

Université Kasdi Merbah Ouargla



Faculté des hydrocarbures des énergies renouvelables et sciences de la terre et de l'univers

Département de Forage et Mécanique de Chantier Pétrolier

MEMOIRE

Pour l'obtention du Diplôme de Master

Option: Forage

Présenté Par :

ARBAOUI Adil, ZAITOUT Lazhar, TOUATI Ali

-THEME-

Etude des Pertes de Circulation Partielles dans la phase $\lambda^{r/\lambda}$ dans le Champ de
Hassi Messoud
Application sur le puits : MDZ⁰⁹

Soutenue le : ٢٧ / ٠٥ / ٢٠١٤ devant la commission d'examen

Jury:

Président:	M.A.YACINE Abdesselam	Docteur	Univ. Ouargla
Rapporteur:	M. A. MECIBAH Ilyes	Docteur	Univ. Ouargla
Examineurs:	M.A.ZIARI Saber	Docteur	Univ. Ouargla

Dédicaces

Je dédie ce fruit de travail :

Ma très chère **mère** et **frères** qui m'a soutenu et contribué pleinement dans l'aboutissement et la réussite de mon parcours scolaire.

Je dédie également ce travail à la mémoire de mon cher oncle **ISMAIL** et cher défunte **père** et **grand père** que Dieu ait son âme et l'accueille en Son Vaste Paradis.

Mes dédicaces s'adressent également à mes chers frères **Aissa**, **RAHIDA**, **ALI**.... le petit **AYYA**. À toutes mes sœurs et à tous les membres de ma famille sur tout ma grande mère **FATMA**. Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis sur tout:

ALI, **AYOUB**, **HAMADA**, **AHMAD**, et les autres à l'université Kasdi Merbah Ouragla. Sans oublier **IBRAHIM**, **BOULARBAH**, **SASI**, **KAKOUR**, **Rachid**, **Ad**, **ELKADER**, **ZAKI**, **Bachir**.

A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon trinômes

ALI, **LAZHAR**



Dédicaces

Je dédie ce fruit de travail :

Ma très chère *mère* qui m'a soutenu et contribué pleinement dans l'aboutissement et la réussite de mon parcours scolaire.

Je dédie également ce travail à la mémoire de mon cher père et cher défunte

Lakhader et *Grand père* que

Dieu ait son âme et l'accueille en Son Vaste Paradis.

Mes dédicaces s'adressent également à mes chers frères *Mohamed, Fethallah*. À

toutes mes sœurs sur tous le petite: *Noor* et à tous les membres de ma famille sur

tout ma grande mère

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis sur tout:

Tahar Ahmed Mohammad Oussaid, Dhyya, cet les autres à l'université Kasdi

Merbah Ouragla. Sans oublie

Choayeb Rabah, Faki Jabr, Ayoub, Mokhtar, Moh. bahri, Sofian

À la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon Amour

Meriam. G

LAZHAR



Dédicaces

Je dédie ce fruit de travail :

Ma très chère *mère* qui m'a soutenu et contribué pleinement dans l'aboutissement et
la réussite de mon parcours scolaire.

Je dédie également ce travail à la mémoire de mon cher père et cher défunte

Lakhader et *Grand père* que

Dieu ait son âme et l'accueille en Son Vaste Paradis.

Mes dédicaces s'adressent également à mes chers frères *Makhlouf, Meftah*, À toutes
mes sœurs sur tous le petite: *Sonia* et à tous les membres de ma famille sur tout

ma grande mère

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis sur tout:

Amar, Alid, Abd alhamid, cet les autres à l'université Kasdi Merbah Ouragla. Sans
oublie *Chayeb, Rabah, Faki, Jabir, Ayoub, Mokhtar, Moh. bahri, Sofian*

À la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon

Ayoub

TOUATI ALI



Liste des Figures

Figure:	Page
Fig. I. 1 : Situation géographique du champ de Hassi Messaoud	02
Fig. I. 2(a): Situation du Puits MDZ 094	07
Fig. I. 2(b): Situation du Puits MDZ 094	08
Fig. I. 3. Programme prévisionnel du puits MDZ 094	10
Fig. I. 4. Profil du puits MDZ 094	11
Fig. I. 5. Circuit de boue	13
Fig. I. 6. Trou Phase $\wedge^{3/\wedge}$ "	14
Fig. II. 1. Carte du Champ HMD	29
Fig. II. 2. Quantification du Perte	31
Fig. II. 3. Mise en place du Bouchon de Ciment	33
Fig. III. 1. Situation du Puits MDZ 094	39
Fig. III. 2. Profil de Tubage du Puit	41
Fig. III. 3. Etat d'équilibre	44
Fig. III. 4. Circulation Inverse	46
Fig. III. 5. Déroulement de L'opération de Squeeze	48

Liste des Tableau

Tableau:	Page
Tab I. 1 : Les Puits Horizontaux Aux Verticaux Voisins	08
Tab I. 2 : Les Coordonnées LSA et UTM du puits MDZ ^{09ε}	09
Tab. II. 1. Formations susceptibles de perte	17
Tab. II. 2. Organigramme du Traitement des Pertes	37
Tab. II. 3. Organisation de décision pour Colmatage de Perte	38
Tab.III. 1. BHA Description	40
Tab.III. 2. Garniture pour pose de bouchon de ciment	41

Résumé:

Notre travail a pour objectif, d'étudier la perte de circulation partielle au niveau de la phase $\Lambda^{T/\Lambda}$ dans le champ Hassi Messaoud. La réalisation d'un forage pétrolier, d'huile ou de gaz est considérée comme un grand investissement, nécessitant à cet effet des travaux complémentaires et successifs ; réalisés par les spécialistes chacun selon ses compétences, dont la finalité est d'atteindre l'objectif visé qui est bien sûr la pénétration du réservoir dans les meilleures conditions techniques et de sécurité. Cependant, le forage d'un puits pétrolier dépend en grande partie de la boue de forage utilisée, le mauvais choix des caractéristiques de boue de forage conduit vers différents problèmes, amenant logiquement à des pertes de temps et d'argent, parmi ces problèmes citons la perte de circulation dans la phase $\Lambda^{T/\Lambda}$. En vue de bien éclaircir l'importance des pertes de circulation dans la phase $\Lambda^{T/\Lambda}$, on s'est intéressé dans ce travail, à analyser des pertes de circulation dans la phase $\Lambda^{T/\Lambda}$ au niveau du Trias Argileux Gréseux Hassi Messaoud. Des propositions de solution seront proposées à cet ancien problème, qui persiste dans la région de Hassi Messaoud. Par exemple le puits MDZ⁰⁹ξ le remède pour ce problème de perte dans ce cas sont l'injection d'un bouchon de ciment pour colmatage de cette perte.

Mots-clés : Hassi Messaoud, Trias argileux Gréseux, perte de circulation, phase $\Lambda^{T/\Lambda}$

La boue, Forage, MDZ⁰⁹ξ, bouchon de ciment, problème et solution.

Summary:

Our work aims to study the partial loss of movement in phase $\Lambda^{r/\wedge}$ "in Hassi Messaoud field . The realization of oil drilling , oil or gas is considered a great investment for this purpose requiring additional and successive work ; made by specialists according to their competence , whose purpose is to reach the goal which is of course the penetration of the reservoir in the best technical and security conditions . However, the drilling of an oil well depends largely on the drilling mud used the wrong choice of the characteristics of drilling mud leads to various problems , leading logically to loss of time and money , of these problems include loss of movement in the phase $\Lambda^{r/\wedge}$ " in order to clarify the importance of good circulation losses in the phase $\Lambda^{r/\wedge}$ ", we became interested in this work , analyzing losses circulation in phase $\Lambda^{r/\wedge}$ "at the Trais Clay sandstone Hassi Messaoud. Proposed solutions proposed for this old problem persists in the region of Hassi Messaoud . eg MDZ^{o q z} well the remedy for this problem of loss in this case is the injection of a cement plug for sealing the loss.

Keywords: Hassi Messaoud, sandy clay Trias, loss circulation, Phase $\Lambda^{r/\wedge}$ ",Mud Drilling, MDZ^{o q z} , cement plug , problem and solution.

ملخص :

تشتهر منطقة حاسي مسعود بحقل بترولي كبير واختلاف في مواده المكونة للبترول من حيث تركيز في خفته وحالاته الكيميائية والفيزيائية بالنسبة الي الدول المنتجة في العالم ويعرف كذلك باختلاف طبقاته الأرضية والجيولوجية حسب التقسيم العالمي الي طبقات الأرض نذكر منها الملحية ولا ملحية و الطيني (Argileux) و المستحاثات (Gréseux) ولهما دور في ضياع أو تسرب سائل الحفر (الوحد) في امتصاصه أو ترشيحه وذلك حسب مكوناته الكيميائية والفيزيائية الداخلة في تركيب الوحد من حيث الكثافة واللزوجة.....الخ.

وهذا الضياع يختلف حسب نسبته:

- الضياع الرشيحي. (وهذا ناتج عن ترشيح الطبقة الطينية للوحد و عودة الكمية المضخوخة)
 - الضياع الجزئي (النسبي) (وهذا ناتج عن ترشيح الطبقة الطينية للوحد الماء الداخل في تركيب الوحد و عودة الكمية المضخوخة غير كاملة)
 - الضياع الكلي (الكبير) (وهذا ناتج عن فجوات كبيرة (كهف جوفي) في الطبقة الطينية للوحد وعدم عودة الكمية المضخوخة أي انخفاض كلي في منسوب أحواض الوحد في الأعلى)
- وفي هذه الدراسة نتطرق الي الضياع الجزئي في سائل الحفر (الوحد) في الطبقة الطينية على عمق ٣٢٨٤ م وذات قطر انش $8 \frac{3}{8}$ في البئر MDZ٥٩٤

حيث لوحظ انخفاض في حوض سائل الحفر أثناء الحفر في الطبقة تم إيقاف عملية الحفر والبدء في معالجة المشكلة وذلك بعد عملية رفع عمود الحفر. وتوجد عدة طرق لحل المشكلة منها ضخ كمية من الاسمنت في البئر المدروس وذلك من اجل انسداد مسامات الطبقة وبناء جدار البئر بعد مدة من الزمن وذلك من اجل تصلب الاسمنت أي استمرار في عملية الحفر .

Sommaire

Introduction	01
Chapitre I: Généralités Sur le Champ de HMD	
I.1. Situation géographique du champ de HMD	02
I.2. Cadre géologique	02
I.3. Description de la série stratigraphie.....	03
I.4. Situation géographique du puits MDZ ⁰⁹	07
I.5. Objectifs Opérationnels	09
I.6. Programme prévisionnel	10
I.7. Profil du puits	11
I.8. Programme boue	12
Chapitre II: Généralités Sur Perte Circulation	
II.1. Pertes de circulation	10
II.1.1. Définition	10
II.1.2. Types de pertes de circulation	10
II.2. Effets nuisibles des pertes sur les opérations de forage	10
II.3. Formation susceptibles des pertes	16
II.4. Les causes de perte de circulation :	18
II.4.1. Causes liées avec les caractéristiques de la boue	18
II.4.1.1. Pression au sein de la boue trop élevée.....	18
II.4.1.2. Causes liées avec les caractéristiques rhéologiques.....	19
II.4.1.3. Causes liées à la thixotropie	19
II.4.1.4. Causes liées avec les caractéristiques de la formation	19
II.4.1.4.1. Formations perméables	19
II.4.1.4.2. Formations naturellement fissurées.....	19
II.4.1.4.3. Formations fracturées par la boue	19
II.4.1.4.4. Formations cavernueuses	19
II.4.1.5. Causes diverses	20
II.5. Indications de perte	20
II.5.1. perte partielle	21
II.5.2. perte totale	21
II.6. Les précautions à prendre lorsqu'on fore avec perte.....	21
II.7. Colmatage des pertes de circulation	22
II.7.1. Classement des colmatants	22
II.7.1.1. Agents de colmatage de la boue de forage	22
II.7.1.2. Système de mélange en surface	24
II.7.1.3. Bouchon de ciment	24
II.7.1.4. Mise en place d'un bouchon de ciment	25
II.7.1.5. Système de mélange au fond	26
II.7.2. Perte de circulation durant la cimentation	26

II. V. 3. Les produits colmatants pour le laitier de ciment	26
II. V. 4. Les procédures pour résoudre le problème des pertes.....	27
II. A. Procédure de colmatage des pertes dans le traie argileux gréseux	29
II. A. 1. Actions préventives conditionnement de la boue	29
II. A. 2. Actions curatives au déclenchement de la perte	30
II. A. 2. 1. Pertes partielles	30
II. A. 2. 1. 1. Qualification des pertes et détermination de la pression d'injection dans la Formation.....	30
II. A. 2. 1. 2. Mise en place du bouchon de ciment.....	31
II. A. 2. 1. 3. Squeeze du ciment	33
II. A. 2. 1. 4. Réforage ciment	33
II. A. 3. Les mesures possibles pour empêcher les pertes.....	30
II. A. 4. Caractéristiques des laitiers destinées pour bouchon de ciment	30
II. A. 5. Bilan des volumes	30
Chapitre I: Généralités Sur le Champ de HMD	
III. 1. Perte partielle au niveau du puits MDZ 094	39
III. 1. 1. BHA	40
III. 1. 2. Architecture du puits	48
III. 1. 4. Données sur la boue de forage	48
III. 1. 5. Paramètre de forage	49
III. 1. 6. Caractéristique de bouchon laveur	42
III. 1. 7. Caractéristique bouchon de ciment	42
III. 1. 8. Calcul du temps de pose du bouchon	43
III. 1. 8. 1. Temps d'injection du bouchon	43
III. 1. 8. 2. Temps de chasse	44
III. 1. 8. 2. 1. Calcul de volume intérieur des tiges	44
III. 1. 8. 2. 2. Calcul de volume de laitier à l'intérieure tige	44
III. 1. 8. 3. Temps de manœuvre.....	40
III. 1. 8. 4. Temps de circulation inverse.....	46
III. 1. 8. 5. Temps de sécurité.....	47
III. 1. 9. Squeeze de ciment.....	47
III. 1. 9. 1. Déroulement de l'opération.....	47

Conclusion	49
-------------------------	----

Bibliographie

Annexe

Introduction

INTRODUCTION

Pendant la réalisation d'un forage, des difficultés de tout ordre peuvent surgir et retarder l'avancement du forage. Parmi les problèmes rencontrés lors du forage, et qui ont une grande influence sur les plans économiques et techniques, il y a des raisons géologiques suivies par des complications telles que l'éboulement des parois; l'éruption d'eau, de pétrole ou de gaz; le rétrécissement ou déviation du trou et la perte de boue en circulation.

Les pertes de circulation sont un problème qui se manifeste souvent dans l'une des phases de l'architecture du puits. Dans les champs de Hassi Messaoud, le forage de phase $\Lambda^{\tau/\wedge}$ est assez problématique à cause des pertes de circulation .celles-ci retardent parfois considérablement l'avancement du forage et nécessitent des remèdes assez coûteux. Notre cas d'étude représenté par le puits **MDZ^o94** foré par **ENF¹6**

Chapitre I

Généralités Sur Le Champ De \mathbb{HMD}

I. 1. Situation géographique du champ de HMD :

Le champ de Hassi Messaoud est considéré comme l'un des plus grands gisements dans le monde. Il fait partie d'un ensemble de structures formant la partie Nord de la province Triasique, et se situe à environ 80 km au Sud-Sud-Est d'Alger, à 180 km au Sud-Est du gisement de gaz-condensat de Hassi R'Mel et à 300 km à l'Ouest de la frontière tunisienne (Fig. 1). Il s'étend sur 2000 km².

Il est encadré par les latitudes 31° 30' et 32° 00' et les longitudes 0° 40' et 1° 20'.



Fig.I. 1. Situation géographique du champ de Hassi Messaoud

I. 2. Cadre géologique :

Par rapport aux gisements, le champ de Hassi Messaoud est limité:

- au Nord-Ouest par les gisements de Ouargla (Guella, Ben Kahla et Haoud Berkaoui) ;
- au Sud-Ouest par les gisements d'El Gassi, Zotti et El Agreb ;

- au Sud-Est par les gisements Rhourde El Baguel et Mesdar.

Le môle de Hassi Messaoud est le résultat d'une histoire paléotectonique assez compliquée, c'est le prolongement de la dorsale d'Amguid El Biod de plus de 100 km de long. Sa structure fait partie d'un ensemble de structures formant la province triasique Nord orientale.

Géologiquement, il est limité :

- à l'Ouest par la dépression d'Oued Mya ;
- au Sud par le môle d'Amguid El Biod ;
- au Nord par la structure Djammâa-Touggourt ;
- à l'Est par les haut-fonds de Dahar, Rhourde El Baguel et la dépression de Ghadames.

Le champ de Hassi Messaoud est divisé en deux parties distinctes : le champ Nord (ex CFPA) et le champ Sud (ex SN REPAL), chacun ayant sa propre numérotation.

I.5. Description de la série stratigraphie:

La série stratigraphique du champ de Hassi- Messaoud est représentée de haut en bas par les formations suivantes:

I.5.1. Cénozoïque :

- **Mio-pliocène:** (140 m d'épaisseur)

Présent sur toute la superficie du champ, il est constitué par : Sable blanc avec fines passées d'argile brune rouge, tendre à pâteuse. Calcaire blanc, crayeux, tendre avec passées d'argile versicolore. Marne gris brun, fortement sableux.

- **Éocène :** (120 m d'épaisseur) Constitué de : Argile brune rouge, fortement sableuse. Marne et fines passées d'anhydrite blanche. Calcaire dolomitique crayeux, avec parfois des rognons de silex.

Nota : Ces deux couches renferment un complexe aquifère à la limite de sa potabilité.

I.5.2. Mésozoïque :

I.5.2.1. CRÉTACÉ :

- **Sénonien** : constitué de deux niveaux :

Carbonate : (100 m d'épaisseur)

Il est constitué de calcaires blancs à blanc beige, microcristallins et durs, de dolomies grises à gris clair, parfois cristallines et dures et d'anhydrites blanches, pulvérulentes et parfois massives.

Lagunaire : Niveau représenté par deux unités à faciès lagunaire:

La première *Anhydritique*, d'une épaisseur moyenne de 110 m, est composée d'anhydrite blanche, cristalline, de dolomie moyennement dure, de marne et de calcaire argilo dolomitique.

La deuxième *Salifère*, d'une épaisseur moyenne de 140 m, est constituée de sel massif blanc transparents à translucides à traces d'anhydrite.

- **Turonien** : (70 à 120 m d'épaisseur)

Ce sont des formations carbonatées, constituées de calcaire, craie, dolomie et quelques niveaux argileux.

Nota : Il contient un aquifère représenté par des eaux à odeur sulfurée, utilisé pour l'injection. Ces eaux sont produites par pompage et utilisées pour le maintien de pression par injection d'eau. Leur salinité est de 210 g/l et leur densité est de 1,13.

- **Cenomanien** : (140 m d'épaisseur)

Constitué par des bancs d'anhydrites blanches, transparentes, microcristalline et dures, de marnes argileux gris à gris verdâtre et carbonatées par endroits, de dolomies grises à gris brun, crypto cristallines et dures, puis d'un banc de calcaire blanc, tendre, microcristallin.

- **Albien** : (300 m d'épaisseur)

Il est représenté par des grès et sables fins avec intercalations d'argile silteuse.

Nota : Il renferme un aquifère d'eau douce utilisée pour l'injection et les besoins généraux.

- **Aptien** : (200 m d'épaisseur)

Représenté par des calcaires blancs à gris blanc, parfois beiges, microcristallins et durs et de dolomies blanches à beiges, cristallines et dures à moyennement dures. Les deux bancs encadrent un niveau argileux.

- **Barrémien** : (280 m d'épaisseur)

Représenté par des grès blancs à beiges, parfois gris blanc, fins à moyens, localement grossiers, friables et silico-argileux, de dolomies grises, cristallines et dures et d'argiles versicolores, silteuses, tendres à indurées et légèrement carbonatées.

- **Néocomien** : (180 m d'épaisseur)

Représenté par des argiles grises à grises vertes, localement brunes rouges, silteuses et légèrement dolomitiques et de grès blancs, translucides, friables, très fins à fins, sub-arrondis et silico-argileux. 2.2 I.3.2.2. **Jurassique** :

- **Malm** : (220 m d'épaisseur)

Constitué d'anhydrites blanches, beiges, pulvérulentes, rarement micro-cristallines et dures, d'argiles rouge-brique à grises, tendres à indurées et silteuses, de calcaires gris-blanc à gris, cristallins et moyennement durs, de dolomies grises à grises blanches, micro-cristallines et dures.

Nota : Il contient un aquifère d'eau potable de salinité de 20 g/l.

