

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE M'HAMED BOUGARA BOUMERDES

**Faculté de Technologie**  
**Département Génie Mécanique**  
**Mémoire de Master**

**Filière : Electromécanique**  
**Spécialité : Maintenance Industrielle**

**THEME**

**LA MAINTENANCE, SECURITE ET ENVIRONNEMENT DE  
LA POMPE DE BOUE DE FORAGE**

Présenté par :

**BOUCHENEBA Faouzi**

**DIF Mohamad Amine**

Promoteur :

**M<sup>me</sup> BAHLOUL Hassiba**

**2022/2023**

## *REMERCIEMENT*

*Nous tenons à exprimer notre gratitude à notre encadrant, M<sup>me</sup> BAHLOUL, pour sa patience à notre égard, ainsi que la confiance qu'elle nous a témoignée, ce qui a été une incitation à accomplir ce travail.*

*Nous remercions les membres du jury qui nous ont fait l'honneur de leur participation à l'examen de nos travaux.*

*Nous remercions également tout le personnel de l'Université de BOUMERDES, ainsi que les ouvriers et ingénieurs de l'Université de BOUMERDES.*

*Sans oublier La Fondation ENAFOR pour leur bon traitement à notre égard et l'enrichissement de nos informations par leur expérience dans le domaine du forage*

*Enfin, nous exprimons notre gratitude à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ce travail.*

## *Dédicace*

***Nous dédions cet humble travail à :***

***Toute la famille qui nous a soutenu et soutenu en toutes  
circonstances***

***Nos chères mères et nos chers pères ont sacrifié leur vie  
pour nous***

***Nous chers amis Boumedine Abdallah et Belhadj Abdel Aziz***

***Tous les professeurs et enseignants de notre parcours  
académique***

***Tous les professeurs du Département de génie mécanique***

***Tous les collègues sont dans le domaine de la maintenance  
industrielle***



## Résumé

L'installation de forage dispose d'un système de circulation de fluide, généralement de boue, Il est de différentes natures pour absorber la chaleur dégagée lors du frottement de l'outil de gravure de roches et remonter des morceaux de roche à la surface en les recyclant. Ceci est remarquable.

La circulation nécessite l'utilisation d'une pompe volumétrique, également connue sous le nom de pompe à lisier, Cela garantit un débit et une pression élevés.

Le but de notre mémoire est d'étudier le système de circulation des fluides de forage et les équipements de pompage, en particulier l'étude de la pompe à boue et comment la maintenir dans un environnement sans risque pour les travailleurs et l'environnement.

**Mots clés :** pompe volumétrique, forage, maintenance, environnement, technique

## Abstract

The drilling rig has a system for circulating fluid, usually mud. It is of different natures to absorb the heat released during the friction of the rock engraving tool and bring pieces of rock to the surface by recycling them. This is remarkable.

Circulation requires the use of a positive displacement pump, also known as a slurry pump. This guarantees high flow and pressure.

The purpose of our thesis is to study the drilling fluid circulation system and pumping equipment, in particular the study of the mud pump and how to maintain it in an environment without risk to workers and the environment.

**Keyword :** volumétrique pump, drillent, maintenance, environnement, technique

## ملخص

جهاز الحفر لديه نظام لتدوير السائل ، و عادة ما يكون الطين إنها ذات طبيعة مختلفة لامتناس الحرارة المنبعثة أثناء احتكاك أداة نقش الصخور وإحضار قطع من الصخور إلى السطح عن طريق إعادة تدويرها يتطلب الدوران استخدام مضخة إزاحة موجبة، تُعرف أيضًا باسم مضخة الطين هذا يضمن تدفق وضغط عالي الغرض من أطروحتنا هو دراسة نظام دوران سائل الحفر ومعدات الضخ ، ولا سيما دراسة مضخة الطين وكيفية صيانتها في بيئة خالية من المخاطر على العمال والبيئة.

**كلمات مفتاحية:** مضخة حجمية ، حفر ، صيانة ، بيئة ، تقنية

# Sommaire

<b>TABLEAU DU FIGURE</b> .....	1
<b>Introduction générale</b> .....	2
<b>Chapitre I : Présentation du champ pétrolier HMD</b> .....	3
I.1    Entreprise Nationale de Forage ENAFOR .....	3
I.1.1    Historique du champ de " HASSI MESSAOUD " .....	3
I.1.2    Situation Géographique.....	3
I.1.3    Historique de l'ENAFOR.....	4
I.1.4    Développement de l'entreprise dans 40 ans de travail: .....	5
I.2    Présentation de chantier E.NA.FOR # 04 .....	5
I.2.1    Implantation géographique de chantier ENAFOR # 04 .....	5
I.2.2    Organigramme de l'ENAFOR .....	6
I.2.3    Approvisionnement .....	6
I.2.4    Éléments constitutives de l'installation .....	6
<b>Conclusion</b> .....	7
<b>Chapitre II : LES OUTILS DE FORAGE</b> .....	8
Introduction .....	8
II.1    Principe du forage rotatif .....	8
II.2    Description d'un appareil de forage .....	9
II.2.1    Fonction Levage .....	10
II.3    Les substructures.....	11
II.3.1    La mécanique de levage .....	11
II.3.2    Fonction Rotation .....	14
II.3.3    Fonction pompage .....	15
II.4    Différents circuits du système de circulation .....	16
II.4.1    Circuit à basse pression .....	16
II.4.2    Circuit à haute pression .....	16
II.5    Équipement pour préparer le fluide de forage .....	17
II.5.1    Le stockage des pulvérulents.....	17
II.5.2    Stockage de la boue.....	17
II.5.3    Le mélangeur.....	18
II.5.4    L'agitateur .....	18
II.6    Fonction motrice et transmission .....	19

II.6.1	Les sources d'énergie .....	19
II.7	Fonction de sécurité .....	20
<b>Conclusion.....</b>		<b>21</b>
<b>CHAPITRE III : ETUDE TECHNIQUE DE LA POMPE A BOUE 12P160 .....</b>		<b>22</b>
Introduction .....		22
III.1	Étude technologique de la pompe National-Oil-Well12P160 .....	22
III.1.1	Présentation de la pompe a boue 12P160.....	22
a.Entraînement par moteurs électriques.....		28
b.Entraînement par poulies et courroies.....		28
III.2	Moteur électrique .....	29
III.2.1	Définition .....	29
III.2.2	Constitution de moteur à courant continu .....	29
III.2.3	Avantages et inconvénients de moteur à courant continu .....	30
III.2.4	Moteur à courant alternatif (moteur asynchrone).....	30
III.2.5	Principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone.....	30
III.3	La partie hydraulique .....	31
III.3.1	Refroidissement de la pompe à boue 12P160 .....	33
III.4	Annexes de la pompe à boue.....	33
III.4.1	Les amortisseurs de pulsations .....	34
III.4.2	Amortisseur de pulsations type "HYDRIL" .....	35
III.4.3	Soupape de décharge ou de sécurité.....	36
III.5	Principe de fonctionnement .....	36
III.5.1	Mise en série des deux pompes .....	37
III.5.2	Mise en parallèle de deux pompes .....	37
III.6	La mise en marche et arrêt de la pompe .....	38
III.7	Conditions de fonctionnement de la pompe à boue .....	38
<b>Conclusion.....</b>		<b>39</b>
<b>CHAPITRE IV : MAINTENANCE DE LA POMPE OIL-WELL 12P160 .....</b>		<b>40</b>
Introduction .....		40
IV.1	Généralités sur la maintenance des machines industrielles.....	40
IV.1.1	Définition de la maintenance.....	40
IV.1.2	Objectifs et importance de la maintenance .....	40
IV.1.3	Types de maintenance .....	40
IV.1.4	Les opérations de la maintenance.....	43

IV.2	Maintenance de la pompe « national Oil-Well 12P160 » .....	45
IV.2.1	Maintenance préventive .....	45
IV.2.2	Maintenance corrective .....	46
IV.3	Entretien au niveau du chantier.....	46
IV.4	Pannes de la pompe à boue et leurs remèdes .....	47
IV.5	Operations de réparation des pompes à boue .....	50
IV.5.1	Définition .....	50
IV.5.2	Réparation apportée à la pompe à boue .....	50
IV.5.3	Méthode de lancement des travaux de réparation de la pompe à boue .....	51
IV.6	Montage et démontage de la pompe à boue .....	52
IV.6.1	Démontage de la pompe à boue .....	52
IV.6.2	Remontage de la pompe à boue.....	53
IV.7	Anomalies de fonctionnement .....	53
IV.7.1	Bruits anormaux .....	53
<b>Conclusion.....</b>		<b>57</b>
<b>Chapitre V : Sécurité et Environnement .....</b>		<b>58</b>
<b>Introduction .....</b>		<b>58</b>
V.1	Définitions .....	59
V.1.1	Sécurité.....	59
V.1.2	Environnement .....	59
V.1.3	Danger .....	59
V.1.4	Risque.....	59
V.1.5	Accident .....	59
V.2	Sécurité dans les hydrocarbures .....	59
V.2.1	Sécurité du personnel .....	59
V.2.2	Dangers et risques liés au forage.....	60
V.2.3	Prévention.....	60
V.2.4	Sécurité des chantiers de forage .....	61
V.3	Sécurité de l'environnement due aux hydrocarbures .....	62
V.4	Recommandation. ....	62
V.5	L'impact de l'activité de forage sur l'environnement .....	63
V.6	Protection contre l'incendie .....	64
V.6.1	Équipements .....	64
V.6.2	Prévention.....	64

V.6.3	Interventions .....	65
V.7	La maîtrise du feu .....	65
V.7.1	Sécurité apportée à la pompe à boue et circuit haute pression .....	65
V.8	Quartier de boue .....	67
Conclusion.....		68
Conclusion générale .....		69
Références Bibliographiques.....		70

TABLEAU DU FIGURE

FIGURE 1 : <i>LE CHAMP DE HASSI MESSAOUD</i> .....	3
FIGURE 2: <i>SITUATION GEOGRAPHIQUE DE CHAMP</i> .....	4
FIGURE 3: <i>LOGO D'ENTREPRISE ENAFOR</i> .....	5
FIGURE 4: <i>ORGANIGRAMME DE L'ENAFOR</i> .....	6
FIGURE 5: <i>LE TREUIL DE FORAGE</i> .....	11
FIGURE 6 : <i>LES SYSTEMES DE MOUFLAGE</i> .....	12
FIGURE 7: <i>LE CABLES DE FORAGE</i> .....	13
FIGURE 8: <i>LE CROCHET DE LEVAGE</i> .....	14
FIGURE 9: <i>MATERIELS ANNEXE DE LEVAGE</i> .....	14
FIGURE 10 <i>LA TABLE DE ROTATIO</i> .....	15
FIGURE 12: <i>LES POMPES DE FORAGE</i> .....	15
FIGURE 11: <i>LA TETE D'INJECTION</i> .....	16
FIGURE 13: <i>LE STOCKAGE DE LA BOUE</i> .....	18
<i>FIGURE 14: LE MELANGEUR</i> .....	18
<i>FIGURE 15:L'AGITATEUR</i> .....	19
FIGURE 16: <i>GROUPE ELECTROGENE CATERPILLAR</i> .....	20
FIGURE 17: <i>LA CHAMBRE ELECTRIQUE SCR</i> .....	20
FIGURE 18: <i>L'OBTURATEUR DE SECURITE B . O . P</i> .....	21
FIGURE 19: <i>MODULE ACCUMULATEURS</i> .....	21
FIGURE 20: <i>COMPOSANTS DE LA POMPE</i> .....	23
FIGURE 21: <i>LES COMPOSANTS MECANIQUE</i> .....	24
FIGURE 22: <i>L'ARBRE GRANDE VITESSE</i> .....	25
FIGURE 23: <i>L'ARBRE PETITE VITESSE OU VILEBREQUIN</i> .....	25
FIGURE 24: <i>BIELLE - MANIVELLE</i> .....	26
FIGURE 25: <i>LA CROSSE ET LA RALLONGE DE CROSSE</i> .....	26
FIGURE 26: <i>LE BATI ET CARTER</i> .....	27
FIGURE 27: <i>LES ROULEMENTS DES BIELLES</i> .....	27
FIGURE 28: <i>LES POULIES ET COURROIES</i> .....	29
FIGURE 29 : <i>LE CORPS HYDRAULIQUE</i> .....	31
FIGURE 30 : <i>LE PISTON ET LA TIGE DE PISTON</i> .....	32
FIGURE 31: <i>LES CHEMISES</i> .....	33
FIGURE 32 : <i>LES AMORTISSEURS DE PULSATIONS SUR L'ASPIRATION</i> .....	34
FIGURE 33: <i>Amortisseur de pulsations sur le refoulement</i> .....	35
FIGURE 34: <i>L' amortisseur de pulsations</i> .....	35
FIGURE 35: <i>Le Soupape de cherge ou de securite</i> .....	36
FIGURE 36: <i>Le principe fonctionnement de chaque cylindre</i> .....	37

### Introduction générale

Le pétrole et le gaz jouent un rôle fondamental dans l'économie nationale, car ils constituent la plus importante source d'énergie et de revenu national. Pour exploiter ces ressources souterraines, des prospections et des forages sont effectués, ce qui est un processus très sensible et coûteux dans le processus d'exploitation de cette énergie.

L'objectif prioritaire des foreurs est de creuser un trou, selon le programme qui leur est proposé, au meilleur coût possible dans les meilleures conditions techniques, afin d'éviter tout accident ou erreur. Le travail de forage de puits de pétrole et de gaz est le plus difficile de l'industrie pétrolière et nécessite beaucoup de main-d'œuvre et de matériaux divers et nécessite des investissements importants dans ce domaine.

Dans l'installation de forage, il existe un système de circulation du liquide, qui est généralement de la boue de nature différente pour absorber la chaleur émise lors du frottement de l'outil de forage avec les roches et remonter les résidus de forage des roches et minéraux à la surface en faisant circuler le limon en boucle fermée.

Le présent travail est structuré comme suit :

**Chapitre 1 :** Dans le premier chapitre, nous avons évoqué la situation géographique, l'histoire de l'entreprise et son développement au cours des quarante dernières années, ses composantes les plus importantes en tant qu'entreprise nationale.

**Chapitre2 :** Dans le deuxième chapitre, nous avons abordé la description des forages nécessaires et importants. Outils pour effectuer le forage ou la réparation d'un puits.

**Chapitre3:** Dans le troisième chapitre, nous nous sommes consacrés à l'étude d'une partie importante de l'équipement de forage.

**Chapitre4:** Quant au quatrième chapitre, nous avons étudié les défauts les plus importants possibles, méthodes pour les surmonter, et les recommandations les plus importantes pour l'entretien de cette machine, selon le type de panne et son degré de complexité.

**Chapitre5:** Enfin, le cinquième chapitre, où nous avons étudié les moyens de sécurité publique pour protéger les véhicules, le personnel, et l'environnement.



**Chapitre I**  
Présentation du champ pétrolier  
HMD

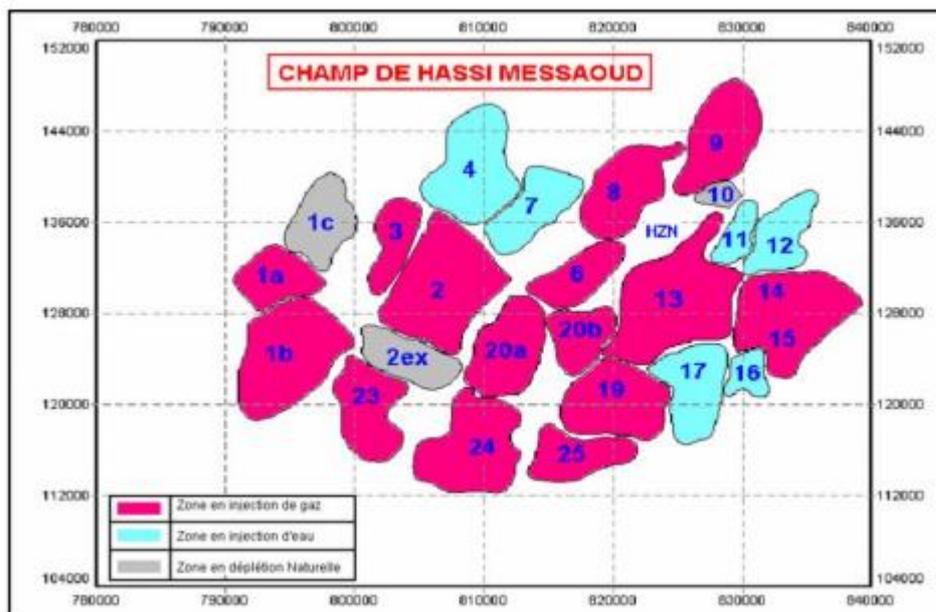


## I.1 Entreprise Nationale de Forage ENAFOR [2]

### I.1.1 Historique du champ de " HASSI MESSAOUD "

Le champ " HASSI MESSAOUD ", l'un des plus grands au monde, couvre une superficie d'environ 2500 km<sup>2</sup>. Le premier puits de HMD, découvert en 1956 et mis en production générale en 1958, rencontra du pétrole en mai 1957, exactement à 7 km au nord/nord-est de HMD, à une profondeur de 3338 m. Le champ de HASSI MESSAOUD est divisé en 25 puits dits.

Les zones de production à débit variable sont relativement indépendantes et correspondent à une succession de puits communiquant entre eux et se comportant de la même manière vis-à-vis de la pression du réservoir. Les puits situés dans la même zone produisent collectivement une quantité définie de pétrole sur le site.



