'échantillon **Fig14**.



**Fig.14: Le fluoroscope**

**🚦 Fluorescence directe :****Procédure de test :**

- Prendre une coupelle, y placer une petite quantité de cuttings lavés
- Placer l'échantillon dans le fluoroscope et y déterminer :
  - ❖ Le pourcentage de fluorescence :

Surface fluorescente /Surface totale de l'échantillon en % :

1 – 2% : traces

5 – 20% : moyen

50 – 70% : très bon

2 – 5% : faible

20 – 50% : bon

70 – 100% : excellent

❖ La couleur de la zone fluorescente :

Marron brun : très lourd

Jaune brun : moyen

Bleue blanche à violette : très léger

Orange – or : lourd

Blanche : léger

 **Fluorescence indirecte :**

L'échantillon lavé et broyé est mis dans un tube à essai avec le solvant d'hydrocarbures le trichloro-éthane ou chloroforme. La formation d'une auréole fluorescente, qui se distingue du reste du liquide, est un indicateur de la présence d'un hydrocarbure. Dans le cas contraire, la fluorescence est minérale.

### 3.4.3 Séchage :

Le séchage intéresse la partie restante de l'échantillon lavé tamisé qui n'a pas été utilisé pour l'examen binoculaire. Une fois séché, le nombre demandé d'échantillons lavés séchés sont mis en sachets et seront dispatchés. Le reste est laissé pour un traitement ultérieur (calcimétrie).

Le séchage se fait à l'aide de la plaque chauffante si, l'avancement est lent ou de l'étuve si, l'avancement est rapide.

#### 3.4.3.1) Mise en sachet de l'échantillon lavé et séchés :

Le nombre et le poids des échantillons lavés et séchés sont dictés par le client. La mise en sachets des échantillons lavés et séchés consiste à mettre des échantillons du poids demandés dans des sachets prévus à cet effet.

✓ **Etiquetage et emballage des échantillons lavés et séchés**

Une fiche est agrafée au sachet comportant les informations suivantes : washed and dried, mud logging contractor, Company, well et la profondeur. Les sachets sont emballés ensuite dans des boîtes en bois pour le dispatch. Une fiche est collée à chaque boîte et comporte les

informations suivantes : washed and dried, mud logging contractor, Company, Well, intervalle de profondeur et l'adresse du destinataire.

### 3.4.3.2) Calcimétrie :

Le but de la calcimétrie est la détermination du pourcentage des carbonates dans les déblais. Cette information permet l'identification de la nature lithologique de la roche. **Fig.15**

#### ➤ Principe :

Les mesures de la calcimétrie s'effectuent avec un calcimètre Bernard ou un manocalcimètre ceci afin de déterminer la teneur en carbonates  $\text{CaCO}_3$  et  $\text{Ca,Mg}(\text{CO}_3)_2$  des déblais en réalisant une attaque de l'échantillon à l'acide  $\text{HCl}$  dilué à 50%.

Le principe de la calcimétrie est basé sur la réaction chimique suivante.



Après la réaction on enregistre une augmentation de la pression due au dégagement de gaz carbonique en attaquant un échantillon de roche par l'acide chlorhydrique dans une cellule à volume constant.

#### ➤ Mode opératoire :

A partir de l'échantillon lavé et séché, on broie à l'aide du mortier et le pilon une petite quantité de l'ordre de grammes. On fait la pesée de deux décigrammes à l'aide de la balance.

A l'aide de la spatule, on introduit cette quantité dans l'Erlenmeyer.

- On remplit dans un tube de 3.7 Centimètres Cube l'acide chlorhydrique  $\text{HCl}$  diluée à 50%.
- On met ce tube dans l'Erlenmeyer. S'assurer qu'aucun contact entre l'acide et l'échantillon n'existe pas.
- Fermer hermétiquement ce flacon à l'aide du bouchon raccordé au flexible du calcimètre.
- On fait la lecture du repère 0 sur le tube gradué.
- Mettre en contact l'acide et l'échantillon en reversant l'Erlenmeyer : On assiste alors à la réaction acide carbonates.

- Faire des lectures à 1 minute, à 3 minutes et à 10 minutes. Correction des lectures par rapport à la température grâce à un tableau de correction généralement on multiplie par deux pour le sud algérien.

Reporter les lectures sur un tableau. La saisie des valeurs de calcimétrie sur ordinateur se fera seulement pour celles obtenues pour 1 minute et 10 minutes pour reporter la calcimétrie et de dolomimétrie.

#### ➤ **Interprétation des résultats de la calcimétrie**

Pour l'interprétation des lectures, on utilise le tableau suivant. Sur ce tableau, les roches décrites sont pures.

**Tableau .3 : les calcimétries de quelques roches carbonatées pures.**

Roche Pure	1 min	3 min	10 mi
Calcaire	90	95	100
Calcaire argileux	70	80	90
Calcaire dolomitique	45	70	100
Dolomie calcaire	25	50	95
Dolomie	10	30	90
Marne	35	50	65
Argile calcaire	05	06	10
Argile dolomitique	00	07	15

#### ➤ **Identification de la lithologie des déblais**

Les étapes d'identification de la nature lithologique d'un déblais ayant subi la calcimétrie sont les suivantes:

- a. Estimer le pourcentage de la partie non carbonatée de l'échantillon étudié lors de l'examen binoculaire avant de procéder à la calcimétrie.

