



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



Université Kasdi Merbah – Ouargla.  
Faculté des Hydrocarbures et des Énergies Renouvelables et des sciences de la  
Terre et d'Univers.  
Département de Forage et Mécanique des Chantiers Pétroliers.

### **Mémoire**

Pour l'obtention du diplôme Master en Forage.

**Option : Forage**

## **Thème**

**Etude de coincement dans la phase 16" dans  
le champ de HASSI MESSAOUD  
-Cas du puits MD260Bis-**

#### **Présenté par**

Mr: Salem Yousfi  
Mr: Riyadh Arouaoui

#### **Encadré par :**

Mr : Ridha Mabrouk

#### **Les membres jury :**

Mr : Riyadh Hadjab  
Mr : Issam Rzayguiya

**Année universitaire : 2016/2017**



## ***Remerciements***

*En premier lieu, nous tenon à remercier notre Dieu "Allah",  
notre créateur pour nous avoir donné la force pour  
accomplir ce travail.*

*Nous adressons nos vifs remerciements à notre promoteur  
consultant MR. MEBROUK RIDHA*

*Egalement nos remerciements vont à  
Mr ISSAM RZAYGUIYA d'avoir présider la jury et Mr  
Examineur HAJAB RIYADH*

*Nous présentons nos chaleureux remerciements aux  
Employeurs du ENTP  
Pour leur aide et orientations durant notre formation.*

*Nos derniers remerciements, vont à tous ceux qui ont  
contribué de près ou de loin à l'aboutissement de ce travail.*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Avant tous à mes chers parents que Dieu les protège  
Mes dédicaces s'adressent également à mon petit frère.*

*À ma sœur.*

*Et à tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le  
nom  
AROUAOUI*

*Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis*

*A tous les enseignants et toutes les enseignantes d'hydrocarbures*

*A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon binôme*

*SALEM YOUSFI*

*RIYADH...*

*Je dédie ce modeste travail à :*

*Avant tous à mes chers parents que Dieu les protège*

*Mes dédicaces s'adressent également à mes chers frères.*

*Et à tous les membres de ma famille et toute personne qui porte le*

*nom*

*YOUSFI*

*Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis*

*A tous les enseignants et toutes les enseignantes d'hydrocarbures*

*A la fin je dédie très chaleureusement ce mémoire à mon binôme*

*AROUAOUI RIYADH*

*SALEM...*

## Liste des figures

<b>Fig. I.1 : Puits voisins –MD260bis.....</b>	<b>3</b>
<b>Fig. I.2 : Localisation du puits MD260 bis .....</b>	<b>4</b>
<b>Fig. I.3 : Coupe stratigraphique du puits.....</b>	<b>5</b>
<b>Fig.II.4 : Collage par pression différentielle .....</b>	<b>8</b>
<b>Fig. II.5 : Collage par pression différentielle (suite).....</b>	<b>9</b>
<b>Fig.II.6 : Trou de serrure.....</b>	<b>12</b>
<b>Fig.II.7 : Sédimentation des déblais dans les puits inclinés .....</b>	<b>13</b>
<b>Fig.II.8 : ferrailles dans le trou .....</b>	<b>14</b>
<b>Fig.II.9 : Ciment tendre .....</b>	<b>15</b>
<b>Fig.II.10 : Les éboulements .....</b>	<b>16</b>
<b>Fig.II.11 : Argiles fluentes .....</b>	<b>18</b>
<b>Fig.II.12 : Les couches du sel .....</b>	<b>20</b>
<b>Fig.II.13 : Diminution du diamètre nominal du trou .....</b>	<b>21</b>
<b>Fig.II.14 : Formation de dog leg .....</b>	<b>21</b>
<b>Fig.III.15 : Schéma d'une coulisse mécanique .....</b>	<b>24</b>
<b>Fig.III.16 : Schéma d'une coulisse hydraulique .....</b>	<b>25</b>
<b>Fig.III.17 : Bumper sub (bowen).....</b>	<b>26</b>
<b>Fig.III.18 : Battage vers le bas .....</b>	<b>27</b>
<b>Fig.III.19 : Battage vers le haut .....</b>	<b>28</b>
<b>Fig.III.20 : Outil pour déterminer le point de coincement.....</b>	<b>32</b>
<b>Fig.III.21 : Mise en place et déplacement du bouchon .....</b>	<b>33</b>
<b>Fig.III.22 : Overshot bowen (basket grapple).....</b>	<b>34</b>
<b>Fig.III.23 : Overshot bowen (spiral grapple).....</b>	<b>34</b>
<b>Fig.III.24 : Tarauds et cloches taraudees .....</b>	<b>35</b>
<b>Fig.III.25 : Side-track .....</b>	<b>36</b>
<b>Fig.IV.26 : Masse tiges.....</b>	<b>37</b>
<b>Fig.IV.27 : Tige lourde.....</b>	<b>38</b>
<b>Fig.IV.28 : Diamètres des masses-tiges.....</b>	<b>41</b>
<b>Fig.IV.29 : Diamètres des tiges.....</b>	<b>42</b>
<b>Fig.IV.30 : Position du point neutre.....</b>	<b>44</b>
<b>Fig.V.31 : Les statistiques concernant les puits étudiées.....</b>	<b>54</b>
<b>Fig.V.32 : Trou tortueux.....</b>	<b>57</b>

Tableau.I.1	Description du puits MD260 bis.....	02
Tableau.IV.2	Composition de la garniture de forage.....	45
Tableau.V.3	Timing des opérations journaliers.....	50
Tableau.V.4	Bouchon laveur avant acide.....	52
Tableau.V.5	Bouchon inhibiteur de corrosion.....	53
Tableau.V.6	Matrice HCL 15%.....	53
Tableau.V.7	Bouchon laveur après acide.....	53
Tableau.V.8	Consommation totale des produits.....	53
Tableau.V.9	Représente le ROP au Turonien 16"a HMDZ.....	54

HMD : Hassi Messaoud

UTM : Universel Transverse Mercator

MD : C'est un block

TVD : Total vertical depth

ENTP : Entreprise National des Travaux aux puits

PF : Pression de formation

PH : Pression hydrostatique

LAG-TIME : Le temps nécessaire pour la remontée des déblais au surface

Lbf : Pound force (Unité de poids)

FD : Force différentielle

API : Institut de pétrole Américaine

HPHT : Haut pression /Haut température

BHA : Bottom Hole Assembly (Garniture de forage)

SIT: Stuck Point Indicator Tool

Cf : Coefficient de friction

DP : Drill pipe

HWDP: Heavy Weight Drill Pipe

PDC: Polycrystalline Diamond Compact

WOB : Weight On Bit (poids sur l'outil)

OD : Diamètre extérieur

GR : Gamma-Ray

ft : Foot (Unité de distance)

ms : Milliseconde (Unité de temps)

HCL: Acid Chlorohydrique

SH: Sonatrach

SH FOR: Sonatrach forage

lts : Litres (Unité de volume)

ROP : Rate Off Pénétration (Vitesse d'avancement)

HRS : Heures (Unité de temps)

RPM : Vitesse de rotation (tours/min)



---

<b>Remerciements</b> .....	<b>i</b>
<b>Dédicaces</b> .....	<b>ii</b>
<b>Sommaire</b> .....	<b>iii</b>
<b>Liste des figures</b> .....	<b>iv</b>
<b>Liste des tableaux</b> .....	<b>v</b>
<b>Résumé</b> .....	<b>vi</b>
<b>Introduction générale</b> .....	<b>vii</b>

### **Chapitre I : Présentation du puits md260bis**

I-1- Situation du puits.....	02
I-2- points offset .....	03
I-3- les puits voisins au puits MD260bis .....	04
I-4- Prévisions géologiques du puits .....	05

### **Chapitre II : Généralité sur les coincements**

II-1- Introduction.....	06
II-2- Classification des coincements .....	06
II-2-1- Coincements par pression différentielle .....	07
II-2-2- Coincements mécaniques .....	11
II-2-2-1- Trou de serrure (Key Seat).....	12
II-2-2-2- Sédimentation des déblais .....	13
II-2-2-3- Chute ferraille et objet divers.....	13
II-2-2-4- Ciment tendre .....	14
II-2-2-4- Les éboulements.....	16
II-2-3 Coincements dûs à l'instabilité des parois du puits .....	17
II-2-3-1- Argiles fluentes .....	17
II-2-3-2- Argiles feuilletées.....	18
II-2-3-3- Les couches du sel .....	19
II-2-3-4- Diminution du diamètre nominal du trou .....	20
II-2-3-5- Trajectoire .....	21

### Chapitre III : Traitement des coincements

III-1- Le battage .....	23
III-1-1- Outils de battage .....	23
III-1-2- Différents types de coulisses .....	24
III-1-3 Position de la coulisse .....	26
III-1-4- Sens de battage .....	27
III-2- Les types de dévissage .....	28
III-2-1. Dévissage Back-Off.....	28
III-2-1-1- Back off à explosif.....	29
III-2-1-2- Dévissage mécanique.....	30
III-2-2. Recommandations sur le back-off.....	30
III-3- Injection des bouchons .....	32
III-4- Raccordement et repêchage du matériel tubulaire .....	33
III-5- Le side-track .....	35
III-5-1- Définition .....	35

### Chapitre IV: Calcul de la garniture de forage

IV-1- Introduction .....	37
IV-2- Caractéristiques de La garniture de Forage.....	37
IV-2-1- Equipements standard .....	37
IV-2-2- L'outil de forage (outils PDC) : (Polycristalline Diamond Compact) .....	40
IV-3- calcul de la garniture de forage .....	40
IV-3-1- Choix des masses-tiges et des tiges .....	41
IV-3-2- Calcul de la longueur minimale de masse-tiges .....	43
IV-3-3- Composition de la garniture de forage .....	45
IV-3-4- Calcul de la longueur maximale des tiges .....	45

### Chapitre V : ETUDE DE CAS

V-1- Introduction .....	48
V-2- l'objectif de l'étude.....	48

---

V-3- nature des terrains traverses.....	48
V-3-1- Description lithologique du Turonien .....	49
V-3-1- Manifestation du coincement .....	49
V-4- scenario type et timing des operations journalieres.....	50
V-5- Programme d'acidification.....	50
V-5-1- But de L'opération .....	50
V-5-2- Consignes de sécurité .....	51
V-5-3- Procédure de L'opération.....	51
V-5-4- composition des fluides.....	52
V-6- Analyse du Coincement.....	53
V-6-1- analyse et interpretation .....	55
V-7- causes potentielles du coincement.....	56
V-7-1- perte de la stabilite.....	56
V-7-2- Difficultés de remontée terminée par un coincement.....	57
V-8- Conclusion .....	58
Conclusion générale.....	
Bibliographie.....	
Annex.....	

# **INTRODUCTION**

## **INTRODUCTION :**

La finalité d'un forage est d'atteindre l'objectif, qui est le réservoir, avec un prix de revient minimum, sans l'endommager ni compromettre son exploitation (production, injection).

Cependant, plusieurs techniques ainsi que plusieurs équipements ont été développés selon les besoins et les difficultés rencontrées durant le forage.

Toute perte de temps augmente le coût de forage. Celle-ci est générée la plupart du temps par trois causes principales :

- La nature des terrains traversés ;
- L'état des équipements utilisés ;
- La formation du personnel.

Parmi les problèmes majeurs qui constituent un grand obstacle pour la poursuite du forage, dans le champ de "Hassi Messaoud", c'est celui des coincements au niveau du Turonien conduit à une perte en temps et en argent considérable.

Par ailleurs, lorsque ces difficultés sont constatées, il faut établir un diagnostic, dont la résolution repose sur la précision et l'exactitude, et une interprétation erronée des symptômes peut amener à une aggravation de la situation.

C'est la raison pour laquelle l'objet de cette étude, qui porte sur les problèmes de coincements au niveau du Turonien, dans la région de "Hassi Messaoud" a été étudié et un remède est proposé, à titre préventif, permettant la réduction maximale des pertes de temps et d'argent occasionnées par ce type de difficultés.

# **CHAPITRE I : PRÉSENTATION DU PUIT MD260Bis**

**I.1.Situation du puits :**

MD260bis est un puits producteur vertical qui est foré dans la zone MD. Le puits MD260bis a été proposé pour remplacer le puits MD260 qui a été abandonné après un effondrement Liner 7 " ; Deux bouchons de ciment ont été placés dans le puits à 966m et 2831m, MD260bis est foré dans le réservoir cambrien jusqu'à une profondeur totale de  $\pm$  3496m. [13]

**Tableau.I.1** : description de puits MD260bis. [13]

Well Name		MD260bis	
Field	HASSI MESSAOUD		
Block	MD		
Well Classification	Development		
Operator	SONATRACH		
Drilling Contractor	ENTP		
Drilling Rig	TP194		
Surface Location	LSA	X 829062,70 , Y = 122261,38	
	Latitude	N 31° 38'48.01321"	
	Longitude	E 6° 10' 05.27426"	
	UTM Zone 31	X = 800467,96	Y = 3505467,97
Well Located in coordinate system	UTM Zone 31 on North Sahara, Clarke 80 (This system will be used as reference in all documents)		
Elevations	Ground Level	143m Above Mean Sea Level (AMSL)	
	Rotary Table Elevation	10m Above Ground Level (AGL)	
	Rotary Table Elevation	153 m Above Mean Sea Level (AMSL)	
Well TD	MD/TVD	3496m (-3343m TVDSS)	

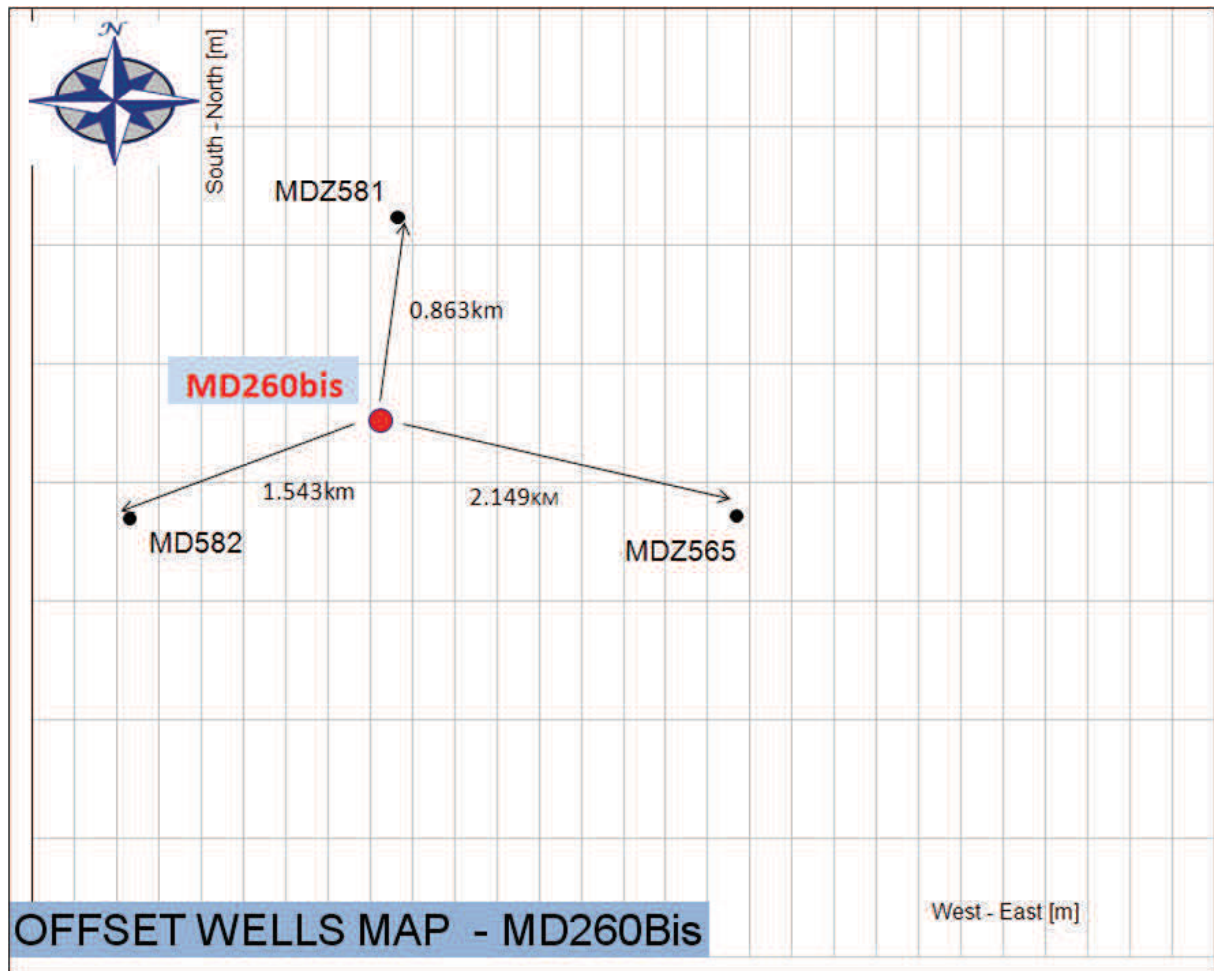
**I.2. Points offset :**

DISTANCE DE RENDEMENT (Km) Spud Date

MDZ581 TP139 0.86 14/09/2005

MD582 ENF15 1.54 02/11/2005

MDZ565 ENF16 2.15 14/01/2005



**Figure.I.1 : Puits voisins –MD260bis [13]**



I.3. Les puits voisins au puits MD260bis :

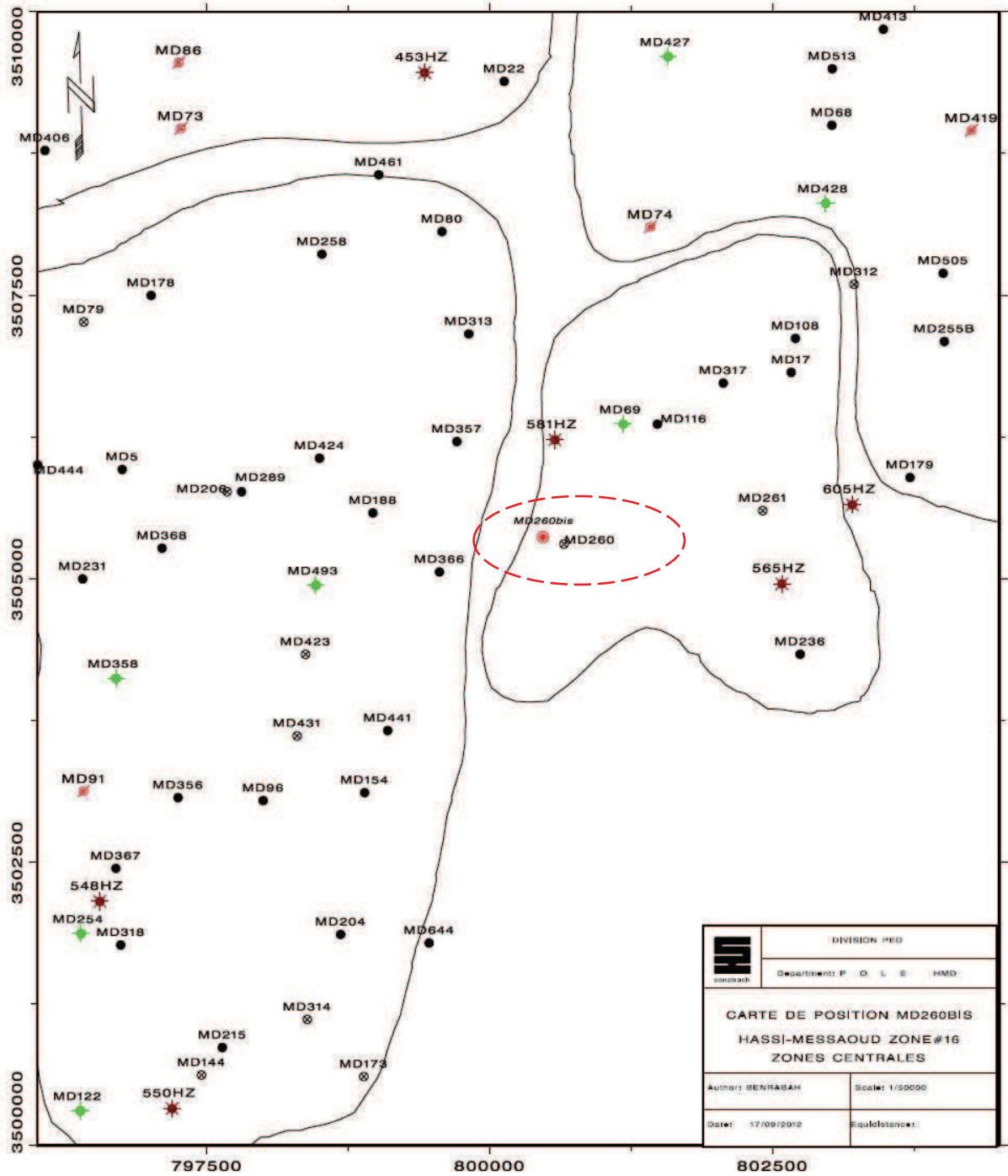


Figure.I.2 : Localisation du puits MD260 bis [13]