E

**Figure 1 : Le champ de HASSI MESSAOUD**

### I.1.2 Situation Géographique[3]

Le champ de " HASSI MESSAOUD" se situe à 850km sud / sud-est de l'Algérie et à 350km de la frontière tunisienne, sa localisation en coordonnées Lambert sud Algérie est la suivante :

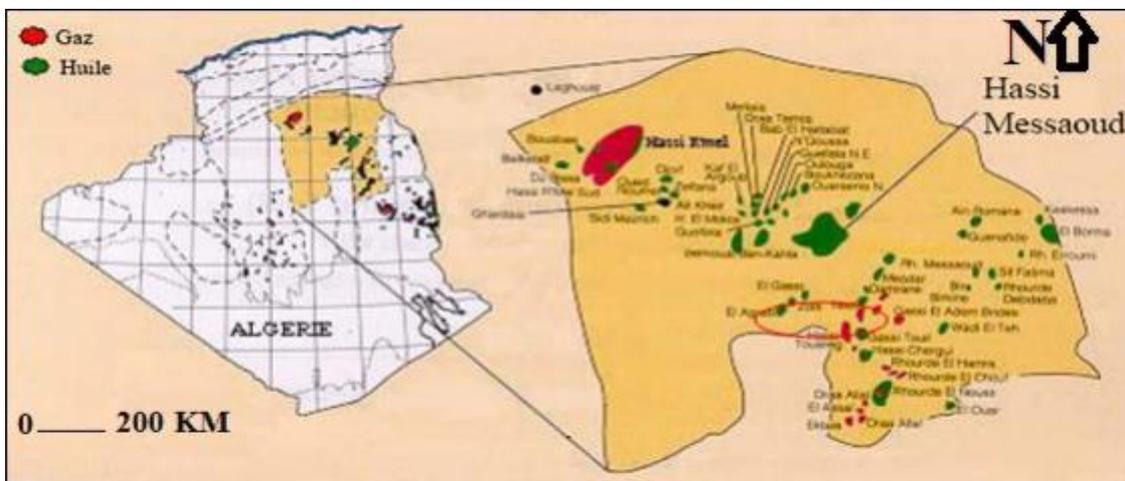
$$X= 790000 - 840000 \text{ m}$$

$$Y= 110000 - 150000 \text{ m}$$

Il est limité :

- Au Nord-Ouest par le gisement d'Ouargla [Gellala, Benkahla, Hao-Berkaoui].

- Au Sud-Ouest par les gisements d'[El Gassi, Zotti et El Agreb]
- Au Sud-est par le gisement de [Rhourd El bagual, Masdar].
- Au Nord-Est par le gisement de [ Rh Chegga]



**Figure 2:** Situation Géographique de champ

### I.1.3 Historique de l'ENAFOR

ENAFOR Après la réorganisation de SONATRACH, l'ENAFOR a été créée par décret n° 81-170 du 1er août 1981 et instituée le 1er janvier 1982 par arrêté interministériel du 31 décembre 1981 avec l'entrée en vigueur de l'ENAFOR do Part SONATRACH forage capacités.

L'ENAFOR a ainsi repris l'ensemble des moyens humains, matériels et infrastructurels d'ALFOR (filiale de SONATRACH) ainsi que les plateformes de forage de SONATRACH confiées à ALFOR dans le cadre de l'assistance et de la gestion. En mars 1998, SONATRACH a acquis jusqu'à 51% du capital social d'ENAFOR.

ENAFOR a utilisé plus de trente ans d'expertise technique en forage pour forer pour SONATRACH et pour des opérateurs étrangers utilisant les collaborateurs étrangers de SONATRACH (Anadarko, Arco, Mobil, BP.).



**Figure 3:** Logo d'entreprise ENAFOR

**I.1.4 Développement de l'entreprise dans 40 ans de travail:**

- Améliorer et développer en permanence sa capacité opérationnelle en achetant de nouvelles installations de production, en enrichissant son parc qui est passé d'une seule pièce d'équipement en 1966 à 36 en 2008.
- Mettre en place le système de communication interne ERP (planification des ressources d'entreprise).
- Renforcer sa position d'opérateur performant au sein du groupe SONATRACH en captant une part de marché significative auprès des compagnies pétrolières internationales, affiliées à SONATRACH.
- Se dote d'une logistique et d'infrastructures de pointe pour répondre aux besoins d'entretien et de rénovation de ses installations de forage et de sa flotte de transport.
- Accédez aux dernières technologies dans leur domaine en maîtrisant le Top Drive, le SCR, le semoir horizontal et le semoir équilibré.
- Améliorer en permanence le cadre et les conditions de vie et de travail des salariés, par la construction d'infrastructures de base modernes, pour répondre aux aspirations des salariés.

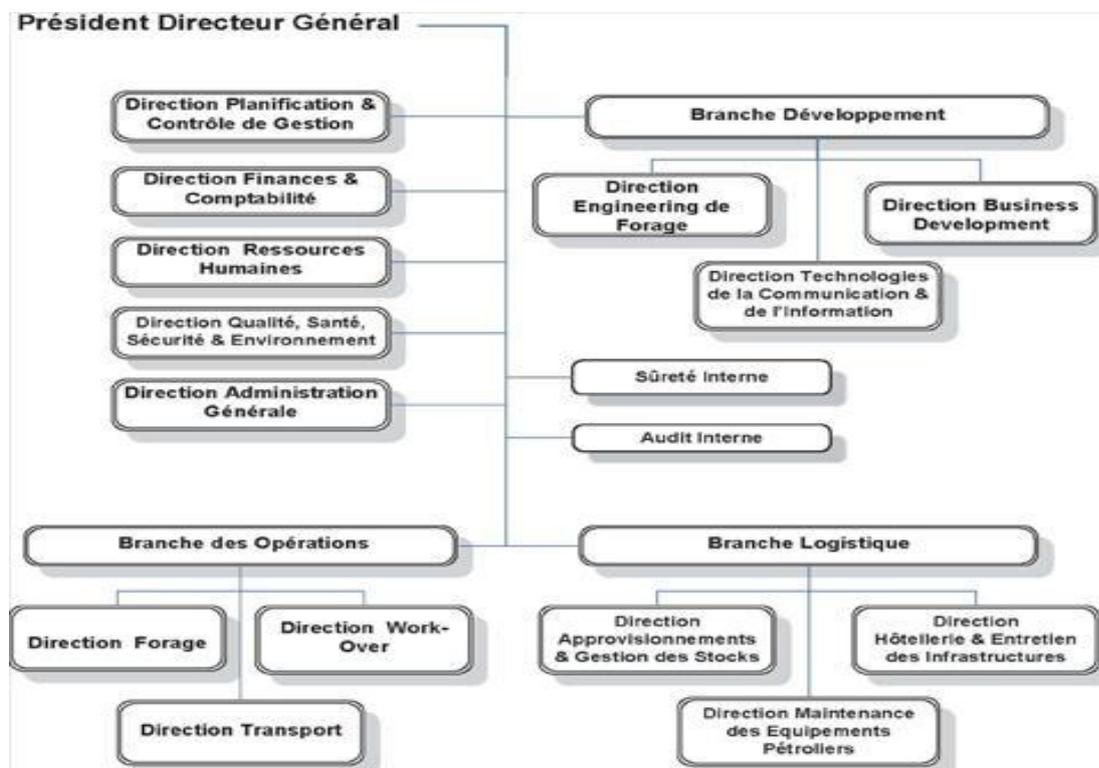
**I.2 Présentation de chantier E.NA.FOR # 04 [11]****I.2.1 Implantation géographique de chantier ENAFOR # 04**

ENFOR#04 : est un chantier de forage parmi les 31 chantiers d'entreprise nationale de forage, sa mise en marche opérationnelle débute en 1999 et elle put fait les opérations de maintenance pour 36 puits, du 1999 jusqu'au 2008 avec un bon rendement et moins accidents et sans dégât aussi. Actuellement Le chantier ENAFOR # 04 est situé à 130 km au Nord-Est de la ville de HASSI MESSAOUD, ENAFOR # 04 travail a compte de SONATRACH Division de Production (région de HAUD DE BERKAOUI).

L'effectif de ce chantier est de 97 personnes travaillons au rythme de 04 semaines de travail pour 04 semaines de congé.

### I.2.2 Organigramme de l'ENAFOR

L'organigramme de l'entreprise se présente selon la forme définie par la figure :



**Figure 4:** Organigramme de l'ENAFOR

### I.2.3 Approvisionnement

L'ensemble de la chaîne de production est assuré par l'entreprise, pour cela elle dispose des moyens humains et infrastructures de stockage pour les :

- Equipements Forage.
- Pièces de Rechanges.

Equipements Divers Infrastructures :

ENAFOR possède, à HASSI MESSAOUD, des installations servant de support pour tous ses chantiers (Forage ou Work Over).

### I.2.4 Eléments constitutives de l'installation

- une base pour son administration Siège social à HASSI MESSAOUD.
- Base Résidentielle.
- bases opérationnelles : Forage, Work Over, Transport, Base Equipements Tubulaire.
- atelier Mécaniques, Ateliers Usinage, Atelier Réparation, Equipements Electriques.
- ateliers pour la maintenance et les réparations de son parc appareil

- ateliers pour la maintenance et les réparations de son parc de véhicules Roulants ; véhicules légers mais surtout sa flotte de camions lourds spécialement conçus pour les DTM (Démontage, Transport & Montage) en zone désertique des Chantiers de forage.

**Conclusion**

Malgré les conditions naturelles difficiles de la région, HASSI MESSAOUD se trouve sur l'un des plus grands réservoirs de pétrole et de gaz d'Afrique, ce qui en fait d'elle une destination pour les plus grandes entreprises d'exploration et de découverte de champs pétrolifères, elle représente le réservoir de brut l'Algérie.



## **Chapitre II**

### **LES OUTILS DE FORAGE**



## Introduction

Les techniques d'exploitation pétrolière recouvrent un ensemble de spécialités qui peuvent être regroupées dans les trois activités principales suivantes :

- Le gisement ;
- Le forage ;
- La production.

Ces activités sont interdépendantes, les études, les travaux et les opérations entraînées par l'exploitation pétrolière font appel à de nombreux spécialistes des sociétés opératrices, de services ou des fournisseurs de matériels.

Dans le matériel actuel, les installations de forage sont les appareils les plus complexes. Selon leur destination, elles se divisent en trois catégories principales :

- Les installations de forage d'exploitation et les installations de forage de recherche à grande profondeur.
- Les installations de forage de reconnaissance géologique et les installations de sondage de prospection.
- Les installations de forage auxiliaires employées pour les essais, la complétion et la réparation capitale des puits.

Il existe deux procédés de forage ; le forage par percussion et le forage par rotation. Le procédé le plus utilisé de nos jours dans les recherches de pétrole est le forage rotary, car il permet d'obtenir les meilleures vitesses d'avancement et, surtout, d'atteindre des profondeurs élevées.

### II.1 Principe du forage rotatif [4]

La méthode rotary consiste à utiliser des trépan à dents tricône ou des trépan monoblocs comme les outils à diamant, sur lesquels on applique une force procurée par un poids tout en les entraînant en rotation. L'avantage de cette technique est de pouvoir injecter en continu un fluide au niveau de l'outil destructif de la formation pour emporter les débris hors du trou grâce au courant ascensionnel de ce fluide vers la surface.

La sonde de forage rotary est l'appareillage nécessaire à la réalisation des trois fonctions suivantes :

- Rotation de l'outil ;
- Injection d'un fluide.

Ce sont les masses tiges qui vissées au-dessus de l'outil, appuient sur celui-ci ; ces masses tiges prolongées jusqu'en surface par des tiges, constituent la garniture de forage. Elle est mise en rotation dans son ensemble grâce à la table de rotation et par l'intermédiaire de la tige d'entraînement.

La totalité de la garniture de forage est percée en son centre afin de canaliser le fluide de forage vers l'outil, un joint rotatif étanche "tête d'injection" doit couronner la tige d'entraînement et permettre la liaison entre la conduite de refoulement des pompes de forage et l'intérieure de la garniture.

Un appareil de forage est nécessaire pour soutenir le poids de la garniture et manœuvrer celle-ci :c'est le rôle du derrick, du crochet de forage et du treuil.

L'appareil de forage est complété d'une installation nécessaire aux traitements du fluide de retour en surface, d'un stockage de tubulaires et des abris de chantier.

## II.2 Description d'un appareil de forage [5]

L'appareil de forage ou plus globalement le chantier de forage est constitué d'un ensemble d'équipements des techniques opératoires et un personnel très qualifié.

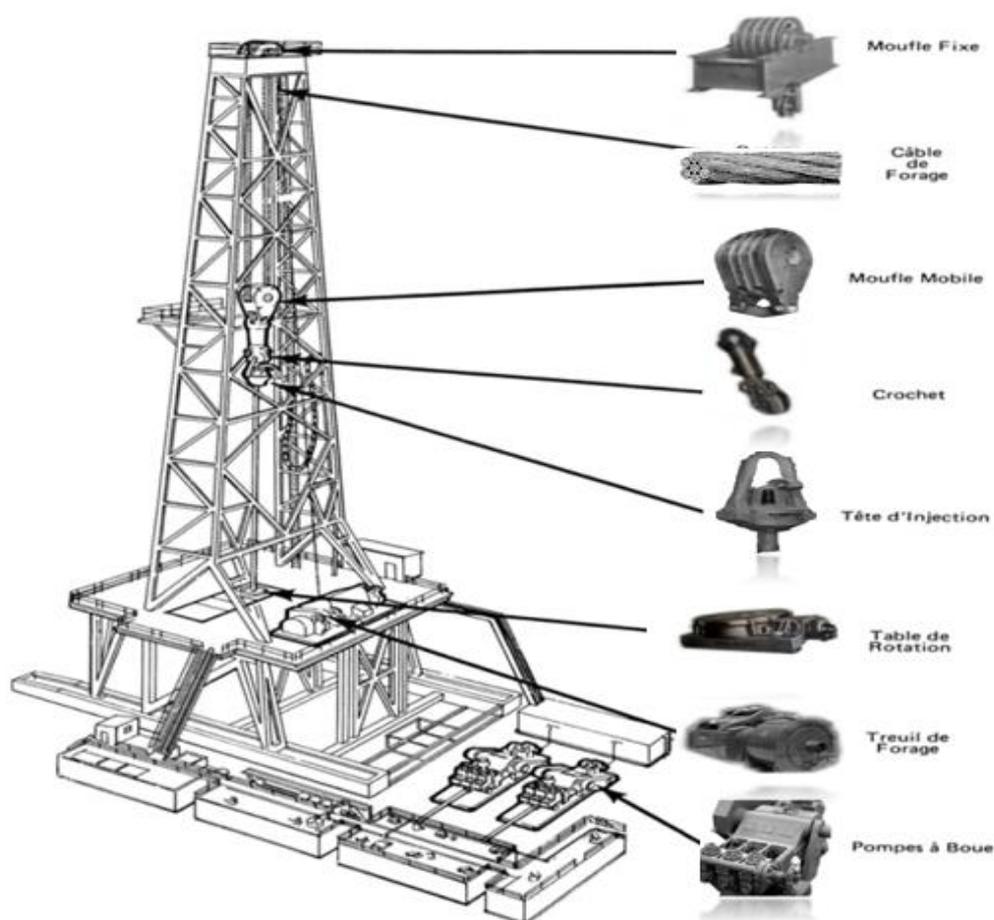
Montre les différents organes constituant un appareil de forage standard.

On classe généralement les appareils de forage rotary en quatre catégories qui sont définies par les profondeurs limites qu'ils peuvent atteindre avec des tiges 4 1/2". On distingue :

- Les appareils légers : pour les profondeurs inférieures à 1200 m qui sont le plus souvent portables ou semi-portables.
- Les appareils moyens : pour les profondeurs comprises entre 1200 et 2500 m.
- Les appareils lourds : pour les profondeurs comprises entre 2500 et 4000 m.
- Les appareils ultras- lourds : pour les profondeurs supérieures à 4000 m.

L'installation de l'appareil de forage est formée par un ensemble des équipements complexes comprenant des mécanismes liés entre eux pour accomplir une fonction bien déterminée dite forage d'un puits.

Les principaux éléments d'un appareil de forage sont :



**Figure 5:** Description simplifiée d'un appareil de forage

### II.2.1 Fonction Levage [8]

Cette fonction sert à assurer les manœuvres de descente et de remontée. Elle est principalement composée de :

#### A. Structure de la tour de forage :

Il existe trois grandes catégories de structures : la tour, le mât et le mât haubané monté sur une remorque, ces structures ont des caractéristiques techniques spécifiques qui ont un rôle commun pendant le forage.

- **La tour** : C'est la plus ancienne forme qui dérive de la tour construite en bois. Elle est en forme de pyramide très pointue, dont les quatre pieds s'appuient sur les sommets d'un carré, cette surface sera le plancher de travail.
- **Le mât** Le mât est une structure en forme de A très pointu. Il a la particularité d'être articulé à sa base ce qui lui permet d'être assemblé ou démonté horizontalement puis relevé en position verticale en utilisant le treuil de forage et un câble de relevage spécial.

➤ **Le mât haubané monté sur remorque**

C'est le domaine des appareils légers et des appareils spécialisés dans le work-over.

### II.3 Les substructures

Ces constructions répondant du besoin de surélévation du planché de forage pour laisser la place aux empilages de tête de puits ainsi que le BOP. Elles pouvant être indépendantes du mât de levage. La substructure comprend 4 supports métalliques principaux destinés à recevoir les 4 fers d'angle du derrick et qui reposent sur le sol par des plaques métalliques. Ces 4 supports sont reliés entre eux par des fers horizontaux et des cornières entrecroisées.

#### II.3.1 La mécanique de levage [8]

➤ **Le treuil de forage (draw work)**

Il est destiné à assurer la montée et la descente des tiges.