- **Dogger** : Représenté par deux niveaux :

Argileux : (100m d'épaisseur). Argiles brunes rouges, grises à grises vertes, silteuses et tendres à indurées et de calcaires blancs à gris-blancs, tendres et crayeux

Lagunaire : (200m d'épaisseur). Anhydrites blanches, pulvérulentes, massives et dures à moyennement dures, de calcaires gris à gris-blanc, argileux et tendres à moyennement durs, d'argiles grises claires à grises foncées, parfois brunes rouges, tendres et indurées, de silts blancs à gris-clair, tendres et de marnes gris-vert à gris, tendres.

• **Lias** : (300m d'épaisseur). Il est représenté par cinq niveaux :

LD¹ : Argiles grises claires à grises vertes, parfois brunes rouges, tendres, indurées et légèrement carbonatées, de calcaires dolomitiques gris à gris-blanc, argileux, tendres à moyennement durs, de dolomies grises, parfois beiges, tendres à moyennement dures et d'anhydrites blanches, pulvérulentes et cristallines (60m d'épaisseur).

LS¹ : Sels blancs à rosâtres, transparents à translucides, massifs et durs, d'anhydrites massives, blanches, pulvérulentes, tendres à dures, d'argiles brunes rouges, parfois grises, tendres et légèrement carbonatées et de calcaires dolomitiques gris-beige, micro-cristallins et tendres (90m d'épaisseur).

LD² : Argiles brunes rouges, rarement grises, tendres et pâteuses et de dolomies grises, parfois beiges, tendres à moyennement dures renfermant des eaux chlorurées calciques ; (50m d'épaisseur).

LS² : Sels massifs blancs et rosâtres, transparents à translucides et d'argiles brunes rouges, tendres, indurées et légèrement carbonatées, (60m d'épaisseur).

LD³ : Argiles grises claires, tendres à indurées et légèrement carbonatées et de calcaires dolomitiques gris à gris-blanc, micro-cristallins, argileux et durs (30m d'épaisseur).

I.3.2.3 Trias : Représenté par quatre niveaux :

• **Salifère** : Subdivisé en trois horizons :

TS¹ : D'une épaisseur de 40m, ce niveau est représenté par des sels massifs, des passées d'anhydrite, et des intercalations d'argile dolomitique.

TS² : Sels blancs, rosâtres, massifs et transparents, argiles grises à grises foncées ou brunes rouges, silteuses, tendres à indurées et anhydrites blanches à grises beiges, massives et pulvérulentes,
(100m d'épaisseur)

TS³ : Sels blancs à rosâtres, transparents à translucides, massifs et argiles brunes rouges, rarement grises, silteuses, pâteuses et indurées, (200m d'épaisseur).

Nota : Les horizons TS² et TS³ sont le siège de manifestations d'argiles fluantes.

- **Argileux** : Argiles plus ou moins silteuses, dolomitiques et anhydritiques avec des intercalations de bancs de sel au sommet (113m d'épaisseur).
- **Gréseux** : Grès gris-clair à gris, rarement blancs, très fins à fins, friables et argileux, argiles brunes rouges, rarement grises, silteuses, tendres à indurées et quelques traces de glauconie. Ils se subdivise en plusieurs unités qui se différencient par leurs lithologies et leurs réponses diagraphiques (30m d'épaisseur)
- **Éruptif** : Andésites blanches, vertes, localement altérées, multicolores et dures, grès gris-blanc, isométriques, siliceux à silico-argileux et parfois quartziques ainsi que des argiles brunes rouges à gris sombre indurées et silteuses (0 à 93m d'épaisseur)

Les terrains du Trias argilo-gréseux (TAG) sont le siège de zones à pertes plus ou moins virulentes selon la position où l'on se trouve sur le champ.

Le Trias repose en discordance directement sur le Cambrien au centre de la structure et sur l'Ordovicien au niveau des zones périphériques.

I. 3. 3. Paléozoïque:

- **Ordovicien** : Dans sa représentation la plus complète il est constitué de quatre termes :

Les quartzites d'Hamra : (12 à 30m d'épaisseur) quartzites localement grossières, présentant parfois des intercalations argileuses.

Les grès d'El Atchane : (20m d'épaisseur) grès fin à ciment argileux, bitumineux. Productifs sur OMJ 36.

Les argiles d'ElGassi : (00m d'épaisseur) argiles schisteuses, carbonatées, vertes et noires, glauconieuses ou carbonatées présentant une faune (graptolites) indiquant un milieu de dépôts marins. Cette formation est surtout rencontrée sur les zones périphériques du champ.

Zone des Alternances : (30m d'épaisseur) argiles indurées, alternant avec des bancs quartzitiques isométriques et de grès moyens à fins.

- **Le Cambrien** : Essentiellement constitué de grès hétérogènes, fins à très grossiers, entrecoupés de passées de siltstones argilo-micacés. On y distingue trois litho-zones R1, (Ri+Ra), R2 et R3.

Litho-zone R1 :

Ri : Correspond au réservoir isométrique. Il a été recoupé essentiellement à la périphérie du champ, là où la série est complète ; ce sont des grès quartzites isométriques moyens à fins à ciment argileux, avec de nombreuses passées silteuses. Il repose sur le Ra supérieur par une surface d'abrasion (00m d'épaisseur);

Ra : Représente le réservoir principal. Dans sa partie supérieure et moyenne (20 à 60 m d'épaisseur), il est formé de grès quartzites, anisométriques, moyens à grossiers, à ciment silico-argileux (5 % de kaolinite + illite) localement constitué de quartzites franches. Dans la partie inférieure s'intercalent, de manière irrégulière, des passées centimétriques de siltstones argileux(100 à 120 m d'épaisseur)

Litho-zone R2 : Est constitué de grès quartzites et quartzites gréseuses, moyens à grossiers, anisométriques, avec parfois des niveaux micro-conglomératiques, à ciment argileux assez abondant (illite). On note des intercalations millimétriques de silt (100 m d'épaisseur).

Litho-zone R3 : Repose sur l'Infracambrien, et parfois directement sur le socle granitique, c'est une série de comblement d'une épaisseur moyenne de 300 m, elle se compose de grès grossiers à micro-conglomérats feldspathique, les grains sont mal classés, le ciment est de nature argileuse avec parfois des zones à grès ferrugineux, et des intercalations d'argiles silteuses. Le "R3" ne présente aucun intérêt pétrolier.

• **L'infra-cambrien :**

Unité lithologique la plus ancienne reconnue au Nord de la structure par le forage OMG 45 à une profondeur de 492 m. Il est composé de grès argileux de couleur rouge (50 m d'épaisseur).

I.3.4. Le Socle :

Rencontré aux environs de la profondeur de 400 m, il est constitué essentiellement de granite porphyroïde de couleur rose à deux micas.(5)

I.4. Situation géographique du puits MDZ094 :

Le puits MDZ094 s'inscrit dans le cadre du développement du gisement de Hassi Messaoud, il est situé dans la périphérie Sud/Ouest de la zone 2X. Ce puits se trouve sur un bloc structural assez haut par rapport à l'ouest de cette interzone 1B/2X. Le puits MDZ094 a pour objectif le drain D2.(3)

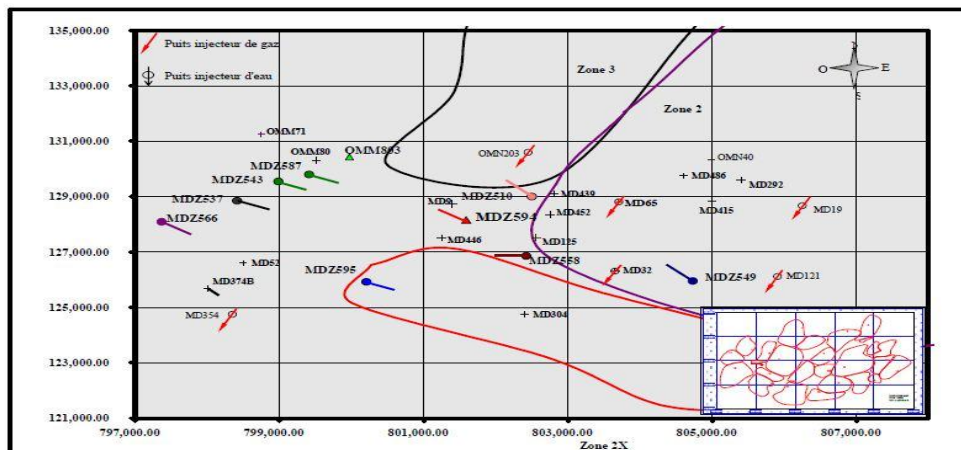


Fig.I. 2(a): Situation du Puits MDZ 094

Les coordonnées LSA et UTM sont illustrées dans tableau suivant :

	LSA	UTM
X	80 1091,88	77 300,08
Y	128106,887	2011277,97
Z.SOL	167,311	167,311
Z.TAB	176	176

Tab.I.02. Les Coordonnées LSA et UTM du puits MDZ094

MDZ094 a pour objectif le drain D ξ du réservoir, il est traversé une longueur de 1000 m (Vs est de l'ordre de 1200 m) suivant un azimuth 300° avec un diamètre de trou 6". Le puits sera foré en OBD. La pression de gisement est de 270 Kg/cm ψ .

Il sera réalisé comme suit :

- ❖ Pose du liner 6" à 3mVD dans le Ri [D \circ] soit à 3311mVD (top cambrien prévu à 3308mVD).
- ❖ Atterrissage au toit D ξ à 3332mVD à une inclinaison de 88°.
- ❖ Forage de 1000 m dans le D ξ selon un azimuth N 300°.
- ❖ Arrêt du forage à 3367mVD – 4401mMD, le SW60% est estimé à 3476mVD.

I.0. OBJECTIFS OPERATIONNELS :

- Zéro accident.
- Pas d'atteinte à l'environnement, nettoyage permanent de la plate forme.
- Forage de 4401mMD en 08,29 Jours. (Système d'intéressement à la performance).
- ROP général de 56,26 m/Jour.
- NPT global < 0%.
- Collecte des informations (données de forage) pour une optimisation future.
- Atteindre les Objectifs géologiques avec une "trajectoire régulière".(11)

I.1. Programme prévisionnel:

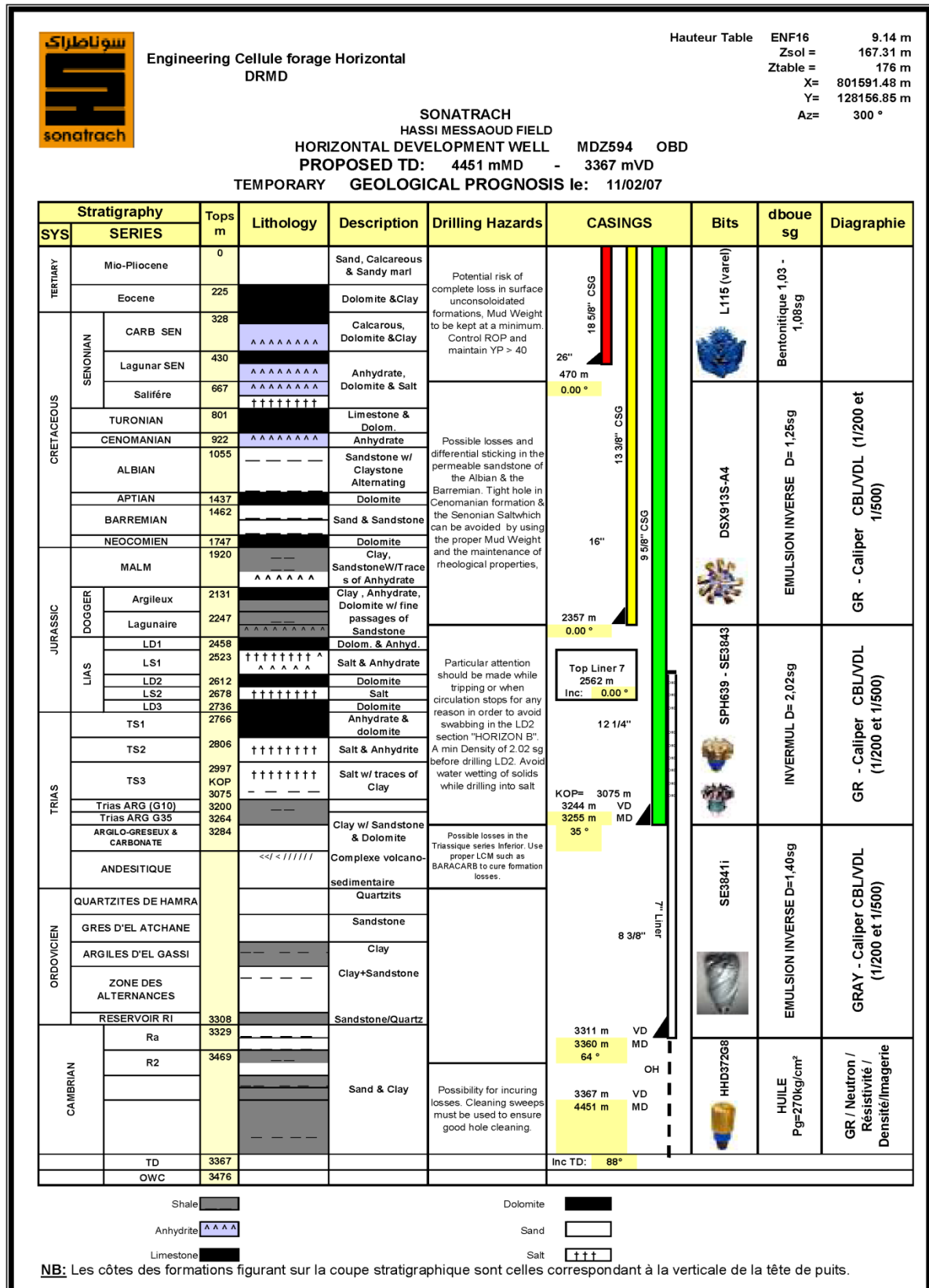


Fig.I.1. Programme prévisionnel du puits MDZ594

I.V.Profil du puits :

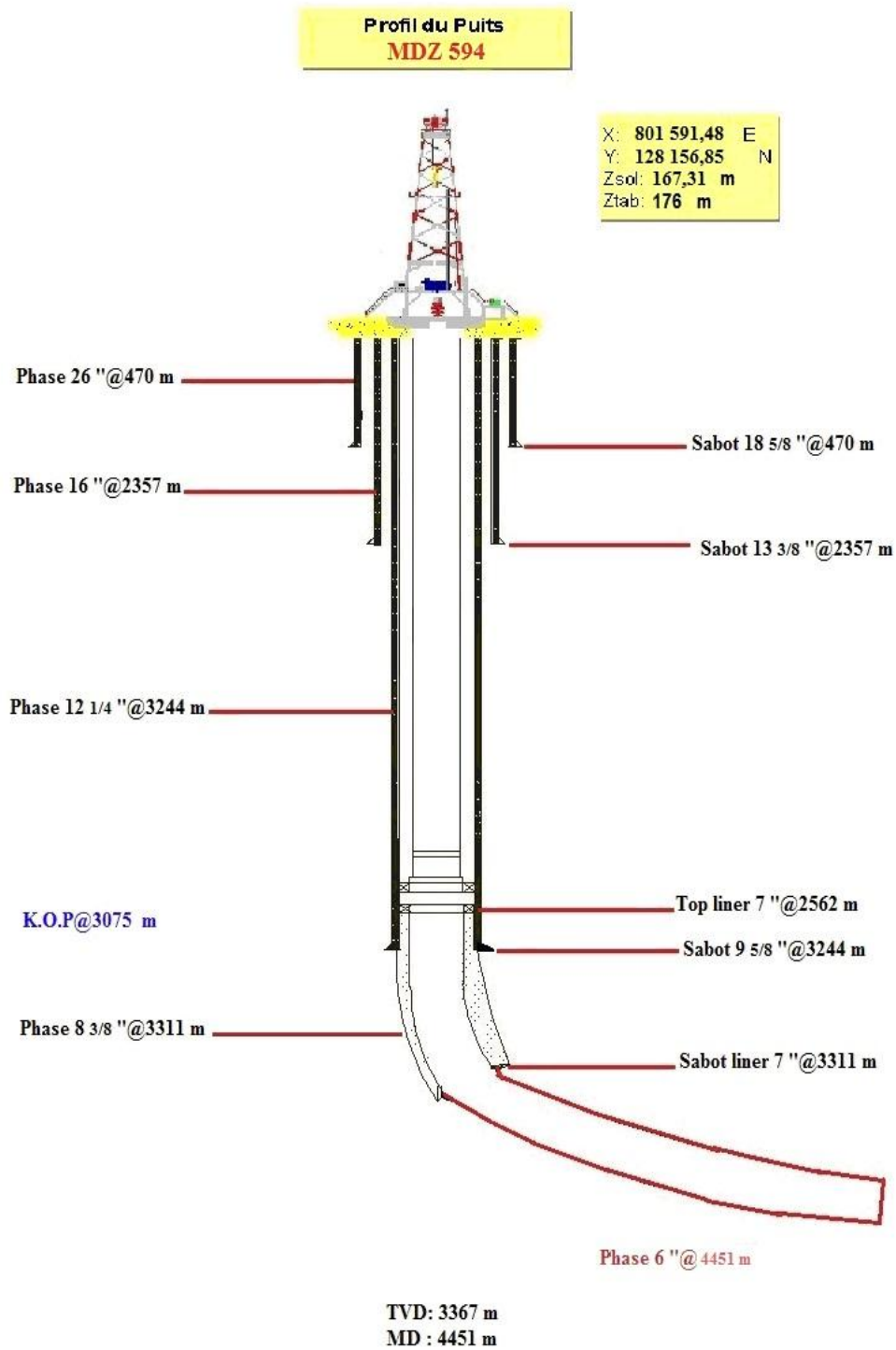


Fig.I. ٤. Profil du puits MDZ ٥٩٤

I.1. Programme boue :

L'établissement d'un programme de boue constitue une opération primordiale pour la réussite d'un forage. Il s'agit en effet de choisir les caractéristiques de la boue, afin qu'on puisse atteindre l'objectif dans les meilleures conditions techniques, économiques et de sécurité. Tout en respectant un certain nombre de données, l'architecture de puits et l'objectif du sondage.

Les fluides de forage doivent avoir des propriétés telles qu'ils facilitent, accélèrent le forage, favorisent ou tout au moins ne réduisent pas d'une manière sensible et permanente les possibilités de production des sondages. Un programme de boue a pour but de déterminer les types de boues offrant des qualités et des techniques adoptées aux exigences du forage considéré et au prix de revient le plus faible possible.

I.1.1. Les principaux rôles de la boue (Drilling Mud) :

- 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).

I.1.2. Classification des fluides de forage :

On classe habituellement les fluides en fonction de la phase continue et de la phase qui y est dispersée ; On distingue :

- Fluide de forage dont la phase continue est l'eau ;
- Fluide de forage dont la phase continue est l'huile ;

I.1.2.1. Fluide de forage dont la phase continue est l'eau :

Ces fluides sont constitués par trois phases distinctes :

- **Phase liquide** : elle représente l'eau, cette eau peut être douce ou salée, la salinité des fluides de forage dépend de la salinité de l'eau de fabrication ;
- **Phase colloïdale** : cette phase est constituée essentiellement par les argiles, ces derniers ont deux fonctions dont une est primaire qui représente la viscosité offerte par l'argile, et l'autre est secondaire telle la réduction de filtrat ;
- **Phase solide** : les solides ajoutés au fluide de forage telle que la barytine $BaSO_4$ (connu par le Baryte) mais aussi les sables, calcaires et dolomies sont des corps insolubles dans l'eau, ils n'agissent que par l'effet de masse ;

I.1.2.2. Fluide de forage dont la phase continue est l'huile :

Tous comme les fluides à base d'eau les fluides à bases d'huile sont constitués de trois phases :

- **Phase liquide** : l'huile peut être un huile raffinée ou de brut, et l'eau d'émulsion peut être douce salée ou salée saturée ;
- **Phase colloïdale** : les savons et les argiles qui donnent de la viscosité à la boue et qui réduisent son filtrat ;
- **Phase solide** : on ajoute le Baryte, carbonate de calcium, dolomie et les sables.....etc.

