



*République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et  
et de la Recherche Scientifique*



**Université KASDI MARBAH – OUARGLA**

*Faculté des sciences appliquées  
Département : de Génie Civil et Hydraulique  
Spécialité : hydraulique*

*Option : Forage d'eau*

*Mémoire de fin d'études*

*En vue de l'obtention du diplôme de Master*

**THEME**

***Etude des pertes de circulation  
dans le champs de Rhourde Nouss  
dans la phase 8 1/2  
Application sur le puits RN 125***

**Réalisé par :**

**HAMITI Nouredine et BOUZENOURA Abdelghani**

M. FORTAS T.

M.A.A U.K.M.O

Président

M<sup>me</sup>. REZAGUI D.

M.A.B U.K.M.O

Examinatrice

M. DJEBARI H.

M.A.A U.K.M.O

Promoteur

Année universitaire : 2016-2017



## *Dédicaces*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Ma très chère mère et très cher père*

*(Que Dieu Bénisse son âme)*

*Mes très chers frères.*

*Mes très chères sœurs.*

*Sans oublier ma fiancée.*

*Et mon encadreur Mr Djebari*

*Toute ma famille HAMITI.*

*Tous mes amis (es) et Toute ma promotion.*

*Noureddine*





## *Dédicaces*

*Je suis dédié ce modeste travail à :*

*\* Ma très chère mère.*

*\* Mon très cher père.*

*\* Mes sœurs et mes frères*

*\* toute ma famille **Bouzenoura***

*\* Mon binôme*

*\* Tout mes amis.*

*\* Tout la promotion 2016/2017*



**Adbelghani**



# Remerciement

*Nous tenons à remercier en premier lieu DIEU le tout puissant qui a fait que ce travail soit terminé.*

*En achevant ce modeste travail nous tenons à remercier vivement notre promoteur monsieur*

***H.Djebari.***

*Pour ses encouragements, ses conseils précieux et sa disponibilité.*

*Enfin, nous adressons nos remerciements à tous les personnes qui nous ont aidés pour terminé ce travaille*

# SOMMAIRE

Remerciements .....	I
Dédicace .....	II
Résumé .....	IV
List des figures et des tableaux .....	V
Liste des abréviations .....	VI
Sommaire .....	VII
Introduction générale .....	01
<b>Chapitre I : Présentation de champ de RHOURE NOUSS</b> .....	02
1. Présentation de la région.....	02
1.1. Situation géographique.....	02
1.2. Limites géologiques.....	03
1.3. Aspect structural.....	03
2. Prévisions litho-stratigraphiques .....	04
3. Localisation du puits RNZ 125.....	09
<b>Chapitre II : Généralité sur les pertes de circulation</b> .....	13
1. Généralités sur les pertes .....	13
1.1. les fluides de forage.....	13
1.1.1. La Circuit de la boue de forage .....	14
1.1.2. Les principaux rôles de la boue (Drilling Mud).....	15
1.2. Définition des Pertes de circulation .....	15
1.3. Classification des zones a perte .....	16
a. les formations non consolidées ou perméables.....	17
b. les formations fracturées naturellement.....	17
c. les formations fragiles.....	17
d. les formations cavernueuses.....	17
1.4. Principaux types de pertes.....	18
a. Perte par suintement.....	18
b. Perte partielle.....	18
c. Perte totale.....	18
1.5. Indications de pertes de circulation .....	19
1.6. conséquences de la perte de circulation.....	19
1.7. les principaux Causes des pertes .....	19
1-7-1. Causes liées aux caractéristiques de la boue.....	19
1.7.2. Causes liées avec les caractéristiques de la formation.....	20
1.7.3. Causes diverses.....	20
1.8. Précautions a prendre lors du forage des zones a perte .....	20
2. Traitement des pertes en cours de forage .....	22
2.1. Agents de colmatage de la boue de forage.....	23
2.2. Système de mélange en surface.....	25
2.3. Système de mélange au fond.....	25

<b>Chapitre III Etude de cas de puits RNZ 125)</b> .....	26
I. Etude du problème de perte de circulation : Cas de puits RNZ 125.....	26
1. Types et paramètres de boue .....	26
2. Objectifs du puits .....	31
3. Déroulement des opérations .....	31
4. Problèmes majeurs rencontrés lors du forage de RNZ125 ST2 .....	32
II. Etude d'un cas de perte total dans la phase 8 ½ .....	32
1. Evènements des Pertes totales et 1 <sup>er</sup> coincement .....	32
2. Actions prises et 1 <sup>er</sup> sidetrack .....	32
3. Evènements du 2 <sup>ème</sup> coincement .....	33
4. Actions prises et 2 <sup>ème</sup> sidetrack .....	33
5. Répartition des NPT .....	33
6. La densité adéquate pour forer la phase 8'' ½ .....	33
7. Recommandations .....	33
8. Profil du puits RNZ 125.....	35
<b>Conclusion</b> .....	36
<b>Bibliographie</b> .....	37

## La liste des figures

Figure 1.1.Situation géographique la région de RHOURE NOUSS .....	02
Figure 1.2. localisation structures de RHOURE NOUSS .....	04
Figure 1.3. Colonne stratigraphique type de la région de Rhourde Nous- Rhourde Adr	10
Figure 1.4 : schéma représenté la situation de puits RNZ125 .....	11
Figure 1.5. Localisation de puits RNZ 125 .....	12
Figure 2.1.Les types des fluides de forage .....	13
Figure 2.2 : schéma de la circulation de la boue .....	14
Figure 2.3. Filtrat en fonction de la perte de circulation .....	15
Figure 2.4. Formations susceptibles à problème de perte de circulation .....	16
Figure 2.5. Formation caverneuse .....	18
Figure 2.6. les causes de perte de circulation .....	21
Figure 2.7. comparaison de la capacité de colmatage avec les fractures .....	25
Figure 3.1. La 1 <sup>ère</sup> phase .....	26
Figure 3.2. La 2 <sup>ème</sup> phase .....	28
Figure 3.3 : Profil du puits RNZ 125 .....	35

## La liste des tableaux

Tableau 2.1. Les agents colmatant typiques .....	24
Tableau 3.1. Paramètre de la boue phase 26'' .....	26
Tableau 3.2.Paramètre de la boue phase 16'' .....	27
Tableau 3.3. Paramètre de la boue phase 12 1/4'' .....	28
Tableau 3.4. Paramètre de la boue phase 8 1/2'' .....	29
Tableau 3.5. Paramètre de la boue phase 6'' .....	33
Tableau 3.6. Exemple de densité de quelques offset well .....	34

## الملخص:

يعتبر سائل الحفر أحد أهم العناصر خلال عملية الحفر. حيث يساهم بشكل كبير في زيادة مردودية العملية وهو يتحرك داخل حلقة مغلقة. و إن أي ضياع لهذا السائل قد يسبب العديد من المشاكل من بينها :

- ✓ عدم القدرة على إخراج الردم خارج الثقب
- ✓ تعلق الأنابيب داخل الثقب المحفور
- ✓ التأثير سلبا على مردودية عملية الحفر

و هذا ما يحدث في مرحلة 8 ½ من عملية الحفر في حقل غورد النص. و التي تخترق غالبا طبقة الترياس التي تشمل طبقتين من السرخس الطيرى و الكربونات بخصائص جيولوجية مختلفت مما يتطلب كذلك سائل حفر يكون بخصائص أيضا مختلفة لتفادي مشكلة ضياعه.

## Le résumé :

Le fluide de forage est considéré comme l'un des éléments les plus importants au cours du processus de forage. Il contribue à augmenter la rentabilité du procédé. Il se déplace dans une boucle fermée. Et que toute perte de ce fluide peut causer de nombreux problèmes, comme suivant :

- ✓ l'incapacité de sortir des décombres du trou
- ✓ fixé au tuyau à l'intérieur du trou gravé
- ✓ une incidence négative sur la rentabilité du processus de forage

Voilà ce qui arrive à la phase de 8 ½ du processus de forage dans le champ de Rhourde Nouss. Qui pénètre souvent couche Trias qui comprend deux couches d'argile siliceux et de carbonate de différentes caractéristiques géologiques. Ce qui nécessite aussi fluide de forage ont également des caractéristiques différentes pour éviter le problème de la perte

## Abstract :

The drilling fluid is considered one of the most important elements during the drilling process. It helps to increase the profitability of the process. It moves in a closed loop. And that any loss of this fluid can cause many problems, as follows:

- ✓ Inability to exit from the rubble of the hole
- ✓ Attached to the pipe inside the engraved hole
- ✓ A negative impact on the profitability of the drilling process

This is what happens to the 8 ½ phase of the drilling process in the Rhourde Nouss field. That often penetrates the Triassic layer which comprises two layers of siliceous clay and carbonate of different geological characteristics. This also requires drilling fluid also have different characteristics to avoid the problem of loss



## Liste des abréviations : [7]

TAG : Trias Argilo-Gréseux.  
RPM: Rotation par minute.  
OD: Outside diameter.  
ID: Interior diameter.  
BHA: Bottom hole assembly.  
WOB: Weight on bit.  
PDC: polycrystalline diamond cutter.  
DC: Drill collar.  
DP: Drill pipe.  
LMC: Lost materiel circulation.  
D.O.B: diesel-oil bentonite.  
ROP: Rate of Penetration.  
PR: Pression.  
DLC: densité de laitier de ciment.  
Cp: cinti poise (unité de viscosité).  
MWD: Measurement While Drilling, Transmitted Data  
NPT: National pipe tapered thread.  
MW: Mud Weight  
PV: plastic viscosity  
YP : yold point  
FV : final viscosity

## **Introduction général :**

Les boues de forage sont des mélanges colloïdaux complexes et hétérogènes, dont l'usage est essentiel au bon déroulement d'un forage pétrolier. Elles sont aussi des systèmes composés de différentes combinaisons liquides (eau, huile,...), gazeux (air, ou gaz naturel) contenant en suspension une phase solide (argiles, déblais ciments,...). C'est un fluide non newtonien, visqueux ou viscoélastiques, le plus souvent thixotrope.

La réalisation d'un forage nécessite l'utilisation d'un fluide de forage, qui doit tout d'abord assurer plusieurs fonctions :

- ✓ exercer une pression hydrostatique pour assurer la stabilité des parois forées, et empêcher la venue de fluides provenant des nappes souterraines traversées ;
- ✓ elle doit également former un cake pour limiter la filtration vers les formations traversées (a parois poreuses).
- ✓ faire remonter les déblais des roches broyées à la surface.

Les pertes de circulation de boue de forage sont des problèmes qui se manifestent souvent dans l'une des phases de l'architecture du puits. Qui provoquent des difficultés pendant la réalisation d'un puits, et retarder l'avancement du forage.

## 1. Présentation de la région

Le champ de Rhourde Nouss est l'une des principales zones productives d'hydrocarbures du Sahara Algérien. La région de Rhourde Nouss se situe au Nord-Ouest du bassin d'Illizi, à l'Ouest du bassin de Berkine et au Sud-est du sillon de Marfag. Elle culmine sur le horst Rhourde Nouss–Essaoui Mellane, qui est une extension du môle d'Amguid vers l'Est. La limite de ce dernier est la faille de Ramade. Il s'étend sur une superficie de 10000 Km<sup>2</sup>. Il est relié à la route nationale RN3 (OUARGLA-ILLIZI) par une bretelle de 30 km goudronnée.[11]

### 1.1. Situation géographique :

La région de Rhourde Nouss fait partie de la Willaya d'ILLIZI, elle se positionne entre :  
[11]

- 29° 16' et 30° parallèles.
- 06°24' et 07° méridien.