Le matériel de forage comprend généralement :

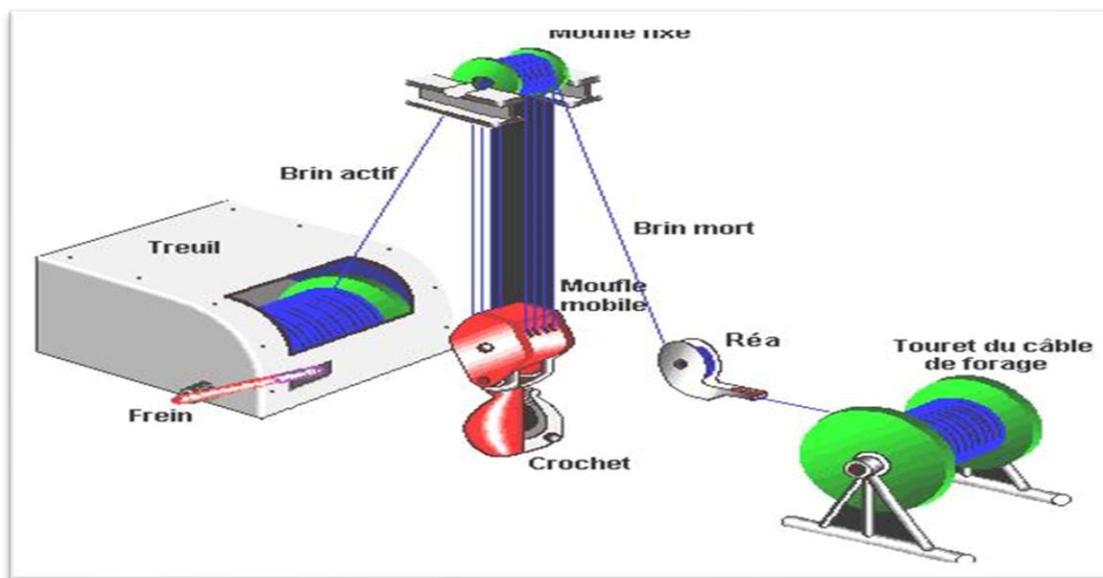
- L'arbre du tambour portant le tambour de câble avec les tambours de frein des deux côtés.
- L'arbre du treuil qui a une tête de treuil d'un côté, un treuil automatique de l'autre et le tambour de nettoyage au centre.
- Les arbres de la boîte de vitesses (arbre intermédiaire et arbre primaire).



**Figure 5:** *Le treuil de forage*

➤ **Le mouflage**

Le système de mouflage comprend essentiellement le moufle fixe, le moufle mobile et le câble de forage.



**Figure 6** : Les systèmes de mouflage

➤ **Le moufle fixe**

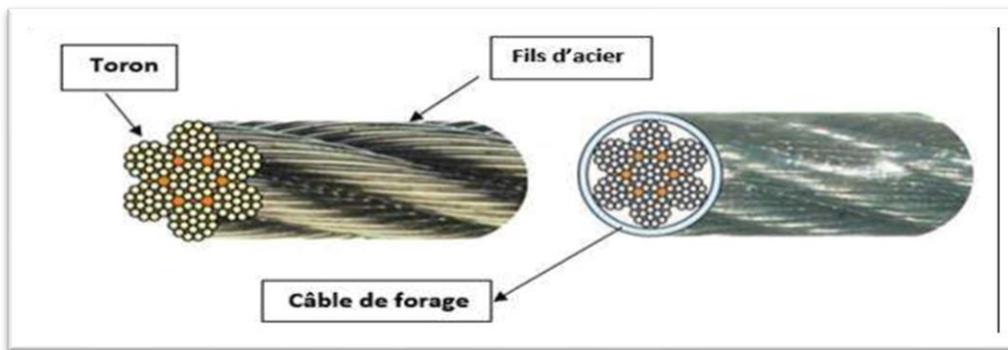
Il est composé d'une série de poulies montées généralement sur un même axe. Ces poulies sont montées folles, c'est-à-dire qu'elles peuvent tourner librement et indépendamment autour de cet axe.

➤ **Le moufle mobile**

Il est composé également d'une série de poulies montées en parallèle et folle sur un même axe. Le nombre de poulie est égale la moitié du nombre de brins.

➤ **Le câble de forage**

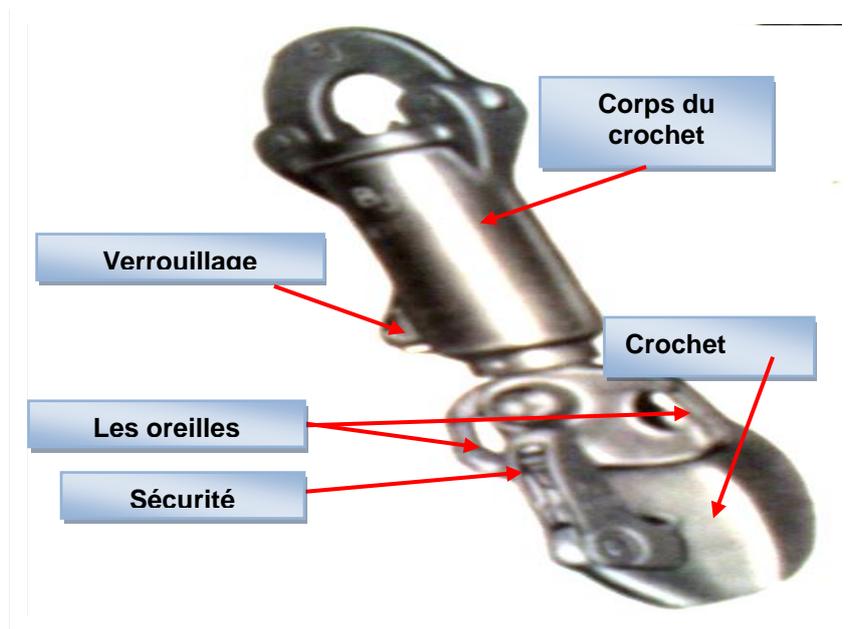
Les câbles utilisés sur l'installation de sondage sont des câbles en acier mais dont l'âme peut parfois être en chanvre. Autour de l'âme sont enroulés des torons, chacun de ces torons étant composés d'un certain nombre de fils d'acier.



**Figure 7:** *Le cables de forage*

➤ **Le crochet de levage**

Se trouve suspendu directement au moufle mobile. Un système de roulement à billes permet la rotation du crochet autour de son axe sans entrainer celle du moufle mobile. Cette rotation est néanmoins limitée en partie par un système de verrouillage. Un ressort puissant permet à chaque opération de dévissage des éléments de train de sonde un dégagement vers le haut de la partie supérieure, ce qui évite la détérioration de filetage.



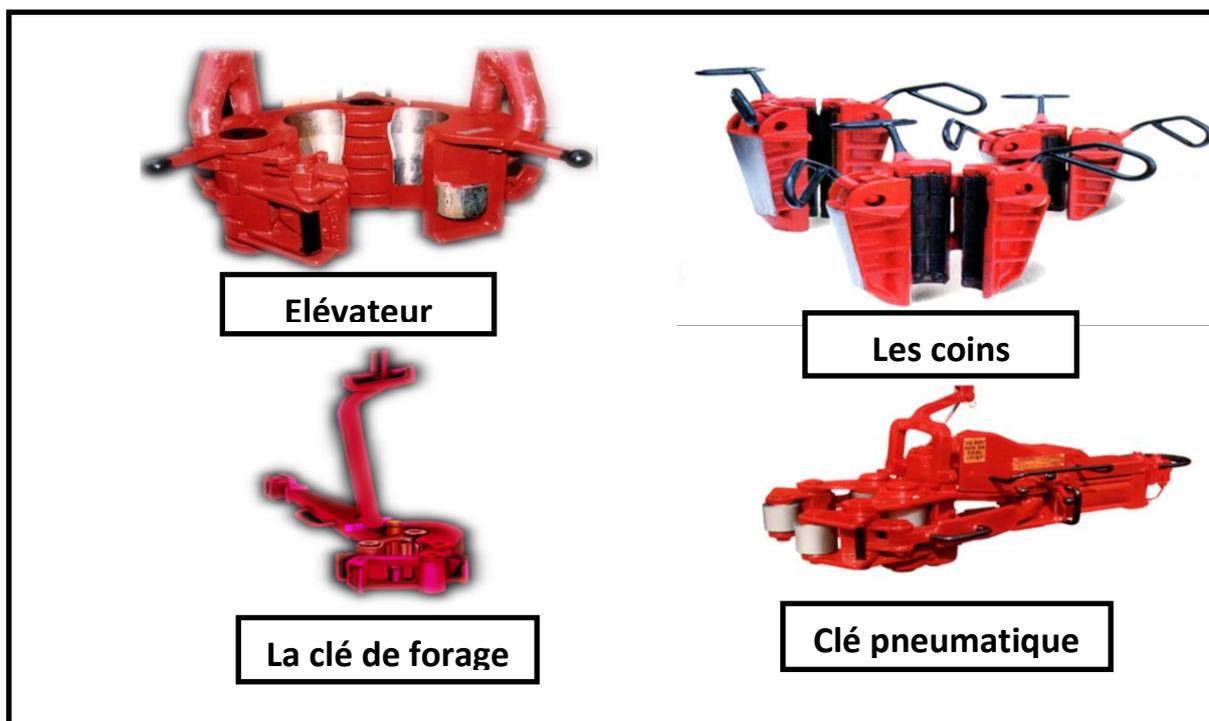
**Figure 8:** *Le crochet de levage*

**C. Les outils de plancher [8]**

- **Les élévateurs** Sont des élévateurs à butée, le joint d'outil venant buter sur la partie supérieur de l'élévateur l'orsque celui-ci soulève un élément de train de tige.
- **Les coins de retenue** Sont des élévateurs à butée, le tool-joint venant buter sur la partie supérieur de l'élévateur l'orsque celui-ci soulève un élément de train de tige.

➤ **Les clés de serrage à mâchoires**

Sont au nombre de deux. Elles sont destinées à bloquer le filetage des tool-joints après chaque vissage ou à les débloquer avant chaque dévissage.



**Figure 9:** Matériels annexe de levage

### II.3.2 Fonction Rotation [5]

➤ **La table de rotation**

Les tables de rotations sont destinées à l'entraînement d'une colonne de forage suspendue verticalement ou bien à la réception du couple moteur à réaction de la colonne, créée par le moteur d'attaque.

Une table de rotation se compose d'un bâti fixe supportant une partie mobile intérieure reposant sur la partie fixe par l'intermédiaire d'un roulement à billes principal.



**Figure 10** La table de rotatio

### II.3.3 Fonction pompage [5]

#### ➤ Les pompes de forage

Ces 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.

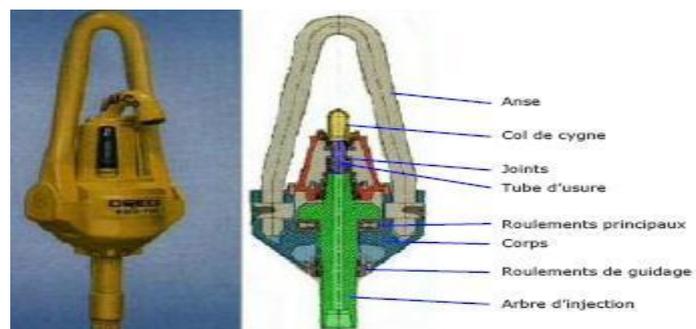


**Figure 11:** *Les pompes de forage*

#### ➤ La tête d'injection

La tête d'injection représente un mécanisme qui relie le mouflage non tournant à la partie qui tourne au cours de forage ; donc elle appartient autant à l'outillage de circulation de boue qu'à l'outillage de rotation, en effet la tête d'injection joue un double rôle :

- Permet la circulation de la boue jusqu'au trépan, animé d'un mouvement de rotation.
- Supporte le poids de la garniture pendant le forage.



**Figure 12:** *La tête d'injection*

## II.4 Différents circuits du système de circulation [5]

### II.4.1 Circuit à basse pression

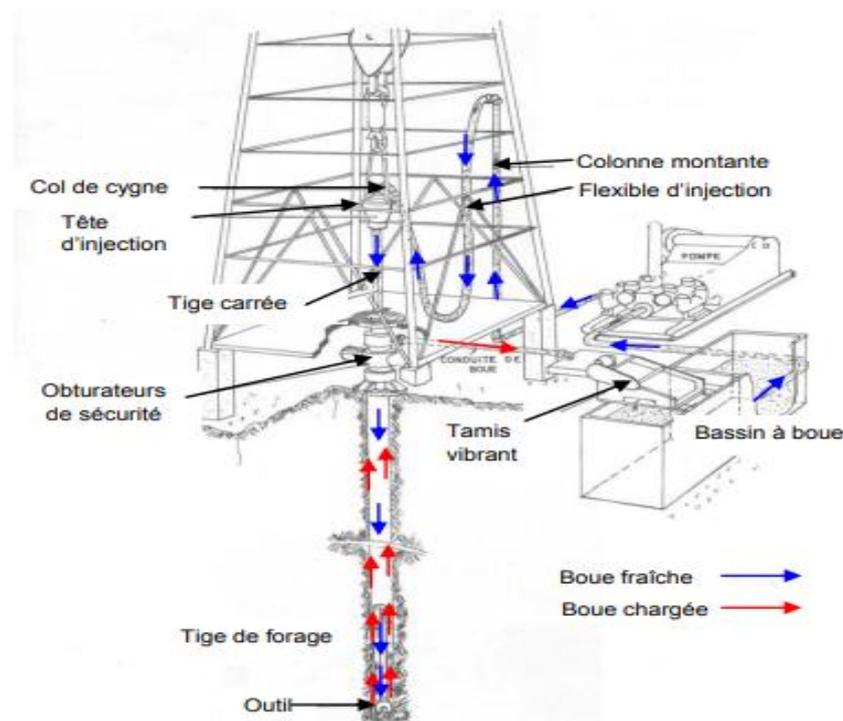
Commence de la gueule de puits jusqu'à la conduite d'aspiration des pompes de forage.

1. L'alimentation des pompes principales de forage.
2. La séparation de déblais de forage de la boue.
3. La fabrication du fluide de forage.
4. Le remplissage du puits.
5. Le nettoyage de surface autour de la boue.

### II.4.2 Circuit à haute pression

Ce circuit commence de la conduite de refoulement des pompes de forage jusqu'au raccorde fileté de la tige d'entraînement. Il comprend le matériel suivant :

- La conduite haute pression (la ligne de refoulement, la colonne montante)
- Le flexible d'injection.
- La tête d'injection.
- Amortisseur de pulsation.
- Soupape de décharge et le manifold.
- Les vannes.



**Figure 14 : Les circuits du système de circulation**

## II.5 Equipement pour préparer le fluide de forage [5]

### II.5.1 Le stockage des pulvérulents

Excepté quelques produits livrés liquides en fût (anti-mousses, produits de décoincement, additifs pour laitier de ciment), la grande majorité des produits à boue sont pulvérulents et livrés en sac.

Pour les produits chers ou dangereux, dans un environnement difficile, les sacs sont protégés par des caisses ou palettes avec enveloppe plastique et cerclage.

Pour les produits à grande consommation : Baryte, bentonite, attapulgite et ciment.

Le stockage sur chantier se fait en compartiment spéciale appelée compartiment à boue.

### II.5.2 Stockage de la boue

Suivant la profondeur, le type de puits (développement ou exploration), la taille de l'appareil de forage, etc. le stockage total en surface peut varier de 150 à 300 m<sup>3</sup>. La plupart des bassins actifs sont équipés de capteurs de niveaux ou sont jaugés par mesure directe. Ces mesures deviennent erronées en fond de bassin par suite de l'encombrement des aspirations, de leurs vannes et autres matériels.

Le bac de manœuvre est un bassin particulier de stockage qui permet le contrôle précis du remplissage du puits en cours de manœuvre. Il est en général de section étroite de telle sorte qu'à une faible variation de volume corresponde une variation sensible du niveau dans le bac.



**Figure 13:** *Le stockage de la boue*

### II.5.3 Le mélangeur

Le rôle du mélangeur peut être d'ajouter des produits chimiques qui entrent dans la composition du limon en fonction de la couche de sol et des exigences de forage spécifiées par la branche du laboratoire.



*Figure 14: le mélangeur*

### II.5.4 L'agitateur

Afin de préparer une petite quantité de liquide de forage ou maintenir ses propriétés, on se sert des agitateurs à hélice. Sur l'arbre vertical d'un tel agitateur sont montées une ou quelques hélices qui mélangent à leur rotation le liquide dans le réservoir. Les réservoirs de grandes dimensions sont munis de deux ou trois agitateurs à hélice, ce qui permet d'obtenir un liquide homogène de bonne qualité.



*Figure 15: L'agitateur*

## II.6 Fonction motrice et transmission [7]

### II.6.1 Les sources d'énergie

Depuis longtemps. La machine à vapeur a été remplacée par le moteur diesel comme source initiale d'énergie, mais on peut rencontrer également sur des plates-formes de production. L'utilisation de puissance fournie par des turbines à gaz et même parfois le raccordement du chantier de forage au réseau de distribution électrique ; mais même si ce système présente des avantages majeurs tels qu'une énergie peu coûteuse, silencieuse, il modifie le caractère autonome du chantier de forage ce qui dans beaucoup de cas est rédhibitoire. D'autant plus que le mode de fonctionnement procure des appels de puissance dont la répercussion sur le réseau de distribution n'est pas acceptable.

Les systèmes de transmissions de puissance :

#### ➤ **Transmission mécanique**

Depuis longtemps. La machine à vapeur a été remplacée par le moteur diesel comme source initiale d'énergie, mais on peut rencontrer également sur des plates-formes de production. L'utilisation de puissance fournie par des turbines à gaz et même parfois le raccordement du chantier de forage au réseau de distribution électrique ; mais même si ce système présente des avantages majeurs tels qu'une énergie peu coûteuse, silencieuse, il modifie le caractère autonome du chantier de forage ce qui dans beaucoup de cas est rédhibitoire. D'autant plus que le mode de fonctionnement procure des appels de puissance dont la répercussion sur le réseau de distribution n'est pas acceptable.



**Figure 16:** groupe électrogène Caterpillar

➤ **Transmission électrique**

Les appareils de forage utilisent le système pour la consommation d'énergie électrique qui est fournie par le moteur diesel et les génératrices, l'avènement des thyristors SCR a pour rôle le développement du système AC/DC.