I.4 Prévisions géologiques du puits :

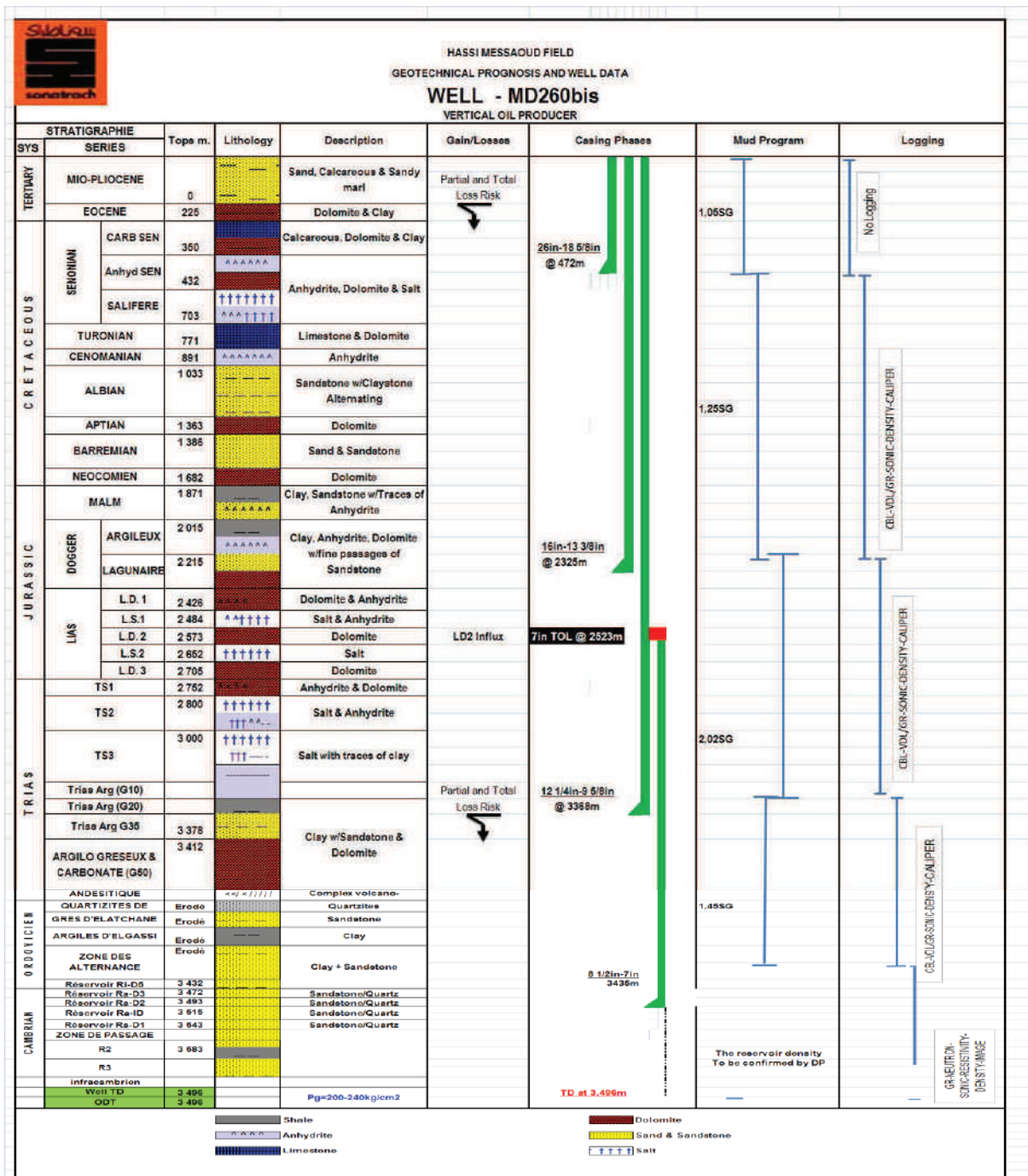


Figure.I.3 : Coupe stratigraphique du puits et différentes phases. [13]

# **CHAPITRE II : GENERALITE SUR LES COINCEMENTS**

## II.1. Introduction :

Durant le déroulement d'un forage, plusieurs types d'accidents peuvent survenir en interdisant la poursuite normale de l'opération.

Nous allons tout d'abord énumérer les principaux types d'accidents possibles en cours de forage :

- \* Présence de pièces et objets métalliques au fond du puits.
- \* Rupture de tubulaires dans le trou foré.
- \* Coincements de la garniture de forage.

Ces derniers sont la cause la plus fréquente et correspondent aux instrumentations les plus graves, généralement elles se compliquent avec le temps.

- **Définition :**

En général on peut définir un coincement comme étant un obstacle qui provoque l'arrêt du forage dont la durée est difficilement prévisible, ce qui nécessite parfois des opérations d'instrumentations mais avant de mettre en œuvre des moyens importants donc coûteux, il est indispensable d'évaluer les chances de réussite et bien entendu son coût.

on peut classer les coincements en 3 catégories:

- ✚ **Coincement par pression différentielle** : Au droit des formations poreuses et perméables, provoque le collage de la garniture contre les parois.
- ✚ **Les coincements mécaniques** : (Trou de serrure, chute de ferraille, chute de ciment, écrasement du tubage, accumulation de déblais due à un mauvais nettoyage du puits, trou sous calibre causé par des terrains abrasifs, etc.).
- ✚ **Coincement par instabilité des formations** : (Formations éboulantes, fluantes, non consolidées, gonflantes, etc.). [14]

## II.2. Classification des coincements :

### II.2.1. Coincements par pression différentielle :

#### Définition :

Le collage est causé par la différence de pression entre la pression de formation  $P_F$  et la pression hydrostatique  $P_H$  de la colonne de boue : cette différence de pression s'exerce en

particulier sur les masse-tiges lorsque ceux-ci, immobilisés par exemple pour un ajout de tige, sont en contact avec la paroi du trou.

Le cake de la boue forme alors un joint qui empêche l'égalisation entre les deux faces des masse-tiges. Plus le cake est épais, plus augmente la surface sur laquelle s'exerce cette différence de pression. [4]

### ➤ Les conditions de coincement par pression différentielles :

Les coincements par pression différentielle requièrent que les cinq conditions ci-dessous soient simultanément satisfaites :

- Puits assez dévié pour que la garniture vienne au contact de la paroi ;
- Pression hydrostatique de la colonne de boue, supérieure à la pression de formation ;
- Zone perméable au point de contact des masse-tiges avec la paroi ;
- Filtrat élevé et surtout cake épais et de résistance médiocre ;
- Moment d'immobilité de la garniture. [11]

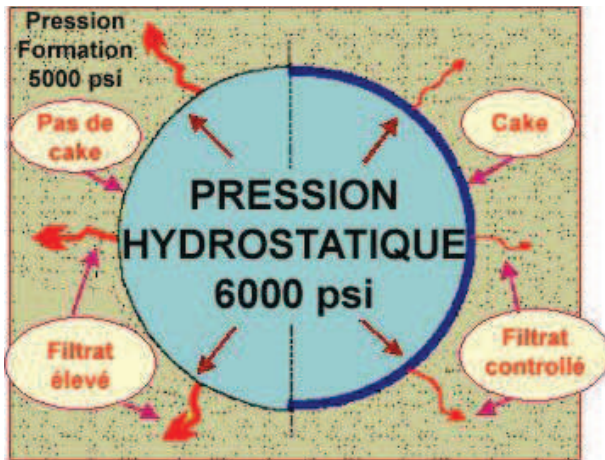
### ➤ Symptômes :

Le symptôme le plus caractéristique est le fait que le coincement de la garniture sera constaté souvent juste après un arrêt de rotation et de manœuvre : ajout de tige par exemple.

La garniture sera coincée en rotation, en remontée et en descente et aucun gain ne sera obtenu par manoeuvre de la garniture. La pression de circulation sera normale et aucune remontée anormale de déblais ou de retombées n'est constatée après lag-time.

**FORMATION PERMEABLE :**

- Grès / Calcaire fracturé



**CAKE :**

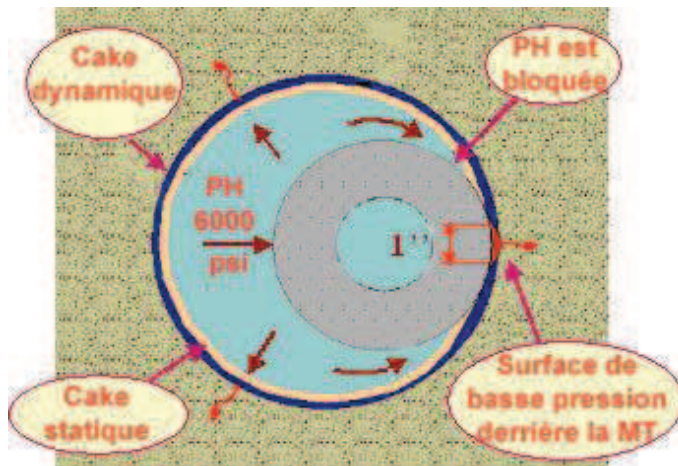
- Un cake de boue se développe sur la paroi du trou par filtration
- Le filtrat élevé augmente l'épaisseur du cake
- L'épaisseur du cake augmente avec la pression différentielle

**SUR-PRESSION HYDROSTATIQUE :**

- La Pression hydrostatique de la boue est supérieure à la pression de formation

**GARNITURE AU CONTACT DU CAKE :**

- Puits incliné / BHA immobile augmentent les risques de coincement



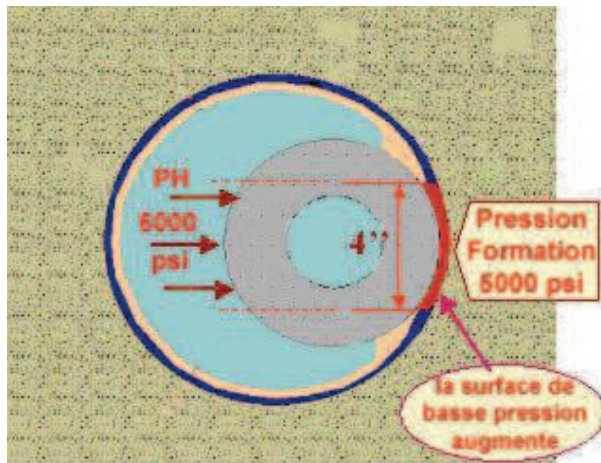
**CAKE STATIQUE :**

- La filtration statique favorise l'augmentation de l'épaisseur du cake
- Le cake statique étanche la face arrière du tube (masse-tige)
- La force différentielle commence à se développer

**GARNITURE à L'ARRET :**

- L'immobilité de la garniture ou l'arrêt de la circulation développe le cake statique

Figure. II.4 : Collage par pression différentielle. [8]

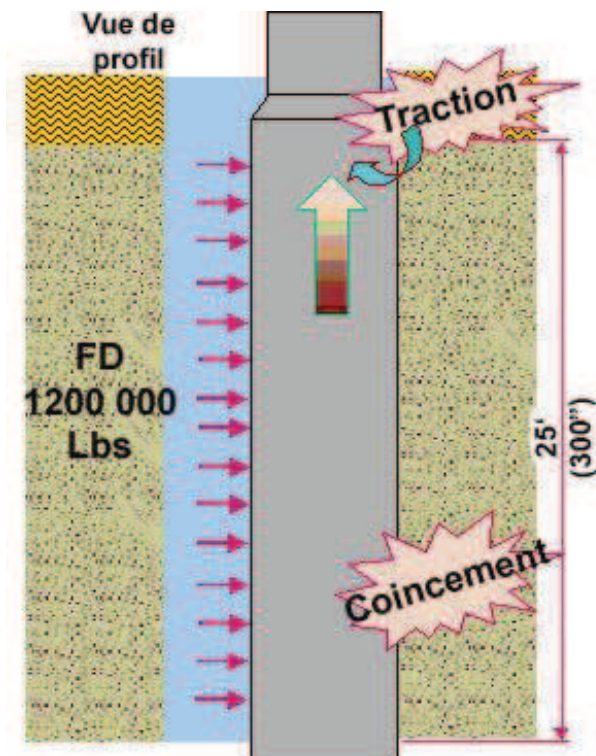
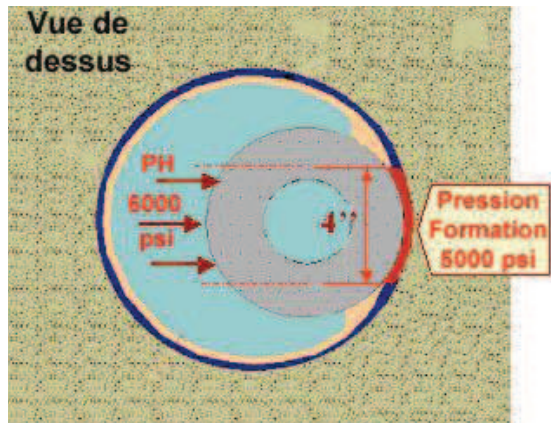


**SURFACE DE BASSE PRESSION :**

- Une surface de basse pression se développe entre le tube et le cake
- La surpression sur la surface de contact tube/paroï détermine force différentielle.

**FONCTION DU TEMPS :**

- Avec le temps, la surface du tube au contact avec le cake augmente
- Une action immédiate est requise pour libérer la garniture.



Surface de Contact

$300 \text{ ''} \times 4 \text{ ''} = 1200 \text{ pouces}^2$

Force Différentielle (FD)

$1200 \text{ in}^2 \times 1000 \text{ psi} = 1,200,000 \text{ Lbf}$

Figure. II.5 : Collage par pression différentielle (suite). [8]

**❖ Traitement du Coincement par pression différentielle :****➤ Diminution de la pression hydrostatique :**

Cette méthode peut être qualifiée de "sauvage", d'abord parce qu'en règle générale les découverts qui supportent très mal une chute de densité, ensuite parce que si cette chute de densité est possible, c'est la preuve que la densité était jusqu'à alors maintenue excessive sans raison. Plus grave encore est le fait qu'il n'y a aucune certitude qu'un quelconque réservoir du découvert ne va pas en profiter pour se mettre à débiter : ce réservoir a pu passer inaperçu car à faible perméabilité ou colmaté et étouffé par une densité excessive.

- La méthode moins dangereuse consiste à diminuer progressivement la densité de la boue par élimination mécanique des solides et dilution.
- Une méthode plus expéditive est de pomper de l'eau (Ou du gazole) soit dans la garniture, soit dans l'annulaire tubé. [14]

**➤ Bouchon d'additif décoincant :**

Le traitement curatif le plus classique consiste à mettre en place dans la zone de collage un bouchon de gazole traité avec un tensioactif : celui-ci a une mouillabilité préférentielle pour le métal et aurait donc "tendance à s'insinuer" derrière les masse-tiges en diminuant ainsi la surface du contact sur laquelle s'exerce la pression différentielle : il est surtout probable que ce tensioactif agit aussi sur les caractéristiques du cake en place, c'est à dire sur sa perméabilité et sur son coefficient de frottement. [15]

**➤ Battage :**

Le battage à la coulisse, de préférence vers le bas, a très peu de chance de succès. En réalité, il ne réussit que si le coincement a une autre cause que la pression différentielle (Eboulement, chute de ferraille). Il n'y a une possibilité de réussite que si la réaction est immédiate, c'est à dire que si le coup de coulisse est donné avant d'avoir tiré au maximum permis. En effet les tractions consolident et renforcent le collage. [10]



### II.2.2. Coincements mécaniques :

Ces coincements sont presque toujours localisés sur une faible portion de la garniture et généralement situés au niveau des changements de diamètre de la garniture.

#### II.2.2.1. Trou de serrure (Key Seat):

➤ **Définition :**

Les Key Seat sont des gouttières creusées dans le terrain par le frottement des tiges pendant le forage ou les manœuvre, ces gouttières se développent au niveau des dog legs ou des décrochements que sont d'autant plus profond que :

- Le terrain est tendre
- Le dog legs est élevé
- La tension des tiges est grande
- Les tiges y travaillent long temps en rotation. [9]

➤ **Signes précurseurs :**

Le développement d'un Key Seat est facile à identifier. Les manifestations sont :

- Accrochages vers le haut lors du passage de la 1<sup>ère</sup> masse-tige ou stabilisateur à une cote bien précise.
- Descente toujours libre au niveau du Key Seat
- La cote d'accrochage correspondant à un dog leg. [8]

➤ **Prévention :**

IL faut éviter les DOG LEG sévères surtout lorsqu'un découvert important reste à forer.

Si le puits présente un DOG LEG accidentel trop sévère, il faut essayer de l'atténuer d'abord par une passe d'alésage et ensuite faire travailler un aléreur en tension à son niveau pendant la poursuite du forage.

Dès les premiers symptômes de formation de Key Seat, il faut inclure au sommet des masses tiges un Key Seat wiper (Aléreur) ou à défaut un stabilisateur. Il est recommandé également d'inclure dans les tiges lourdes, au dessus du Key Seat wiper, une coulisse permettant de battre vers le bas. [14]

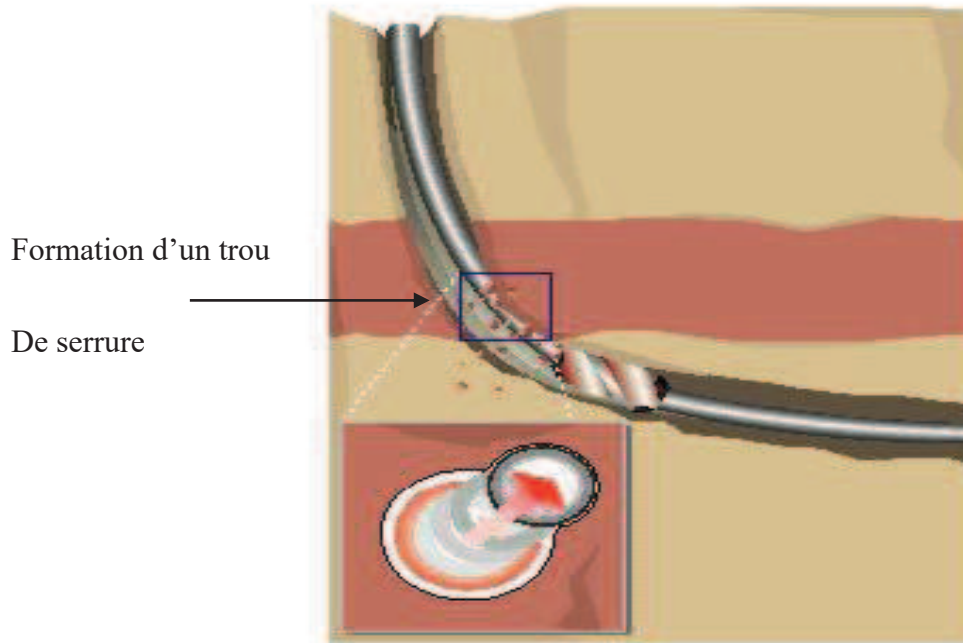


Figure. II.6 : Trou de serrure. [8]

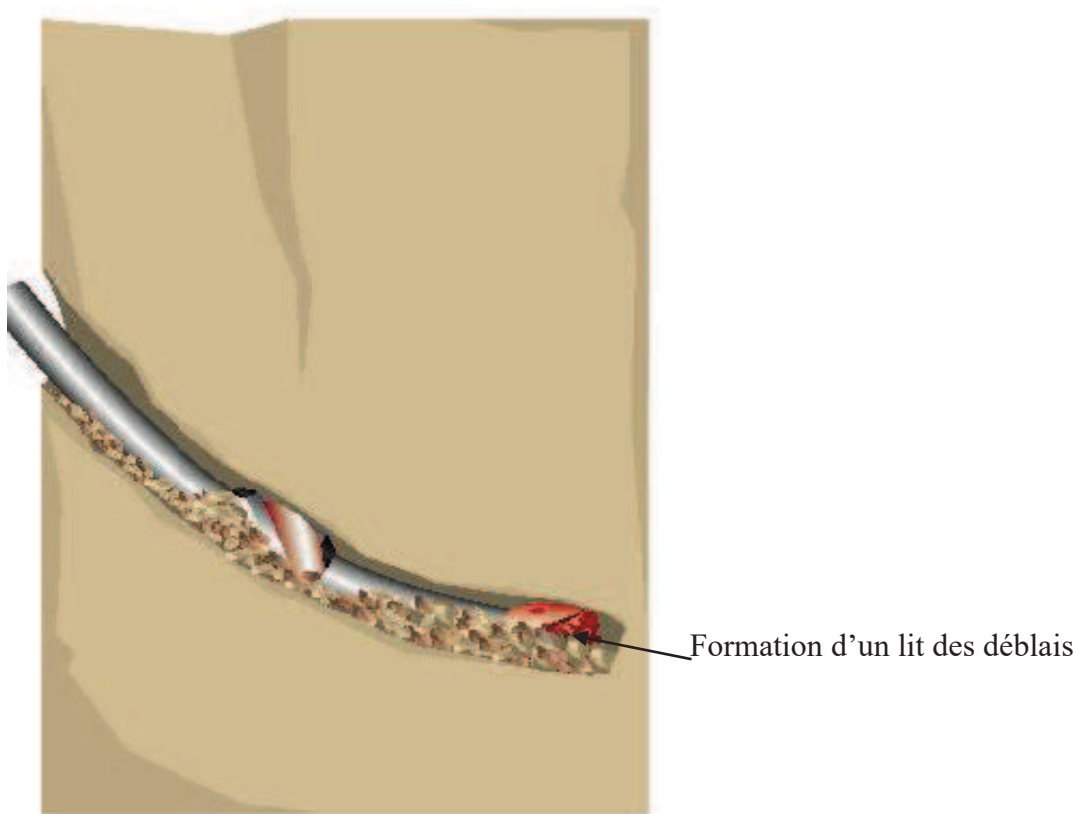
➤ **II.2.2.2. Sédimentation des déblais :**

➤ **Causes**

- Les déblais forés sédimentent sur la surface basse du trou et forment un lit de déblais ;
- Le lit de déblais s'épaissit pendant le forage et glisse dans le trou pour former un bouchon obstruant la garniture de forage sur son espace annulaire ;
- Lors de la manoeuvre de remontée, le lit de déblais est entraîné avec la BHA et fini par constituer un bouchon obstruant l'espace annulaire avec comme risque le coincement de la garniture de forage. [2]

➤ **Actions préventives :**

- Contrôler la vitesse d'avancement ;
- Maintenir les bonnes caractéristiques de la boue ;
- Circuler à un débit maximum (en fonction du diamètre du trou) ;
- Maximiser la rotation de la garniture ;
- Utiliser un bouchon basse viscosité/haute densité. [8]



**Figure II. 7 : Sédimentation des déblais dans les puits inclinés. [14]**

### **II.2.2.3. Chute ferraille et objet divers :**

Bien qu'il s'agisse d'un problème tout à fait différent, la présence accidentelle d'objets étrangers dans le puits peut créer des difficultés dont les symptômes ressemblent à ceux d'une anomalie de trajectoire. Il peut s'agir ici d'outils tombés dans le trou ou de matériels détruits en cours de forage.