**Exemple :** 60% (30% gypse, 30% argile).

- b. Corriger ce pourcentage après la dixième minute de la calcimétrie. La lecture étant le pourcentage de toute la fraction carbonatée de l'échantillon étudié.

**Exemple :** lecture de 50 signifie que l'échantillon renferme 50% de carbonate.

- c. Interpréter les résultats de la calcimétrie faite sur l'échantillon lavé et séché.

**Exemple :** dolomie calcaire.

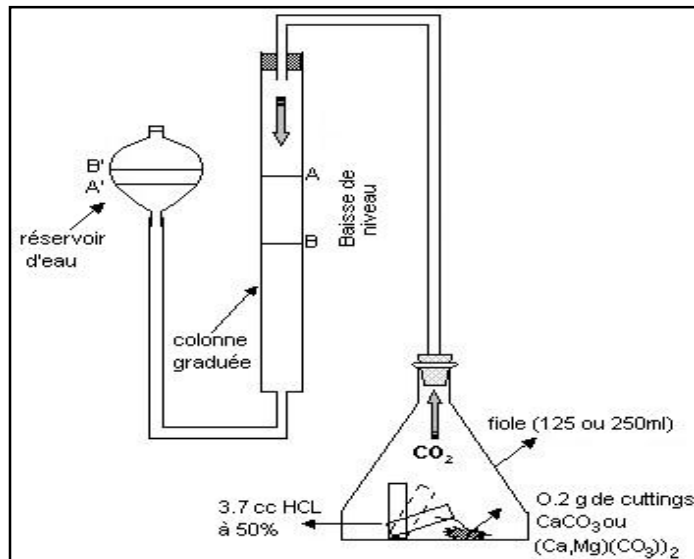
- d. Déduire la nature complète de la roche.

**Exemple :** dolomie calcaire, argile et gypse.

➤ **Entretien du calcimètre**

Pour le bon déroulement de la calcimétrie et de la description des déblais, il est important d'étalonner le calcimètre de temps à autre. De tester régulièrement l'étanchéité du calorimètre.

Il faut toujours vérifier, voir, corriger le pourcentage de la partie non carbonatée estimé lors de l'examen binoculaire.



**Fig.15 : Le calcimètre Bernard.**

**La description sommaire des étages traversés :**

La description sommaire d'un étage géologique est la synthèse des descriptions des déblais du même étage faites pour chaque pas d'échantillonnage. Il est important de citer tous les caractères rencontrés pour chaque type de lithologie traversée, tel les couleurs, les formes, les cristallinités, les ciments, les matrices.

**(S.AOUIMER, IAP spa. Géologie de sonde.2005.)**

**4) Description géologique des échantillons de forage pétrolière TGF3 (phase 6):**

Durant cette phase, le forage a traversé les étages suivants : Le silurien radioactif en partie, la Dalle de M'krata, les Argiles micro-conglomératique, les Grés d'El Goléa, les Grés de Oued Serat, les Argiles d'Azzel et Tiferouine et les quartzites de Hamra.

Le tableau ci-dessous explique les différentes couches traversées pendant cette phase :



Tableau.04: Description géologique des échantillons de forage pétrolière TGF3 (phase 6).

L'intervalle (m)	Type de roche rencontre	La description géologique
3190-3202	Grés	Gres gris blanc a blanc,translucide, fin a moyen,parfois grossier, sub-anguleux a sub-arrondis, quartzitique, compacte, tres dur.
3201-3210	Argile	Argile noire a gris noire,micacee, induree, silteuse, localement microconglomeratique Trace de pyrite et grains de quartz translucide, sub-anguleux a sub-arrondis.
3210-3235	Grés	Gres blanc, translucide,localement gris clair, tres fin a moyen, par endroits grossier,sub-anguleux a sub-arrondis,siliceux, dur.
3235-3248	Alternance entre les argile et les gres	Argile grise a gris noire, induree, silteuse,micacee, parfois feuilletée,localement pyriteuse. Gres tres fin, voir des Silstones, micace,friable a moyennement consolide
3248-3258	Argile	Argile gris sombre, feuilletée,micacee,tendre,legerement pateus
3258-3280	Grés	CAROTTE#08 3261.5m-3263:Gres gris fin,moyena grossier par endroit,silicoargileux a silico-carbonate,duravec veinulles d'argile noir Trace de Pyrite et presencede galets de quartz blanc.
		CAROTTE#10 3266m-3267m:Gres blanc, gris, fina moyen, par endroit grossier,subanguleux,mal classe,siliceux,tres dur. presences des fissures subhorizontale et verticale, vides ou bien colmatees d'argile noire Grés blanc, gris, tres fin a fin par endroit, moyen a grossier,siliceux, micace, tres dur.
2380-2387	Grés	grés avec trace d'argile
2387-3330	Argile	Argile grise silteuse, micacee,legerement tendre a pateuse avec passee de gres blanc, fin a moyen, micace, siliceux, dur.

