



N° ordre : .....

N° serie : .....



Université Kasdi Merbah Ouargla  
Faculté des hydrocarbures énergies renouvelables et science  
de la terre et de l'univers

Département de forage et MCP

**MEMOIRE**  
**Pour obtenir le Diplôme de master**  
**Filière : Hydrocarbures**  
**Spécialité : Mécanique des chantiers pétroliers**

## Thème

---

# Etude et maintenance des équipements de forage

---

Présente par :

- HADJAIDJI Aymen
- ZIDI Noureddine
- DOUIDA Samir

Devant le jury :

**Encadreur**

Mme BOUDJEMA SOUHEYLA

*MCA à Université Ouargla*

Année Universitaire : 2020/2021



# REMERCIEMENTS

*Au premier temps, nous tenons à remercier le bon Dieu, qui*

*Nous a donné la force et le courage pour effectuer ce mémoire de fin d'études. Nous adressons nos vifs remerciements à Mme. BOUDJEMAA SOUHILA notre*

*Encadreur qui nous a orientés durant l'élaboration de ce travail. Nous adressons également nos remerciements aux examinateurs pour*

*Avoir accepté de juger notre travail, que soient remerciés tous nos enseignants durant toutes nos années d'études.*

*Enfin, nous n'oublions pas à remercier le personnel du département de forage et MCP et tous ceux qui nous ont aidé à l'élaboration de ce modeste travail.*

# Dédicace

*J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :A mes chères **parentes***

*Pour leurs sout ient durant toutes mes années d'études. Leurs sacrifices illimités, leurs réconforts moraux, eux qui ont consenti tant d'effort pour mon éducation, mon instruction et pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affectations sans limite.*

*- A mon chère frère **aissa**.*

*- A mes deux sœurs **Zahra** et la petite **kaouthar**.*

*-A mes adorables amis **Oussama, Aissa, Ala***

*-A tout ceux qui m'ont aidé de loin ou de prés durant les moments*

**Hadjaidji Aymen**



### Résumé

L'installation de forage est un ensemble d'équipements mécanique comprenant des machines et des mécanismes connexe une fonction bien déterminée. Parmi ces équipements on s'intéresse aux pompes à boue, top drive et treuil de forage car ils jouent un rôle important dans l'installation de forage pour donne le plant de maintenance de chaque équipements et étude de fiabilité pour l'un des équipements

### ملخص

جهاز الحفر عبارة عن مجموعة من المعدات الميكانيكية التي تشتمل على آلات وآليات مرتبطة ببعضها البعض لأداء وظيفة محددة. من بين هذه المعدات ، نحن مهتمون بمضخات الطين ، والمحرك العلوي ، ونش الحفر لأنها تلعب دورًا مهمًا في تركيب الحفر لإعطاء محطة الصيانة لكل معدات ودراسة الموثوقية لأحد المعدات

### Summary

The drilling rig is a set of mechanical equipment comprising machines and mechanisms associated with a specific function. Among these equipments we are interested in mud pumps, top drive and drilling winch because they play an important role in the drilling installation to give the maintenance plant of each equipment and reliability study for one of the equipment.

Remerciements.....	I
Dédicace.....	II
Résumé.....	III
Sommaire.....	IV
Liste des figures et des tableaux .....	XI
Introduction générale.....	1

## **Chapitre I : Généralité sur les appareils de forage**

<b>I.1 Introduction.....</b>	<b>2</b>
<b>I.2 Classification et Descriptions de l'appareil de forage.....</b>	<b>2</b>
<b>I.3 Fonction levage .....</b>	<b>3</b>
<b>I.4 Fonction rotation .....</b>	<b>8</b>
<b>I.5 Fonction Pompage.....</b>	<b>10</b>
<b>I.6 Fonction de sécurité.....</b>	<b>11</b>
<b>I.7 Conclusion .....</b>	<b>13</b>

## **Chapitre II : Etude sur la pompe à boue ,le treuil de forage et le top drive.**

<b>II.1 La pompe à boue .....</b>	<b>14</b>
<b>II.1.1 Introduction.....</b>	<b>14</b>
<b>II.1.2 Rôle des pompes à boue.....</b>	<b>14</b>
<b>II.1.3 Type des pompes à boue .....</b>	<b>15</b>
<b>II.1.4.1 Pompe triplex.....</b>	<b>18</b>
<b>II.1.4.2 Pompes duplex .....</b>	<b>18</b>
<b>II.1.5 Construction de la pompe de forage triplex à simple effet.....</b>	<b>18</b>

<b>II.1.5.1 La partie mécanique .....</b>	<b>19</b>
<b>II.1.5.2 La partie hydraulique de la pompe.....</b>	<b>23</b>
<b>II.1.5.3 Principe de fonctionnement et débit instantané.....</b>	<b>27</b>
<b>II.2 Treuil de forage.....</b>	<b>29</b>
<b>II.2.1 INTRODUCTION .....</b>	<b>29</b>
<b>II.2.2 Ensemble et Mécanismes de fonctionnement du Treuil.....</b>	<b>29</b>
<b>II.2.2.1 Les différents types de Treuil.....</b>	<b>29</b>
<b>II.2.2.2 Eléments du treuil .....</b>	<b>30</b>
<b>II.2.2.3 Caractéristiques treuil oil-well D2000UE.....</b>	<b>30</b>
<b>II.2.2.4 Mécanisme de fonctionnement du treuil.....</b>	<b>31</b>
<b>II.2.2.5 La procédure de sélection de vitesses du treuil D 2000-UE .....</b>	<b>31</b>
<b>II.2.3 Détail sur l'ensemble du Treuil de forage .....</b>	<b>33</b>
<b>II.2.3.3 Système de freinage.....</b>	<b>34</b>
<b>II.2.3.4 Système de transmission de mouvement.....</b>	<b>35</b>
<b>II.2.3.5 Système De Sécurité .....</b>	<b>37</b>
<b>II.2.3.6 Le Système de refroidissement .....</b>	<b>38</b>
<b>II.2.3.7 Circuit de lubrification.....</b>	<b>40</b>
<b>II.3 Le Top Drive.....</b>	<b>40</b>
<b>II.3.1.introduction.....</b>	<b>40</b>
<b>II.3.2Définition du Top Drive .....</b>	<b>41</b>
<b>II.3.3 Les principales composantes.....</b>	<b>41</b>
<b>II.3.4 Le rôle du Top Drive.....</b>	<b>41</b>
<b>II.3.5 Classification.....</b>	<b>42</b>
<b>II.3.6 Principe de fonctionnement du Top Drive.....</b>	<b>43</b>

II.3.7 Utilisation du Système Top Drive.....	43
II.3.8 Avantages et Inconvénients du Top Drive.....	43
II.3.9 Partie Mécanique.....	44

## **Chapitre III: Maintenance des machines Industriel**

III.1. GENERALITES SUR LA MAINTENANCE .....	46
III.1.2. Définition de la maintenance.....	46
III.1.3. Objectifs de la maintenance .....	46
III.1.4. Types de maintenance.....	47
III.1.5. Les opérations de la maintenance .....	48
III.1.6. Les niveaux de maintenance.....	50
III.2 La Maintenance de la pompe a boue NATIONAL-OIL-WELL12P160.....	52
III.3 La Maintenance de treuil de forage OIL WELL 2000UE .....	70
III.3.1 Maintenance préventive systématique de treuil de forage OIL WELL 2000UE .....	70
III.3.2 Pannes et remède .....	71
III.4 Les indicateurs de Maintenance.....	72
III.5 Maintenance De Varco TDS-11 Sur Chantiers.....	73
III.5.1 La Maintenance Préventif du Top Drive.....	73
III.5.1.1 : Les opérations de graissage de Varco TDS- 11.....	73
III.5.1.2: Les opérations de lubrifications de Varco TDS-11.....	74
III.5.2 La Maintenance Curatif du Top Drive.....	74
III.6.Etude de fiabilité du Top Drive Varco TDS-11.....	75
Conclusion générale.....	77
Références bibliographiques.....	78



N° de figure	Nome de figure	page
<b>figure I.1</b>	<b>Les différents organes constituant un appareil de forage standar</b>	<b>03</b>
<b>Figure I.2</b>	<b>Fonction levage</b>	<b>04</b>
<b>Figure I.3</b>	<b>système de mouflage</b>	<b>05</b>
<b>Figure I.4</b>	<b>Le moufle fixe</b>	<b>06</b>
<b>Figure I.5</b>	<b>Le moufle mobile et crochet</b>	<b>06</b>
<b>Figure I.6</b>	<b>Le Treuil De Forage</b>	<b>08</b>
<b>Figure I.7</b>	<b>Outil de forage</b>	<b>08</b>
<b>Figure I.8</b>	<b>la table de rotation</b>	<b>08</b>
<b>Figure I.9</b>	<b>Top drive</b>	<b>09</b>
<b>Figure I.10</b>	<b>Tête d'injection</b>	<b>10</b>
<b>Figure I.11</b>	<b>Les pompes de forage</b>	<b>10</b>
<b>Figure I.12</b>	<b>Obturateur à mâchoires</b>	<b>12</b>
<b>Figure I.13</b>	<b>Mâchoires</b>	<b>12</b>
<b>Figure I.14</b>	<b>Obturateur annulaire</b>	<b>12</b>
<b>Figure I.15</b>	<b>Unité hydraulique de commande KOOMEY</b>	<b>13</b>
<b>Figure II.1</b>	<b>La Pompe à boue</b>	<b>15</b>
<b>Figure II.2</b>	<b>Les valves</b>	<b>16</b>
<b>Figure II.3</b>	<b>Le mouvement de piston en refoulement / aspiration</b>	<b>16</b>
<b>Figure II.4</b>	<b>Les Pompes à boue triplex</b>	<b>17</b>
<b>Figure II.5</b>	<b>Le déplacement de piston</b>	<b>17</b>
<b>Figure II.6</b>	<b>la pompe de forage triplex à simple effet</b>	<b>18</b>
<b>Figure II.7</b>	<b>Pompes à boue triplex à simple effet</b>	<b>19</b>
<b>Figure II.8</b>	<b>La partie mécanique d'une pompe à boue triplex à simple effet</b>	<b>19</b>
<b>Figure II.9</b>	<b>L'arbre grande vitesse (pinion shaft)</b>	<b>20</b>
<b>Figure II.10</b>	<b>L'arbre petite vitesse ou vilebrequin [crankshaft]</b>	<b>20</b>
<b>Figure II.11</b>	<b>Système bielle- manivelle</b>	<b>21</b>
<b>Figure II.12</b>	<b>Le bâti et le carter</b>	<b>22</b>
<b>Figure II.13</b>	<b>moteur</b>	<b>23</b>
<b>Figure II.14</b>	<b>Le corps hydraulique d'une pompe à boue</b>	<b>24</b>
<b>Figure II.15</b>	<b>Le piston et sa tige</b>	<b>25</b>

<b>Figure II.16</b>	<b>la chemise</b>	<b>26</b>
<b>Figure II.17</b>	<b>Le clapet [valve] et son siège [seat]</b>	<b>26</b>
<b>Figure II.18</b>	<b>Principe de fonctionnement des pompes triplex</b>	<b>28</b>
<b>Figure II.19</b>	<b>Pri Débit instantané de la pompe triplex à simple effet</b>	<b>29</b>
<b>Figure II.20</b>	<b>Transmission LOW</b>	<b>31</b>
<b>Figure II.21</b>	<b>Transmission HIGH</b>	<b>32</b>
<b>Figure II.22</b>	<b>Transmission De Treuil</b>	<b>32</b>
<b>Figure II.23</b>	<b>Frein Mécanique a Bandes</b>	<b>34</b>
<b>Figure II.24</b>	<b>Bande Métallique</b>	<b>34</b>
<b>Figure II.25</b>	<b>Frein Électromagnétique</b>	<b>35</b>
<b>Figure II.26</b>	<b>Embrayage pneumatique à disques</b>	<b>37</b>
<b>Figure II.27</b>	<b>Système De Sécurité</b>	<b>38</b>
<b>Figure II.28</b>	<b>Schéma de refroidissement des jantes de frein</b>	<b>39</b>
<b>Figure II.29</b>	<b>Circuit de lubrification de treuil</b>	<b>40</b>
<b>Figure II.30</b>	<b>Organigramme des équipements Mécanique</b>	<b>45</b>
<b>Figure III.1</b>	<b>Types de maintenance</b>	<b>51</b>
<b>Figure III.2</b>	<b>les étapes de la réparation de la pompe à boue</b>	<b>69</b>

<b>N° de Tableau</b>	<b>Nom</b>	<b>page</b>
<b>Tableau I.1</b>	<b>Classification des appareils de forage</b>	<b>02</b>
<b>Tableau II.1</b>	<b>les types de treuil</b>	<b>29</b>
<b>Tableau II.2</b>	<b>Caractéristiques treuil oïl-well D2000UE</b>	<b>30</b>
<b>Tableau II.3</b>	<b>caractéristiques des chaines utilisées dans le treuil</b>	<b>35</b>
<b>Tableau III.1</b>	<b>maintenance préventive de la pompe a boue</b>	<b>52</b>
<b>Tableau III.2</b>	<b>Les pannes de la pompe à boue et leurs remède</b>	<b>57</b>
<b>Tableau III.3</b>	<b>Maintenance préventive systématique de treuil de forage OIL WELL 2000UE</b>	<b>70</b>
<b>Tableau III.4</b>	<b>Pannes et remède</b>	<b>71</b>
<b>Tableau III.5</b>	<b>Les opérations de graissage de Varco TDS- 11</b>	<b>73</b>
<b>Tableau III.6</b>	<b>Les opérations de lubrification de Varco TDS- 11</b>	<b>74</b>
<b>Tableau III.7</b>	<b>Historique de pannes pour TDS-11</b>	<b>75</b>
<b>Tableau III.8</b>	<b>Nombre des pannes de chaque intervalle</b>	<b>76</b>
<b>Tableau III.9</b>	<b>Récapitulatif des données de fonctionnement</b>	<b>76</b>

La maintenance industrielle prend une importance croissante et se révèle être une des fonctions clés des entreprises de production moderne. Le choix d'un appareil de forage en terme de capacités et puissances à l'ouvrage est réalisé afin de réduire les surcoûts de maintenance. La technologie de forage de puits de pétrole et de gaz demande l'emploi d'un équipement complexe et des outils modernes, ainsi qu'une grande quantité de matériaux, tubes, ciment, réactifs chimique....etc.

L'installation de forage est un ensemble d'équipements mécanique comprenant des machines et des mécanismes liés entre eux pour accomplir une fonction bien déterminée. Parmi ces équipements on s'intéresse aux pompes à boue et treuil car ils jouent un rôle important dans l'installation de forage.

Le but de notre mémoire est l'étude des système mécaniques d'un appareil de forage, plus particulièrement le système de pompage le système de levage et l'obturateurs afin un calcul la fiabilité d'un équipement de forage

Pour cela nous présenterons les chapitres suivants :

**Chapitre I : Généralité sur les appareils de forage**

**Chapitre II : Etude sur la pompe à boue, le treuil de forage et le Top drive**

**Chapitre III: Maintenance des machines Industrielles**

# Chapitre I

## Généralités Sur

### Les appareils De Forage

## I.1. Introduction

L'appareil de forage, ou plus globalement le chantier de forage (rig) est constitué d'un ensemble regroupant en trois fonctions :

- La fonction de levage
- La fonction de rotation
- La fonction de pompage et de circulation

## I.2. Classification et descriptions de l'appareil de forage

Un appareil de forage doit accomplir dans les meilleures conditions techniques et de sécurité, la réalisation d'un puits reliant un gisement à la surface.

### I.2.1. Classification

Deux caractéristiques relativement liées interviennent dans la classification d'un appareil de forage :

1. La capacité de profondeur de forage maximale
2. La puissance au treuil

La règle du pouce donne d'une manière pragmatique : Pour 100 foot de forage, il faut 10 HP de puissance au treuil (Tableau I.1).

**Tableau I.1** : Classification des appareils de forage

Appareil léger	léger 4921 foot – 6561foot	1500 m- 2000 m	650 HP
Appareil moyen	11482 foot	3500 m	1300 HP
Appareil lourd	19685 foot	6000 m	2000 HP
Appareil super lourd	26246 foot	8000m-10000m	3000 HP

### I.2.2. Description

L'appareil de forage est constitué d'un ensemble d'équipement. La figure I.1 montre les différents organes constituant un appareil de forage standard.

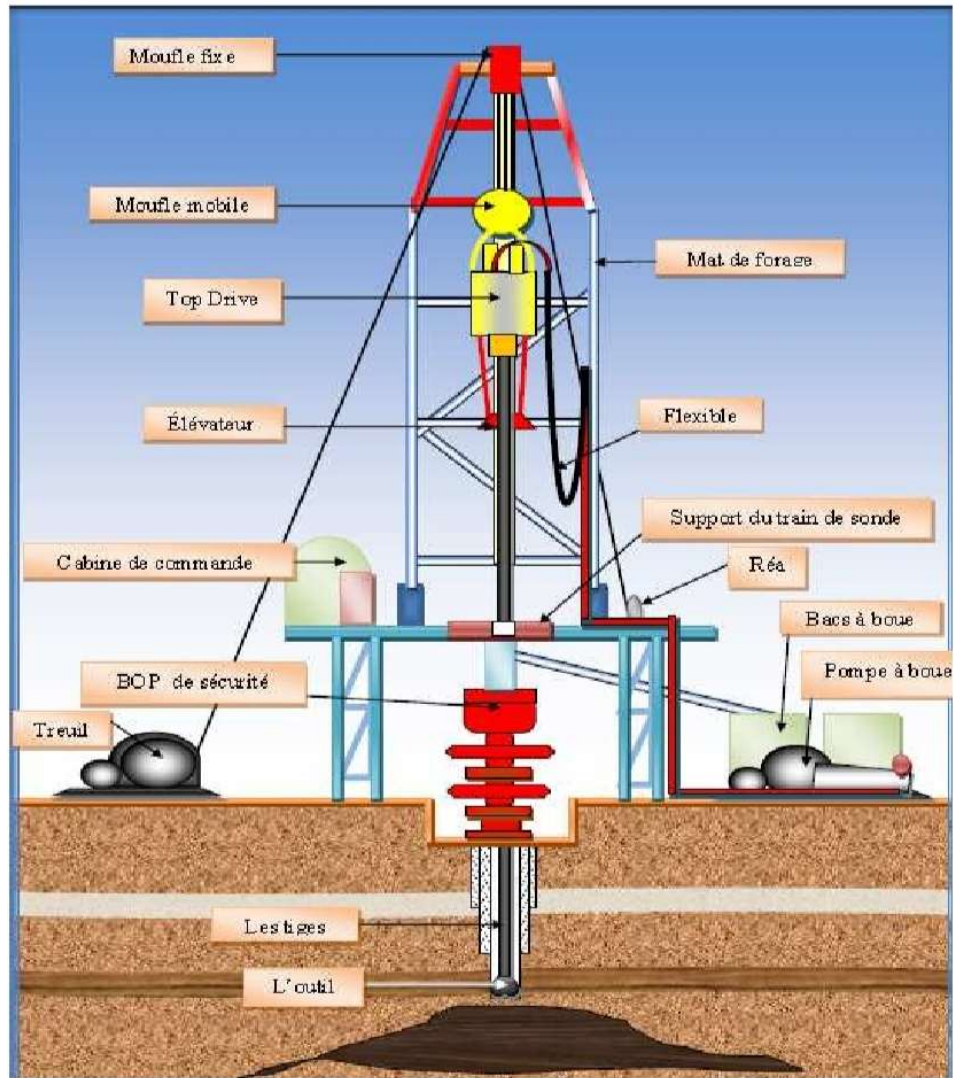


Figure I.1. Les différents organes constituant un appareil de forage standard [1]

### I.3- Fonction levage :

Pour soulever la garniture de forage (ensemble tiges - tiges lourdes – masse-tiges), il faut utiliser une grue de grande capacité, car la garniture de forage peut atteindre un poids supérieur à 150 tonnes ou plus. Cette grue est constituée :

- d'un mât,
- d'un treuil.
- d'un palan comprenant les moufles fixe et mobile et le câble.

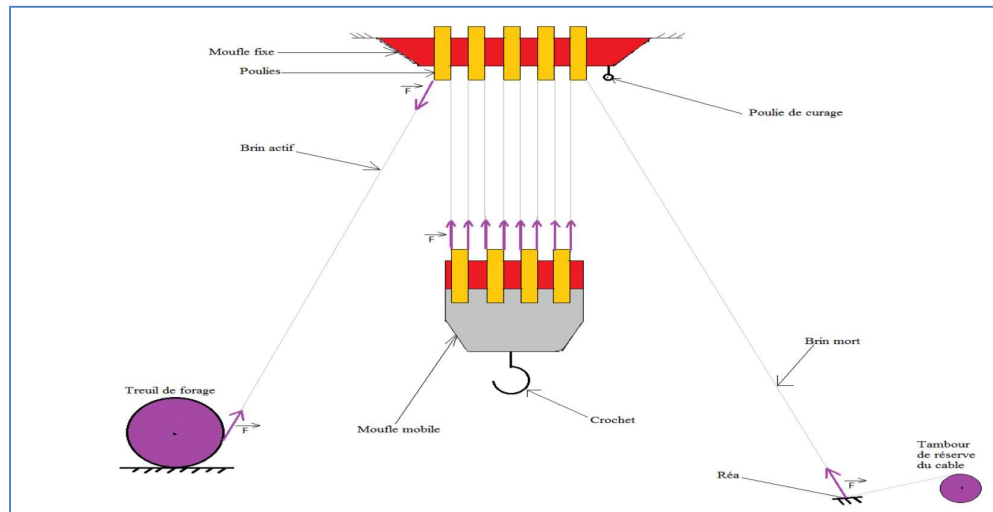


Figure I.2 : Fonction levage

### I.3.1. Mats de forage :

Le mât de forage [mats] est composé de deux montants reliés par des entretoises et des croisillons qui reposent sur une substructure.