Dans le cas de chute accidentelle, la présence de ces objets n'est pas forcément identifiée immédiatement. Dans d'autres cas, cette présence peut avoir été "oubliée", par exemple lorsque des molettes ont été rebroyées et partiellement repêchées : il peut rester piégé dans la paroi ou dans une cave, un morceau important de ferraille qui retombera de façon aléatoire plusieurs jours après. [2]

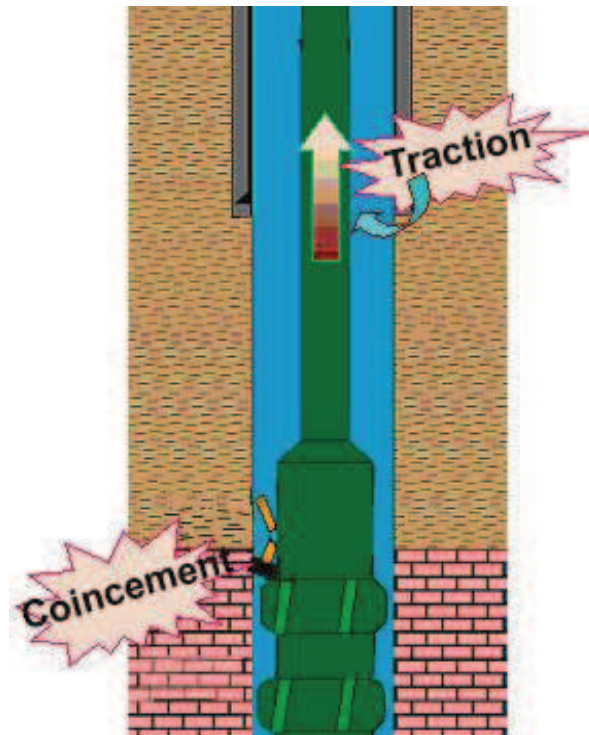


Figure. II.8 : Ferrailles dans le trou. [4]

#### II.2.2.4. Ciment tendre :

➤ Cause :

- La circulation est entreprise lorsque le fond de la garniture de forage est dans le ciment tendre ;
- La pression de la pompe entraîne le durcissement immédiat du ciment ;
- Vitesse de pénétration élevée lors de reforage du ciment tendre. [1]

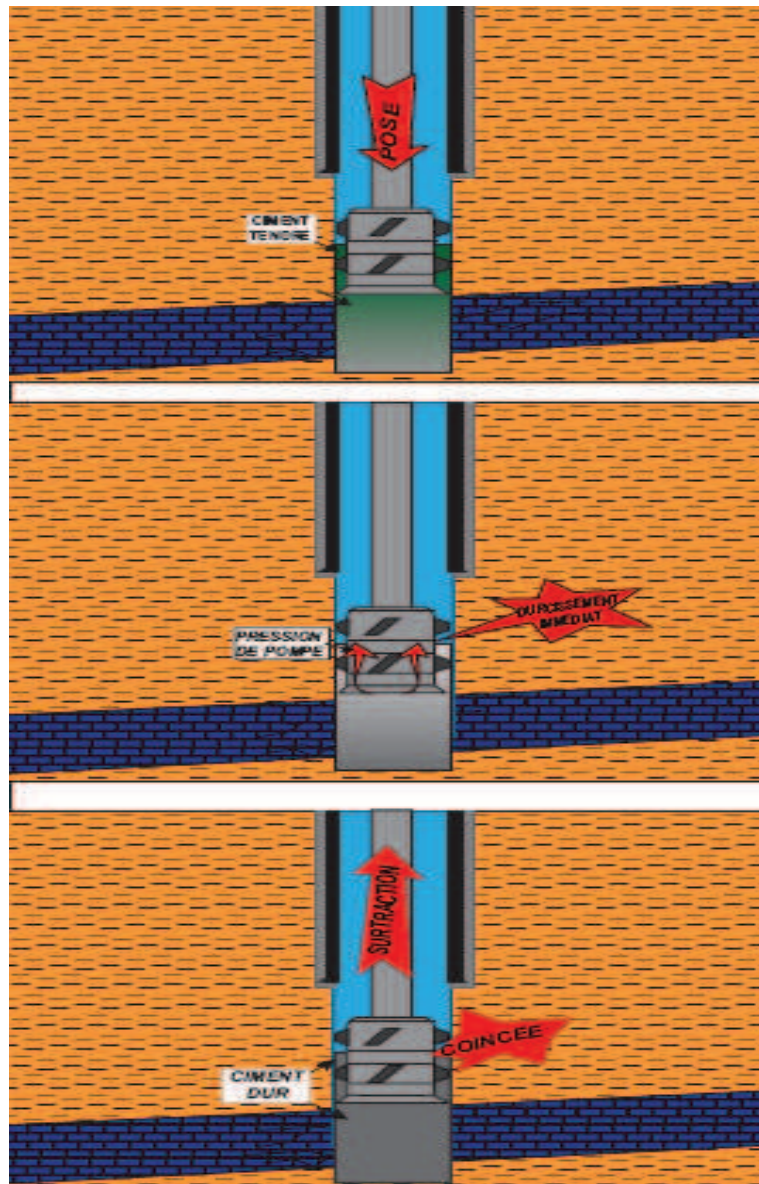


Figure. II.9 : Ciment tendre. [14]

➤ **Actions préventives :**

- Connaître le temps de prise du ciment ;
- Si le poids de pose est observé à la descente retirer rapidement deux longueurs avant de circuler ;
- Commencer la circulation 2 longueurs au dessus du sommet du ciment ;
- Contrôler la vitesse de pénétration lors de reforage du ciment. [1]

### II.2.2.5. Les éboulements :

Les argiles schisteuses et feuilletées, les roches fracturées, le charbon ainsi que les terrains de surface non consolidés sont des formations à risque d'éboulement.

Pour limiter ces risques, la tenue des parois est essentielle. A cette fin, il faut éviter les débits élevés, les annulaires restreints, les manœuvres inutiles dans le découvert et augmenter la viscosité de la boue. [3]

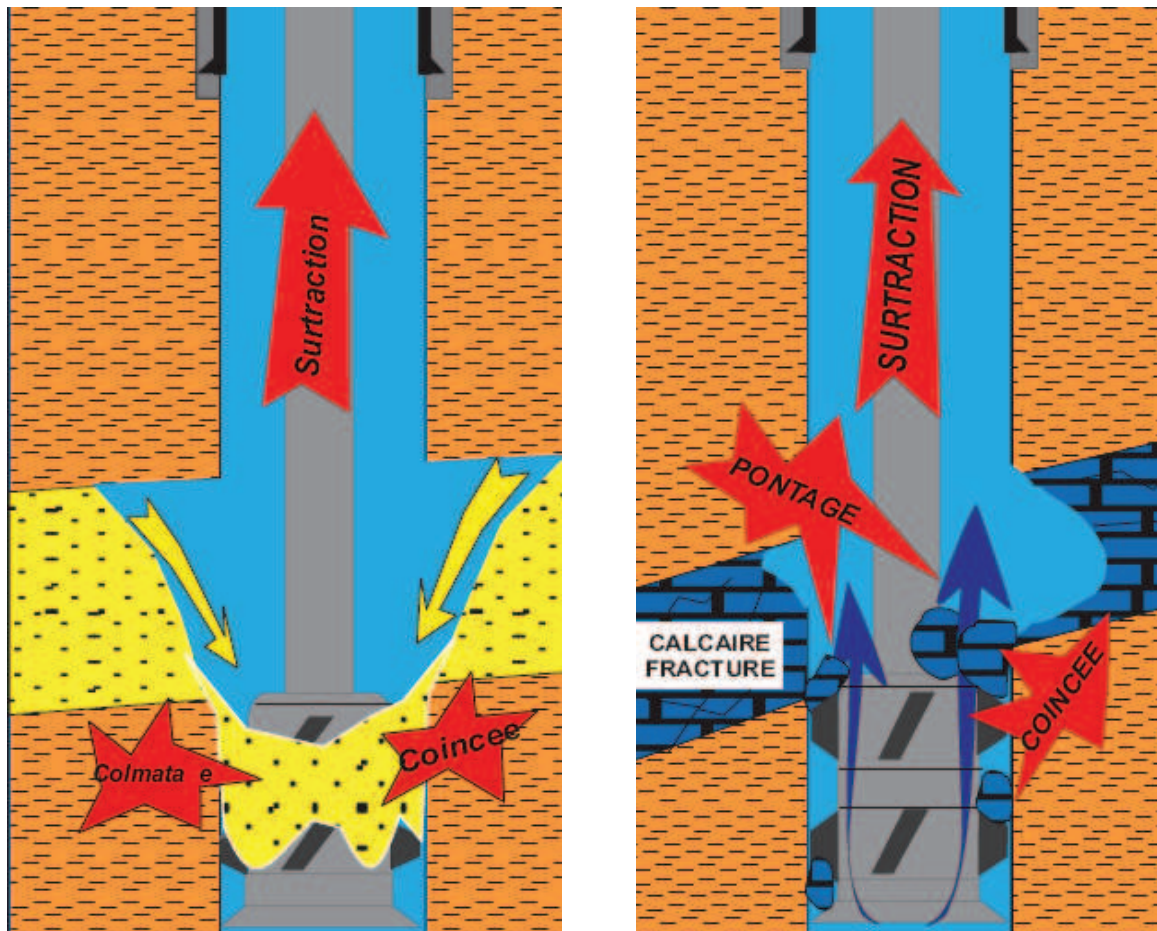


Figure. II.10 : Les éboulements. [8]

La première manœuvre consiste donc à faire vibrer la garniture tout en la soumettant à une force contraire à celle qui a provoqué le coincement, un battage bien orienté aidé par la mise en place d'un bouchon lubrifiant permet de résoudre la plupart des coincements de ce type.

Quand la garniture ne comporte pas de coulisse, on peut induire une sorte de battage en produisant des à-coups de pression à la pompe. [3]

### II.2.3. Coincements dûs à l'instabilité des parois du puits :

Ces coincements surviennent au niveau de certaines formations rendues instables par la présence d'un trou et du fluide de forage. Cette perturbation entraîne généralement une déformation du trou provoquant un coincement partiel ou total de la garniture. Et la circulation peut être complètement perdue.

#### II.2.3.1. Argiles fluentes :

Ces d'argiles constituent par des feuillets qui sont faiblement liés entre eux. Ces argiles se gonflent en absorbant une grande quantité d'eau libre (Provenant de la boue) entre les feuillets qui glissent les uns sur les autres. Si ce phénomène n'est pas rapidement contrôlé, le trou se referme progressivement et coince la garniture. [14]

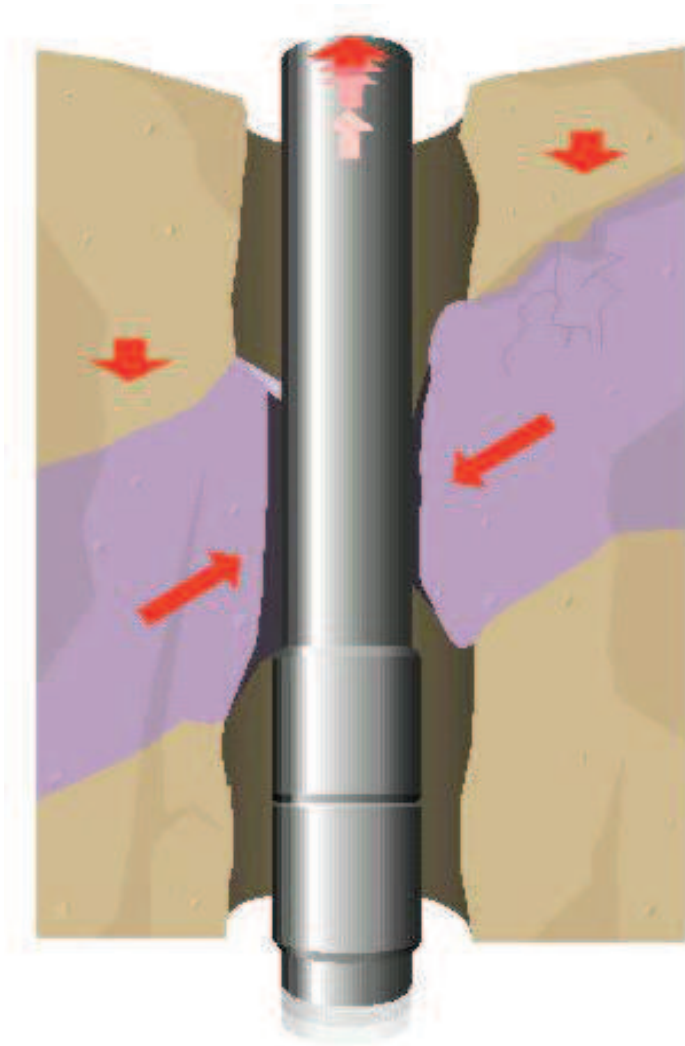
#### ➤ Signes indiquant des argiles fluentes :

- Une augmentation du couple de rotation en forage ;
- Des accrochages lorsque l'on dégage du fond ;
- Des montées de pression allant jusqu'à impossibilité de circuler ;
- Une augmentation de la teneur en solides dans la boue ;
- Une modification des caractéristiques rhéologiques de la boue (Augmentation de la viscosité une augmentation de la teneur en solides). [15]

#### ➤ Mesures préventives :

Pour éviter le gonflement des argiles et le fluage, il faut agir au niveau des caractéristiques de la boue, pour cela :

- Augmenter la densité de la boue ;
- Réduire la filtration (Améliorer la qualité du cake et réduire son épaisseur) ;
- Ajouter un lubrifiant approprié dans la boue ;
- Augmenter le débit de circulation ;
- Choix de type de boue (Au gypse, à l'huile...etc.). [10]



**Figure. II.11 : Argiles fluentes. [14]**

#### **II.2.3.2. Argiles feuilletées :**

Ces argiles sont moins dangereuses que les précédentes et les coincements qu'elles provoquent sont, généralement, plus faciles à résoudre. Ces argiles ont tendance à s'ébouler dans le puits. [7]



### **Signes précurseurs :**

- Avancement rapide suivi d'une quantité importante des déblais sur les tamis vibrants ;
- Accrochages au dégagement du fond et à la remontée ;
- La pression reste stable à l'exception de quelques à-coups provoqués par des retombées importantes.

### ➤ **Mesures préventives :**

- Augmenter la viscosité de la boue et réduire le filtrat ;
- Assurer un bon nettoyage du puits en injectant régulièrement des bouchons visqueux ;
- Passé la zone avec précaution en reformant et en circulant longuement ;
- La rotation de la garniture permet de déplacer les déblais déposés dans l'espace annulaire. [7]

### **II.2.3.3. Les couches du sel :**

Ce type de formation a une tendance naturelle au fluage dans des conditions de pression et de température bien définies. Si ce phénomène n'est pas diagnostiqué à temps le trou se renferme rapidement entraînant un coincement de la garniture.

### ➤ **Signes précurseurs**

- Avancement rapide ;
- Augmentation de couple du forage ;
- Accrochages en dégageant du fond ;
- Augmentation de la pression de refoulement allant jusqu'à l'impossibilité de circuler ;
- Absence des déblais aux tamis vibrants ;
- Présence de chlorures dans la boue ;
- Reforage de la zone à la descende. [1]

## ➤ Mesures préventives :

- Utiliser une boue adaptée au forage des couches (Boue salée saturée ou boue à base d'huile) ;
- Augmenter la densité de la boue pour maintenir le sel en place. [14]

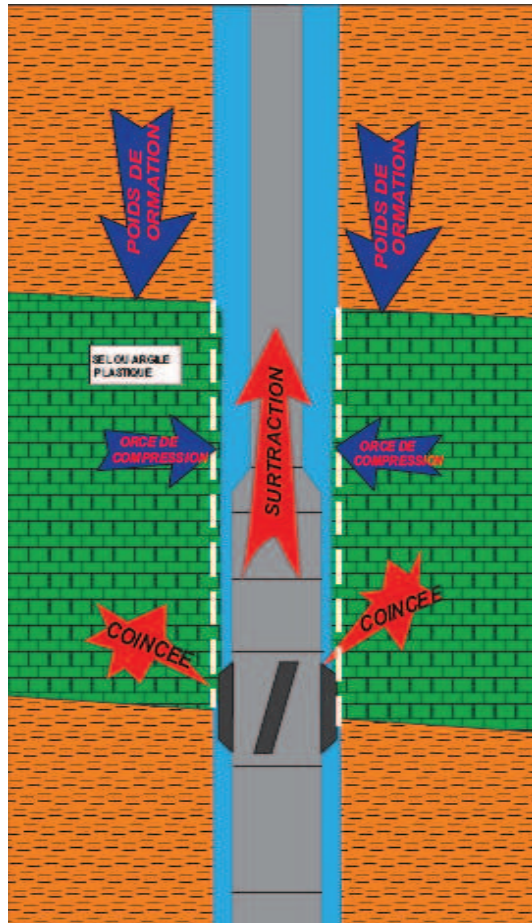


Figure. II.12 : Les couches du sel. [1]

#### II.2.3.4. Diminution du diamètre nominal du trou :

La diminution du diamètre du trou peut provenir du passage de l'outil dans une formation abrasive qui use la protection du diamètre de l'outil, ou un outil non adapté à la dureté de la formation et qui s'use prématurément et principalement sur son diamètre. [6]

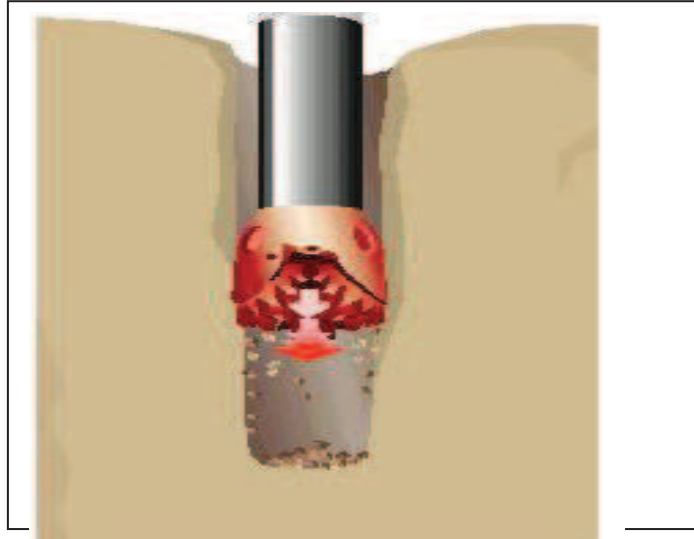


Figure. II.13 : Diminution du diamètre nominal du trou. [8]

### II.2.3.5. Trajectoire :

Les écarts de trajectoire peuvent être provoqués par une garniture mal choisie, avec des paramètres de forage non adaptés à la garniture et par des anomalies du terrain foré, ceci entraîne une variation d'inclinaison et/ou d'azimut. Si ce coude ou "dog leg" est assez important, il peut provoquer des difficultés au passage de l'outil et des stabilisateurs. [1]

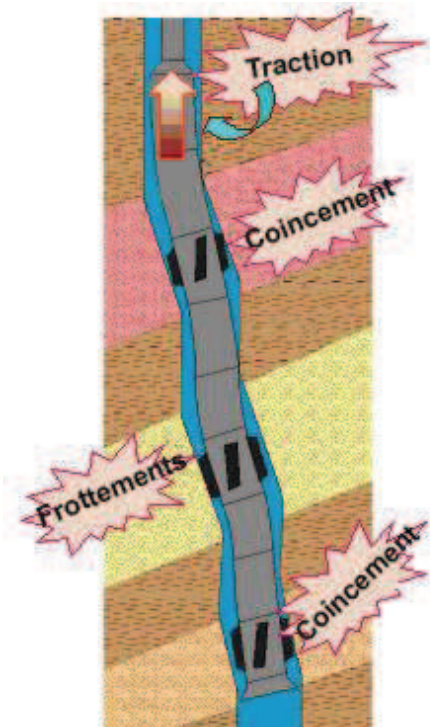


Figure. II.14 : Formation de dog leg. [14]

# **CHAPITRE III : TRAITEMENT DES COINCEMENTS**

Pour la réussite d'une technique de décoincement de la BHA, il est indispensable de connaître avec précision les circonstances du coincement et de pouvoir analyser les différents enregistrements concernant la phase du forage en cours..