		Trace de Pyrite et presence de galet de Quartz blanc.
3330-3350	Grés	Gres gris a gris blanc, fin a moyen, siliceux a silico-argileux, parfois silicocarbonate, dur a moyennement consolidé avec passes d'intercalation d'Argile noire tres micacee, parfois pyriteuse, indurée, silteuse.
3350-3400	Grés avec passage des argiles	Gres blanc a gris-blanc, parfois gris-foncé, tres fin a fin, parfois moyen, siliceux a silicoquartzitique, par endroits silico-argileux, compact, tres dur, pyriteux, avec passes d'Argile noire, indurée, silteuse, micacee a fortement micacee, Pyriteuse, rare d'Argile grise, silto-pateuse. Abondance de Pyrite.
3400-3411	Grés	Gres blanc a gris-blanc, tres fin a fin, parfois moyen, siliceux a silico-quartzitique, compact, tres dur
3411-3430	Argile	Argile noire, indurée, silteuse micacee, parfois grise, silto-sableuse.
3430-3442	Grés	Alternance entre les grés et les argiles silteuse.
3442-3531	Argile	Argile noire, indurée, silteuse, micacee, parfois grise, silto-sableuse.
3531-3541	Grés	Gres blanc, transparent a translucide, fin a moyen, silico quartzitique a quartzitique, compact, tres dur.
3541-3607	Complexe Argilo gréseux	CAROTTE#11 3534m-3536m: Complexe Argilo Gréseux, compose par des Grés blancs, fins a très fins, subarrondi a subanguleux, siliceux a silicoquartzitique, dur, glauconieux, et d'Argile noire, indurée, micacée, silteuse. CAROTTE#13 3568m-3568.60m: Gres blanc a gris blanc, translucide, tres fin a fin, silico-quartzitique, dur, avec fines intercalation d'Argile noire, indurée, silteuse, micacee, legerement feuilletée
3607-3630	Grés	Gres gris-blanc a blanc, translucide, tres fin a fin silico-quartzitique a quartzitique, avec fines passes d'Argile noire, indurée, silteuse, legerement feuilletée

**5) Détection de gaz:**

La mesure de la quantité de gaz présent dans le mélange gaz-air (gaz total) provenant du dégazeur se fait par des systèmes, tous basés sur le principe de pont Wheastone :

- soit par un système à conductivité thermique.
- Soit par un dispositif à combustion catalytique.
- Soit par un détecteur à ionisation de flamme.

Pour connaître les types de gaz, on utilise les équipements suivants :

- Un dégazeur qui, sans interruption prélève les fluides de forage et simultanément sépare les gaz solubles dans les fluides.
- Équipements pour le transport et le régalaage du mélange air-gaz libéré dans le dégazeur vers la cabine de mud logging.
- Détecteur et chromatographe de gaz qui transforment le mélange air-gaz en concentration et lecteurs compositionnelle de gaz.

**Détection de l'H<sub>2</sub>S :**

La présence d'hydrogène sulfuré (H<sub>2</sub>S), gaz très toxique, est fréquent dans les terrains traversés au cours des forages pétroliers (Région nord). Les chantiers doivent être munis d'équipements de détection et de protection contre l'hydrogène sulfuré.

**6) Les principaux types des gaz détectés :****a. Gaz libérés (cuttings gaz) :**

L'invasion de la formation par le filtrat de boue repousse en partie les hydrocarbures éventuels du front de taille et de la paroi du puits. Les hydrocarbures résiduels restent en place et se retrouvent dans les déblais quand, la roche est broyée. Si, le gaz est présent dans la formation, l'action mécanique de l'outil libère en partie ce gaz qui, est véhiculé par la boue de forage. Celui-ci sera détecté et analysé en surface. Une quantité non négligeable de ce gaz pourra être piégée dans la porosité et préservée par l'humidité présente autour des déblais.

Durant un carottage, le volume de roche broyé par l'outil étant peu important, la quantité de gaz libéré dans la boue sera faible. Par contre une quantité importante de gaz restera au sein de la carotte. La décompression de cette dernière au cours de son cheminement vers la surface aidera la libération du gaz.

Les dégagements de ceux-ci peuvent durer quelques heures voir après la sortie de celle-ci. L'expérience montre, qu'une carotte n'est en général que partiellement envahie par le filtrat de boue et que les hydrocarbures contenus dans celle-ci, peuvent être comparés à ceux de la formation vierge.

**b. Gaz de formation ( $P_{\text{form}} > P_{\text{hydr}}$ ) :**

Cette situation anormale provoquée par un déséquilibre du puits est à l'origine des venues éruptives. Ces venues proviennent soit de la dernière formation forée, soit de formations forées depuis quelques temps, mais devenant éruptives suite à une baisse de pression hydrostatique (pertes totales ou diminution de la densité de boue dans l'annulaire).

**c. Gas des fissures et des fractures :**

Les fissures et les fractures créent des cheminements préférentiels pour les fluides, et induisent généralement dans les formations des perméabilités supérieures aux perméabilités de matrice, si, un colmatage ne réduit pas le caractère de discontinuité dans la roche complique leur présence. Les fissures peuvent drainer des réservoirs de mauvaise qualité mais on peut également les rencontrer dans les formations compactes où elles permettent le cheminement des fluides à partir des réservoirs éloignés.

**d. Bouchon d'ajout de tige (gaz connexion) :**

La pression différentielle appliquée sur les formations diminue et peut même s'annuler à cause de l'arrêt de circulation et du pistonage éventuel provoqué par cette opération.

**e. Bouchon de reprise de forage (BRF) :**

Même origine que précédemment (arrêt de circulation et pistonage lié à la remontée des tiges). La manœuvre étant plus longue qu'un simple ajout, un bouchon plus important peut se former. D'après le lag time, on peut confirmer les phénomènes de diffusion à partir des formations moins profondes.