#### I.3.1.1- Les différents types de mât : On distingue :

- Les mâts libres
- Les mâts haubanés

#### I.3.1.2- Caractéristiques des mâts :

- a) Hauteur : Mesurée entre le plancher et le bas de la passerelle du moufle fixe
- b) Capacité API : C'est la capacité maximale au crochet, pour un mouflage donné, en l'absence de gerbage et du vent.

La relation entre la capacité API et celle au crochet est donnée par la formule suivante

$$C_c = (C_{API} - P) \times N / (N + 3)$$

Avec :  $C_c$  = Capacité au crochet,

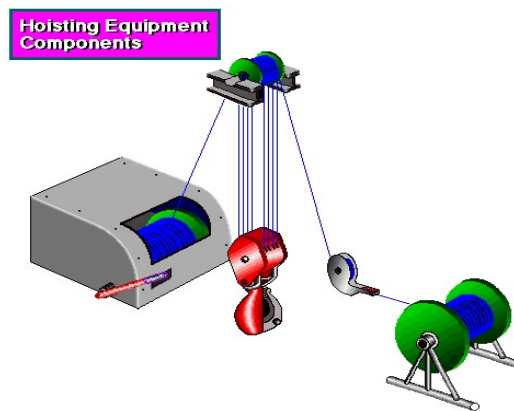
$C_{API}$  = Capacité API

$P$  = poids du mât + moufle fixe



N = Nombre de brins

**I.3.2-Le Mouflage :** Le mouflage est l'ensemble des différentes boucles de câble de forage intercalées entre le treuil et le point fixe et reliant les moufles fixe et mobile



**Figure. I.3 :** système de mouflage [2]

Faire le mouflage est le travail qui consiste à installer ce câble dans le mât de façon à pouvoir déplacer le moufle mobile à l'aide de treuil. Les mouflages des installations de forage sont destinés à la réalisation des opérations de montée et de descente et à la suspension, au cours du forage, des colonnes de forage et de tubage.

Le but de mouflage est :

- multiplier la charge
- Démultiplier la vitesse.

Il existe deux types de mouflage :

## I.3.2.1-Le moufle fixe :

Le moufle fixe a des poulies alignées sur le même axe. Cet axe est supporté à cette extrémité par deux paliers montés sur des poutrelles fixées au sommet du mât. L'axe du moufle fixe est perforé pour permettre le graissage des différents roulements des poulies.

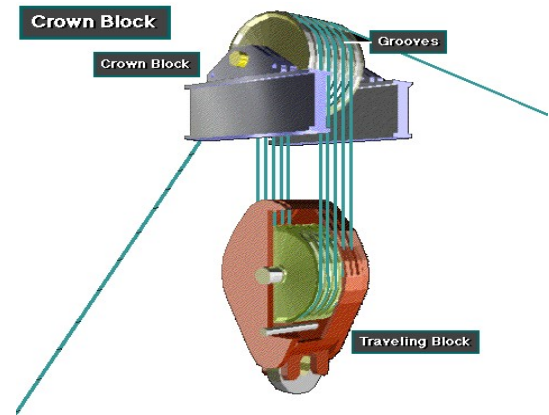


Figure I.4: Le moufle fixe [2]

## I.3.2.2- Le moufle mobile et crochet:

Ils sont en général dits intégrés c.-à-d. que l'ensemble des poulies et du crochet sont assemblés d'une manière compacte. Le moufle mobile comporte une poulie de moins que le moufle fixe correspondant.

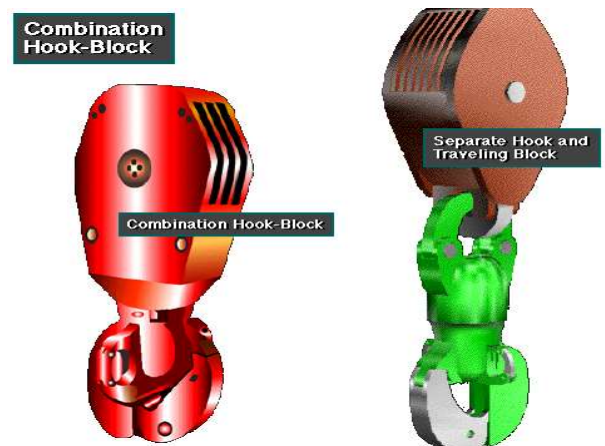


Figure I.5: Le moufle mobile et crochet [2]

### ✚ La charge soulevée au crochet :

La charge qui peut être soulevée au crochet peut être calculée :

- En fonction de l'effort de traction exercé sur le brin actif :

$$F=ta.N.\eta$$

Avec : **F** : Poids total au crochet (en tonnes) ;  
**ta** : Effort de traction sur le brin actif (en tonnes)  
**N** : Nombre de brin de mouflage  
**η** : Rendement du mouflage

- En fonction de la puissance dépensée au moufle mobile et au crochet :

$$F = \frac{75 \cdot P_c}{1000 \cdot V_c}$$

Avec : **F** : Poids total au crochet (en tonnes)

**P<sub>c</sub>** : Puissance au crochet (en chevaux)

**V<sub>c</sub>** : Vitesse de remontée au crochet (en m/s)

### Rendement d'un mouflage :

C'est le rapport entre la puissance qui parvient au moufle mobile (**P<sub>c</sub>**) et celle fournie par le treuil.

Le rendement d'un mouflage s'exprime en fonction du facteur de friction (**K**) des poulies (paliers lisses ou paliers à roulements) et du nombre de brin (**N**) donné par la formule :

$$\eta_m = \frac{K^N - 1}{N \cdot (K - 1) \cdot K^N}$$

### I.3.3-LE TREUIL DE FORAGE

C'est le cœur de l'appareil de forage, donc c'est la capacité du treuil qui caractérise un appareil de forage et indique la classe des profondeurs de forages que l'on pourra effectuer. Le treuil de forage (Figure I.6) regroupe un ensemble d'éléments mécaniques et assure plusieurs fonctions :

- Les manœuvres de remontée et de descente (levage) du train de sonde à des vitesses rapides et en toute sécurité, ce qui constitue sa principale utilisation
- L'entraînement de la table de rotation, quand celle-ci n'est pas entraînée par un moteur indépendant.
- Le vissage et dévissage du train de sonde ainsi que les opérations de curage.



**Figure I.6 : Le Treuil De Forage**

### **I.3.4-LE TREPAN**

Le trépan (Figure I.7) est entraîné dans son mouvement de rotation au fond de trou par une colonne de tiges creuses vissées les unes aux autres.

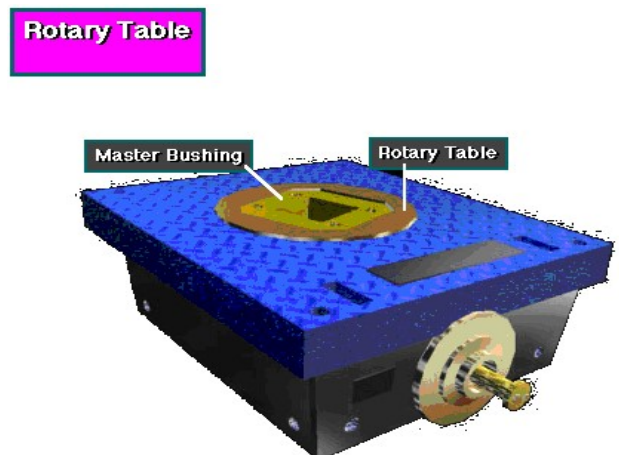


**Figure I.7 : Outil de forage [3]**

### **I.4 Fonction rotation :**

#### **I.4.1 La table de rotation :**

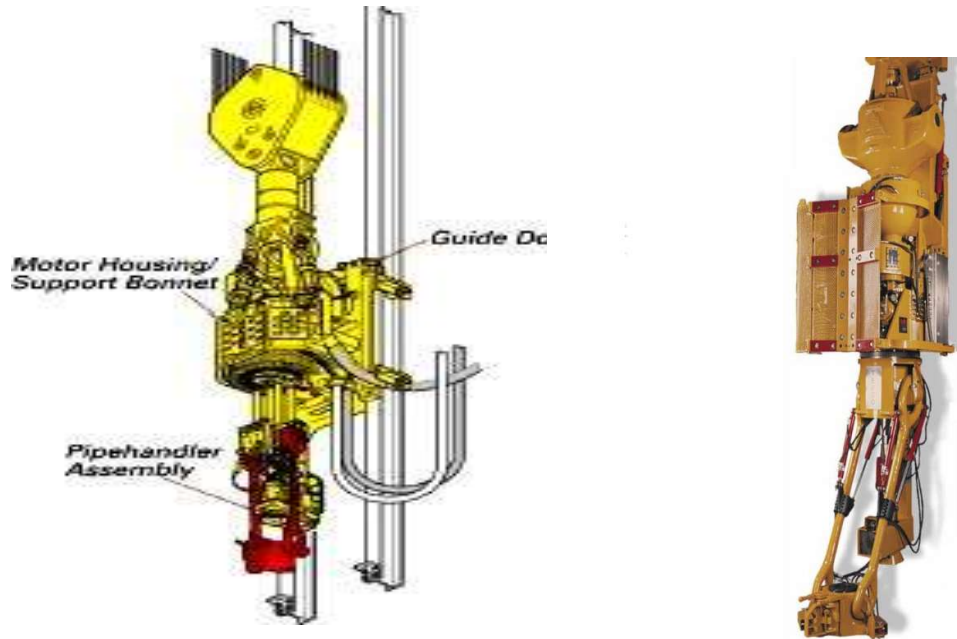
En cours de forage, la table de rotation [rotary table] transmet le mouvement de rotation à la garniture de forage, par l'intermédiaire de fourrures [bushings] et de la tige d'entraînement [Kelly], et, en cours de manœuvre [trip], supporte le poids de la garniture de forage, par l'intermédiaire de coins de retenue



**Figure I.8 : la table de rotation [2]**

### I.4.2-Top drive :

Le top drive est une tête d'injection motorisée qui, en plus de l'injection, assure la rotation de la garniture de forage (voir du figure I.9)



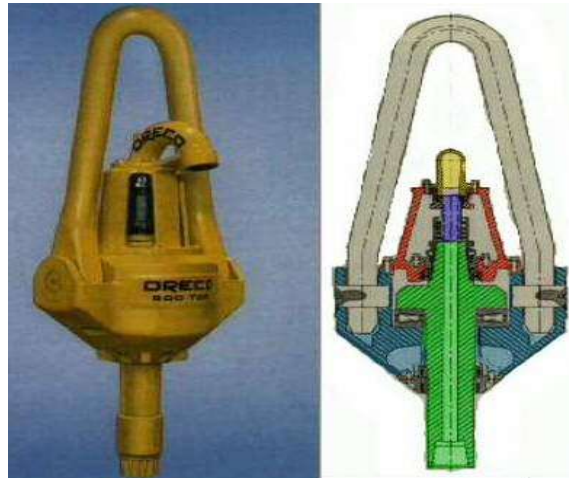
**Figure I.9 :** Top drive

Ainsi, on n'a besoin ni de la tige d'entraînement ni de la table de rotation pour faire tourner la garniture, c'est le top drive qui s'en charge. En plus, pendant le forage, au lieu de faire les ajouts simples par simple, on peut les faire longueur par longueur.

Plusieurs autres options existent dans cet équipement : les bras de l'élévateur sont articulés hydrauliquement pour faciliter le travail de l'accrocheur et il possède une clé automatique et même une coulisse intégrées. Des rails placés tout le long du mât le guident dans ses déplacements.

### I.4.3-Tête d'injection :

C'est le composant qui est suspendu par son anse au crochet de levage. Il doit être conçu à la fois pour la charge maximale de garniture et pour la vitesse de rotation maximale.



**Figure I.10 : Tête d'injection [2]**

## **I.5 Fonction Pompage**

### **I.5.1- Pompe de forage**

Ce sont des pompes alternatives à pistons, le mouvement alternatif des pistons étant produit par le système classique de la bielle et d'un vilebrequin. Ces pompes de principe volumétriques, qui doivent assurer un débit compatible avec le rendement optimal du trépan utilisé.



**Figure I.11 : Les pompes de forage [3]**

## **I.6-Fonction de sécurité :**

### **I.6.1 Equipement d'obturation [blow-out preventers]**

#### **I.6.1.1 Rôles :**

L'obturateur et ses accessoires servant à :

- ✚ Assurer la fermeture du puits en cas de venue de fluides de formations ;
- ✚ Permettre la circulation sous pression contrôlée pour reconditionner la boue et évacuer l'effluent ayant pénétré dans le puits
- ✚ Tester des éléments dans le puits
- ✚ Tester les formations
- ✚ Faire des circulations inverses
- ✚ Faire des squeezes

Un obturateur est défini par sa marque, son type, sa dimension nominale et sa série (pression de service)

Pour chaque obturateur on précise en outre les caractéristiques suivantes :

- ✚ Le diamètre maximal de passage des outils.
- ✚ Les apports d'ouvertures et de fermeture (rapport entre la pression qui règne dans le puits et la pression nécessaire pour commander l'obturateur).
- ✚ Les volumes de fluide nécessaire pour la fermeture et l'ouverture.
- ✚ L'encombrement (fluide).
- ✚ Le poids.

### **I.6.2 Différents types d'obturateurs :**

#### **I.6.2.1 Les obturateurs à mâchoires [rams BOP] [4]**

Ces obturateurs (figure I.12) ferment l'espace annulaire autour des tiges par le déplacement d'une paire de mâchoires (figure I.13).

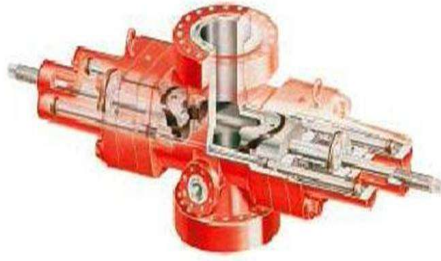


Figure I.12: Obturateur à mâchoires [4]

1. Garniture frontale
2. Garniture supérieure d'étanchéité.
3. Block métallique

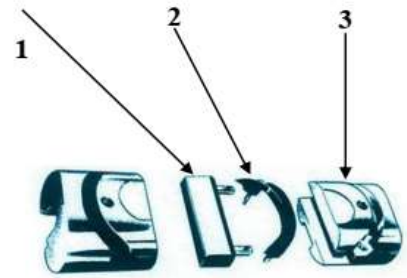


Figure I.13: Mâchoires

Ces mâchoires rendent étanche l'espace au-dessous d'elles. Elles peuvent être :

**A fermeture totale :** elles permettent de fermer totalement le puits en l'absence de tiges ou de les cisailer si elles sont présentes,

**A fermeture sur tiges :** elles sont munies d'ouvertures semi-circulaires, correspondant au diamètre extérieur des tiges, pour lesquelles elles sont prévues. Il est absolument essentiel que les mâchoires d'un obturateur correspondent exactement aux dimensions des tiges, des tubages, ou des tubings qui sont en service,

**A fermeture variable :** elles permettent de fermer sur différentes tailles de tiges et même sur la tige d'entraînement.

### I.6.2.2 Les obturateurs annulaires [annular BOP [4]:

Ces obturateurs (figure I.14) emploient une membrane en caoutchouc synthétique, qui fait étanchéité sur différents diamètres de la garniture de forage. Elle peut même permettre de petits mouvements de translation et de rotation, et fermer complètement le trou s'il est vide.

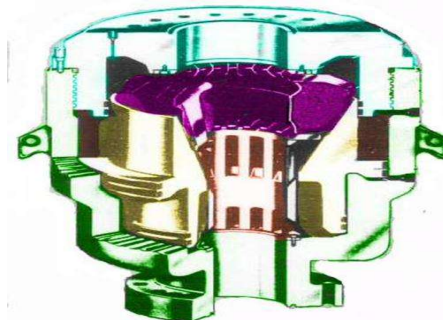


Figure I.14: Obturateur annulaire [4]



### **I.6.3 Commande des obturateurs :**

Les obturateurs sont à commandes hydrauliques. Une unité d'accumulateurs (figure I.15) permet de stocker du fluide hydraulique sous pression de manière à assurer une fermeture rapide des obturateurs. La mise en pression s'effectue à la fois par des pompes électriques d'autres pneumatiques. Cette unité d'accumulateurs ainsi que le tableau de commande des obturateurs doivent se trouver à une distance sûre du puits de manière à pouvoir être opérés rapidement et de manière adéquate en cas d'urgence. Un tableau de commande secondaire est généralement situé sur le plancher de forage à portée de main du chef de poste.



**Figure I.15: Unité hydraulique de commande KOOMEY [4]**

### **I.7 Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons décrit le fonctionnement des appareils de forage.

# chapitre II

Etude sur la pompe à boue, le treuil de forage  
et le Top drive

## **II.1. La Pompe à boue**

### **II.1.1. Introduction**

Les pompes sont des appareils qui génèrent une différence de pression entre les canaux d'entrée et de sortie. Pour déplacer ce liquide il faut lui communiquer de l'énergie. Le moteur qui alimente les pompes transforme l'énergie thermique ou électrique en énergie mécanique pour permettre le mouvement des organes des pompes. Cette énergie mécanique est retransmise au fluide. Cette énergie fluide se traduit sous forme de débit (énergie cinétique) et de pression (énergie potentiel).

Le fonctionnement d'une pompe consiste à produire une différence de pression entre la région d'aspiration entrée de la pompe » et la région de refoulement « sortie de la pompe » de l'organe actif « piston».

Suivant les conditions d'utilisation, on peut vouloir augmenter le débit (accroissement d'énergie cinétique) ou/ et augmenter la pression (accroissement d'énergie potentielle) pour des fluides gazeux, liquides, visqueux. C'est pourquoi la diversité des pompes est très grande. On distingue trois grandes catégories de pompes :

**Pompes volumétriques rotatives :** Elles sont toutes rotatives. Ce sont les pompes centrifuge, à hélice, hélico-centrifuge,

**Pompes volumétriques alternatives :** Ce sont les pompes à piston, à diaphragme, à noyau plongeur ... et les pompes potativestelles les pompes à vis, à engrenages, à palettes, péristaltique ... Lorsque le fluide véhiculé est un gaz, ces pompes sont appelées des « COMPRESSEURS».

**Pompes à engrenages extérieurs :** Ce type de pompe comporte un grand nombre de variantes qui diffèrent entre elles soit par la disposition, soit par la forme des engrenages. Dans tous les cas, le principe consiste à **aspirer** le liquide dans l'espace compris entre deux dents consécutives et à le faire passer vers la section de refoulement. Les pompes à engrenages peuvent avoir une denture droite, **hélicoïdale**, ou à chevrons.

### **II.1.2 Rôle des pompes à boue**

Ces pompes réalisent la circulation de la boue de forage dans le puits. La boue a pour but essentiel la remontée des déblais pour nettoyer le trou et évite le bourrage de l'outil de forage.