Une fois un coincement ait lieu, on doit procéder les techniques suivantes:

### **III.1. Le battage :**

Le battage s'effectue à l'aide de la coulisse de battage. Dans le cas où la garniture est coincée sous la coulisse, cette dernière permet de développer une force d'impact à partir de l'énergie potentielle que représente la garniture libre au-dessus (Libre relativement à la course d'ouverture). Cette force, susceptible de libérer la partie coincée, peut être appliquée vers le haut ou vers le bas. Dans ce but, les constructeurs ont étudié divers systèmes, et cela a donné naissance à plusieurs familles de coulisses de forage.

La coulisse est considérée comme un trait d'union entre la garniture libre et la garniture coincée, constitué de deux pièces coulissant l'une dans l'autre : celle de plus faible diamètre appelée "mandrin" et celle de plus fort diamètre appelée "corps de coulisse". [9]

#### **III.1.1. Outils de battage :**

Le but des coulisses de forage est d'aider à libérer le train de tiges en cas de collage ou de coincement dans le puits. Les coulisses de forage sont des accumulateurs d'énergie, cette énergie étant accumulée soit par compression, soit par extension et donc restituée vers le bas ou vers le haut.

Les coulisses sont conçues pour transmettre le couple rotary et pour restituer, sur demande, l'énergie accumulée.

Cette énergie peut être de nature mécanique (Ressorts) ou hydraulique (Bain d'huile). On rencontrera donc deux types de coulisses:

- les coulisses mécaniques.
- les coulisses hydrauliques.[2]

### III.1.2. Différents types de coulisses :

Il existe des coulisses mécaniques, hydrauliques et hydromécaniques. Ces dernières ont une combinaison d'une partie mécanique et d'une partie hydraulique, l'une battant dans un sens, l'autre dans l'autre. La majorité d'entre elles permet de battre vers le haut et vers le bas. Une coulisse peut être descendue en position ouverte (Coulisse en tension), en position fermée (Coulisse en compression) ou en position intermédiaire (Position neutre). [2]

#### a. Les coulisses mécaniques :

- Déclenchent à partir d'une certaine traction ou compression.
- Valeurs réglées en surface ou au fond. Sur certains modèles, l'augmentation du couple à droite augmente le seuil de déclenchement.

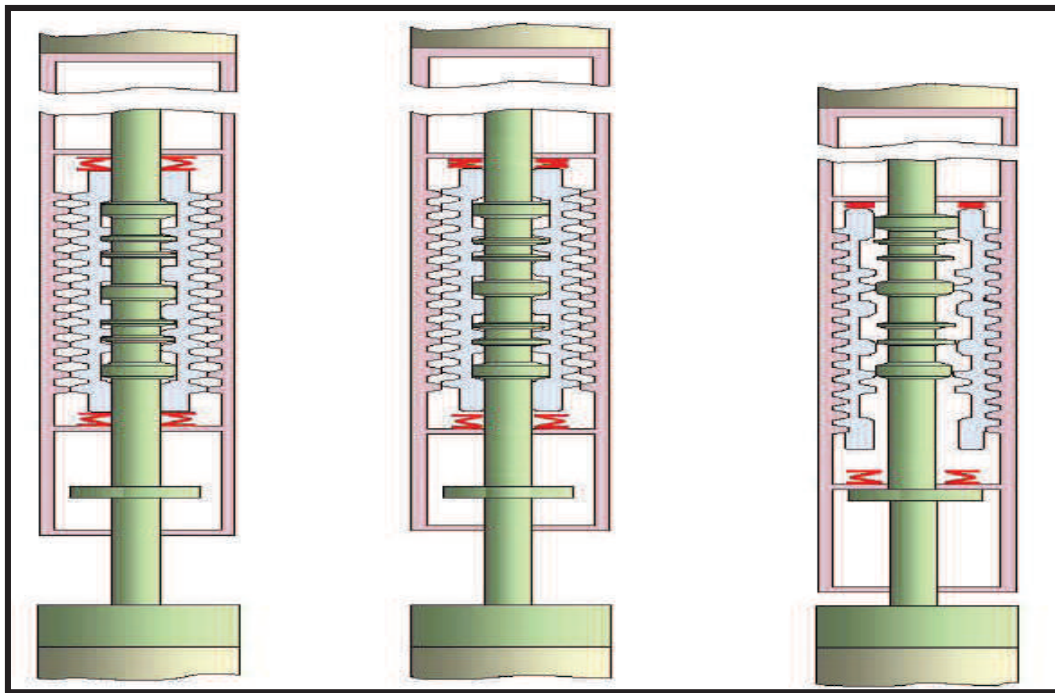


Figure.III.15 : Schéma d'une coulisse mécanique. [8]

#### b. Les coulisses hydrauliques :

Une coulisse hydraulique se compose d'un mandrin intérieur et d'un corps extérieur délimitant deux chambres remplies d'huile. Suivant la position du mandrin, l'huile circule librement d'une chambre à l'autre ou, au contraire, elle est forcée de passer par une restriction limitant son débit. [3]

Pour battre vers le haut, une traction est appliquée sur la coulisse qui doit être au préalable en position fermée ou intermédiaire, l'huile de la chambre inférieure est comprimée et passe à faible débit dans la deuxième chambre par la restriction ; la coulisse est armée.

Lorsque le mandrin atteint une certaine position, le fluide passe librement et la pression s'égalise instantanément dans les deux chambres permettant au marteau de frapper violemment l'enclume.[3]

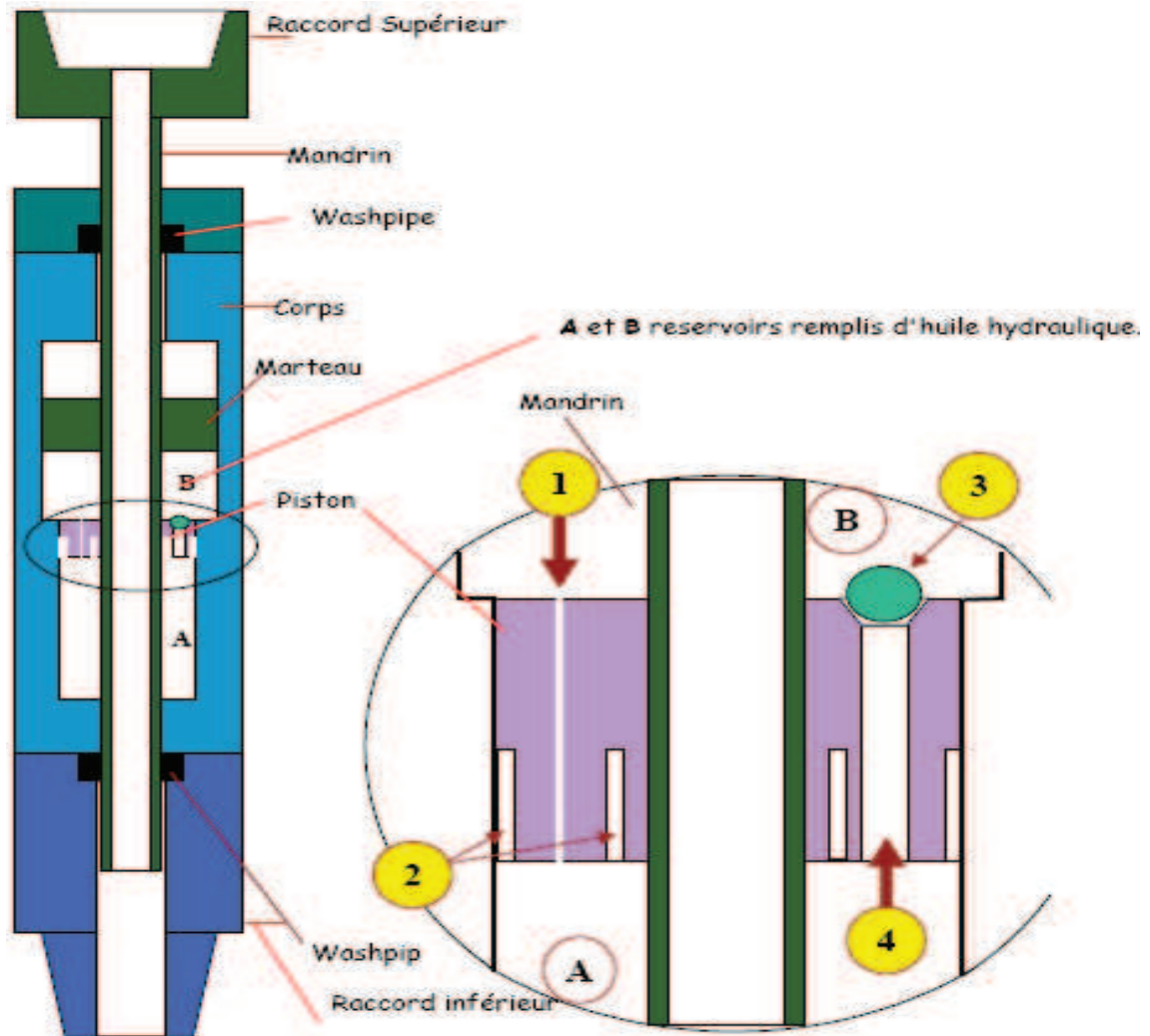


Figure.III.16 : Schema d'une coulisse hydraulique. [8]

### c. Bumper-sub:

Les bumper-subs comportent un mandrin couissant librement dans un corps, ce mandrin possède un marteau à la partie supérieure pour battre vers le bas et vers le haut.

Le couple est transmis en général par un mandrin de forme hexagonale couissant dans un corps également de forme hexagonale.

L'étanchéité s'effectue sur la partie supérieure du mandrin qui est cylindrique.[9]

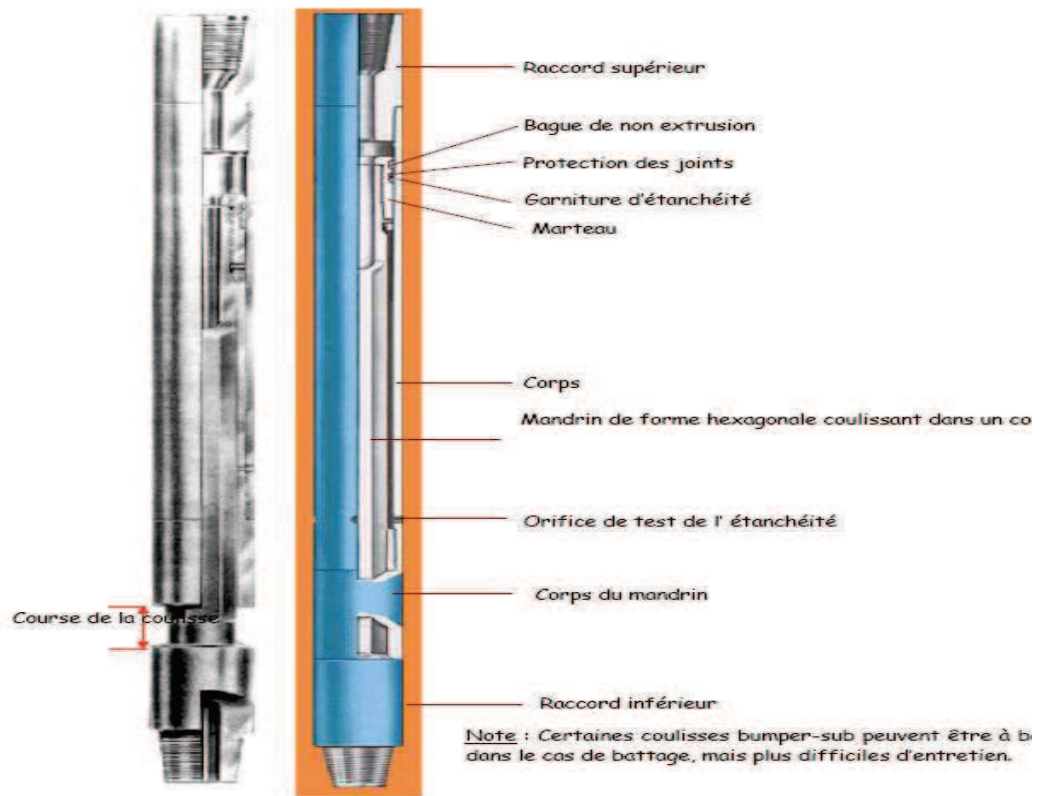


Figure.III.17 : Bumper sub (bowen). [9]

#### III.1.3. Position de la coulisse :

Une coulisse efficace doit :

- ✚ Se trouver dans la partie libre de la garniture.
- ✚ Se trouver le plus près possible du point de coincement.
- ✚ Transmettre l'amplitude et la durée de vibration adéquates au poisson.



### III.1.4. Sens de battage :

La plupart des coulisses permettent de battre dans les deux sens. Le battage vers le haut produit généralement un choc plus violent que le battage vers le bas.

Pour que le battage soit efficace, il est important de bien identifier la cause du coincement, afin de choisir le sens le mieux adapté au problème. En effet, une erreur de sens peut aggraver la situation.

D'une façon générale, lorsque le coincement se produit en cours du déplacement de la garniture, il faut battre dans le sens opposé à ce déplacement. Bien que le choix du sens ne soit pas toujours évident, on peut retenir les règles de base suivantes :

- Coincement en remontant : battage vers le bas,
- Coincement en descendant : battage vers le haut,
- Coincement par chute d'objet dans l'espace annulaire : battage vers le bas,
- Coincement dans un trou de serrure (Key seat) : battage vers le bas,
- Collage par pression différentielle : choisir le sens le mieux adapté à la garniture. Tâter le terrain en essayant dans les deux sens. Dès qu'un progrès se manifeste dans un sens, continué à battre avec la puissance maximum dans ce sens.
- Coincement dans des formations mobiles (Couches salifères, argiles fluides, etc.) : battage vers le haut,
- Coincement à l'ajout de tige dans des formations ébouillantes : battage vers le haut. [2]

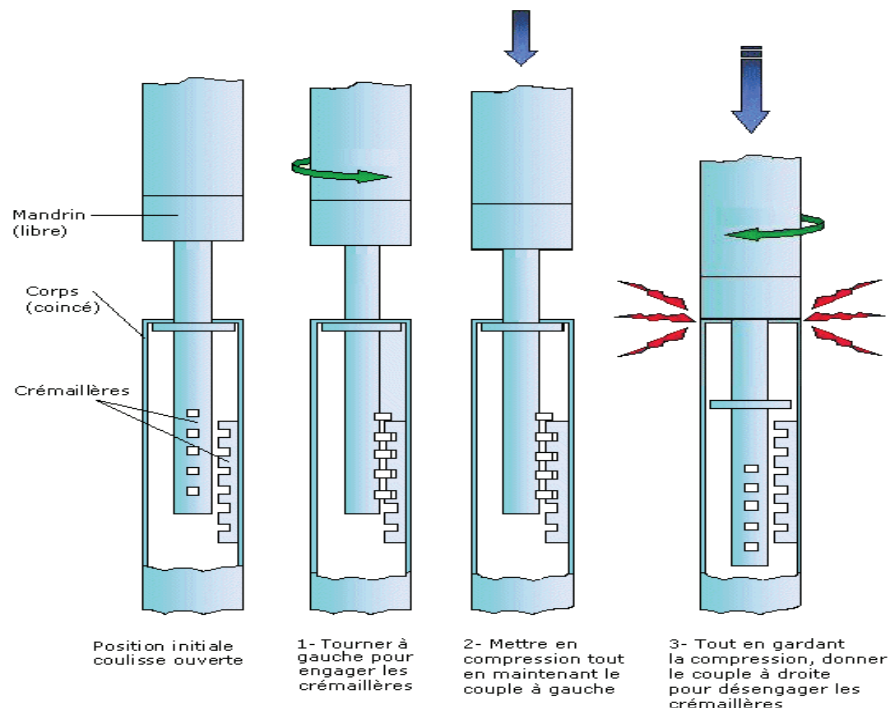


Figure.III.18 : Battage vers le bas. [9]

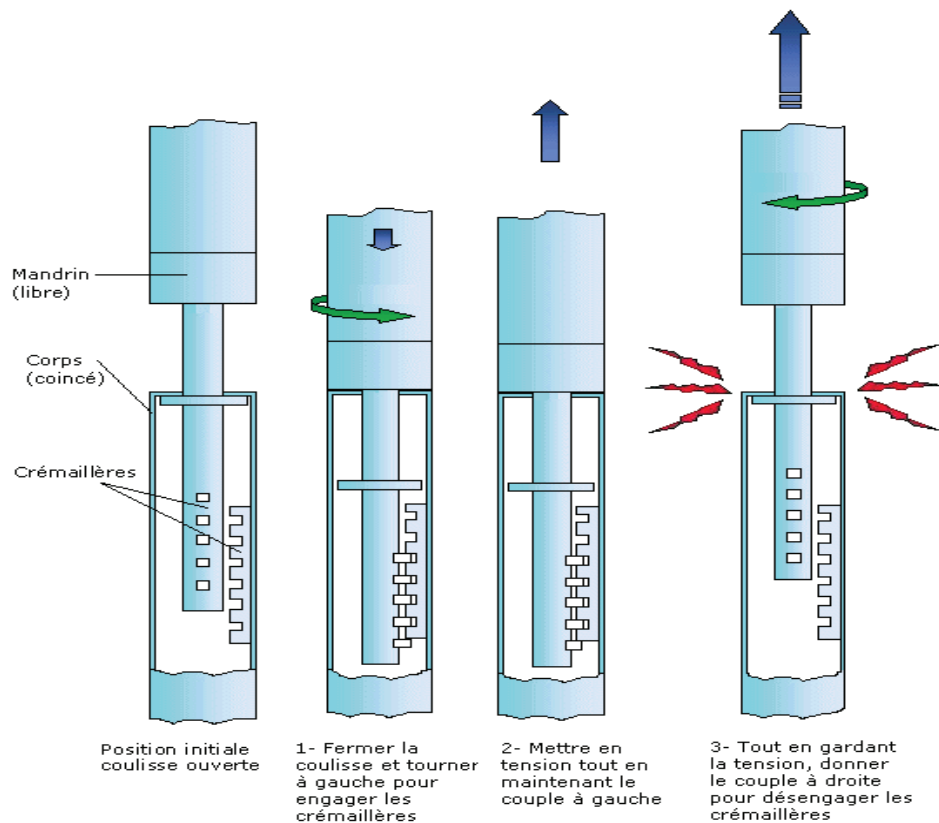


Figure.III.19 : Battage vers le haut. [9]

## III.2. Les types de devissage :

### III.2.1. Dévissage Back-Off :

Lorsque les essais de décoincement n'ont donné aucun résultat, il faut procéder au dévissage (Back off) de la partie libre de la garniture. Il existe deux méthodes pour dévisser une garniture coincée :

- Une méthode mécanique par mesure d'allongement (Extentiomètre) de la garniture coincée donne une connaissance approximative du point de coincement mais permet d'anticiper sur le programme et le matériel nécessaire pour l'intervention après dévissage. [13]
- Une mesure électrique appelée " Free point indicator" qui donne d'excellent résultat dans les tiges et les tiges lourdes. [7]

### III.2.1.1. Back off à explosif :

#### ❖ **Dévissage à l'explosif :**

##### **Principe :**

L'ensemble de la garniture étant soumis à un couple à gauche, le dévissage du joint choisi est favorisé par les vibrations provoquées par une explosion déclenchée au niveau de ce joint. L'explosif est descendu au bout d'un câble conducteur qui permet ensuite de déclencher électriquement la mise à feu à partir de la surface.