**(S.AOUIER, IAP spa. Géologie de sonde.2005.)**

## 7) Relation entre le gaz et les paramètres de forage:

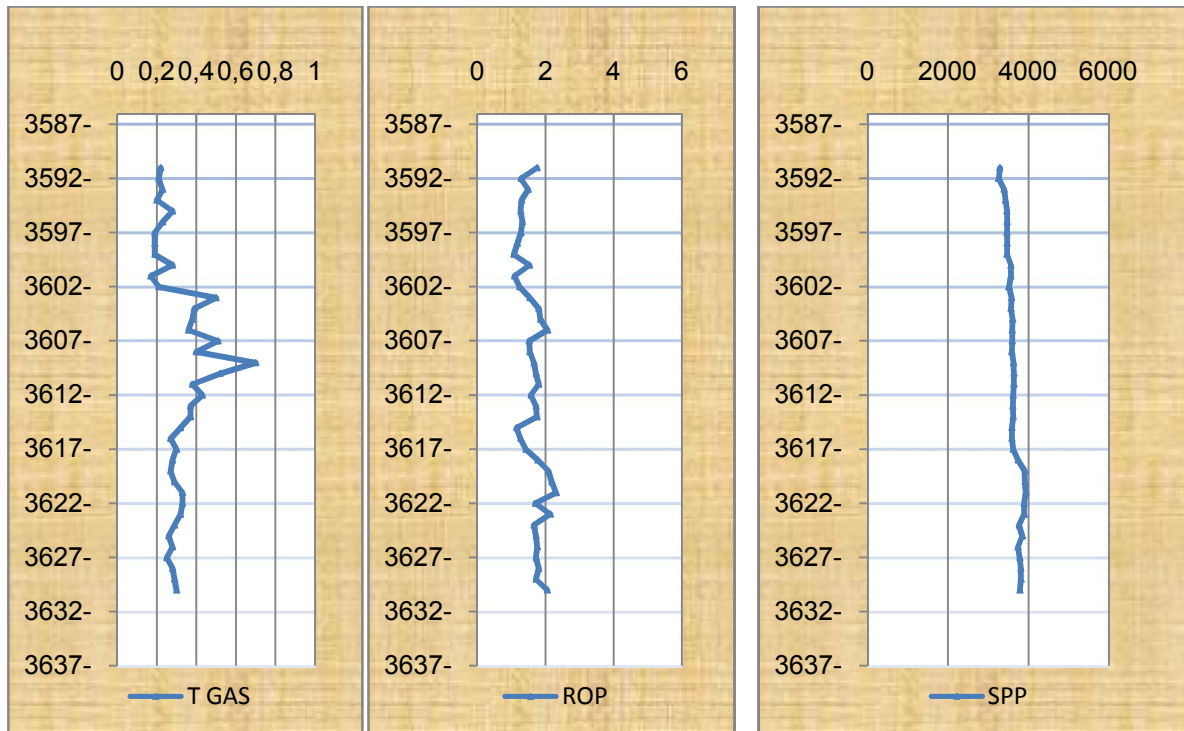


Figure 5 : Plot gaz vis-à-vis ROP/SPP

**Interprétation:**

D'après les trois plots on a constaté que l'augmentation de la vitesse d'avancement suivi par une augmentation du taux de gaz et une chute de pression cela peut d'être interprété de la façon suivante:

Une fois on aura une accumulation des fluides de formation dans le fond cela peut rendre la roche de plus en plus tendre et friable cela facilite automatiquement la pénétration de l'outil

En plus basons sur la loi de pression et vu que la pression de gaz il est de l'ordre de (0,86-0,70)

Alors une fois ces gaz vont pénétrer dans le trou de forage il aura une chute de pression.

#### IV) Evaluation de la réalisation du forage (TGF3):

##### 1) La phase 26" (23-150m):

Le début de la surveillance géologique à commencer par la phase 26 a la cote de 23m, les formations traverser sont d'âge continentale intercaler composer principalement par des Sable blanc, jaunâtre, fin a moyen parfois grossier transparent a translucide, arrondis a sub-arrondis friable.

Durant le forage de cette phase Où on a enregistré des avancements de l'ordre de 5,59 m/h vue la caractéristique géologique des formations traverser,

Pour les gaz data pas d'enregistrement, le sabot 18 5/8" posé a la cote 150m dans un intervalle composer d'argile et des sable.