➤ **Circuit de boue** : Le circuit de boue est illustré par la figure suivante :

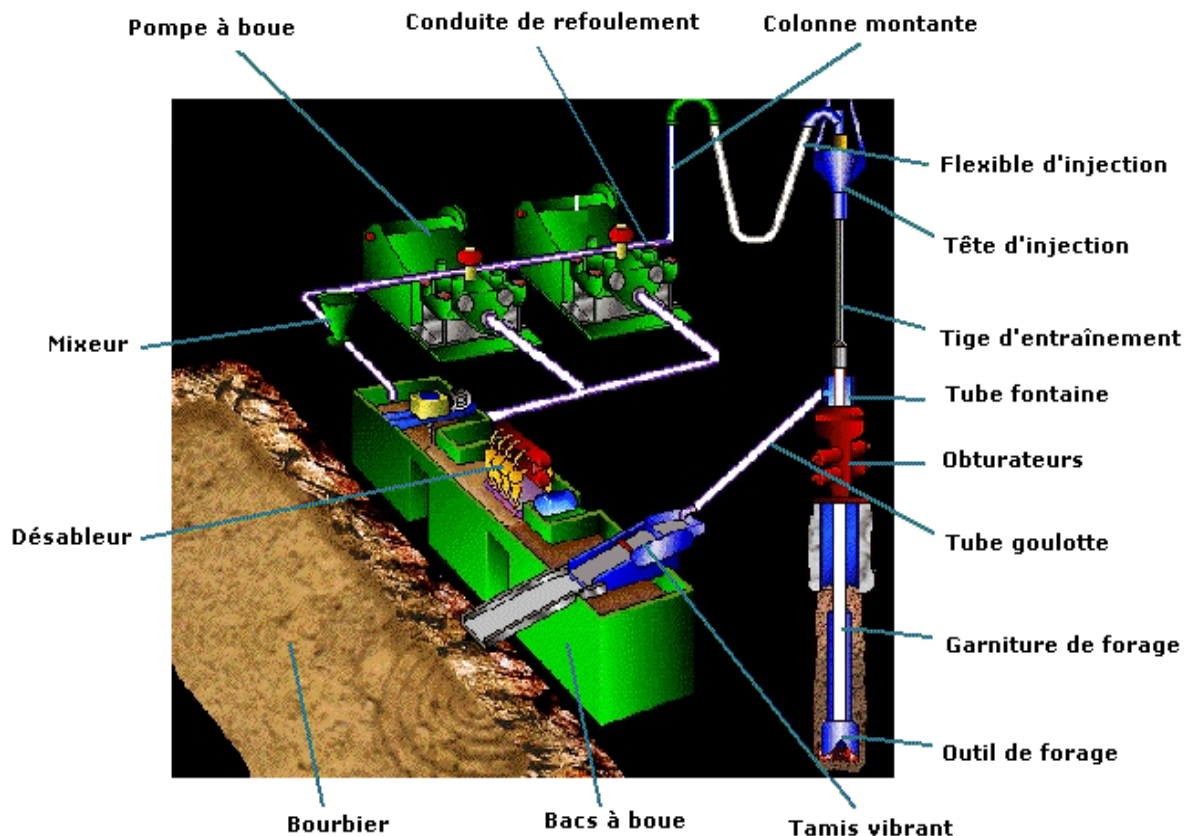


Fig.I.10. Circuit de boue

I.1.3. Programme technique de boue utilisée pour forer MDZ 094 :

➤ **La phase 1^{re} :**

- **Composition :**
 - Diesel..... 0.049 m³/m³
 - Eau..... 0.072 m³/m³
 - Invermul NT..... 9
 - EZ MUL NT..... 12
 - GeltoneII..... 5
 - Barablok..... 10

- Lime.....25
- Sel.....27.12kg/m³
- Baryte.....1422.19kg/m³
- **Propriétés :**
 - Densité.....1.40
 - Viscosité Marsh0.000seq/qt
 - Yp.....10.12lb/100ft
 - Viscosité plastique.....ALAP
 - Gels (1/sec/1min).....1/12
 - FL HT HP 200°F/0.0psi.....<10
 - NaCl % /eau.....26
 - Stabilité électrique.....>1000
 - Pb (cc. 1H₂SO₄).....2.20
 - Huile/eau.....90/10
 - Pourcentage des solides.....<0
- **But de choix de la boue :**
 - Densité plus élevée pour éviter le rétrécissement du trou ;
 - Densité plus élevée pour maintenir les fluides de formations en place ;
 - Boue a émulsion inverse pour éviter le gonflement des argiles.

Volume de boue :

V_T: volume total

$$1)V_T = V_S + V_{tr} + V_r$$

V_S : volume de surface

$$2)V_S = V_{goulotte} + V_{bac.Asp} + V_{bac.Déc}$$

$$V_S = 0 + 36 + 41.2 = 77.2 \text{ m}^3$$

V_{tr} : volume du trou.

$$3)V_{tr} = (\pi \frac{D_1^2}{4})L_1 + (\pi \frac{D_2^2}{4})L_2 K$$

D₁ : diamètre intérieur de tubage 9 5/8 = 0.216 m

D₂ : diamètre de l'outil 4 1/4 = 0.112 m

L₁ = 3311 m

L₂ = 49 m

K : Coefficient de cavernosité = 1.20

$$V_{tr} = [\pi (0.216)^2 / 4] \cdot 3311 + [\pi (0.112)^2 / 4] \cdot 49 \cdot 1.20$$

$$V_{tr} = 123.45 \text{ m}^3$$

V_r : volume de réserve

$$V_r = \frac{V_{tr}}{2} \text{ (risque de perte partielle)}$$

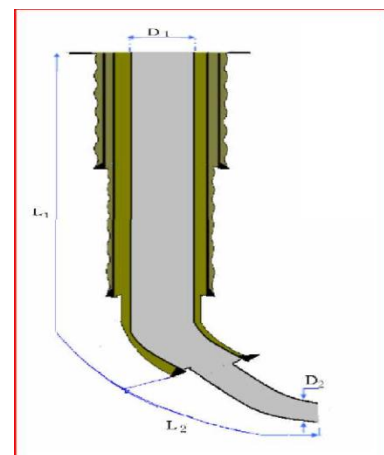


Fig.I. 6. Trou Phase 4 1/4 "

$$V_T = 123.45 + 123.45 + 77.2 = 324.1 \text{ m}^3$$

$$V_T = 324.1 \text{ m}^3$$

(10)+(11)

Chapitre II

Généralité Sur Perte Circulation

II.1. Pertes de circulation

II.1.1. Définition :

Les pertes de circulation sont la conséquence logique des déséquilibres de pression, existant ou créés, entre le milieu traversé et le fluide utilisé en forage.

Les pertes de circulation sont un problème fréquent qui se manifeste lors du forage des puits, elles 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 soit naturellement soit durant le forage. En se repérant au débit de retour on classe les pertes de circulation en trois types :

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

II.1.2. Types de pertes de circulation :

➤ Perte par suintement :

Cette perte est définie comme étant la perte de boue avec un débit inférieur à 10 barils par heure.

➤ Perte partielle :

Ce type de perte est fréquent dans les zones poreuses et perméable et lorsque la pression hydrostatique est supérieur à la pression de pores, le débit de perte de boue est environ 10 barils par heure .on constate une diminution de débit de retour mais pas un arrêt de retour.

➤ 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 cavernueux, fissurés et les terrains fracturés par la boue de forage.

II.2. Effets nuisibles des pertes sur les opérations de forage :

II.2.1. Trou de surface :

- Problème de nettoyage du trou ;
- Affaissement du terrain ;
- Coincement des tiges ;
- Eruption du puits ;
- Perte de puits.

II.2.2. Trou intermédiaire :

- Perte de surveillance du niveau de fluide ;
- Problème de nettoyage du trou ;
- Affaissement du terrain ;
- Temps d'exposition du trou de puits augmenté ;

- Tige coincée ;
- Eruption de puits ;
- Soufflage souterrain ;
- Garniture de forage supplémentaire.

II.2.3. Trou de production :

- Perte de surveillance du niveau de fluide ;
- Perte d'évaluation de formation ;
- Problèmes de nettoyage du trou ;
- Affaissement du terrain ;
- Temps d'exposition du trou de puits augmenté ;
- Coincement des tiges ;
- Eruption de puits ;
- Eruption souterraine ;
- Garniture de tubage supplémentaire ;
- Dommages de la zone de production.

II.3. Formation susceptibles des pertes :

Il existe quatre catégories de formation offrant des possibilités de pertes, ce sont par ordre de gravité croissant :

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

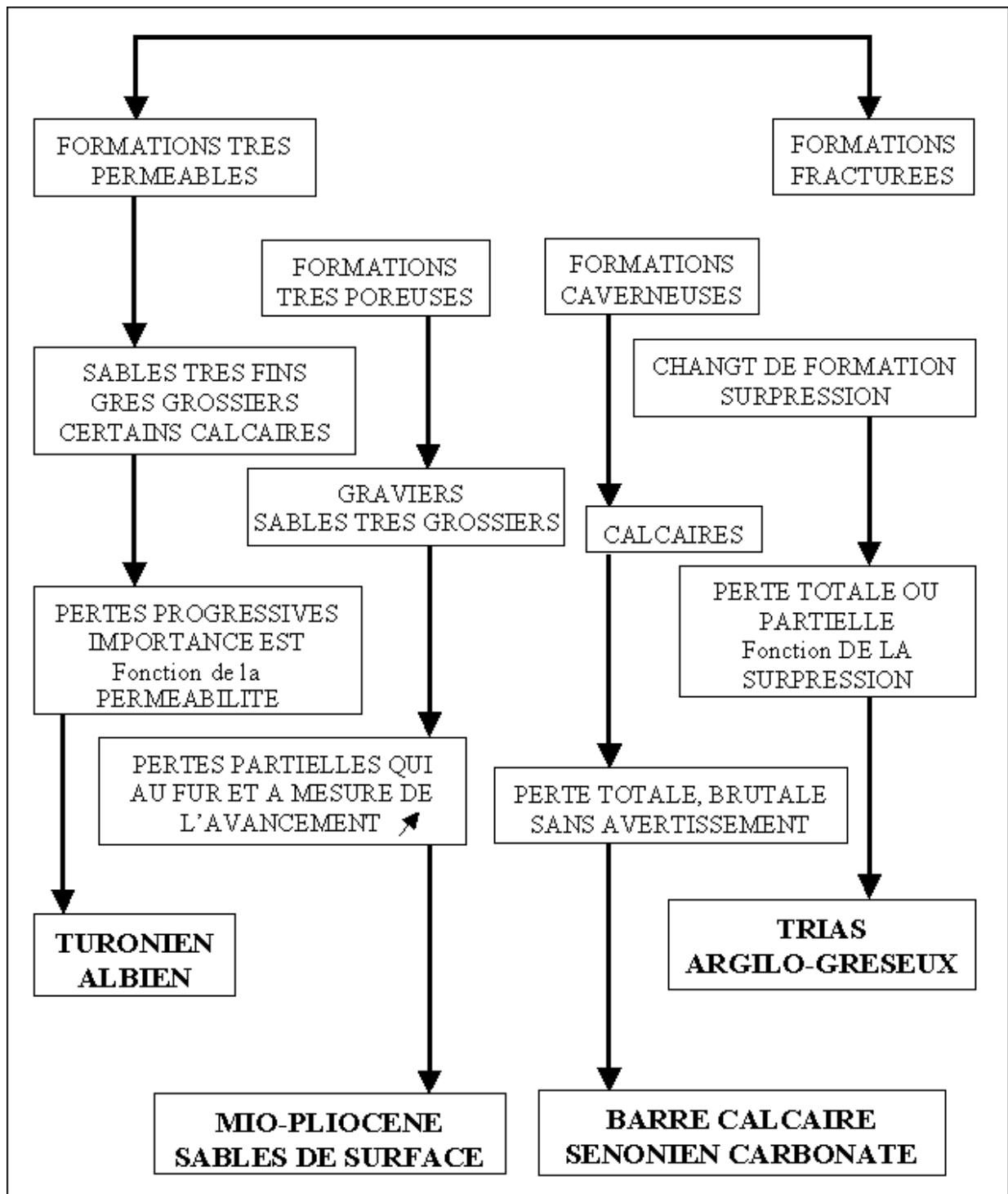


schéma II. 1. Formations susceptibles de perte

II. 1. 1. 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.

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 compactés.
- 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.

II.3.3. Les formations fracturées naturellement :

Certaines couches rocheuses sont souvent fissurées par suite des pressions de compaction dues à l'enfouissement (pression géostatique). Ce type de fracture existe lorsqu'il y a un changement brutal de dureté des formations successives (roche carbonatées et les roches volcaniques).

II.3.4. Les formations fragiles :

Elles sont sensibles aux fractures provoquées. Ce sont préférentiellement des terrains de faible structure comme les argiles. Ces terrains sont influencés par la pression hydrostatique de la boue de forage. Ce qui provoque des pertes partielles même parfois totales.

II.3.5. Les formations cavernieuses :

Elles se présentent surtout en terrains calcaires par suite du phénomène de passage d'eau et la dissolution en créant du vide. Dans ces zones cavernieuses, les chemins de passage du fluide sont généralement de très grande surface et constituent soit des cavités, soit des crevasses, soient des canaux. Dans ce type de formation le volume de perte peut être trop grand en fonction de la liaison des fissures.

II.4. Les causes de perte de circulation :

II.4.1. Causes liées avec les caractéristiques de la boue :

II.4.1.1. Pression au sein de la boue trop élevée:

Les pertes de circulation sont la conséquence logique et directe d'un déséquilibre de pression existant ou créé, momentané ou permanent, entre le milieu traversé et les fluides utilisés

en forage. Ceci peut être soit d'une densité trop élevée, soit d'une pression de refoulement (débit, caractéristique rhéologique) trop élevée.

Donc la raison principale des pertes de circulation est que la pression dans le puits dépasse la pression de couche compte tenu de la résistance de milieu poreux au mouvement du fluide de circulation dans la couche .

II.4.1.2.Causes liées avec les caractéristiques rhéologiques :

Une viscosité plastique et un yield-value trop forte entraînant à grande profondeur des pertes de charge élevées dans l'annulaire, ce qui augmente la pression de fond et crée un déséquilibre de pression et provoque les pertes par fracturation ou par filtration.

II.4.1.3.Causes liées à la thixotropie(voir la page 24):

Une reprise de circulation ou une manœuvre trop rapide avec une boue à gel élevé 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, d'une part il y a colmatage des terrains en profondeur par la gelée et d'autre part, les pertes de charge dans l'annulaire sont négligeables pendant les premiers centaines de mètres forés en gros diamètre.

II.4.2.Causes liées avec les caractéristiques de la formation:

II.4.2.1.Formations perméables:

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.

Elle peuvent devenir totales si des à coups de pression au fons du puits par la boue provoque l'élargissement des fissures.

II.4.2.2.Formations naturellement fissurées:

Une pertes de boue est déclenché au droit de ces formations (calcaire) des 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.

II.4.2.3.Formations fracturées par la boue:

Formation stratifiée (schiste), ces fractures sont provoqués par des surpressions provenant soit de la densité de la boue, soit d'une augmentation des pertes de charge dans l'espace annulaire ce qui augmente la pression qui s'exerce au fond du puits.

II.4.2.4.Formations cavernueuses :

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

II.4.3.Causes diverses:**II.4.3.1.Surpression et dépression dues aux manœuvres trop rapides:**

Suivant les articles qui regroupent des procédés de calcul et des expérimentations directes sur puits, mettant l'accent sur l'importance que peuvent atteindre ces surpressions et dépressions (ρ à $\rho \cdot \text{Kgf/cm}^2$). Cette dépression ou surpression joue le même rôle qu'une augmentation ou diminution de la pression de fond en jouant sur la densité.

II.4.3.2.Reprises brutales de pompage:

La reprise brutale du pompage va créer sur le fond une surpression à cause des forces de thixotropie qui forment des gels lors de l'arrêt de pompage pendant les manœuvres et les opérations électriques

II.4.3.3.Changements brutaux des types d'écoulement:

Il arrive que pendant la remontée de la boue dans l'espace annulaire, elle rencontre des caves ce qui conduit à un changement de vitesse de remonter et peut être à un changement de régime, et donc l'arrêt des cuttings dans cet intervalle suivi d'une réduction des caractéristiques rhéologiques, ce qui peut conduire à l'éboulement de cette masse de cuttings et en conséquence provoquer par obstruction de l'annulaire un à-coup de pression susceptible de provoquer le craquage d'une formation.

II.4.3.4.Grande vitesse d'avancement :

Du fait que l'avancement sera trop rapide ce qui implique une grande quantité de cuttings dans la boue ce qui provoque une augmentation de densité dans l'espace annulaire qui signifie une pression de fond plus grande. Lorsque la pression de fond est proche de la pression de fracturation il faut maintenir la concentration des cuttings inférieure à 4%.

Remarque :

Pour conclure, nous disons que les pertes sont au moins pour la moitié les conséquences de surpression brutales qui peuvent être évitées ou pour la moins minimisées.

II.5. Indications de perte :

- Diminution de niveau de boue dans les bacs ;
- Réduction du débit de retour au niveau de la goulotte ;
- Chute du niveau statique dans l'espace annulaire ;
- Retard du retour pendant la circulation après les manœuvres ;
- Pas de retour au niveau de la goulotte ;
- Chute de pression de refoulement ;
- Augmentation du poids de la garniture dans le trou.

II.3.1.perte partielle :

- Réduire la vitesse d'avancement pour limiter les pertes de charge des déblais suspendus ;
- Réduire au minimum la rhéologie de la boue ;
- Réduire au minimum les à coup de pression dans le puits ;
- Réduire au minimum le poids de la boue ;
- Envisager de descendre dans le tubage et d'attendre 7 à 8 heures.

II.3.2.perte totale :

- Se dégager du fond ;
- Continuer à déplacer la garniture jusqu'au sabot précédent ;
- Remplir l'annulaire d'eau ou de boue légère ;
- Relever les coups de pompe si ou lorsque l'annulaire se remplit ;
- Envisager de descendre dans le tubage ;
- Réduire au minimum les à coups de pression de trou de puits.

II.4.Les précautions à prendre lorsqu'on fore avec perte :

Certaines circonstances peuvent exiger le forage en aveugle jusqu'à ce que 100 pieds de la formation adéquate suivante aient été percés.

- S'assurer que suffisamment d'eau soit disponible ;
- Utiliser une pompe pour forer et l'autre pompe pour ajouter continuellement de l'eau dans l'annulaire ;
- Affecter un employé à la surveillance du débit en permanence ;
- Surveiller attentivement le couple et le frottement pour déterminer le temps où les produits visqueux doivent être pompés ;
- Surveiller attentivement la pression de la pompe pendant le forage pour tout signe de colmatage ;
- Contrôler le forage (si possible) pour utiliser un joint par heure ;
- Se dégager du fond tous les 7 mètres (20 pieds) de forage pour s'assurer que le trou ne se colmate pas ;
- Garder continuellement la tige en mouvement ;
- Garder une réserve de 100 - 200 bbl de boue visqueuse prête à être pompée ;
- Envisager de placer la boue visqueuse au fond avant de déclencher ou d'effectuer une mesure
- Arrêter le forage et envisager de remonter au sabot si des réparations de pompe sont nécessaires ;
- Démarrer et arrêter lentement la garniture et réduire au minimum la vitesse des tiges ;

- Envisager de placer un bouchon visqueux au-dessus de BHA avant chaque ajout ;
 - Avant chaque ajout, faire circuler et racler le trou entièrement ;
 - Etre prêt en permanence à pomper du ciment dans le puits ;
 - Ne pas faire de mesure lors du forage en aveugle ;
 - Si la circulation est rétablie, arrêter le forage, soulever la garniture de forage jusqu'à la position de fermeture. Arrêter les pompes et vérifier le puits pour toute présence de débit ;
 - Si un débit est observé, fermer le BOP et observer les pressions de fermeture:
- ❖ Pas de pression - Circuler lentement en position soulevée pendant 3 cycles ouverts ;
 - ❖ Une pression est observée - Circuler lentement la venue avec la méthode de circulation en présence du poids de la boue. Etre prêt pour la possibilité d'une éruption souterraine.

II.5. Colmatage des pertes de circulation

Pour faire face à ce problème de perte de circulation on procède à l'opération de colmatage de ces pertes en utilisant différent type d'agent colmatant.

II.5.1. Classement des colmatants:

Il est possible de classer les colmatants selon trois principales catégories :

- 1 - Agents de colmatage dans la boue de forage ;
- 2 - Système de mixage de surface ;
- 3 - Système de mixage de fond.

Chaque type de ces colmatants est utilisé d'une manière optimale pour résoudre un type bien précis de perte de boue.

II.5.1.1. Agents de colmatage de la boue de forage:

Quand la perte de boue est détectée pour la première fois, la mesure à prendre, immédiatement, est de réduire la densité de boue pour équilibrer la pression de formation.