Le back off est une opération délicate et dangereuse et les chances de succès sont souvent relativement faibles. [8]

#### ❖ **Coupes à l'explosif :**

##### **Principe :**

Une charge creuse équipée d'un détonateur est descendue à l'aide d'un câble électrique. La côte de coupe est localisée au CCL et la mise à feu est commandée de la surface.

##### **Avantage :**

- Cette technique élimine les manœuvres sous couple et les risques qu'elles comportent ;
- Méthode rapide et sûre à l'exception des coupes des masses tiges.

##### **Inconvénient :**

- Tube coupé légèrement ouvert en cône ;
- Pour les tiges lourdes et les tubages, dégâts plus conséquents. [8]

### III.2.1.2. Dévissage mécanique :



#### Principe :

Il s'agit de dévisser en soumettant le train coincé à un couple à gauche, cette opération est très délicate car sans l'aide de l'explosion le point de dévissage est incertain.

D'autre part elle nécessite l'application d'un couple à gauche important supérieur au couple de blocage contrairement au back off ou il suffit d'appliquer une faible portion de ce dernier.

- Dévissage en soumettant la garniture à un couple à gauche.
- Opération délicate, le point de dévissage est incertain.
- Nécessite l'application d'un couple à gauche important, supérieur au couple de blocage à droite.
- Au mieux, dévissage dans une zone proche du joint choisi. [7]

### III.2.2.Recommandations sur le back-off:



#### Back-off mécanique:

- En fait, le dévissage mécanique n'a aucune chance de succès sur un poisson dont les joints sont bloqués au maximum. Ce qui est le cas de la plupart des poissons qui sont généralement soumis à un couple très élevé lors des manœuvres de décoincement ;
- Lors de calcul de point neutre il faut tenir compte des frottements de la garniture avec les parois du puits qui sont causés par des Dog-leg ou la déviation du puits ;
- Le blocage de la partie libre de la garniture se fait au-dessus du jar. [6]



#### Coupe à l'explosif :

- Pour que l'opération de coupure avec l'explosif soit réussie il faut que la valeur de tension soit nécessaire et ne dépasse pas la limite d'élasticité de l'élément plus fragile de la garniture ;
- L'identification de l'élément coupé est obligatoire pour faire le meilleur choix de la charge de l'explosif. [6]

### Mesures d'allongement (extensiométrie) :

C'est une méthode mesure d'allongement (Extensiomètre) de la garniture coincée donne une connaissance approximative du point de coincement mais permet d'anticiper sur le programme et le matériel nécessaire pour l'intervention après dévissage. [6]

### Formule de calcul : [5]

La formule suivante permet de déterminer la longueur L :

$$L = \frac{26.75 \cdot m_{DP} \cdot \Delta l}{(T_2 - T_1)}$$

l : Allongement différentiel correspondant à la variation de traction exprimé en cm ;

l<sub>2</sub> : Allongement produit par la traction T<sub>2</sub> exprimé en cm ;

l<sub>1</sub> : Allongement produit par la traction T<sub>1</sub> exprimé en cm ;

m<sub>DP</sub>: Masse linéaire des tiges (Corps + tool joints) exprimée en kg/m ;

L: Longueur de tiges libres exprimée en m ;

(T<sub>2</sub> - T<sub>1</sub>): Variation de traction appliquée sur la garniture exprimée en kdaN.

### Indicateur de point de coincement (Stuck point Indicator Tool - S.I.T.) :

#### Principe de la mesure :

L'outil mesure l'allongement et la torsion des tiges de forage soumises à une traction et à un couple appliqué en surface. Le point de coincement est localisé à l'endroit où, à la fois, la traction et le couple ne sont plus transmis . [6]

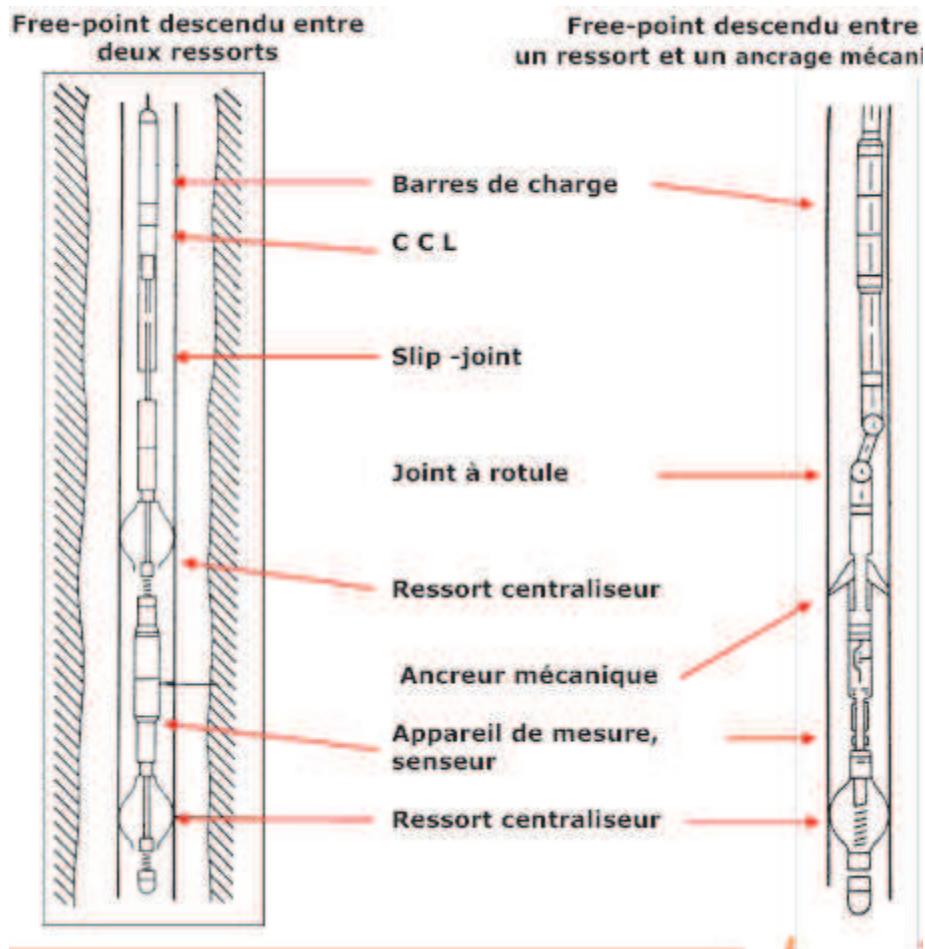


Figure.3.20 : Outil pour déterminer le point de coincement. [8]

### III.3. Injection des bouchons :

Ces bouchons seront mis en place au droit de la zone du coincement pour imprégner le cake et seront progressivement déplacés dans l'espace annulaire. Le principal but de ces bouchons est de fragiliser le cake et d'abaisser le coefficient de friction  $C_f$ . Les bouchons ont également un effet sur la pression différentielle si leur densité est plus faible que celle de la boue dans l'espace annulaire.

Procédure de mise en place du bouchon d'acide:

- ✚ Mise en place des unités de pompage des fluides et les citernes ;
- ✚ Faire la réunion de sécurité à tout le personnel présent sur chantier. [1]

**Remarque:**

Le volume utile d'acide à pomper dépend de l'épaisseur « e » de la formation à dissoudre sur une longueur donnée, sachant qu'il faut 12.269 m<sup>3</sup> d'acide, 15 % pour dissoudre 01 m<sup>3</sup> de calcaire.[14]

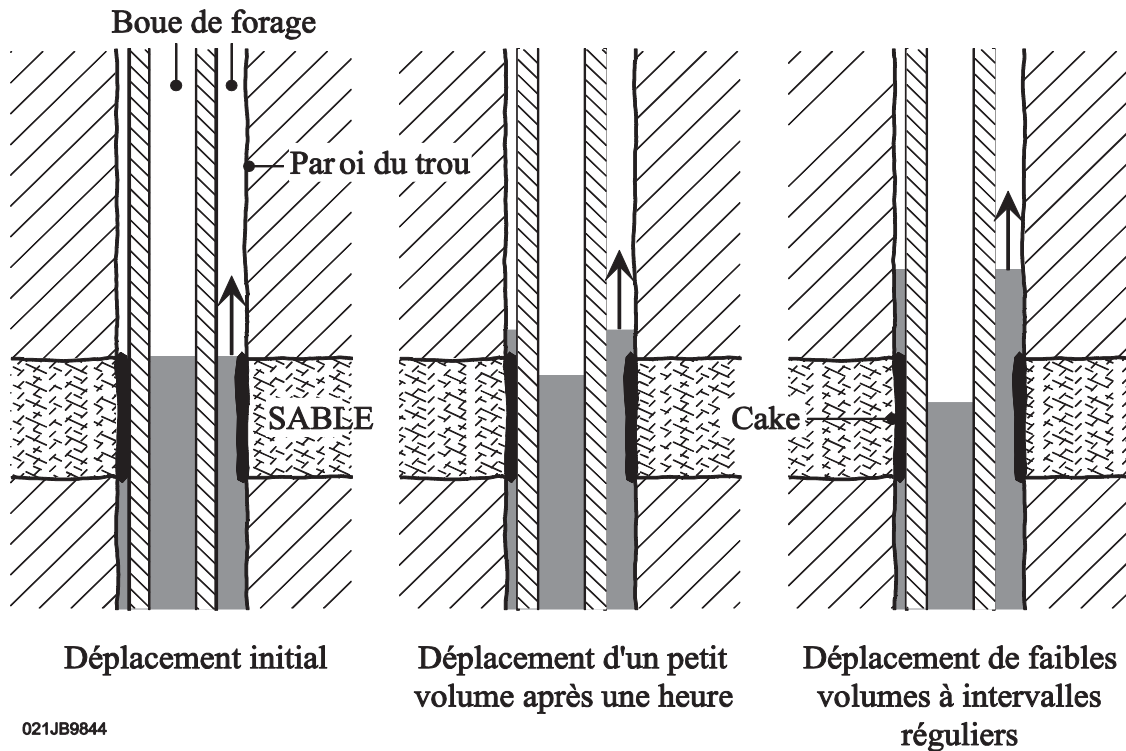


Figure.III.21 : Mise en place et déplacement du bouchon. [14]

**III.4.Raccordement et repêchage du matériel tubulaire :**

Pour la réussite de l'opération de repêchage, il est indispensable d'avoir le maximum d'informations sur la tête du poisson tel que (Géométrie, côte,...), ceci pour un bon choix d'outils de repêchage. [1]

**✚ Outils de raccordement :**

- L'overshot ;
- Taraud ;

**✚ L'overshot :**

Ils sont en général les premiers outils d'intervention. Leurs gammes de repêchage sont très larges. Les coins peuvent être des spirales ou basket grappes. [1]

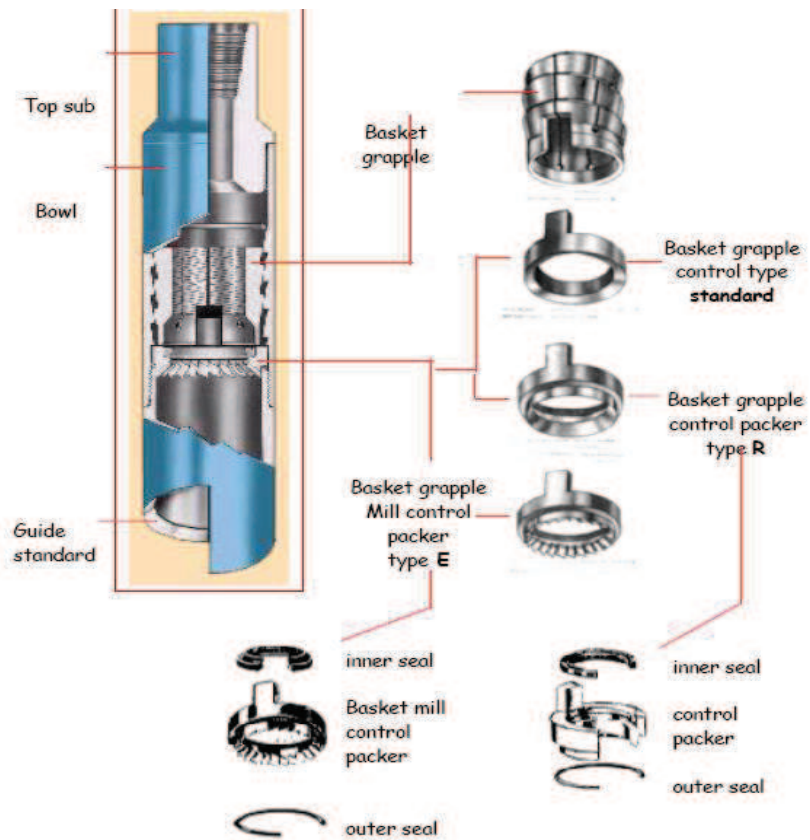


Figure.III.22: Outil d'acrochage (basket grapple). [8]

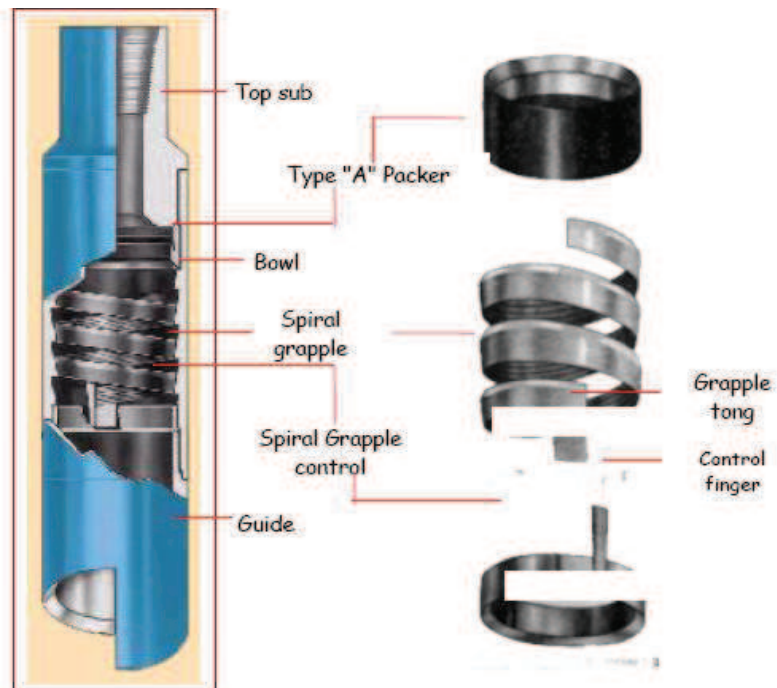


Figure.III.23: Outil d'acrochage (spiral grapple). [8]



### ✚ Les tarauds et les cloches taraudées :

Il sont construits d'une seule pièce avec un filetage conique durci par traitement thermique. ces outils permettent de faire des repêchage surprises et résolvent un bon nombre de problèmes notamment en work –over. [8]

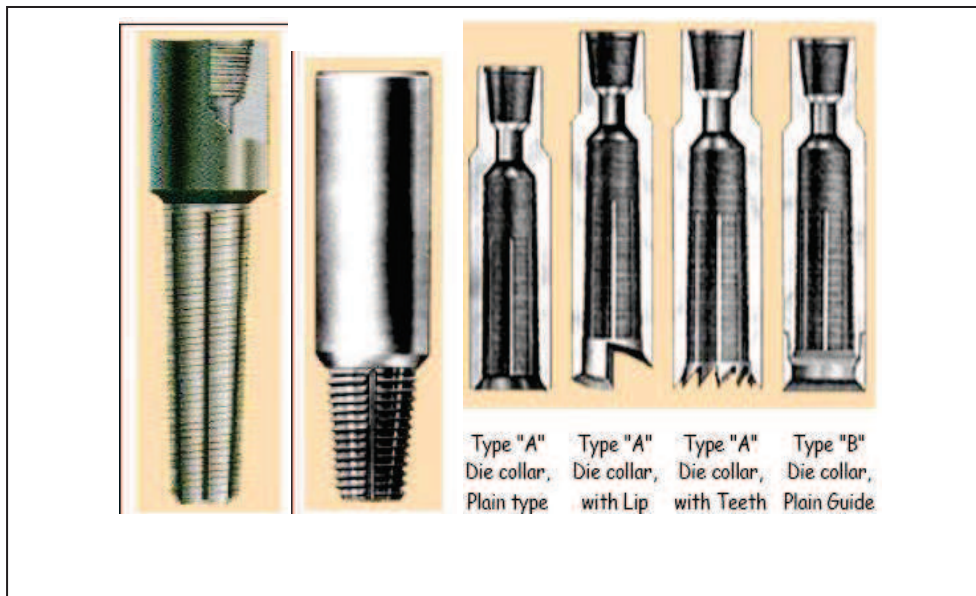


Figure.III.24 :Tarauds et cloches taraudees. [9]

### III.5. Le side-track :

#### III.5.1. Définition :

Le side track est utilisé pour réaliser un nouveau trou à partir d'un puits existant, cette opération consiste à abandonner la section inférieure d'un puits suite à une instrumentation infructueuse ou pour raisons géologiques.

Le side track est l'ensemble des opérations d'abandon d'une partie d'un puits et de réalisation d'un nouveau découvert jusqu'à la profondeur d'abandon du puits initial.

Ces opérations sont entreprises:

- Pour éviter un poisson que l'on a décidé d'abandonner ou pour corriger la trajectoire du puits du même sondage. C'est le side track dit technique.
- Pour atteindre un nouvel objectif où une nouvelle cible, au cours d'un nouveau sondage. C'est le side track dit géologique. [1]

**Note :** avant de débuter un side track, quel qu'il soit, il faut s'assurer que la garniture est en parfait état et ne nécessite pas une inspection surtout si ce side track suit une instrumentation de repéçage. [1]

Un side track est défini, dans le temps, de la façon suivante :

- Début du side track : gerbage de l'extension tiges ou tubing pour mise en place du bouchon de ciment sur le poisson ou pour abandonner une partie du découvert.

Ou

Gerbage de l'outil de side track, comme casing cutter, section mill, bridge plug ou whipstock, dans le cas d'un side track en tubage n'imposant pas la présence d'un bouchon de ciment.

- Fin du side track : retour à la situation dans le puits précédent. [1]

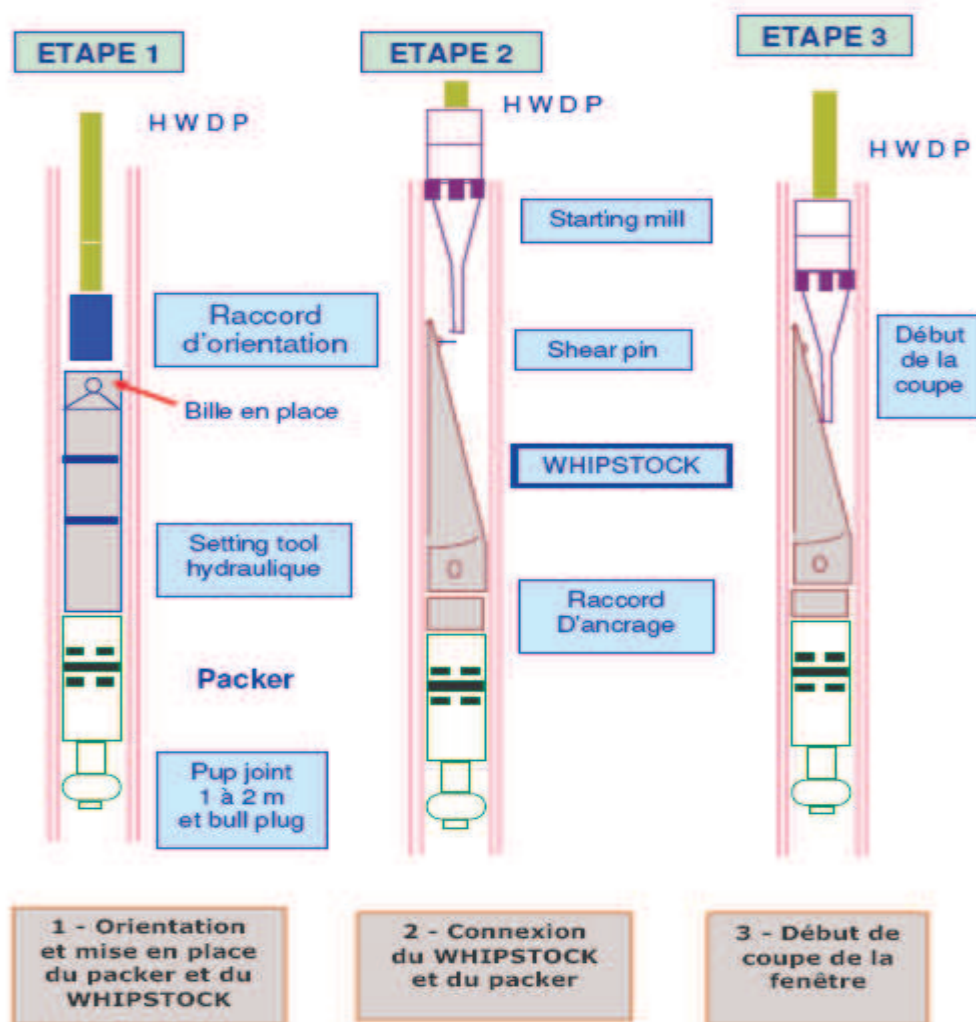


Figure.III.25: Side-track. [6]

# **CHAPITRE IV : CALCUL DE LA GARNITURE DE FORAGE**

## 4.1 Introduction :

Ce chapitre vise à bien montrer la convenabilité d'une telle garniture pour forer la phase 16" au champs MD pour éviter le coincement au niveau de turonien due aux vibrations de la garniture en face du cavage des calcaires.