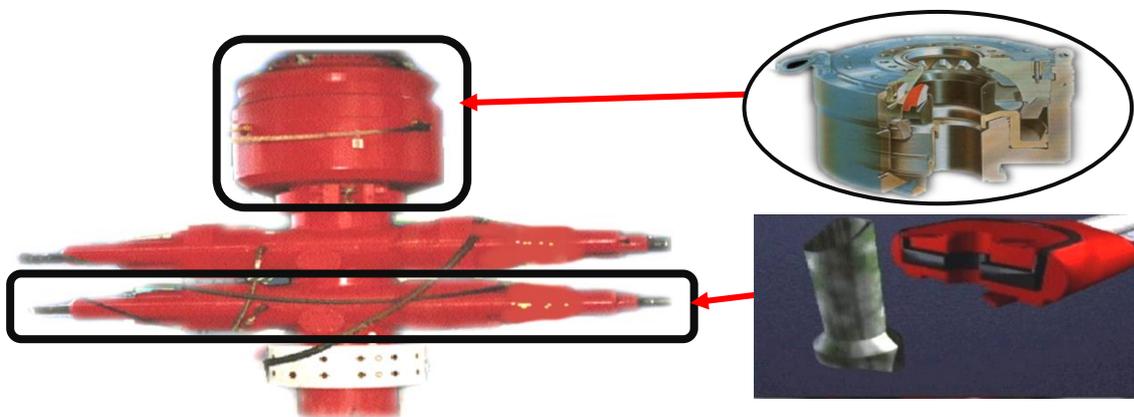


**Figure 17:** La chambre électrique SCR

## II.7 Fonction de sécurité [8]

➤ **Obturbateurs à mâchoires [rams BOP]**

Au forage des puits aux gisements où l'on suppose la présence d'une pression élevée des couches, afin d'éviter une éruption de gaz et d'huile, la tête de puits est munie de dispositifs d'étanchéité de sécurité appelés obturbateurs de sécurité (B.O.P).



**Figure 18:** L'obturbateur de sécurité B . O . P

➤ **Module accumulateurs**

La fonction principale du module accumulateur est de fournir l’approvisionnement en fluide atmosphérique pour les pompes et de stocker le fluide opérationnel à haute pression pour le contrôle de la cheminée du BOP.



**Figure 19:** *Module accumulateurs*

## Conclusion

Le processus de forage dans le domaine du pétrole et du gaz nécessite d'accéder à des profondeurs pouvant atteindre des dizaines de milliers de mètres afin d'atteindre les principaux réservoirs et d'extraire la plus grande quantité de minerai. Nous devons donc préparer et étudier les mécanismes de forage afin de pouvoir pénétrer dans les couches dures de la terre, et les mécanismes de forage doivent fonctionner en douceur et harmonieusement sans aucun défaut pouvant entraîner l'arrêt du forage ou toute autre conséquence.



## **CHAPITRE III**

**ETUDE TECHNIQUE DE LA POMPE A BOUE  
12P160**



## Introduction

Dans le forage, la pompe à boue est l'élément principal du système de circulation, qui a pour rôle d'assurer la circulation de la boue de forage nécessaire avec un débit et pression de refoulement pour réaliser le forage des puits.

Les pompes de forage les plus utilisées dans les chantiers sont les pompes à piston triplex à simple effet.

Dans ce chapitre nous présentons la construction et le principe de fonctionnement de la Pompe triplex à simple effets 12P160

### III.1 Étude technologique de la pompe National-Oil-Well12P160 [10]

Les pompes de NATIONAL-OIL-WELL sont fabriquées par Oil-Well. Le numéro de série qui est assigné à chaque pompe est estampillé sur la plaque du constructeur qui est fixée sur la partie motrice. Le numéro de série est aussi estampillé en bas sur la bache du bâti principale du côté motrice entre le centre des deux trous de vis.

#### III.1.1 Présentation de la pompe a boue 12P160

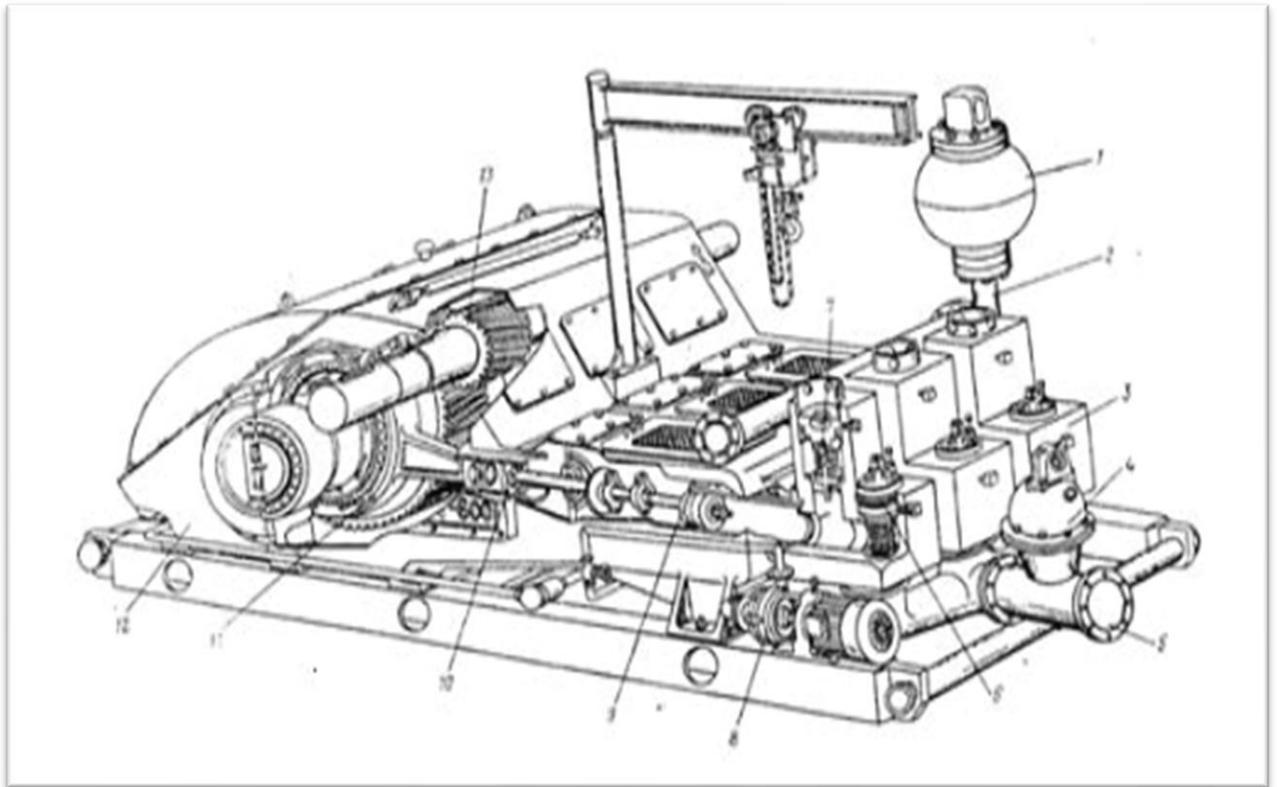
C'est une pompe volumétrique alternative à piston à mécanisme bielle manivelle, de type triplex à simple effet, pour ce type les manivelles sont décalées à 120°, et le nombre de clapets est de 6 (3 à l'aspiration et 3 aux refoulements).

Elle se compose de triparties principales montées sur un châssis skid qui sont :

- La partie mécanique.
- La partie électrique
- La partie hydraulique.

La partie hydraulique est l'ensemble où circule la boue avec tous les éléments qui contribuent au mouvement de l'aspiration et de refoulement, cette partie est formée par trois chambres renfermant les pistons, chaque chambre est munie de deux soupapes, l'une d'aspiration et l'autre de refoulement.

A la partie inférieure on a prévu un collecteur d'aspiration avec un amortisseur de pulsation qui empêche l'air de pénétrer dans la pompe pendant la phase d'aspiration et la partie supérieure un collecteur de refoulement avec le corps de l'amortisseur de pulsation.



**Figure 20:** Composants de la pompe

**A -Vue générale ; B-coupe transversale**

1. Amortisseur de pulsations de sortie.
2. collecteur.
3. boîte hydraulique.
4. amortisseur de pulsations d'aspiration.
5. collecteur d'entrée.
6. clapets d'aspiration
7. clapets de refoulement
8. pompe de graissage.
9. piston avec la tige.
10. crosse.
11. arbre coude avec manivelle.
12. corps.
13. arbre de transmission.
14. châssis.

### III.1.1.1 La partie mécanique

Le côté mécanique d'une pompe à boue représente la partie la plus importante de la valeur d'achat, il doit être robuste et permettre une longue période de service sans entretiens importants en dehors de la lubrification.

La pompe se compose des sous-ensembles suivants :

- L'arbre grand vitesse
- L'arbre petite vitesse ou vilebrequin
- Système bielle- manivelle
- La crosse et la rallonge de crosse
- Le bâti/carter de lubrification
- Le système d'entraînement (chaîne + pignon + roue dentée)
- Roulements
- Pompe à huile

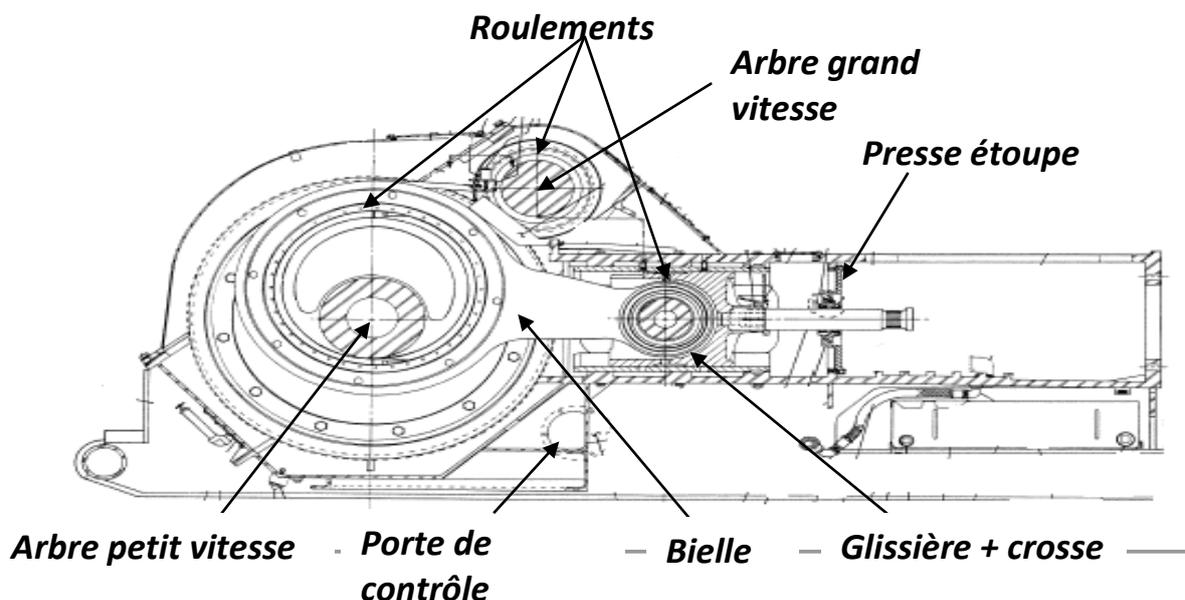


Figure 21: Les composants mécanique

#### III.1.1.1.1 L'arbre grand vitesse

C'est l'arbre d'entraînement de la pompe, celui sur lequel sont accouplés les moteurs d'entraînement, entraînement qui peut être réalisé par moteurs électriques et transmissions ou par poulies entraînées par courroies depuis le compound.

Cet arbre est supporté par deux paliers à roulement ; il entraîne par l'intermédiaire du pignon à denture oblique (chevron) le pignon de l'arbre vilebrequin à petite vitesse.



**Figure 22:** *L'arbre grand vitesse*

#### III.1.1.1.2 L'arbre petite vitesse ou vilebrequin

Cet arbre à une forme coudée (excentrique) pour permettre le décalage des courses du piston dans les chemises (ce décalage est de  $120^\circ$  pour les triplex).

Il existe un rapport entre les petites vitesses et les grandes vitesses. Ce rapport (3 et 5) dépend du type de pompe et de sa marque et il est donné par le constructeur. Un rapport de 3.44 par exemple pour une pompe National 12P160 signifie que pour 96 coups/mn au piston l'arbre grande vitesse et le pignon d'entraînement tournent à  $96 \times 3.44 = 330$  tours/minute.



**Figure 23:** *L'arbre petite vitesse ou vilebrequin*

#### III.1.1.1.3 Système bielle- manivelle

Sur le vilebrequin sont montées 02 ou 03 bielles selon le type de pompe (duplex ou triplex). Les têtes des bielles sont montées sur le vilebrequin, les pieds des bielles sur les

crosses. L'articulation de ces dernières sur les crosses se fait par l'intermédiaire de roulements.

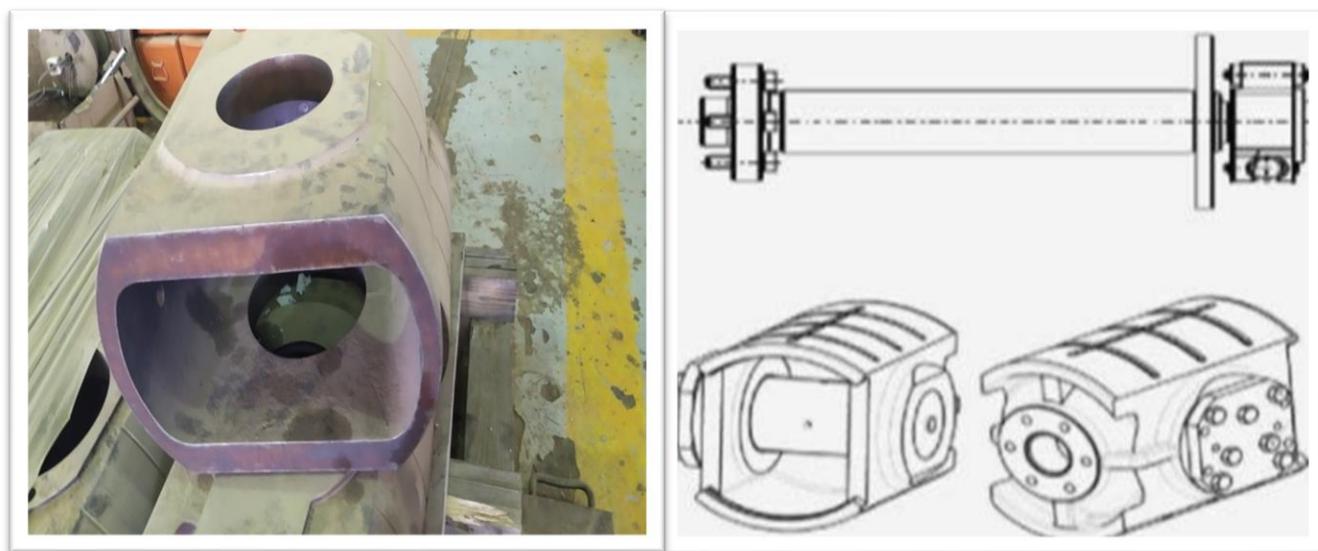


**Figure 24:** *Bielle - manivelle*

#### III.1.1.1.4 La crosse et la rallonge de crosse

Sont des roulements à aiguilles, qui ont les avantages suivants :

- Roulements de très faible section dotée d'une capacité de charge relativement élevée
- Utilisation sans bagues intérieures.
- Assurent un montage optimal lorsqu'on peut tremper et rectifier les arbres.
- Ils sont peu encombrants radialement.
- Ils supportent uniquement de la charge radiale.



**Figure 25:** *La crosse et la rallonge de crosse*

#### III.1.1.1.5 Le bâti et le carter

Il est en acier moulé ou en tôle d'acier assemblé par mécano- soudure. Dans ce dernier cas le ski et le bâti son 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. Deux augets de réserve d'huile permettent pendant la mise en service d'une pompe, le graissage immédiat des pignons et de tuiles. 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, afin de prévenir des troubles futurs.



**Figure 26:** *Le bâti et carter*

#### III.1.1.1.6 Les Roulements

##### a. Les roulements *des bielles*

Sont des roulements à rouleaux cylindriques jointifs, ils supportent des charges radiales et axiales élevées et importantes.

- Fiabilité des fonctions accrue.
- Durée de service prolongée.



**Figure 27:** *Les roulements des bielles*

**b. Les roulements des crosses**

Sont des roulements à aiguilles, qui ont les avantages suivants :

- Roulements de très faible section dotée d'une capacité de charge relativement élevée ;
- Utilisation sans bagues intérieures ;
- Assurent un montage optimal lorsqu'on peut tremper et rectifier les arbres ;
- Ils sont peu encombrants radialement ;
- Ils supportent uniquement de la charge radiale ;

**c. Les roulements de l'arbre grand vitesse**

Roulement à rotule sur rouleaux, ils ont les avantages suivants :

- Fonctionnement à faible température et à vitesse relativement élevée.
- Supporter des charges relativement importantes.
- Grande longévité.

**d. Les roulements de l'arbre petite vitesse (vilebrequin)**

Roulement à rouleaux coniques, ils ont les avantages suivants :

- Frottement largement réduit.
- Capacité de charge accrue.

**III.1.1.1.7 Le système d'entraînement**

Il en existe deux types :

Soit par moteurs électriques.

Soit par poulies et courroies (ou chaînes).

**a. Entraînement par moteurs électriques**

Sur l'arbre grande vitesse, une poulie à gorge pour courroie trapézoïdale est clavetée, elle est entraînée par une poulie de même type, plus petite pour respecter un rapport de vitesse donné, située sur la compound.

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

**b. Entraînement par poulies et courroies**

Deux moteurs sont montés sur le ski de la pompe et entraînent par l'intermédiaire de pignons et de chaînes, l'arbre grand vitesse de la pompe.

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 28:** Les poulies et courroies

### III.1.1.2 Les parties électriques [12]

Deux moteurs sont montés sur le ski de la pompe et entraînent par l'intermédiaire de pignons et de chaînes, l'arbre grand vitesse de la pompe.

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.

## III.2 Moteur électrique [9]

### III.2.1 Définition

Les moteurs électriques sont des appareils qui transforment l'énergie électrique qu'ils reçoivent en énergie mécanique. La construction des moteurs sont identiques à celles des génératrices. Il existe deux types de moteurs. Moteur à courant continu. Moteur à courant alternatif.