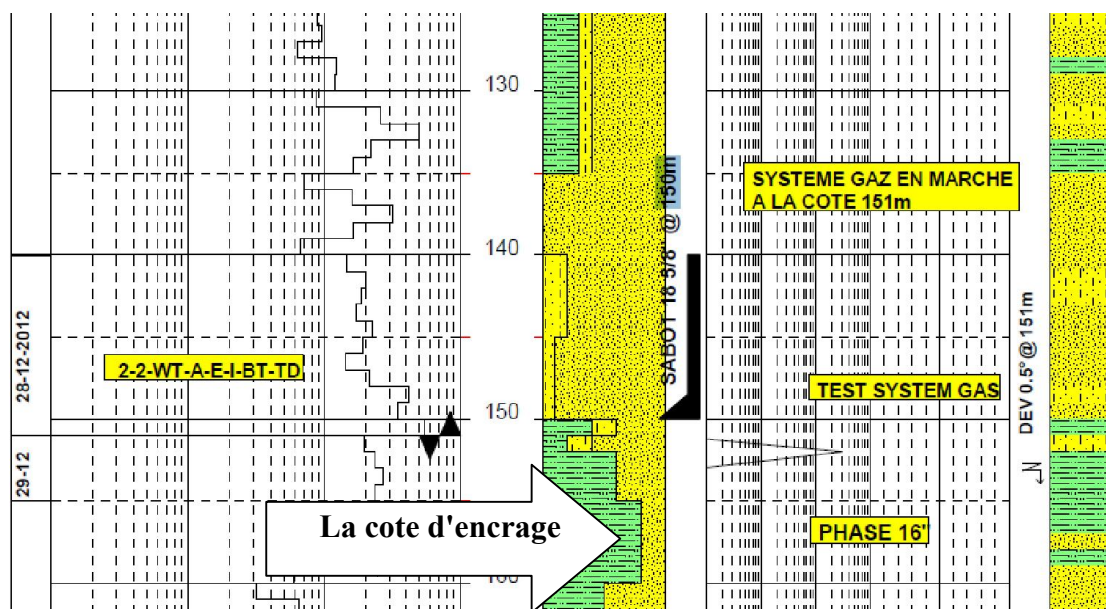
##### **Commentaire:**

##### **La cote d'encrage du casing:**

D'après la description géologique au niveau de la cote d'encrage on a constaté que ont est face a un risque d'effondrement de puits vue le pourcentage important des sable et des grès.

##### **Suggestion:**

D'après les descriptions géologiques du master log il est nettement claire que il' faut forer encore plus de mètre jusqu'à a un intervalle où la prédominance des argiles elle est plus de 90% (entre 155- 160m).



**Fig.16: Master log partial (phase 26'')**

**(Rapport Sonatrach)**



## 2) La phase 16" (151-921m) :

La phase à commencer à 151m, Durant cette phase, le forage a traversé les étages suivants: Continental Intercalaire, le Tournaisien, le Strunien et le Fammenien où les formations composées principalement de l'argile, sable, trace de pyrite et dolomie.

Avec un avancement moyen de 14.91 m/h. Pour les gaz data pas d'enregistrement, Une pourcentage de carbonate variée atteindre dans certaines endroits à 20% pour le calcaire et 40% pour la dolomie.

Le sabot 13 3/8" posé à la cote 921m dans un intervalle composé d'argile et un faible pourcentage de sable.

### Commentaire:

- ✓ On a constatés que l'outil tricône a du mal à traverser les formations argileuses
- ✓ TOP de fammenien est mal placé.

### Suggestion:

D'après les descriptions géologiques du master log il est nettement clair que l'emplacement de TOP de fammenien se situe au-dessous où on trouve un pourcentage parfaite d'argile (100% Argile).

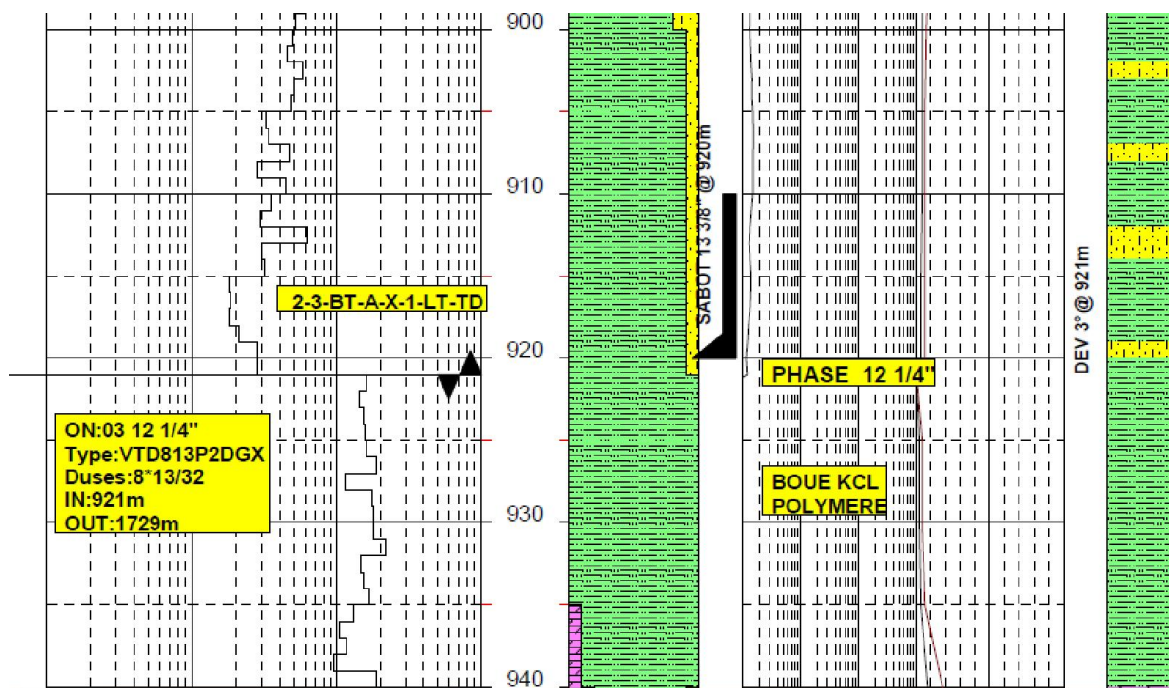


Fig.17: Master log partial (phase 16'')

(Rapport Sonatrach)

### 3) La phase 12 ¼" (922-2219m):

Elle à commencé a 922m, Durant cette phase, le forage a traversé les étages suivants : Le Famménien (100% argile), le Frasnien (argile et trace de calcaire), le Givetien (calcaire et peu d'argile), l'Eifelien en partie (argile et trace de calcaire), avec un avancement moyen de 16.52 m/hr .