Réduire la pression de boue aidera à colmater la perte (peu importe le type de formation rencontrée). La perte partielle en continue du débit de retour est une indication de perte par filtration. Elle peut être toujours résolue par la diminution de la densité équivalente de la boue, ou par ajout de produits colmatants à la boue de forage. La densité équivalente de la boue en circulation peut être diminuée par la réduction de la densité de la boue ou ses propriétés rhéologiques de fond (selon leurs natures physiques et leurs mécanismes),

Les L .C. M. (lost circulation matériel) peuvent être classés dans 4 groupes différents:

Granulaires; Lamellaires; Fibreux; Gonflants

II.1.1.1. Les colmatants granulaires :

Ils agissent en bloquant en profondeur les fissures des formations grâce à leur forme angulaire et à leur répartition granulométrique. Ils ont une grande résistance mécanique aux pressions différentielles. Ils forment deux types de colmatage : le premier face à la formation, le deuxième à l'intérieur de la formation, le second est préféré, car c'est un colmatage permanent et les colmatants granulaires ne sont pas faciles à être délogés par les mouvements des tiges dans le découvert. On emploie des produits durs et calibrés, on peut citer :

- les coquilles de noix, les noyaux d'abricots, des serriez, olive.

Les granulométries utilisées sont les suivantes :

- Super diamètre : produits bruts
- Grand diamètre : 1.6 à 6mm
- Diamètre moyen : 1.0 à 1.6mm
- Faible diamètre : 0.16 à 0.6mm

Ce type de colmatage 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 de grandes, moyennes et petites particules ou un mélange de grandes et petites particules sont souvent utilisées.

La taille moyenne des particules du colmatant utilisé devrait, être égale ou supérieure au $\frac{1}{3}$ de la taille moyenne des pores. De plus la concentration minimale des solides du colmatant doit être égale à 6% par volume de solide dans la boue après mixage,

II.1.1.2. Les colmatants fibreux :

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 de 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 perte est 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. L'avantage d'un tel mélange est l'utilisation de la grande variété de taille de particules et types de matière. Le but des colmatants fibreux est de tisser une enveloppe autour des colmatants granulaires. Ces colmatants ont une faible résistance mécanique à l'extension (rupture des colmatants fibreux sous l'influence des pressions différentielles).

II.1.1.3. Les produits lamellaires :

Ils forment un colmatage surtout superficiel, ils sont en générale utilisés pour améliorer le colmatage réalisé par les colmatants granulaires et fibreux.

II.1.1.4. Les colmatants gonflants :

Ils permettent d'obtenir un fluide à très haute viscosité. On peut citer les gommes qui à l'aide d'un catalyseur fournissent une gelé extrêmement visqueuse.

Une étude comparant l'efficacité des colmatants fibreux, lamellaires, granuleux et Gonflants dans un simulateur pour contrôler les pertes de boue dans une formation fracturée à fracture de faille moyenne (0.13 ou 2.3mm). Ils ont démontré que le mélange de particules gonflant de tailles moyenne et fine est plus performant que les colmatants conventionnels. Une observation intéressante a montré que dès fois avec les colmatants granulaires on obtient un phénomène de "channeling " quand une haute pression différentielle est appliquée sur une boue de faible concentration en solides; alors un colmatage sur la surface ou à l'intérieur de la formation ne peut se développer.

II.1.1.5. Système de mélange en surface:

II.1.1.5.1. 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 filtrats limités, 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.

La thixotropie est un terme utilisé pour décrire les propriétés exposées par un système de fluide sous contrainte de cisaillement (pompage, agitation), mais développe une texture (un gel) quand les contraintes sont annulées.

En terme pratique, les systèmes thixotropiques, durant le mixage et le déplacement, sont fluides, mais formant rapidement une texture rigide (gel) quand les pompes s'arrêtent. Quand un laitier thixotropique entre dans une zone de perte, la vitesse des particules diminue et une texture de gel commence à se former. Aussitôt que les contraintes de gel se développent, la résistance à l'écoulement augmente jusqu'à ce que la totalité de la zone soit bouchée. Ces systèmes sont très efficaces pour résoudre de sévères pertes de circulation pour une formation naturellement fracturée.

II.1.1.5.2. Mise en place d'un bouchon de ciment :

- Remonter au jour en remplaçant le volume d'acier par le même volume de boue ;
- Descendre les tiges nues au droit des pertes ;
- Contrôler le volume de retour lors de la descente ;
- Circuler au droit des pertes pendant ϕ min avec débit réduit ;
- Mixer et injecter le volume de laitier nécessaire suivi et précédé par les spacers de tête et de chasse ;
- Contrôler et mesurer le volume de retour ;
- Déplacer le laitier à débit de $\phi \cdot \phi$ /min avec l'unité de cimentation ;
- Contrôler le volume de retour ou de perte lorsque le laitier arrive au bas de l'extension et lorsqu'il est à l'équilibre ;
- Remonter la garniture au dessus du niveau de ciment en remplaçant le volume d'acier par la boue ;
- Faire circulation inverse avec les pompes de forage d'un volume égale à \backslash . ϕ fois le volume intérieur des tiges.

II.ϑ.ϑ.ϑ.ϑ.Squeeze du ciment :

- Faire le bilan des volumes perdus lors de la mise en place du bouchon :
 - Pendant le déplacement à l'équilibre ;
 - Pendant la remonter des longueurs ;
 - Pendant la circulation inverse ;
- Faire un squeeze par hésitation avec l'unité de cimentation :
 - surveiller que la pression de squeeze n'excède pas la pression de fracturation et qu'elle atteint la pression déterminées par FIT ;
 - arrêter le squeeze de façon à laisser \backslash m^ϑ de laitier dans le puits ; Le volume à squeezer sera donc le volume du bouchon de ciment moins le volume perdus lors de la mise en place du bouchon ;
- maintenir en pression pendant 2 heures ;
- Purger et contrôler le volume en retour ;
- Remonter au jour en remplaçant le volume d'acier par le même volume de boue.

II.ϑ.ϑ.ϑ.ϑ.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 ou précipitant qui étanche la zone. Il est pratiquement nécessaire d'éviter le mixage 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.

II.4.2. Perte de circulation durant la cimentation :

Avant de commencer la cimentation primaire, le problème de perte de circulation doit être éliminé ou suffisamment réduit par des techniques décrites ci-dessus. Si ceci n'est pas possible ou si les pertes sont anticipées durant les cimentations primaires, il y a deux options possibles comme suivant :

1. Le premier est de maintenir la pression de fond durant l'opération de cimentation au-dessous de la densité maximum équivalente ou bien de réduire la densité du laitier de ciment en minimisant la hauteur de la colonne du ciment, et en limitant les pressions de friction dans le tubage et l'annulaire durant le placement du laitier de ciment.
2. La deuxième option est de pomper un bouchon de colmatant comme spacer devant le laitier de ciment en ajoutant au laitier de ciment des produits colmatants ou des additifs spéciaux qui donneront des propriétés thixotropiques au laitier de ciment. Pour éviter les pertes de ciment dans les formations très fracturées, il est souvent nécessaire d'utiliser une combinaison de techniques.

II.4.3. Les produits colmatants pour le laitier de ciment:

l'efficacité des L.C.M. dans les laitiers de ciment qu'elle est limitée pour les pertes faibles ou partielles dans des formations à haute perméabilité, les L.C.M ne sont pas utilisés dans les laitiers de ciment pour arrêter les pertes de circulation totale dans les formations fracturées ou cavernueuses. Durant leur utilisation des soins devront être pris pour s'assurer que les colmatants sont inertes avec les composants du ciment, aussi pour leurs tailles et leurs concentrations. Les colmatants doivent être sélectionnés afin d'éviter le bouchage ou le colmatage des équipements de fond. Les morphologies des colmatants sont les mêmes que ceux qui sont utilisés dans le fluide de forage.

Dans le tableau est présentée une liste des agents colmatants ajoutés aux laitiers de ciment avec leurs propriétés et leurs concentrations efficaces. (Voir Annex TAB. II.)

Les L.C.M. les plus utilisés avec les laitiers de ciment sont de type granulaire avec lesquels on peut obtenir un colmatage soit à la surface soit à l'intérieur de la zone à perte.

Le colmatant Gilsonite se présente naturellement comme des hydrocarbonés asphaltites noirs avec des particules de dimension entre 4 et 10 mesh. Ce colmatant est largement utilisé et n'est pas convenable pour les applications à haute température à cause de sa faible température de fusion (220°F, 104°C).

Du charbon écrasé, avec des dimensions de 1/2 à 200 mesh standard et un point de fusion approximatif de 1000°F (538°C), est appliqué avec la même manière que le Gilsonite et peut être utilisé à des hautes températures de fond.

Les écailles de Cellophane avec des diamètres de 3/8" à 3/4" (9,5 à 19mm) sont les produits les plus courants à des concentrations au-dessus de 1lb/ft³. Le chargement en vrac et le mixage du laitier de ciment deviennent extrêmement difficiles. Les colmatants fibreux sont rarement utilisés dans les laitiers de ciment parce qu'ils peuvent boucher les équipements de cimentation et retarder le temps de prise du laitier de ciment.

II.V.4. Les procédures pour résoudre le problème des pertes :

Les problèmes de perte de circulation en forage ou en cimentation peuvent être résolus si une technique correcte est appliquée pour chaque cas.

Le choix de la technique appropriée parmi celle que nous avons décrit ci-dessus est une tâche très difficile, cependant des orientations générales peuvent être toujours suivies.

Messenger [4] donne les facteurs les plus importants à prendre en considération :

- 1 - La localisation de la zone à perte devrait être déterminée exactement sinon le colmatant serait placé dans l'endroit non prévu ;
- 2 - Les produits colmatants et les techniques devraient être systématiquement mariés aux types et aux degrés des zones à perte. La technique la plus efficace et qui a de meilleures chances de réussir est le mixage des produits de fond avec des produits de surface à de faibles densités, et comportement thixotropique et bon développement de résistance ;
- 3 - La consultation des enregistrements des expériences antérieures sur les pertes de circulation dans des champs particuliers nous indique souvent la solution efficace à opter pour résoudre les problèmes de pertes ;
- 4 - Un planning préliminaire peut éviter les problèmes de pertes de circulation. Il est important d'obtenir, si possible, des informations suffisantes du puits pour exécuter l'opération de cimentation dans un simulateur de cimentation.

II.V.5. Méthode pour localiser la profondeur de la perte :

Le succès du traitement de la perte de circulation dépend en grande partie de la possibilité de localiser la profondeur de la zone de perte.

II.V.5.1. Méthode de mesure :

- Relève de température
- Mesure acoustiques
- Trace radioactive

- Mesure à la turbine
- Transducteur de pression
- Mesure du câble chaud

II.Ⅴ.Ⅰ.Ⅱ.Méthode pratique :

- Diagraphie ;
- Le géologue (enregistreur) identifie la zone de perte potentielle ;
- Surveillance des tendances du fluide pendant le forage.

II.Ⅴ.Ⅰ.Ⅲ.Remarques concernant les méthodes de mesure :

- Les outils de mesure ne sont pas toujours disponibles.
- Un temps considérable est nécessaire pour effectuer les relèves.
- Les mesures exigent un grand volume de boue.
- Les résultats sont souvent difficiles à interpréter.

II.^. Procédure de colmatage des pertes dans le trais argileux gréseux :

La phase \wedge τ/\wedge du champ de Hassi Messaoud est source des nombreux temps improductifs liés au colmatage des pertes dans le Trias Argileux gréseux (T.A.G.).

RELEVÉ DU NOMBRE DE BOUCHONS DE COLMATAGE (Carte du champ de HMD)

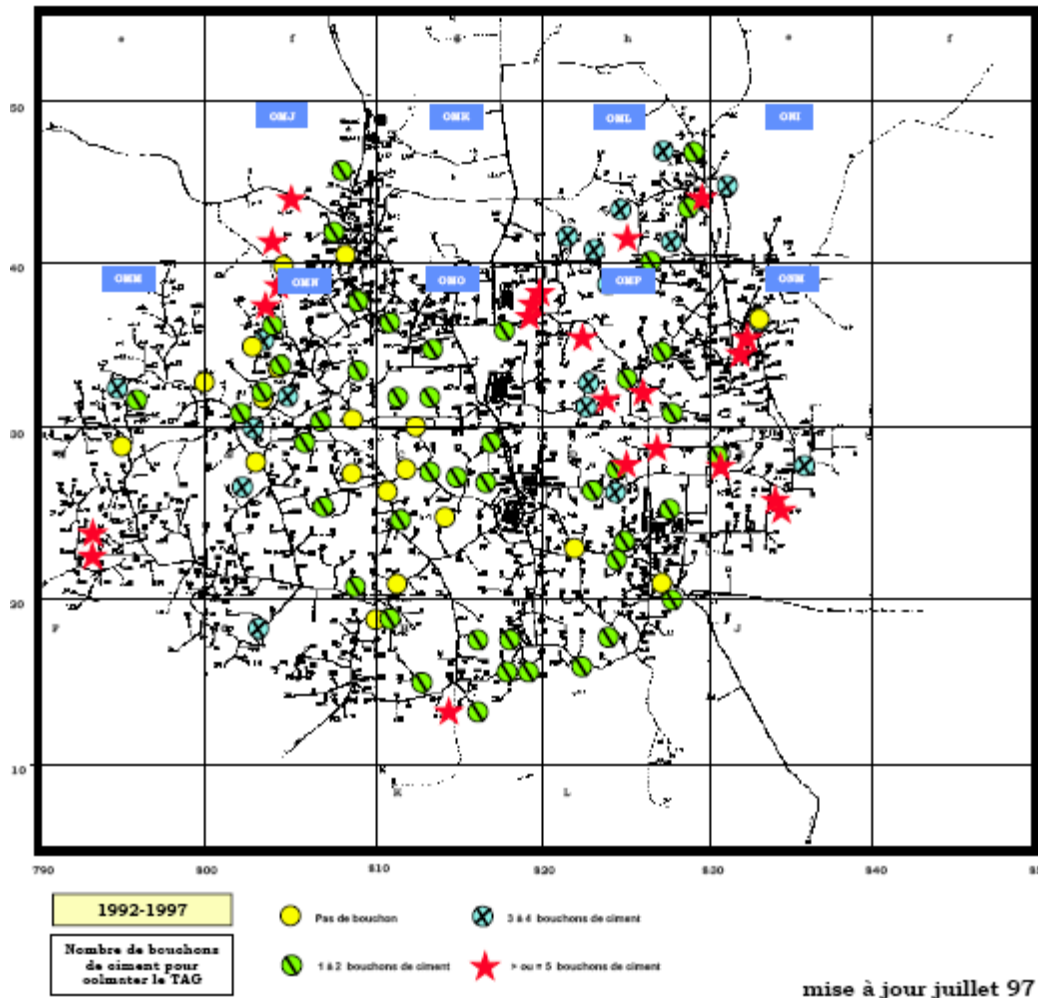


Fig. II. . \. Carte du Champ HMD

Afin de réduire et même élimine ces pertes, il est indispensable d'entreprendre des actions avant d'atteindre les zone des pertes.

II.^. \. Actions préventives conditionnement de la boue: pour

- Minimiser les effets de la contamination par les argiles rouges du Trias argileux supérieur.
- Minimiser la pression hydrostatique s'appliquant sur les couches fragiles par une optimisation de la rhéologie.
- Forer à débit réduit $\backslash \backslash \cdot \cdot \backslash \backslash \cdot \cdot$ l/min maximum.
- Afin d'éviter la surpression nécessaire à la rupture des gels lors de la reprise de la circulation la procédure est suivant :

- ❖ Bloquer les tiges
- ❖ Engager le carré
- ❖ Mettre la rotation
- ❖ Démarrer les pompes a faible débit
- ❖ contrôler le retour de boue
- ❖ Augmenter le débit à la valeur désirée.
- ❖ Reprendre le fond.

Si aucune perte ne se manifeste, forer jusqu'à la côte du sabot du tubage Ψ ".

II.8.2.Actions curatives au déclenchement de la perte :

- ❖ Vérifier, dès l'approche du Trias, on vérifiera les vannes et les circuits boue de surface
- ❖ s'assurera que l'on dispose :
 - D'un volume maximum de boue en surface. de $0,5 \text{ m}^3$ à $1,5 \text{ m}^3$.
 - D'un stock suffisant de produits pour traitement et fabrication de la boue.
 - De l'équipement nécessaire pour la pose de bouchon de ciment.

Suivant l'importance de la perte, on peut appliquer une série méthodique pour y remédier

II.8.2.1.Pertes partielles :

Avant de remonter l'outil pour pose d'un bouchon à ciment on procédera à :

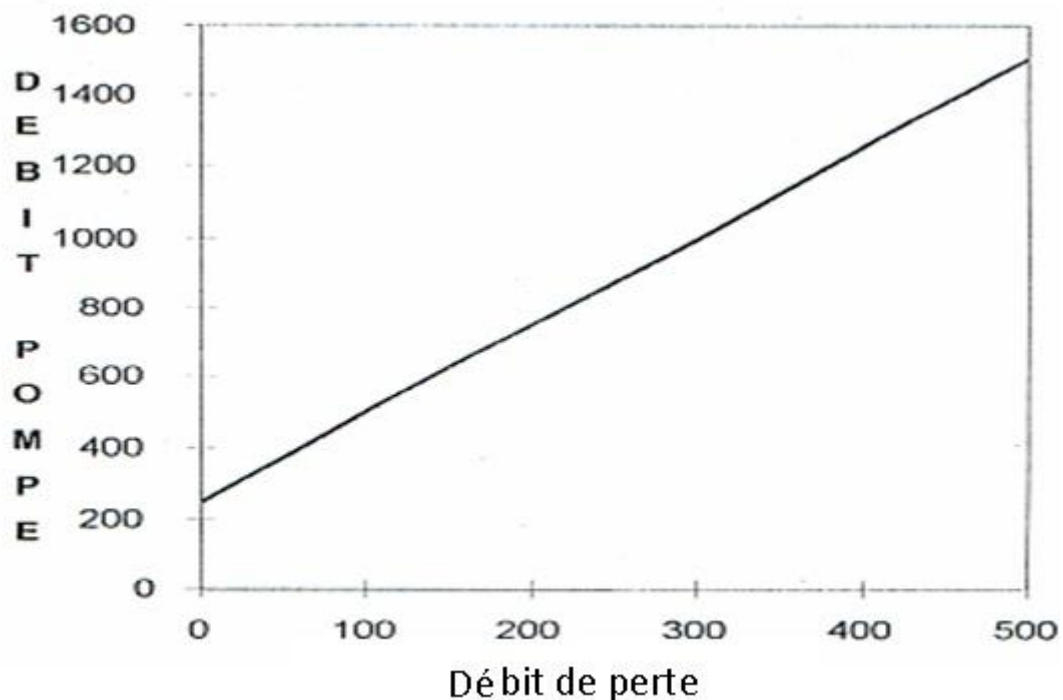
- ✓ La qualification du régime de perte.
- ✓ L'évolution de la possibilité de poursuivre le forage en fonction :
 - Du débit de perte.
 - Des volumes de boue disponible en surface.
 - Des capacités de fabrication /livraison de boue aux caractéristiques désirées.
 - De la vitesse d'avancement.

II.8.2.1.1.Qualification des pertes et détermination de la pression d'injection dans la Formation :

- ✓ Arrêter le forage.
- ✓ Mesurer le débit des pertes ou le pourcentage de retour au débit Q de forage pendant $0,5 \text{ min}$,

- ✓ Arrêter les pompes pendant 10 min, et observer s'il y a perte en statique,
- ✓ Si aucune perte en statique, reprendre la circulation à débit $Q/1$ pendant 10 min. et noter les volumes en retour,
- ✓ Augmenter le débit à $Q/2$ circuler pendant 10 min. et noter les volumes en retour,
- ✓ Tracer un diagramme débits de pertes/débits pompés. De ce diagramme, déterminer le débit de pompage pour débit nul et calculer la pression d'injection dans la formation correspondante (fig.II.12)
- ✓ Détermination de la pression d'injection

Pression d'injection dans la formation est égale à la pression hydrostatique plus les pertes de



charge annulaire au débit à perte nulle

Fig. II.12. Quantification du Perte

II.1.2.1.2. Mise en place du bouchon de ciment (Fig. II.13.)

- Remonter au jour en remplaçant le volume d'acier sorti par le même volume de boue.
- Pendant la remontée :
 - Approvisionner l'unité de cimentation.
 - Installer et connecter à l'unité de cimentation un bac de 12 m³ environ pour fabrication du laitier de ciment.(V)

- Descendre tiges nues avec extension $\frac{3}{4}$ au droit des pertes.
- Contrôler le volume retour lors de la descente.
- Circuler au droit des pertes pendant \circ min. à $Qf/\frac{1}{2}$ et $Qf/\frac{3}{4}$. Reporter sur le diagramme établi en figure (ξ-1), les débits éventuels de pertes
- Mixer et injecter \circ m³ de laitier précédé et suivi par les spacers de tête et de chasse.
- Contrôler et mesurer le volume de retour.
- Déplacer le laitier à l'équilibre à $\circ \cdot \circ$ l/min. avec l'unité de cimentation
- Contrôler et mesurer le volume de boue en retour ou le débit de perte .
- Remonter 11 longueurs en remplaçant le volume d'acier par un même volume de boue.
- Circuler en inverse avec les pompes de forage 1. \circ fois le volume intérieur tiges
- Mesurer le volume de retour.