### III.2.2 Constitution de moteur à courant continu

Le moteur à courant continu est constitué essentiellement de trois parties :

- ✓ **Le stator ou inducteur** : il est formé d'aimant pour les «petits » et de bobine parcouru par un courant pour les moteurs plus puissants.
- ✓ **Le rotor ou induit** : il est alimenté par une tension  $U$  et parcourue par un courant  $I$ , le circuit électrique appelé induit est obtenue en associant en série des conducteurs logés dans des encoches du rotor.
- ✓ **Le collecteur** : il est formé d'un ensemble de lames de cuivre isolées latéralement les unes des autres et disposées suivant un cylindre en bout de rotor. Deux balais portés par le statuer frottent sur les lames du collecteur. Photo d'un moteur à courant continu.

### III.2.3 Avantages et inconvénients de moteur à courant continu

- Plage de variation de vitesse très grande (> 1000 en boucle d'asservissement)
- Couple de démarrage important, idéal pour l'entraînement de charges à forte inertie.
- Rapport volume/puissance très supérieur à toutes les autres technologies
- Rendement élevé
- Linéarité tension/vitesse, couple/courant.

➤ **Les inconvénients :**

- Prix élevé
- Maintenance coûteuse (remplacement des balais en graphite, usure du collecteur).
- Source importante de parasites (étincelles de commutation sur le collecteur).

### III.2.4 Moteur à courant alternatif (moteur asynchrone)

C'est le type de moteurs utilisés dans les nouveaux appareils de forage (pompe à boue et treuil), sont constitué principalement des éléments suivants :

- Un stator (partie fixe).
- Un rotor (parti tournant).

- **Le stator :** Il est constitué d'un enroulement bobiné réparti dans les encoches du circuit magnétique statique. Ce circuit magnétique est constitué d'un tas de tôles dans lesquelles sont découpées des encoches parallèles à l'axe du moteur.
- **Le rotor :** Le circuit du rotor est constitué des barres conductrices régulièrement réparties entre deux couronnes métalliques formant les extrémités le tout rappelant la forme d'une cage d'écureuil. Les barres sont faites en cuivre, en bronze ou en aluminium, suivant la caractéristique mécanique et électrique recherchées par le constructeur. Ce type de moteur, beaucoup plus aisé à construire que le moteur à rotor bobiné est par conséquent d'un prix de revient inférieur. Il n'est donc pas étonnant qu'il constitue la plus grande partie du parc des moteurs asynchrones actuellement en service. Photo d'un moteur à courant alternatif (asynchrone).

### III.2.5 Principe de fonctionnement d'un moteur asynchrone

Le principe de fonctionnement du moteur nécessite la création d'un champ tournant en triphasé Trois bobines identiques placées à 120 degré sur le stator et alimentées par une tension alternative créent trois champs alternatifs qui, lorsqu'ils sont composés, forment un

champ tournant. Ce champs, tournant peut entraîner en rotation une aiguille aimantée. Le rotor est constitué d'un disque en aluminium ou en cuivre.

Le champ tournant, issu des bobines du stator, induit dans le disque des courants. L'interaction de ces courants et du champ magnétique tournant crée un couple moteur qui provoque la rotation du rotor à une vitesse légèrement inférieure à celle du champ tournant.

### III.3 La partie hydraulique [12]

#### 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 lié 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.

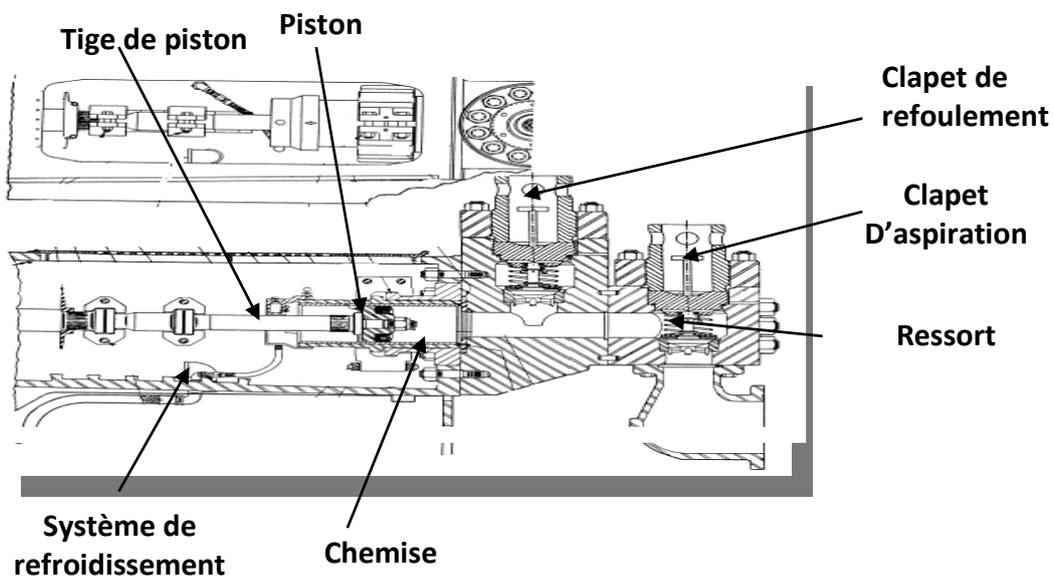


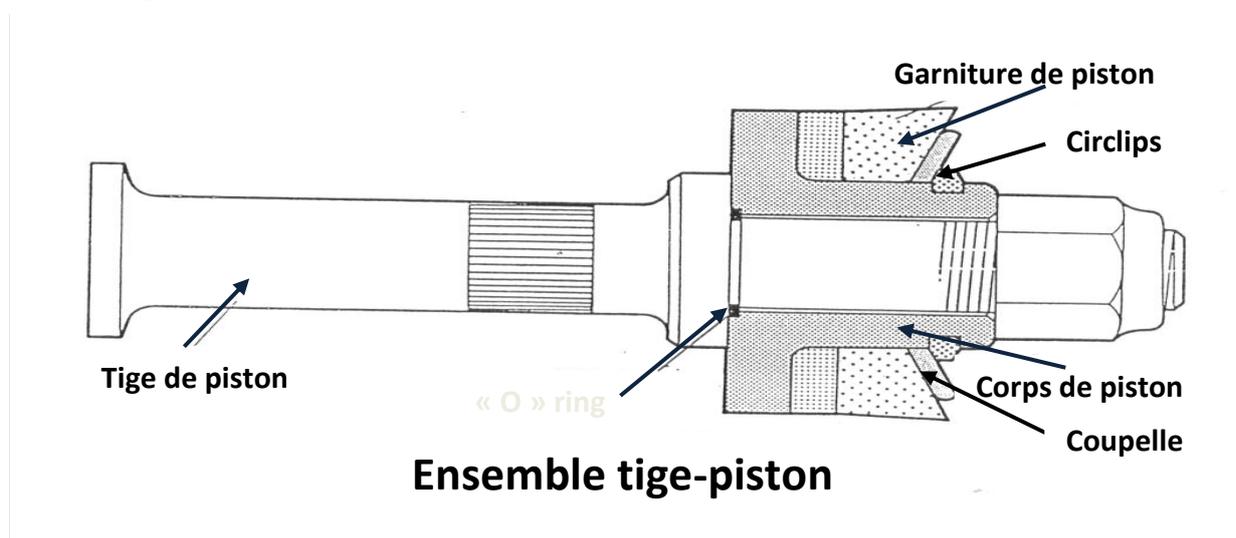
Figure 29 :Le corps hydraulique

#### b. Le piston et la tige de piston

Dans les pompes triplex ; le piston est monté avec une seule garniture (cycle simple effet), une coupelle et un ci clips en assure la fixation sur le corps. Très simple et sans traitement, le corps du piston a un alésage cylindrique qui permet un montage et surtout un démontage aisé. (Un simple joint torique assure l'étanchéité).

La tige de piston classique est éliminée pour être remplacée par une tige courte et légère dont les caractéristiques principales sont :

- L'absence de finition extérieure puisqu'il n'y a plus de presse-étoupe,
- Le poids et les dimensions faibles,



**Figure 30 :** *Le piston et la tige de piston*

### c. Les chemises

Les chemises des pompes sont des pièces usinées avec grande précision. La paroi intérieure est traitée pour lui donner une grande dureté superficielle et la résistance à l'usure désirée.

Ces chemises sont enfilées dans le corps de la pompe et maintenues en place par des dispositifs qui diffèrent légèrement suivant les constructeurs



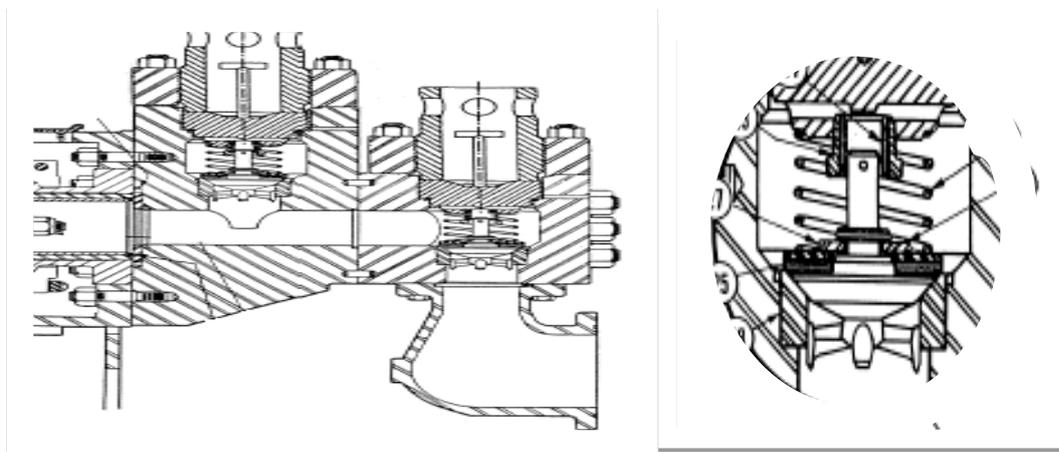
**Figure 31:** *Les chemises*

Chaque clapet est constitué d'un corps, d'une garniture, et d'un système de fixation de la garniture.

Leur principe avantage est d'être le diamètre plus faible donc :

- Plus résistant pour des pressions identiques.

- Moins lourds donc moins sujets au choc.
- Plus aisés à extraire.
- Moins coûteux à l'achat.



*Figure 30 : Les sièges et les clapets*

### III.3.1 Refroidissement de la pompe à boue 12P160 [12]

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 des jets contenus de la partie hydraulique.

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



*Figure 31 : Système de lubrification et de refroidissement*

### III.4 Annexes de la pompe à boue [11]

Les pompes de forage comportent les équipements auxiliaires suivants :

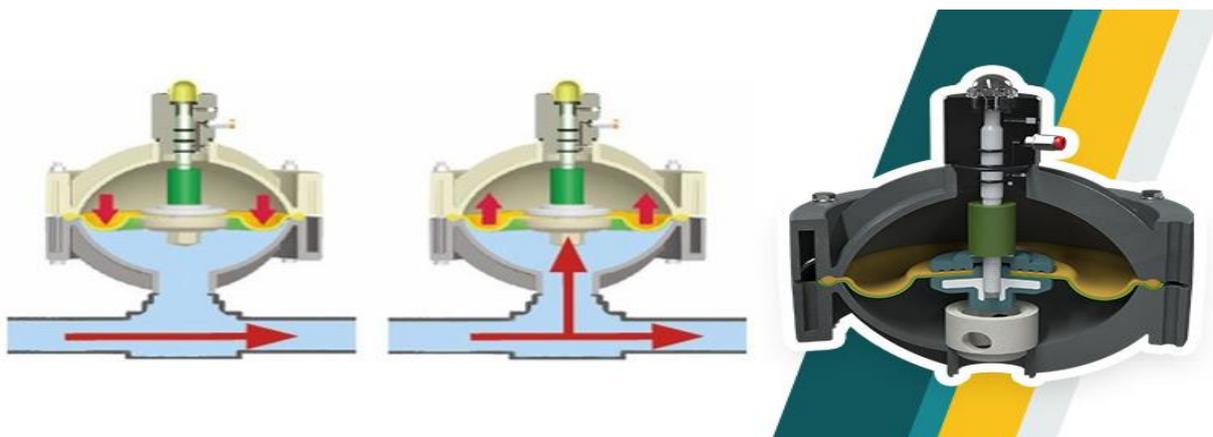
- A l'aspiration, un amortisseur de pulsation et un autre amortisseur de pulsation au refoulement,
- Une soupape de sécurité pour protéger le circuit contre les fluctuations et les augmentations brusques de pression

### III.4.1 Les amortisseurs de pulsations [12]

#### a. Sur l'aspiration

Le mouvement des clapets d'aspiration crée une variation très rapide de la pression de la boue dans la conduite d'aspiration de la pompe triplex. On installe un amortisseur de pulsation sur l'aspiration, pour réduire ce phénomène.

Cet amortisseur comprend une membrane séparant la boue en dessous de l'air au-dessus comprimé à 40 PSI. En fonctionnant normalement, le dessus de la membrane apparaîtra dans l'axe du regard de contrôle.

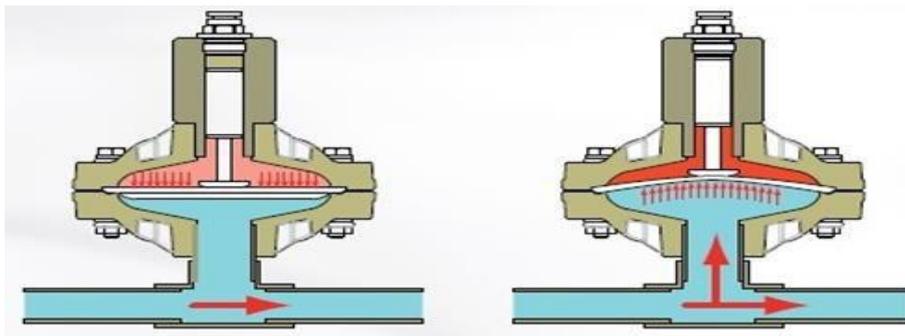


**Figure 32** : Les amortisseurs de pulsations sur l'aspiration

#### b. Sur le refoulement

Le débit instantané d'une pompe étant irrégulier, surtout pour les pompes duplex, il y a des variations de pression importantes, qui provoquent des vibrations, et des chocs néfastes sur la pompe et surtout le circuit de refoulement. Pour réduire ces effets, on équipe la pompe de forage d'un amortisseur de pulsations sur le refoulement, pré charge à l'air, ou à l'azote à 25% de la pression maximale de service de la pompe.

Lorsque la pompe travaille, la boue pénètre sous la membrane et la comprime. Le volume de l'azote diminue si la pression de refoulement augmente et augmente si elle diminue, régularisant ainsi le débit et les fluctuations de pression.



**Figure 33 :** *Amortisseur de pulsations sur le refoulement*

#### III.4.2 Amortisseur de pulsations type "HYDRIL"

Ce type est le plus courant. Il est constitué de :

- Un corps en acier moulé de forme sphérique goujonné.
- Un couvercle boulonné à la partie supérieure.
- Une bride à la partie inférieure s'adaptant sur la pompe
- A l'intérieur se trouve une membrane de caoutchouc de forme demi sphérique.
- Dans le fond du diaphragme est fixe un disque stabilisateur en caoutchouc.



**Figure 34 :** *L'amortisseur de pulsations*

#### • Principe de fonctionnement

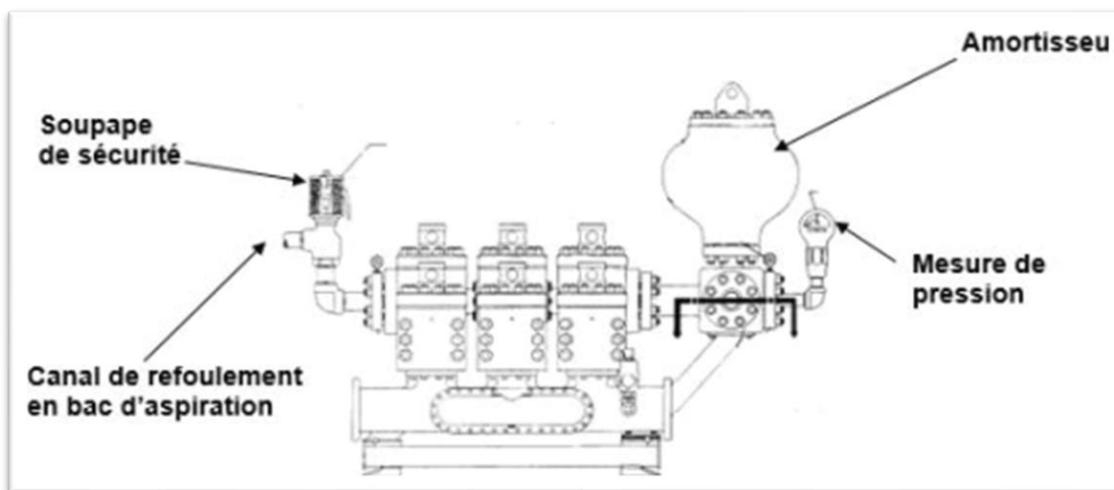
Lorsque la pompe est en marche, la boue pénètre dans la chambre, sous le diaphragme et comprime le volume de chambre d'azote. Lorsque la pression de boue diminue, le volume de chambre d'azote augmente, régularisant ainsi le débit et, par suite, les fluctuations de pression.

### III.4.3 Soupape de décharge ou de sécurité

Afin d'éviter les surcharges de pression de la pompe, la pompe doit être équipée d'une soupape de décharge, tarée selon le chemisage de la pompe.

Il existe plusieurs types de ces soupapes, parmi lesquels on distingue :

- Les soupapes de décharge à ressort
- Les soupapes de décharge à clou
- Les soupapes de décharge à diaphragme ou à membrane.