La garniture de forage appelée aussi train de sonde est le moyen de liaison entre le fond de trou et la surface, qui assure de nombreuses fonctions.

## 4.2 Caractéristiques de La garniture de Forage :

### 4.2.1 Equipements standard :

#### a) Masse tiges :

Les masses tiges sont des tubes d'acier dont leur épaisseur du corps confère un poids important.

En forage vertical ou avec une inclinaison limitée leurs buts essentiels sont :

- de fournir le poids nécessaire sur l'outil de forage sans avoir à mettre à contribution les tiges de forage (le point neutre est localisé dans les masse-tiges).
- de procurer une certaine rigidité à proximité de l'outil de forage qui assure de nombreuses fonctions. [9]

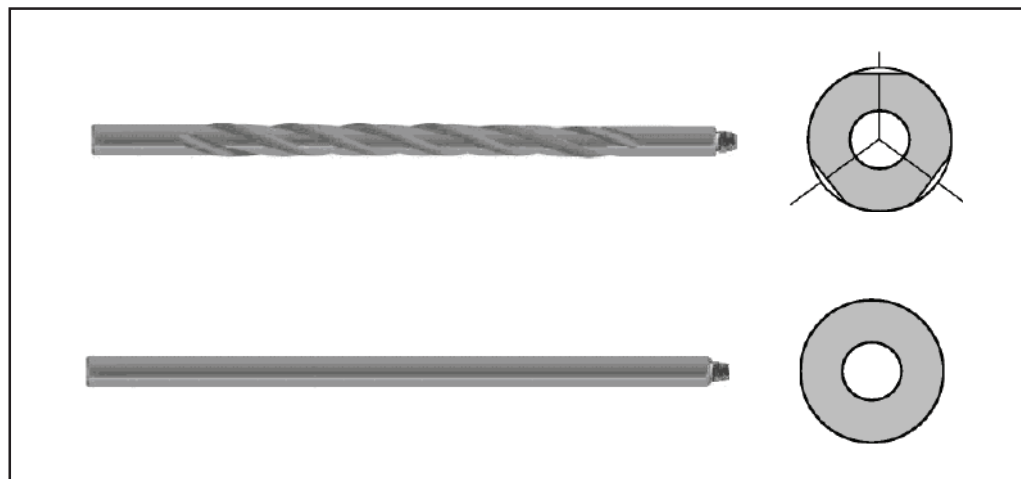


Figure.IV.26 : Masse tiges [9]

**b) Tiges Standard (Drill -pipes – DP) :**

Les tiges standards de forage sont des tubes d'acier de faible épaisseur, manchonnés (soudure par friction) et filetés (Male x Femelle) à chaque extrémité, de manière à permettre des connections rapides.

Elles sont disponibles en différents diamètres, poids linéaires et grades d'acier, leur conférant différentes résistances en traction et compression [9]

**c) Tiges Lourdes (Heavy weight drill pipes - HWDP) :**

Les "tiges lourdes" sont des tiges de forage ayant un corps plus épais et donc, pour un même diamètre extérieur, un poids linéaire plus important, une plus grande rigidité et une meilleure résistance à la compression et à la traction.

De plus un coussin d'usure est usiné en leur milieu afin de limiter l'usure du corps.

L'utilisation des tiges lourdes à des buts multiples :

- fournir une provision supplémentaire de poids sur l'outil, avec l'avantage d'un diamètre extérieur réduit et donc une surface de contact réduite avec la paroi du puits
- servir de transition entre les masse-tiges et les tiges
- fournir du poids sur une coulisse de forage

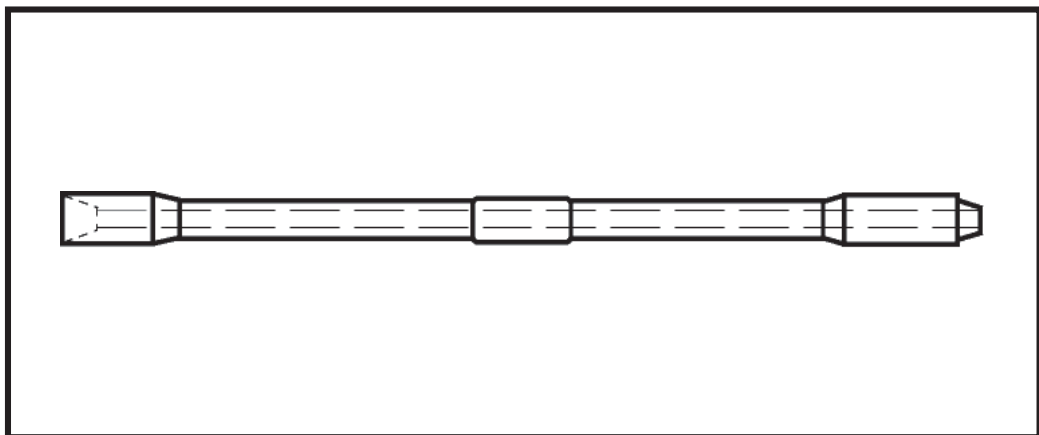


Figure.IV.27 : Tige lourde [9]

**d) Coulisses de forage :**

Le but des coulisses de forage est d'aider à libérer le train de tiges en cas de collage ou de coincement dans le puits.

Les coulisses de forage sont des accumulateurs d'énergie, cette énergie étant accumulée soit par compression, soit par extension et donc restituée vers le bas ou vers le haut.

Les coulisses sont conçues pour transmettre le couple rotary et pour restituer, sur demande, l'énergie accumulée.

Cette énergie peut être de nature mécanique (ressorts) ou hydraulique (bain d'huile). On rencontrera donc deux types de coulisses :

- les coulisses mécaniques
- les coulisses hydrauliques [9]

**e) Raccords :**

Les raccords sont des éléments tubulaires courts destinés à divers usages. Leur nombre doit être limité au minimum nécessaire.

- Raccords "*Cross-over*"
- Raccords pour valve anti-retour
- Raccords d'usure

**f) Stabilisateurs :**

En forage dirigé, l'utilisation de stabilisateurs est l'un, sinon le moyen, de contrôler l'inclinaison du puits. Ils sont donc largement utilisés, particulièrement en forage dirigé conventionnel.

Ces outils sont constitués par des "lames" installées sur des corps tubulaires équivalents aux masse- tiges de la même phase. Ces lames ont un diamètre égal ou inférieur à celui de l'outil de forage. Elles centrent les masses tiges dans le puits et constituent autant de point d'appuis permettant de contrôler la "déformée" de la garniture de forage. Ce contrôle est obtenu en jouant soit sur le diamètre des stabilisateurs, soit sur la longueur entre lames, soit sur les deux à la fois. Ils sont installés soit directement au-dessus de l'outil de forage et sont alors appelés "Near-bit" ou plus haut dans la BHA où ils sont appelés "string".

Les stabilisateurs Near-bit possèdent des filetages femelle x femelle permettant le vissage direct sur l'outil. Un logement permettant d'installer une valve anti-retour est souvent aménagé à leur extrémité inférieure, évitant ainsi l'utilisation d'un raccord. [9]

- **Types de stabilisateurs :**
  - Stabilisateurs à lames soudées
  - Stabilisateurs à lames intégrales
  - Stabilisateurs à chemise
  - Stabilisateurs à diamètre variable

#### 4.2.2 L'outil de forage (outils PDC) : (Polycrystalline Diamond Compact) :

Ces outils existent soit avec corps acier, soit avec matrice. Les corps en acier sont usinés puis recouverts de carbure de tungstène pour limiter l'érosion. Les corps en matrice sont fabriqués à partir du même matériau au carbure de tungstène que les outils aux diamants naturels. En effet l'avantage fondamental des outils PDC réside dans l'absence des parties mobile, d'où leur nom d'outils monobloc. L'inconvénient majeur des PDC est de ne pas supporter des températures au-delà de 800 °C. [9]

### 4.3 CALCUL DE LA GARNITURE DE FORAGE :

La garniture de forage appelée aussi train de sonde est le moyen de liaison entre le fond de trou et la surface, qui assure de nombreuses fonctions :

- Transmission du couple de rotation à l'outil ;
- Assure un poids sur l'outil (WOB) pendant le forage ;
- Le passage du fluide de forage qui doit aboutir à l'outil ;
- Transmet l'énergie hydraulique en cas de turboforage ;
- Carottage ;
- Cémentation ;
- Repêchage ;
- Test de formation (trou foré). [9]

Pour que la garniture assure toutes les opérations de forage et dans de meilleures conditions, elle doit être bien choisie en tenant compte de certains facteurs qui influent sur le choix.

- La méthode de forage ;
- Le programme de tubage ;
- La capacité de l'installation ;
- Résistance des tiges ;
- Le programme de forage.

▪ 4.3.1 Choix des masses-tiges et des tiges :

➤ choix des diamètres des masses-tiges :

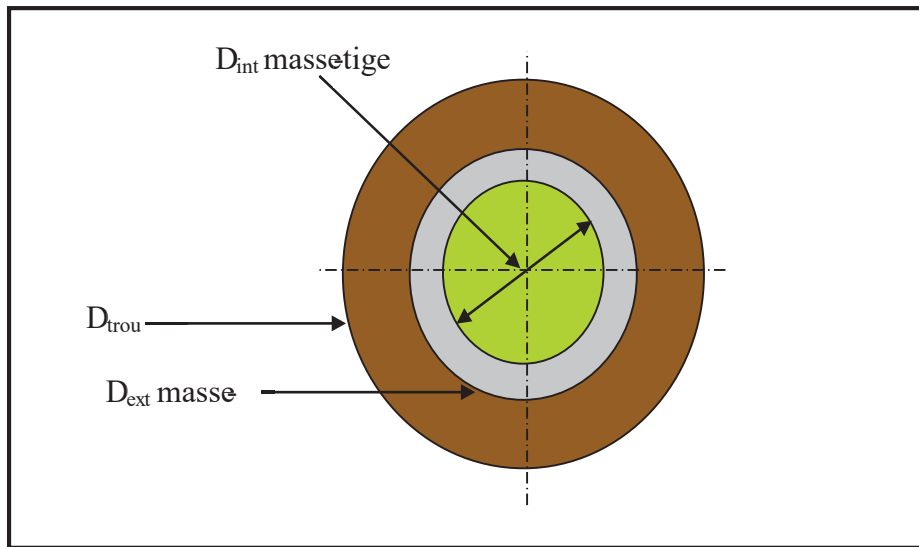


Figure.IV.28 : Diamètres des masses-tiges. [5]

Le choix des masses-tiges repose sur la condition suivante :

$S_{\text{ext}} / S_{\text{int}} = 6 \text{ à } 7$  tel que ce rapport est égal à :

$$[D_{2 \text{ tr}} - D_{2 \text{ ext.DC}}] / D_{2 \text{ int.DC}} = 6 \text{ à } 7$$

Donc :

$$S_{\text{ext}} / S_{\text{int}} = [D_{2 \text{ tr}} - D_{2 \text{ ext.DC}}] / D_{2 \text{ int.DC}} = 6 \text{ à } 7$$

D'où :

$D_{\text{tr}}$  : diamètre du trou       $D_{\text{ext.DC}}$  : diamètre extérieur de masse-tige

$D_{\text{int.DC}}$  : diamètre intérieur de masse-tige

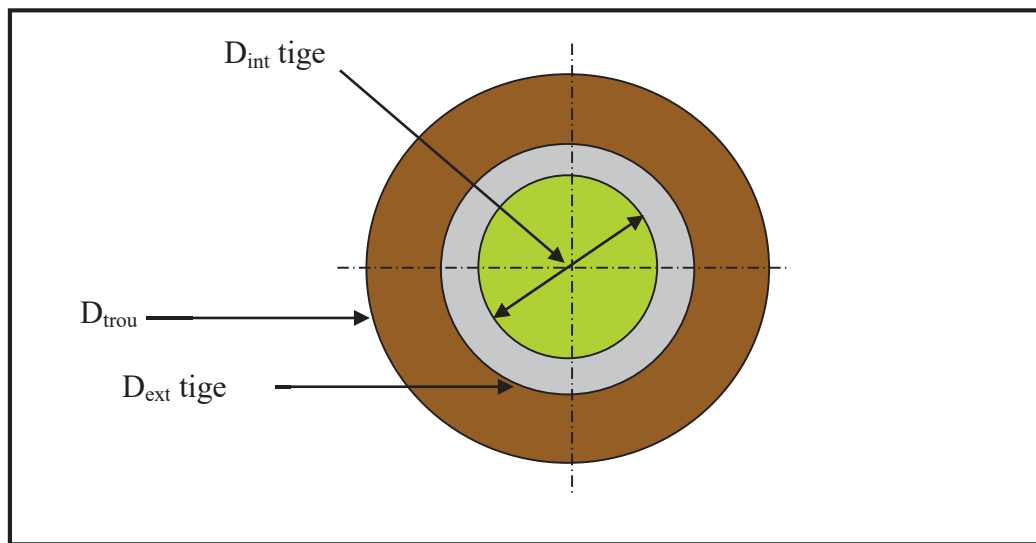


AN : Prenons par exemple les masses-tiges 9 ½ x 3

$$D_{\text{trépan}} = 12 \frac{1}{4}$$

$$S_{\text{ext}}/S_{\text{int}} = [(12 \frac{1}{4})^2 - (9 \frac{1}{2})^2] / (3)^2 = 6,64 \Rightarrow \text{le rapport est vérifié}$$

➤ **Choix des diamètres des tiges :**



**Figure.I.V.29 : Diamètres des tiges. [5]**

Le choix des tiges repose sur la condition suivante :

$$S_{\text{ext}} / S_{\text{int}} = 3 \text{ à } 5$$

$$S_{\text{ext}} / S_{\text{int}} = [D_{2 \text{ tr}} - D_{2 \text{ ext(DP)}}] / D_{2 \text{ int(DP)}}$$

Donc :

$$S_{\text{ext}} / S_{\text{int}} = [D_{2 \text{ tr}} - D_{2 \text{ ext(DP)}}] / D_{2 \text{ int(DP)}} = 3 \text{ à } 5$$

$D_{\text{tr}}$  : diamètre du trou

$D_{\text{int(DP)}}$  : diamètre intérieur des tiges

$D_{\text{ext(DP)}}$  : diamètre extérieur des tiges. [5]

## 4.3.2 Calcul de la longueur minimale de masse-tiges :

$$F_f = 1 - (d_{\text{boue}} / d_{\text{acier}})$$

$$L_{\text{DC}} = \text{WOB} / q_{\text{dc}} \times F_f$$

Où:

$L_{\text{DC}}$  : longueur minimale des masses-tiges

$F_f$  : facteur de flottabilité = 0.840

WOB : poids sur l'outil

$q_{\text{dc}}$  : poids linéaire des masses-tiges en kg/m

$d_b$  : densité de boue :

$d_a$  : densité d'acier=7.85

$$n = L / 9$$

$n$  : nombre de masse tiges [5]

✓ **Application numérique pour la phase 16" :**

Pour forer cette phase, le WOB est de 5 à 20 T. Pour le calcul, on prend la valeur maximale (20T) afin de déterminer la longueur des drill-collars.

Dans notre cas : WOB max = 20 T

$d_{\text{boue}} = 1.25$

$F_f = 0.84$

Donc :

$$P_{\text{DC}} = \text{WOB} / (0.80 \times F_f)$$

$$P_{\text{DC}} = 20 / (0.8 \times 0.84) = 29.76\text{T}$$

- Si on suppose que la BHA est composée uniquement de DC 9 ½ x 3 de masse linéaire 323.2 kg/m

$$L_{\text{DC}} = \text{WOB} / [80\% \times P_{\text{DC}} \times F_f] = 20000 / [0.8 \times 323.2 \times 0.84] = 92.08\text{m}$$

- Calcul de la longueur de DC 8" en tenant compte de la longueur des DC 9" ½ qui est de

$$27.65\text{m.}$$

Si on prend des DC spiralés 8 x 2" 13/16, la masse linéaire est environ égale à 96% de la masse linéaire des DC lisses de même dimension (223.1 x 0.96) = 214.176 kg/m

$$L_{\text{DC}8"} = [[\text{WOB} / (80\% \times F_f)] - (L_{\text{DC}9"1/2} \times P_{\text{DC}9"1/2})] / P_{\text{DC}8"}$$

$$= [[20000 / (0.80 \times 0.84)] - (27.65 \times 323.2)] / 214.176 = 97.23\text{m}$$

Cette longueur correspond à 11 DC, autrement dit 03 stands + 02 simples. Pour faciliter la manutention de ces DC, soit ajouter un simple pour avoir 04 stands ou supprimer deux simples pour avoir 03 stands.

En réalité la longueur des DC est de 97.23 m correspondant à quatre stands.

Vérifions la position du point neutre

$$P_{DC9^{1/2}} = 27.65 \times 323.2 \times 0.84 = 7.5 \text{ T}$$

$$P_{DC8''} = 97.23 \times 214.176 \times 0.84 = 17.49 \text{ T}$$

Le poids total des DC = 25 T

Le WOB est de 20 T ( le poids des DC convient).

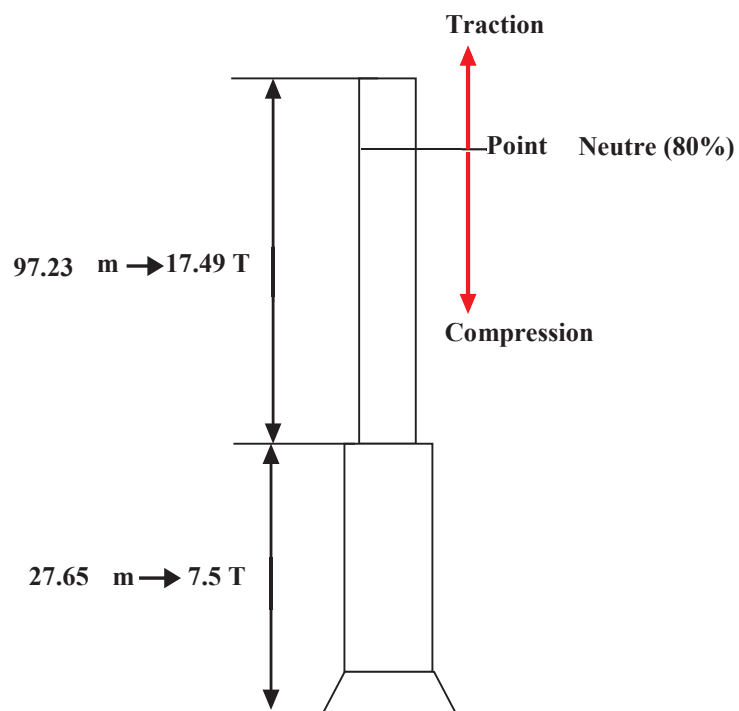


Figure.IV.30 : Position du point neutre. [5]

4.3.3 Composition de la garniture de forage :

Tableau.IV.2 : Composition de la garniture de forage. [13]

Qty	Description	OD (In)	Connection Down *Up
1	PDC	16	7 5/8 Reg Pin
1	NEAR BIT 15 7/8	9 1/2	7 5/8 Reg Boxx7 5/8 Reg Box
1	SHORT DC	9 1/2	7 5/8 Reg Pinx7 5/8 Reg Box
1	Stabilisateur 15 7/8	9 1/2	7 5/8 Reg Pinx7 5/8 Reg Box
1	Drill collar	9 1/2	7 5/8 Reg Pinx7 5/8 Reg Box
1	Stabilisateur 15 7/8	9 1/2	7 5/8 Reg Pinx7 5/8 Reg Box
2	Drill collar	9 1/2	7 5/8 Reg Pinx7 5/8 Reg Box
1	Réduction	8	7 5/8 Reg Pinx6 5/8 Reg Box
10	Drill collar	8	6 5/8 Reg Pinx6 5/8 Reg Box
1	Coulisse de forage	8	4 1/2 IF Pinx4 1/2 IF Box
2	Drill collar	8	6 5/8 Reg Pinx6 5/8 Reg Box
1	Réduction	8	6 5/8 Reg Pinx5 1/2 FH Box
12	Tige lourd	5 1/2	5 1/2 FH Pinx5 1/2 FH Box
As required	Drill Pipe 5" 1/2 G105. 21.9 # . Pr	5 1/2	5 1/2 FH Pinx5 1/2 FH Box



4.3.4 Calcul de la longueur maximale des tiges :

Dans un premier temps, il s'agit de fixer la traction maximale pouvant être exercée en tête des tiges.