### **II.1.3. Type de pompes à boue**

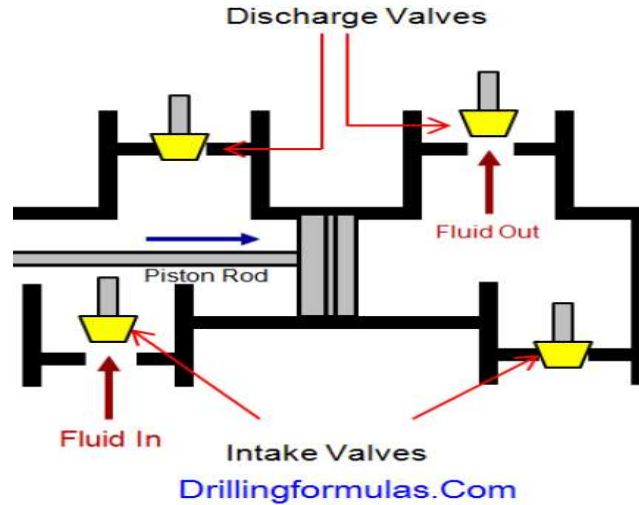
#### **II.1.3.1 Pompes à boue duplex à double effet**

Ce sont des pompes qui comportent deux pistons à double effet, c'est-à-dire que chaque piston aspire et refoule des deux côtés. Deux clapets (un pour l'aspiration et un autre pour le refoulement) sont placés à l'arrière de chaque cylindre, et deux autres à l'avant (figure. II.1)



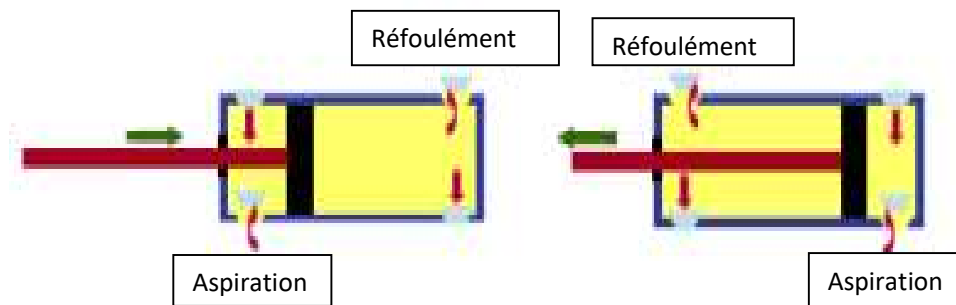
**Figure II .1** : La Pompe à boue

Initialement, le piston est placé au début de sa course, à l'arrière de la chemise, elle-même remplie de boue. Lorsque le piston avance, il aspire la boue par le clapet d'aspiration arrière, ce qui remplit la chemise derrière lui, tout en poussant la boue initialement dans la chemise, qui est refoulée par le clapet de refoulement avant, et sort vers la conduite de refoulement. Le clapet de refoulement arrière et celui d'aspiration avant sont maintenus fermés par la pression créée par le déplacement du piston en avant.



**Figure II.2 :** Les valves

En reculant, le piston refoule la boue par le clapet de refoulement arrière et l'aspire par celui d'aspiration avant. Les autres clapets sont maintenus fermés par la pression créée par le déplacement du piston. Ainsi, pendant un aller et retour du piston, c'est-à-dire un tour complet de l'arbre petite vitesse, un piston refoule deux fois le volume de la chemise correspondant à sa course. Le même cycle se produit par l'autre piston avec un décalage de 1/4 de tour.



**Figure II.3:** Le mouvement de piston en refoulement / aspiration .

### **II.1.3.2 Pompes à boue triplex à simple effet :**

Ce sont des pompes qui comportent trois cylindres dans lesquels coulisent trois pistons à simple effet, c'est-à-dire que chaque piston aspire et refoule d'un seul côté (Figure II.3).

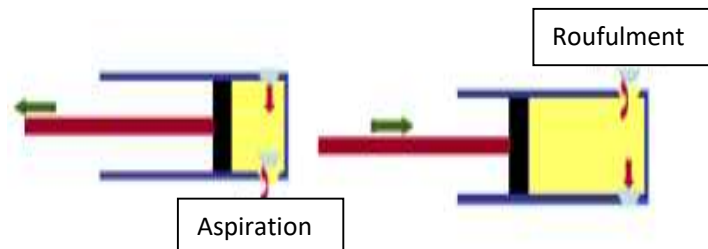
Chaque cylindre comporte un clapet d'aspiration et un autre de refoulement à l'avant seulement.



**Figure II.4 :** Les Pompes à boue triplex

Lorsque le piston se déplace vers l'arrière, le clapet d'aspiration s'ouvre et celui de refoulement se ferme, la chemise se remplit de boue.

Lorsque le piston arrive en fin de course et revient vers l'avant, le clapet d'aspiration se ferme et celui de refoulement s'ouvre, et la boue est ainsi refoulée dans la conduite de refoulement. Ainsi, pendant un aller et retour du piston, c'est-à-dire un tour complet de l'arbre petite vitesse, un piston refoule une seule fois le volume de la chemise correspondant à sa course. Le même cycle se produit par les autres pistons avec un décalage de 1/3 de tour.



**Figure II.5 :** Le déplacement de piston

#### **II.1.4. Avantages et inconvénients des pompes triplex par rapport au duplex[5] :**

##### **II.4.1. Pompes triplex :**

###### **a) Avantage :**

- Facilité d'entretien et de surveillance. Les chemises sont apparentes, toute fuiteaux pistons est vite décelée. Les interventions sur la pompe sont faciles et rapides du fait du faible poids des pièces d'usure, de l'absence du presse-étoupe et de la simplicité du joint de chemise.
- Souplesse dans l'utilisation qui permet :

\* des débits importants à des pressions non négligeables,

\* des débits faibles ou moyens à des pressions élevées.

- Faible poids et encombrement.

**b) Inconvénients :**

- Sur alimentation nécessitée par le mauvais remplissage (sièges et clapets très petits et battements très rapides). Il est donc indispensable d'avoir une pompe centrifuge de sur alimentation.

- Nécessité de refroidissement et lubrification de la chemise et de l'arrière des pistons.

### II.1.4.2. Pompes duplex :

Les pompes duplex, malgré qu'elles sont simples et robustes, sont lourdes et leur entretien est difficile. Leur domaine d'utilisation est limité puisque le chemisage minimal est limité (déséquilibre dû au cycle double effet) et la vitesse inférieure doit être suffisante pour assurer un graissage correct de la partie mécanique (35 à 40 coups/mn minimum).

Le presse-étoupe est un organe délicat et cher.

Les pompes duplex puissantes ne peuvent donc être utilisées ni en carottage ni pour les phases de forage à faible diamètre, opérations pour lesquelles le débit requis est limité.

### II.1.5. Construction de la pompe de forage triplex à simple effet [5]

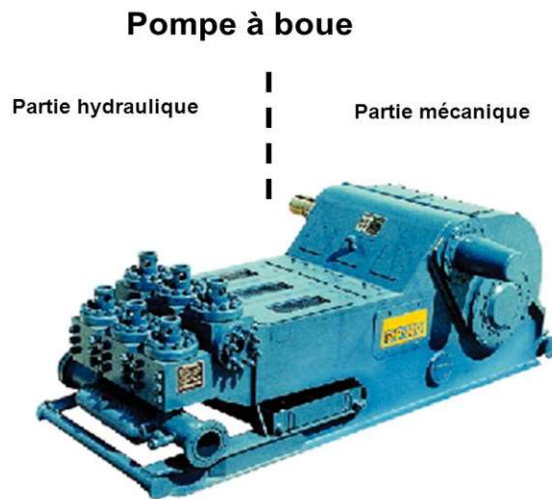


Figure II.6 : la pompe de forage triplex à simple effet [5]

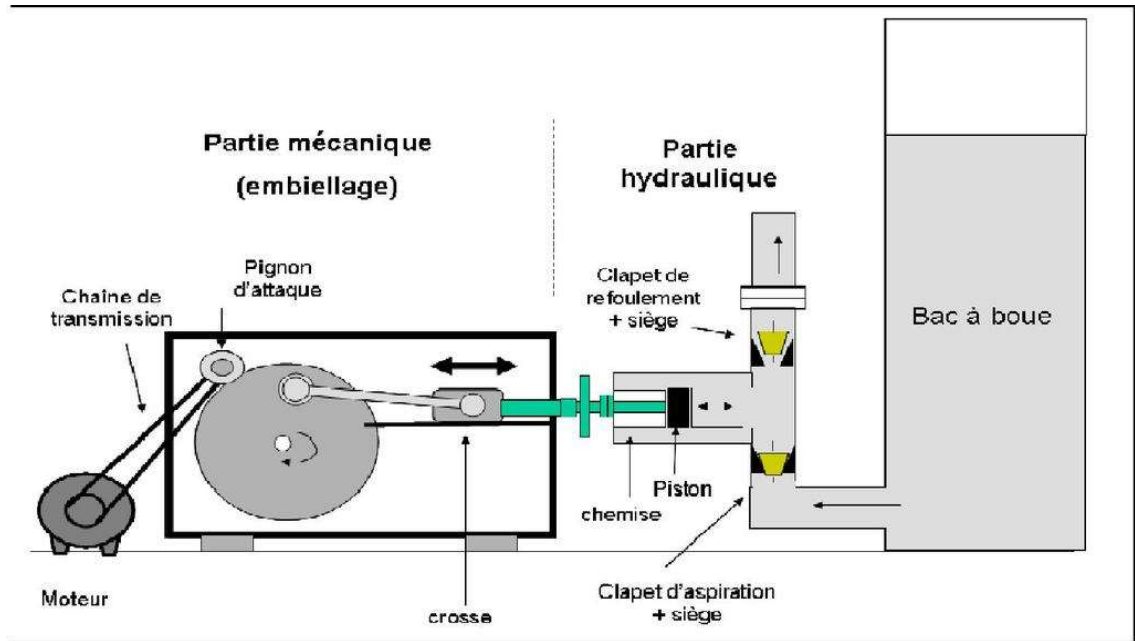


Figure II.7 : Pompes à boue triplex à simple effet.

**II.1.5.1 La partie mécanique :** C'est la partie qui assure la transmission de la puissance du moteur d'entraînement au piston de la pompe.

**a) L'arbre grand vitesse**

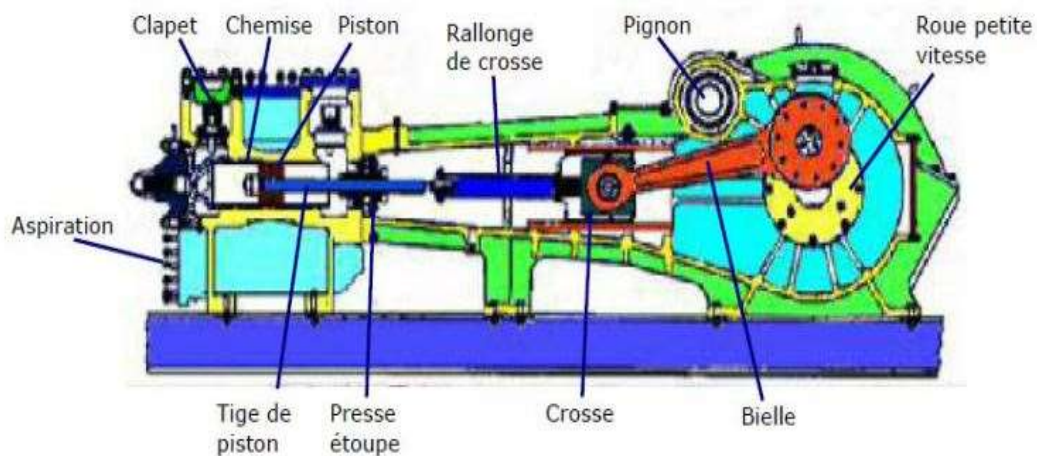


Figure II. 8: La partie mécanique d'une pompe à boue triplex à simple effet [5]



C'est l'arbre d'entraînement de la pompe. Il est supporté par deux paliers à roulements et entraîne, par l'intermédiaire du pignon à denture oblique (en chevrons), la roue dentée de l'arbre petite vitesse (vilebrequin).

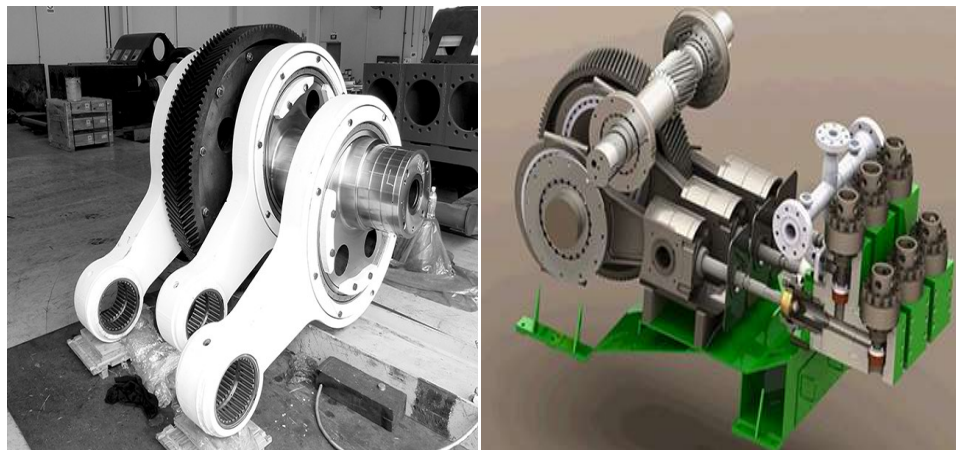


**Figure II.9 :**L'arbre grand vitesse (pinion shaft) [6]

### b) L'arbre petite vitesse ou vilebrequin

Cet arbre a une forme coudée (excentrique) pour permettre le décalage des courses des pistons dans les chemises, de  $120^\circ$  pour les pompes triplex et de  $90^\circ$  pour les duplex.

Le diamètre de la roue dentée de cet arbre est égal à 5 ou 6 fois celui du pignon de l'arbre d'entrée, ce qui fait qu'elle tourne 5 à 6 fois moins vite. Ainsi par exemple pour une vitesse à l'entrée de 300 trs/mn, la vitesse de l'arbre petite vitesse sera de 60 tours/mn.

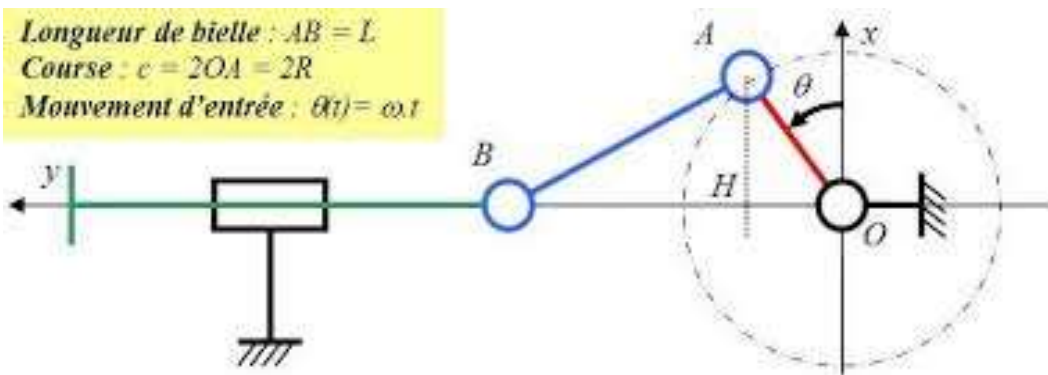
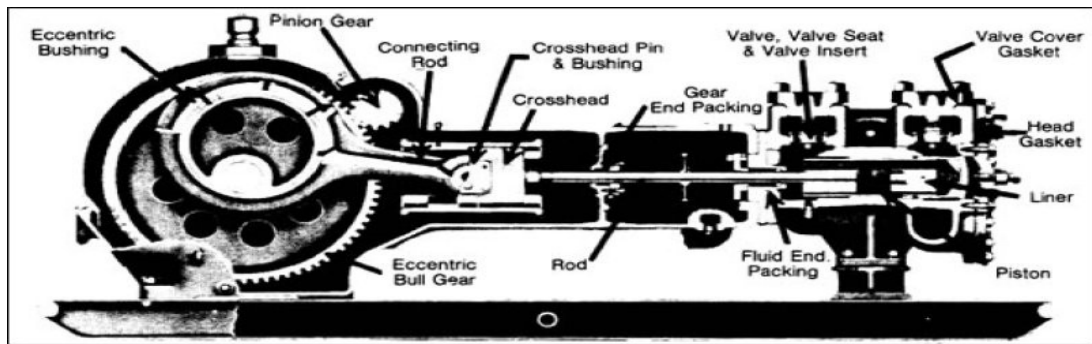


**Figure II.10 :**L'arbre petite vitesse ou vilebrequin [crankshaft] [6]

Le rapport donné par le constructeur est celui entre le nombre de coups de la pompe et la vitesse à l'entrée de la pompe. Il est compris entre 3 et 5.

Un rapport de 3,44 par exemple signifie que pour 96 coups/minute au piston, l'arbre grande vitesse tourne à  $96 \times 3,44 = 330$  tours/minute.

**c) Système bielle- manivelle**



**Figure II.11 : Système bielle- manivelle [7]**

Sur le vilebrequin sont montées deux ou trois bielles selon le type de pompe (duplex ou triplex). Les têtes des bielles sont montées sur le vilebrequin, les pieds sur les crosses. L'articulation des têtes de bielle sur le vilebrequin et des pieds sur les crosses se fait par l'intermédiaire de roulements.

Cet ensemble forme un système bielle - manivelle qui transforme le mouvement de rotation de l'arbre petite vitesse en un mouvement alternatif de l'extrémité de la bielle articulée à la crosse ; celle-ci coulisse dans une glissière et est prolongée par la rallongede crosse sur laquelle vient se fixer la tige du piston.

La fixation des rallonges de crosses aux tiges de pistons se fait par l'intermédiaire de colliers de serrage pour les pompes triplex, ou par vissage pour les pompes duplex.

### **d) La crosse et la rallonge de crosse :**

Les crosses montées sur les pieds des bielles par l'intermédiaire de roulements sont guidées par des tuiles. Sur les crosses viennent se visser les rallonges des crosses qui permettront la liaison avec les tiges de pistons. Cette liaison est réalisée par l'intermédiaire de clamps (colliers de serrage) pour les pompes triplex.

### **e) Le bâti et le carter**

Il est en acier moulé ou en tôle d'acier assemblé par mécano – soudure. Dans ce dernier cas, le skid et le bâti sont généralement intégrés. Le bâti sert de carter pour l'huile de graissage. Il doit donc être étanche et permettre un contrôle rapide du niveau et une vidange facile de l'huile. La lubrification est en général réalisée par barbotage. L'étanchéité côté rallonge de crosse est assurée par un boîtier de presse-étoupe et son joint.

Un couvercle supérieur et des portes de visite latérales permettent d'effectuer rapidement et facilement l'inspection ou les réglages nécessaires.



**Figure II.12 :** Le bâti et le carter

### **f) Le système d'entraînement**

Deux moteurs sont montés sur le skid de la pompe et entraînent par l'intermédiaire de pignons et de chaînes l'arbre grand vitesse. Les pignons et leurs chaînes sont enfermés dans des carters étanches, un système de lubrification par pompe entraînée par moteur électrique assure le graissage par arrosage de l'ensemble.



**Figure II.13 : moteur**

**g) Par poulies et courroies**

Sur l'arbre grand vitesse est clavetée une poulie à gorges pour courroie trapézoïdale. Elle est entraînée par une poulie de même type, plus petite pour respecter un rapport de vitesse donné, située sur le compound (**Figure II.12**).

C'est le système d'entraînement utilisé sur les appareils mécaniques ou sur les unités de pompage indépendantes.

**II.1.5.2 La partie hydraulique de la pompe**

La partie hydraulique est constituée de deux (duplex) ou trois (triplex) cylindres identiques. Dans chaque cylindre se trouve une chemise (liner) dans laquelle coulisse un piston prolongé par une tige qui le relie à la rallonge de crosse.

Au bout des cylindres se trouvent les clapets : un clapet d'aspiration et un de refoulement pour chaque cylindre dans une pompe triplex, et deux clapets d'aspiration et deux de refoulement pour chaque cylindre dans une pompe duplex. Chaque clapet repose sur son siège.

Dans les pompes duplex, un presse-étoupe assure l'étanchéité sur la tige de piston et isole ainsi l'intérieur du corps de pompe de l'extérieur.

**a. Le corps hydraulique:**

Il est en acier moulé, fixé sur le ski et au carter de la partie mécanique de la pompe, il sert de logement, pour les pièces d'usure, la chemise, clapets et les tiges des pistons.

Le corps est obturé par des couvercles filetés et des portes des couvercles boulonnés à la partie supérieure où l'on trouve un collecteur de refoulement qui lie entre les sorties de refoulement, et ces couvercles qui maintiennent ou protègent les clapets, ils sont vissés ce qui augmente la rapidité de démontage et remontage.