-pour le gas Data on a enregistré un pourcentage importante de totale gas atteindre jusqu'a30% a la cote (2040met2122m) matérialiser par des argile(Argile gris fonce a noire, silte use, carbonatee, localement feuillettee,tendre a induree)

-La analyse de calcimétrie apparaitre une pourcentage variée de carbonates, atteindre a 100%dans Givetien .

- le sabot 9 5/8"posé a la cote 2219m dans un intervalle composé d'argile.

### Commentaire:

#### La cote d'encrage du casing:

D'après la description géologique au niveau de la cote d'encrage on a constatés que l'emplacement du sabot est mal étudié géologiquement.

#### Suggestion:

D'après les descriptions géologiques du master log il est nettement claire que il faut foré encore plus de metre jusqu'à a un intervalle de2230-2240 m.

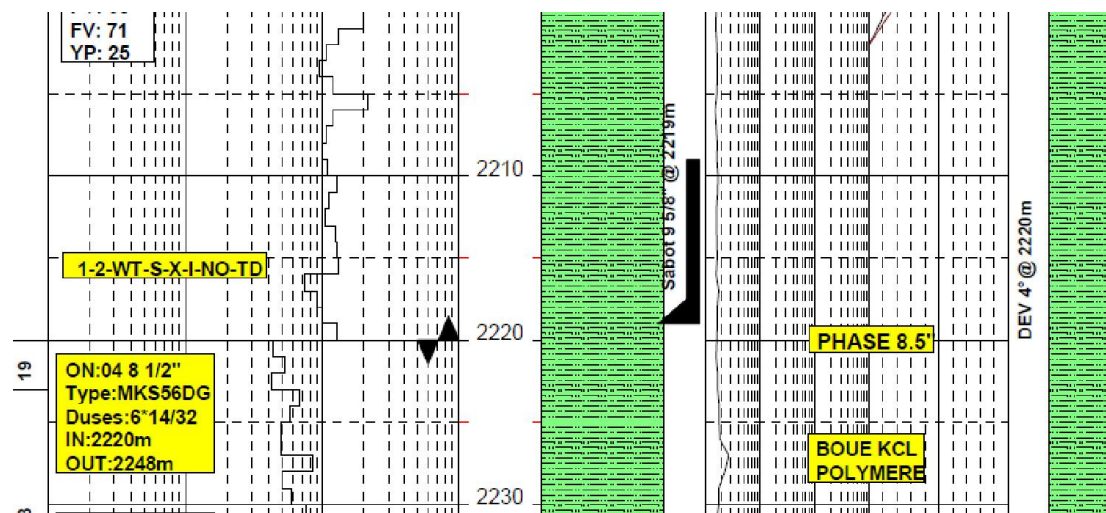


Fig.18: Master log partial (phase 12 ¼")

(Rapport Sonatrach)



**4) La phase 8 ½" (2220-3188m):**

Cette phase a commencé a la cote de 2220 m, le forage a traversé les étages suivants : L'Eifelien en partie, l'Emsien, le Siégenien , le Gédinnien et le silurien par un avancement moyen de 7.37m/hr.

Dans cette phase il y a prélèvements de six carottes pour la reconnaissance géologique :

- 1ère carotte prélever, dans le l'Emsien de 22248m à 2257m (Gres blanc, a gris

blanc,silioeux a silicoargileux, compact,dur amoyennement dur et brunatre,

silico-quartzitique,compact,duravec passees d'Argile gris noira noire,silteuse,tendre a induree,micacee avec présence de nodules de pyrite

-2eme carotte dans le Siégenien de 2312m à 2315.5m(Gres gris a grisclair,fin a tres fin,sub-anguleux a sub-arrondi siliceux,partiellementquartzitique,dur a tres dur,avec

passees d'Argile noire,induree,silteuse)

-3eme carotte dans le Siégenien de 2315.5m à 2316.87/m,( Gres gris a gris

clair,fin a tres fin,parfois moyen,sub-anguleux a sub-arrondi siliceux a silico-quartzitique, dur a tres dur avec films centimetrique a millimetrique d'Argile gris foncee,induree silteuse,micacee

-4ème carotte dans le Siégenien de 2361m à 2366m (2361m-2366m:Gres gris,fin a tres fin,subarrondi,siliceux a silico quartzitique,dur avec films d'Argile rise,induree,silteuse, micacee

-5ème carottes dans le Gédinnien de2383-2392m (: Complexe Argilogreux)