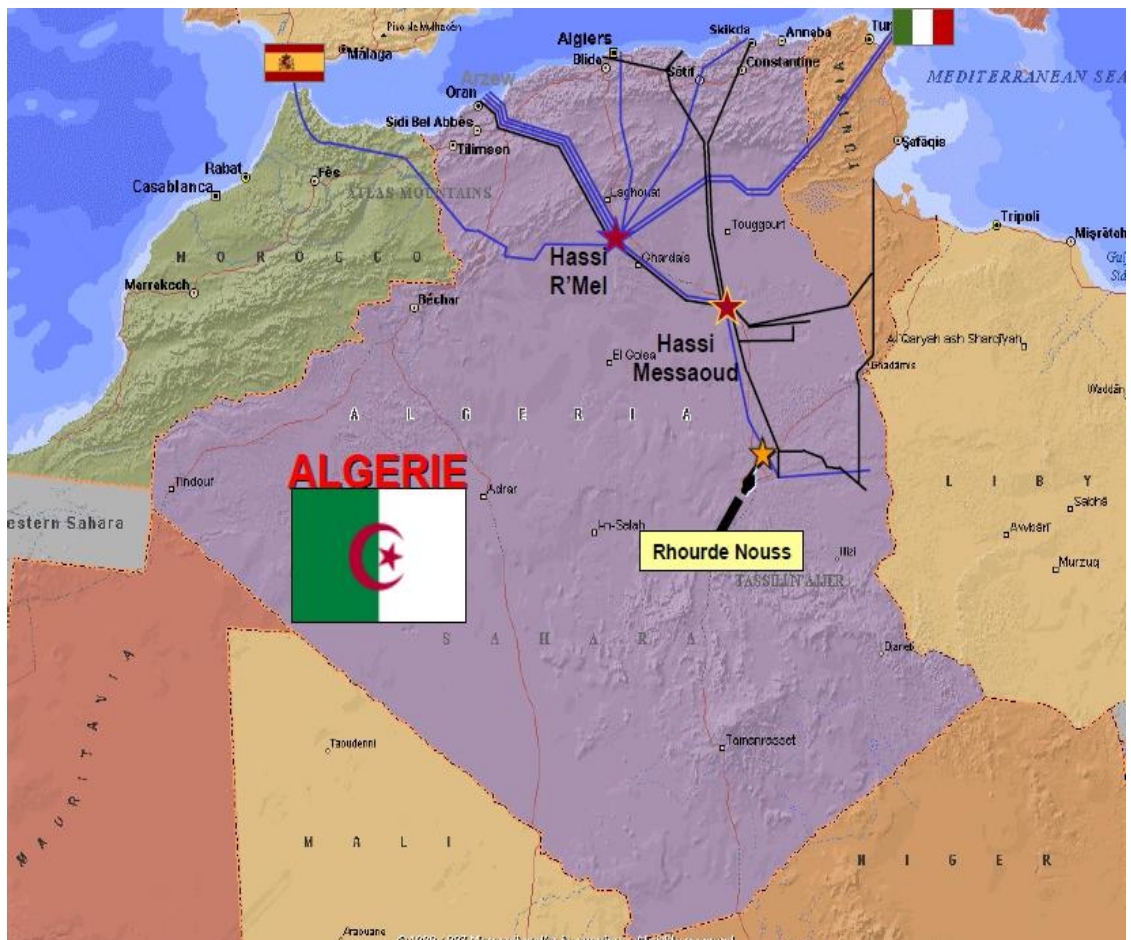


Figure 1.1: situation géographique de la région de RHOURE NOUSS

## **I.2. Limites géologiques :**

La région de Rhourde Nouss se trouve sur l'extrême sud de la province du Sahara. Nord Orientale, elle se comporte comme une zone positive qui s'étend suivant une direction méridienne limitée par de grands éléments structuraux :

A l'ouest, par la mole d'Amguid -El Biod au niveau de la faille de Ramade. Cette mole présente une vaste unité structurale subméridienne qui s'étend sur 600Km allant d'Amguid au sud a RHOURE EL BAGUEL au Nord.

Au nord-est, par le bassin de Ghadamès vers lequel s'annoient les axes SO-NE des structures de RHOURE HAMRA et de RHOURE CHOUFF.

Au sud-est, par la partie occidentale de la mole d'Ahara. [11]

## **I.3. Aspect structural:**

La structure de Rhourde Nouss est très complexe, mais on peut la définir comme étant le croisement de deux anticlinoriums. On distingue deux familles, la première famille, de direction Nord-Sud et la deuxième de la direction Nord-est, Sud-est. Cette structure serait de dimension 40 x 30 km<sup>2</sup>,

Elle est composée de quatre structures différentes à savoir (fig. I.2) : [11]

- **Rhourde Nouss Central (RNC) :**

Cette structure est alignée Nord-Sud et s'étend sur environ de 16 x 8 km<sup>2</sup> avec une petite structure au Nord-est de 4 x 2,5 km<sup>2</sup>. Le réservoir contient du gaz avec un anneau d'huile d'une trentaine de mètres dans lequel on a fore 64 puits.

- **Rhourde Nouss Sud -Ouest (RNSW) :**

Elle est alignée S-SW, N-NE sur une surface de 16 x 3,5 km<sup>2</sup>. Le réservoir est a gaz avec un anneau d'huile d'une vingtaine de mètres, le nombre de puits fores dans le réservoir est de 17 puits.

- **Rhourde Nouss Sud -Est (RNSE) :**

Cette structure est alignée Nord-Sud sur une surface de 8,5 x 4 km<sup>2</sup>. Le nombre de puits fores dans le réservoir est de 18 puits, dont 11 puits fores dans le Trias Argilo Gréseux Supérieur (TAGS), qui est producteur de gaz, avec un anneau d'huile d'une dizaine de mètres, et 7 puits fores dans le Trias Argilo Gréseux Inferieur (TAGI), qui est producteur d'huile.

- **Rhourde Adra (RA) :**

Elle est alignée SW-NE sur une surface de 23 x 2,5

Km<sup>2</sup>, le réservoir contient du gaz et le nombre de puits fore est égal à 17 puits.

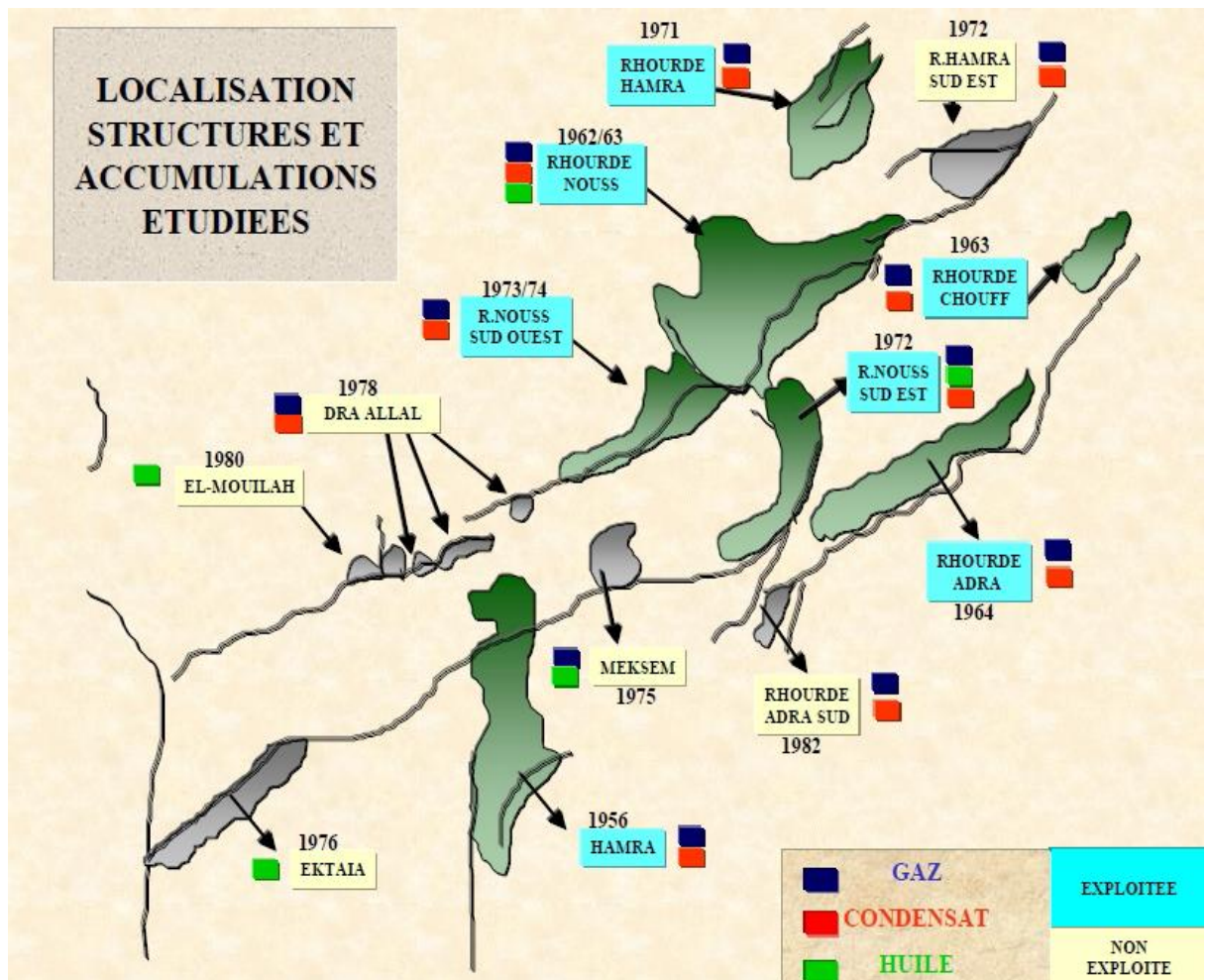


Figure 1.2: localisation structures de RHOURE NOUSS

## 2. Prévisions litho-stratigraphiques

La coupe stratigraphique prévue au puits sera composée des formations lithologiques suivantes : [10]

### A. Mio-pliocène : 08 – 318m (épais : 310m)

Constitué de sable avec des passées d'argile et d'intercalation de calcaire.

### B. Le Crétacé :

#### Sénonien carbonaté : 318m – 538m (épais : 220m)

Formé de calcaire souvent argileux avec des passées de marne et d'argile.

**Sénonien Anhydritique (Lagunaire) : 538m –783m (épais : 245m)**

Constitué d'une alternance de calcaire, de calcaire argileux, de marne, de dolomie, d'anhydrite et d'argile.

**Sénonien Salifère : 783m – 908m (épais: 125m)**

Formé de sel massif avec des passées d'argile et d'anhydrite blanche.

**Turonien : 908m –1009m (épais : 101m) :**

Formé d'une alternance de calcaire et de marne.

**Calcaire :**

Blanchâtre tendre, argileux et crayeux.

**Marne :**

Marne grise tendre.

**Calcaire :**

Blanc, tendre et localement argileux et crayeux.

**Cénomaniens : 1009m – 1163m (épais : 154m)**

Représenté par des argiles rouge, grise et verdâtre, tendre à plastique, dolomitique avec des passées de calcaire blanc à blanc-beige, argileux parfois dolomitique. Présence de fines passées et d'inclusions d'anhydrite blanche pulvérulente et gris cristalline, dure.

**Albien : 1163m –1449m (épais : 286m)**

Formé de grès blanc et brun-rouge fin à très fin, localement moyen à grossier, argileux et très argileux localement carbonaté. Présence de Siltstone blanchâtre argileux et d'argile rouge-brique et brun-rouge rarement verte, légèrement silteuse et carbonatée.

**Aptien : 1449m –1460m (épais : 11m)**

Constitué de dolomie gris-brune, cristalline, argileuse et de calcaire gris-blanc argileux et de passées d'argile.

**Barrémien : 1460m –2249m (épais : 789m)**

Constitué de grès gris-clair, blanc, brun et rosâtre, fin à moyen parfois grossier, argileux. D'argile brun-rouge parfois verdâtre, tendre à plastique localement indurée parfois légèrement carbonatée, silteuse localement silto-sableuse et de siltstone blanc parfois verdâtre. Présence de traces de lignite.

**Néocomien : 2249m–2523m (épais: 274m)**

Composé de grès blanc, gris-clair fin à grossier, friable à ciment siliceux et argileux. Présence de passées d'argile brun-rouge et gris-verte, tendre à indurée, silteuse localement silto-sableuse et de siltstone blanc à beige, friable pulvérulent. Vers la base on note la présence de lignite et de pyrite.

## **C. Le Jurassique**

**Malm : 2523 –2651m (épais : 128m)**

Représenté par des grès gris-clairs, fins à moyens argileux { très argileux, d'argile brun-rouge et gris-vert tendre à indurée silteuse et silto-sableuse et de siltstone gris-clair. Présence de lignite et de pyrite.

**Dogger argileux : 2651m –2931m (épais : 280m)**

Formé par une alternance d'argile brun-rouge parfois gris-verdâtre, tendre à indurée silteuse et de grès gris-blanc parfois brun-rouge fin à grossier à ciment argileux et siliceux. Passées de siltstone gris-clair et blanchâtre. Présence de pyrite et de lignite.

**Dogger lagunaire : 2931m –3009.5m (épais: 79m)**

Constitué de grès gris-blanc, fin { moyen, argileux localement carbonaté, d'argile brun-rouge silteuse, tendre à indurée et de siltstone gris-clair.

**Lias Argilo-dolomitique : 3009.5m –3036.5 m (épais : 27m)**

Composé par des argiles brun-rouges et gris-verts, tendres à indurées, silteuse passant à siltstone et argile gris-vert à brun-rouge carbonatée. Présence de passées de dolomie grise argileuse.

**Lias 'Horizon B' : 3036.5m –3056.5m (épais : 20m)**

Représenté par des dolomies grises, argileuses, dures et d'argile brun-rouge, dolomitique, indurée.

**Lias Equivalent Salifère : 3056.5m –3117m (épais: 61m)**

Formé par des dolomies grises, argileuses et dures. Vers la base on a des argiles brun-rouges, dolomitiques avec fines passées de dolomie grise, dure.

**Lias Argileux : 3117m –3142m (épais : 25m)**

Composé d'argile brun-rouge, dolomitique vers le sommet et d'argile brun-rouge, silteuse vers la base.

**D. Le Trias**

**T.A.G.S : 3142m –3236m (épais : 94m)**

Représenté par des grès blancs et gris-beiges à bruns, fins à grossiers à ciment siliceux et argilo-siliceux. Présence de passées {intercalations d'argile brun-rouge, silteuse, tendre à indurée.

**Trias Intermédiaire II: 3236m –3310m (épais : 74m)**

Formé d'argile brun-rouge, silteuse, indurée et grès fin à moyen, argileux à très argileux. Passées de siltstone gris-clair.

Grès blanc, très fin à fin, argileux à argilo-siliceux. Passées d'argile brun-rouge, silteuse, indurée et de siltstone.