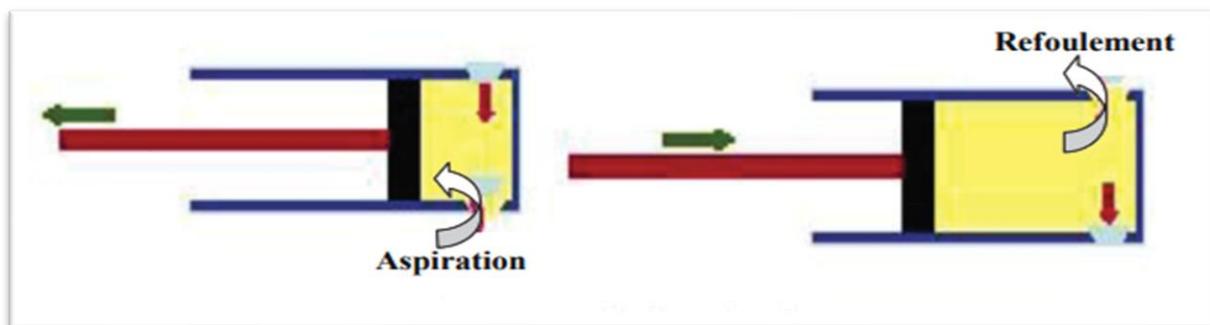


**Figure 35 :** *Le Soupape de chérge ou de sécurité*

### III.5 Principe de fonctionnement [11]

La méthode par laquelle chaque cylindre fonctionne pour effectuer un aller-retour du piston est la suivante :

- ✓ Le clapet d'aspiration est ouvert, le clapet de refoulement est fermé et le cylindre se remplit lorsque le piston se déplace vers la droite.
- ✓ Lorsque le piston arrive au terme de sa course et revient vers la gauche, le clapet d'aspiration se ferme, le clapet de refoulement s'ouvre et la pompe refoule.
- ✓ Les pompes triplex bénéficient d'un fonctionnement de principe beaucoup plus simple que celui des pompes duplex (diminution de l'encombrement, facilité d'entretien et de surveillance).



**Figure 36** : Le principe fonctionnement de chaque cylindre

### ↪ Exploitation des pompes à boue :

Au début de forage d'un puits, les pompes à boue sont équipées des chemises d'alésage maximal. Au fur et à mesure que le forage s'approfondie, la pression de refoulement augmente et lorsqu'elle atteint la valeur critique pour le débit utilisé, on est amené à équiper les pompes à boue avec des chemises de diamètre inférieur, le débit étant alors plus faible, tandis que la pression augmente.

On peut lorsqu'une seule pompe est impuissante à fournir le débit voulu, utiliser les deux pompes à boue disponibles sur le chantier en les faisant fonctionner en parallèle.

#### III.5.1 Mise en série des deux pompes

Au début, deux pompes ne peuvent être placées en série que si elles sont identiques et parfaitement synchronisées, la mise en série de deux pompes signifie que la première pompe refoule dans l'aspiration de la seconde, le débit reste égale à celui chacun des deux pompes, mais la pression maximale d'utilisation pour chaque débit se trouve être doublée.

#### III.5.2 Mise en parallèle de deux pompes

Les pompes à boue placées en parallèle permettent d'additionner les débits, la pression maximale d'utilisation étant la plus faible des pressions maximales de chacune des deux pompes dans leurs conditions propres de service. Dans ce cas, les pompes aspirent chacune par une conduite différente et refoulant dans la même conduite.

Ces pratiques nécessitent certaines précautions afin d'éviter des surcharges et des détériorations rapides des pompes.

Un ou deux amortisseurs de pulsation sont indispensables pour préserver des coups de bélier et des vibrations. Les entraînements hydrauliques sont également conseillés pour la mise en parallèle. Pour éviter les coups de bélier et les vibrations, un ou deux amortisseurs de

pulsation sont nécessaires. Pour la mise en parallèle, les entraînements hydrauliques sont également recommandés.

### **III.6 La mise en marche et arrêt de la pompe [12]**

Avant la mise en marche de la pompe à boue, il faut bien :

- Vérifier le système de lubrification en évitant les frottements à sec ;
- Ouvrir la vanne d'aspiration à fond, et fermer la vanne de refoulement suralimenter la pompe ;
- Remplir le corps hydraulique de la pompe par l'eau à travers le clapet d'aspiration pour pouvoir baigner toutes les parties d'étanchéité ;
- Vérifier le remplissage de l'amortisseur de pulsation en remplissant par un gaz, ainsi que la vérification de la soupape de sécurité ;
- Vérifier que les conduites ne sont pas bouchées par la boue sèche ;

### **III.7 Conditions de fonctionnement de la pompe à boue [12]**

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 détériorait 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.

**Conclusion**

La pompe à boue joue un rôle important dans le processus de forage. Son entretien nécessite une connaissance approfondie du principe de travail de chaque pièce et du rôle de chacun d'eux dans le travail de la pompe, pour ceci d nous avons mené une étude technique Qui comprend en premier sa définition ainsi ses composants.



## **CHAPITRE IV**

**MAINTENANCE DE LA POMPE OIL-WELL  
12P160**



## **Introduction**

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.

### **IV.1 Généralités sur la maintenance des machines industrielles [9]**

#### **IV.1.1 Définition de la maintenance**

La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié, ou en mesure d'assurer un service rendu.

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.

#### **IV.1.2 Objectifs et importance de la maintenance**

Parmi les nombreux objectifs de la maintenance nous citons :

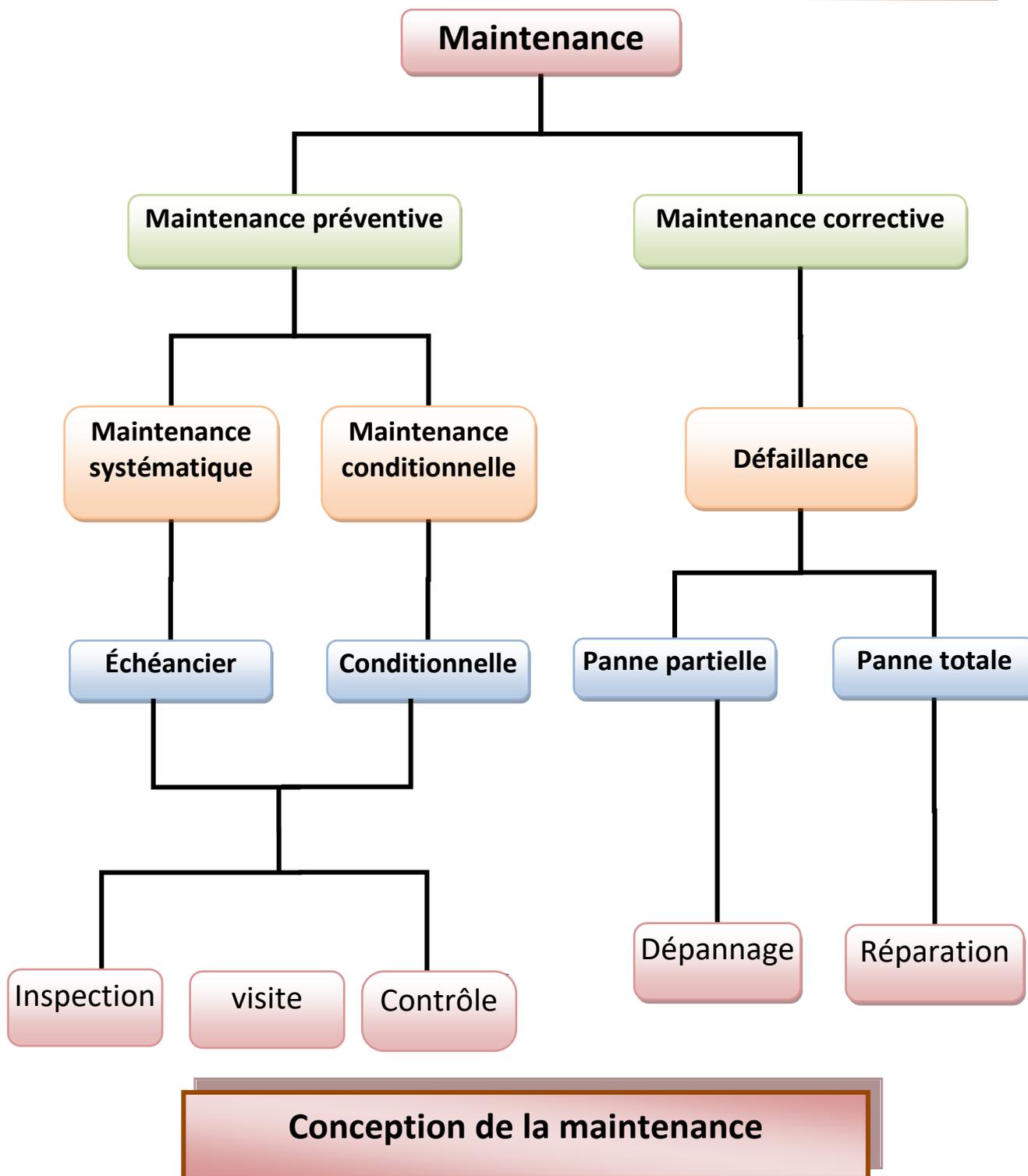
- De maintenir l'équipement dans un bon état de marche.
- De remplacer l'équipement à des périodes prédéterminées.
- De maintenir l'installation dans un état de propreté absolue.
- Garantir les qualités et les productibilités des produits finis.
- De fournir le personnel dans les spécialités spécifiques à la maintenance.

#### **IV.1.3 Types de maintenance**

Pour garantir la réalisation des objectifs de maintenance. En fonction de l'équipement, des ressources disponibles et des données d'exploitation réelles, différentes politiques sont suivies.

On distingue deux types de maintenance :

- La maintenance corrective : Elle se réalise après panne.
- La maintenance préventive : Elle est effectuée avant toute défaillance, elle comprend :
  - ✓ Maintenance conditionnelle.
  - ✓ Maintenance systématique.



- **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 ;
- 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 :

- **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 ;
- Equipement ayant un cout de défaillance élevée.

- **La maintenance Préventive Conditionnelle :**

C'est une maintenance préventive subordonnée à un type d'évènement prédéterminé (autodiagnostic, 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 au systématique qui eux-mêmes peuvent engendrer des défaillances ;

- Accroître la sécurité des biens et des personnes ;
- Éviter 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 :**

Ce type de maintenance préventive conditionnelle est effectué en prenant les mesures appropriées sur le matériel qui fonctionne.

- **La maintenance corrective :**

Il s'agit d'une opération de maintenance qui est effectuée après une panne. Elle est effectuée dans le but de maintenir les performances du matériel.

La maintenance corrective est divisée en deux catégories :

- **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.

- **la maintenance curative :**

Est un ensemble d'actions de maintenance corrective visant à rétablir un bien dans un état spécifié ou à le permettre d'exécuter une fonction requise. Il est important que les résultats des actions soient permanents.

Les tâches peuvent inclure des réparations, des modifications ou des aménagements visant à éliminer les ou les défaillances.

#### **IV.1.4 Les opérations de la maintenance**

- **Les inspections :**

Ces sont des activités de surveillance (ronde à fréquence courte) consistant à relever régulièrement des anomalies et à effectuer des réglages simples sans outillage, sans arrêt d'outils ou d'équipements.

Elle assure une surveillance quotidienne de l'ensemble des équipements, évitant ainsi de nombreuses défaillances mineures qui peuvent avoir des conséquences graves à long terme.

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 s'effectuent à une fréquence prédéterminée dans le cadre de la maintenance préventive systématique. Ces interventions font partie d'une liste d'opérations préétablies qui peuvent entraîner des montages d'organes et une immobilisation du matériel.

- **Le dépannage :**

Action sur un bien en panne pour le remettre en état pour atteindre l'objectif Par exemple, le dépannage peut être effectué sur des équipements qui fonctionnent en contenu et dont les exigences de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

- **La réparation :**

Intervention définitive et limitée à la maintenance corrective après une panne ou une défaillance. L'application de la réparation peut être décidée après un incident, une défaillance, un dépannage ou 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.

## IV.2 Maintenance de la pompe « national Oil-Well 12P160 » [10]

### IV.2.1 Maintenance préventive

Tableau 4. : Maintenance préventive de la pompe a boue

Fréquence	Opérations
<b>Chaque jour</b>	<p>Inspection visuelle des fuites de fluide et d'eau de refroidissement de la pompe</p> <p>Inspection visuelle des traces de corrosion sur les surfaces Extérieures</p> <p>Inspection visuelle de la propreté de la pompe</p> <p>Inspection visuelle du niveau d'huile sur la pompe</p> <p>Inspection visuelle des fuites d'huile sur la pompe</p> <p>Inspection visuelle des dommages mécaniques de la pompe</p> <p>Inspection visuelle des raccords desserrés sur la pompe</p> <p>Inspection des bruits de fonctionnement anormaux des roulements de transmission</p> <p>Inspection des bruits de fonctionnement anormaux de la commande à manivelle</p>
<b>Chaque semaine</b>	<p>Contrôler la précontrainte correcte des boulons des rotas du serrage de la douille de vérin</p> <p>Contrôler le filtre gros du système d'huile de graissage et le nettoyer éventuellement</p>
<b>Chaque mois</b>	<p>Contrôler le sécheur à ventilation, le remplacer si nécessaire</p> <p>Contrôler la précontrainte de vis de la partie hydraulique d'aspiration et de pression</p> <p>Nettoyage des tamis de rinçage</p> <p>Nettoyage du piège à encrassement du réservoir d'eau de refroidissement</p> <p>Nettoyage les reniflards (carter des pignons et carters des chaines de transmission)</p>
<b>Chaque 6 mois</b>	<p>Contrôler la tension des chaines de transmission Vidanger l'huile de graissage du « carter des pignons » et remplir de nouveau la quantité préconisée TASSILIA 140</p>

	<p>Vidanger l'huile des « carter des chaînes » et remplir de nouveau la quantité préconisée d'huile TASSILIA 90</p> <p>Contrôler les jeux de roulement des crosses</p> <p>Contrôler le jeu entre crosses et glissières</p> <p>Contrôler la denture du couple d'engrenage</p> <p>Serrage au couple des boulons des paliers de l'excentrique</p> <p>Contrôler l'état de surface des glissières</p> <p>Vérifier l'état des garnitures d'étanchéité des rallonges de crosse</p>
<b>Chaque année</b>	<p>Vérification des raccordements de câble à la recherche de fils électrique lâches ou brisés</p> <p>Contrôler le jeu des crosses</p> <p>Renouveler le joint de tige des crosses</p> <p>Contrôler la grue pivotante sur colonne</p> <p>Contrôle MP1 des cordons de soudure sur les supports de couple de rotation</p>
<b>Chaque 5 ans</b>	<p>Remplacement des paliers à rouleau de transmission</p> <p>Inspection des fissures de l'arbre de manivelle et de la bielle</p> <p>Inspection des fissures sur le boîtier</p> <p>Inspection du jeu des paliers</p>

#### IV.2.2 Maintenance corrective

Elle consiste en un dépannage qui est une remise en état de fonctionnement effectuée sur site, le dépannage se fait après panne.

Le dépannage de la pompe 12P160 consiste au changement des pièces d'usure (pistons, clapets, chemises, joints, rallonge de tige, système d'étanchéité, sièges, changement de tige de piston).

#### IV.3 Entretien au niveau du chantier

Avant de travailler sur une pompe et pour éviter tout accident du personnel, il faut s'assurer que :

- La pompe est bien isolée du circuit haute pression est en forage et que l'on utilise l'autre pompe ;
- Les vannes à l'aspiration sont fermées, sinon risque de perte importante de boue ;
- La pression du circuit de refoulement a bien été purgée ;

- La pompe ne peut être embrayée accidentellement (couper ou verrouiller le système d’embrayage), placer un petit panneau ou un "autocollant" sur la commande au tableau de commande ;

Tout le matériel nécessaire est disponible sur place.

Il est nécessaire de dévisser les dispositifs de blocage des chemises et de serrage des joints avant de sortir une porte de fond de cylindre.

Lors du changement de chemise, l’intérieur du corps de pompe doit être nettoyé à fond, en particulier la partie inférieure, où il y a toujours des dépôts de sables et de baryte :

- Vérifier que l’alésage se trouvant en face de l’anneau lanterne de chemise n’est pas bouché ;
- Graisser tout l’ensemble, chemise et joints, avant l’introduction dans le corps de pompe ;
- Le montage des tiges et pistons doit se faire à sec après dégraissage des portées coniques ;
- Les corps de piston ont une gorge dite "d’usure". Selon la profondeur de cette gorge, le piston doit être changé, etc.

**IV.4 Pannes de la pompe à boue et leurs remèdes [10]**

<i><b>INCIDENTS</b></i>	<i><b>CAUSE</b></i>	<i><b>REMEDE</b></i>
<b>Baisse de pression de refoulement</b>	Usure de l’ensemble du clapet ; Clapet totalement couvert ; Mauvais remplissage ; Fuite de fluide ; Manomètre défectueux.	Remplacer celui-ci ; Eliminer le corps qui provoque l’ouverture de la conduite ; Déboucher la conduite d’aspiration ; Le remplacer ; Augmenter le niveau dans le bac d’aspiration ; Diminuer la vitesse de la pompe ; Amorcer les chambres hydrauliques ; Remplacer les pistons et les

		chemises.
<b>Baisse de pression d'aspiration</b>	Bas niveau d'aspiration ; Capacité insuffisante de la pompe de suralimentation ; ) Ecoulement lent de fluide de forage ; Manomètre défectueux ;	Augmenter le niveau dans le bac d'aspiration ; Eliminer les anomalies éventuelles de la pompe de suralimentation ; Eliminer les restrictions dans la conduite d'aspiration ; Le remplacer.
<b>Chocs hydraulique</b>	Aspiration défectueuse ; (existence d'air dans la conduite d'aspiration) ; Présence d'air ou des gaz dans la boue.	Eliminer l'air de la conduite ;  Ajuster l'amortisseur d'aspiration.
<b>Vibration de la conduite de refoulement</b>	Anomalie au niveau de l'amortisseur de pulsation ; Boulons desserrés ; Manque de support sous la conduite.	Réparer ou recharger ou le remplacer ; Il faut resserrer les boulons ; La munir d'un support.
<b>Cognement dans la partie mécanique</b>	Rotation incorrecte de la pompe à boue ; Piston-tige desserré ; Rallonge de crosse desserrée ; Roulements principaux usés ; Axe de crosse usé.	Vérifier le fonctionnement du mécanisme ; Vérifier et serrer ; Il faut les resserrer ; Changer ; Régler les guides ou les remplacer.
<b>haute température d'huile</b>	Mauvais réglage de la crosse ; Roulement mal ajusté ; Diminution de la pression de refoulement de la pompe à l'huile.	Vérifier et ajuster les jeux ; Ajuster bien les bagues de roulement ; Réparer la pompe ou la remplacer.