II.8.2.3. Squeeze du ciment :

- ✓ Faire le bilan des volumes perdus lors de la mise en place du bouchon.
 - Pendant le déplacement à l'équilibre.
 - Pendant la remonté des 11 longueurs.
 - Pendant la circulation inverse.
- ✓ Faire un squeeze par hésitation avec l'unité de cimentation :
 - Surveiller que la pression de squeeze n'excède pas la pression de " Leack Of Test " du découvert.
 - Arrêter le squeeze de façon à laisser 1 m³ de laitier dans le puits. Le volume à squeezer sera donc le volume du bouchon de ciment moins 1 m³ .moins le volume perdu lors de la mise en place du bouchon.
- ✓ Maintenir en pression pendant ξ heures.
- ✓ Purger et contrôler le volume en retour.
- ✓ Remonter au jour en remplaçant le volume d'acier sorti par une même volume de boue.
- ✓ Remplir la feuille "bilan des volumes "

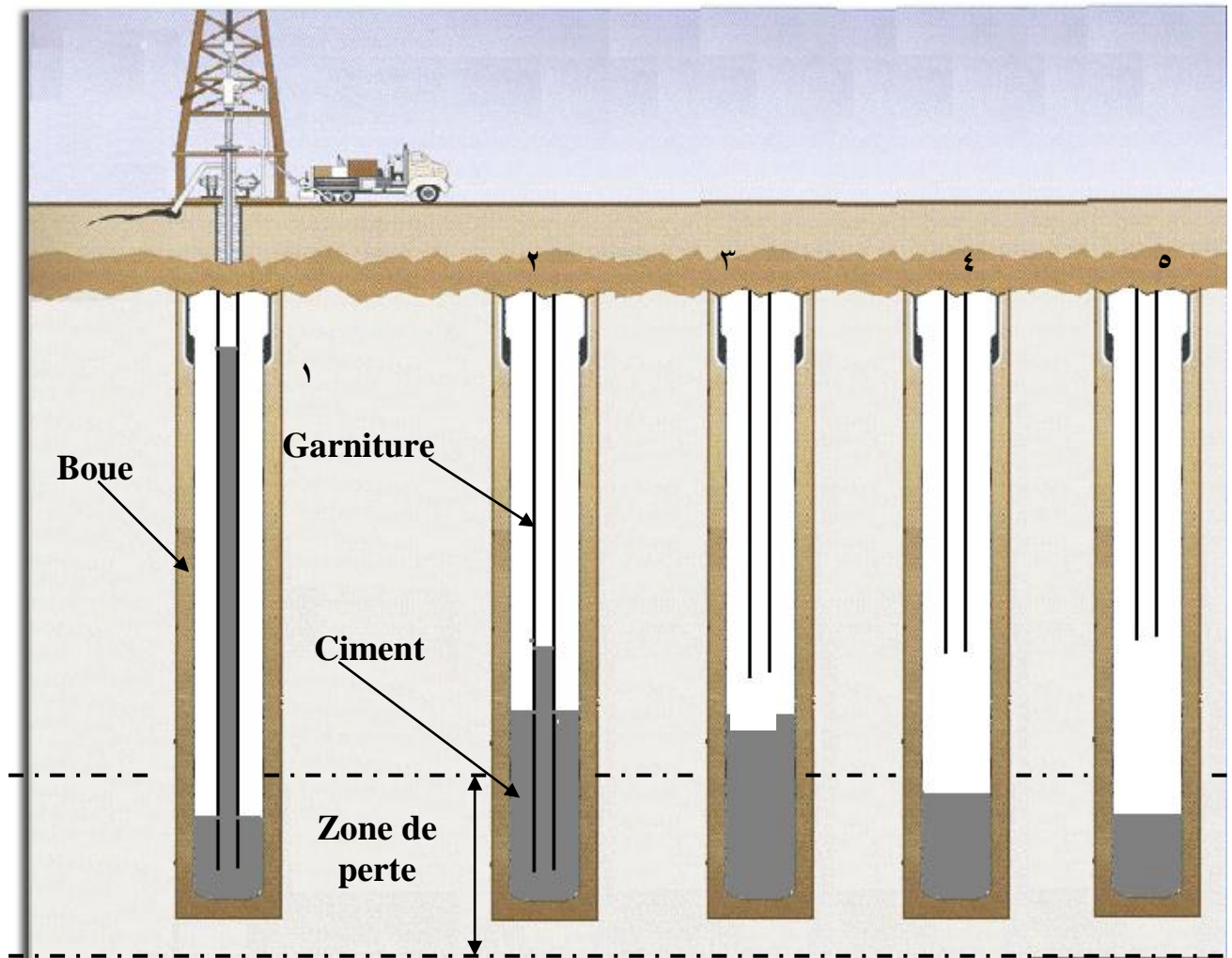


Fig. II. 1. Mise en place du Bouchon de Ciment

II.1.1.4. Reforage ciment :

Pour le reforage ciment, on utilise la même garniture que celle employée avant le déclenchement des pertes.

II.1.1.5. Pertes totales :

Comme dans le cas des pertes partielles, on essaiera de déterminer le régime de perte par mesure du niveau hydrostatique de la boue dans le puits :

- ✓ Soit par remplissage du puits avec de la saumure en mesurant les volumes pompés.
- ✓ Soit par l'utilisation d'un écho - mètre,
- ✓ Remonter au jour en remplaçant le volume d'acier par le volume de boue. Contrôler les volumes pompés.

II.1.1.1 Mise en place du bouchon de ciment :

- ❖ Descendre tiges nues avec extension $\frac{1}{2}$ au droit des pertes.
- ❖ Circuler au droit des pertes à plus ou moins 0.5 l/min. pendant 0 min. si retour, mesurer les volumes.
- ❖ Remplir le puits avec de la saumure.
- ❖ Mesurer le volume pompé pour obtenir le niveau statique en surface.
- ❖ Mixer et injecter 1 m³ de laitier précédé et suivis par les spacers de tête et de chasse.
- ❖ Chasser à l'équilibre à 0.5 l/min. avec l'unité de cimentation. si retour, mesurer le débit de retour toutes les deux minutes. Estimer le volume de laitier injecté dans le puits.
- ❖ Remonter 1 longueurs en remplissant le volume d'acier sorti avec de la saumure.

a) Le puits est plein :

- ✓ Faire un squeeze par hésitation.
- ✓ Veiller à laisser 1 à 2 m³ de laitier dans le puits.
- ✓ Reforage ciment.

b) Le puits n'est pas plein :

- ✓ Attendre 1 heure afin que le ciment gèle.
- ✓ Remplir le puits de saumure en mesurant le volume pompé
- Le volume de saumure pompé est inférieur au volume du laitier de ciment.
 - ✓ Faire un essai de squeeze.
 - Si l'essai est concluant, attendre trois heures et reforage ciment.
 - Si l'essai de squeeze est négatif, attendre 1 heures est répété l'opération en veillant à garder dans le puits 1 à 2 m³ de ciment
- Tout le volume de ciment a été injecté dans la formation.
 - Procéder à la pose d'un nouveau bouchon de ciment.

II.1.3. Les mesures possibles pour empêcher les pertes :

II.1.3.1 Mesures préventives pour empêcher les pertes de circulation :

La prévention et le traitement le plus efficace contre les pertes de circulation.

Deux causes de plus courant peuvent être évitées :

- ✓ surpression au fond de puits.
- ✓ positionnement trop élevé de tubage.

II.1.3.2 Mesures curatives pour empêcher les pertes de circulation :

La nature de remède est choisie en fonction de la nature et de l'importance de perte :

- ❖ réduction de la densité de la boue dans le cas où il n'existe pas de risque.
- ❖ changement de l'outil de forage par un outil qui nécessite moins de débit pour diminuer les pertes de charge.
- ❖ augmentation de la viscosité pour diminuer la perméabilité de la couche afin de ne pas fracturer cette couche.
- ❖ réduction de la perméabilité de la couche par colmatage.

II.1.4. Caractéristiques des laitiers destinées pour bouchon de ciment :

La procédure en général tient compte des paramètres suivants :

- a) Densité de laitier qui doit être égale à celle de la boue plus 3 points
- b) Résistance à la compression faible de l'ordre de 2000 à 2500 psi en 24 heures (valeur provisoire à réviser après étude de la résistance à la compression de la formation).

Dans les cas des pertes partielles (Formulation pour squeeze) on insiste sur une rhéologie faible et un temps de pompabilité compris entre 0 et 1 heures. Dans les cas des pertes totales on insiste sur une rhéologie élevée et un temps de pompabilité compris entre 2 et 0 heures.

II.1.5. Bilan des volumes :

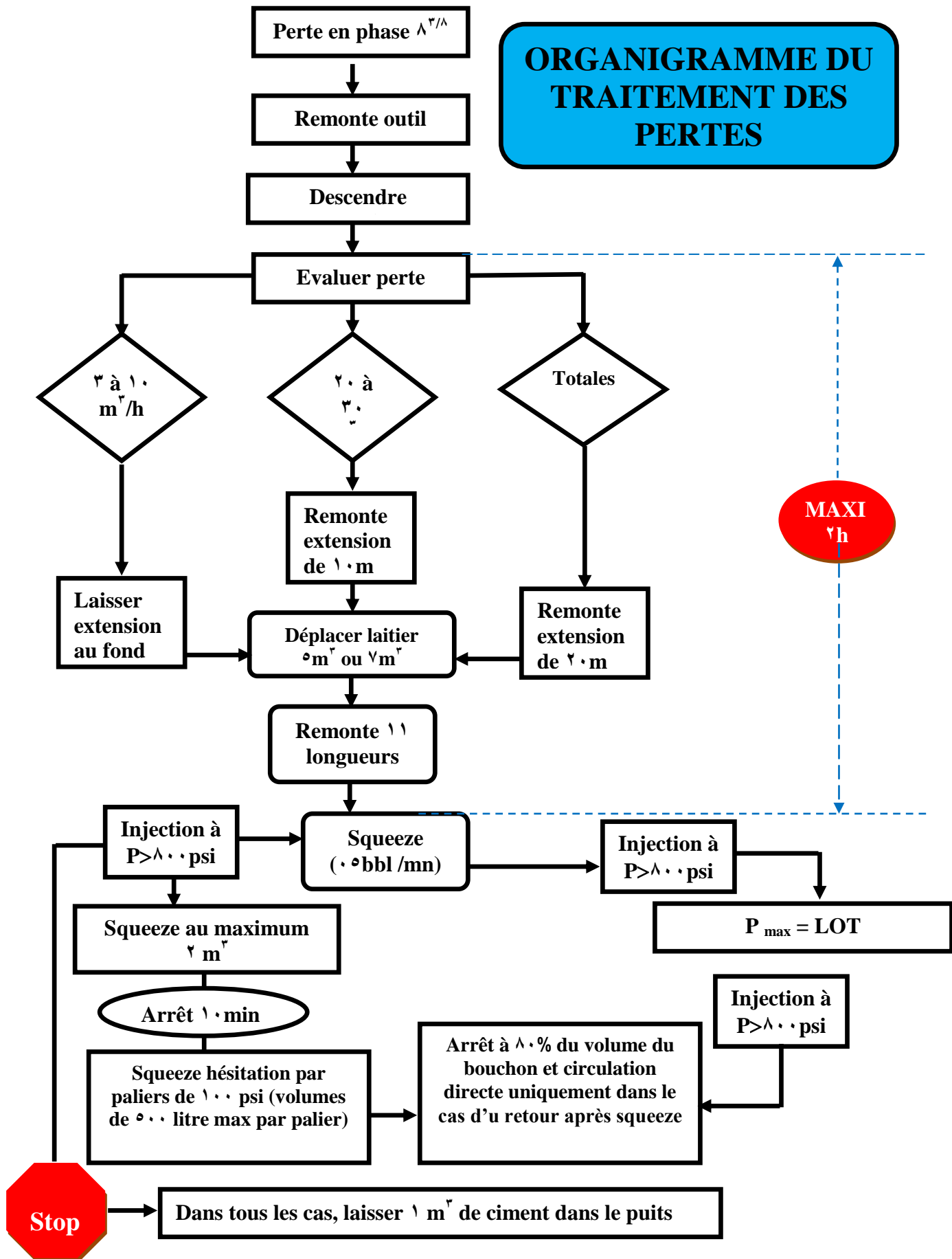
Pour se servir des expériences précédentes, chaque fois qu'il y a une perte, un rapport est établi sur l'opération de colmatage et qui prend en considérations un ensemble de paramètres à savoir :

Les données générales sur le puits tel que

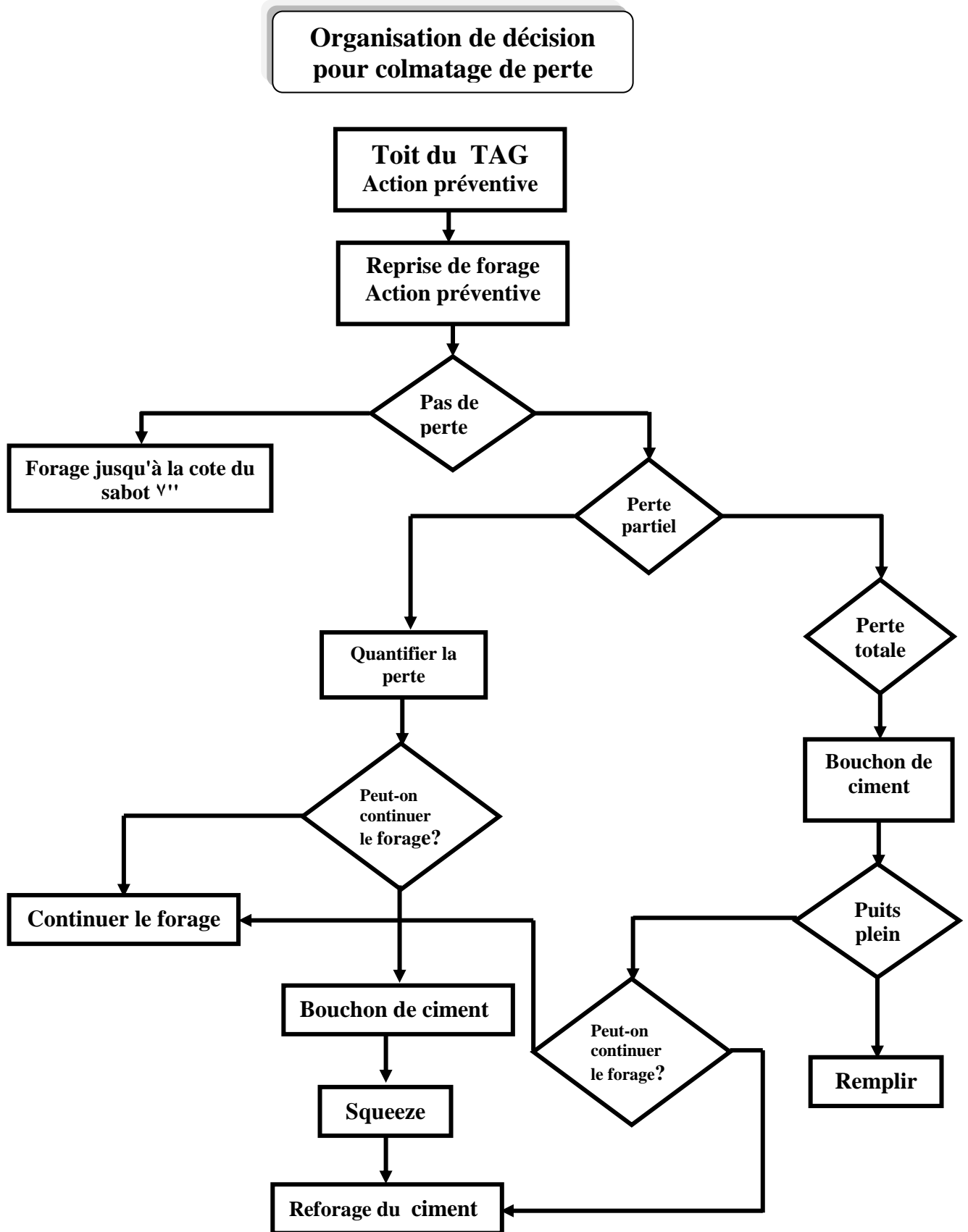
1. Profondeur, tubage et garniture de forage
2. Débit de forage au moment des pertes et degrés de la perte à ce débit
3. Caractéristiques rhéologiques de la boue de forage

Les bilans des volumes des différents fluides utilisés est perdus tel que :

١. Volume perdu en circulation avant fabrication laitier de ciment.
٢. Volume du bouchon laveur.
٣. Volume laitier.
٤. Volume du bouchon queue.
٥. Volume de chasse.
٦. Volume perdu en cours de chasse du laitier (Jusqu'à son arrivée au bas de l'extension).
٧. Volume perdu à partir du moment où le laitier sort du bas de l'extension jusqu'à la position d'équilibre.
٨. Débit de retour dans le cas précédent.
٩. Volume en retour pendant la circulation inverse.
١٠. Volumes pompés pendant le squeeze et les pressions de squeeze correspondantes.
١١. Pertes totales uniquement.
 - Volume pompé (V_0) dans l'annulaire.
 - Volume pompé (V^1) dans l'annulaire.
 - Volume de purge après attente de ξ heures.



Organigramme .II. 2. du Traitement des Pertes



Organigramme. II. ۳. Organisation de décision pour Colmatage de Perte

Chapitre III

Etude De Cas: Puits MDZ 094

III.1. Perte partielle au niveau du puit MDZ 094 :

A la cote 328 m, on a remarqué une chute du niveau des bacs de circulation de 0.2 litres par heure avec retour de boue. Donc problème de perte circulation partielle dans phase 1 (V)+(1').

Les remèdes pour ce problème de perte sont :

- l'injection d'un bouchon de ciment pour colmatage de cette perte.
- après le forage de cette phase 1 (V).