**E. Le Silurien :**

**Silurien-F6-A1: 3310m –3314m (épais : 04m)**

Composé de grès gris-blanc au sommet et d'argile gris-noir à grise parfois gris-clair, silteuse à très silteuse, indurée, micacée.



**Silurien-F6-M2 : 3314m –3378m (épais : 64m)**

Formé de grès gris-clair à blanc, moyen à grossier, subanguleux à subarrondi, siliceux à silico-argilo-micacé. Vers la base, l'unité est composée d'argile gris-noir à grise parfois gris-clair, silteuse à très silteuse, indurée, micacée avec films et nodules de grès gris-clair à gris-vert fin à très fin, siliceux, quartzitique, dur, micacé.

**Silurien-F6-M1 : 3378m –3430m (épais : 52m)**

Représenté par des argiles gris-foncé à noires, indurées, silteuses, souvent feuilletées, micacées, localement pyriteuses et fossilifères, avec des nodules et films de grès-clair, très fin à fin, siliceux à quartzitique. Passées de grès gris-clair, très fin à fin, siliceux à quartzitique, dur avec des nodules et films d'argile gris-foncé.

**Silurien –Argileux: 3430m –3630m (épais : 200m)**

Constitué d'argiles grises à noires indurées, silteuses, souvent feuilletées, micacées. Fines passées de grès gris-foncé à gris-blanc, fin à très fin à ciment silico-argileux et quartzitique. Présence de pyrite et de traces de fossiles.

**F. L'Ordovicien :**

**Dalle de M'kratta : 3630m –3643m (épais : 13m)**

Composée de grès gris-beige et gris-brun, fin, siliceux à quartzitique, dur. On note la présence de passées d'argile et de pyrite.

**Argiles Microconglomératiques : 3643m –3713m (épais : 70m)**

Ce sont des argiles de couleur gris foncé à noir, silteuse, indurée, micacée. Présence de grains de quartzite fins à grossiers. Traces de pyrite.

**Grès d'Oued Saret : 3713m –3806m (épais : 93m)**

Représentés par une alternance de grès gris et gris-beige, fin, silico-argileux à très argileux localement quartzitique et d'argiles gris-foncé, silteuses micacées, indurées. Présence de pyrite.

**Argiles d'Azzel : 3806m –3884m (épais : 78m)**

Ce sont des argiles gris-foncé à gris-noir, indurées, silteuses et silto-gréseuses, micacées, pyriteuses par endroit. Fines passées de grès gris-beige et gris-brun, siliceux et silico-argileux, très fin à fin. Grès gris-blanc fin à moyen, silico-argileux. Présence de pyrite.

**Grès d'Ouargla : 3884m –3922m (épais : 38m)**

Composés de grès gris-beige à blanc, fin à moyen à ciment silico-argileux parfois quartzitique avec très fines passées d'argile grise et gris-noir.

**Quartzites de Hamra : 3922m –3987m (épais : 65m)**

Formés par des grès blancs translucides, grès quartzitiques blancs translucides à gris-beige, moyens { grossiers, subanguleux { subronds, durs. Rares fines passées d'argile.

**Grès d'El Atchane : 3987m- 3999m (TD) (> épais : 12m)**

Ce sont des grés gris-blancs localement verdâtres (glaucosieux), fins à très fins avec fines passées d'argile gris { gris-noir, silteuse et micacée.

*Présentation du champ de Rhourde Nous*

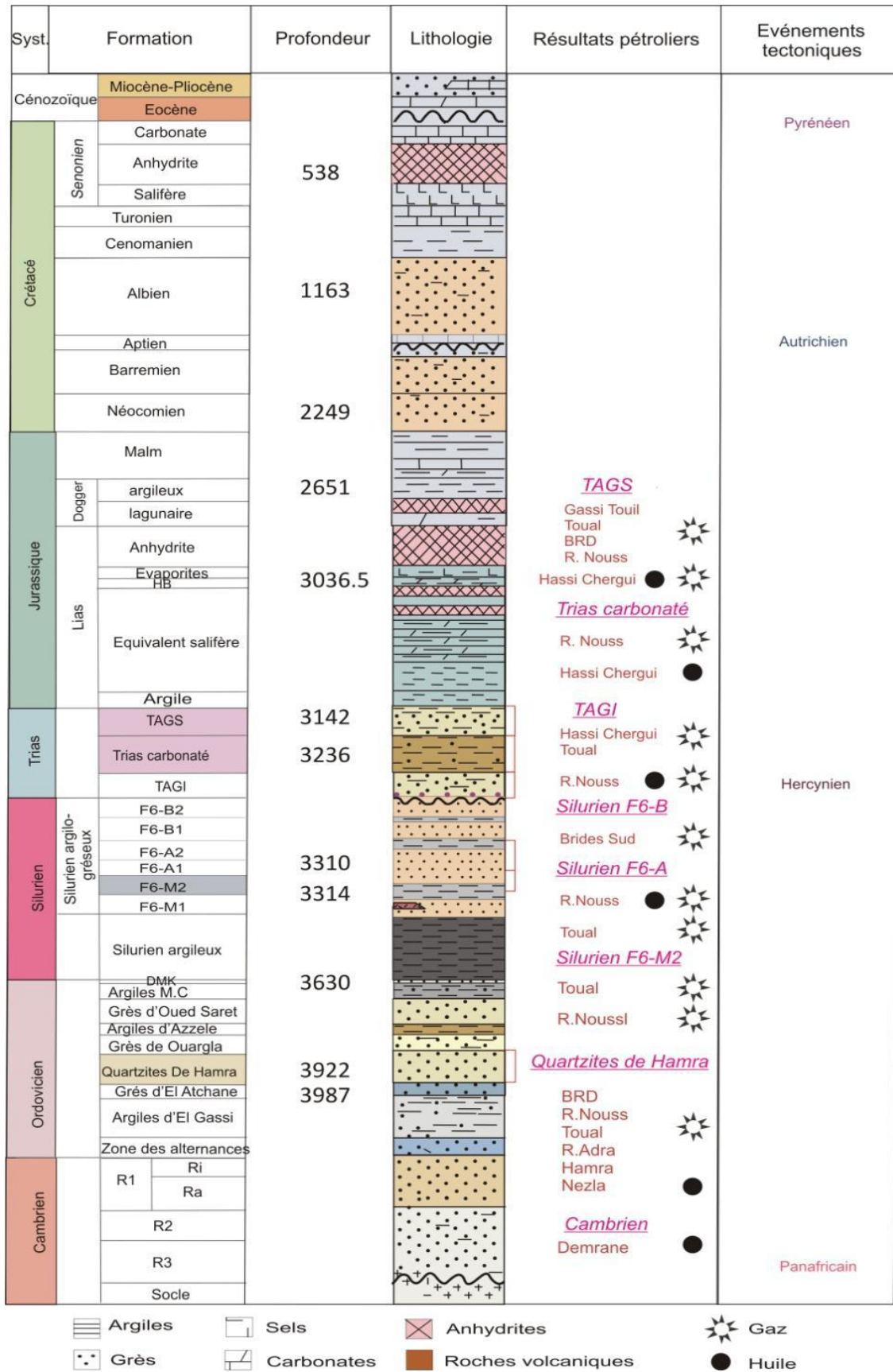


Figure 1.3: Colonne stratigraphique type de la région de Rhourde Nous- Rhourde Adra. [11]

### 3. Localisation de puits RNZ 125 :

RNZ 125 se trouve à environ 395 m au Sud de RNZ-114, 265 m au Sud-ouest de RN-47 et à 430 m au Nord-Est de RNA-8. [11]