<b>Basse pression d'huile</b>	Diminution de niveau d'huile ; Lubrification contaminée ; Fuite dans le circuit d'huile ; Pompe à huile défectueuse ; Crépine d'aspiration colmatée ; Manomètre défectueux.	Vérifier et ajouter l'huile si nécessaire ; Changer l'huile ; Éliminer toutes les fuites ; réparer ou remplacer celle-ci ; Le nettoyer et changer l'huile ; remplacer.
<b>Haute pression d'huile</b>	Huile contaminé ; Colmatage des conduites ; Manomètre défectueux ; Filtres à l'huile bouchés.	Changer l'huile ; Changer le cartouche d'huile ; Le remplacer ; Les nettoyer.
<b>Chemises et garniture de pistons rayés</b>	Excès de sable ou de matériaux étrangers dans la boue ; Course de piston dérégulé.	Dessabler, vérifier souvent ; Régler la course ; Réparer le système d'arrosage.
<b>Chemise piquée</b>	Corrosion excessive.	Les nettoyer.
<b>Usure décentrée de la chemise ou du piston</b>	Manque d'alignement.	Vérifier l'usure de la crosse, le blocage de la tige de piston.
<b>Rayure de l'alésage d'une chemise</b>	Piston usé ou abîmé ; Des pistons endommagés peuvent provoquer de telles rayures.	Monter un nouveau piston et une chemise neuve.
<b>Portée de chemise coupée ou faussée</b>	la portée de cylindre peut être usée ; Le sur blocage peut avoir faussé la chemise.	Sortir les vis de serrage avant de bloquer la portée de cylindre ; Ne serrer les vis qu'en dernier lieu.
<b>Portée de clapet «sifflée»</b>	Matériaux étrangers dans la boue ; ) Montage de vieux matériel sur du neuf.	Vérifier l'usure de toutes les pièces ; Remplacer toutes les pièces usées.
<b>«sifflage» entre le siège</b>	présence de sable ou de rouille	Vérifier que la portée du clapet

<b>de clapet et le corps de la pompe</b>	derrière le siège.	n'est pas percée ; Le siège et la portée conique doivent être
--	--------------------	--

## IV.5 Operations de réparation des pompes à boue [10]

### IV.5.1 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 :

- Les réparations menues.
- Les réparations moyennes.
- Les réparations complètes.

### IV.5.2 Réparation apportée à la pompe à boue

Les pompes à boue subissent les travaux de réparation suivants en fonction de leur durée de vie, de leur utilisation et du volume des travaux à effectuer.

#### A. 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.

#### B. Réparation moyenne

Son 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.

#### C. Réparation générale (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.

**IV.5.3 Méthode de lancement des travaux de réparation de la pompe à boue**

- **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

- **Sur atelier**

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.

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 rebuter, 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.

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.

## IV.6 Montage et démontage de la pompe à boue [10]

Les opérations de démontage et remontage sont des opérations très importantes et nécessitent une exécution bien correcte et soignée. Le personnel qui exécute ces opérations doit être qualifié et connaître bien la pompe à boue parce qu'une simple erreur peut engendrer la détérioration des pièces qui sont très coûteuses.

### IV.6.1 Démontage de la pompe à boue

Le démontage de la pompe s'effectue comme suit :

#### A. Démontage de la partie hydraulique

- Ouvrir les portières des clapets d'aspiration et de refoulement ;
- Enlever les sièges des clapets ;
- Démontez le système d'arrosage de l'arrière piston ;
- Démontez les portes des cylindres ;
- Dévisser les couvercles de chemise ;
- Extraire les chemises ;
- Démontez les pistons et les tiges des pistons ;
- Démontez l'amortisseur de pulsation.

#### B. Démontage de la partie mécanique

- Vidange de l'huile du carter de la pompe ;
- Démontage du bâti supérieur de la pompe ;
- Enlever les caches des excentriques crosses et chaînes ;
- Démontez la chaîne de transmission ;
- Enlever les pieds des bielles en retirant les boulons de fixation de l'axe de crosse ;
- Démontez le pignon d'attaque ;
- Démontez le système de guidage (crosse glissière) ;
- Démontez les palières (roulements coniques) de l'excentrique sous pression de l'huile ;

#### ✚ Extraire les cages des palières

- Enlever l'ensemble bielles excentrique à l'aide d'un élévateur ;
- Démontez les bielles en enlevant les boulons de fixation sur l'excentrique ;
- Démontez la roue dentée ;
- Nettoyer et faire le diagnostic de tous les organes démontés.

### IV.6.2 Remontage de la pompe à boue

Le remontage est une opération très difficile et il lui faut un mécanicien qualifié, il se fait dans les sens contraire du démontage, mais avec une grande précaution de façon à présenter :

- Le bon déplacement des pièces ;
- L'alignement soigné du système de guidage avec la tige et la partie hydraulique ;
- Le bon serrage des boulons ;
- L'ordre de montage de la pompe se fait à l'aide des documents techniques de la pompe.

## IV.7 Anomalies de fonctionnement [10]

### IV.7.1 Bruits anormaux

Toute pompe dont le fonctionnement s'accompagne de bruits anormaux doit être examinée afin de rechercher les causes de ces bruits et d'y remédier au plus vite ; on évitera ainsi des avaries graves à plus ou moins longue échéance.

Ces bruits peuvent être de diverses sortes. On peut les localiser, en général, en tâtant à la main ou en écoutant les différentes parties de la pompe, tant du côté mécanique que du côté hydraulique. On placera par exemple l'oreille directement, ou avec interposition d'une tige de bois ou d'une tige métallique, contre les divers couvercles de clapets, fonds de cylindre, paliers, etc. On arrive ainsi souvent à déterminer le cylindre, le clapet, ou le palier, qui est en jeu.

Quand on n'arrive pas à localiser exactement le bruit, il s'agit généralement d'un bruit de nature hydraulique.

Les bruits d'origine mécanique peuvent provenir aussi bien du côté mécanique que du côté hydraulique de la pompe ; par contre, les bruits d'origine hydraulique ne proviennent que du côté hydraulique.

Les différents bruits sont :

#### IV.7.1.1 Les cognements

Qui correspondent à des chocs de pièces métalliques ; ils produisent un bruit moins sourd. Plus aigu que les coups de bélier. Dans beaucoup des cas, leur bruit est nettement métallique. Ils peuvent entraîner la rupture de diverses pièces ou même du bâti.

**A. Cognements dès la mise en marche de la pompe après une réparation**

Vérifier que la pompe est bien amorcée ; vérifier que les pièces qui ont été changées au cours de la réparation ont été par des pièces correspondant bien à la pompe (dimension et numéros des pièces).

Vérifier que ces pièces ont été montées correctement ; s'il s'agit des clapets, vérifier que leur jeu est correct.

S'il s'agit des chemises, vérifier leur serrage ; ce serrage doit se faire dès la mise en marche de la pompe et alors que le côté du fond de cylindre est sous pression. Si le bruit persiste après ces opérations, vérifier la fixation de la tige du piston sur la rallonge de crosse et le serrage du contre-écrou correspondant. Vérifier la fixation du couvercle du presse-étoupe de la tige de piston et le serrage de sa garniture.

Si le bruit continue, il provient de la fixation du piston sur sa tige ; vérifier le serrage de l'écrou et s'il est correct, l'état de son filetage

**B. Cognement au bout d'un certain temps après la mise en marche**

Vérifier que la pompe est toujours amorcée et, si c'est le cas :

- Refaire les vérifications ci-dessus ;
- en particulier celle du contre-écrou de la rallonge de crosse ;
- vérifier que la tige de piston n'est pas partiellement dévissée dans la rallonge de crosse, ce qui peut provoquer un choc de la tige du piston contre le fond de la butée de chemise.

**C. Cognement du côté mécanique de la pompe**

S'ils ne proviennent pas du blocage insuffisant du contre-écrou de la tige de piston (sur la rallonge de crosse) ou de l'usure des glissières de la crosse, il est nécessaire de faire intervenir l'atelier de réparation ou le fabricant.

**IV.7.1.2 Les coups de bélier**

Qui produisent un bruit sourd ; ils sont souvent dus à ce que les cylindres ne se remplissent pas complètement au moment de l'aspiration, ou à ce que des entrées d'air se produisent aux couvercles des clapets aux portes des cylindres ; ils sont pour conséquence indirecte une usure anormale des paliers et des articulations de la partie mécanique de la pompe.

Les coups de bélier sont généralement dus au mauvais remplissage des cylindres. Dans son mouvement dans un cylindre partiellement vide, le piston a tendance à accélérer et il

vient cogner contre le liquide en fin de course. Il faut vérifier l'aspiration et le refoulement.

Quand le flexible de refoulement fouette exagérément du côté refoulement qu'il faut d'abord chercher l'explication des coups de bélier. Quand il y a également à l'aspiration un flexible, ou un tuyau métallique qui n'est pas fixé de façon rigide, s'il fouette ou est secoué, la crépine d'aspiration se bouche facilement (petit gravier, sable) ; par la suite également quand on emploie des produits colmatant si on les ajoute à la boue sans prendre la précaution de les répartir uniformément. La crépine de refoulement évite que des débris de caoutchouc provenant de l'intérieur de la pompe puissent aller boucher les événements des trépan et spécialement ceux des outils à jets.

Quand la conduite d'aspiration est bouchée, soit par dépôt de sable, soit, après un repos prolongé, par la boue épaissie, on peut la déboucher en la démontant, ce qui représente un travail assez important ; on peut aussi, si on a deux pompes sur le chantier, opérer de façon suivante qui est plus simple et plus rapide :

- L'amorçage de la pompe présente parfois des difficultés ; les sondeurs croient bien faire en la faisant marcher à grande vitesse pour l'amorcer.
- Or, ces difficultés sont généralement dues à ce que la boue est thixotrope, donc plus visqueuse après un arrêt prolongé et c'est plutôt en exerçant une aspiration lente qu'on peut arriver à l'aspirer.
- Il faudra donc faire marcher la pompe au ralenti jusqu'à ce que le rendement volumétrique soit correct (débit par minute correspondant bien au nombre des coups de piston) puis on passera à l'allure de marche normale.

#### **A. Coups de bélier à grande vitesse seulement :**

C'est souvent dû au fait que les cylindres ne se remplissent pas complètement, ce qui peut être dû à l'une des causes suivantes :

- Filtre partiellement bouché à l'aspiration,
- bacs à boue et conduites d'aspiration bouchés en partie par du sable ou des déblais,
- Flexible d'aspiration abîmé qui peut empêcher l'aspiration, par exemple en s'aplatissant, sous l'effet de la dépression,
- Niveau de la boue trop bas dans les bacs (quand l'aspiration n'est pas en charge),
- Vanne d'aspiration insuffisamment ouverte,
- Température trop élevée de la boue (formation de poches de vapeur) ; il faut la refroidir,

- Mauvais fonctionnement des clapets d'aspiration qui peuvent être bloqués dans leur position de fermeture par des débris (matières comatantes ajoutées à la boue)...

**B. Le flexible de refoulement fouette violemment sans que la pompe cogne :**

Il peut être nécessaire d'utiliser un amortisseur de pulsations. S'il y en a déjà un, il est défectueux ou insuffisant ; il faut le vérifier (pression de gaz trop faible, fuites dans l'appareil).

**C. Le flexible de refoulement fouette violemment et la pompe cogne :**

Ceci est dû en général à la présence (en quantité) de gaz dans la boue ou à une entrée d'air sur la conduite d'aspiration. Cela peut être dû aussi à une poche d'air sur un point haut de la conduite d'aspiration et disparaît alors, en général, au bout d'un moment. Il est préférable de disposer la conduite d'aspiration de façon qu'il n'y ait pas de point haut. On y fera attention surtout quand on utilise un flexible d'aspiration ; quand on emploie une conduite d'aspiration métallique l'installation ne comporte en général pas de tels points hauts.

Dans le cas des pompes triplex, le même phénomène se produit en cas de mauvais fonctionnement de la pompe de suralimentation. Ceci est dû en général à la présence (en quantité) de gaz dans la boue ou à une entrée d'air sur la conduite d'aspiration. Cela peut être dû aussi à une poche d'air sur un point haut de la conduite d'aspiration et disparaît alors, en général, au bout d'un moment.

Il est préférable de disposer la conduite d'aspiration de façon qu'il n'y ait pas de point haut. On y fera attention surtout quand on utilise un flexible d'aspiration ; quand on emploie une conduite d'aspiration métallique l'installation ne comporte en général pas de tels points hauts.

Dans le cas des pompes triplex, le même phénomène se produit en cas de mauvais fonctionnement de la pompe de suralimentation.

**IV.7.1.3 Les sifflements**

Dus au passage de boue sous pression, dans des passages étroits (soupape ou joint non étanche, etc.) ; si on les laisse continuer, il en résulte des usures qui peuvent avoir rapidement de graves conséquences : érosion des clapets, de leurs sièges et même du bâti si la fuite se produit entre siège et bâti, érosion des cylindres, fuites importantes de boue, etc.

**A. La pression de refoulement est anormalement basse**

Il n'y a pas de cognement, mais des sifflements ; ceci est généralement dû à des fuites à l'intérieur de la pompe (clapets, pistons) ; on les décèle à l'oreille. Si le sifflement est continu il s'agit probablement d'une fuite à la garniture du piston. La boue passe alors d'un côté à l'autre du piston.

Si on n'entend aucun sifflement, cela peut être dû soit à la crépine de refoulement partiellement bouchée (le manomètre sur lequel on se base étant situé après la crépine) soit à des fuites sur le train de tiges.

**B. La pression de refoulement a des variations très amples ou irrégulières :**

Les variations de pression au manomètre de la pompe pendant la marche sont normalement faibles. Toute pompe dont l'aiguille du manomètre oscille en marche normale de plus de 10 bars doit être vérifiée.

Ceci est dû, en général, à des fuites aux pistons et se reconnaît aux sifflements. Si ce n'est pas le cas, il faut vérifier s'il y a des sifflements aux clapets.

- La mise en marche de la pompe à boue s'effectue par le démarrage du moteur électrique d'entraînement.
- La mise en arrêt de la pompe à boue s'effectue par l'arrêt du même moteur électrique.
- Si la pompe est arrêtée pour une longue durée de temps il est nécessaire de vider le circuit parcouru par le liquide à pomper.
- Nettoyer à l'eau propre les parties de la pompe afin d'éviter leur oxydation et l'effet du sable sur chantier.

**Conclusion**

Sur la base de cette partie, nous avons étudié tous les dysfonctionnements courants et la manière de les traiter en fonction du type d'entretien et de l'emplacement de la pompe, et nous avons mentionné comment démonter et installer toutes ses pièces. Si le technicien de maintenance doit voir cela des informations lui permettant de traiter correctement les dysfonctionnements sans risques ni dommages pouvant lui coûter de l'argent et des efforts.



## **Chapitre V**

# **Sécurité et Environnement**



## Introduction

La sécurité, la santé et le bien être des employés figurent parmi les préoccupations majeurs de l'entreprise.

La sécurité, naturellement, est de premier ordre chaque jour. C'est quelque chose dont nous sommes conscients, quoi que nous fassions, pendant toute notre vie. Elle est d'importance à la maison, au travail ou pendant les loisirs, dans la rue et sur les voies à grande circulation, en résumé, où que nous soyons.

La sécurité est encore plus d'actualité sur la sonde que partout ailleurs car le forage est une activité dangereuse. Le forage est une industrie très concurrentielle, faisant un effort constant pour gagner du temps, qui représente une grande valeur pour le contracteur de forage et pour son employeur l'opérateur. Les équipes de forage doivent être aussi diligentes et efficaces que possible, mais la vitesse et l'efficacité exigent également des pratiques opératoires sûres. Car les accidents et les manquements à la sécurité peuvent être extrêmement coûteuses, non seulement en blessures et en perte ou détérioration de matériels, mais également en perte de vie.

Les perceptions du paramètre environnement dans la gestion de l'entreprise ont considérablement évolués depuis le développement du mouvement écologistes des années 1960.

Aujourd'hui autour des entreprises de toute aille, de plus en plus on se rend compte qu'effectivement le nom environnement coûte beaucoup plus chère qu'une gestion responsable de l'environnement. A titre d'exemple, le coût de traitement des déchets qui ne cesse d'augmenter d'une année à une autre.

cet effet une solution s'impose, mieux vaut économiquement et écologiquement, éviter de générer des déchets à la source que de s'en débarrasser à des prix exorbitants, ce qu'implique le changement de matière première et de processus, donc innover. Il en va de même pour la consommation d'eau et d'énergie.

La protection de l'environnement est du devoir collectif qui suscite l'attention et la préoccupation de chacun de nous, pour une meilleure qualité de vie.

## V.1 Définitions [12]

### V.1.1 Sécurité

C'est l'immunité contre un risque inacceptable pour l'environnement.

### V.1.2 Environnement

C'est un ensemble des contraintes, d'obstacles mais aussi de chances, tant externes qu'internes que chaque système doit prendre en compte lors de sa création et au cours de son développement.

### V.1.3 Danger

Situation caractéristique propre à certains éléments du système, qui menacent ou compromettent la sûreté. Le danger est alors considéré comme la cause d'une atteinte possible à l'existence d'un bien ou d'une personne, vis-à-vis du système, il est défini comme un processus non désiré. C'est un facteur potentiel d'accident, parfois mesurable (niveau de température, vitesse excessive...).

### V.1.4 Risque

Probabilité qu'un effet spécifique se produise dans une période donnée ou dans des circonstances déterminées. En conséquence, un risque se caractérise par deux composantes : la probabilité d'occurrence d'un événement supposé donner et la gravité des effets ou des conséquences de l'évènement supposé pouvoir se produire.

### V.1.5 Accident

Evènement ayant des conséquences catastrophiques ou susceptibles d'en avoir, dans l'industrie, l'accident est défini comme l'évènement pouvant entraîner l'endommagement d'une ou plusieurs barrières et donc conduire à un relâchement de produits radioactifs et demandant la mise en service de système de protection

## V.2 Sécurité dans les hydrocarbures [12]

L'installation de l'appareil de forage à terre est une opération délicate impliquant la manutention de colis lourds et de grandes dimensions. Par la suite, sa mise en œuvre implique l'utilisation d'équipements pouvant générer également d'autres risques, tels que ceux qui sont liés aux hydrocarbures, à la haute pression, au travail en hauteur, aux produits chimiques ou à l'électricité.