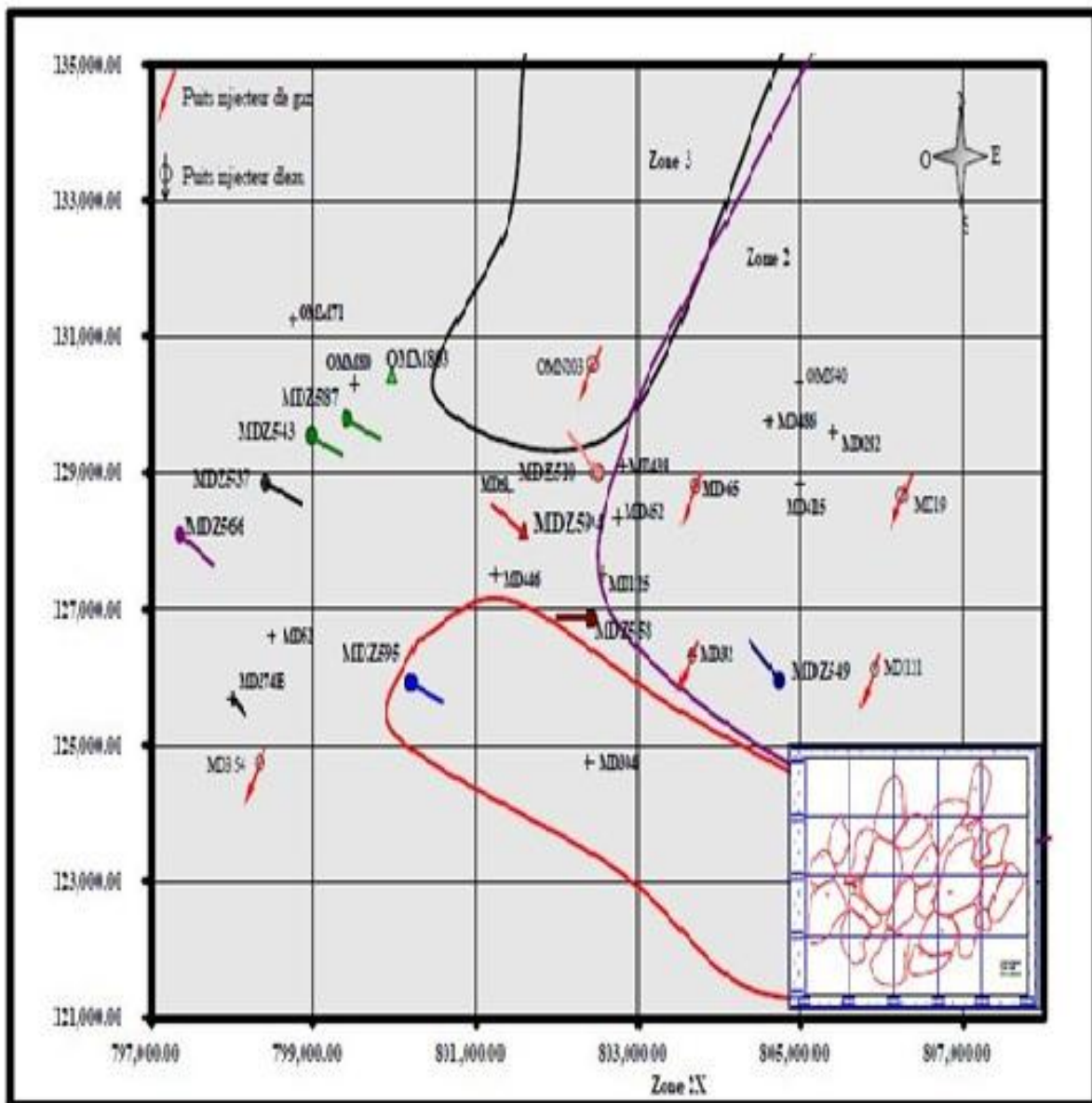


Fig.III.1. Situation du Puits MDZ 094

III.1. Données de départ :

III.1.1. BHA :



BHA DESCRIPTION				
ELEMENTS	Jts	LENGTH (m)	OD (in)	ID (in)
PDC BIT	1	0.30	8.375	2.25
A675M4570XP (1,83°)	1	8.07	6.75	5.50
Flex Top Sub / Float Valve	1	1.50	5.00	3.00
Pony Flex Non Mag DC	1	3.00	6.50	2.81
Slim Pulse-MWD SPSA	1	9.45	6.75	3.00
Non Mag Flex Collar	1	9.39	5.00	2.81
Circulating Sub	1	0.76	6.50	2.26
Cross Over sub	1	1.17	7.25	2.81
5 1/2 H.W.D.P.	27	248.13	5.50	3.25
Cross Over sub	1	0.45	7.25	2.81
H-JAR	1	9.45	6.50	2.75
Cross Over sub	1	0.34	7.25	2.81
H.W.D.P.	8	74.27	5.50	3.25
366.28 m				

Tab.III.1.1. BHA Description

III.1.2. Architecture du puits :

- Profondeur totale de la phase $\wedge^{\text{v}/\wedge}$: $H_{MDT} = 336 \text{ m}$
- Diamètre de forage : $\wedge^{\text{v}/\wedge}$ inch
- Cote sabot $9^{\circ/\wedge}$: $H_{VDS} = 324 \text{ m}$ $H_{MDS} = 320 \text{ m}$
- Tubage $9^{\circ/\wedge}$ avec ID casing = 216.8 mm
- Cote de KOP : $H_{kop} = 307 \text{ m}$

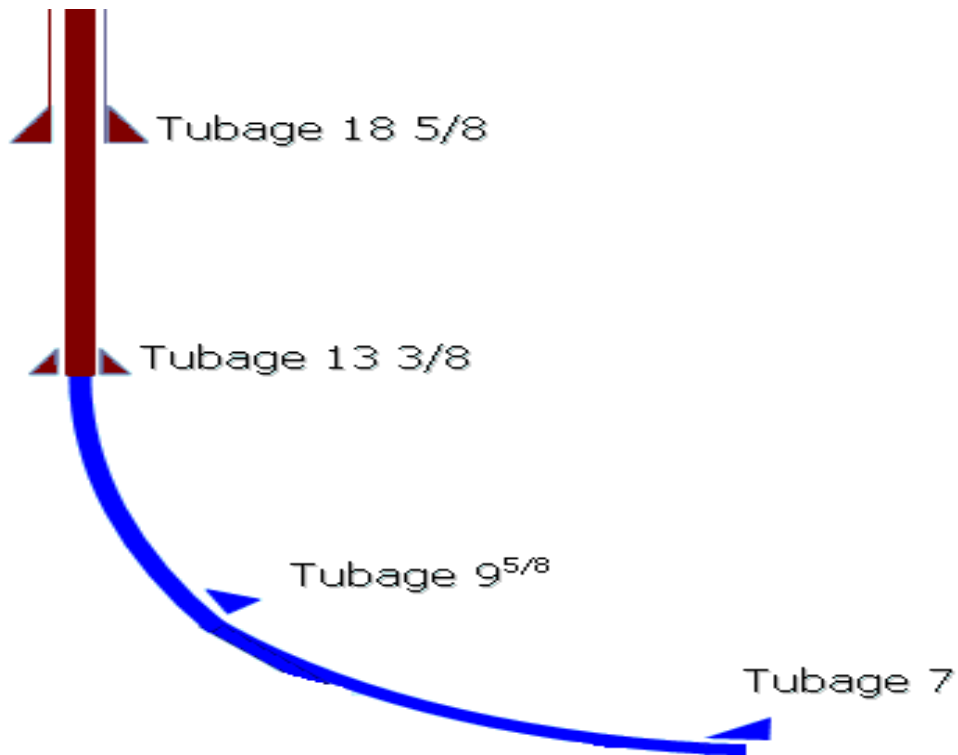


Fig.III.02. Profil de Tubage du Puit

III.1.3. Garniture pour pose de bouchon de ciment :

Tiges	Diamètre intérieure (m m)	Caractéristiques	Volume inter dp (l / m)	Longueur (m)
DP 0''	108.60	19.00 # G 1.0 IEU IF	9.27	190
DP 0 1/2''	121.40	21.90 #G 1.0 IEU FH	11.07	2860
DP 3 1/2''	70.20	13.30 # G 1.0 EU IF	3.87	310

Tab.III.02. Garniture pour pose de bouchon de ciment

III.1.4. Données sur la boue de forage :

- Densité d= 1.40
- Yield point = 10 lb / 100 ft²

III.1.5. Paramètre de forage :

- Débit de forage : Q = 1800 l/min
- Rop(rotation of penetration) = 3.00 m/h

III.1.6. Caractéristique de bouchon laveur :

- Densité = 1.1
- Viscosité plastique = 0 cp
- Volume de spacer = 3 m³

III.1.7. Caractéristique bouchon de ciment :

- Ciment classe G
- Densité : $d_{Lc} = 1.9$
- Viscosité plastique = 38 cp
- Temps de pompabilité = 6 heures.

III.1.7.1. Calcul de caractéristique de ciment et l'eau de gâchage :

$$d_{Lc} = \frac{\text{Masse de laitier total}}{\text{Volume de laitier}}$$

Avec :

- * Masse de laitier totale = Masse de ciment + Masse d'eau
- * Volume de laitier = Volume de ciment + Volume d'eau
- * Volume de ciment = $\frac{\text{Masse de ciment}}{\text{Densité de ciment}}$
- * Densité de ciment (poudre) = 3.10
- * Volume de laitier = 0.00 litres
- * Densité de laitier de ciment $d_{LC} = 1.9$

donc :

- * Masse de laitier = 9.0 tonnes

D'après le formulaire du foreur on a :

- * Volume de laitier = 70.8 l pour 100 kg de ciment
- * Volume d'eau de gâchage = 44.2 l pour 100 kg de ciment

Masse de ciment = 0.00 x 100 / 70.8 = 6.6 tonnes

Masse d'eau de gâchage = masse de laitier – masse de ciment

$$= 9.0 - 6.6 = 2.4 \text{ tonne} \Rightarrow \text{volume d'eau} = 1282.09 \text{ litres}$$

III.١.٨. Calcul du temps de pose du bouchon :**III.١.٨.١. Temps d'injection du bouchon :**

C'est le temps nécessaire pour injecter le volume de spacer avant et après le laitier plus le volume de laitier totale à préparer.

$$T_{INJ} = \frac{\text{Volume spacer} + \text{Volume de laitier de ciment}}{Q_{INJ}}$$

Avec :

T_{INJ} : temps d'injection (min)

Q_{INJ} : débit d'injection = ٥٠٠ (l/min)

Donc :

$$T_{INJ} = \frac{٣٠٠٠ + ٥٠٠}{٥٠٠}$$

$$= ٧ \text{ min}$$

$$T_{INT} = ٧ \text{ min}$$

III.١.٨.٢. Temps de chasse :

C'est le temps nécessaire pour chasser le laitier de l'intérieure de la garniture jusqu'à l'équilibre (hauteur du laitier dans la découvert égale à la hauteur du laitier à l'intérieure de la garniture) (voir Fig.III.١٣)

$$T_{chas} = \frac{\text{Volume intérieur des tiges} - \text{Volume de laitier à l'intérieure tige}}{Q_{chasse}}$$

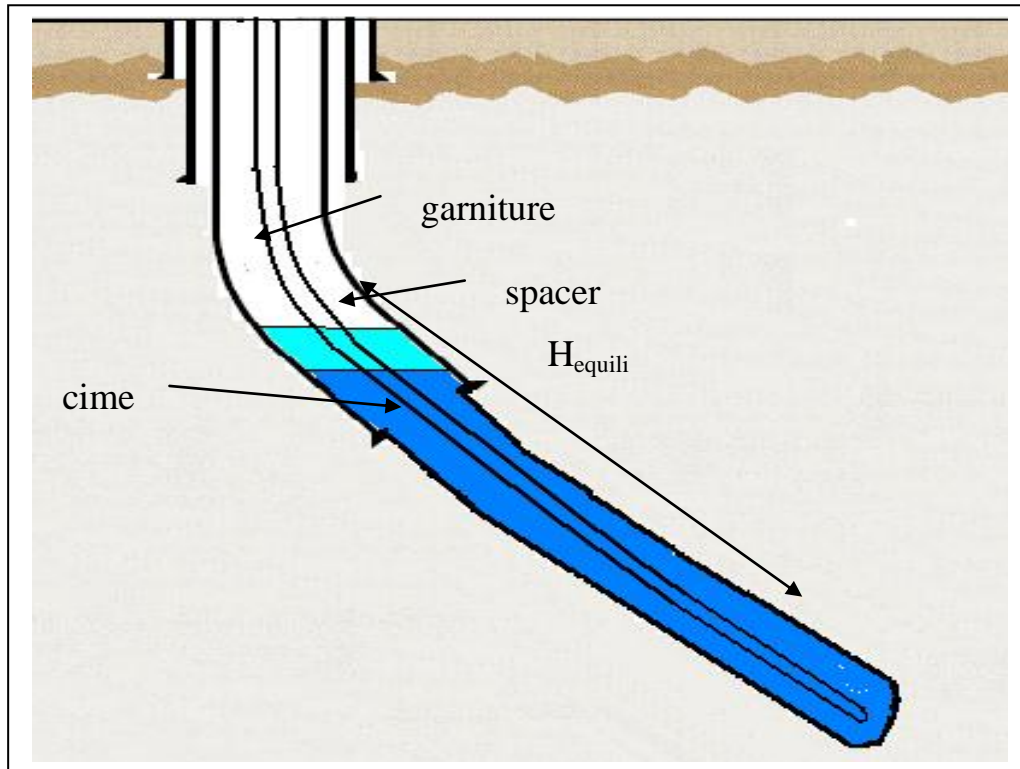


Fig.III.03. Etat d'équilibre

Avec :

$$T_{\text{chas}} : \text{ min}$$

$$Q_{\text{chasse}} = \dots \text{ l/min}$$

$$V_{\text{volume de laitier à l'intérieure des dp}} : \text{ litres}$$

III.1.1.2.1. Calcul de volume intérieur des tiges :

$$\text{Volume intérieur des tiges} = \sum V_{\text{UNITAIRE}} (0.75 + 0 + 3^{1/2}) \times \text{Longueur des tiges}$$

$$= 310 \times 3.87 + 9.27 \times 210 + 2860 \times 11.70$$

$$= 36701.14 \text{ litres}$$

III.1.1.2.2. Calcul de volume de laitier à l'intérieure tige :

On a:

$$V_{(\text{Ciment+spacer})} = V_{\text{de laitier à l'intérieure des dp}} + V_{\text{de laitier dans l'annulaire - dp}}$$

Avec :

$$V_{(\text{Ciment+spacer})} = \text{volume totale (ciment +spacer)} = \dots \text{ litres} \dots\dots(1)$$

$$V_{\text{laitier à l'intérieure des dp}} = H_{\text{équilibre}} \times V_{\text{unitaire à l'intérieure - dp}} \dots\dots\dots(2)$$

$V_{\text{laitier}} \text{ dans l'annulaire - DP} = H \cdot X V_{\text{unitaire annulaire dp-trou}} + (H_{\text{équilibre}} - H) \cdot X V_{\text{unitaire annulaire dp - casing}}$
(3)

Avec :

$$H = H_{\text{MDT}} - H_{\text{MDS}} = 336 - 320 = 16 \text{ m}$$

$$V_{\text{unitaire à l'intérieure DP}} = 3.87 \text{ litres}$$

$$V_{\text{unitaire annulaire dp}} = 29 \text{ l/m}$$

$$U_{\text{unitaire annulaire dp - casing}} = 3.5 \text{ l/m}$$

On a : (1) = (2) + (3):

$$H_{\text{équilibre}} (V_{\text{unitaire à l'intérieure DP}} + U_{\text{unitaire annulaire dp - casing}})$$

$$+ H \cdot X (V_{\text{unitaire annulaire dp-trou}} - U_{\text{unitaire annulaire dp - casing}}) = V_{\text{total (ciment + spacer)}}$$

$$= 8000 \text{ litres}$$

$$H_{\text{équilibre}} \cdot X (3.87 + 3.5) + 16 \cdot X (29 - 3.5) = 8000 \text{ litres} \implies H_{\text{équilibre}} = 237.72 \text{ m}$$

$$V_{\text{olume de laitier à l'intérieure tiges}} = h_z \text{ équilibre} \cdot X V_{\text{unitaire à l'intérieure des dp}}$$

$$V_{\text{laitier à l'intérieure des dp}} = H_{\text{équilibre}} \cdot X V_{\text{unitaire à l'intérieure DP}} = 237.72 \cdot X 3.87 = 919.97 \text{ L}$$

$$\implies T_{\text{chas}} = (36701.15 - 919.97) / 8000 = 30.83 \text{ min} = 31 \text{ min}$$

$$T_{\text{chasse}} = 31 \text{ min}$$

III.1.1.3. Temps de manœuvre :

C'est le temps nécessaire pour remonter la garniture au-dessus du top ciment en fin de chasse pour une éventuelle circulation inverse. Il dépend du nombre des longueurs remontées.

En pratique ce temps est compris entre 2 et 3 minutes par longueur remontée.

$$T_{\text{MAN}} = \text{nombre des longueurs} \cdot X 2$$

$$\text{On a remonté 11 longueurs} \implies T_{\text{MAN}} = 11 \cdot X 2 = 22 \text{ min}$$

$$T_{\text{MAN}} = 22 \text{ min}$$

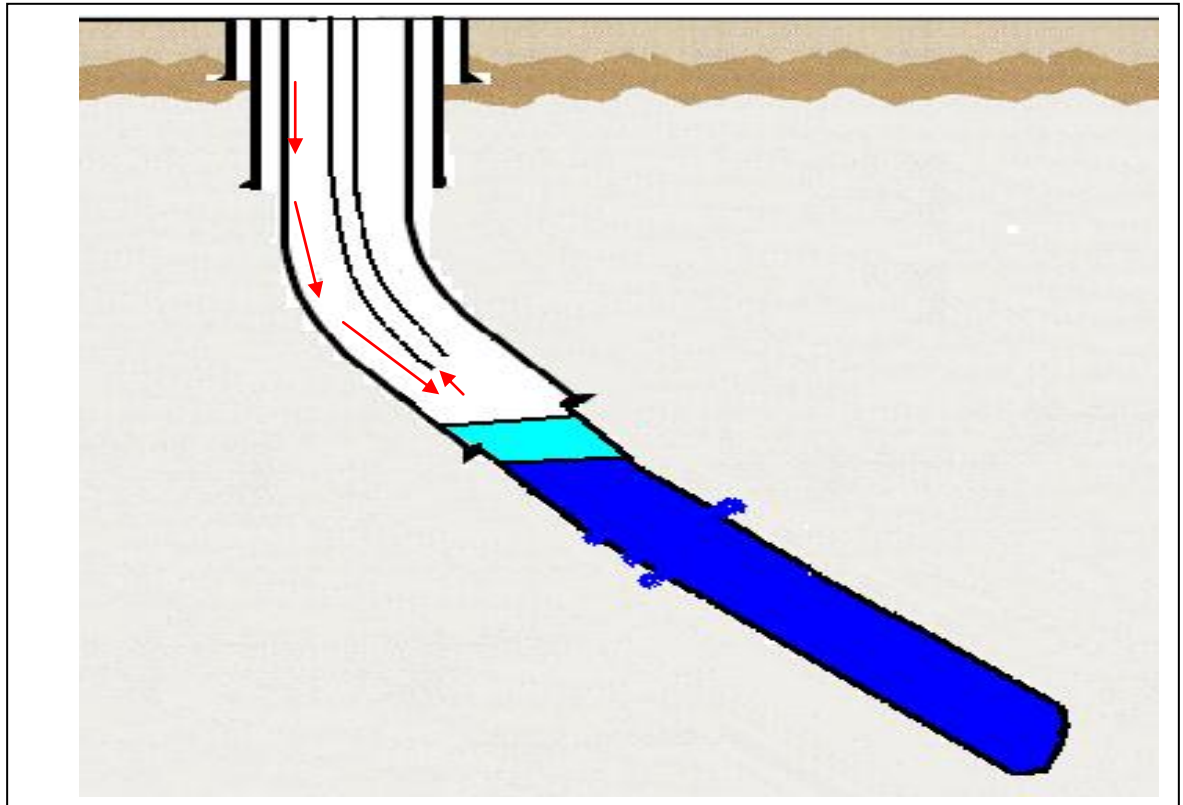


Fig. III.04. Circulation Inverse

III.1.1.4. Temps de circulation inverse :

C'est le temps nécessaire pour déplacer le volume intérieur de la garniture fois 1.0 dans le but de nettoyer l'excès de ciment qui peut la boucher après prise de Ciment (Fig. III.04).

$$T_{\text{cir inv}} = \frac{\text{Volume intérieur de la garniture après remontée} \times 1.0}{Q_{\text{circulation inverse}}}$$

Avec :

*Longueur de 11 longueurs remontées = 300 m

*T_{CIR INV} : Temps de circulation inverse (min)

*Q_{circulation inverse} : 300 l/min

*V_{volume intérieur de la garniture après remontée} = (310 x 3.87 + 9.27 x 190 + 2040 x 11.70)
= 32864.70 litres

Donc :

$$T_{\text{CIR INV}} = 32864,70 \times 1,0 / 300 = 109,5 \text{ min}$$

$$T_{\text{CIR INV}} = 109,5 \text{ min} \implies$$

III.1.8. Temps de sécurité :

C'est une réserve de temps pour des éventuels arrêts suites à des incidents (panne mécanique, fuite, etc..) qui peuvent arriver durant l'opération de pose de bouchon. Cette réserve de temps est nécessaire pour ne pas atteindre le temps de pompabilité (le temps le ciment devient impompable) avant la fin de l'opération pour éviter la prise de ciment en cours d'opération. Dans notre cas

$$T_{\text{sécurité}} = 1,0 \text{ heures}$$

III.1.9. Squeeze de ciment :

- compte tenu du bilan des pertes pendant la chasse et la remontée des 10 longueurs des tiges s'il reste un volume de laitier inférieur à 1 m³ on remonte la garniture d'extension sans squeeze.
- s'il reste un volume de laitier supérieur à 1 m³, on fait squeeze avec hésitation avec l'unité de cimentation tout en limitant la pression de squeeze inférieur a la pression du test d'injection ou Pression de squeeze < pression admissible.

Après la pose de bouchon et la remontée des 10 longueurs, on a compté une diminution de niveau de circulation de 2,8 m³ qu'indique qu'on a 2,8 m³ de ciment entré dans la formation, et 2,2 m³ reste dans le puits.

A cet état l'opération de squeeze commence.

III.1.9.1. Déroulement de l'opération :

L'opération de squeeze consiste à applique une pression sur la formation en fermant sur tiges pour faire pénétrer le laitier dans la formation couvrant ainsi les zones à pertes.

- $Q = 80 \text{ l/min}$. $PR = 700 \text{ Psi}$.
- Pression de squeeze 700 Psi.
- Pression de stabilisation: 700 psi pendant 10 min.
- Volume pompé: 3000 l.
- Volume retour: 2880 l.