**Surface coordonne (UTM) 32 :** X : 282 367.932 m

Y : 3 284 684.865 m

**Geographic Coordinates :** M : 9° 09' 21.75959" E

L : 30° 45' 00.05937" N

**GL – MSL :** 276.839m.

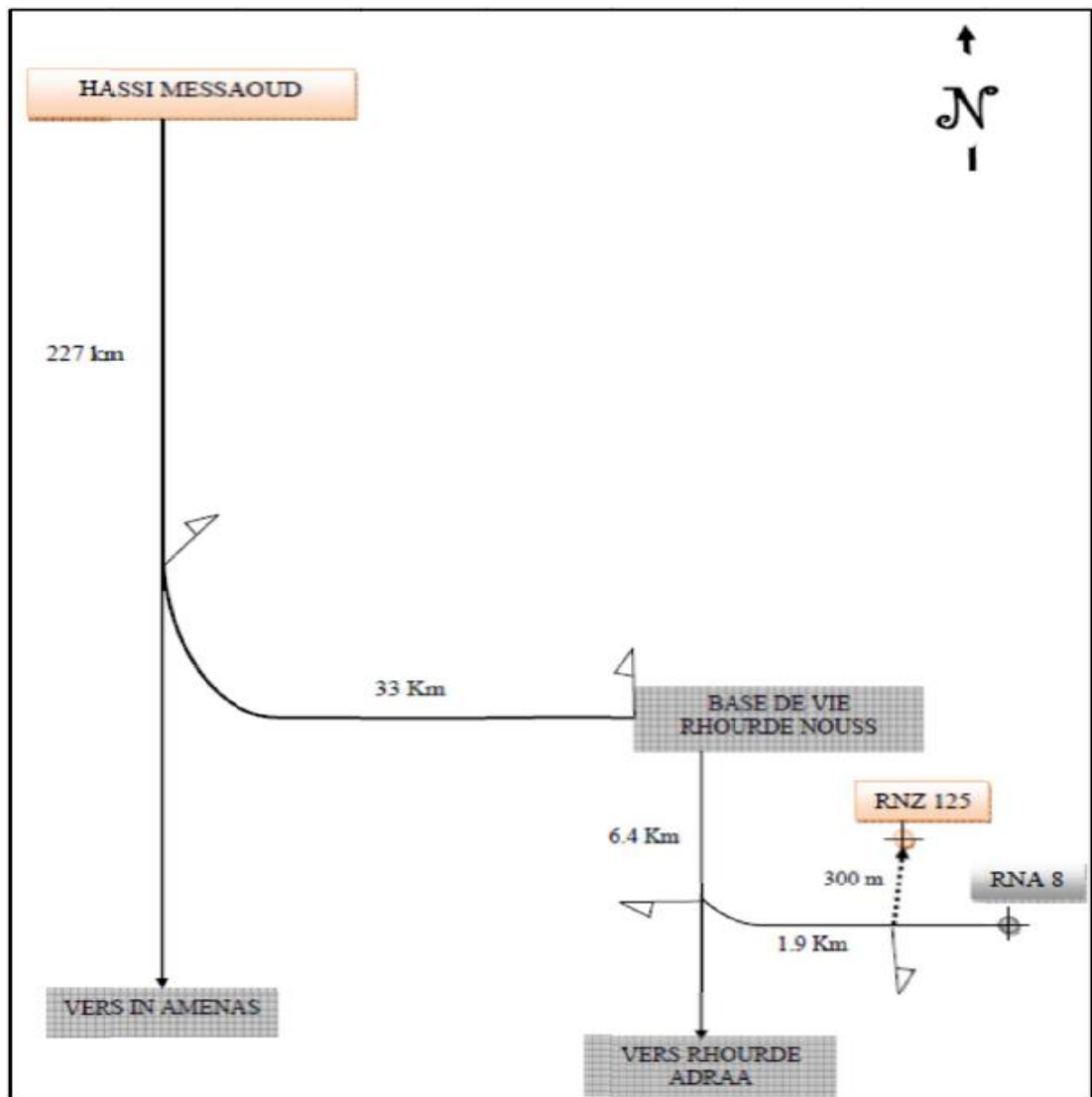


Figure 1.4 : schéma représenté la situation de puits RNZ125

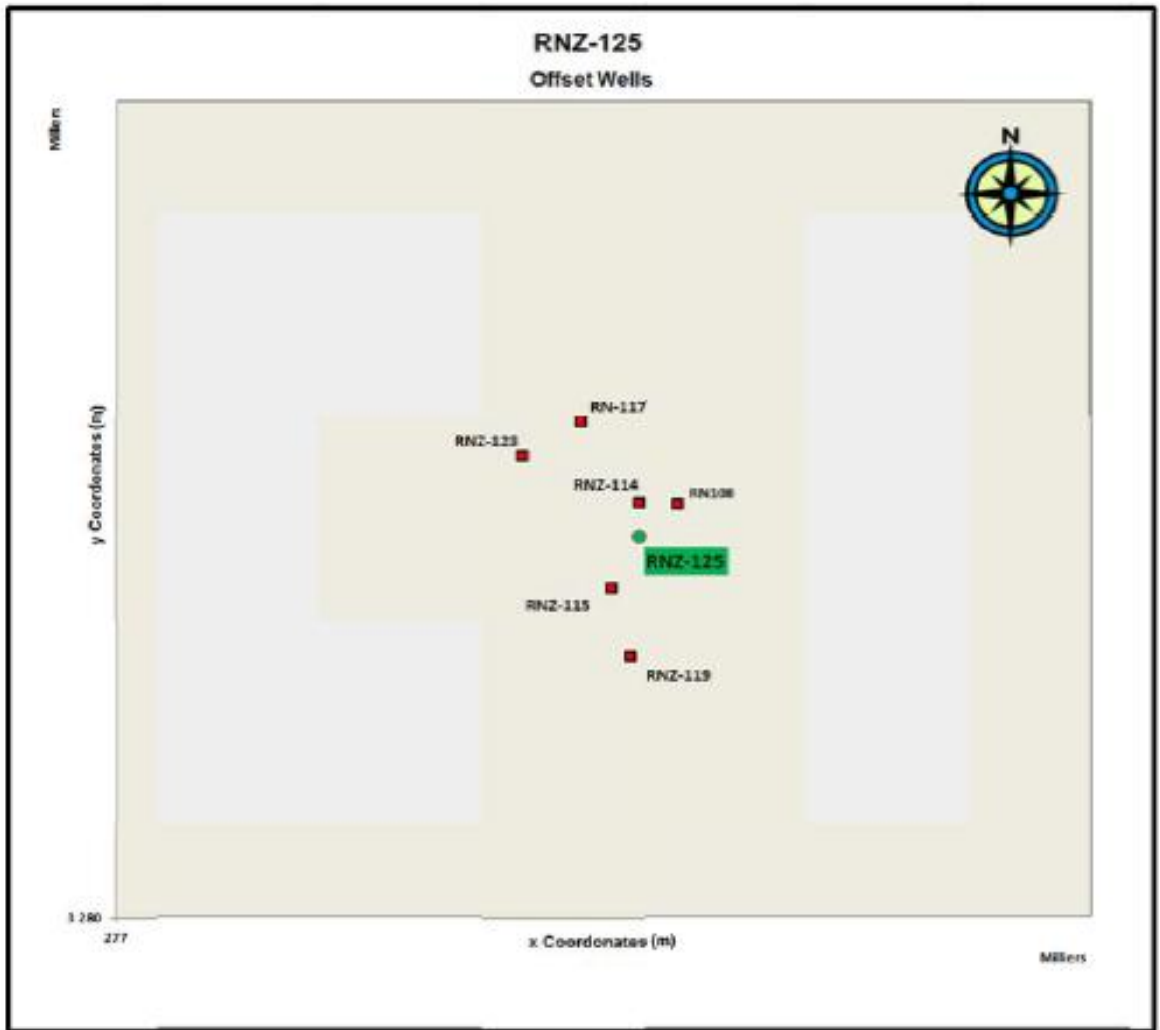


Figure 1.5 : Localisation de puits RNZ 125

## 1. Généralités sur les pertes :

### 1.1. Les fluides de forage :

Un fluide de forage, qui prend aussi l'appellation de boue de forage, est décrit comme un système composé de différents constituants (différentes combinaisons) liquides telle que l'eau, l'huile, et/ou gazeux tel que l'air ou le gaz naturel, contenant (le système) en suspension d'autres additifs minéraux et organiques (une phase solide) tels que les déblais, les argiles, les polymères, les tensioactifs, les ciments... dont les proportions sont ajustées selon la géologie du sous-sol. [1].

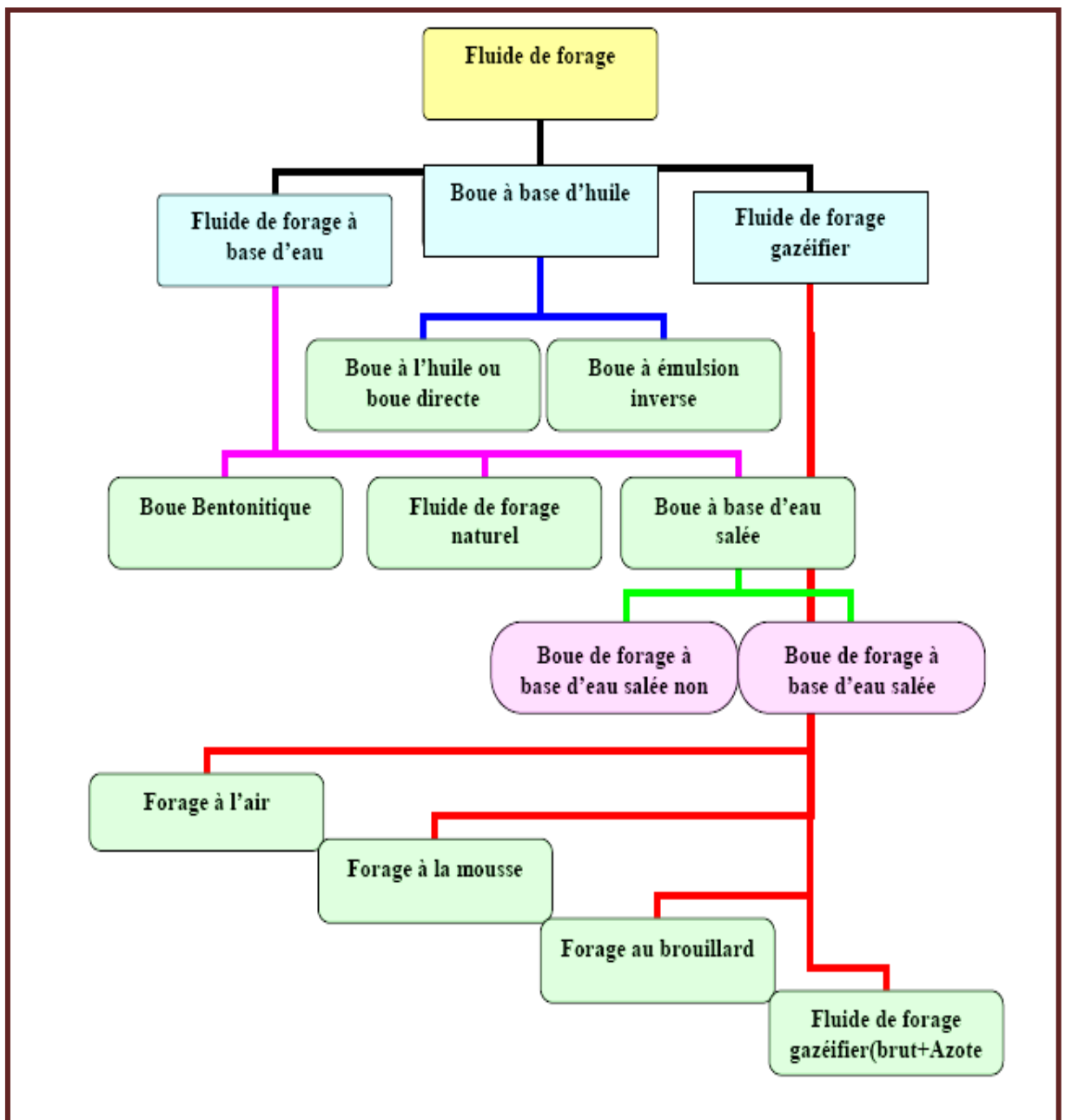


Figure 2.1. Les types des fluides de forage

### 1.1.1. La Circuite de la boue de forage

La boue est préparée dans un bac juxtaposé à la foreuse, et aspirée par des pompes très puissantes (500 à 1000 chevaux). Elle est injectée au sommet des tiges de forage et descend rapidement dans celles-ci (30 km/h). Elle accélère (effet d'entonnoir) en sortant du trépan (jusqu'à 200 km/h), ce qui nettoie l'outil et contribue à faire avancer le forage. Elle remonte lentement, chargée de déblais de forage (5 km/h) dans l'espace annulaire entre les tiges et les parois du trou, et sort du puits où elle débouche sur des tamis à déblais. [8]

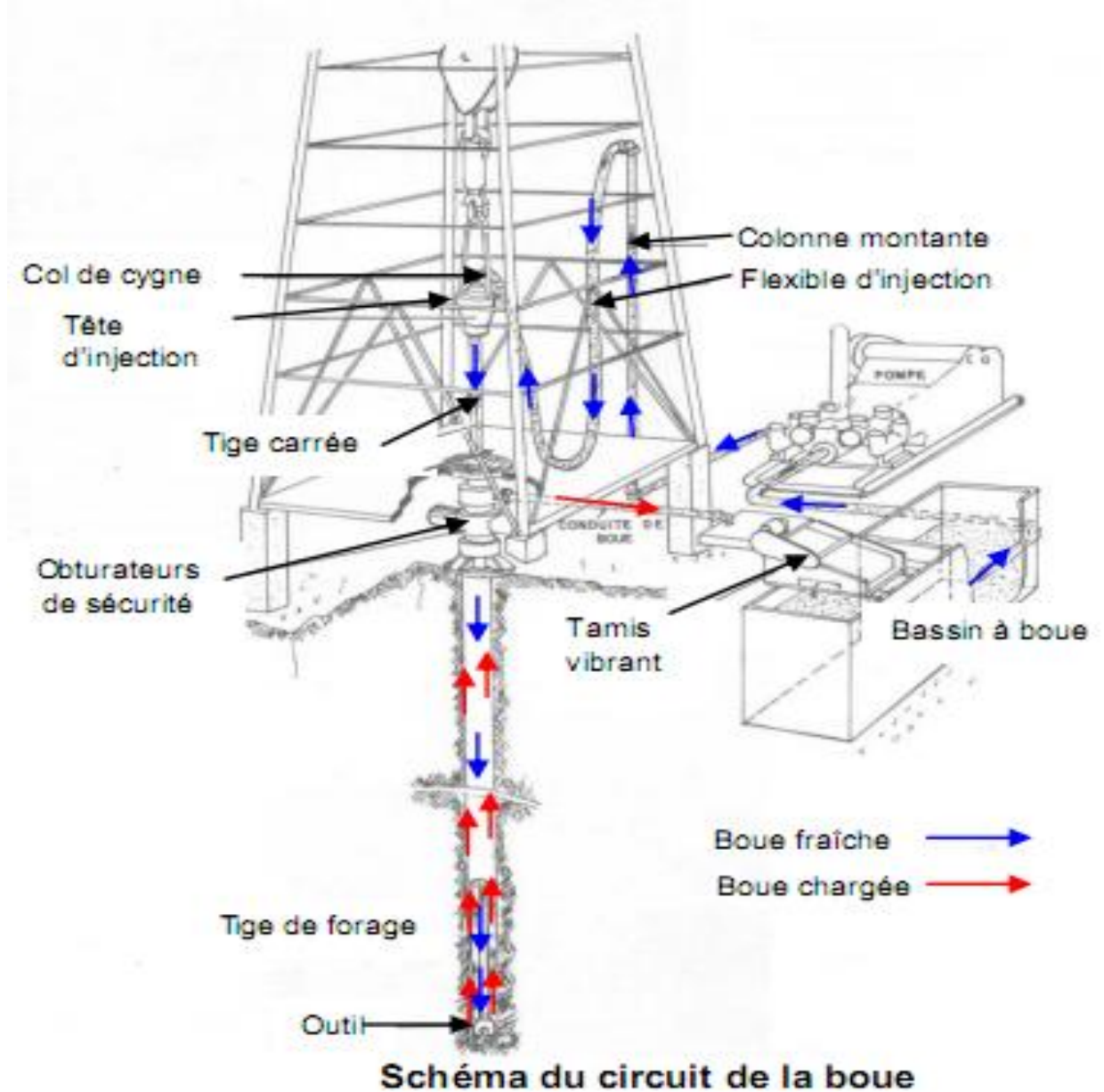


Figure 2.2 : schéma de la circulation de la boue.

### 1.1.2. Les principaux rôles de la boue (Drilling Mud) : [3]

- ✓ Nettoyage du trou en remontant les déblais ;
- ✓ Bon maintien des parois du trou ;
- ✓ Maintient en place les fluides des formations traversées ;
- ✓ Lubrification et refroidissement de l'outil et diminution des frottements de la garniture de forage ;
- ✓ La transmission de la puissance au moteur de fond ;
- ✓ La remontée des informations géologique ;
- ✓ Le maintien des déblais en suspension après arrêt de la circulation ;
- ✓ L'intervention des fluides comme paramètre de forage pour augmenter la vitesse de pénétration en conservant de faible teneur de solide, viscosité marsh la plus basse, le filtrat le plus élevé (dans les formations de surface).

### 1-2. Définition des Pertes de circulation : [2]

Les pertes de circulation sont la conséquence logique des déséquilibres de pression existants ou créés entre le milieu traverse et le fluide utilise en forage.

Les pertes de circulation (ou perte de retour) sont définies comme la perte totale ou partielle du fluide de forage ou du laitier de ciment dans les formations de forte perméabilité, cavernueuses ou fissurées.

Les pertes de circulation ne devraient pas être confondues avec les pertes de filtrat. La figure (2.3) montre la relation entre le procède du filtrat et la porosité primaire, bien que la perte de circulation puisse arriver dans les formations avec la porosité primaire et secondaire.