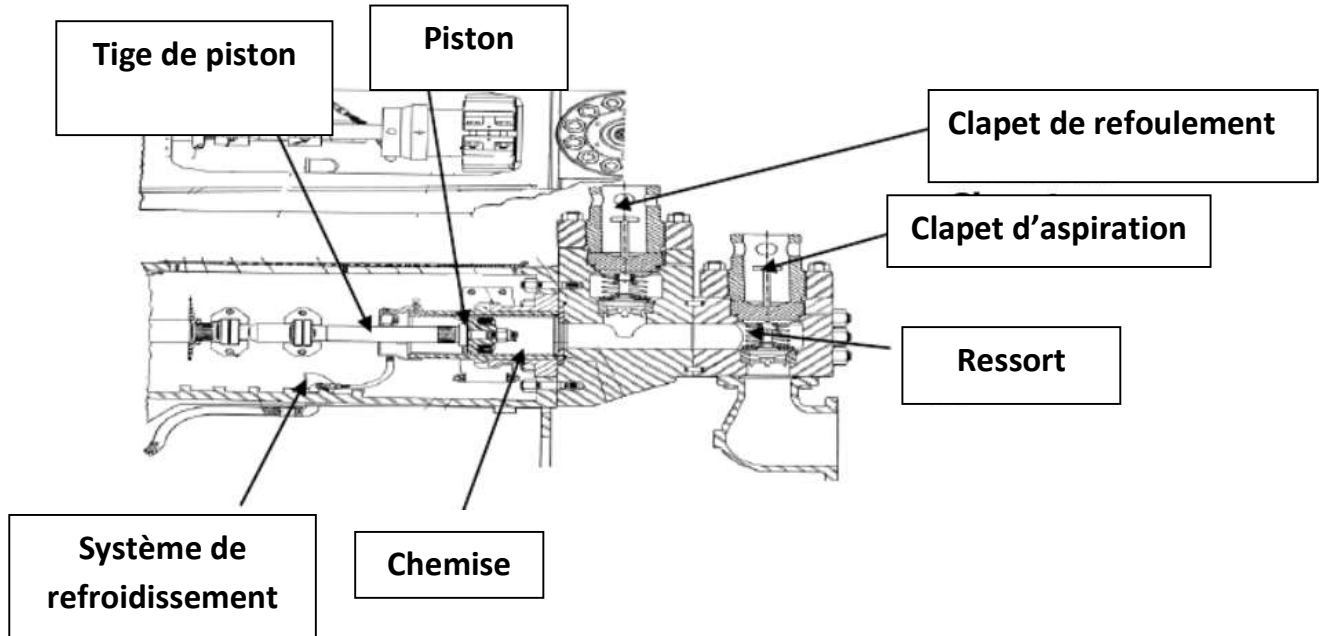
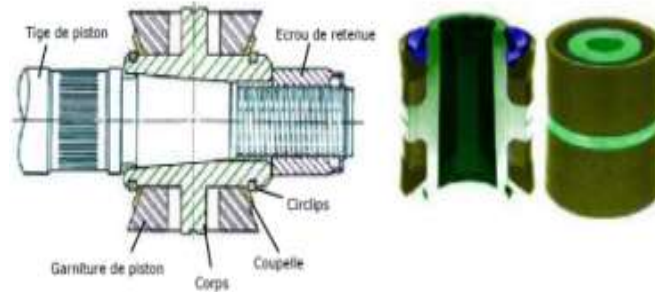


Figure II.14 : Le corps hydraulique d'une pompe à boue [5]

**b. Le piston et sa tige :**Le piston de la pompe duplex est constitué d'un corps et de deux garnitures en caoutchouc maintenues sur ce corps par une coupelle métallique et bloquées par un circlips (Figure II.13). Le piston est maintenu dans la tige par un écrou de retenue.

Les garnitures en caoutchouc forment des joints étanches entre le piston et la chemise.

Il existe des garnitures en matière synthétique utilisées pour le pompage de la boue à l'huile qui détériore rapidement les garnitures en caoutchouc.



**Figure II.15 :Le piston et sa tige [5]**

Les garnitures de piston doivent être stockées debout sur un support pour ne pas être déformées ou abîmées. La tige de piston est en acier traité. L'étanchéité entre le piston et sa tige résulte du contact des surfaces coniques des deux pièces réalisé par l'écrou de serrage. A l'autre extrémité de la tige se trouve un filetage qui permet de la connecter à la rallonge de crosse. Au niveau de cette connexion, un déflecteur assure la protection de la partie mécanique des projections éventuelles de la boue. Les tiges de piston haut pression comportent une gorge de décharge avant la partie conique. De ce fait, le piston pénètre plus en avant sur la tige, ce qui donne une meilleure étanchéité. Le corps de piston possède une gorge d'usure qui signale le moment de son changement.

**c. Les chemises :** Ce sont des cylindres d'usure amovibles qui couvrent les cylindres alésés dans les corps de la pompe pour éviter leur usure (Figure II.15 ). En plus, les chemises permettent l'utilisation d'une grande gamme de diamètres de pistons (diamètre intérieur de la chemise) afin d'obtenir les débits et pressions exigés par le forage.

La paroi intérieure de la chemise est traitée pour lui donner une grande dureté superficielle et la résistance à l'usure désirée.

Le diamètre intérieur est normalisé par l'API entre 4"3/4 et 8"1/2 de 1/4" en 1/4".

Pour extraire la chemise on doit se servir d'un arrache chemise.

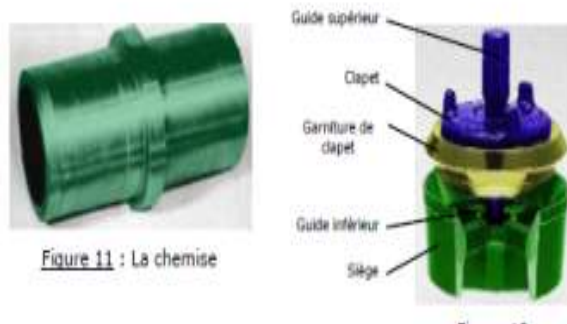


Figure 11 : La chemise

Figure II.16 :la chemise [5]

**d. Les sièges et les clapets:** L'ensemble comprend le siège et le clapet composé du corps, de la garniture et de son système de fixation, un ressort de rappel et deux guides, l'un en haut et l'autre en bas (Figure II.16 ). Le guide inférieur du clapet est à une ou plusieurs branches, ou simplement cylindrique en fonction du type de siège.

L'étanchéité est assurée par une portée conique du clapet et du siège ; une garniture en caoutchouc complète l'étanchéité. Cette garniture se trouve soit sur le clapet, soit sur le siège. Le fonctionnement du clapet se fait par la différence de pression. Le ressort facilite le retour du clapet sur son siège.



Figure II.17 :Le clapet [valve] et son siège [seat] [5]

Les sièges sont engagés dans leur logement dans le corps de la pompe, avec un jeu et une conicité très faibles, ce qui permet d'assurer leur étanchéité sans l'utilisation de joints ; cet emmanchement conique nécessite, pour arracher le siège, d'exercer des efforts considérables (plusieurs tonnes), ce qui nécessite l'utilisation d'un arrache-siège, conçu de façon à permettre

d'exercer ces efforts sans risquer d'abîmer les logements des sièges. Ils peuvent être à coins ou à vérin hydraulique.

Le siège neuf doit, avant sa mise en place, être très légèrement graissé extérieurement avec de la graisse au plomb que l'on répartit uniformément en faisant tourner le siège dans son logement.

Avant de placer les clapets d'aspiration, il faut remplir le corps de la pompe avec de l'eau (ou mieux avec de la boue) jusqu'au niveau des sièges. Une fois ces clapets mis en place, on remplit jusqu'au niveau des clapets de refoulement, on place alors ces derniers et on finit de remplir complètement la pompe avant de placer les couvercles pour éviter les poches d'air qui causeraient des difficultés au démarrage.

### **e. Refroidissement de la pompe à boue 12P160 :**

La partie hydraulique (les couples chemise-piston) nécessite un refroidissement intense suite au frottement et à la chaleur dissipée, pour cela la pompe à boue est munie d'une pompe centrifuge à eau, cette pompe aspire l'eau à partir des bacs d'eau et la refoule sous forme de jets contenus de la partie hydraulique.

L'entraînement de la pompe centrifuge se fait à l'aide d'un moteur électrique d'entraînement asynchrone.

### **II.1.5.4 Principe de fonctionnement et débit instantané**

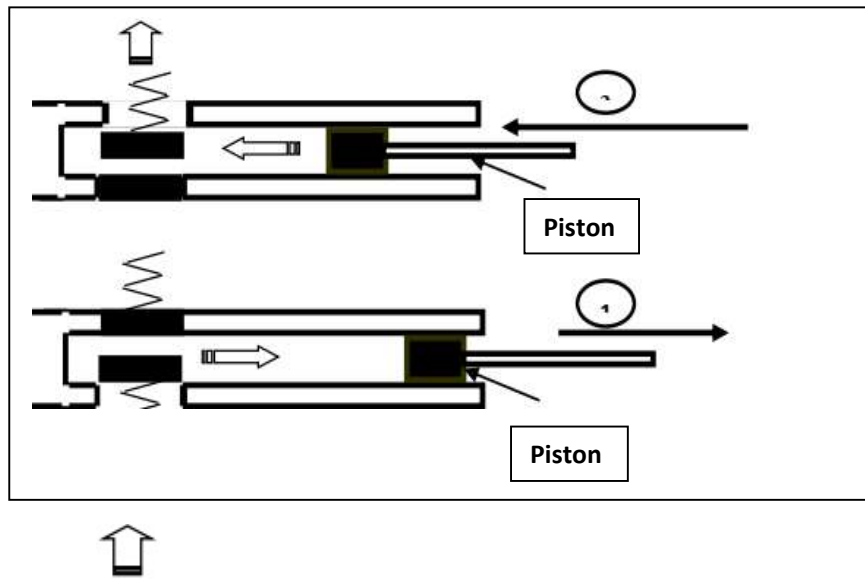
#### **a. Principe de fonctionnement :**

Le fonctionnement de chaque cylindre pour un aller-retour du piston est le suivant :

- Lorsque le piston se déplace vers la droite, le clapet d'aspiration est ouvert, le clapet de refoulement est fermé, le cylindre se remplit.
- Lorsque le piston arrive en bout de course et revient vers la gauche, le clapet d'aspiration se ferme, le clapet de refoulement s'ouvre, la pompe refoule.

Ce fonctionnement de principe beaucoup plus simple que celui des pompes duplex, donne un avantage certain aux pompes triplex (diminution d'encombrement, facilité d'entretien et de surveillance).





**Figure II.18 : Principe de fonctionnement des pompes triplex [5]**

**b. Débit instantané de la pompe :**

**b.1 Débit instantané par cylindre :**

La vitesse instantanée du piston suit une évolution qui a été étudiée pour les pompes triplex.

Les pompes triplex sont des pompes à simple effet, donc le débit instantané par cylindre évolue comme la vitesse sur le trajet aller du piston, il est nul au retour.

**b.2 Débit instantané de la pompe :**

Le débit instantané d'une pompe triplex est la somme des débits instantanés de chacun des cylindres, il dépend du mode de calage du piston les uns par rapport aux autres.

Sur les pompes triplex, les pistons sont calés à  $120^\circ$ , c'est-à-dire  $2/3$  de course sépare chaque piston l'un de l'autre (lorsque le piston n°1 arrive en fin de course, le piston n°2 est au  $1/3$  de sa course et le piston n°3 n'a pas encore terminé sa course retour, il en est en  $2/3$ ).

Le principe à simple effet et le calage régulier des pistons ( $3$  fois  $120^\circ$ ) entraînent des fluctuations de débit relativement régulières. L'amplitude de ces variations est par ailleurs faible. Elle impose malgré tout l'utilisation d'un amortisseur de pulsation sur le refoulement.

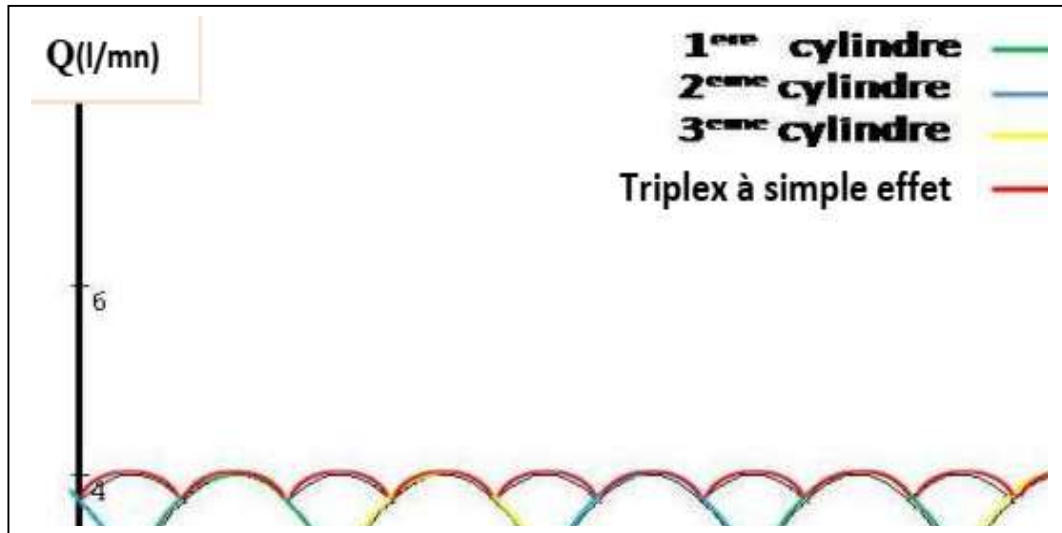


Figure II.19 : Débit instantané de la pompe triplex à simple effet [5]

## II.2 Treuil de forage

### II.2.1. Introduction :

Les treuils s'emploient pour assurer la réalisation de nombreuses opérations : montée et descente du train de sonde et des tubages, vissage et dévissage des filetages des tiges, travaux auxiliaires variés pour la manœuvre des corps lourds, l'entraînement de la table de rotation dans le cas où il n'existe pas de commande spéciale.

Pour pouvoir réaliser ces fonctions principales, les treuils sont équipés d'un tambour de manœuvre sur lequel lors des manœuvres un câble de forage s'enroule, d'un frein à bande ou à disques pour la suspension de la charge, d'un cabestan pour assembler et désassembler les tiges et d'un frein ralentisseur.

### II.2.2 Ensemble et mécanisme de fonctionnement du treuil :

#### II.2.2.1 Les différents types de treuil :

Tableau II.1: Les types de treuil

Treuil	Type
<b>Oil well</b>	<b>D 2000UE</b>
Oil well	2000 E
Oil well	840 E
Oil well	860 E
Oil well	1500 E

### **II-2.2.2 Eléments du treuil :**

Le treuil OIL WELL D 2000-UE est constitué de plusieurs ensembles :

- Le châssis
- Le tambour et l'arbre du tambour
- Système de freinage :
  - Frein principal
  - Frein auxiliaire
- Système de transmission de mouvement :
  - Les embrayages
  - Cabestan et tambour de curage
- Système de refroidissement
- Circuit pneumatique
- Système de lubrification

### **II.2.2.3 Caractéristiques treuil oil-well D2000UE :**

**Tableau II.2 : Caractéristiques treuil oil-well D2000UE**

<b>Puissance</b>	<b>2000 HP</b>
<b>Nombre de vitesse</b>	<b>4</b>
<b>Dimension du tambour</b> <b>Diamètre</b> <b>Longueur</b>	<b>32''</b> <b>56-3/4''</b>
<b>Dimensions des jantes</b> <b>Diamètre</b> <b>Longueur</b>	<b>60''</b> <b>10''</b>
<b>Type d'embrayage du drum</b> <b>low et high</b>	<b>Airflex 42VC 1200</b>
<b>Embrayage de curage</b> <b>Type</b> <b>Diamètre</b> <b>Largeur</b>	<b>Airflex CB (clutch brack)</b> <b>38''</b> <b>7''</b>
<b>Poids du treuil</b>	<b>55000 lbs</b>

#### II.2.2.4 Mécanisme de fonctionnement du treuil :

Les deux moteurs électriques (Moteur de traction EMD model D79 MB) développent une puissance 1400HP à la boîte de vitesse du treuil (figure 2), par l'intermédiaire de chaînes le mouvement est transmis à l'arbre-tambour, les embrayages transmettent les mouvements au tambour à des vitesses soit HIGH ou LOW [9].

#### II.2.2.5 La procédure de sélection de vitesses du treuil D 2000-UE :

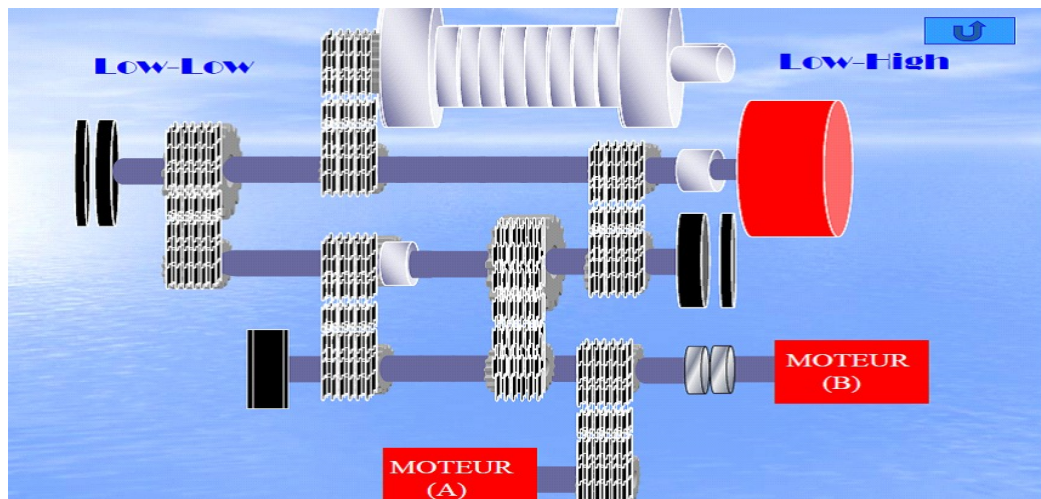
La sélection des vitesses dépend de la charge au crochet.

- **1<sup>ère</sup> vitesse : LO-LO** (figure II.19)

Arrêter les moteurs électriques, freiner l'arbre d'entrée avec le frein d'inertie, enclencher le clabot dans le grand pignon de l'arbre de sortie, remettre les moteurs électriques en marche puis à l'aide de la manette de commande pneumatique alimenter l'embrayage LOW. Cette vitesse est utilisée pour les grandes charges.

- **2<sup>ème</sup> vitesse : LO-HI** (figure II.20)

Le clabot est toujours enclenché dans le grand pignon de l'arbre de sortie, puis à l'aide de manette de commande on alimente l'embrayage HI du tambour.



**Figure II.20:** Transmission LOW

- **3<sup>ème</sup> vitesse : HI-LO** (figure II.21)

Arrêter les moteurs électriques, freiner l'arbre d'entrée avec le frein d'inertie, enclencher le clabot dans le petit pignon de l'arbre de sortie, remettre les moteurs électriques en marche puis à l'aide de la manette de commande pneumatique alimenter l'embrayage LOW.

- 4<sup>ème</sup> vitesse : HI-HI (figure II.22)

Le clabot est toujours enclenché dans le petit pignon de l'arbre de sortie, puis à l'aide de manette de commande on alimente l'embrayage HI du tambour.

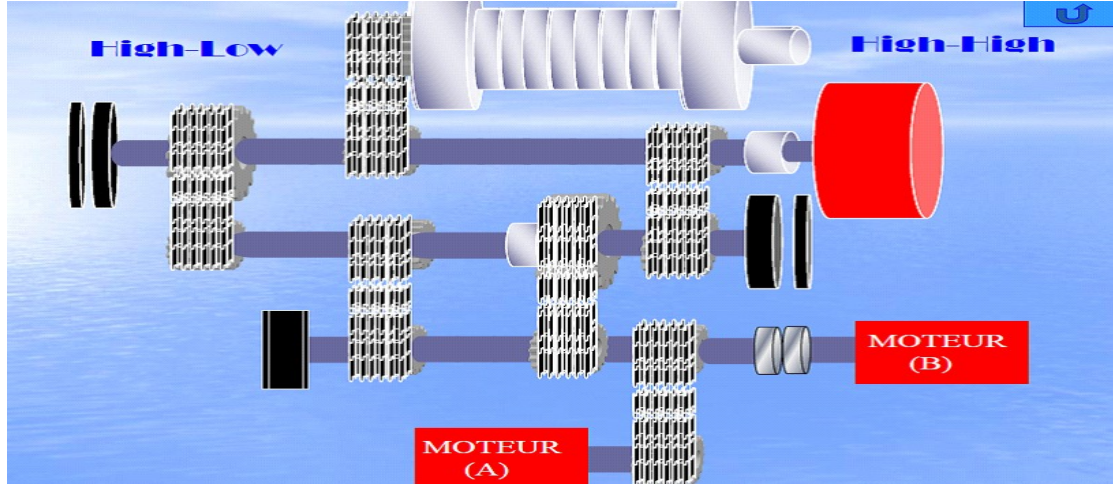


Figure II.21: Transmission HIGH

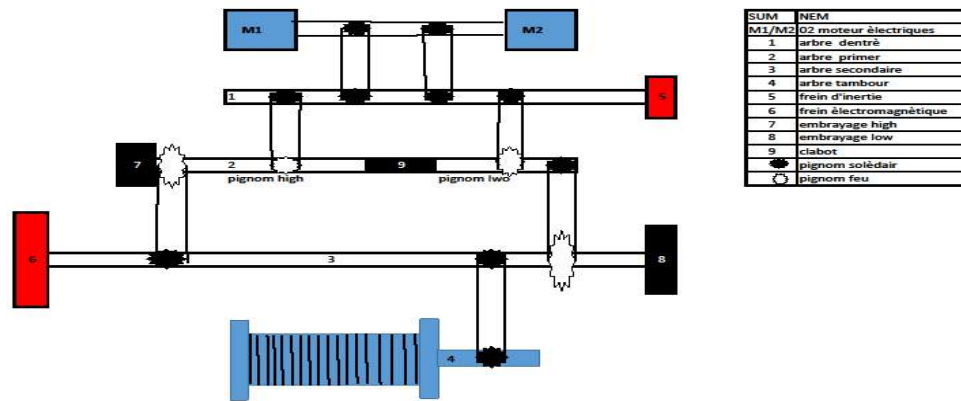


Figure II.22 : Transmission De Treuil

## **II.2.3 DETAIL SUR L'ENSEMBLE DU TREUIL DE FORAGE :**

### **II.2.3.1 Le châssis du treuil :**

Le châssis- ski du treuil D2000-UE est une conception avancée et équilibrée de structures soudées, sous forme de poutrelles parallèles aux arbres, fabriqué en acier lourd, avec une épaisseur réduite qui a pour conséquence une disposition efficace et appropriée du poids.