Reforage ciment

- Le refoarge ciment est entamé avec la BHA avant le pose de ciment

- Top réel ciment: 3288 m
- Top théorique: 3290 m
- Paramètre de reforage : $Q=1800$ l/min WOB = 3-12 T
- Test de formation

Le but de ce test est de connaître la pression admissible par la formation vu le risque encouru pendant la chasse du laitier de ciment, avec les pressions et les débits requis pour la cimentation du 3^e.

- Calcul la pression de sabot
- Calcul de la densité d'équilibre

Remarque :

Le premier test de formation est positive, le test sera jugé bon avec un débit uniforme lors de l'augmentation de la pression.

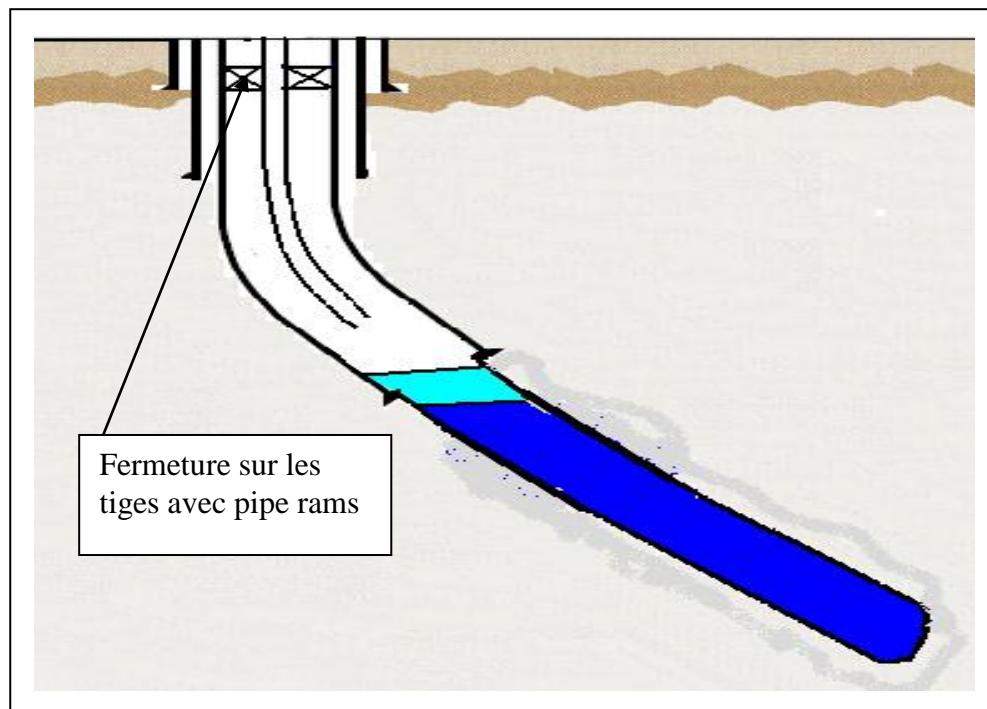


Fig.III. 00. Déroulement de L'opération de Squeeze

Conclusion

CONCLUSION

Les pertes en circulation sont les conséquences logiques d'un déséquilibre de pression, existant ou créé, momentané ou permanent, entre le milieu traversé et les fluides utilisés en forage.

Au terme de cette étude, on peut dire que les déroulements normaux des opérations dans le champ de Hassi Messaoud est plus précisément celui de TAG est très souvent interrompu par le problème de perte de circulation.

Au cours de forage du TAG, on doit toujours avoir une pression hydrostatique suffisante pour éviter le fluage des argiles, mais encore, éviter le risque de craquage de cette zone, aussi, les problèmes de perte de circulation en forage peuvent être résolus si une technique correcte et appliquée pour chaque cas.

Les facteurs les plus importants à prendre en considération sont :

-La localisation de la zone à perte devrait être déterminée avec précision sinon le colmatant serait placé dans un endroit inadéquat.

-Les produits colmatants et les techniques devraient être systématiquement adaptées aux types et aux degrés des zones à perte pour avoir le maximum d'efficacité.

Il est utile de rappeler qu'un grand nombre de pertes pourraient être évitées en suivant les règles appropriées de forage ; Adaptation des fluides aux conditions de forage; Eviter la reprise brutale de pompage; Eviter les changements brusques de types d'écoulement; Eviter les suppressions et la dépression dues aux manœuvres trop rapides.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] C.Garcia; P. Perigot; 1974; édition technique; boue de forage ;
- [2] J.P.Nguyen; 1993; édition technique; le forage ;
- [3] Document Sonatrach Mesurment et Rapport Journaliers;
- [4] M. Daddou; (31/03/1998); MI- Lost Circulation;
- [5] Control of Lost Circulation In Fractured Limestone Reservoirs Document;
- [6] Edition Technique Formulaire Du Foreur Édition 1989 ;
- [7] Document Sonatrach (DP) Historique Du Puits **MDZ094**;
- [8] Documents ENAFOR;
- [9] Mr Slimani; Mars 2004; Formation Gdf Sonatrach M1;
- [10] Mr Slimani et C. SOUSSI; Formation Gdf Sonatrach M2;
- [11] Programme De Forage De Puit **MDZ094**;
- [12] Les Mémoires Des Ingénieurs Forage;

Annexe

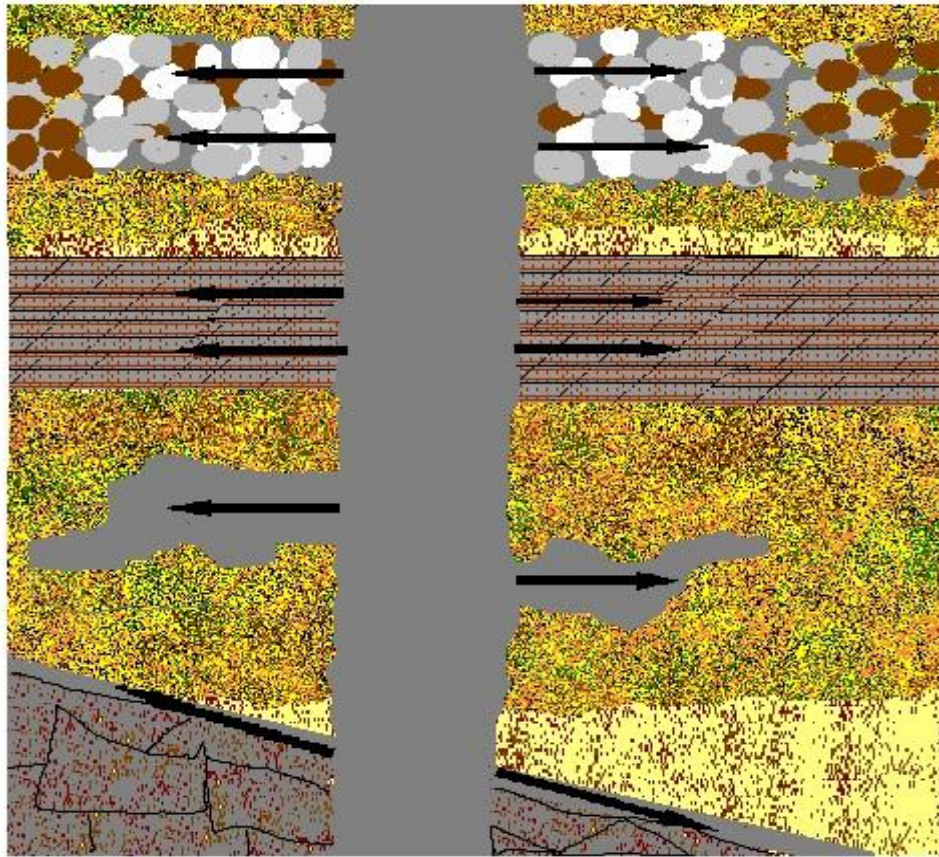


Fig. 1. Perte Naturelle

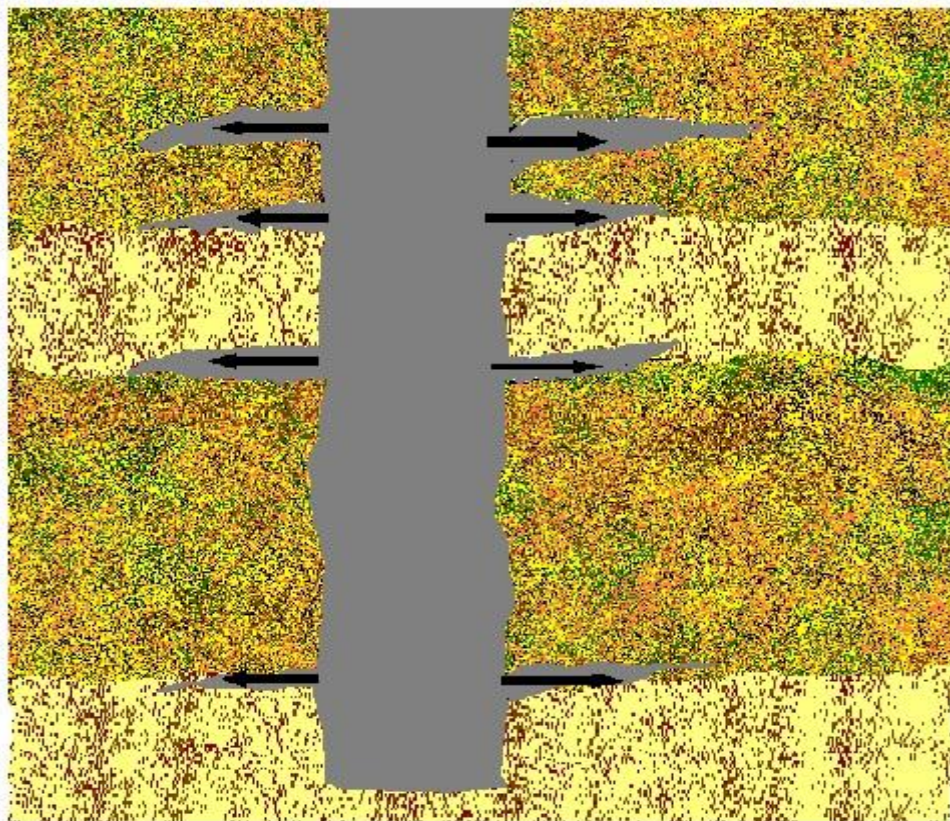


Fig. 2. Perte par craquage

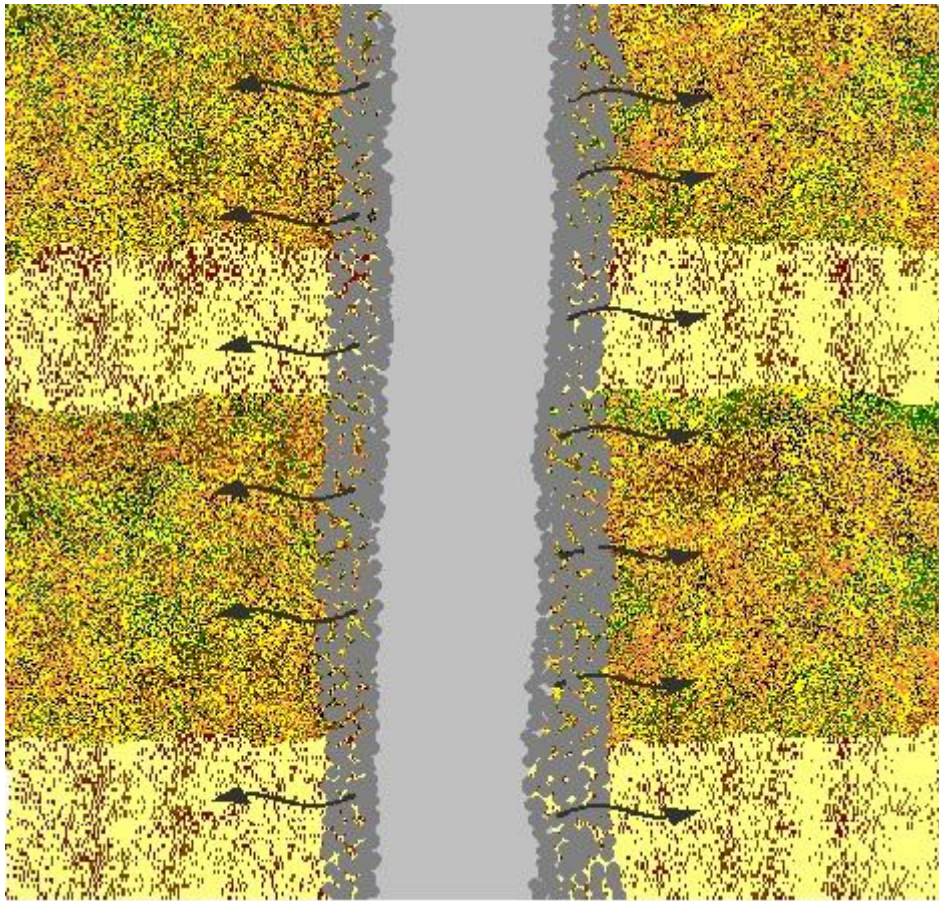
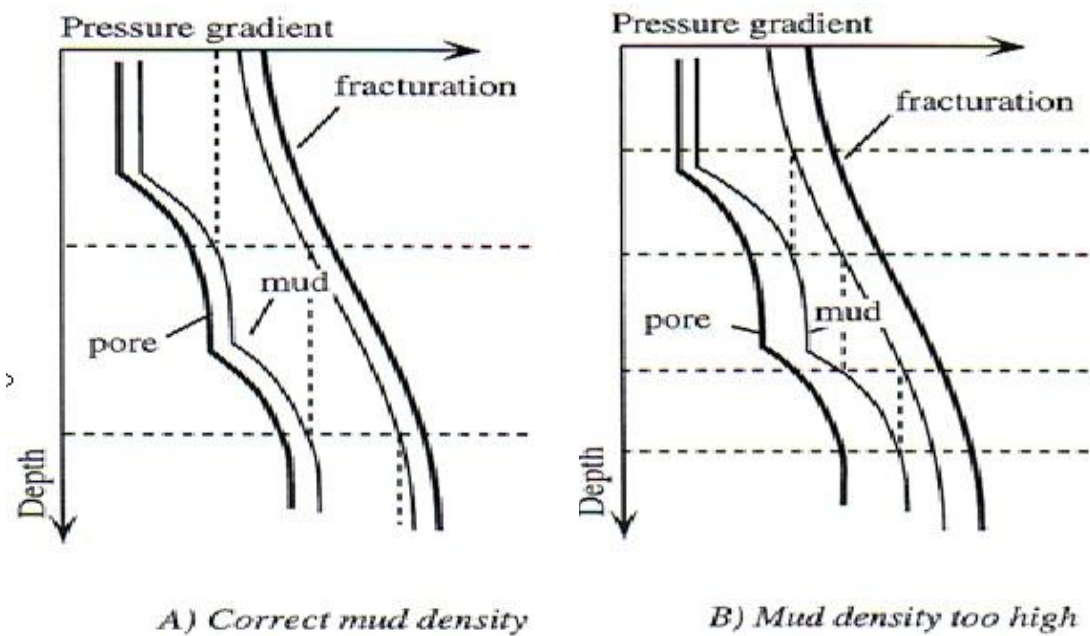