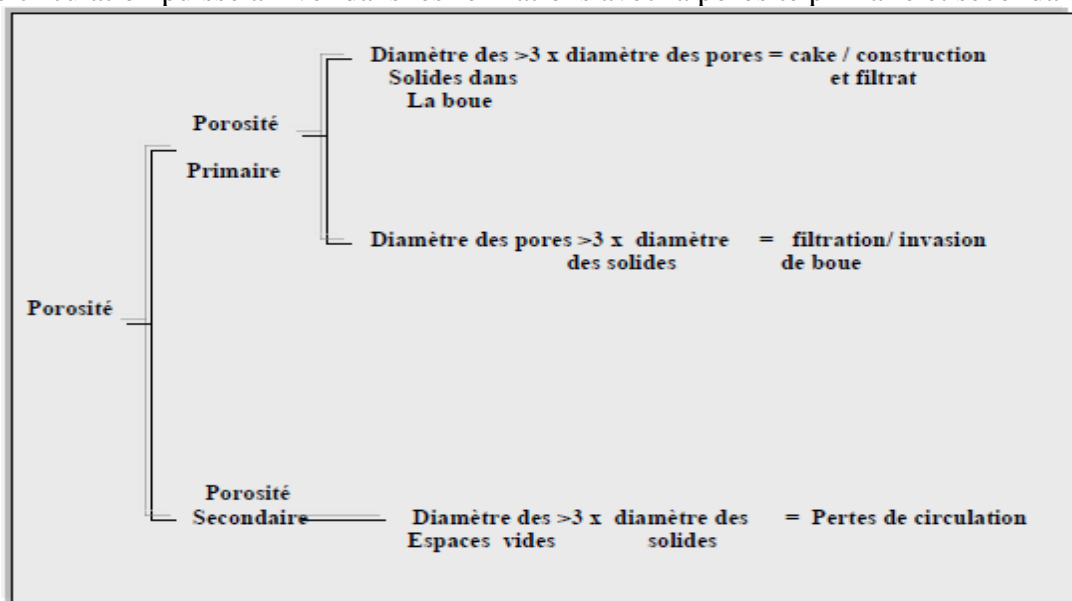


Figure 2-3 : Filtrat en fonction de la perte de circulation



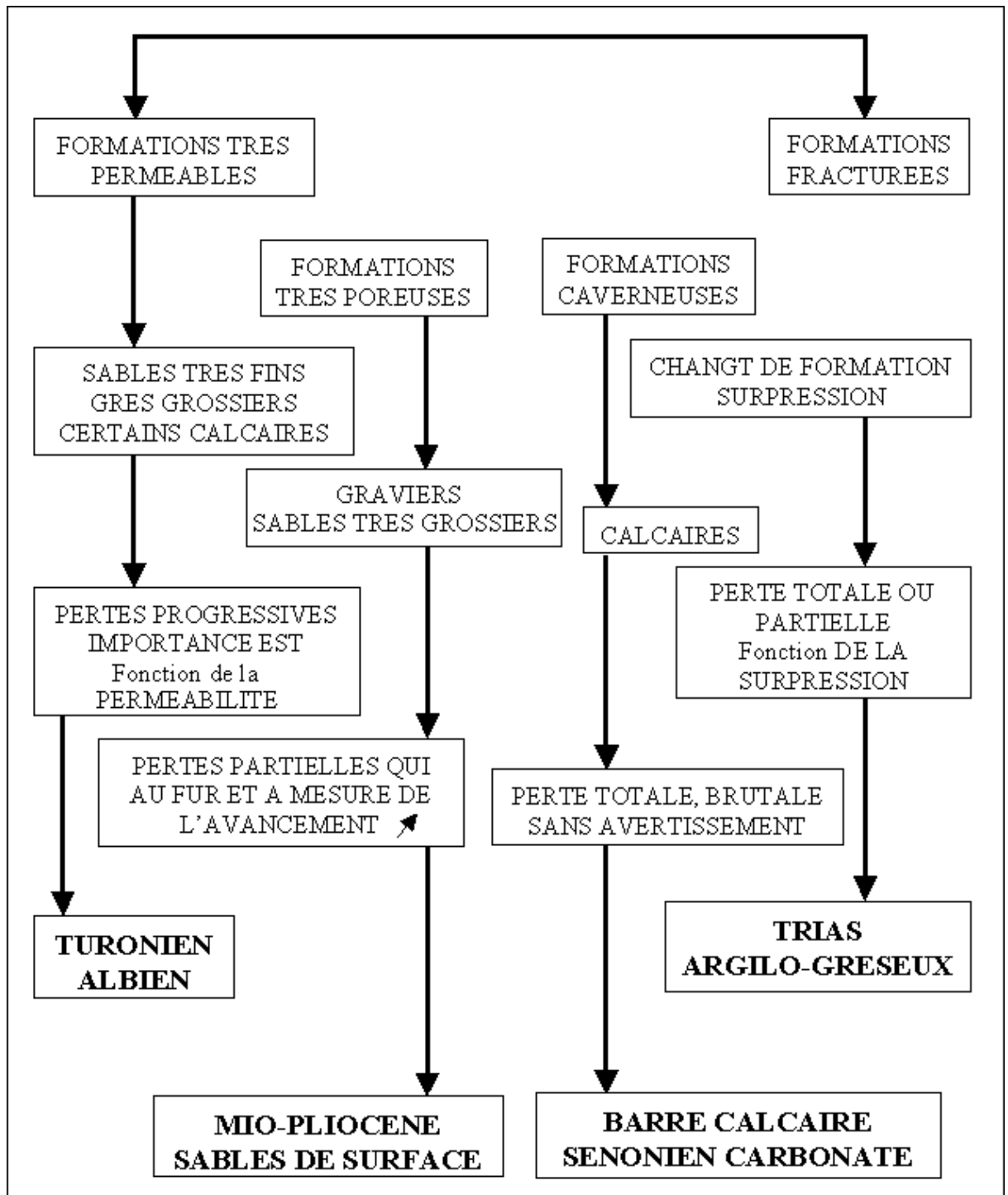


Figure 2.4 : Formations susceptibles à problème de perte de circulation

### 1-3. Classification des zones a perte :

Les zones de perte de circulation sont classées comme suit :

- les formations non consolidées ou très perméables,
- les formations fracturées naturellement,
- les formations fragiles
- les formations cavernueuses

**a- les formations non consolidées ou perméables :**

Bien qu'il soit impossible de déterminer exactement la formation capable d'arrêter la boue, il faut retenir que, pour qu'il y ait perte il est nécessaire que les ouvertures des pores soient plus grandes que les dimensions des particules de boue. (Fig. 2-2)

L'élément solide d'une boue n'entre pas dans les pores des couches ordinairement rencontrées telles que les argiles, les marnes ou les sables de perméabilité normale. Par contre certaines couches laissent pénétrer les phases liquides et solides de la boue en offrant des ouvertures suffisantes :

- les sables grossiers, contenant des particules de grandes dimensions, se rencontrent le plus souvent à de faibles profondeurs et constituent des terrains très perméables et peu compacts.
- les graviers contiennent un nombre insuffisant de petites particules (petits graviers ou sables) permettant d'empêcher les pertes.
- les réservoirs gréseux, les pertes dans ces zones sont des pertes par filtration. Ces dernières seront contrôlées de très près de façon à minimiser le rayon d'invasion de la formation par le fluide de forage. On réduira le plus possible le filtrat de la boue par un choix très strict des produits à utiliser dans la boue.
- les dolomies, ce sont très souvent des couches très peu consolidées s'effritant très facilement sous l'action de l'outil et sujettes à des pertes de boue.

**b- Les formations fracturées naturellement :**

Certaines couches rocheuses sont souvent fissurées par suite des pressions de compaction dues à l'enfouissement (pression géostatique). (fig2-5)

**c- Les formations fragiles :**

Elles sont sensibles aux fractures provoquées. Ce sont préférentiellement des terrains de faible structure comme les argiles.

**d- Les formations cavernueuses :**

Elles se présentent surtout en terrains calcaires par suite du phénomène de dissolution. Dans ces zones cavernueuses, les chemins de passage du fluide sont généralement de très grande surface et constituent soit des cavités, soit des crevasses, soit des canaux. (fig. 2-5)

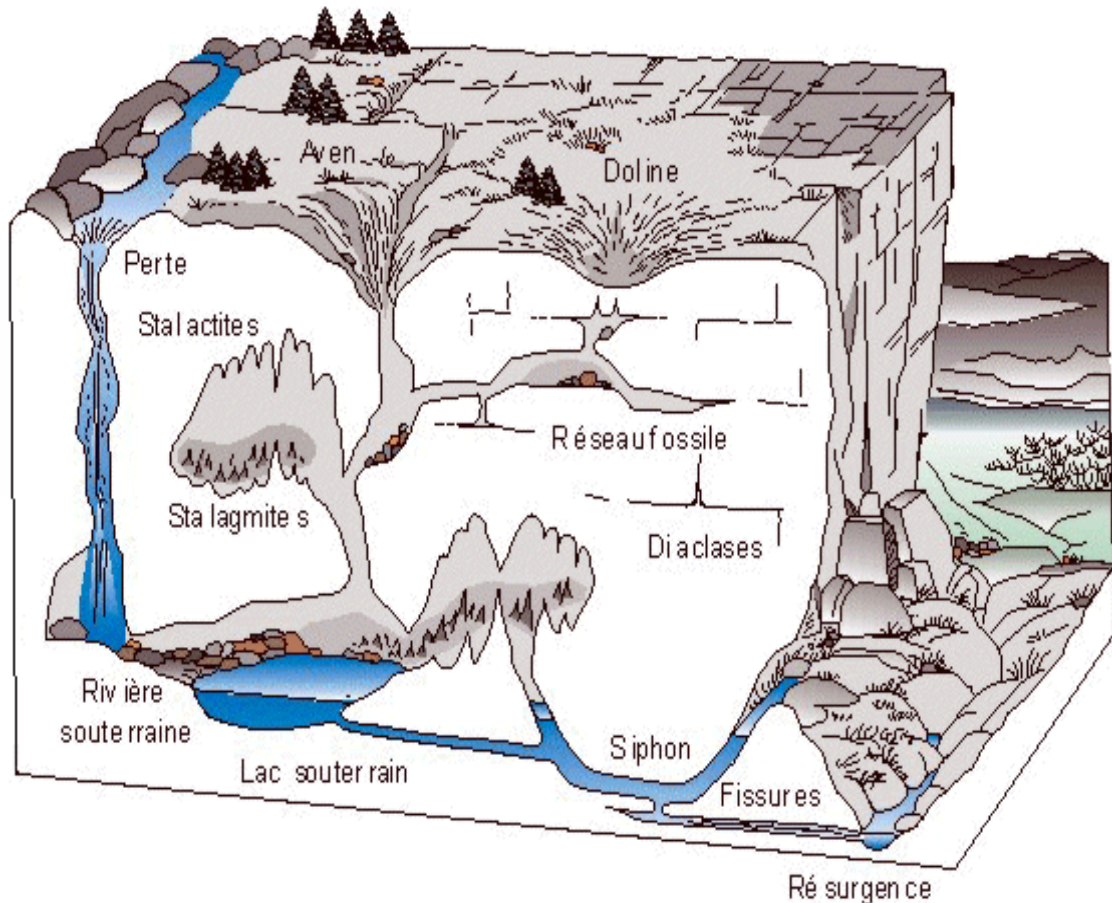


Figure 2-5: Formation caverneuse

#### 1.4. Principaux types de pertes :

En se référant au débit de retour on classe les pertes de circulation en trois types :

- Perte par suintement.
- Perte partielle.
- Perte totale.

##### a) Perte par suintement :

Cette perte est définie comme étant la perte de boue avec un débit inférieur à 20 barils par heure.

##### b) Perte partielle :

Ce type de perte est fréquent dans les zones poreuses et perméables et lorsque la pression hydrostatique est supérieure à la pression de pores, le débit de perte de boue est environ 20 barils par heure. On constate une diminution de débit de retour mais pas un arrêt de retour.

##### c) Perte totale :

Dans le forage lorsqu'on dit qu'on a une perte totale cela veut dire qu'on n'a pas de retour de boue au niveau de la goulotte et les tamis. Cette perte est fréquente dans les terrains cavernes, fissurés et les terrains fracturés par la boue de forage.

### 1-5. Les indices de perte de circulation :

#### ➤ Perte partielle :

Dans le cas de perte de circulation partielle, on peut avoir les indices suivants:

- ✓ diminution du niveau de la boue dans les bacs.
- ✓ Si la pompe de forage est à l'arrêt (cas de manœuvre) le niveau hydrostatique de la boue de forage dans le puits diminue partiellement.

#### ➤ Perte totale :

Dans le cas de perte de circulation totale, on peut avoir les indices suivants :

- ✓ Si la pompe de forage est en marche (en cours de forage) on observe un retour de boue nul.
- ✓ Si la pompe de forage est à l'arrêt (cas de manœuvres) le niveau hydrostatique de la boue de forage dans le puits diminue brusquement.

### 1- 6. Conséquences de la perte de circulation :

Les pertes de boue sont très coûteuses, les quantités de boues perdues peuvent être considérables malgré tous les remèdes utilisés. Le colmatage étant des fois impossible. Le temps des essais de colmatage est un temps mort pour le forage. Ces pertes peuvent varier à partir de la baisse du niveau du bac de circulation jusqu'à la perte complète du retour.

Les conséquences majeures de la perte de circulation sont :

- ✓ Possibilité de venue à cause de la baisse du niveau dans le puits.
- ✓ Possibilité de coincement de la garniture à cause de la mauvaise remontée des déblais.
- ✓ Cout très élevé à cause de la perte de boue, temps de mobilisation de l'appareil et l'opération de la cimentation complémentaire.
- ✓ Perte de zone de production résultant de l'endommagement excessif de la formation,
- ✓ Perte du puits. Pour résoudre le problème de la perte de circulation avec des techniques correctes, il est nécessaire de connaître le type de la zone à perte et l'historique du forage du puits juste avant la perte.