Pour assurer un alignement parfait des centres d'axes, la carcasse doit être extrêmement rigide et l'usinage des logements d'arbres se fait après le soudage de la structure.

La solidité dans la construction, qui n'est pas facile à réaliser, est nécessaire, car le treuil est soumis à des efforts pendant le forage et en cours de déménagement.

Le châssis doit prévoir également une aire de travail et être accessible pour les travaux de réparation et contrôle.

### **II.2.3.2 Le tambour de manœuvre:**

Le tambour du treuil de forage D2000-UE représente une virole ronde de 32''x52'' (diamètre x longueur ) avec deux poulies de frein 50''x 10'' (diamètre x largeur) sur chaque côté. Fabriqué en acier pour moulage E36, le tambour est réalisé en pièces coulées d'un seul bloc avec des cannelures pouvant porter un câble de diamètre 1'' 3/8, une telle construction permet d'obtenir un tambour léger, rigide et solide. Le tambour et les poulies sont munis de nervures afin de les rendre plus rigides.

Les poulies de frein portent des cavités remplies d'eau qui servent à l'évacuation de la chaleur dégagée au freinage.

Les gorges du tambour sont non spirales, parallèles les unes aux autres. Le passage d'une gorge à une gorge voisine s'effectue en forme de gradins avec un pas égale à une moitié du pas de l'enroulement des câbles. L'enroulement réalisé de cette façon rend la pose du câble plus compacte, interdit l'enfoncement du câble dans les couches inférieures pendant les opérations de descente et améliore le contact des couches séparées du câble, ce qui augmente la durée de service de ce dernier.

Le dispositif de fixation du câble au tambour se fait du coté du rebord sous forme d'une plaque serrée par des boulons.

Le nombre de couches de câble enroulé sur le tambour doit être le plus réduit possible, il ne dépassera pas 3 couches.

Le tambour doit avoir un diamètre égal à 20 fois le diamètre du câble, l'angle de déflexion (figure 3) ne doit pas dépasser  $1^\circ$  à  $3.30^\circ$  en moyenne.

### **II.2.3.3 Système de freinage :**

L'énergie potentielle de train de sonde suspendue au crochet est très grande, il est donc nécessaire au fur et à mesure de la descente d'absorber cette énergie.

Toute la sécurité du sondage repose sur le bon fonctionnement des freins. Il s'agit donc de mécanismes de toute première importance car une diminution de la capacité de freinage aurait des conséquences graves.

Tous les treuils sont équipés d'un frein mécanique à bandes, très souvent un frein auxiliaire est installé au bout de l'arbre tambour. Le frein auxiliaire absorbe la plus grande partie de l'énergie et le frein mécanique à friction sert presque uniquement au moment des mises sur coins pour arrêter complètement la charge.

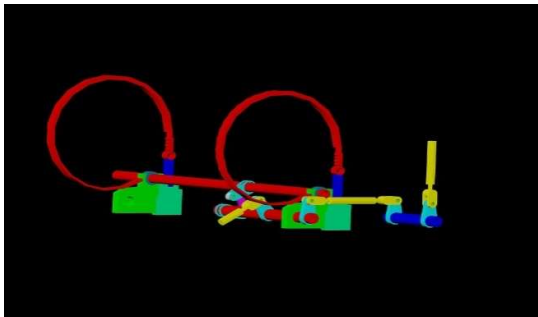
Le frein mécanique sert également à contrôler la descente du train de sonde au fur et à mesure de l'avancement du trépan lorsque le treuil n'est pas équipé d'un dispositif d'avancement automatique.

#### **II.2.3.3.1 Frein principal (frein mécanique) :**

Le frein mécanique à bandes (Figure II.23) contrôle l'avancement de l'outil pendant le forage et stoppe complètement le treuil pendant la descente de la garniture.

Ce frein est constitué de deux bandes métalliques (figure II.24) équipées de garnitures intérieures fixées par des boulons en cuivre ou en aluminium à tête noyée.

Ces bandes sont reliées par une barre d'équilibrage qui répartit également la force de freinage entre les deux bandes et réduit ainsi l'usure des patins [10].



**Figure II.23 : Frein Mécanique à Bandes**



**Figure II. 24: Bande Métallique**

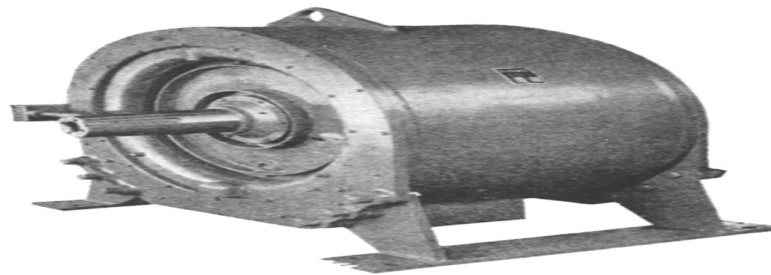
Chaque bande enveloppe une jante solidaire du tambour, une extrémité de chaque bande est fixe alors que l'autre est reliée par l'intermédiaire d'un jeu de cames et de biellettes à un levier articulé (appelé frein) qui permet de démultiplier l'effort que l'on exerce sur son extrémité.

Afin d'évacuer la forte quantité de chaleur provoquée par le freinage, les jantes sont creuses et équipées d'un système de refroidissement à eau à circulation sous pression en circuit fermé.

Lors du freinage, les jantes fixées au tambour en tournant, appliquent une traction sur chaque garniture de la bande de frein, traction qui s'ajoute à la tension donnée à la bande lorsqu'une force est appliquée au levier de frein. Ainsi l'extrémité de la bande côté point fixe est soumise à une tension supérieure à l'extrémité côté levier de frein. Le frein du tambour de manœuvre est donc appelé auto - serrure parce qu'une faible force appliquée au levier de frein provoque une grande pression sur les jantes.

### **II.2.3.3.2. Frein auxiliaire :**

Le frein auxiliaire (Figure II.25) absorbe la plus grande partie de l'énergie quant au frein mécanique à friction il sert uniquement pour arrêter complètement la charge.



**Figure II. 25 : Frein Électromagnétique**

### **II.2.3.4 Système de transmission de mouvement :**

Le système de transmission du treuil D 2000-UE est constitué de plusieurs organes en mouvement :

#### **II.2.3.4.1 Les arbres :**

Les quatre (4) arbres du treuil sont montés sur la structure avec des paliers à roulements à rouleaux :



## **Chapitre II : Etude sur La Pompe à boue, treuil de forage et Top drive**

L'arbre d'entrée (input shaft) relié aux moteurs par une chaîne duale à 3 rangs, tourne avec une vitesse constante 602 tr/min. un frein d'inertie monté à l'extrémité de l'arbre permet d'arrêter la rotation lors du changement de vitesse.

L'arbre de sortie (output shaft) relié à l'arbre d'entrée avec 2 chaînes a 3 rangs, sa gamme de vitesse : HI 457 tr/min et LOW 285 tr/min

L'arbre d'entrée et l'arbre de sortie forme la boîte de vitesse du treuil.

L'arbre tambour (drum shaft) relié à la boîte de vitesse avec 2 chaînes à 3 rangs.

### **II.2.3.4.2 Les chaînes :**

Toutes les chaînes transmettant la puissance à l'arbre tambour sont des chaînes triples de pas 2'', les chaînes du

< treuil sont classées dans une catégorie spéciale dite « Oil Field ». En effet, l'effort dû à la force centrifuge qui est proportionnelle au carré de la vitesse linéaire de la chaîne, représente, au de-là d'une certaine vitesse, une partie importante des efforts.

Arbre menant	Arbre mené	Entraxe	Pas	Pignon		Roue denté		L <sub>m</sub>
				Z <sub>1</sub>	D <sub>1</sub>	Z <sub>2</sub>	D <sub>2</sub>	
Moteurs	Input shaft	52,59	1'' ½ -3	28	13,39	51	24,36	110
Input shaft	Output shaft HI	23,930	2'' -3	19	12,15	25	15,95	46
Input shaft	Output shaft LO	23,93	2'' -3	20	12,78	42	26,76	56
Output shaft	Drum shaft HI	41,95	2'' -3	37	23,58	43	27,39	82
Output shaft	Drum shaft LO	41,95	2'' -3	19	12,15	83	52,85	98
Drum shaft	Rotary C.shaft	47,96	2'' -2	43	27,39	37	23,58	88
Drum shaft	Cathead shaft	51,68	2'' -1	39	24,85	21	13,41	82

L<sub>m</sub> : nombre de maillons de chaîne

Z : nombre des dents des roues dentées Valeurs en pouce.

**Tableau II.3 : caractéristiques des chaînes utilisées dans le treuil**

La conception d'une transmission est basée sur la transmission des charges par les chaînes et la vitesse de rotation du pignon.

#### **II.2.3.4.3 Les embrayages :**

L'embrayage a pour rôle d'un progressivement deux arbres en rotation.

##### **a) Fonctionnement de l'embrayage :**

A l'aide de la manette de commande pneumatique, on fait alimenter en air sous pression la chambre à air de l'embrayage HIGH ou LOW.

La pression d'air d'environ 6,21 à 8,63 bars fait gonfler la chambre à air et ses disques, contre le tambour qui le rend solidaire avec l'arbre du tambour de manœuvre ; c'est une action embrayage.

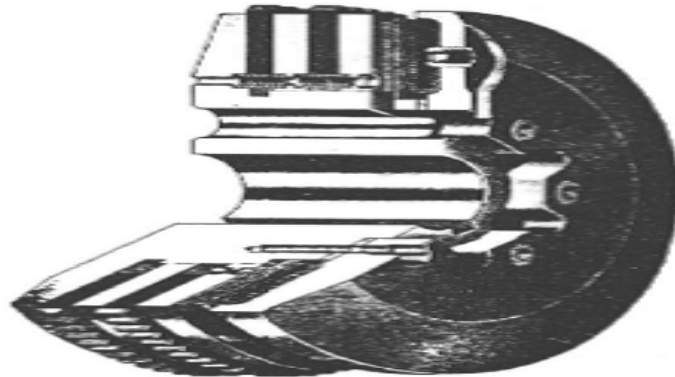
Pour débrayer remettre la manette de commande en position neutre, cette action permet de couper l'air d'alimentation, suite à un déséquilibre de pression d'air de la valve à échappement rapide.

L'air de la chambre à air s'échappe dans l'atmosphère par l'intermédiaire de l'orifice.

##### **b) Types d'embrayages :**

- **Embrayage a disques :** (Figure II.24)

Ces embrayages sont utilisés pour manipuler les grandes charges et leur commande se fait par air comprimé. La commande par timonerie est supprimée.



**Figure II.26: Embrayage pneumatique à disques**

#### **II.2.3.5 Système De Sécurité:**

##### **a) Twin Stop Bear Cat model: 400 (drilling)**

Le Twin Stop Bear Cat (Figure II.27-a) est conçu pour protéger à la fois les moufles et le plancher relatif, en engageant automatiquement le frein à bande du treuil de forage à des points pré-réglés dans un sens ou dans l'autre.

Le Twin Stop est mené par chaîne à partir de l'arbre d'entraînement du tambour principal. Au fur et à mesure que le pignon de Twin Stop se trouve tourner par le mouvement de tambour,

l'arbre de sortie du réducteur de vitesses tourne moins d'un tour complet durant un trajet complet du moufle mobile vers le haut ou vers le bas du mat de forage.

Le Twin Stop Bear Cat se compose de trois systèmes de base :

- Un système de commande mécanique.
- Un système de commande pneumatique.
- Un système de freinage pneumatique.

Ces systèmes fonctionnent les uns avec les autres pour fournir au chef de poste une plage totale de protection pour le treuil de forage. Il peut prérégler les butées, de manière à limiter les courses du moufle mobile à la fois vers le haut et vers le bas. De plus, le chef de poste peut serrer manuellement le frein à n'importe quel stade entre les butées préréglées.

### b) Le crown-O-matic :

Le crown-O-matic (Figure II.27-b) le rôle d'éviter la collision entre le moufle mobile et le moufle fixe. Il est monté juste au-dessus du tambour de manœuvre. Sous forme de levier qui s'actionne lorsque les couches du câble sur le tambour dépassent une limite définie à l'avance pour éviter que le moufle mobile dépasse une certaine hauteur dans la tour.

L'embrayage doit être déblayé avant de freiner, ceci évite toute défaillance mécanique [9].

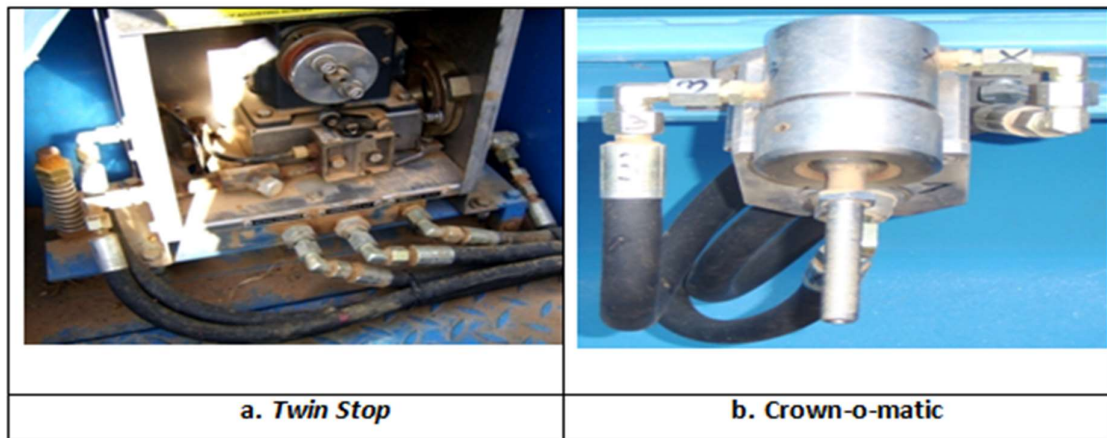


Figure II.27. Système De Sécurité

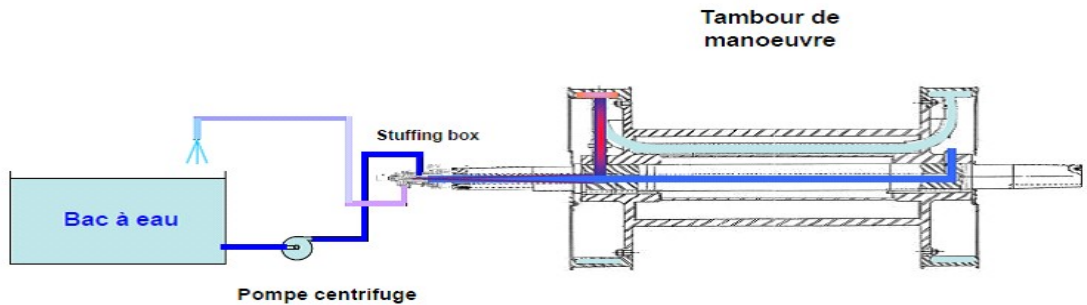
### II.2.3.6 Le Système de refroidissement :

Il est important d'avoir une réserve d'eau pour le refroidissement du frein à bande et le frein électromagnétique, la pompe doit refouler un débit d'eau 100 GPM (378 litres par minute) à 50-75psi pendant un travail normal à cause du diamètre réduit des conduites.

**II.2.3.6.1 Refroidissement des jantes de frein : (figure II.28)**

La chaleur engendrée dans les freins doit être évacuée rapidement, si non elle affaiblirait les propriétés mécaniques des éléments du frein : patins –poutre de freinage d'où une usure rapide diminuant ainsi la durée de vie du système de freinage. C'est au cours des manœuvres de descente que la chaleur dégagée est maximale.

Les jantes sont équipées d'un système de refroidissement à eau, qui doit être mis en action au début de la descente de la garniture de forage [10] .



**Figure II.28:** Schéma de refroidissement des jantes de frein

### II.2. 3.7 Circuit de lubrification:

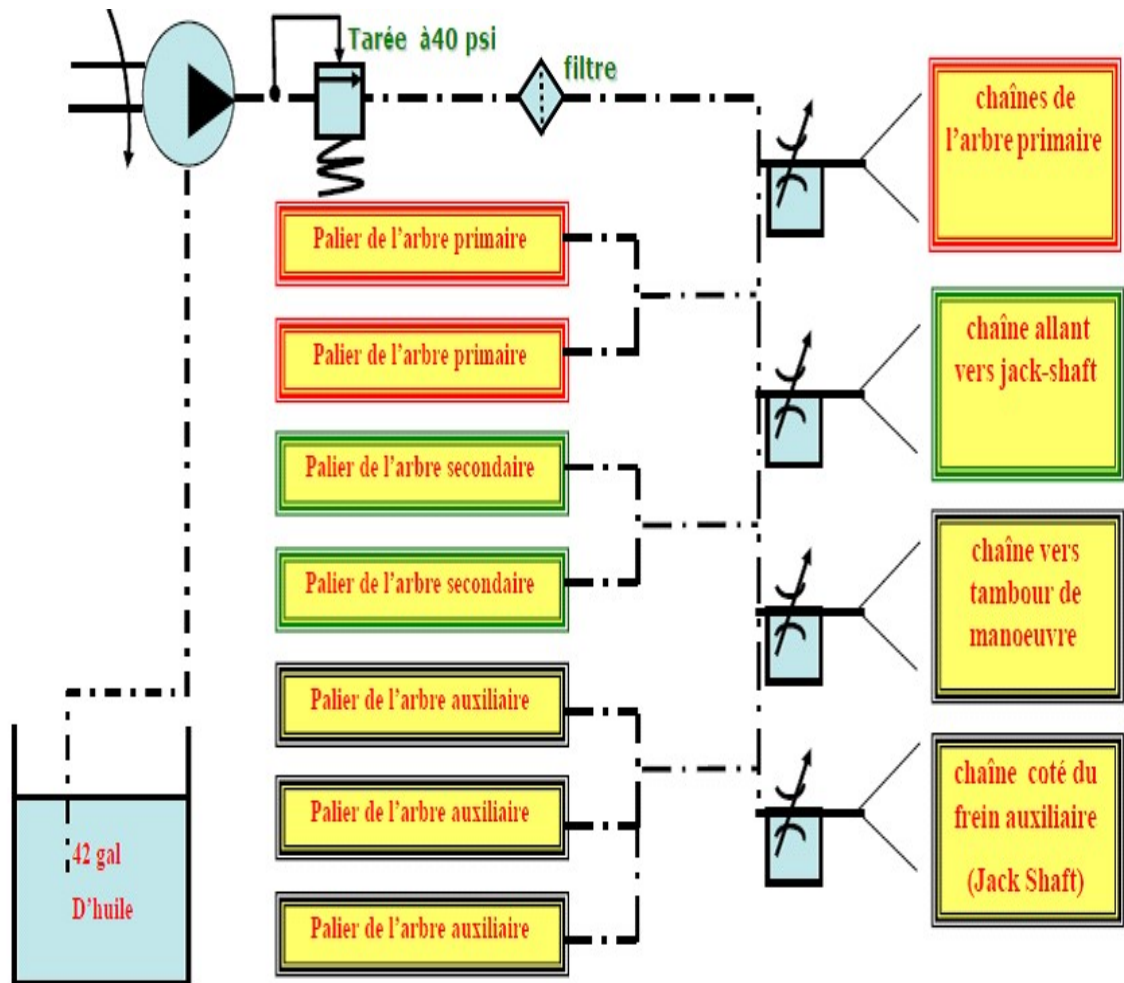


Figure II.29: Circuit de lubrification de treuil

## II.3 Le Top Drive :

### II.3.1. Introduction

Le Choix d'un appareil adapté aux besoins de capacité et de puissance requise par le programme de forage constitue un préalable à toute opération de forage, un appareil sous dimensionné entraîne un surcoût en termes de location journaliers, tandis qu'un appareil sous dimensionné reste loin de satisfaire les besoins en termes de puissance adaptés pour une gamme très large de profondeur.

### **II.3.2 Définition du Top Drive :**

est un dispositif mécanique sur un appareil de forage qui fournit un couple à la chaîne de forage pour faciliter le processus de forage pour un puits pétrolier, Le top drive est récemment introduit aux chantiers, plus précisément aux appareils de forage pour remplacer :

- Le crochet.
- La tête d'injection.
- La tige carrée.
- Le carré d'entraînement.
- Les cabestans.
- La table de rotation.