Fig. 3. Perte par filtration

Fig. 4. Pression au sein de la boue trop élevée



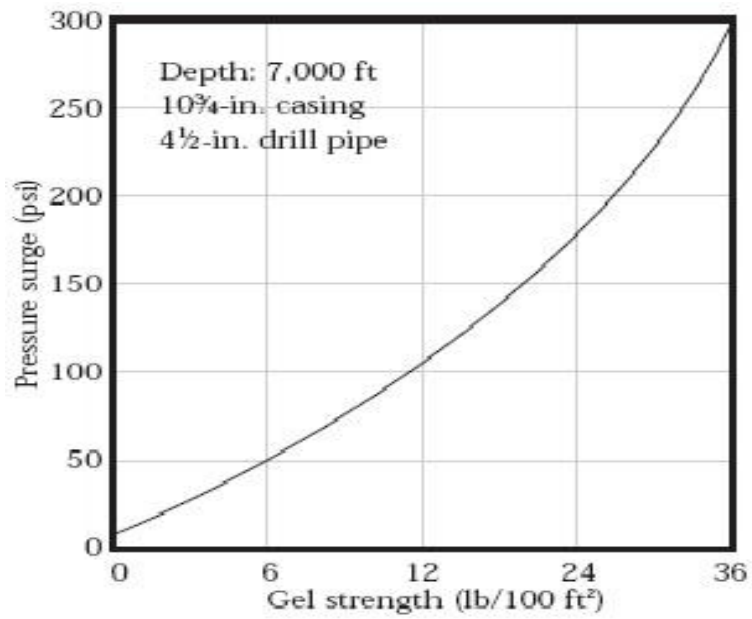


Fig. 6. Effet des gels sur la pression de pistonage

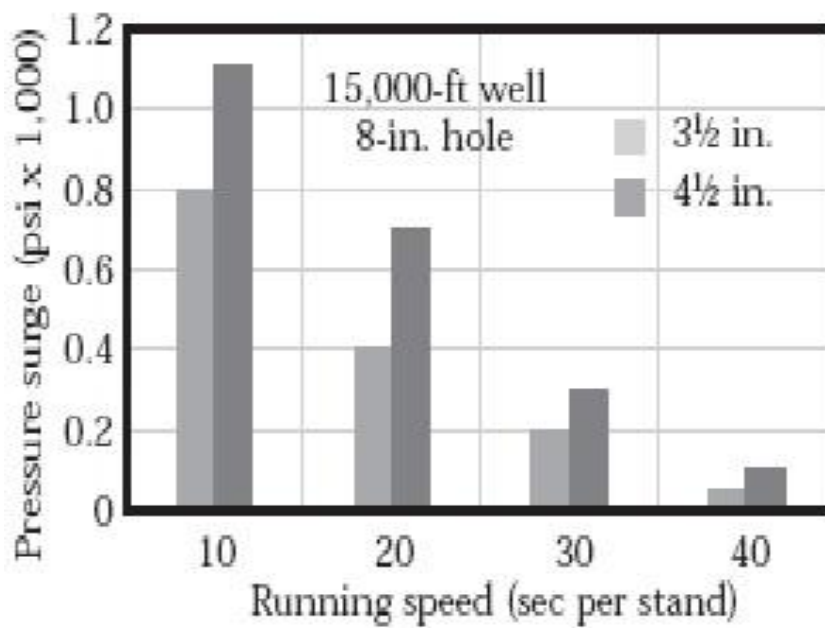


Fig. 7. Effet de la vitesse de descente sur la pression annulaire

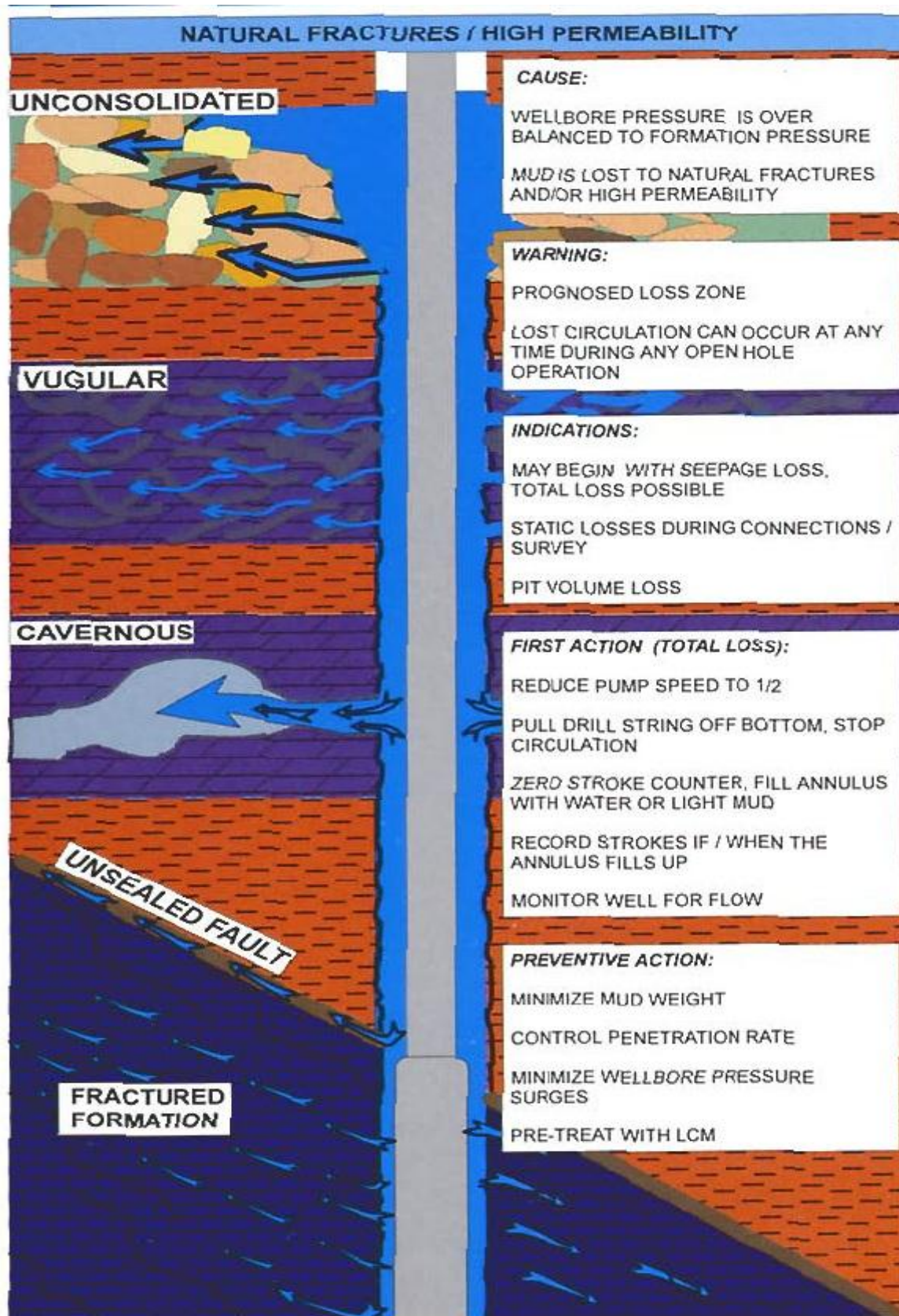


Fig. 04. (1) les causes de perte de circulation

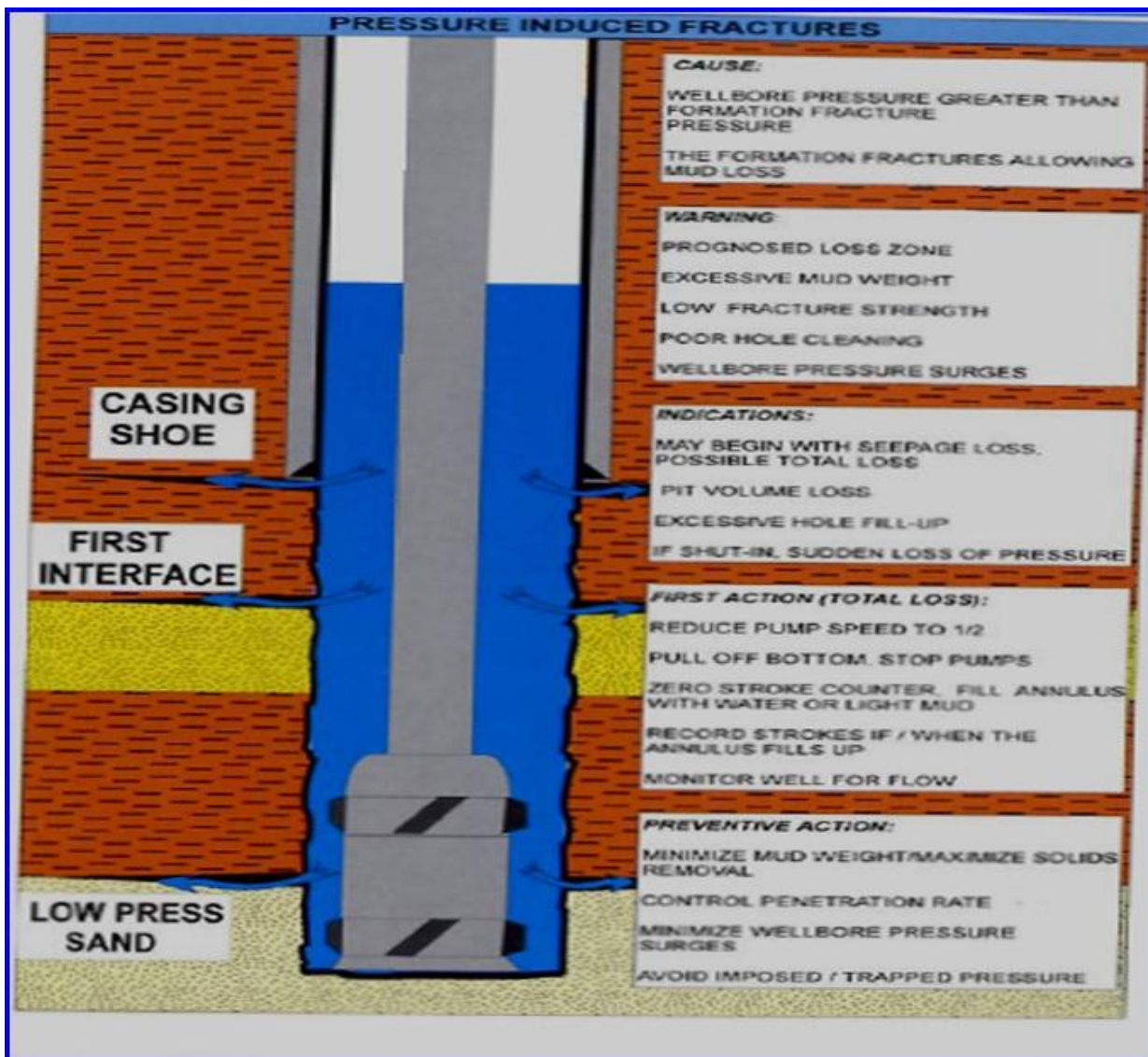


Fig. 1. (2) les causes de perte de circulation

Types de pertes	Degré
Par filtration (faible)	$< 1.0 \text{ m}^3/\text{fir} (1.0 \text{ bbl/hr})$
Partielle (moyenne)	$1.0 \text{ à } 7.0 \text{ m}^3/\text{hr} (1.0 \text{ à } 10.0 \text{ bbl/hr})$
Totale (sévère)	Totale (impossibilité de garder le puits plein)

Tableau 1. Degrés

des pertes de circulation

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 maille de 10 50 - 10 maille de 100	20	0 4 .8 12 .16 .20
Plastique	Granulaire	50 - 3/16 maille de 10 50 - 10 maille de 100	20	0 4 .8 12 .16 .20
Calcaire	Granulaire	50 - 3/16 maille de 10 50 - 10 maille de 100	40	0 4 .8 12 .16 .20
Soufre	Granulaire	50 - 3/16 maille de 10 50 - 10 maille de 100	120	0 4 .8 12 .16 .20
Coquille de noi	Granulaire	50 - 10 maille de 16 50 - 30 maille de 100	20	0 4 .8 12 .16 .20
Percite dilatée	Granulaire	50 - 3/16 maille de 10 50 - 10 maille 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 . . . Agents Colmatant Typiques

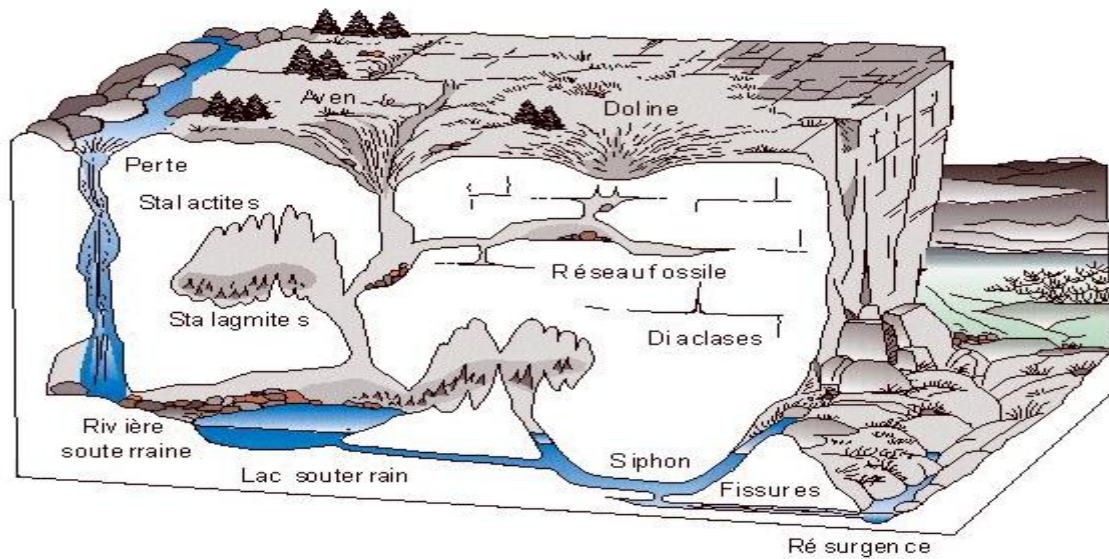


Fig. 1. Formation caverneuse

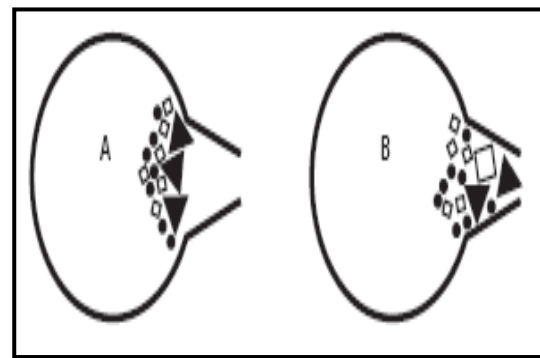
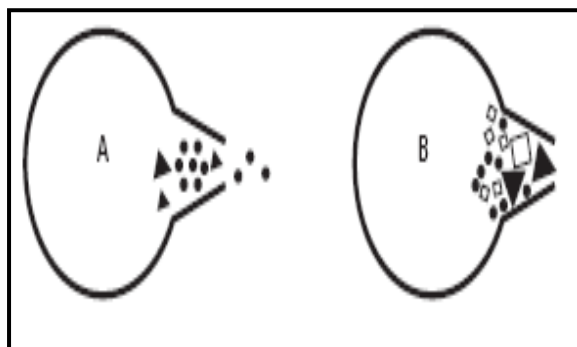
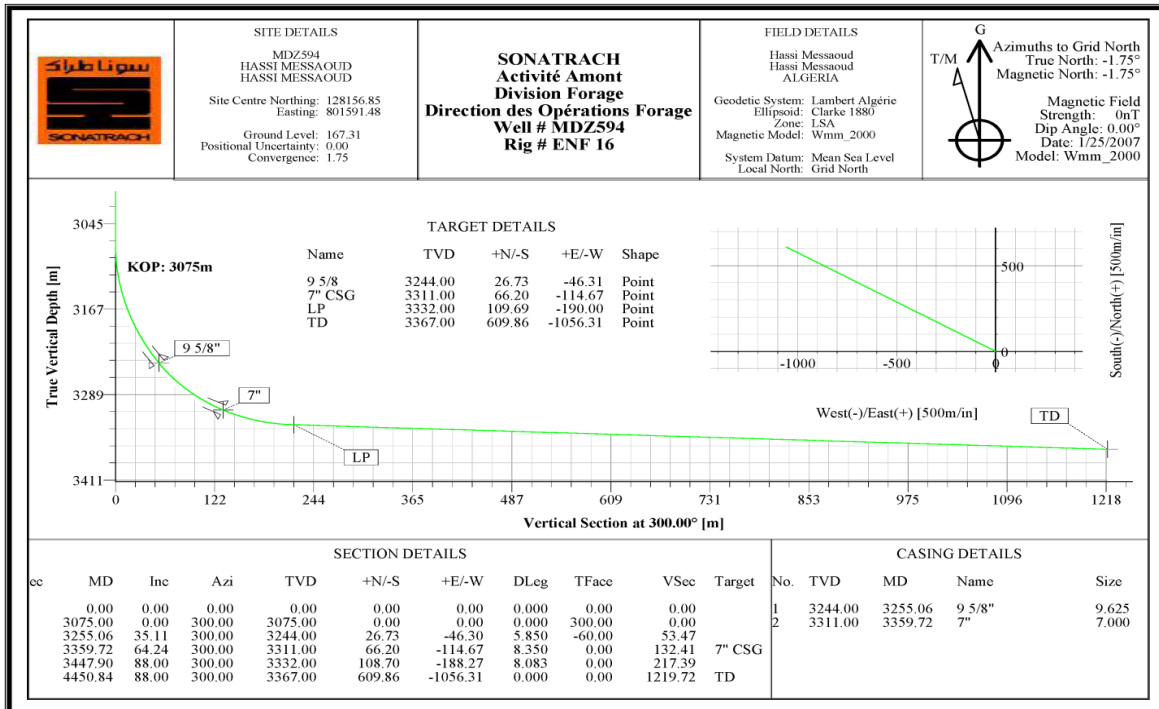


Fig. 2. Type d'A
Formation des agents colmatants

Fig. 2. Type d'A



Tab. 3. Diagramme de Diviasion

SH Engineering Department
 Drilling Fluid Cell

Mud Program Request Form

To: **BASP**

Well Name: **MDZ594** M,Depth m **4450** Rig N° **ENF16**

1. Recommended Mud Properties:

Properties	36"Section	26"Section	16" Section	12 ^{1/4} "Section	8 ^{3/8} "Section	6" Section
Mud system		Bentonitic	OBM	OBM	OBM	OBM
MWT SG.		1.05	1.25	2.02	1.40	As Pre DP (0.86-0.88)
YP, lb/100 ft2		40 - 60	18 - 24	10 - 14	10 - 12	12
HPHT FL ML		API ± 20 at TD	<10	< 10	< 10	< 4
EST MV			> 600	> 1000	> 1000	> 1000
O/W Ratio			70/30 - 85/15	85/15 - 90/10	90/10	95/5
LGS %		< 5	< 5	< 5	< 5	< 3
		Required	Required	Required	Required	Required
Hydraulic anlysis @ 3 diff yp						
Av Pump Rate			3000	2000	1300	800
Note	Non listed properties or values will be as proposed at the standard Mud Program					

Fig. 11 : Program de La Boue

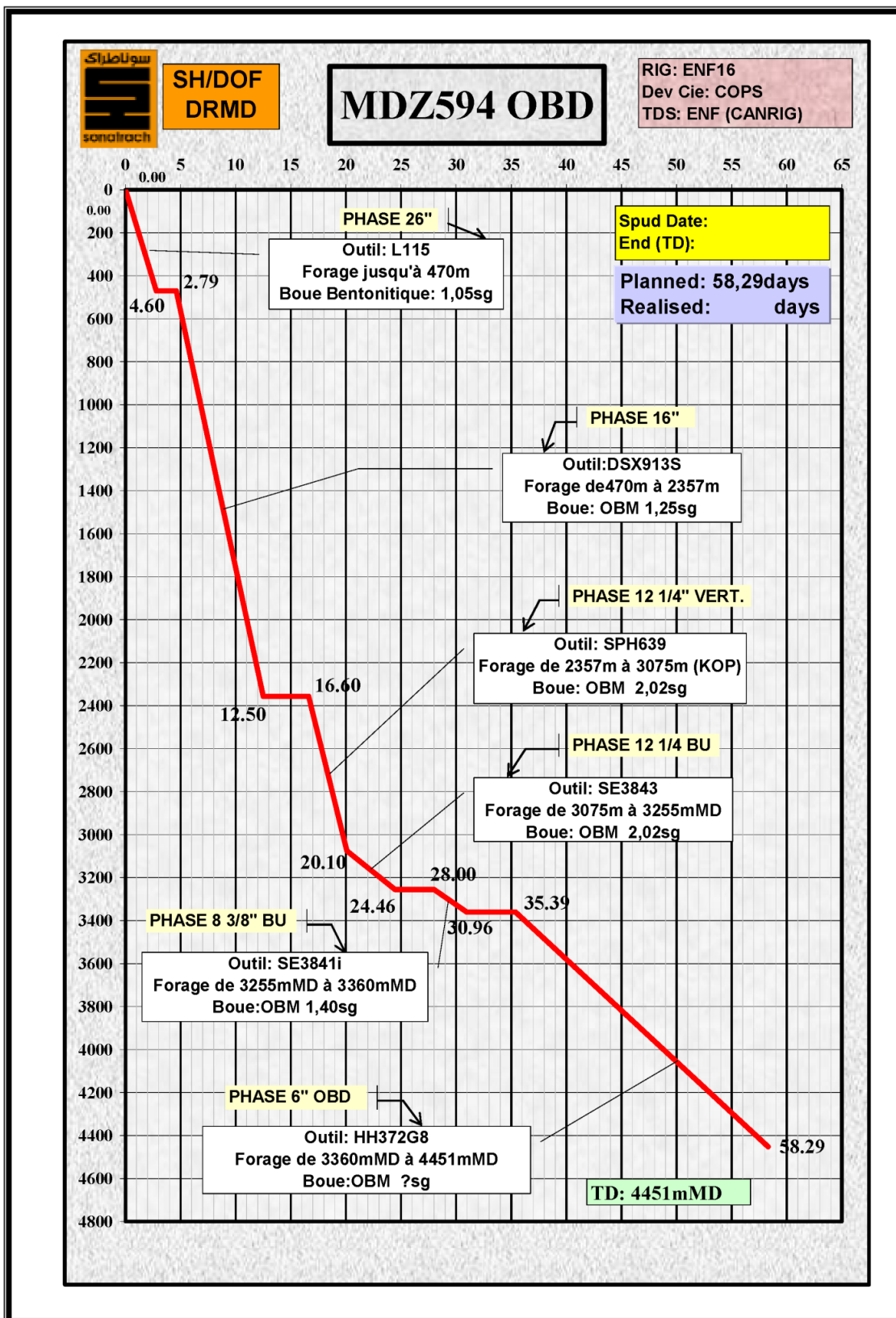


Fig. ۱۲ : Durée de Diviation

Interval Mud Properties

Interval Properties	36" 26"	16"	12 1/4"	8 3/8"	6"
Type of Fluids	Spud Mud	OBM	OBM	OBM	OBM
Density, SG	1,05	1,25	2,02	1,40	As per DP
F.Vis, Sec/qt	60 - 80	50 – 55	50 - 55	50 - 55	40 – 45
YP, lb/100 ft²	40 - 60	18 – 24	10-14	10-12	12
Gels, (10 sec / 10 minutes)	20/40	12/18	12/16	8/12	8/12
6 rpm Readings	20 - 30	14 – 17	14 - 17	14 - 17	8 – 10
API FL, cc/30 min.	**+/- 20	-	-	-	-
HTHP FL, 250°F/500 psi cc	-	<10	<10	<10	<5
NaCl % by wt	-	26	26	26	26
CaCl₂ % by wt	-	-	-	-	-
Electrical Stability Volts	-	>600	>1000	>1000	>1000
POM 0.1 H₂SO₄	-	2 – 2.5	2 – 2.5	2 – 2.5	1 – 1.5
Oil/Water Ratio		70/30 85/15	85/15 90 /10	90/10	95/5
LGS % by Volume	<5	<5	<5	<5	<3
PH	9.5-11	-	-	-	-
MBT, Kg/m³	80-110	-	-	-	-

Note: **_By Casing Point

Fig. ۱۳: Caractéristique de la boue

RIG ENF# 16

❖ Draw Works	OIL WELL E-2000
- Horsepower Capacity	2000 HP
❖ Mast:	DRECO
- Clear Height above Rig Floor	142 feet
- Gross Nominal Capacity(Lbs)	130000
- Static Hook Load with 12 lines(Lbs)	100000
❖ Substructure:	DRECO
- Rig Floor Set Back (Lbs)	70000
- Rig Floor Casing Load (Lbs)	80000
- Height from Ground Level	30 feet
- Clear Height under Rotary Beams	26 feet
❖ Traveling Equipment:	G.D. 000 T
- Traveling Bloc, Capacity	BJ 000 T
- Hook, Capacity	NATIONAL P-000
❖ Swivel:	000 T
- Rated Capacity	CANRIG, 8000 AC-712
❖ Top Drive System:	000 T
- Make, type	N.O.I D-370
- Capacity	37 1/2 Inch
❖ Rotary Table	NATIONAL 12P160
- Maximum Opening	1600 HP
❖ Mud Pumps:	02
- Horsepower Capacity	ROSS HILL
- Quantity	SCR
❖ Rig Power	04 CAT. Diesel Engines 3012+00 Kato AC
- System	Generators
- Generator Sets	4840 HP
- Total Continuous Power	Not equipped
❖ Iron Roughneck:	Not equipped
- Make,type	
- Range	
❖ Pipe feed Conveyor	Not equipped
- Make, Type	
- Range	
❖ Mud Tanks:	00
- Number of Tanks	300 m ³
- Total Capacity	
❖ Main Camp:	ATCO
- Manufacturer	

Tab. 4. Caractéristique de ENF 16