### 1-7. les principales causes des pertes: [2]

#### 1-7-1. Causes liées aux caractéristiques de la boue :

##### a- Pression au sein de la boue trop élevée:

Comme les venues, les pertes de circulation sont la conséquence logique et directe d'un déséquilibre de pression existant ou créée, momentanée ou permanente, entre le milieu traversé et les fluides utilisés en forage. Elles peuvent avoir une densité trop élevée ou une pression de refoulement (débit, caractéristiques rhéologiques) trop élevée.

Donc la raison principale des pertes de circulation est que la pression dans le puits dépasse la pression de couche.

##### b- Causes liées aux caractéristiques rhéologiques :

Une viscosité plastique et un yield-value trop fort entraînent à grande profondeur des pertes de charge élevées dans l'annulaire, facteur susceptible de provoquer une perte.

##### c- Causes liées à la thixotropie:

Une reprise de circulation ou une manœuvre trop rapide avec une boue à gel élevée provoque une surpression importante au fond. Il faut noter qu'à faible profondeur et dans le cas des pertes par infiltration dans les terrains de perméabilité moyenne, le maintien d'une thixotropie

élevée permet souvent l'arrêt des pertes. En effet, il y a colmatage des terrains en profondeur par la gelée d'une part et d'autre part, les pertes de charge dans l'annulaire sont négligeables pendant les premiers centaines de mètres fores en gros diamètre.

### **1-7-2. Causes liées aux caractéristiques de la formation:**

#### **a-Formation perméable:**

Les pertes ne peuvent être que partielles dans les milieux dont la forte perméabilité est due à des vacuoles ou des fissures de faible épaisseur.

Elles peuvent devenir totales si des coups dont la pression au fond du puits par la boue provoque l'élargissement des fissures.

#### **b-Formation naturellement fissurée:**

Une perte de boue est déclenchée au droit de ces formations (calcaire) dès que la pression de la colonne de la boue dépasse la pression de couche. Cette perte sera proportionnelle à la vitesse d'avancement dans la zone fracturée.

#### **c-Formation fracturée par la boue:**

Formation stratifiée (schiste), ces fractures sont provoquées par des surpressions provenant soit de la densité de la boue, soit d'une augmentation des pertes de charges dans l'espace annulaire.

#### **d- Formation cavernueuse :**

Elle se produit le plus souvent dans les calcaires présentant des cavernes suite au phénomène de dissolution et érosion. Ces pertes sont difficilement colmatables.

### **1-7-3. Causes diverses :**

#### **a-Surpression et dépression dues aux manœuvres trop rapides:**

Les articles qui regroupent des procédés de calcul et des expérimentations directes sur puits, mettent l'accent sur l'importance que peuvent atteindre ces surpressions et dépressions (5 à 50 Kg/cm<sup>2</sup>).

#### **b- Reprises brutales de pompage:**

Mise en marche brutale des pompes.

#### **C - Reformage systématique avant ajout de tige:**

Cette pratique a pour effet immédiat de supprimer les pertes de charges normales liées au débit et les surpressions dues à la manœuvre rapide. Pour conclure, nous disons que les pertes sont les conséquences de surpressions brutales (50% des cas) qui peuvent être évitées ou pour le moins minimisées.

La prise de conscience des valeurs possibles de ces surpressions et des méthodes qu'il convient de mettre en œuvre pour les réduire, constitue la meilleure approche d'une politique de prévention.

### **1-8. Précautions à prendre lors du forage des zones à perte : [6]**

- S'assurer que l'eau est disponible en quantité suffisante.
- Contrôler le forage (si possible) à raison d'un joint par heure.
- Se dégager du fond tous les 3 mètres de forage pour s'assurer d'un éventuel éboulement.
- Garder continuellement la tige en mouvement de translation (ramonage), pour faire remonter au maximum les cuttings.
- Garder une réserve de boue visqueuse prête à être pompée.

- Arrêter le forage et envisager de remonter en surface si des réparations s'avèrent de longue durée (exemple top drive, pompe de forage).
- Démarrer lentement les pompes et réduire au minimum la vitesse de descente de la garniture pour éviter le craquage de la formation.

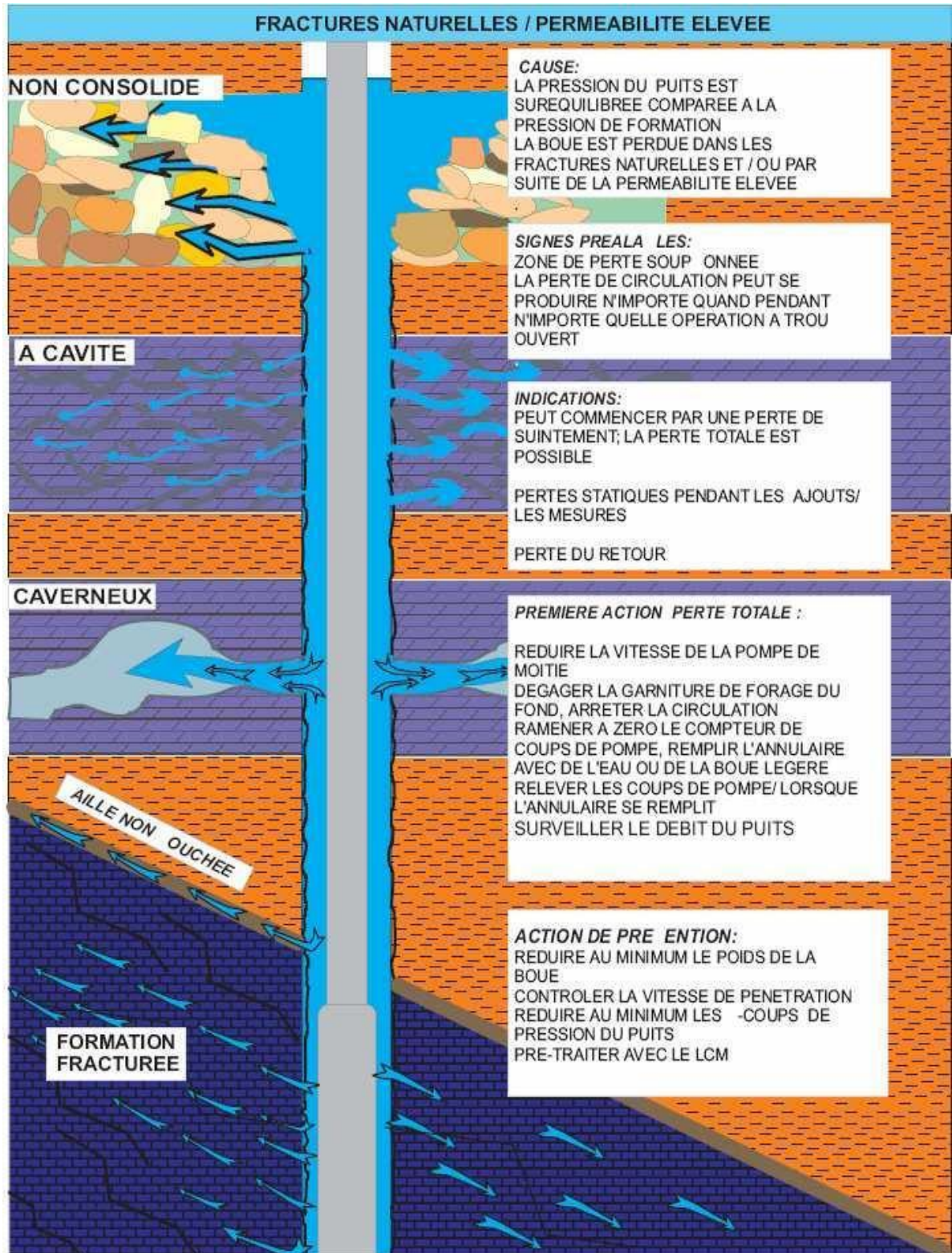


Figure 2.6: les causes de perte de circulation

## 2. Traitement des pertes en cours de forage :

Le premier remède consiste à pomper des produits colmatant afin de boucher les pores ou les fissures des formations à perte. [2]

Il existe une grande variété de colmatant dont on peut citer :

- Agents de colmatage dans la boue de forage
- Système de mixage en surface
- Système de mixage de fond

Selon l'importance du degré de la perte de circulation, on adopte une technique optimale appropriée à chaque cas.

### 2-1. Agents de colmatage dans la boue de forage:

Ces produits appelés également LMC (lots circulation matériel) sont ajoutés directement dans la boue.

Les L C M existent sous 4 formes :

- Granulaires
- Lamellaires
- Fibreux
- Gonflants

Ils sont plus ou moins efficaces en fonction de la dimension des fractures. Ils forment deux types de colmatage :

- Face à la formation aux abords du puits
- A l'intérieur de la formation

Le deuxième type de colmatage est recherché car il est permanent et difficile à détruire par le mouvement de la garniture.

Les colmatants granulaires sont préférables car ils pénètrent aisément dans la formation.

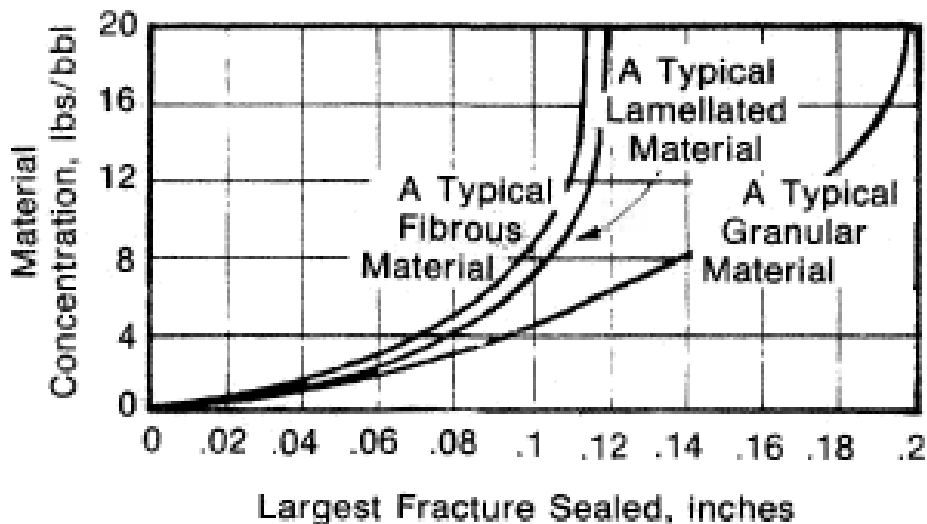


Figure 2.7 : comparaison de la capacité de colmatage avec les fractures

L'efficacité des colmatants granulaires dépend principalement de la distribution de la taille propre des particules.

Grandes particules → colmatage à l'intérieur des vides

Petites particules → colmatage du vide entre les grandes particules.

Ce procédé continue jusqu'à ce que l'espace des vides devienne plus petit que la dimension des particules solides dans la boue, le problème devient finalement une filtration.

Un mélange des grandes, moyennes et petites particules ou un mélange des grandes et petites particules sont souvent utilisés. Tels systèmes sont usuellement plus rentables avec un taux élevé de solide comme laitier de ciment.

La taille moyenne des particules du colmatant utilisé devrait, être égale ou supérieure au 1/3 de la taille moyenne des pores. De plus la concentration minimale des solides du colmatant doit être égale à 5% par volume de solide dans la boue après mixage.

Les colmatants fibreux sont mieux utilisés pour contrôler les pertes dans des formations poreuses avec haute perméabilité car ils sont capables de former une trame sur l'ouverture du pore. Cette dernière réduit la taille des ouvertures de la formation et permet aux particules colloïdales dans la boue de se déposer en formant un cake. Les colmatants floconneux ont le même procédé que les colmatants fibreux, ce qui donne un meilleur résultat quand le traitement de perle est effectué dans une formation poreuse et perméable. L'utilisation du mélange de colmatants granulaires, floconneux et fibreux est efficace pour résoudre le problème de perte de circulation dans les différents types de zones à perte.