Avec :

$$T_a = T_e / C_s$$

T<sub>a</sub> : traction maximale admissible en tête de tige considérée

T<sub>e</sub> : tension à la limite élastique de la tige considérée

C<sub>s</sub> : coefficient de sécurité en tension. [5]

Le coefficient de sécurité recommandé par l'API est de 1.10

Pour cela on se fixe une marge de traction minimale (Mt) en général 30 à 50 T.

$$M_t = T_a - P_{max}$$

Avec :

$M_t$  : marge de traction

$P_{max}$  : poids maximum de la garniture dans la boue

Donc :  $P_{max} = T_a - M_t$

La charge maximale admissible est égale au poids maximum de la garniture dans la boue.

$$P_{max} = (L_{DC} \times P_{DC} + L_{HW} \times P_{HW} + L_{DP} \times P_{DP}) \times F_f$$

La longueur maximale des tiges dans la boue est alors donnée par : [5]

$$L_{DPmax} = \frac{[(10^3 \times T_e / C_s) - M_t] / F_f - (L_{DC} \times P_{DC} + L_{HW} \times P_{HW})}{P_{DP}}$$

Données (phase 16") :

$$d_{boue} = 1.25$$

$$F_f = 0.840$$

DC 9" 1/2	323.2 kg/m	L = 38.65 m	P = 10493.01 kg
-----------	------------	-------------	-----------------

DC 8"	223.1 kg/m	L = 97.23m	P = 18221.29 kg
-------	------------	------------	-----------------

HWDP 5 1/2 " 58.10# range II	98.08 kg/m	L = 111.5	P = 9186.17 kg
------------------------------	------------	-----------	----------------

DP 5 1/2 " 21.9# G105 Cl Pr	36.97 kg/m		
-----------------------------	------------	--	--

$T_e$ (DP5 1/2 ") = 214.8 10 <sup>3</sup> daN	Profondeur finale = 2335m
---	---------------------------

$$L_{DPmax} = \frac{[(10^3 \times 1.02 \times 214.8 / 1.10) - 50. \cdot 10^3] / 0.84 - (10493.01 + 18221.29 + 9186.17)}{36.97} = 4776 \text{ m}$$

Donc :  $L_{DPmax} \gg$  Profondeur finale

**Vérification de la réserve de traction**

$$R_t = T_a - T \quad R_t = (T_e / C_s) - T$$

$T_a$  : traction maximale admissible en tête de tige considérée

$T_e$  : tension à la limite élastique de la tige considérée

$C_s$  : coefficient de sécurité en tension

$T$  : Charge suspendue à la partie supérieure du tronçon de la tige considérée [5]

$$T = 10^{-3}(L_{DC} \times P_{DC} + L_{HW} \times P_{HW} + L_{DP} \times P_{DP}) \times F_f$$

- Garniture au fond du puits
- Pour DP 5 ½ " 21.9 # G105 Cl Pr
- $R_t = T_a - T = (T_e / C_s) - T$
- $T = 10^{-3}(10493.01 + 18221.29 + 9186.17 + 2073.5 \times 36.97) \times 0.84$
- $T = 96.22 \text{ T}$
- $R_t = (214.8 \times 1.02 / 1.1) - 96.22 = 102.96$
- $R_t = 102.96 \quad T > M_t = 50T$

**Résultats :** ce type de tiges convient pour cette phase.



## **CHAPITRE V : ETUDE DE CAS**



## V.1 INTRODUCTION

Parmi les problèmes majeurs qui constituent un grand obstacle pour la poursuite du forage dans le champ de Hassi Messaoud, les coincements lors de la remontée dans la phase 16'' dans le Turonien, Sénonien salifère et Cénomaniens qui causent des pertes considérables en temps et en argent.

## V.2 L'OBJECTIF DE L'ETUDE

L'objectif de l'étude est de comprendre le phénomène de coincement au niveau du Turonien, de déterminer les causes et enfin tenter de trouver le remède préventif permettant de réduire le temps de remontée.

## V.3 NATURE DES TERRAINS TRAVERSES :

La phase 16'' du puits MD260bis programme lourd, commence de la cote 472 m jusqu'à la cote 2325 m. Sur le long de cette section, à une hauteur de 1853 m, existe le plus grand nombre de couches, de différentes duretés et de différentes caractéristiques.

Voici une évaluation des formations se trouvant dans cette phase :

**Argile** : L'argile est une roche sédimentaire, composée pour une large part de minéraux spécifiques, silicates en général d'aluminium plus ou moins hydratés, qui présentent une structure feuilletée (phyllosilicates) qui explique leur plasticité, ou bien une structure fibreuse (sépiolite) qui explique leurs qualités d'absorption.

**Grès** : Roche sédimentaire détritique composée à 85 % au moins de grains de quartz plus ou moins arrondis, de 62.5 µm à 2 mm. Ce sont des roches communes se présentant en bancs, réguliers ou non, ou en lentilles.

**Dolomie** : La dolomie est une roche sédimentaire carbonatée composée d'au moins 50% de dolomite. Il s'agit d'un carbonate double de calcium et de magnésium, de composition chimique  $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ , qui cristallise en prismes losangiques (rhomboèdres).

**Calcaire** : Les calcaires sont des roches sédimentaires, facilement solubles dans l'eau (karst), composées majoritairement de carbonate de calcium  $\text{CaCO}_3$ . Lorsque la roche comporte une proportion non négligeable d'argile, on parle plutôt de marne.

**Anhydrite** : roche sédimentaire formée d'un minéral composé de sulfate naturel de calcium ( $\text{CaSO}_4$ ), cristallisant dans le système cristallin orthorhombique, existant rarement à l'affleurement, formé par la déshydratation du gypse.

**Sel** : assemblant deux types d'ions, l'un métallique, l'autre non métallique NaCl. [13]

**V.3.1 Description lithologique du Turonien :**

Son épaisseur varie de 70 à 125 mètres. Moyenne : 105 m.

- le turonien est topé suite apparition des calcaires blancs.

Alternance de calcaire argileux, calcaire dolomitique et calcaire crayeux ; Au sommet apparaissent les bancs de calcaire. Le Turonien présente une nappe d'eau salée.

- l'avancement devient rapide par apport la base du sénonien salifère.

- Formation (99% calcaire) : Alternance de calcaire beige vacuolaire et de calcaire blanc crayeux.

- Les ondes acoustiques (Sonique)  $\approx 80$  à  $90$  ms/ft

- Formation non radioactive : GR $\approx 15$  à  $20$  API. [10]

**V.3.2 Manifestation du coincement :**

Le coincement dans cet étage, entre dans le cadre des formations instables de type carbonatées, se manifeste lors de la manœuvre de remontée car après TD on est régulièrement confronté aux difficultés des manœuvres en face du Turonien, qui passent des simples tractions et des Backreaming aux Jarring voire même pompage de l'Acide pour s'en sortir.

Parfois cette difficulté de la manœuvre engendre des instrumentations de plus 15 jours.

Le pompage d'acide est une solution extrême, qui est devenue par la force des temps, une solution banale sans aucun effort sur les actions d'un foreur telles que Traction, Backreaming et le Jarring, Elle devrait être la dernière solution qui vient à l'esprit, car elle représente un grand danger pour le personnel, et l'environnement, Peut causer l'irréparable en cas de fausse Manœuvre, elle cause des endommagements des Down hole équipement (Drilling) par exemple : le jar, elle nécessite des précautions très particulières et son coût est très élevée. [10]

## V.4 SCENARIO TYPE ET TIMING DES OPERATIONS JOURNALIERES :

Dans notre cas, le train de sonde a été coincé trois fois successives :

**Tableau V.3 : Timing des opérations journalières [13]**

Résumé d'opération						
Premier cas	Du-à	heures	phase	Description	Profondeur(m)	Company
	00:00-12:30	12.5	16"	Forage 16 section : coincement à ce niveau (l'outil au fond- Kelly descendre)	581,0-738,0	ENTP
	12:30-13:30	1	16"	Librement de la garniture par la coulisse (battage)	738.0-738.0	ENTP
Retour à l'opération de forage jusqu'à la cote 778 m						
Deuxième cas	01:30-05:00	4.5	16"	Forage 16 section : coincement à ce niveau	778-831	ENTP
	05:00-06:30	1.5	16"	Librement de la garniture par la coulisse (battage)	831-831	ENTP
Retour à l'opération de forage jusqu'à la cote 860 m						

**Troisième cas :** coincement de la garniture de forage à 860 m ; pour une solution efficace de ce problème, le chef de projet a décidé de faire une opération d'injection d'acide chlorhydrique (HCL) ; après un échec de l'opération de battage. [13]

## V.5 Programme d'acidification

Bouchon de décoincement (Acide 15% HCL) Open Hole 16" @ 860 m

MD 260 bis-1 / TP 194

### V.5.1 But de L'opération

Le but de l'opération est de circuler un bouchon d'acide HCl 15%, afin de libérer la garniture de forage coincée @ 860 m [12]

### V.5.2 Consignes de sécurité

Afin de mener à bien l'opération une réunion de sécurité est nécessaire avant l'opération. Cette réunion animée par le superviseur forage SH, permettra d'expliquer les différentes étapes de l'opération et l'importance du respect des consignes de sécurité à tout le personnel présent sur chantier.

Les points essentiels qui doivent être discutés sont les suivants :

- L'accès et l'évacuation du chantier.
- Les conflits pouvant nuire au bon déroulement de l'opération.
- Changement du personnel dans le poste de travail.
- Equipements utilisés sur chantier
- Limitation du champ d'activité.
- Objectif de l'opération.
- Organisation de l'opération.
- Eclairage du champ d'activité.
- Différents fluides utilisés.
- Contrôle des lignes et des équipements avant le test en pression.
- S'assurer de la compréhension du personnel présent, de l'importance de l'opération et des consignes de sécurité
- Responsabilité de chacun.
- Equipements de sécurité.
- Utilisation correcte des équipements de sécurité
- Risque spécifique de l'opération.
- Conditions climatiques. [12]

### V.5.3 Procédure de l'opération.

Mise en place de l'unité de pompage et de la citerne d'acide.

1. Faire la réunion de sécurité
2. Mettre le tubage en tension.
3. Montage de l'ensemble des équipements.
4. Remplissage de la ligne de traitement, suivi d'un test en pression (pression à définir sur chantier Avec le superviseur SH FOR).

5. Pomper les séquences suivantes :

- 2000 lts Bouchon laveur avant Acide
- 2000 lts Bouchon inhibiteur
- 7500 lts de d'acide HCl 15% (volume à confirmer avec le superviseur sur chantier)
- 1000 lts m3 Bouchon Laveur après Acide

6. Mettre en place l'acide avec le volume nécessaire de déplacement (en fonction de la garniture). [12]

**Note : 1**

- Réduire le débit du déplacement à 160 lts/min une fois l'acide dans l'annulaire jusqu'à avoir 1m3.
- Attente réaction 30 min et commencer à vérifier si la garniture est libre.

**Note 2 :**

- Surveiller la pression de pompage lors de la circulation de l'acide.
- S'assurer qu'il n'y a pas d'augmentation de pression de pompage qui pourrait excéder la pression de service de la garniture, ou fracturation de la formation.

**Note 3 :**

-Préparer 1 m3 de solution neutralisante à base de Soda Ash à une concentration de 5 kgs/m3, et faire circuler à travers les lignes de l'unité de pompage (pour le rinçage de l'unité de cimentation).

**Remarque :** dans le cas où la garniture reste toujours coincée procéder au pompage de 7500 lts d'acide supplémentaire selon la procédure ci-dessus

**V.5.4 COMPOSITION DES FLUIDES**

**HCl ACID 15%**

**Tableau V.4 : Bouchon Laveur Avant Acide [12]**

Additif	Description	m3		2.00	
		par	m3	Pour	2.00 m3
Eau douce		955	Lts	1911	Lts
KCl	Stabilisateur d'argiles	29.1	Kgs	58	Kgs
MCSB	Surfactant	30	Lts	60	Lts

**Tableau V.5 : Bouchon Inhibiteur de Corrosion. [12]**

Additif	Description	m3		2.00	
		par	m3	Pour	2.00 m3
Eau douce		975	Lts	1950	Lts
KCl	Stabilisateur d'argiles	29.7	Kgs	59	Kgs
Cl 15	Inhibiteur de corrosion	10	Lts	20	Lts

**Tableau V.6 : Matrice HCL 15%. [12]**

Additif	Description	m3		7.50	
		par	m3	Pour	7.50 m3
Eau douce		549	Lts	4118	Lts
F 300	Agent séquestrant	10	Kgs	75	Kgs
Cl 15	Inhibiteur de corrosion	5	Lts	38	Lts
NE 32	Surfactant	3	Lts	23	Lts
CLATROL6	Stabilisateur d'argiles	3	Lts	23	Lts
HCl ( 32 % )	Acide Chlorhydrique	434	Lts	3255	Lts

**Tableau V.7 : Bouchon Laveur Après Acide. [12]**

Additif	Description	m3		1.00	
		par	m3	Pour	1.00 m3
Eau douce		955	Lts	955	Lts
KCl	Stabilisateur d'argiles	29.1	Kgs	29	Kgs
MCSB	Surfactant	30	Lts	30	Lts

**Tableau V.8 : consommation totale des produits. [12]**

Additifs	Description	Quantité	Unité
Eau douce		8934	Lts
KCl	Stabilisateur d'argiles	147	Kgs
MCSB	Surfactant	90	Lts
F 300	Agent séquestrant	75	Kgs
Cl 15	Inhibiteur de corrosion	58	Lts
NE 32	Surfactant	23	Lts
Clatrol6	Stabilisateur d'argiles	23	Lts
HCl ( 32 % )	Acide Chlorhydrique	3255	Lts

**V.6 Analyse du Coincement :**

Pour le Turonien La méthode adoptée relative à la diminution de ROP et donc travailler avec un ROP contrôlé, à 20 m/hr maximum (ROP instantané <20m/hr et d'une façon régulière).au droit du Turonien n'a pas donné de satisfaction.

Le tableau montre qu'avec un ROP de moins de 20 m/hr le problème de coincement persiste.

Tableau V.9 : représente les ROP au Turonien 16" à HMDZ

N°	WELL	Rig	TD	BIT	TURONIEN			REMARQUE
			[m]		[m]	HRS	ROP[m/s]	
1	MD260Bis	TP 194	860	PDCnew :(varel) VTD 919	125	11.5	28.8	Coincé
2	MDZ541	TP 137	811	110HGNV	72	12.5	5.76	Coincé
3	MDZ542	ENF 28	2271	MA82PX	100	7.1	14.08	Libre
4	MDZ566	ENF 15	1021	DSX92HF	122	10.1	12	Coincé
5	OMNZ273	TP 137	2125	DPO442	83	6.4	12.93	Libre
6	OMNZ153	TP 169	2276	HC609	115	9.8	13.28	libre

Vous trouverez, seulement 3 TRIP sur 6, étaient libre, les 3 restants sont passés avec des traction et Jarring voire même pompage de HCL Des études préalable a été fait au niveau de champs Forage de turonien aux puits voisins : [11]

Les études preables ont été faites au niveau de champs de HMD ; Les informations nécessaires concernant 31 puits voisins étudiés sont illustrées dans le tableau suivant : [11]

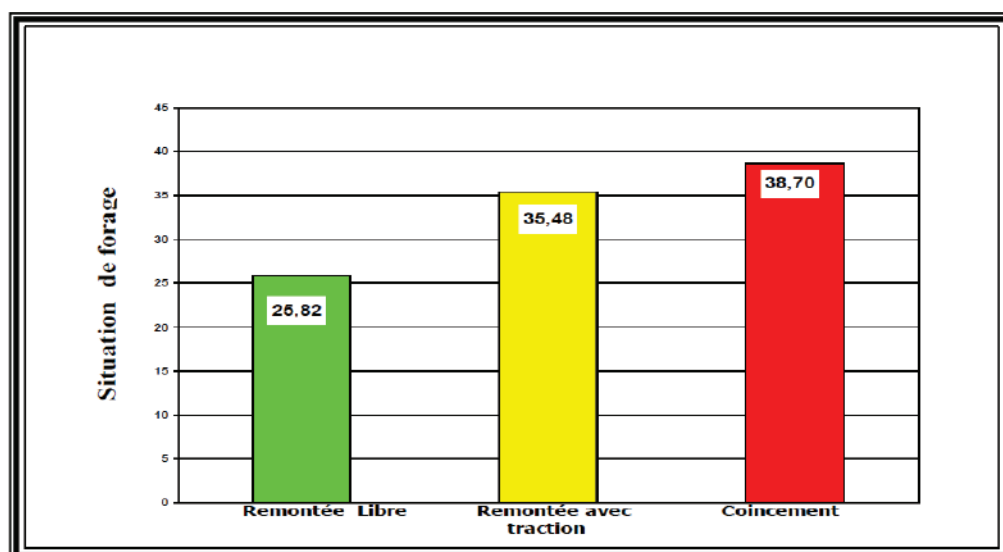


Figure V.31 : Les statistiques concernant les puits etudies. [11]

D'après l'histogramme on constate que :

1. La répartition des coincements n'est pas homogène sur tout le champ de Hassi Messaoud ;
2. Les coincements se manifestent dans toutes les zones ;
3. Sur les 31 puits forés, nous constatons :
  - 12 puits, soit : (38.70%), ont coincé ;
  - 11 puits, soit : (35,48%), avec remontée en traction ;
  - 08 puits, soit : (25.82%), forés sans problème. [11]

### V.6.1 ANALYSE ET INTERPRETATION

- **La formation** : les master logs montrent la lithologie du Turonien pour les puits MDZ581, MD528, MDZ565, MD261 et MD541. Il est clair à partir de ces master logs que le Turonien à Hassi Messaoud présente des différences structurales très défavorables. Plus il y a des intercalations (Formation dure, formation tendre), plus il y a des problèmes.

On peut conclure que le cavage du puits peut être la cause du coincement, ce qui conforte la règle de l'affectation de la qualité du trou par le cavage (Trou tortueux = mauvaise qualité).

- **Densité de la boue** : Plus la densité diminue, le coincement augmente ; Donc pour éviter les remontées sévères et les coincements, il faut maintenir la densité à une valeur supérieure à 1.25.
- **Le poids sur l'outil "WOB"** : Plus le poids augmente plus le coincement est fréquent, 75% des forages libres sont réalisés dans les 7 premiers paliers (10T à 14T) où le WOB < 14T. D'autre part, dans les 4 premiers paliers (5T à 10T) il y a plus de sécurité.
- **La vitesse de rotation "RPM"** : plus la vitesse de rotation est importante plus le coincement augmente ; 66% des forages libres sont enregistrés dans les 4 premiers paliers (50 à 120tr/min), cependant, il y a plus de sécurité dans la plage de paliers (50 à 110tr/min).
- **La vitesse d'avancement "ROP"** : Plus l'avancement est rapide plus le risque de coincement est important ; Pour plus de sécurité, garder ROP entre (15m/h -20m/h).



**Récapitulation :**

Le coincement augmente quand :

- La formation est intercalée ;
- La densité est faible ;
- Le poids est important ;
- La vitesse de rotation est importante ;
- L'avancement est rapide.

**V.7 CAUSES POTENTIELLES DU COINCEMENT**

a) Pertes de la stabilité de la BHA.

b) Difficultés de remontée terminée par un coincement.

**V.7.1 PERTE DE LA STABILITE :**

Lorsque l'outil traverse les formations intercalées (roche dure, roche tendre) il s'éloigne de sa trajectoire et prend un chemin préférentiel d'où la formation de caves (le diamètre du trou est nettement supérieur à 16 inch.).

Le cavage au niveau du Turonien et de toute autre formation fait perdre à la BHA sa stabilité. Pour preuve, des vibrations sont enregistrées dès la pénétration du premier stabilisateur dans le Turonien et disparaissent dès que le dernier stabilisateur quitte ce dernier. Ces vibrations sont dues au fait que les stabilisateurs ne trouvent pas un support à cause des caves.