Il est situé à l'endroit pivotante et permet un mouvement vertical de haut vers la bas de l'atour de forage. [15]

### **II.3.3 Les principales composantes :**

Le système de forage comprend les principaux ensembles et sous-ensembles suivants :

- Carter du moteur et ensemble articulé
- Système de refroidissement du moteur
- Système de guidage.
- Système de commande hydraulique
- Système d'équilibrage
- Moteurs de forage de courant alternatif et un système de commande
- Un dispositif d'inclinaison des bras de levage pour prendre les tiges.
- Deux vérins hydrauliques à commande hydraulique destinée à déplacer les bras de l'élévateur.

### **II.3.4 Le rôle du Top Drive :**

Le top drive effectue plusieurs opérations comme :

- Remontée et descente des tiges de forage.
- Forage (en utilisant le moteur électrique).
- Manipulation des tiges en utilisant les bras.

- Circulation de la boue.
- Serrage et desserrage des connections.
- Blocage de la garniture de forage .etc... Ces fonctions peuvent être réunies sous trois principaux rôles qui sont :

La rotation, la manipulation, et l'injection ou la circulation.

### **II.3.5 Classification :**

#### **II.3.5.1 Selon le constructeur :**

Il existe trois types du Top Drive :

- **Varco** : le système hydraulique est très simple et facile, il a juste : deux moteurs AC, une glissière, un ventilateur, un manipulateur des tiges, il utilise le crochet du système conventionnel.
- **Canrig** : le crochet et la tête d'injection sont intégrés, l'introduction de système hydraulique rendu très compliqué, mais très puissant.
- **Tesco** : désigné aux petits mats, il possède un système de manutention très développé qui élimine l'utilisation du mouse hole et le stockage des tiges.

#### **II.3.5.2 Selon le type de moteur d'entraînement :**

- **Top drive à moteur hydraulique** : Pour des raisons de maintenance (trop de flexibles, de joints, saleté due à l'importante utilisation des huiles et graisses etc...), de sécurité (l'utilisation de la haute pression) et de gain en temps, l'emploi des top drives hydrauliques c'est limité et ce sont les top drives éclectiques qui ont pris le relai en maintenant. Le côté hydraulique qui est indispensable.
- **Top drive à moteur électrique** : Ils sont simples, faciles à commander, non encombrants, maintenables etc... Il y a des top drives à moteur DC et des autres AC. Les moteurs DC sont plus faciles à commander, et on peut varier la vitesse. Mais on trouve que ces moteurs sont plus difficiles à fabriquer, à maintenir et ils sont trop lourds. Contrairement aux moteurs AC qui sont légers, maintenables, Mais la variation de la vitesse est discrète. [15]

### **II.3.6 Principe de fonctionnement du Top Drive :**

#### **II.3.6.1 La fonction pompage :**

Le top drive à une tête d'injection intégrée qui est suspendue en permanence au moufle mobile.

Le flexible d'injection amène la boue de forage vers le tube d'usure (Wash-pipe) par l'intermédiaire de col de cygne (goosneck) puis elle est dirigée vers la garniture de forage.

#### **II.3.6.2 La fonction de rotation :**

Le moteur tourne l'arbre principal par l'intermédiaire d'une boîte d'engrenage. Un raccord d'usure est prévu au bas de l'arbre principal pour réduire le degré d'usure de filetage de l'arbre principal.

#### **II.3.6.3 La fonction remontée et décente :**

Le top drive système est suspendu au moufle mobile par une anse (Bail) et l'équipement se déplace verticalement sur la rail de guidage.

### **II.3.7 Utilisation du Système Top Drive :**

Le top drive est une tête d'injection motorisée qui, en plus de l'injection du fluide du forage, assure la rotation de sonde.

Ainsi, on n'a besoin ni de la tige d'entraînement ni de la table rotation pour faire tourner la garniture, c'est le top drive system qui assure cette fonction. De plus, pendant le forage, au lieu de faire les ajouts simple, on peut les faire longueur par longueur soit trois tiges. Plusieurs autres options existent dans cet équipement intégré à savoir :

Les bras de élévateur sont articulés hydrauliquement pour faciliter le travail de l'accrocheur, il possède une clé automatique pour le vissage et le dévissage de la garniture de forage et même une coulisse intégrée. Un rail (Guide beam) est placé tout le long du mat et le guident dans ses déplacements.

### **II.3.8 Avantages et Inconvénients du Top Drive :**

#### **II.3.8.1 Avantages:**

- Diminuer le temps de forage (de 25%) puisque on ne manipule pas la tige carrée de plus le forage se fait par triple.
- Connexion sur la garniture en manœuvre à n'importe quelle hauteur.
- Plus efficace pour la manutention des tiges.



- Fournit une puissance de rotation plus variable que celle de la table de rotation.
- Permet la rotation de la garniture de forage et la circulation à tout niveau dans le puits pendant les descentes et les remontées ; Cet avantage aide à prévenir les problèmes dans le puits.
- Fournit une réaction rapide au coup de pression de gaz dans les puits pendant les montées et les descentes. Le chef de poste peut actionner la vanne de contrôle de puits : IBOP (intégrité BOP) et la fermer à distance pour arrêter le gaz provenant de la garniture de forage au moins de temps qu'il en faut au sondeur pour monter les cales en place et fermer la vanne manuelle.
- Réduire le nombre de connections.
- Maintenir l'orientation directionnelle (L'utilisation des trois tiges simples de forage va aider à avoir un puits plus vertical).
- Soulager le travail des accrocheurs.

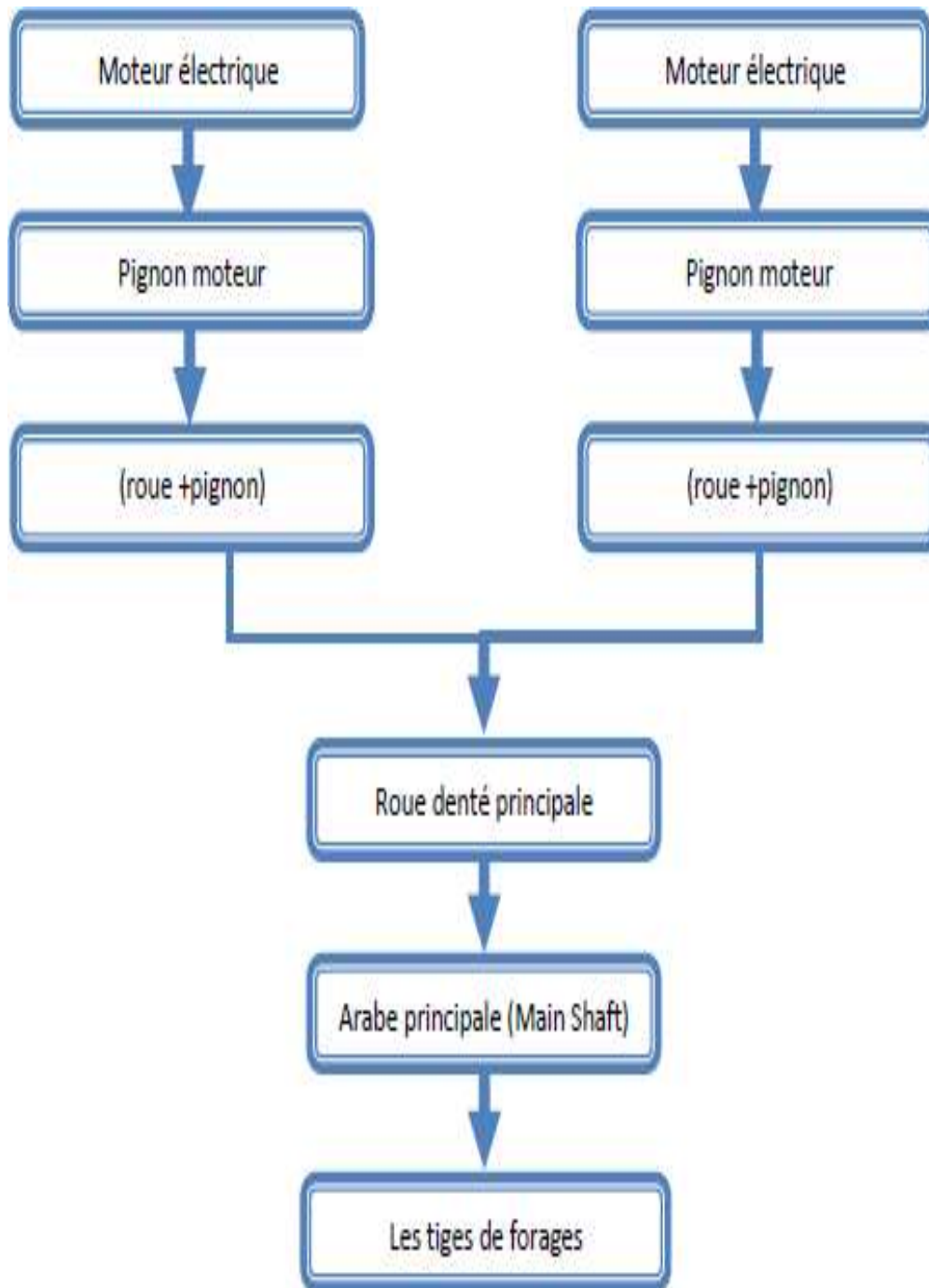
### **II.3.8.2 Inconvénient:**

- Le coût de leur maintenance qui est plus élevé en comparant avec l'ancien système.
- Leurs dimensions importantes.
- Du fait du poids supplémentaire, le câble de forage s'use plus rapidement.

Elles sont aussi plus difficiles à déplacer sur les installations de forage sur terre qui doivent être démontées lors du déménagement [15]

### **II.3.9 Partie Mécanique :**

La rotation est créée par un moteur électrique à courant alternatif qui transmet le mouvement à travers son pignon 34T au gear bull hub 102T qui entraîne le Pivot intégrale (Integrated swivel) engrené avec l'arbre principale (Main shaft) qui effectue la rotation dans le corps principal (Main housing) reposant aux extrémités sur deux roulements.



**Figure II.30: Organigramme des équipements Mécanique**



# Chapitre III

## Maintenance des machines Industriels

### III.1. GENERALITES SUR LA MAINTENANCE

La maintenance industrielle, qui a pour vocation d'assurer le bon fonctionnement des outils de production, est une fonction stratégique dans les entreprises. Intimement liée à l'incessant développement technologique, à l'apparition de nouveaux modes de gestion, à la nécessité de réduire les coûts de production, elle est en constante évolution. Elle n'a plus aujourd'hui comme seul objectif de réparer l'outil de travail mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements. Au fil de ces changements, l'activité des personnels de maintenance a également évolué, pour combiner compétences technologiques, organisationnelles et relationnelles.

#### III.1.2. Définition de la maintenance [08]

**D'après LAROUSSE :**

« Ensemble de tout ce qui permet de maintenir ou de rétablir un système en état de fonctionnement ».

**D'après AFNOR (NFx 60 - 010) :**

Maintenir veut dire effectuer des opérations de conservation du potentiel du matériel (Dépannage, visites, graissage, réparation, modernisation). Afin d'assurer la continuité de marche et la qualité de production.

#### III.1.3. Objectifs de la maintenance

Les objectifs de la maintenance peuvent être classés en deux types :

**III.1.3.1. Objectifs opérationnels :**

- Maintenir l'équipement dans un état acceptable
- Assurer la disponibilité maximale de l'outil de production à un prix raisonnable
- Créer un service qui élimine les pannes à tout instant
- Augmenter à la limite la durée de vie de l'outil de production
- Obtenir un rendement maximal
- Maintenir les installations dans une priorité.
- Diminuer la probabilité de défaillance en service
- Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne
- Permettre de décider la maintenance corrective dans les bonnes conditions

- Supprimer les causes des accidents graves
- Améliorer les conditions de travail du personnel de production (ambiance de maintenance).

### **III.1.3.2. Objectifs économiques :**

- Réduire au maximum les coûts de la maintenance
- Réduire les temps d'arrêt de production.
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de maintenance corrective coûteuse.
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, etc...

### **III.1.4. Types de maintenance :**

On distingue deux types :

- ✓ La maintenance préventive.
- ✓ La maintenance corrective.

#### **III.1.4.1. La maintenance préventive :**

C'est une maintenance ayant pour objet de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu.

Les objectifs de la maintenance préventive sont :

- Augmenter la durée de vie de matériels et de la sécurité ;
- Diminuer la probabilité des défaillances en service ;
- Prévenir et aussi prévoir les interventions de maintenance corrective ;
- Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions (gestion de la maintenance) ;
- Eviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiants, etc. ;
- Supprimer les causes d'accidents graves ;
- Diminuer les travaux urgents.

Il y a deux types de maintenance préventive, qui sont les suivants :

#### **a. La maintenance préventive systématique :**

C'est une maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unité d'usage.

**Condition d'application :** Ce type de maintenance nécessite de connaître :

- Le comportement de matériel

- Les usures ;
- Les modes de dégradation ;
- Temps moyen de bon fonctionnement (MTBF) entre deux avaries.

### ***Cas d'application :***

- Equipement à la législation en vigueur (sécurité réglementée)
- Equipement dont la panne risque de provoquer des accidents graves (sécurité des biens et des personnes) ;
- Equipement ayant un cout de défaillance élevée.

### **b. La maintenance Préventive Conditionnelle :**

C'est une maintenance préventive subordonnée à un type d'évènement prédéterminé (auto-diagnostique, information d'un capteur, mesure d'une usure...), elle consiste à surveiller et de façon continue l'état de fonctionnement d'un équipement et son comportement avec le temps. On l'appelle aussi la maintenance prédictive.

Les Objectifs de la maintenance préventive conditionnelle sont :

- ✓ Eviter les démontages inutiles liés aux systématiques qui eux-mêmes peuvent engendrer des défaillances ;
- ✓ Accroître la sécurité des biens et des personnes ;
- ✓ Eviter les interventions d'urgences en suivant l'évolution dans le temps des débuts d'anomalies, afin d'intervenir dans les meilleures conditions.

### ***Condition d'application :***

La maintenance préventive conditionnelle se caractérise par la mise en évidence des points faibles suivant le cas. Il est souhaitable de les mettre sous surveillance et à partir de là nous pouvons décider d'une intervention lorsqu'un certain seuil est atteint, mais les contrôles restent systématiques et font partie des moyens de contrôle non destructif.

### ***Cas d'application :***

Tous les matériels sont concernés. Ce type de maintenance préventive conditionnelle se fait par des mesures pertinentes sur le matériel en fonctionnement.

### **III.1.4.2 La maintenance corrective :**

C'est une opération de maintenance effectuée après défaillance. Elle est effectuée dont le but de maintenir le matériel dans l'état de ses performances initiales.

Il existe deux types de la maintenance corrective, qui sont :

**a. la maintenance palliative :**

Est un ensemble d'activités de maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement une fonction ou partie d'une fonction. Elle est appelée couramment dépannage.

**b. la maintenance curative :**

Est un ensemble d'activités de maintenance corrective ayant pour objet de rétablir un bien dans un état spécifié ou de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent.

Les activités pouvant être des réparations, des modifications ou aménagement ayant pour objet de supprimer la ou les défaillances.

### III.1.5. Les opérations de la maintenance [11]

- **Les inspections** : Ces sont des activités de surveillance (ronde à fréquence courte), consistant à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples ne nécessitant pas d'outillage, ni d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

Elle assure une surveillance quotidienne de l'ensemble des équipements, évitant ainsi, l'apparition d'un grand nombre de défaillances mineures, qui pourraient à long terme avoir des conséquences majeures.

Les rondes, sur matériel en service, comprennent

- La lubrification (contrôles, pleins, vidanges,)
- Des contrôles de pressions de températures, de vibrations
- Des examens sensoriels : Détection visuelle de fuites, détection d'odeur, des bruits anormaux, etc...
- Des travaux mineurs : dépannages simples, réglages
- Ecoute des cognements de pompage ou des chocs hydrauliques à l'aide d'un casque et avec l'ouïe.

- **Les visites** : Ce sont des opérations de surveillance qui dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité prédéterminée. Ces interventions correspondant à une liste d'opérations définies au préalable et qui peuvent entraîner des montages d'organes et une immobilisation du matériel.



- **Le dépannage** : Action sur un bien en panne, en vue de le remettre en état de fonctionnement compte tenu de l'objectif. Ainsi le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.
- **La réparation** : Intervention définitive et limitée à la maintenance corrective après panne ou défaillance. L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident, ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.
- **Les révisions** : Ensembles des actions d'examen, de contrôle, et des interventions effectués en vue d'assurer le bien contre toute défaillance majeure ou critique, pendant un temps ou pour un nombre d'unité d'usage donné.
- **Le contrôle** : Il correspondre à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivie d'un jugement.

Le contrôle peut être une activité d'information, inclure une décision, déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective.

### **III.1.6. Les niveaux de maintenance**

· **1er niveau** : Réglages simples au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité (voyants, fusibles...etc).

· **2ème niveau** : Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive telles que les graissages ou contrôles de bon fonctionnement (rondes).

· **3ème niveau** : Identification et diagnostic des pannes réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure.

· **4ème niveau** : Tous les travaux de maintenance corrective ou préventive sauf rénovation et reconstruction.

Avec réglages des appareils de mesure utilisés. Au besoin vérification des étalons de mesure par des organismes spécialisés.

· **5ème niveau** : Rénovation, reconstruction, et toutes les opérations importantes confiées à un atelier central ou à des unités extérieures.

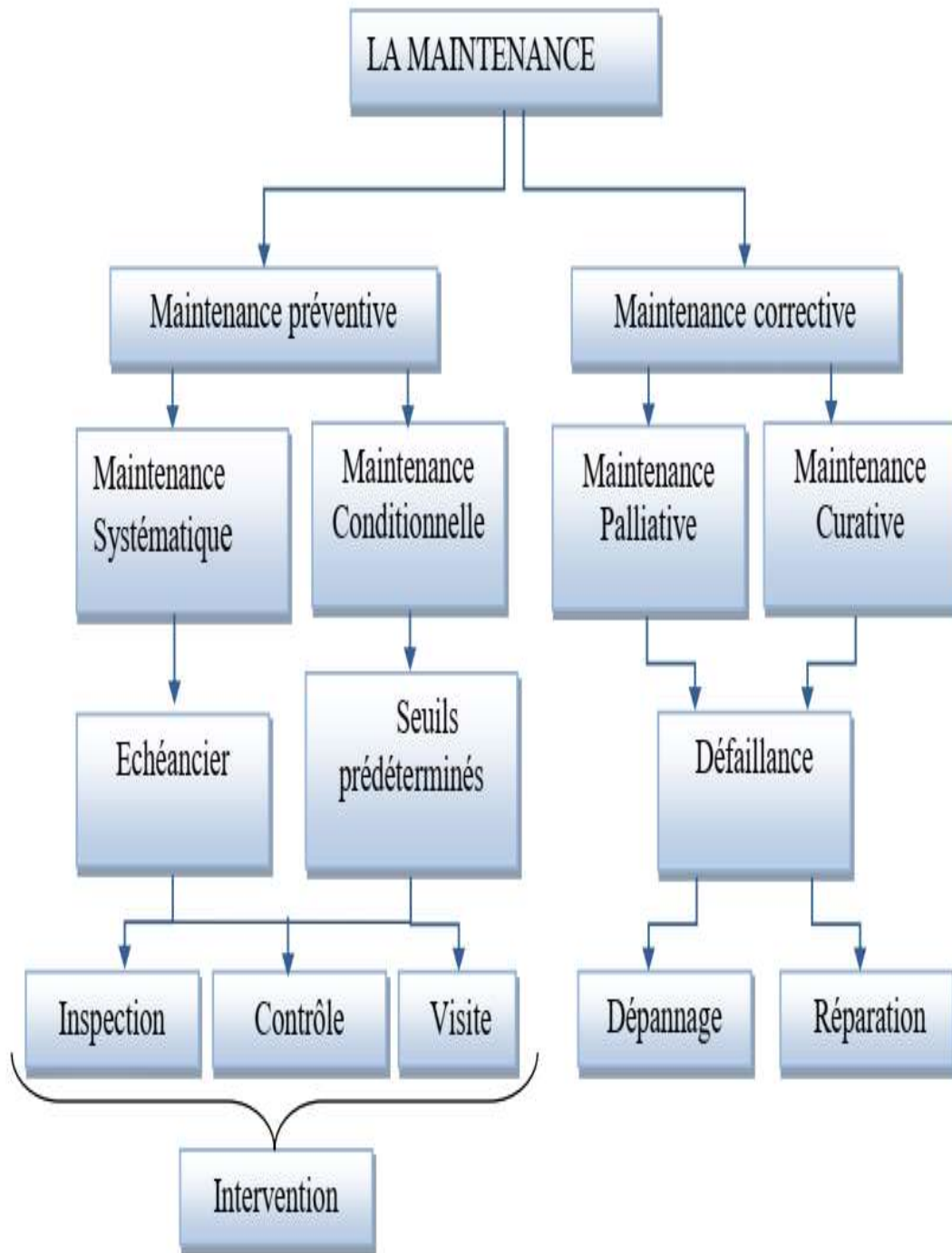


Figure III.1: Types de maintenance.[11]