MATERIAUX D'ETANCHEITE UTILISES POUR LES PERTES DE CIRCULATION				
Matériau	Type	Description	Concentration livres/bbl	Taille de la plus grande fracture bouchée (en pouces)
Coquille de noi	Granulaire	50 - 3/16 malle de 10 50 - 10 malle de 100	20	0 .4 .8 12 .16 .20
Plastique	Granulaire	50 - 3/16 malle de 10 50 - 10 malle de 100	20	0 .4 .8 12 .16 .20
Calcaire	Granulaire	50 - 3/16 malle de 10 50 - 10 malle de 100	40	0 .4 .8 12 .16 .20
Soufre	Granulaire	50 - 3/16 malle de 10 50 - 10 malle de 100	120	0 .4 .8 12 .16 .20
Coquille de noi	Granulaire	50 - 10 malle de 16 50 - 30 malle de 100	20	0 .4 .8 12 .16 .20
Percite dilatée	Granulaire	50 - 3/16 malle de 10 50 - 10 malle de 100	60	0 .4 .8 12 .16 .20
Cellophane	Laminé	Flocon de 3/4 de pouce	8	0 .4 .8 12 .16 .20
Sciure	Fibreu	Particules de 1/4 de pouce	10	0 .4 .8 12 .16 .20
Foin des prés	Fibreu	Particules de 1/2 de	10	0 .4 .8 12 .16 .20
Ecorce	Fibreu	Particules de 3/8 de pouce	10	0 .4 .8 12 .16 .20
Cosses de grain de coton	Granulaire	Fin	10	0 .4 .8 12 .16 .20
Foin des prés	Fibreu	Particules de 3/8 de pouce	12	0 .4 .8 12 .16 .20
Cellophane	Laminé	Flocons de 1/2 de pouce	8	0 .4 .8 12 .16 .20
Bois déchiqueté	Fibreu	Flocons de 1/4 de pouce	8	0 .4 .8 12 .16 .20
Sciure	Fibreu	Particules de 1/16 de pouce	20	0 .4 .8 12 .16 .20

Tableau 2-1: Les agents colmatant typiques

## 2-2. Système de mélange en surface:

### ➤ Bouchon de ciment :

Le laitier de ciment pur est très efficace pour résoudre le problème de perte par filtration ou de faible débit de perte avec l'avantage de donner une contrainte de compression finale très élevée. Le laitier avec des filtres limites peut être utilisé pour résoudre les pertes par filtration partielle ou totale. (Ce laitier contient un mélange d'argiles terre à diatomée et des colmatants). La taille des produits colmatants est augmentée avec la sévérité de la perte.

Le laitier de ciment de faible densité est utilisé généralement pour résoudre tous les problèmes de perte de circulation. L'avantage qu'il a de plus est de réduire la pression hydrostatique.

## 2-3. Système de mélange au fond:

Les systèmes mélangés au fond contiennent deux fluides ou plus qui, en faisant contact dans le découvert en face des zones à pertes, forment un bouchon visqueux. Il est pratiquement nécessaire d'éviter le mélange des fluides jusqu'à ce qu'ils soient devant la zone à perte par pompage d'un spacer ou par pompage d'un fluide par la garniture pendant que l'autre fluide est simultanément pompé par l'annulaire.

Ces systèmes ne conviennent pas avec les pertes totales ou le taux de déplacement actuel n'est pas connu, du fait de la difficulté de contrôler le mélange des fluides. Pour les pertes partielles, en utilisant un bouchon boue « diesel-oil bentonite » (M-DOB) à la place des LCMS.

Les bouchons M-DOB sont une combinaison d'huile et de bentonite. Ces mélanges sont appelés "gust plugs".

Quand ce mélange se met en contact avec l'eau ou avec une boue à base d'eau, une masse avec un gel élève est formée. Des bouchons tendres, moyens ou durs peuvent être formés en contrôlant les propriétés des composants. Le laitier de D.O.B. est pompé à travers les tiges et la boue par l'annulaire. Les inconvénients des bouchons M-DOB sont :

- Dégradation avec le temps
- Difficiles à appliquer pour les grands intervalles de temps.
- Impossible d'atteindre le taux de pompage réel par l'annulaire donc le degré de mélange ne peut être contrôlé quand la perte est très sévère.
- Aucune contrainte de compression n'est développée.

Pour augmenter la contrainte du gel des bouchons M-DOB on mélange un polymère soluble dans l'eau avec la bentonite dans l'huile. Au contact de l'eau, le polymère s'hydrate et l'argile gonfle pour former un bouchon de dureté permanente comme du ciment

## I. Etude du problème de perte de circulation :

### Cas de puits RNZ 125

#### 1. Types et paramètres de boue : [4]

Les boues de forage sont des fluides non newtoniens, mais visqueuses ou viscoplastiques (elles sont composées d'une phase solide et d'une phase fluide).

Les performances de forage ont considérablement évolué grâce aux progrès techniques sur la nature physico-chimique des fluides de forage.

#### Phase 26'' : (0 - 524m)

- **Paramètre :**

Type : Boue Bentonitique

MW (g/cm <sup>3</sup> )	PV (cp)	YP	FV (Sec)	EAU %	Solides %
1.05	11-12	43-49	69-79	97	3

Tableau 3.1. Paramètre de la boue phase 26''

MW: Mud Weight

PV: plastic viscosity

YP : yold point

FV : final viscosity

- **Calcul du volume de boue:**

$$V_T = V_S + V_{tr} + V_r \dots [1]$$

$V_S$  : volume de surface (m<sup>3</sup>).

$V_{tr}$  : volume de trou (m<sup>3</sup>).

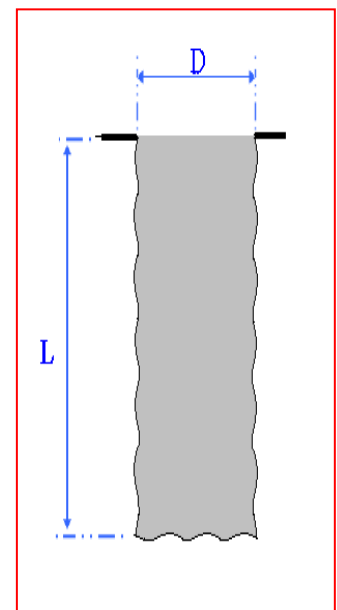


Figure. 3.1 : La 1<sup>ère</sup> phase

$V_r$  : volume de réserve (m<sup>3</sup>).

$V_T$  : volume total de boue (m<sup>3</sup>).

$$V_S = V_{goulotte} + V_{bac.Asp} + V_{bac.Déc} \dots [1]$$

$V_s$  : volume de surface (m<sup>3</sup>).

$V_{goulotte}$  : volume de goulotte (m<sup>3</sup>).

$V_{bac.Asp}$  : volume de bac d'aspiration (m<sup>3</sup>).

$V_{bac. Déc}$  : volume de bac de déc (m<sup>3</sup>).

$$V_{tr} = \left(\pi \frac{D^2}{4}\right) LK \dots [1]$$

D : diamètre du trou (m).

L : longueur du trou (m).

K : coefficient de la cavernosité (1.25)

$$V_{tr} = ((26 * 2.54 * 10^{-2})^2 / 4) * 3.14 * 524 * 1.25$$

$$V_{tr} = 224.25 \text{ m}^3$$

**Remarque :**

Dans la première phase (surface), puisqu'on a le risque de pertes totales de la boue, on prend :  $V_{tr} = V_r$

Donc :

$$V_r = 224.25 \text{ m}^3$$

$$V_T = 448.50 \text{ m}^3$$

**Phase 16'' : (524 - 1659m)**

• **Paramètre :**

Type : OBM Versadrill

MW (g/cm <sup>3</sup> )	PV (cp)	YP	FV (Sec)	Filtrat	Solides
1.20-130	14-17	16-20	47-51	10-12	70/30-82/18

Tableau 3.2. Paramètre de la boue phase 16''

• **Calcul du volume :**

$$V_T = V_S + V_{tr} + V_r \dots[1]$$

$V_S$ : volume de surface ( $m^3$ ).

$V_{tr}$ : volume de trou ( $m^3$ ).

$V_r$ : volume de réserve ( $m^3$ ).

$V_T$ : volume total de boue ( $m^3$ ).

$$V_{tr} = \left(\pi \frac{D_1^2}{4}\right)L_1 + \left(\pi \frac{D_2^2}{4}\right)L_2 K \dots[1]$$

$D_1$ : diamètre intérieur du casing ( $m^3$ ).

$D_2$ : diamètre du trou ( $m^3$ ).

$K$ : Coefficient de cavernosité = 1.25

$L_1$ : longueur du casing (m).

$L_2$ : longueur du trou (m).

$$V_{tr} = \left(\frac{47.3 \cdot 10^{-2}}{4}\right)^2 \cdot 3.14 \cdot 524 + \left(\frac{16 \cdot 2.54 \cdot 10^{-2}}{4}\right)^2 \cdot 3.14 \cdot 1134 \cdot 1.25$$

$$V_{tr} = 92.03 + 183.78 \text{ m}^3$$

$$V_{tr} = 275.81 \text{ m}^3$$

$$V_r = V_{tr}/2$$

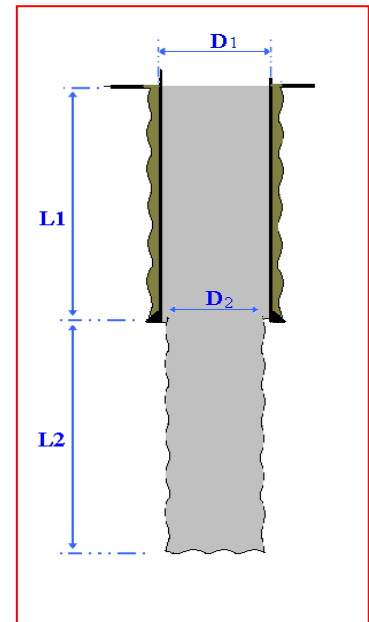


Figure. 3.2 : La 2<sup>ème</sup> phase

$$V_T = 413.72 \text{ m}^3$$

**Phase 12''1/4 : (1659 - 1889m)**

• **Paramètres :**

Type : OBM Versadrill

MW ( $g/cm^3$ )	PV (CP)	YP	FV (Sec)	Filtrat	H/E
1.70	26	14	69	10	89/11

Tableau 3.3. Paramètre de la boue phase 12 1/4''

• **Calcul du volume :**

$$V_T = V_S + V_{tr} + V_r \dots[1]$$

$$V_{tr} = \left(\pi \frac{D_1^2}{4}\right)L_1 + \left(\pi \frac{D_2^2}{4}\right)L_2 K \quad \dots[1]$$

$D_1$  : diamètre intérieur du casing ( $m^3$ ).

$D_2$ : diamètre du trou ( $m^3$ ).

$K$  : Coefficient de cavernosité = 1.25

$L_1$  : longueur du casing (m).

$L_2$  : longueur du trou (m).

$$V_{tr} = \left( (33.97 \cdot 10^{-2})^2 / 4 \cdot 3.14 \right) \cdot 1658 + \left( (12.25 \cdot 2.54 \cdot 10^{-2})^2 / 4 \cdot 3.14 \right) \cdot 231 \cdot 1.25$$

$$V_{tr} = 150.19 + 3.40 \text{ m}^3$$

$$V_{tr} = 153.59 \text{ m}^3$$

$$V_r = V_{tr} / 2$$

$$V_T = 230.39 \text{ m}^3$$

**Phase 8''1/2: (1889 m - 3166m)**

**• Paramètres :**

Type : OBM Versadrill

MW ( $g/cm^3$ )	PV (CP)	YP	FV (Sec)	Filtrat	H/E
1.37-1.44	17-18	11-14	48-50	5-5.5	93/07-94/06
<b>SIDE TRACK 1; @ 1867m.</b>					
1.37-1.40	18	12-14	51-52	4-4.8	94/06
<b>SIDE TRACK 2; @ 1890m.</b>					
1.39-1.40	16-26	9-22	45-72	3.2-10	93/07-94/06

Tableau 3.4. Paramètre de la boue phase 8 1/2''

**• Calcul du volume :**

$$V_T = V_S + V_{tr} + V_r \quad \dots[1]$$

$$V_{tr} = \left(\pi \frac{D_1^2}{4}\right)L_1 + \left(\pi \frac{D_2^2}{4}\right)L_2 K \quad \dots[1]$$

$D_1$  : diamètre intérieur du casing ( $m^3$ ).

$D_2$ : diamètre du trou ( $m^3$ ).

$K$  : Coefficient de cavernosité = 1.25

$L_1$  : longueur du casing (m).

$L_2$  : longueur du trou (m).

$$V_{tr} = \left( \frac{(24.45 \cdot 10^{-2})^2}{4} \cdot 3.14 \right) \cdot 1889 + \left( \frac{(8.5 \cdot 2.54 \cdot 10^{-2})^2}{4} \cdot 3.14 \right) \cdot 231 \cdot 1.25$$

$$V_{tr} = 88.65 + 7.27 \text{ m}^3$$

$$V_{tr} = 95.89 \text{ m}^3$$

$$V_r = V_{tr}/2$$

$$V_T = 143.84 \text{ m}^3$$

**Phase 6'': (3166 - 3899) m**

**• Paramètres :**

Type : OBM Versadrill

MW ( $g/cm^3$ )	PV (CP)	YP	FV (Sec)	Filtrat	H/E
1.30-1.40	15-24	08-20	43-64	3.8-7.6	86/14-96/04

Tableau 3.5. Paramètre de la boue phase 6''

**• Calcul du volume :**

$$V_T = V_S + V_{tr} + V_r$$

$$V_{tr} = \left( \pi \frac{D_1^2}{4} \right) L_1 + \left( \pi \frac{D_2^2}{4} \right) L_2 K$$

$D_1$  : diamètre intérieur du casing ( $m^3$ ).

$D_2$ : diamètre du trou ( $m^3$ ).

$K$  : Coefficient de cavernosité = 1.25

$L_1$  : longueur du casing (m).

$L_2$  : longueur du trou (m).

$$V_{tr} = (17.78 \cdot 10^{-2})^2 / 4 \cdot 3.14 \cdot 3166 + ((6 \cdot 2.54 \cdot 10^{-2})^2 / 4 \cdot 3.14) \cdot 733 \cdot 1.25$$

$$V_{tr} = 78.57 + 16.71 \text{ m}^3$$

$$V_{tr} = 95.28 \text{ m}^3$$

$$V_r = V_{tr} / 2$$

$$V_T = 142.91 \text{ m}^3$$

## 2. Objectifs du puits [4]

- ✓ RNZ-125 est un puits de développement, dans la région de Rhourde Nouss Centre.
- ✓ Optimisation de la production de gaz à condensât dans les Grès d'Ouargla et les Quartzites de Hamra.