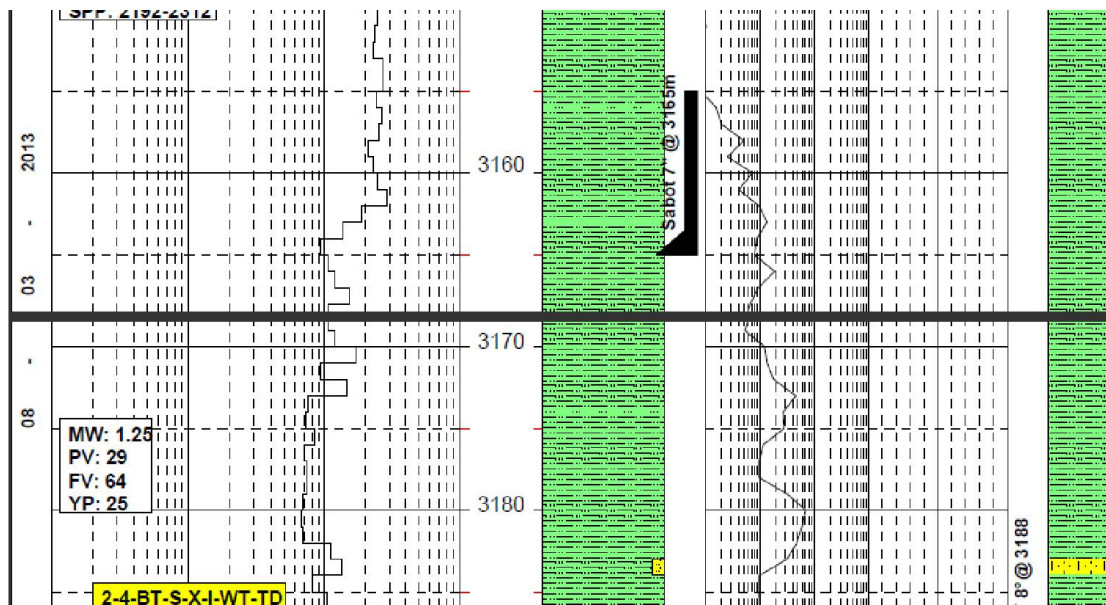
-6ème carottes dans Gédinnien de2416m-2425m(Gres blanc,rarementgris-blanc,fin a tres fin,parfois moyen,subarrondi asubanguleux,siliceux a silico quartzitique,dur a tres duravec passees a intercalation desfilms d'Argile gris-sombre aa gris-noir,induree,silteuse,micacee.)

7- prélever une septème carotte dans le Gédinnien de 2520 m à 2530 m (Gres blanc, translucide, fin a tres fin, parfois moyen a grossier, argileux friable localementsiliceux a silicoquartzitique, compact, dur et Argile noire,induree, micacee, lgerement silteuse-presence des nodules d'Argilenoire,des joints stylolithiqueset des fissures sub-horizontauxpartielle;ent ouvertes remplispar des Argile noire une arotte dans les grés de la base de Gédinnien

Pour le gas data un enregistrement de total gas atteindre a 5%, apparaitre de BRF (bouchon de reprise de fond) atteindre jusqu' a 10%, le sabot 7" posé a la cote 3165m dans un intervalle composer d'argile.

**Commentaire:**

Beaucoup de carotte de reconnaissance géologique.



**Fig.19: Master log partial(phase 8 ½")**

**(Rapport Sonatrach)**

5) La phase 6" (3188-3630m):

La phase a commencer a la cote de 3188m,durant cette phase, le forage a traversé les étages suivants : Le silurien radioactif en partie, la Dalle de M'krata, les Argiles micro-conglomératique, les Grés d'El Goléa, les Grés de Oued Serat, les Argiles d'Azzel et Tiferouine et les quartzites de Hamra avec un avancement moyen de 0.92m/h.