### **III.2. La Maintenance de la pompe à boue NATIONAL-OIL-WELL12P160**

#### **III.2.1. Maintenance préventive de la pompe a boue :**

**Tableau III.1 :** maintenance préventive de la pompe a boue

Fréquence	Opérations
<b>Chaque jour</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Inspection visuelle des fuites de fluide et d'eau de refroidissement de la pompe</li><li>• Inspection visuelle des traces de corrosion sur les surfaces extérieures</li><li>• Inspection visuelle de la propreté de la pompe</li><li>• Inspection visuelle du niveau d'huile sur la pompe</li><li>• Inspection visuelle des fuites d'huile sur la pompe</li><li>• Inspection visuelle des dommages mécaniques de la pompe</li><li>• Inspection visuelle des raccords desserrés sur la pompe</li><li>• Inspection des bruits de fonctionnement anormaux des roulements de transmission</li><li>• Inspection des bruits de fonctionnement anormaux de la commande à manivelle</li><li>• Contrôler l'affichage d'encrassement optique sur le filtre à huile avec la pompe à huile de graissage en marche</li><li>• Inspection visuelle du contrôleur de débit sur l'engrenage</li><li>• Contrôler les dommages et le fonctionnement des manomètres</li></ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôler les bruits de fonctionnement anormaux et les températures de la pompe à huile de graissage</li> <li>• Contrôler les bruits de fonctionnement anormaux et les températures des moteurs électriques</li> <li>• Contrôler l'étanchéité des pistons et douilles de vérin</li> <li>• Contrôler les bruits de fonctionnement anormaux des vannes</li> <li>• Contrôler l'encrassement et le niveau de remplissage suffisant du réservoir d'eau du refroidissement des douilles de vérin</li> <li>• Contrôler le filtre gros du refroidissement des douilles de vérin et éventuellement le nettoyer</li> <li>• Contrôler les dommages sur le tuyau du refroidissement des douilles de vérin</li> <li>• Contrôler les bruits de fonctionnement anormaux et les températures de la pompe à eau de refroidissement</li> </ul>
<p align="center"><b>Chaque semaine</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôler la précontrainte correcte des boulons des rotas du serrage de la douille de vérin</li> <li>• Contrôler le filtre gros du système d'huile de graissage et le nettoyer éventuellement</li> </ul>
<p align="center"><b>Chaque mois</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contrôler le sécheur à ventilation, le remplacer si nécessaire</li> <li>• Contrôler la précontrainte de vis de la partie hydraulique d'aspiration et de pression</li> <li>• Nettoyage des tamis de rinçage</li> <li>• Nettoyage du piège à encrassement du réservoir d'eau de refroidissement</li> <li>• Nettoyage les reniflards (carter des pignons et carters des chaines de transmission)</li> <li>• Contrôler l'entraînement des pompes de graissage (pompe de graissage des chaines et pompe de graissage des pignons)</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Effectuer les opérations de la fréquence précédente (chaque mois)</li> </ul>

<p><b>Chaque 6 mois</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrôler la tension des chaines de transmission</li><li>• Vidanger l'huile de graissage du « carter des pignons » et remplir de nouveau la quantité préconisée <b>TASSILIA 140</b></li><li>• Vidanger l'huile des « carter des chaines » et remplir de nouveau la quantité préconisée d'huile <b>TASSILIA 90</b></li><li>• Contrôler les jeux de roulement des crosses</li><li>• Contrôler le jeu entre crosses et glissières</li><li>• Contrôler la denture du couple d'engrenage</li><li>• Serrage au couple des boulons des paliers de l'excentrique</li><li>• Contrôler l'état de surface des glissières</li><li>• Vérifier l'état des garnitures d'étanchéité des rallonges de crosse</li><li>• Vérifier l'état des 2 pompes de graissage (pompe degraissage des chaines et pompe de graissage des pignons)</li><li>• Vérifier l'état des roulements des moteurs électriques</li><li>• Inspecter les accouplements et remplacer au besoin</li><li>• Vérifier l'état des pignons et des roulements des pompes de graissage et remplacer au besoin</li></ul>
<p><b>Chaque année</b></p>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Vérification des raccordements de câble à la recherche de fils électrique lâches ou brisés</li><li>• Contrôler le jeu des crosses</li><li>• Renouveler le joint de tige des crosses</li><li>• Contrôler la grue pivotante sur colonne</li><li>• Contrôle <b>MPI</b> des cordons de soudure sur les supports de couple de rotation</li></ul>

<b>Chaque 5 ans</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Remplacement des paliers à rouleau de transmission</li><li>• Inspection des fissures de l'arbre de manivelle et de la bielle</li><li>• Inspection des fissures sur le boitier</li><li>• Inspection du jeu des paliers</li></ul>
---------------------	---

Les pompes à boue subissent une opération de révision générale périodiquement (8 ans deservice), cette révision se fait au niveau de l'atelier mécanique dans la base opérationnelle.

#### **III.2.2. Conditions de fonctionnement de la pompe à boue National-oil-well 12p160 :**

Les pompes de forage, fonctionnent dans des conditions rudes. La boue de forage contient des particules de terrain découpées qui provoquent une usure par abrasion des pièces en contact direct avec le liquide, car la dureté des particules est proche de celle des pièces en acier trempé de la pompe.

Le sable et la rouille sur le siège de la soupape peuvent provoquer la détérioration de la soupape. Une très petite fuite peut entraîner de grandes pertes de boue, et la pompe se détériore avant que la fuite ne soit réparée. La dégradation de la bague d'étanchéité en caoutchouc amène la fuite du liquide à travers la soupape. La diminution du diamètre extérieur des chemises finit par le refoulement du matériau d'étanchéité dans l'espace libre et enfin engendre une dégradation graduelle de cette étanchéité.

Lorsque le traitement chimique n'est pas satisfaisant, la viscosité de la boue alourdie, augmente, ce qui altère le fonctionnement des dispositifs d'épuration de la boue de forage.

Le fonctionnement de la pompe se caractérise par des surcharges de courtes durées qui sont inévitables et se forment à des accroissements irréguliers de la pression, causés par l'éboulement des parois des puits, par les presse-étoupe dans l'espace entre tige de forage et les parois du puits, par l'obstruction des événements du trépan, ou par l'augmentation de la viscosité de la boue de forage au passage des couches argileuses, etc.

Les pompes à boue doivent être adaptées au fonctionnement dans ces conditions difficiles ; leur fonctionnement doit être sûr et la durée de service longue ; elles doivent permettre d'effectuer facilement les opérations de visite et de remplacement des pièces à usure rapide. [12]

Les pannes de la pompe à boue et leurs remèdes présentés dans le tableau suivant :

<b><i>INCIDENTS</i></b>	<b><i>CAUSE</i></b>	<b><i>REMEDE</i></b>
a) Baisse de pression de refoulement	1) Usure de l'ensemble du clapet ; 2) Clapet totalement couvert ; 3) Mauvais remplissage ; 4) Fuite de fluide ; 5) Manomètre défectueux.	✓ Remplacer celui-ci ; ✓ Eliminer le corps qui provoque l'ouverture de la conduite ; ✓ Déboucher la conduite d'aspiration ; ✓ Le remplacer ;



		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Augmenter le niveau dans le bac d'aspiration ;</li> <li>✓ Diminuer la vitesse de la pompe ;</li> <li>✓ Amorcer les chambres hydrauliques ;</li> <li>✓ Remplacer les pistons et les chemises.</li> </ul>
<b>b) Baisse de</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Bas niveau d'aspiration ;</li> <li>2) Capacité insuffisante de la pompe de suralimentation ;</li> <li>3) ) Ecoulement lent de fluide de forage ;</li> <li>4) Manomètre défectueux ;</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Augmenter le niveau dans le bac d'aspiration ;</li> <li>✓ Eliminer les anomalies éventuelles de la pompe de suralimentation ;</li> <li>✓ Eliminer les restrictions dans la conduite d'aspiration ;</li> <li>✓ Le remplacer.</li> </ul>
<b>c) Chocs hydraulique</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Aspiration défectueuse ; (existence d'air dans la conduite d'aspiration) ;</li> <li>2) Présence d'air ou des gaz dans la boue.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Eliminer l'air de la conduite ;</li> <li>✓ Ajuster l'amortisseur d'aspiration.</li> </ul>
<b>d) Vibration de la conduite de refoulement</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Anomalie au niveau de la conduite ;</li> <li>2) Boulons desserrés ;</li> <li>3) Manque de support sous la conduite.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Réparer ou recharger ou le remplacer ;</li> <li>✓ Il faut resserrer les boulons ;</li> <li>✓ La munir d'un support.</li> </ul>
<b>e) Cognement dans la partie mécanique</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Rotation incorrecte de la pompe à boue ;</li> <li>2) Piston-tige desserré ;</li> <li>3) Rallonge de la tige desserrée ;</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Vérifier le fonctionnement du mécanisme ;</li> <li>✓ Vérifier et serrer ;</li> <li>✓ Il faut les resserrer ;</li> <li>✓ Changer ;</li> </ul>

	<p>4) Roulements principaux usés ;</p> <p>5) Axe de crosse usé.</p>	<p>✓ Régler les guides ou les remplacer.</p>
f) haute température d'huile	<p>1) Mauvais réglage de lacrosse ;</p> <p>2) Roulement mal ajusté ;</p> <p>3) Diminution de la pression de refoulement de la pompe à l'huile.</p>	<p>✓ Vérifier et ajuster les jeux ;</p> <p>✓ Ajuster bien les bagues de roulement ;</p> <p>✓ Réparer la pompe ou la remplacer.</p>
g) Basse pression d'huile	<p>1) Diminution de niveau d'huile ;</p> <p>2) Lubrification contaminée ;</p> <p>3) Fuite dans le circuit d'huile ;</p> <p>4) Pompe à huile défectueuse ;</p> <p>5) Crépine d'aspiration colmatée ;</p> <p>6) Manomètre défectueux.</p>	<p>✓ Vérifier et ajouter l'huile si nécessaire ;</p> <p>✓ Changer l'huile ;</p> <p>✓ Eliminer toutes les fuites ;</p> <p>✓ Réparer ou remplacer celle-ci ;</p> <p>✓ Le nettoyer et changer l'huile ;</p> <p>✓ remplacer.</p>
h) Haute pression d'huile	<p>1) Huile contaminé ;</p> <p>2) Colmatage des conduites ;</p> <p>3) Manomètre défectueux ;</p> <p>4) Filtres à l'huile bouchés.</p>	<p>✓ Changer l'huile ;</p> <p>✓ Changer le cartouche d'huile ;</p> <p>✓ Le remplacer ;</p> <p>✓ Les nettoyer.</p>
i) Chemises et garniture de pistons rayés	<p>1) Excès de sable ou de matériaux étrangers dans la boue ;</p> <p>2) Course de piston déréglé.</p>	<p>✓ Dessabler, vérifier souvent ;</p> <p>✓ Régler la course ;</p> <p>✓ Réparer le système d'arrosage.</p>
j) Chemise piquée	<p>1) Corrosion excessive.</p>	<p>✓ Les nettoyer.</p>

<p>k) Usure décentrée de la chemise ou du piston</p>	<p>1) Manque d'alignement.</p>	<p>✓ Vérifier l'usure de la crosse, le blocage de la tige de piston.</p>
<p>l) Rayure de l'alésage d'une chemise</p>	<p>1) Piston usé ou abîmé ; 2) Des pistons endommagés peuvent provoquer de telles rayures.</p>	<p>✓ Monter un nouveau piston et une chemise neuve.</p>
<p>m) Portée de chemise coupée ou faussée</p>	<p>1) La portée de cylindre peut être usée ; 2) Le sur blocage peut avoir faussé la chemise.</p>	<p>✓ Sortir les vis de serrage avant de bloquer la portée de cylindre ; ✓ Ne serrer les vis qu'en dernier lieu.</p>
<p>n) ) Portée de clapet «sifflée»</p>	<p>1) Matériaux étrangers dans la boue ; 2) ) Montage de vieux matériel sur du neuf.</p>	<p>✓ Vérifier l'usure de toutes les pièces ; ✓ Remplacer toutes les pièces usées.</p>
<p>o) «sifflage» entre le siège de clapet et le corps de la pompe</p>	<p>1) présence de sable ou de rouille derrière le siège.</p>	<p>✓ Vérifier que la portée du clapet n'est pas percée ; ✓ Le siège et la portée conique doivent être</p>

**Tableau III.2 : Les pannes de la pompe à boue et leurs remèdes**

### III.2.3 Entretien technique de la pompe

- changer la chemise ayant des égratignures >2 mm
- Enduire toutes les pièces d'usure changées.
- Serrage des goujons en croix pour le centrage.
- Les fissures criques ne sont pas admises pour le piston et la tige.
- Au changement des douilles, il faut changer les pistons.
- Respecter les coûts de serrage.
- Pour une nouvelle tige, il faut de nouveaux dispositifs d'étanchéité.
- Pour un nouveau siège, il faut mettre un nouveau plateau.
- Remplacement des ressorts s'ils sont affaiblis.

#### Période d'inactivité de courte durée :

- Examen extérieur de la pompe et l'engrenage.
- Vérification de l'huile.
- Vérification du serrage des pièces de fixation.

#### Période d'inactivité de longue durée :

- Vérification de l'usure des appliques des crosses et des corps.
- Vérification de l'usure de chemise, jeu entre axe de crosse et de chemise < 0,3mm.
- Vérification de l'amenée d'huile aux pièces de crosse.
- Vérification des températures.
- Les pièces de la partie hydraulique sont protégées par une couche de graisse ainsi que tous les assemblages.
- L'amortisseur doit être rechangé chaque deux mois.
- Nettoyage des appareils de mesure.
- Graisser les pièces stockées et tous les filetages. [13]

### **III.2.4 Entretien technique de la partie hydraulique :**

Le bon état technique de la partie hydraulique de la pompe dépend de son entretien tant pendant le fonctionnement qu'au stockage. Les tiges couvertes de graisse doivent être les déformations des pièces enlever le sable pénétré dans la couche de graisse et éviter les déformations des pièces en caoutchouc. Ces dernières doivent être protégées contre l'action d'une température dépassant 70°C.

Un serrage de la presse étoupe peut entraîner leur détérioration car une grande pression du dispositif d'étanchéité serrer la tige, peut conduire à la formation des traits (sillons) lorsque des parties abrasives tombent sur cette dernière.

### **III.2.5 Entretien technique de la partie mécanique :**

Le graissage est important pour la partie d'entraînement d'huile pure est versée le carter de la pompe jusqu'à 1/3 du diamètre du bac, la fuite du liquide de forage à la partie hydraulique n'est pas tolérée car des particules abrasives arrivent au piston malgré la présence d'un déflecteur protecteur.

La pénétration de la boue dans l'huile conduit à l'usure rapide des paliers, des dents de pignonset des guides de crosse.

Encrassée doit être changée à l'usure des pièces, il faut les régler ou bien les remplacer car le fonctionnement des assemblages, roulements, des roues avec des jeux provoquent des chocs et des vibrations auxquelles il faut apporter remède. [13]

### **III.2.6 Analyse de type d'usure de la pompe a boue 12P160 :**

La mise des pièces constituant la pompe a boue résulte de plusieurs formes d'usure, l'usure abrasive, rupture de fatigue et de corrosion des pièces, et plus souvent encore, la combinaison de deux et parfois même des trois facteurs mentionnés.

#### **III.2.6.1 Usure abrasive :**

L'usure abrasives est caractérisée par la dégradation de la surface résultant de l'action de coupe ou de rayage des particules solides se déplaçant par rapport à la surface des pièces, avec l'augmentation de la granulométrie des particules solides et de la pression, celles-ci effectuent d'une façon plus intense la surface des pièces, et la profondeur d'usure s'accroître.

Si les particules abrasives sont soumises à des pressions considérables, et se déplacent à des vitesses élevées, les couches superficielles des pièces de frottements sont fortement échauffées, et se produit des décollages, et la pièce sera détériorée.

Usure abrasive, causée par la boue qui contient parfois des particules plus dures que les matériaux de construction des pièces de la pompe à boue constituent un facteur de destruction rapide des pièces de cette pompe : Chemises, pistons, clapets, tiges...etc.

Ainsi, le couple chemise piston est mis hors service par suite de ces défauts d'étanchéité.

Cela résulte du fait que les particules abrasives usent progressivement la chemise, puis sous l'action du filet de liquide abrasive s'infiltrant entre la chemise et le piston, se produit de profonds sillons longitudinaux.

Une usure de type analogue se produit dans le couple siège disques des clapets dont la durée de vie dépend également de l'étanchéité.

#### **III.2.6.2 Usure corrosive :**

La corrosion s'amorce à la surface protégée progressivement en profondeur du métal. La forme de corrosion la plus répandue est la rouille.

Pendant le fonctionnement de la pompe à boue, la boue d'eau et qui contient des réactifs chimiques et du gaz- oil circule dans la partie hydraulique et provoque ce type de corrosion, les pièces touchées par cette corrosion sont-elles en contact direct avec le liquide : les chemises, les pistons les sièges des clapets.

#### **III.2.6.3 Usure par frottement :**

Par suite des efforts appliqués sur les surfaces conjuguées en mouvement, l'une par rapport à l'autre, il se forme des micros soudure au niveau des aspérités en contact.

Ces micros soudure provoquent des grippages et enlèvements du métal, l'augmentation du coefficient de frottement provoque l'usure excessive et la mise hors d'usage des ensembles des pièces conjuguées, les usures par frottement résultent du travail des forces de frottement, on peut avoir deux types de frottement :

- Frottement de glissement.
- Frottement de roulement.

Le premier type concerne :

- La roue portée par l'arbre à palier lisse
- Crosse glissière ;
- Clapets en son siège ;
- Roues et pignons...etc.

Et le deuxième type concerne tous les roulements de la pompe de forage. [13]

### **III.2.6.4 Usure par fatigue :**

La destruction prématurée est motivée par la fatigue et la rupture du métal des pièces, une telle usure se manifeste tout particulièrement sur les pièces soumises à un régime d'alternance des charges.

Les pressions spécifiques et les charges dynamiques élevées agissant sur les surfaces d'appuis des clapets au cours de l'application des disques sur le siège provoquant la destruction par fatigue des surfaces de travail, écrasement du siège et décollage des bordures de disque.

Ce type d'usure se présente aussi sur le couple pignon d'attaque d'entrée, les dents travaillent à des solutions (efforts alternatifs) donc ils sont soumis à la fatigue, ce qui provoque l'arrachement du métal des surfaces en contact et la fissuration des dents quand les charges auxquelles sont soumises, sont supérieures à celles prévues.

#### **Moyens possibles pour diminuer la vitesse d'usure :**

Au stade de projet, des constructeurs font des différentes études et analyses des conditions de fonctionnement de la pompe afin qu'ils puissent faire un choix rationnel des matériaux et les formes possibles pour fabriquer des pièces qui résistent mieux et fonctionnent dans ces conditions le plus long possible sans un entretien important.

Pour améliorer et augmenter la résistance des pièces à la fatigue et à l'usure en appliquant au stade de fabrication, les traitements adéquats et des procédés d'usinage et de finition avec un grand soin et une grande précision.

Pour améliorer la longévité des chemises, on peut appliquer certains traitements de durcissement.

Pour améliorer la durée de vie de la tige ; il peut être recommandé des mesures consécutives (modification de la conicité des surfaces de portée des pistons...etc.)

Toutes ces mesures, d'ordre constructif et d'ordre technologique, ne sont pas suffisantes pour assurer une longue durée de vie d'utilisation de la pompe.

Il en reste le stade le plus important qui est le stade d'exploitation où la durée de vie de la machine dépend fortement de la qualité de l'entretien qu'elle subit, car une maintenance doit veiller sur la machine et s'assurer de son bon fonctionnement.

Par exemple : Le graissage et le refroidissement des pièces en mouvement est très important pour la protection contre les usures excessives et l'échauffement

Un service de maintenance bien organisé permet d'avoir une bonne organisation d'entretien et de planification des interventions.



Donc le technicien de la maintenance doit contrôler périodiquement les systèmes de graissage des différentes pièces de la pompe, faire les analyses nécessaires des huiles, et Il doit vérifier lesystème d'arrosages de l'arrière piston.

Si l'huile est usée ou contient des particules abrasives, elle doit être changée.

Pour protéger les pièces de la partie hydraulique, il faut installer des équipements de dessablage et d'épuration finie de la boue à fin d'éliminer ces particules et pour protéger ces pièces contre la corrosion, il faut vérifier la stagnation du liquide dans les jeux entre le corps et les pièces.

Si on a un signe de fuite de liquides il faut changer les joints d'étanchéités immédiatement.

### **III.2.7 Opérations de réparations des pompes à boue :**

#### **III.2.7.1 Définition :**

La réparation est un ensemble d'opérations ayant pour but le rétablissement du bon état, de l'aptitude au travail et ressources de l'équipement.

Elle comprend :

- La réparation menue
- La réparation moyenne
- La réparation complète.