## 3. Risques et conditions particulières de forage du puits RNZ-125

Etant donné que les puits les plus proches de RNZ-125 sont le RNZ-114, le RNZ-115 et le RN-108, nous avons cité tous les problèmes ayant affecté ces puits. [4]

- ✓ Risques de pertes totales de boue et d'éboulements dans les formations non consolidées du Mio-Pliocène et du Sénonien Carbonaté.
- ✓ Présence, dans le Lias Salifère, de sel et d'argiles fluentes peu virulentes.
- ✓ Risques de rencontrer le Trias Intermédiaire II en lentille gréseuse isolée à la pression initiale de 300 Kgf/cm<sup>2</sup>
- ✓ Risques de pertes partielles ou totales et venues de gaz à haut débit lors du forage des Grès de Ouargla
- ✓ Risques de pertes partielles ou totales et venues de gaz avec un haut débit lors du forage des Quartzites de Hamra.
- ✓ Zone de fractures probable entre 3350 m et 3420 m MD; Risques de pertes partielles ou totales de boue.
- ✓ Zone de fractures probable entre 3600 m et 3800 m MD ; Risques de pertes partielles ou totales de boue

## 4. Déroulement des opérations : [4]

- ✓ Le forage de RNZ125 ST-2 a été entamé.
- ✓ Les terrains morts ont été forés sans problèmes majeurs.
- ✓ La phase 8''<sup>1/2</sup> a été foré en dévié avec deux sidetrack.



- ✓ Inclinaison au sabot 7'' : 44,72°, KOP @ 2820m.
- ✓ La phase 6'' a été forée en dévié jusqu'au TD @ 3900m avec 75°.
- ✓ La phase complétion a été entamée

## **5. Problèmes majeurs rencontrés lors du forage de RNZ125 ST2:** [4]

- ✓ Pertes totale aux Argile Micro Conglomérâtes (23m<sup>3</sup>) et aux Gres d'Oued Saret (total volume 135m<sup>3</sup>).
- ✓ Pertes sévères de la boue au TAGI, Silurien B1 et argiles d'Azzel.
- ✓ Pertes sévères avant cimentation du casing 7'' (total: 120m<sup>3</sup>).
- ✓ Forage avec des pertes partielles a partir du top Trias Intermédiaire I jusqu'au silurien A1.
- ✓ Difficultés de faire des manœuvres dues aux tirages.

## **II. Etude d'un cas de perte total dans la phase 8 ½**

### **1. Evènements des Pertes totales et 1<sup>er</sup> coincement:** [4]

- ✓ Forage avec Power-V avec une densité de 1,44sg.
- ✓ Pertes partielles (200 liter/ hr) à partir de 2170m (top Trias Intermédiaire I).
- ✓ Perte totale dans le TAGI @ 2241m
- ✓ Perte de 11m<sup>3</sup> de boue a la cote 2323m (Silurien B1 @ 2258m).
- ✓ Coincement a cette cote après un tirage de 5T.

### **2. Actions prises et 1<sup>er</sup> sidetrack :** [4]

- ✓ Pompage de 6 bouchons d'acide (total 30m<sup>3</sup>) –sans succès-
- ✓ Deux Backoff électrique –sans succès-
- ✓ Backoff mécanique (Top Fish a 1905m, 16m du sabot 9'' 5/8)
- ✓ Tentative de continuer le repêchage avec Die Collar –sans succès-
- ✓ Deux Backoff électrique –sans succès-
- ✓ Bouchon de ciment et sidetrack avec Whipstock @ 1867m

**3. Evènements du 2<sup>ème</sup> coincement:** [4]

- ✓ Forage en sidetrack avec une densité de 1,37sg jusqu'à 2248m (19m dans le TAGI).
- ✓ Coincement a la cote 2150m lors de la remonté pour changement d'outil (20m dans l'Intermédiaire I)

**4. Actions prises et 2<sup>ème</sup> sidetrack :** [4]

- ✓ Tentative de décoincer avec une densité de 1.40sg.
- ✓ Pompage de 3 bouchons d'acide (total 15m<sup>3</sup>) –sans succès-
- ✓ Backoff mécanique (Top Fish a 1951m).
- ✓ Tentative de continuer le repêchage –sans succès-restriction au niveau de la fenêtre.
- ✓ Fraisage de la fenêtre.
- ✓ Bouchon de ciment et 2<sup>ème</sup> sidetrack.

**5. Répartition des NPT:** [4]

- ✓ Les terrains forés en 38 jours avec 5,66 jours d'NPT.
- ✓ La phase 8'' 1/2 a été forée en 207 jours avec 142 jours NPT (forage en 67 jours)
- ✓ La phase 6'' a été forée au TD 3900m en 44 jours avec 8,88 jours NPT
- ✓ La phase complétion en cours

**6. La densité adéquate pour forer la phase 8'' 1/2 :** [10]

- ✓ Risque de venue de gaz dans le Trias Inter. II, quelle est sa pression actuelle ? **300** Kg/cm<sup>2</sup> a 2115m, deq: 1,44sg.
- ✓ Risque de Pertes au niveau du TAGS et TAGI et les unités du Silurien.
- ✓ Quel type de LCM a utilisé ?
- ✓ Est il possible de cimenté ces endroits a pertes ?
- ✓ T.A.G.S  $\approx$  **170** Kg/cm<sup>2</sup> a 1947m, deq: 0,89sg.
- ✓ TAGI et Silurien  $\approx$  **162** Kg/cm<sup>2</sup> à 2274m, deq: 0,72sg

Well	MW (Started w/ - ended w/)	Problemes Rencontrés / Cause d'augmentation de la densité
RNZ-109	1,20sg - 1,38sg	* Gain de 2m3 au TAGS * Trips gaz et tirages lors des remontées
RNZ-114	1,10sg - 1,43sg	* Gain de 2m3 au TAGS
RNZ-115	1,20sg - 1,40sg	* no issue
RNZ-118	1,10sg - 1,34sg	* Trip gaz
RNZ-119	1,20sg - 1,37sg	* Trip gaz
RNZ-120	1,10sg - 1,42sg	* Coincement au DMK
RNZ-121 ST1	1,20sg - 1,37sg	* Coincement au Silurien B1, Backoff puis sidetrack
RNZ-122	1,25sg - 1,36sg	* Coincement au Silurien Arg. * Trip gaz
RNZ-123 ST1	1,20sg - 1,43sg	* Coincement au Silurien B1, Backoff puis sidetrack * Coincement au Gres d'Oued Saret

Tableau 3.6: Exemple de densité de quelques offset well

## 7. Recommendations: [9]

- ✓ Il est nécessaire de forer avec une densité de 1,37sg et ne l'augmenter qu'en cas de nécessité.
- ✓ Forage avec pompage systématique des LCM.
- ✓ Utilisation de top drive pour remonter en back reaming en cas de nécessité.
- ✓ Minimiser le temps de connections pour éviter des coincements par pression différentielle en face du TAGS et TAGI .
- ✓ En cas de perte, pomper un bouchon LCM et remonter au sabot pour éviter des coincements

8. PROFIL DU PUITS RNZ 125

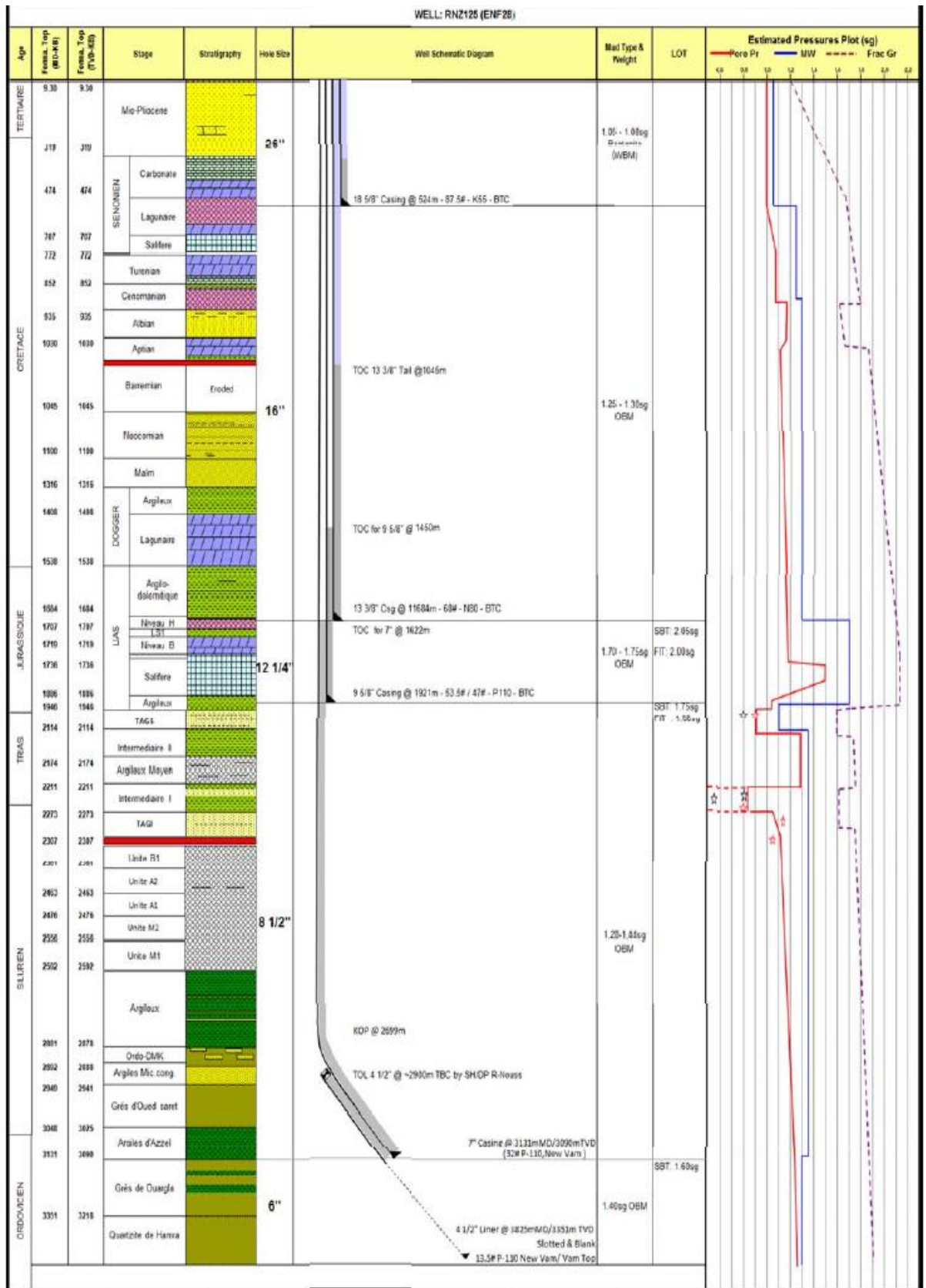


Figure 3.3 : Profil du puits RNZ 125 [9]

## **CONCLUSION**

Le travail établi nous a aidés à différencier les différentes pertes de circulation dans la phase réservoir dans le cadre du développement du champ de RHOURE NOUSS, essentiellement :

- ✓ Pertes sévères
- ✓ Pertes total

La meilleure solution que nous avons fait pour colmater les pertes de circulation c'est le Système de mélange en surface (bochonne de ciment)

Pour une meilleure prise en charge du problème des pertes de circulation au niveau du réservoir, et afin de travailler dans des conditions optimales, nous recommandons de :

- ✓ Connaître les zones traversées par des failles et leur pression de gisement.
- ✓ Minimiser la différence de pression entre le réservoir et le fond du puits qui doit être maintenue de telle façon à éviter l'intrusion des fluides de formations dans le puits d'un part et de minimiser le flux de filtration, d'autre part.
- ✓ Le bon choix pour placer le sabot pour éviter la fracturation en cas de circulation avec une boue requise.
- ✓ Maîtriser les paramètres de forage (ROP, débit, démarrage et l'arrêt des pompes, mouvements de la garniture...)

# Bibliographie

- [1] J.P.Nguyen, édition technique 1993, le forage ;
- [2] Thèse de doctorat CRD, perte de boue dans le TAG (HASSI Messaoud) ;
- [3] ENPM ; 2004 : Boue de forage .
- [4] Sonatrach ; 2015 mesurment et rapport journaliers ;
- [5] Sonatrach ;2004 : Module M1 , A.Slimani et M. Daddou,;
- [6] Djebari. H ; 2016 : cours Master 1 opérations spéciales, (U.K.M.O);
- [7] Djebari. H ; 2017: cours Master 2 terminologie, (U.K.M.O);
- [8] Djebari. H ; 2016 : cours Master 1 fluide de forage, (U.K.M.O);
- [9] Sonatrach ; 2015 : Drilling Program 2015 ;
- [10] Sonatrach ; 2015 : Rapport d'implantation –RNZ-125- Final ;
- [11] Sonatrach ; 2015 : Rapport d'implantation RASE-1 ;