Pour le gas data enregistré un petit pourcentage de total gas (5%), BRF, FG

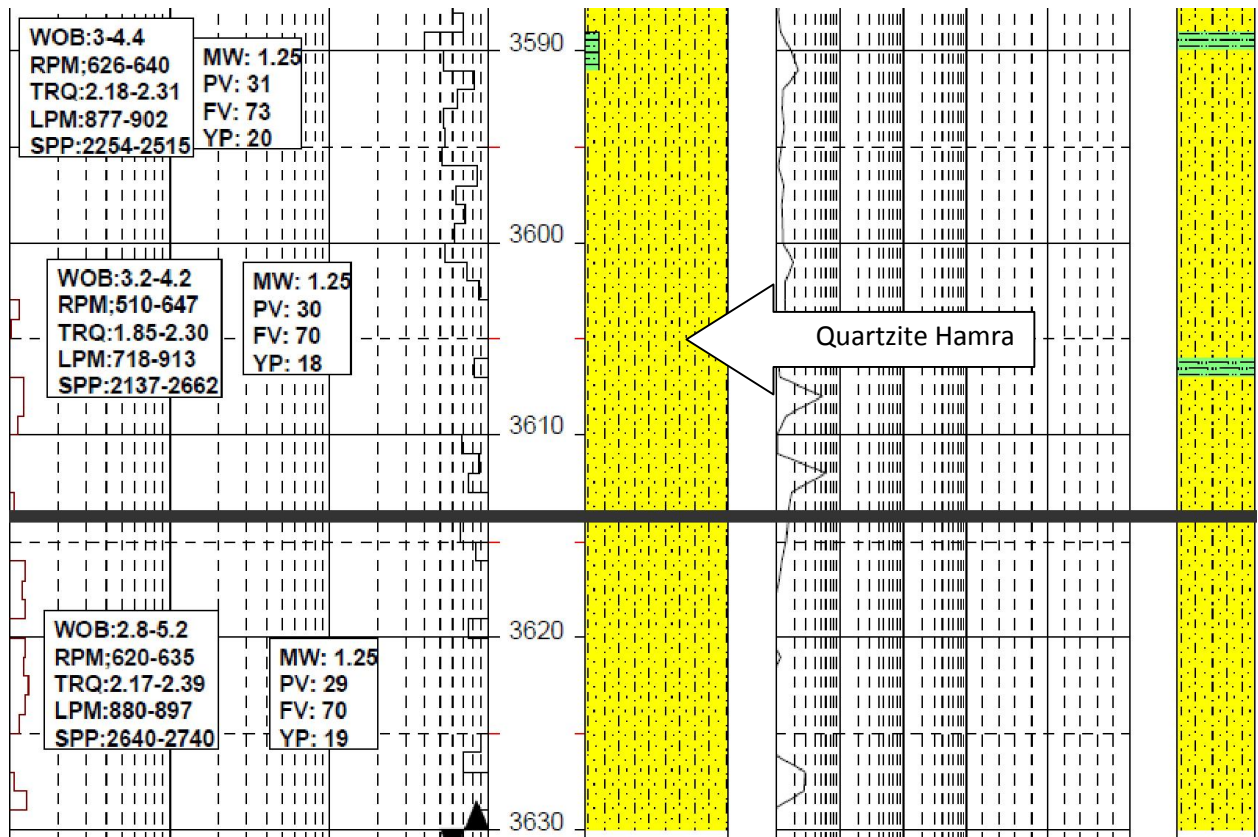


Fig.20: Master log partial (phase 6")  
(Rapport Sonatrach)

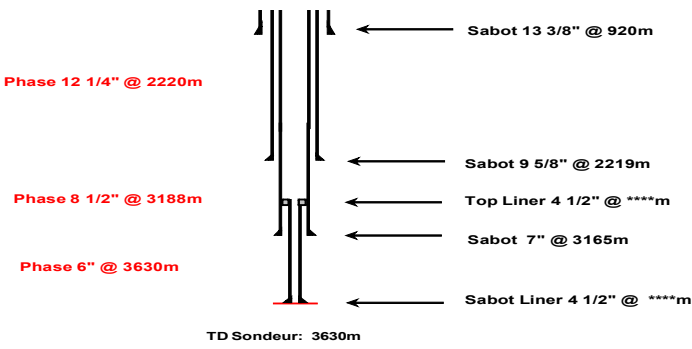


Fig.21: L'architecteur du puits (TGF3)

### **CONCLUSION :**

L'évaluation globale du puits TGF 3 dans le cadre géologique a révélé que:

La cote d'encrage sont mal placé cela va pousser pas mal de problèmes de production et même des risque sur la stabilité du puits.

Quelque paramètre de forage comme WOB RPM ils ont une relation proportionnelle avec ROP.

Beaucoup de carotte de reconnaissance géologique.

Des faibles pourcentages de gaz.

### **Recommandation:**

- Plus de vigilance et de sévérité avant de prendre les décisions d'encrage du casing.
- Vérification quotidien du system gaz.
- Une meilleure utilisation des paramètres de forage dans la reconnaissance géologique .

# *Bibliographie*

➤ **Chapitre 1:**

- (1) Document « SONATRACH», Géologie de in Saleh.
- (2) Document « SONATRACH», Géographique de in Saleh
- (3) Rapports journaliers de forage du puits « TGF3».

➤ **Chapitre 2:**

- (4) **Sonatrach** : « Programmation Et Réalisation D'un Puits module FD1 », sonatrach, 2001.
- (5) **SAYAHL & NAKES.S** 2006-2007 Le rôle de la surveillance géologique dans un forage pétrolier:le forage HRD23champ pétrolier de Hassi R'mel (géologie de l'ingénieur)

**Université kasdi Merbah Ouargla.**

➤ **Chapitre 3:**

- (6) Rapports journaliers de forage pour les puits suivant : «TGF-3», Sonatrach.
- (7) **S.AOUIMER**, IAP spa. Géologie de sonde.**2005.**
- (8) **Maâmar.d** (Cours Mud Logging) **IAP Boumerdes Juin2007**

➤ **Chapitre 4:**

- (9) Rapports journaliers de forage pour les puits suivant : «TGF-3», Sonatrach.

## Résumé:

Le but de notre travail est de faire une évaluation globale de la réalisation d'un puits d'exploration dans la région de AOULEF puits TGF3, basés sur les données de forage (cote de tubage, suivi des paramètres, de system gaz) et de géologie (la description des déblais, carottes,)

Les résultats révélés indiquent que:

- Les cotes d'encrage sont mal placées cela va pousser pas mal de problèmes de production et même des risques sur la stabilité du puits.
- Quelques paramètres de forage comme WOB, RPM ont une relation proportionnelle avec ROP.
- beaucoup de carottes de reconnaissance géologique.
- Des faibles pourcentages de gaz.

## ABSTRACT:

The aim of our work is to make an overall assessment of the implementation of an exploration well in the area Aoulef TGF3 well, rely on borehole data (score of tubing, followed by the parameters of system gas) and geology (description of cuttings, cores,).

The results revealed that indicates

the ink-rating are misplaced this will push a lot of production problems and even risk the stability of the wells,

- Some drilling parameter as WOB, RPM they have a proportional relationship with ROP.
- Lots of carrot geological reconnaissance.
- Low percentages of-gas.

## المخلص:

الهدف من هذا العمل هو تقييم شامل مستخلص من حفر بئر استكشافي في منطقة أولف, بئر, ركزنا في هذه الدراسة على معطيات متعلقة بالحفر (مكان وضع الأنبوب, تتبع العوامل, نظام الغاز), و أخرى متعلقة بالجيولوجيا لتحديد مكونات الطبقات المخترقة.

بعد هذه الدراسة نستنتج :

- مكان وضع الأنبوب غير دقيق مما يسبب مشاكل في الإنتاج, وخطورة في ثبات البئر.
- بعض عوامل الحفر مثل الثقل على الآلة و عدد الدورات تتناسب طرديا مع سرعة التقدم.
- الكثير من الطبقات المخترقة للاستطلاع الجيولوجي.
- العثور على كمية قليلة من الغاز.