#### **III.2.7.2 Réparation apportée à la pompe à boue :**

En fonction de la durée de vie et l'utilisation des mécanismes et pièces de la pompe d'une part, et le volume des travaux à réaliser par la pompe d'autre part ; ainsi que, selon la planification et l'organisation des opération de réparations, on effectue sur les pompes à boue les travaux de réparation suivants :

### **III.2.7.2.1 Réparation menue :**

Ces réparations sont effectuées sur le chantier de forage elles consistent à remplacer les pièces de courtes durées de vie telles que : Joints d'étanchéité, filtres, chemises, pistons, serrage des écrous... etc.

Ces opérations doivent être effectuées en dehors du fonctionnement de la pompe à boue, c'est-à-dire au moment du repos de la pompe. [13]

### **III.2.7.2.2. Réparation moyenne :**

On volume moyen de travail est supérieur à celui de la réparation menue, se caractérisant par la dépose des organes défectueux de la pompe (bielle –manivelle, roulements, etc....)

Le remplacement des pièces d'usure ou d'ensembles entières (unité de montage) dont la durée de service est égale à une période entre eux, réparations moyennes. Elle s'effectue à l'atelier central de Hassi Messaoud.

### **III.2.7.2.3 Réparation Complète :**

Se caractérisant par la dépose de tous les groupes et organes de la pompe, le remplacement ou la réparation des groupes défectueux ; la pompe est ensuite remontée, rodée et essayée. Elle se réalise dans un atelier de réparation centralisé (atelier de la base centrale de Hassi Messaoud).[13]

## **III.2.7.3 Méthode de lancement des travaux de réparation de la pompe à boue :**

### **III.2.7.3.1 Sur chantier :**

Selon un planning, le chef mécanicien transmet au mécanicien de chantier les programmes de révision et réparation périodique à effectuer. Le mécanicien après avoir reçu les messages exécute les ordres en réalisant toutes les opérations nécessaires telles que la vérification de niveau d'huile, de température et de pression. Par la suite, ils établissent leur rapport de vérification en exprimant l'état général de la pompe à boue.

En cas d'apparition des pannes imprévues, le mécanicien et le chef mécanicien vérifient l'état de la pompe afin de prendre les décisions de réparation sur atelier ou sur chantier. [13]

### **III.2.7.3.2 Sur atelier :**

Le chef de chantier signe un ordre de mission et bon de sortie de la pompe afin de pouvoir la transmettre à l'atelier et pendant la réception de la pompe on mentionne sur la fiche de suivi la date d'entrée et l'état de la pompe.

Les mécaniciens dans l'atelier procèdent donc au nettoyage extérieur et au démontage de la

pompe. Toutes les pièces sont bien nettoyées et contrôlées soigneusement, afin de juger celles à rebouter, ou à remplacer par d'autres neuves, ou bien à réparer.

Toutes les pièces d'usure de la partie hydraulique sont remplacées par d'autres neuves (garniture d'étanchéité, clapets, tiges, chemises, etc.), ces pièces sont fournies par le magasin des pièces de rechange, après la prise d'accord du chef d'atelier par un bon de réquisition des matériels. **[13]**

Après le remontage et avant la livraison de la pompe vers le chantier le chef d'atelier, doit mentionner toutes les réparations réalisées, les pièces rechangées et les coûts de réparations réalisées et la date de sortie de la pompe sur la fiche technique de suivi de la pompe à boue.

L'organigramme de réparation de la pompe est le suivant :

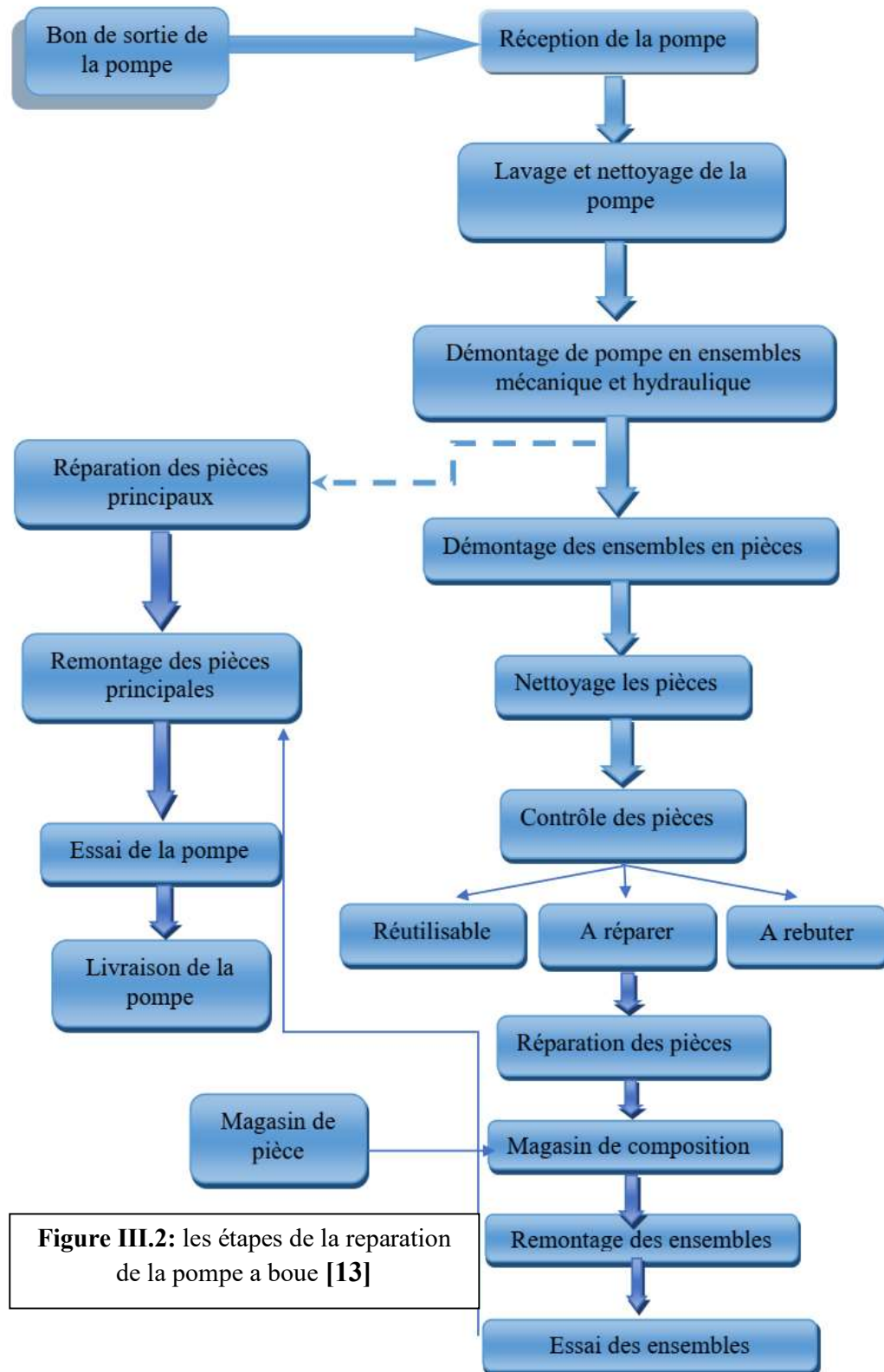


Figure III.2: les étapes de la réparation de la pompe a boue [13]

### III.3 La Maintenance de treuil de forage OIL WELL 2000UE :

#### III.3.1 Maintenance préventive systématique de treuil de forage OIL WELL 2000UE :

**Tableau III.3:** Maintenance préventive systématique de treuil de forage OIL WELL 2000UE

Périodicité	Opérations
Chaque jour	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voir le paragraphe précédent préventif quotidien du treuil du.</li> </ul>
Toutes les 1000 h	<p>En plus du quotidien journalier procédé au :</p> <p>* <u>Systeme de freinage</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôle de l'usure des patins,</li> <li>- Contrôle de tout le frein,</li> <li>- Réajustement et réglage du frein,</li> <li>- Contrôle du système de maintien circonférentiel des bandes de frein,</li> <li>- Contrôler l'état du frein électromagnétique,</li> <li>- Contrôle de tous les axes et leurs fixations,</li> <li>- Contrôler l'état du système de circuit électrique,</li> <li>- Contrôler l'état du système de liaison (clabot).</li> </ul> <p>* <u>Systeme de refroidissement</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôler son débit d'eau,</li> <li>- Contrôle du refroidissement des jantes du treuil.</li> </ul>
Chaque DTM (Démontage, transport, montage)	<p>Durant chaque DTM à procéder aux contrôles profonds suivants :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôle de l'état des chaînes,</li> <li>- Contrôle des tensions des chaînes,</li> <li>- Contrôle de l'état des pignons.</li> </ul>
Chaque 06 mois ou 5000h	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôle de toutes la jointures,</li> <li>- Contrôle des gorges du tambour,</li> <li>- Contrôle de tout le système de freinage et procéder aux remplacements des pièces usées,</li> <li>- Changement des patins s'ils sont usés et contrôle des surfaces de contact des bandes,</li> <li>- Contrôle et débouchage du circuit de refroidissement des bandes de frein,</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrôle du système de refroidissement de frein électromagnétique.</li> </ul>
--	--

**III.3.2 Pannes et remède :**

**Tableau III.4 : Pannes et remède**

<b>PROBLEMES</b>	<b>CAUSES POSSIBLES</b>	<b>REMEDES</b>
2-présence d'eau ou de tartre dans les conduites d'air	<ul style="list-style-type: none"> <li>- le filtre à air n'est probablement pas entretenu,</li> <li>- le niveau du fluide est au-dessous du niveau prescrit.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- nettoyer la conduite,</li> <li>-le chargement de l'appareil.</li> </ul>
5- l'embrayage ne se débraye pas	<ul style="list-style-type: none"> <li>-fuite au diaphragme de la soupape à échappement rapide,</li> <li>- la valve de commande d'air ne fonctionne pas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réparation ou remplacement des soupapes,</li> <li>- réparation ou remplacement de la valve.</li> </ul>
6- le frein du tambour est serré (frein à bande)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mauvais réglage de la bande de freinage,</li> <li>- ressort de rappel brisé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réglage de la bande,</li> <li>-remplacement du ressort.</li> </ul>
7- le frein principal patine	<ul style="list-style-type: none"> <li>- mauvais réglage du frein,</li> <li>- usure excessive des jantes de frein,</li> <li>- existence de la graisse sur les jantes de frein.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- réglage du frein,</li> <li>- remplacement des jantes,</li> <li>- nettoyage des surfaces de frein.</li> </ul>
8- surchauffe du frein électromagnétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>- insuffisance d'eau de refroidissement.</li> <li>- conduite d'eau colmatée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- assurer le débit et la pression prédéterminés.</li> <li>- purger ou nettoyer la conduite.</li> </ul>

**III.4 Les indicateurs de Maintenance : [14]**

- **Fiabilité R(t) :** La fiabilité caractérise l'aptitude d'un système ou d'un matériel à accomplir une fonction requise dans des conditions données pendant un intervalle de temps donné.

$$R(t \text{ MOY}) = 1 - F(t) = 1 - \frac{n(\text{MOY})}{\sum ni} \quad (1)$$

- **Défaillance F(t) :** la probabilité qu'un dispositif choisi au hasard ait une défaillance avant l'instant t.

$$F(t) = 1 - e^{-\lambda(t)} = \frac{n(\text{MOY})}{\sum ni} \quad (2)$$

- **Densité de probabilité (t) :**  $f(t \text{ MOY}) = \frac{n}{N \times \Delta T} = \lambda(t) \times R(t) \quad (3)$

- **L'intensité des pannes (taux de défaillance) :** Il caractérise la vitesse de variation de la fiabilité au cours du temps. La durée de bon fonctionnement est égale à la durée totale en service moins la durée des défaillances.

$$\lambda = \frac{\text{nombre total de défaillances pendant le service}}{\text{durée total de bon fonctionnement}} \quad (4)$$

- **MTBF (Mean Time Between Failure):** C'est le temps moyen de fonctionnement entre deux défaillances de l'équipement.

- **TTR (Time To Repair):** C'est le temps de réparation d'un équipement. Lorsque l'équipement possède plusieurs modes de défaillance, on devra définir un taux pour chacun d'eux.

- **MUT (Mean Up Time):** Est le temps moyen de fonctionnement entre la dernière remise en service après réparation et le prochain défaut.

- **Intervalle des temps (ΔT) :**  $\Delta T = \frac{UT \text{ MAX}}{r} \quad (5)$

- **Nombre de classe (r) :** Il convient pour les déterminer de prendre en compte à la fois la nature de la distribution et le nombre de points de données  $r = 1 + 3.3 (\log \sum_{i=1}^n (ni))$

$$r = \text{racine} \sum_{i=1}^n Ni \quad (6)$$

**III.5 Maintenance De Varco TDS-11 Sur Chantiers :**

**III.5.1 La Maintenance Préventif du Top Drive :**

➤ Contrôle et entretien :

Toutes les interventions d'entretien et de maintenance préventive prisent par les opérateurs, Pour maintenir le plus longtemps possible l'équipement en bon état de marche, un maximum de rendement, de sécurité et une durée de vie prolongé et avoir une mise à jour complète des différents changement T du fonctionnement, et c'est pour cela qu'une tableau de maintenance de la top drive est livré par le constructeur pour éviter les défaillances ou les pannes à cause d'une mauvaise maintenance. [1]

**III.5.1.1 : Les opérations de graissage de Varco TDS- 11 :**

**Tableau III.5:** Les opérations de graissage de Varco TDS- 11:

<b>Périodicité</b>	<b>Opérations</b>
Chaque jours	-Tube d'usure ; manivelles d'act de IBOP ; joug actionneur de IBOP ; Stabilisateur Brushing ;vérin de bridage .
Chaque semaine	-Joint supérieur (bonnet ) ; broches à billes ( Ball pins ) ; engrenage de rotating Link adapter ;rotating Link adapter .



**III.5.1.2: Les opérations de lubrifications de Varco TDS-11:**

**Tableau III.6:** Les opérations de lubrification de Varco TDS- 11:

<b>Périodicité</b>	<b>Opérations</b>
Chaque 3 mois	-Replace huile de boite engrenage Filtre Remplacer filtre desystème hydraulique .
Chaque 6 mois	-Remplacer huile de boite engrenage Effectuer l'analysed'huile du système hydraulique .
Chaque 12 mois	-Remplacer fluide hydraulique.

**III.5.2 La Maintenance Curatif du Top Drive :**

Le Système Top Drive et maintenue sur le derrick à l'aide d'une glissière comme un cerveau qui exécute simultanément les opérations de forage, rotation couple vissage et dévissage, injection de la boue, maintien des tiges...etc., donc il est destiné a supporté plusieurs charge due à ses opération qu'il exécute.

Le foreur manœuvre ces opération et veille à ce que ce que le système exécute ces opérations en toute sécurité, mais ça n'empêche pas que parfois ce système tombe en panne.

**III.6. Etude de fiabilité du Top Drive Varco TDS-11**

➤ **Historique des pannes pour Varco TDS-11 [15]:**

**Tableau III.7:** Historique de pannes pour TDS-11

Panne	Date defai	TTR(Jours)	UT(Jours)	TBF(Jours)
1	21-4-2014	2	25	27
2	18-5 2014	4	26	30
3	18-6- 2014	3	49	52
4	12-08-2014	4	9	13
5	25-08-2014	4	47	51
6	16-10-2014	2	38	40
7	26-11-2014	4	57	60
8	26-01-2015	4	13	16
9	10-02-2015	2	6	8
10	18-02-2015	2	20	22
11	10-03-2015	3	32	35
12	15-04-2015	4	41	45
13	30-06-2015	3	12	15
14	15-07-2015	3	20	23
15	09-08-2015	4	65	69
16	17-10-2015	3	11	14
17	31-10-2015	2	30	32
18	01-12-2015	2	24	26
19	27-12-2015	3	5	8
20	05-01-2016	3	55	58
21	03-03-2016	2	6	8
22	11-03-2016	3	29	32
<b>UT</b>			620	
<b>TBF</b>			684	

TTR : le temps de reparation

TBF: temps de bon fonctionnement

N: Nombre de panne maximal

- **Le nombre de classe (r) :**

$N=22$

$r = \text{racine } N = \text{racine } 22 = 4,69 \quad \text{donc } r = 5$

- **Calcul de MTBF (Temps Moyen Entre Deux défaillance) :**  $MTBF = 648/22 = 30$  jours  
**TBF :** temps d'activité entre 21 avril 2014 au 11 mars 2016 = 684 jours
- **Calcul de MUT (Temps Moyen de Bon Fonctionnement) :**  $MUT = 65/5 = 13$  jours
- **Nombre des pannes de chaque intervalle  $\Delta T$  :**

**Tableau III.8:** Nombre des pannes de chaque intervalle

intervalle $\Delta T$ (jrs) <sup>a</sup>	n des pannes (ni)
0 jusqu'à 13	7
13 jusu'à 26	5
26 jusqu'à 39	4
39 jusqu'à 52	3
52 jusqu'à 65	3

- **Récapitulatif des données de fonctionnement :**

**Tableau III.9:** Récapitulatif des données de fonctionnement

$\Delta T$	[0-13]	[13-26]	[26-39]	[39-52]	[52-65]
<b>Nombre de panne (n)</b>	7	5	4	3	3
<b>ni(MOY)</b>	4	10	14	17	21
<b>R(t MOY) %</b>	81.81	54.54	36.36	18.81	4.54
<b>F(t MOY) %</b>	18.18	45.45	63.63	77.72	94.45
<b>f(t MOY)</b>	0.024	0.017	0.013	0.010	0.010
<b><math>\lambda</math>(t MOY)</b>	0.029	0.031	0.036	0.056	0.22

**R(t) :** fiabilité

**f(t) :** densité de probabilité

**F(t) :** défaillance

**$\lambda$ (t) :** taux de défaillance



## *Conclusion*

---

L'étude présentée nous permet d'approfondir nos connaissances dans les domaines des équipements mécanique de forage en générale et sur des organes essentiels dans ce domaine qui sont les systèmes de levage, pompage et accumulateur.

Les pompes et treuil de forage sont les consommateurs principaux de la puissance consommée par l'installation de forage, ils fonctionnent dans des conditions difficiles.

D'après l'étude que nous avons effectuée, nous pouvons retenir les conclusions suivantes :

- Au bout d'une installation de la pompe, treuil et top drive, nous a permis de connaître les différents éléments de construction, avec leur fonctionnement, et différents circuits de graissage, refroidissement et sécurité.
- Le top drive offert une rapidité de l'exécution des opérations de forage par rapport au système conventionnel ce qui réduit le temps de forage et qui vent un gain d'argent.
- Les opérations de maintenance pour le top drive n'est pas multiple car cet équipement très compliqué par rapport le pompe à boue et treuil de forage
- Après l'étude comparative de fiabilité de la Top drive (Varco TDS-11) il 'est exposé a des nombreuses pannes a des petits intervalles de temps.

La panne nombreuse impose un long temps de réparation et une possibilité l'arrêté de travail qui produire un coût supplémentaire.

- Durant le fonctionnement, les opérations de visite et de remplacement des pièces à usure rapide est nécessaire pour augmenter la longévité et la fiabilité de la machine.
- Au cours de l'étude de la maintenance effectuée nous avons constaté que pour assurer une grande durée de vie des installations mécaniques, il faut suivre deux voies de maintenance :
  - Maintenance préventive : qui consiste à suivre les opérations d'entretien périodiques (journalières, hebdomadaires, mensuelles, semestrielles).
  - Maintenance corrective : qui se présente comme dépannage, réparation, révision.

Ce mémoire nous permis d'apprendre et d'enrichir nos connaissances sur la sonde de forage et aussi sur la maintenance des équipements mécanique et leurs fonctions.

1. « Le forage d'aujourd'hui ; 2<sup>ème</sup> partie », Publications de l'institut français du pétrole.
2. «Le forage» J.P. NGUYEN - Institut Français de Pétrole (1993).
3. TOM 1,2,3,4 division forage SONATRACH
4. Document IFP France –institut de pétrole
5. « Forage rotary; les circuits hydraulique », P.MOTARD,.
6. « Le forage rotary; textes », Jean NOUGAROU,
7. « Le forage rotary; planches », Jean NOUGAROU,
8. Documente de centre de formation ENTP (stage pratique), décembre 2012
9. Documente de centre de formation ENAFOR (stage pratique), MARS 2013
10. SEBOUAI MAHMOUD "Etude du treuil de forage OIL WELL 840<sup>E</sup> " mémoire de fin d'étude de l'ingénieria. juin 2008
11. « la maintenance industrielle », CHAIB Rachid, édition université MENTOURI de Constantine, 2003/2004.
12. Guide de la maintenance D. BOITEL C. HAZARD.
13. document maintenance des équipements pétrolier ,Abbes hadj Abbes ,département de forage
14. DERDOURI A-ABAIDI Ahmed A " DESCRIPTION ET ETUDE DES INDECATEURS DE MAINTENANCE DE TOP DRIVE TDS-11" ;2016
15. DERDOURI.A-ABAIDI Ahmed. A " DESCRIPTION ET ETUDE DES INDECATEURS DE MAINTENANCE DE TOP DRIVE TDS-11" ;2016