En plus de l'instabilité de la BHA, le poids important donne une géométrie aléatoire (Tortuosité).

**V.7.2 Difficultés de remontée terminée par un coincement :**

Lors de la remontée, les lames des stabilisateurs et l'outil sont coincés à cause de cette tortuosité.

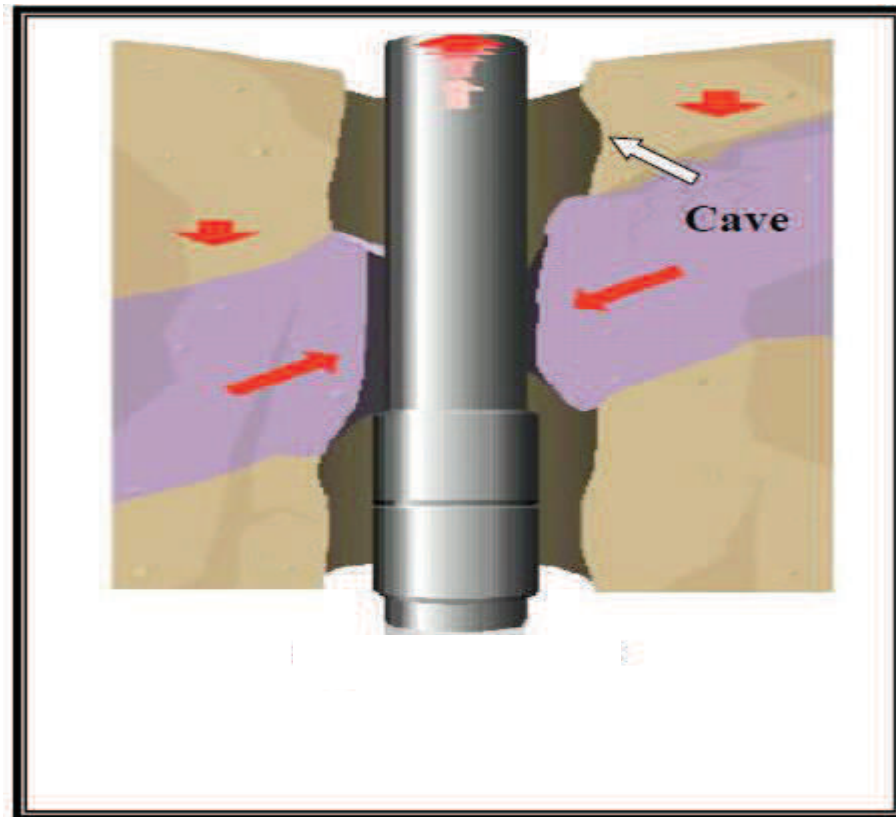


Figure V.32: Trou tortueux [11]

#### V.8 Conclusion :

Après cette modeste étude statistique, il y a lieu de recommander pour le forage du Turonien ce qui suit :

- Augmenter la densité à 1.25 avant le Turonien
- Réduire la rotation avant d'entamer le Turonien et la maintenir inférieure à 120 RPM ;
- Maintenir le poids dans le Turonien inférieur à 14T ;
- Contrôler l'avancement dans le Turonien à 20 m/hr maximum.

Pratiquement, Durant le forage du turonien on a constaté qu'il est suffisant d'avoir un avancement régulier de 20m/h, avec un poids de 5T et une rotation de 110RPM.

A noter aussi que, la première lecture de l'enregistrement montre que les vibrations au niveau de l'outil sont très faibles par rapport à celles enregistrées avant.

Ces résultats d'analyse se rapprochent des recommandations concernant les paramètres de forage appliqués sur chantiers, après étude, lors du forage du Turonien, cependant ces recommandations n'ont pas donné les performances voulues, malgré les résultats très encourageants obtenus en termes de la réduction de temps de remontée, le problème de coincement persiste toujours.

## **CONCLUSION**

## CONCLUSION :

Le problème de coincement de la garniture lors de la remontée dans la phase 16” sur le champ de Hassi Messaoud se manifeste au niveau de trois formations :

- Au Salifère, à cause de la spiralisation du puit
- Au Turonien, à cause du cavage des calcaires dû aux vibrations de la garniture ;
- Au Cénomaniens, à cause des formations en escaliers.

Ces différents coincements sont dus essentiellement à la nature des terrains, à la géométrie du puit et aux vibrations sévères de la garniture.

Et pour pallier aux différents coincements, il faut un contrôle de l’ROP au niveau du Salifère, atténuer les vibrations et Gérer le passage dans le Turonien et le top du Cénomaniens En agissant sur la vitesse de rotation, et le poids sur l’outil, et pendant le forage des formations suspectées il faut faire un ramonage dès l’apparition de tirage pendant les ajouts.

Et pour le problème de dégradation du profil du puit à cause des vibrations sévères, il faut élaborer une Méthode anti vibration, pour essayer d’atténuer toutes vibrations au maximum. Donc le driller doit jouer sur les paramètres de forage dès apparition de vibration nuisible.

En cas de coincement du train de tige les techniques adoptées Pour libérer une garniture coincée est :

- Dans le Sénomaniens Salifère, on utilise un bouchon d’eau dans le cas de tractions supérieures à 10 tonnes ;
- Dans le Cénomaniens et le Turonien, on remonte sans battage tant que les tractions ne dépassent pas 25 tonnes. Sinon battage à la coulisse (backreaming en cas de défaillance de la coulisse)

# Bibliographie

- [1] Cours de forage ENSPM, édition 2006.
- [2] Cours de forage, D<sup>r</sup> MELLAK ABD ERAHMEN.
- [3] Division Forage., Procédures de forage ; HASSI MESSAOUD.
- [4] Document Sonatrach., mini guide forage BP abréviation mémoire. Bridge Pétrilium.
- [5] Formulaire du foreur, édition 1999.
- [6] IFP Training. Copyright ENSPM Formation Industrie, 2004.
- [7] IPM Back-Off Manuel, IPM Schlumberger., 1988.
- [8] John w. Lee, Stuck pipe cause, solution & prévention, jan 2009.
- [9] J.P. NGUEN. Le forage, Techniques D'exploitation Pétrolière. Edition 1993.
- [10] Mémoire fin d'étude : étude des coincements dans la phase 16'' dans le champ de Hassi Messaoud < cas de turonien > Promotion 2015 Ouargla
- [11] Mémoire fin d'étude : Problèmes des coincements en manoeuvre de remontée en phase 16" sur le champ de Hassi Messaoud Cas du puits OMKz 353 Promotion 2007 IAP
- [12] Programme d'acidification SH FORAGE DRMD MD 260 bis-1 / TP 194 11/11/2012  
Préparé par : DPT Technique
- [13] RAPPORTS JOURNALIERS SUR PUIT MD260Bis. Documentations SONATRACH, 2012.
- [14] SLIMANI A. “ Problèmes de trou”, Division forage, 2004.
- [15] Zenasni A. Coincement induite par l'interception de, l'éruptif triasique dans le puits OML. Mémoire ingénieur. Université Boumerdes, 2007.

SONATRACH										Page 2 sur 2	
Daily Drilling Report											
WELL & SIDETRACK :		DATE:	DAY:	DOP:	DFB:	TMD:	TYD:	FORMATION TOP:		PROGRESS:	ROT:
MD260BIS		04/11/2012	9	33.62	8.21	775.00 m	775.00 m	TURONIAN @ 771.0 m		195.00 m	18.08 hr
SUPERVISOR/SUPERINTENDENT:			RIG NAME & No:		FIELD:	ACC. FREE:	AFE (KD):	DAILY (KD):	CUM (KD):	WELL OBJECTIVE:	
TEDDAR / DRIOUECHE			TP 194		HAGDI MESSACUD	161 days	626 770	3 074	44 922	DEVELOPMENT	
LAST CSG/LNR SHOE:		LAST CSG/LNR TOP:		LAST FM. TEST/EMW:		L. BOP TEST:	L. SAFETY MEETS:	DAILY NPT:	CUM NPT:	I.SERVICE:	
18,626 in @ 467.00 m		11.00 m				03/11/2012	04/11/2012	1.50 hr	0.27 days	NONE	
ACCIDENT / INCIDENT TOPICS:											
03 STOP CARDS, 01 SAFETY MEETING, 00 WORK PERMIT											
OPERATIONS SUMMARY											
FROM-TO	HRS	PHASE	CODE	SUB	DESCRIPTION	FROM-TO	NPT	NPT DETAIL	NPT Co.	Op Co	BILL
00:00-12:30	12.50	1P	02 P	E	DRILLING 1P SECTION * got stuck at this depth (5ft near bottom, and kelly down)	561.0-736.0				ENTP	T1
12:30-13:30	1.00	1P	03 N	A	WORKED INTERVAL & GOT FREE BY JARRING UP	736.0-736.0	DPRE	TGHT	OTH	ENTP	T1
13:30-14:00	0.50	1P	06 R	D	REPAIR ON MUP PUMP N°01 * changed valve & seal valve	736.0-736.0	RREP	PUMP	ENTP	ENTP	T3
14:00-00:00	10.00	1P	02 P	E	RESUME DRILLING 1P SECTION Drilling parameters: * Q=5000/5200 (pm) RPM=60/150 (pm) WOB=520 T, SPP=1700psi * hard backream each single drilled in senonian salifer (backreaming time 7.5hr) WC WOC ROP (calculated) m/h: 10.78/10.77 22.19/21.35	736.0-775.0				ENTP	T1
AFTER MIDNIGHT OPERATIONS:											
CONT. DRILLING 1P SECTION TO 831m (got stuck while making connection at this depth); got free by working interval and cooking (at)											
CURRENT OPERATION:											
DRILLING 1P SECTION TO 836m											
24 Hrs SUMMARY OPERATIONS:											
DRILLING 1P SECTION (got stuck)+ WORKED INTERVAL & GOT FREE BY JARRING UP+ REPAIR ON MUP PUMP+ RESUME DRILLING 1P SECTION WITH HARD BACKREAMING FOR EACH SINGLE DRILLED											
PLAN OPERATIONS:											
DRILL 1P SECTION TO +/- 2325m											
REQUIREMENTS / RENTAL EQUIPMENT:											
REMARKS:											
***** DRILLING WITH KELLY *****											
NPT Daily/Cumulative (day) = 09.5hrs / 0.38days (ENTP daily/monthly/cumulative: 0.6 / 0.50 / 4.00 hr) , (WESP= 1.5hrs) (Hole problems= 10.5)											
TESTED CRUDE OIL SYSTEM WITH 09 ENGINES -No problem observed-											
ENTP CREWS MAKING DP CONNECTIONS IN AVERAGE 08 to 10min											
RECEIVED: * 90JTS CSG 13-3/8" 88# N80 BTC ON RIG: 180 JTS CSG 13-3/8" 88# N80 BTC											
DIESEL STORAGE ON LOCATION 79m3 ON RIG SITE 30m3 ON MAIN CAMP CRUDE OIL STORAGE: 32m3 WATER LINE FLOW: 40m3/hr NO SH CAR ON RIG											

Figure. I : Daily Drilling Report-MD260BIS- 09-041121012

OPERATIONS SUMMARY											
FROM-TO	HRS	PHASE	CODE	SUB	DESCRIPTION	FROM-TO	NPT	NPT DETAIL	NPT Co	Op Co	BILL
00:00-00:15	0,25	16"	02 P	E	DRILLING 16" SECTION *Drilling parameters : Q=3000 lpm RPM=90-150 rpm WOB=5-18t	775,0-778,0				ENTP	T1
00:15-01:00	0,75	16"	03 N	A	HARD BACKREAMING WHILE MAKING CONNECTION	778,0-778,0	DPRB	TGHT	OTH	ENTP	T1
01:00-01:30	0,50	16"	08 N	D	REPAIR ON MUP PUMP N° 02 *Changed valve & seat valve	778,0-778,0	RREP	PUMP	ENTP	ENTP	T3
01:30-05:00	3,50	16"	02 P	E	RESUME DRILLING 16" SECTION * Got stuck at this depth	778,0-831,0				ENTP	T1
05:00-06:30	1,50	16"	03 N	A	UNSTUCK DRILL PIPE BY WORKING INTERVAL & COCKING JAR -Ok-	831,0-831,0	DPRB	STUC	OTH	ENTP	T1
06:30-11:15	4,75	16"	02 P	E	RESUME DRILLING 16" SECTION * Mud cleaner motor had over heat, reached 105°C - decided to replaced it by the motor of shale shaker N°01-	831,0-888,0				ENTP	T1
11:15-13:00	1,75	16"	08 N	D	REPAIR ON MUD CLEANER MOTOR *Kept circulation meanwhile repair, Q=1500lpm SPP=420psi	888,0-888,0	RREP	CIRC	ENTP	ENTP	T3
13:00-14:30	1,50	16"	02 P	E	RESUME DRILLING 16" SECTION * Drilling parameters : Q=3000 lpm RPM=90-150 rpm WOB=5-18t * Temperature of motor of shale shaker N°02 reached 103°C (over heat)	888,0-900,0				ENTP	T1
14:30-15:45	1,25	16"	08 N	D	REPAIR ON SHALE SHAKER N° 02 *Kept circulation meanwhile repair, Q=1200lpm SPP=350psi * replaced the failed motor by the motor of shale shaker N°01.	900,0-900,0	RREP	CIRC	ENTP	ENTP	T3
15:45-00:00	8,25	16"	02 P	E	RESUME DRILLING Drilling parameters : Q=3000 lpm RPM=90-150 WOB=5-18t SPP=1750 WC WOC ROP (daily/cumul) 13.20/11.70 22.87/21.98 *Stage: Cenomanian Top @ 891m *Lithology: anhydritite.	900,0-1 006,0				ENTP	T1
AFTER MIDNIGHT OPERATIONS: CONT. DRILLING 16" SECTION											
CURRENT OPERATION: DRILLING 16" SECTION AT 1185m											
24 Hrs SUMMARY OPERATIONS: DRILLING 16" SECTION+REPAIR ON MUP PUMP+RESUME DRILLING+UNSTUCK DRILL PIPE+ RESUME DRILLING+REPAIR ON MUD CLEANER MOTOR+ RESUME DRILLING 16" SECTION+ REPAIR ON SHALE SHAKER + RESUME DRILLING TO 1006m											
PLAN OPERATIONS: DRILL 16" SECTION TO +/- 2325m											
REQUIREMENTS / RENTAL EQUIPMENT:											
REMARKS: ***** DRILLING WITH KELLY ***** NPT Daily/Cumul (day) = 05.75hrs / 0.83days: (ENTP daily/monthly/cumul: 3.50 / 4.00 / 7.50 hr) , (WESP= 1.5hrs) (Hole problems= 12.75)  TESTED CRUDE OIL SYSTEM WITH 03 ENGINES -No problem observed-  ENTP CREWS MAKING DP CONNECTIONS IN AVERAGE 08 to 10min SHALE SHAKER N°01 OUT OF SERVICE  RECEIVED: * 40JTS CSG 13-3/8" 68# N80 BTC ON RIG : 220 JTS CSG 13-3/8" 68# N80 BTC 02 PUP JTS 13-3/8"  DIESEL STORAGE ON LOCATION 74m3 ON RIG SITE 29.5m3 ON MAIN CAMP. CRUDE OIL STORAGE: 31m3 WATER LINE FLOW: 40m3/hr											

Figure. II : Daily Drilling Report-MD260BIS- 10-051121012



## Programme d'acidification

# SH FORAGE DRMD

*Job Number :* 012-00891-001

Bouchon de décroincement  
(Acide 15% HCL)  
Open Hole 16" @ 860 m

**Révision:** 00

11/11/2012

Préparé par:  
DPT Technique

+ (213) 29 73 01 53

Figure. III : Programme d'acidification



Performances des PDC 16" @ HMDZ															
N°	Well	Rig	TD m	Bit	Sen. Salifere			Turonian			Total	Total	Avg	Remarques	
					m	Hrs	ROP	m	Hrs	ROP	Distance	Hrs	ROP		
1	MDZ541	TP137	881	110HGNV	HYC	130	5,9	22,03	72	12,5	5,76	398	12,4	12,44	30
2	MDZ542	ENF28	2271	MA82PX	GEO	-	-	-	100	7,1	14,08	1492	143,2	10,42	Libre
3	MDZ566	ENF15	1021	DSX92HF	HYC	133	7,27	18,29	122	10,17	12	539	28,8	18,70	51,75
4	OMKZ121	TP169	1152	DP0442	HCC	163	14,1	11,57	101	10,0	10,12	658	59,7	11,03	5,5
5	OMKZ221	TP169	2307	DSX92HF	HYC	164	11,6	14,13	84	5,4	15,70	1834	138,4	13,25	14
6	OMLZ512	TP137	2319	MA82PX		173	10,7	16,25	61	4,4	13,96	1783	159,9	11,15	2,75
7	OMLZ632	TP139	1712	DSX92HF	HYC	142	11,4	12,43	101	6,9	14,60	1220	81,9	14,90	7
8	OMLZ752	TP194	1176	SPH929	DDS	149	14,3	10,42	90	6,6	13,65	666	61,4	11,00	11
9	OMNZ273	TP137	2125	DP0442	HCC	173	9,6	18,04	83	6,4	12,93	1484	125,2	11,85	Libre
10	OMOZ543	ENF29	914	DSX92HF	HYC	113	5,0	22,49	121	8,0	15,07	434	25,4	17,11	26
11	OMPZ12	TP169	1184	MA82PX	GEO	113	5,1	22,24	118	10,6	11,11	698	61,6	11,33	Libre
12	OMPZ34	ENF16	2331	MA82PX	GEO	139	18,8	7,38	104	8,2	12,61	1802	218,4	8,25	Libre
13	ONIZ252	ENF29	2320	DSX92HF	HYC	150	6,6	22,66	105	6,8	15,40	1803	163,8	11,01	Libre
14	ONMZ153	TP169	2276	HC609	HCC	106	6,2	17,20	130	9,8	13,28	1784	173,5	10,28	Libre
15	ONMZ263	ENF28	2300	DSX92HF	HYC	111	6,4	17,40	126	8,7	14,47	1820	103,6	17,57	Libre
16	ONMZ333	ENF28	2265	DP0442	HCC	114	11,1	10,27	115	10,1	11,38	1798	157,7	11,40	Libre

Figure. V : Tableau montrant les ROP au Turonien

## ملخص

إن ثروة النفط من الثروات المهمة في العالم, حيث تعتمد عليها اعتمادا أساسيا في المجال الصناعي, إلا أن هذه المادة غير قابلة للتجديد و لذلك يجب المحافظة عليها و إستغلالها أحسن إستغلال .

الصناعات البترولية هي عماد الإقتصاد العالمي, الذهب الأسود هو مصدر شامل للطاقة, الصحراء الجزائرية غنية بالبتترول و هي تنقسم لعدة أحواض ترسيبية, و التي تضم بدورها العديد من الحقول البترولية, و التي منها حوض حاسي مسعود موضوع دراستنا .

بغرض الرفع من نوعية خزانات الحقل, أجريت دراسة حول إنسداد حشوه آلات حفر البترول في المرحلة 16" . من أجل إيجاد حل لعدم تلف الآلات و ضمان نجاح عملية الحفر على نحو سلس و ربح الوقت و تقليل التكاليف .

## الكلمات المفتاحية :

النفط , الصناعات البترولية , حوض حاسي مسعود , إنسداد , حشوه , المرحلة 16" .

## Résumé

Le pétrole est un combustible fossile, non renouvelable, très important dans l'industrie mondiale, donc il est nécessaire de le consommer avec une rationalisation.

L'industrie pétrolière est un pilier de l'économie mondiale. L'or noir est une source majeure d'énergie. La Sahara algérienne est riche en pétrole. Elle est subdivisée en un certain nombre de bassins qui renferment un certain nombre de champs dont celui-ci HASSI MESSAOUD objet de notre étude.

Afin d'augmenter la qualité des réservoirs de gisement on a fait une étude sur le coincement de la garniture de forage lors de la phase 16" pour obtenir des résolutions des problèmes qui assurent le bon déroulement des opérations et la réussite du forage en gagnant le temps, réduisant le cout.

## Mots clés :

Pétrole, L'industrie pétrolière, HASSI MESSAOUD, coincement, garniture, la phase 16".

## Summary

Oil is a fossil fuel, not renewable, very important in the global industry, it is necessary to consume it with rationalization.

The oil industry is a pillar of the global economy. Black gold is a major source of energy. The Algerian Sahara is rich with oil. It is subdivided into a number of basins that contain a numerous fields including this one HASSI MESSAOUD subject of our study.

In order to increase the quality of the deposit tanks is quite a study on the Jamming of the drill string at the 16" phase to obtain resolutions of problems that ensure the smooth running of operations and the drilling success is to stop wast time and less cost.

## Key words :

Oil, The oil industry, HASSI MESSAOUD, Jamming, drill, the 16" phase.