### V.2.1 Sécurité du personnel

- La porte du casque est obligatoire pour toute personne accédant au chantier, des casques seront tenus en réserve sur le chantier à la disposition des visiteurs.

- Le chantier sera doté de matériel de protection individuelle masques filtrants et matériel de réanimation.
- L'équipe de forage portera obligatoirement : casque, vêtement de travail, chaussures de sécurité et gants de protection qui lui devront être fournis.
- Pour certaines travaux particulières, nettoyage des bacs, utilisation des produits corrosifs, soudage, etc.... des équipements spéciaux (gants caoutchouc, imperméables, tabliers, lunettes, écrans, etc.....) devront être utilisés.

### V.2.2 Dangers et risques liés au forage

Humaine, installation et environnement, d'où la nécessité de proposer des solutions, des consignes et des mesures pour l'élimination ou la réduction de ses derniers

Pour faciliter l'analyse des risques, nous avons divisé les risques du chantier de forage en 4 familles.

1. Famille physique
2. Familles biologiques
3. Familles chimiques
4. Familles ergonomiques

- **Famille physique**

Les ambiances de travail (éclairage, ambiances thermiques) et les agents physiques (bruit, vibrations, rayonnement, pression) constituent l'environnement de travail dans le chantier de forage .Ces paramètres sont des éléments essentiels pour la bonne exécution des tâches car ils agissent sur le facteur humain et l'installation

- **Familles chimique**

Les substances et les mélanges chimiques utilisés dans les différentes opérations de forage engendrent dans les cas accidentels des effets sur l'être humaine (effets toxiques) les équipements l'environnement (explosion)

- **Famille biologique**

Les activités effectuées dans le chantier de forage dans des zones très spéciales résultent une exposition à des agents biologiques

### V.2.3 Prévention

Ces différents risques trouvant leur prévention dans la sensibilisation du personnel et dans le respect des consignes de sécurité et de port des effets de protection individuelle :

Casques, masques, stop bruit, lunettes, écrans, combinaisons, harnais de sécurité, chaussures, etc....

#### V.2.4 Sécurité des chantiers de forage

Au cours des opérations, il est essentiel que le chef de chantier et le représentant du maître d'œuvre s'informent de toute intervention qui pourrait avoir une incidence sur la sécurité.

##### A. Registre de sécurité

Chaque appareil de forage doit être muni d'un registre de sécurité tenu à jour à la disposition de l'administration.

Ce registre contient en particulier, les caractéristiques essentielles de l'appareil, les consignes de sécurité, une copie des textes réglementaires et des éventuelles dérogations, les transformations ou réparations importantes ayant éventuellement été effectuées, les rapports des contrôles réglementaires par les sociétés agréées.

##### B. Consignes de sécurité

Elles doivent être présents sur le chantier et être adressées au directeur régional de l'industrie, de la recherche et de l'environnement avant le début des travaux :

- Consigne en cas d'incendie ;
- Consigne en cas de venue ou perte de fluide de forage ;
- Consigne en cas d'accident grave ;
- Consigne en cas de pollution accidentelle ;
- Consigne en cas de présence d'H<sub>2</sub>O ;
- Consigne pour les essais du B.O.P ;

Consigne pour chaque opération spéciale (acidification, utilisation d'explosif, de source radioactive).

##### C. Affichage :

###### ● **Pouvant être affichées dans le bureau du chef de chantier**

- Un plan de masse de l'appareil de forage ;
- Un plan des liaisons équipotentielles ;
- Un plan des moyens de lutte contre l'incendie ;
- La liste des noms des personnes et services à contacter en cas d'accident ;
- Si nécessaire, un plan des issues de sécurité en cas de venue d' H<sub>2</sub>O ;

###### ● **Doit être affichés dans l'abri du chef de poste**

- Consigne en cas de venue ;

- Plan de l'empilage de la tête de puits effectivement monté ;
- Pression maximum admissible dans l'espace annulaire ;
- Pression de refoulement maximum des pompes de forage selon le diamètre des chemises.

- **Information du personnel**

Les règlements et instructions édictés par l'administration en vue d'assurer la sécurité et l'hygiène sur les chantiers doivent être portés à la connaissance du personnel ainsi que ceux établis par la société ou par des organismes spécialisés dans le même but.

### V.3 Sécurité de l'environnement due aux hydrocarbures [13]

Aucun employé ne doit porter ou laisser porter atteinte aux règles de l'entreprise, relatives à la santé, la sécurité et la protection de l'environnement.

Tous les employés doivent être informés des risques liés aux activités dont ils ont la charge et de toutes ces règles et mesures de sécurité s'y rapportant.

Les employés du maître d'œuvre, les fournisseurs et les tiers qui interviennent sont tenus de respecter les règles de l'entreprise relatives à la santé, la sécurité et la protection de l'environnement, ainsi que les règles de leurs sociétés respectives.

La hiérarchie opérationnelle doit connaître et se conformer aux réglementations externes s'appliquant à leurs domaines d'activité.

Les résultats de sécurité font partie intégrante de matière de santé, sécurité et protection de l'environnement à chaque fois que cela s'avérerait nécessaire.

### V.4 Recommandation

Il faut former le personnel à la manutention des déchets des produits utilisés durant les différentes activités, l'informer des dangers que présentent certains d'entre eux et vérifier qu'il connaît les mesures à appliquer en cas d'accident :

- Veiller sur la vérification régulière de l'état de l'emballage ;
- Insister sur les récupérations des ferrailles à tous les niveaux ;
- Prévoir une technique d'évaluation des possibilités de valorisations ;
- Prévoir une technique d'utilisation des déchets pour d'autres formes d'énergie ;
- Sensibiliser le personnel en lui faisant prendre conscience des problèmes posés par les déchets et des avantages apportés par une bonne gestion des déchets (gaspillage moins important, création des matières premières secondaires ou d'énergie, réduction des coûts d'élimination) ;

- Respecter les règles d'hygiène et les conditions environnementales sur les lieux de travail et sur les bases de vie ;
- Nécessité de développer une filière d'élimination des déchets, fondée sur un tri rationnel ;
- Prévoir une technique d'une bonne gestion rationnelle des eaux ;
- Procéder à une technique de détermination du niveau de bruit sur chaque profession, pour évaluer les effets de bruits et les moyens utiliser pour la protection individuelle contre le bruit;
- Prévoir une salle audiométrie munie d'un système insonore au niveau du CMS
- Les limites qui sont inaptes après usage à l'emploi auquel elles étaient destinées neuves, peuvent être réutilisées comme matière première en vue de recyclage ou de génération, soit comme combustible industriel ;
- Le fond du borbier doit être tapissé par une bâche imperméable ou d'une couche épaisse d'argile, ceci pour protéger le sol et la nappe phréatique ;
- Sensibiliser le personnel travaillant sur les produits de boue afin de ne pas déverser trop de produit sur le sol (éviter le gaspillage) ;
- Prévoir un système de stockage produit de boue (recouvrement contre toutes les atteintes)

### V.5 L'impact de l'activité de forage sur l'environnement [12]

Impacts	Contrôle
Contamination des sols Contamination des aquifères Atteinte à l'habitat de la faune et flore	BOP certifié Eau usée traitée, Isolation des aquifères (casing et cimentation), Prévention contre les déversements, Training aux employés et préparé à urgences de, l'éruption puits pour l'utilisation des eaux.
Atteinte à l'esthétique du paysage du site	Plan de gestion approprié des déchets non biodégradable

Pollution de l'atmosphère Atteinte à l'environnement périphérique.	BOP certifié, Combustion rationnelle
Équipements de la ressource en eau pollution de l'eau	Utilisation rationnelle des eaux
Consommation d'énergie	Utilisation rationnelle de l'énergie
Nuisances sonores, auditives, visuelles, atteintes à l'habitat de la faune et flore, accumulation des déchets	Procédures d'étude d'impact en place et mesures de préservations des sites sont prises en considération.

## V.6 Protection contre l'incendie [12]

### V.6.1 Équipements

La sonde doit être dotée d'un matériel destiné à pouvoir lutter rapidement et efficacement contre tout début d'incendie ; les produit d'extinction, appropriés aux risques, doivent être choisis parmi les plus efficaces, en particulier pour les extincteurs spéciaux pour feux d'hydrocarbures : les poudres et mousse physiques.

Les équipements de lutte contre l'incendie sont exclusivement réservés à la lutte contre le feu et aux exercices ; toute autre utilisation en est rigoureusement interdite.

### V.6.2 Prévention

La mise en place, l'entretien du matériel, la formation et l'information du personnel ainsi que la conduite à tenir en cas d'incendie font d'objet d'une consigne de l'entrepreneur qui sera affichée et remise individuellement, au moins au chef de chantier et aux chefs de poste.

Sur l'ensemble du chantier, toute anomalie de l'installation électrique doit être réparée et comporteront des vannes de sectionnement facilement accessibles et judicieusement réparties sur la longueur des conduites.

En cas de venue d'indice (l'huile ou gaz), le matériel de détection gaz et les équipements de protection respiratoire seront vérifiés et mis en œuvre. Le personnel sera informé de la situation ; les consignes d'incendie seront rappelées.

### V.6.3 Interventions

Toute personne constatant un début d'incendie doit aussitôt donner l'alerte et attaquer le foyer avec l'extincteur le plus proche ;

Le chef de poste (ou chef de chantier) alerté, envoie en renfort le personnel qui n'est pas strictement indispensable à la sécurité du travail en cours ;

D'une façon générale, la coupure du courant électrique, sur l'ensemble du chantier, doit être exécutée le plus tôt possible et, de toute manière, avant la mise en œuvre de lances à eau (ou à mousse éventuellement)

## V.7 La maîtrise du feu [13]

Le feu, d'une manière générale, se déclare en présence et avec la combinaison de trois éléments :

- Le carburant.
- L'oxygène.
- La chaleur.

La maîtrise du feu passe par l'élimination d'un des trois éléments :

- L'élimination du carburant ; par l'arrêt de l'écoulement ou la récupération du produit inflammable.
- L'étouffement du feu ; on utilise un couvert, une couverture anti-feu ou un agent chimique.
- Le refroidissement, avec le moyen le plus classique à savoir, l'eau.

### V.7.1 Sécurité apportée à la pompe à boue et circuit haute pression [13]

- **La pompe**

La pression maximale admissible aux pompes de forage devra être moins égale à la pression maximale possible en tête de puits dans le cas le plus défavorable (puits plein de gaz). Si cette condition n'est pas réalisée, une pompe spéciale devra rester branchée en permanence sur la tête de puits.

Il n'est pas recommandé d'utiliser les pompes de forage pour la confection de laitier de ciment. L'utilisation d'une pompe de cimentation indépendante avec bac et circuit séparés ou une unité de pompage mobile sur camion sont préférables.

Les moteurs de pompes doivent être consignés avant tout démontage des parties hydrauliques ; les volants, courroies, ou chaîne de pompes seront munies de carters convenablement fixés. Les carters de protection enlevés pour un travail de réparation ou de vérification seront remis en place avant la remise en marche normale de la pompe.

#### • Soupapes

Les pompes seront munies de soupapes de sécurité convenablement tarées. Le tarage des soupapes à clous se fera exclusivement avec des clous calibrés.

Une conduite de décharge soigneusement fixée sera montée de manière telle que le jet de boue ne présente aucun danger. Les soupapes, si elles sont à piston, seront avec capuchon protecteur.

#### • Amortisseur de pulsations

Les amortisseurs de pulsation seront mis en pression avec de l'azote exempt d'oxygène. La pression de gonflage doit être adaptée à la pression de refoulement des pompes de façon à limiter efficacement les vibrations.

#### • Conduites

Les circuits reliant la ou les pompes à boue au puits seront définies par la direction technique de l'entrepreneur et feront l'objet d'un plan dont la nomenclature détaillera chaque élément constitutif. Aucune modification ne doit être apportée sans l'autorisation de la direction technique de l'entreprise.

Les éléments constitutifs des conduites de refoulement seront tels que leur pression de service (définie par le fabricant) soit égale ou supérieure à la pression maximale de service de l'installation. Les conduites haute pression seront soigneusement montées et solidement maintenues. L'utilisation excessive de ruban de téflon dans l'assemblage des conduites peut être la cause d'une mauvaise interpénétration des filetages et sera donc à limiter. Après montage du circuit de refoulement, le chef de chantier vérifiera que les éléments composant ce dernier sont conformes aux spécifications et que le tarage des soupapes des pompes correspond au programme prévu.

#### • Colonne montante

La colonne montante sera munie d'un dispositif de purge ; les extrémités du flexible d'injection seront solidement amarrées, respectivement à la tour et à la tête d'injection. Les têtes de circulation seront reliées par un câble de sécurité aux bras d'élévateurs.

Le manomètre branché sur le circuit d'injection sera parfaitement lisible par le conducteur du treuil.

## V.8 Quartier de boue [12]

- **Surveillance des bassins**

Le volume des bassins devra être tel qu'une éruption normalement prévisible en fonction du programme de forage puisse être maîtrisée. Pour cela, le volume total des bassins à boue (circulation plus réservé) devra être au moins égale à deux fois le volume du trou.

En cours de forage, l'équipe de poste assurera en permanence la surveillance :

- Du niveau de boue dans les bassins.
- De la densité et de la viscosité de la boue.
- Des indices de présence d'hydrocarbures.

- **Défis environnementaux du fluide de forage**

Aujourd'hui, la préparation des fluides de forage doit résoudre une difficulté majeure. En effet, comment satisfaire aux conditions de température et de pression de plus en plus rigoureuses, requises dans certains puits profonds et dans les puits horizontaux, tout en préservant l'environnement.

Les composants des fluides de forage doivent être rigoureusement sélectionnés afin que les rejets de boue ou de déblais aient un impact minimal sur l'environnement. Les considérations environnementales sont un élément moteur des initiatives des recherches et développements actuelles concernant les fluides de forage.

Le choix des fluides de forage est également dicté par l'impératif de santé des foreurs et les produits sont sélectionnés de façon à minimiser les risques sanitaires.

Si les fluides sont un élément indispensable à la réussite d'un forage pétrolier, ils peuvent également constituer l'un des aspects les plus complexes d'une opération de forage. Les déblais qui sont charriés hors du puits doivent être évacués, tout comme le fluide de forage qui les accompagne. Alors que le rayon d'action autour d'un site de puits est relativement restreint et reste confiné autour du lieu de forage, l'effet de la plateforme sur l'environnement peut être considérable.

L'impact des fluides de forage sur l'environnement dépend d'un type de boue utilisée et des principales conditions environnementales. En mer, les boues à base d'eau sont généralement moins nuisibles que les boues à base d'huile. En revanche, les rejets des déblais sur terre ont différents types d'effets et la teneur en sel de la boue peut entraîner davantage de problèmes que la teneur en hydrocarbures.

L'impact de nombreux polluants sur l'environnement dépend de la manière dont le polluant est rejeté et se décompose ensuite dans l'environnement. Les résidus huileux,

lorsqu'ils sont rejetés dans l'eau, ne se dispersent pas autant que les boues à base d'eau et peuvent former des amas qui recouvrent des parties entières du fond marin.

**Conclusion**

L'accueil et la sécurité industrielle jouent un rôle important dans la protection des personnes, de l'environnement et même des équipements, car le respect des instructions des ingénieurs en sécurité industrielle joue un rôle important pour éviter les catastrophes susceptibles de tuer des travailleurs ou de provoquer des catastrophes environnementales qui doivent être éliminées, et faire preuve de prudence avec les machines et les produits chimiques est la responsabilité de chaque travailleur.

### Conclusion générale

Le travail présenté dans notre thèse de fin d'études porte sur l'étude de la pompe à boue de forage pétrolier, cette thèse contient cinq chapitres

Dans le premier chapitre, nous avons donné un aperçu de la Société Nationale de Forage et avons parlé de l'histoire de son origine et avons parlé du champ Hassi Massoud et identifié les étapes de développement de la Société Nationale de Forage pendant quarante ans de travail, et nous avons expliqué la structure organisationnelle de l'entreprise

Dans le deuxième chapitre, nous avons fourni des informations générales sur les outils de forage, nous avons d'abord parlé du principe du forage rotatif, comme vous, nous avons fourni une description de l'appareil de forage, où nous avons discuté des fonctions les plus importantes qu'il remplit, nous avons discuté de la fonction du moteur et de la transmission et parlé des sources d'énergie.

Le troisième chapitre est une étude sur la pompe à boue 12P160 avec la largeur de la pompe à boue et nous en avons donné une étude technologique et avons également discuté du principe de fonctionnement de la pompe à boue et identifié les conditions les plus importantes qui permettent le fonctionnement de la pompe

Chapitre quatre, dans lequel nous avons parlé de la maintenance de la pompe de puits de pétrole 12P160 Nous avons donné la définition de la maintenance et des différents types de maintenance et nous avons défini l'objectif principal de la maintenance nous avons également mentionné certaines opérations de maintenance et nous avons maintenu et diagnostiqué des défauts au niveau du chantier.

Dans le cinquième et dernier chapitre, nous avons présenté la définition de la sécurité et de l'environnement, la définition du risque, du danger et des accidents, nous avons parlé des dangers attendus lors du forage, nous avons également mentionné les méthodes de sécurité et de protection des personnes, ainsi que les équipements et le lieu de forage, nous avons abordé la protection incendie des équipements et les méthodes de prévention et d'intervention

Enfin, nous entourons ce travail par une conclusion générale qui inclut toutes les étapes de travail.

## Références Bibliographiques

- [1] KRARROUBI Ratiba «Problème de coincement au niveau du turonien sur le champ de HMD» Mémoire d'ingénieur. Univ Boumerdes. 2006.
- [2] A. SID, Y.MAKHLOUF «Critères de choix des paramètres et la minimisation des problèmes au cours de forage, Champs Hassi Messaoud» Mémoire de Master , Univ Ouargla. 2012.
- [3] Web graphique : [www.sonatrach.com/nos-activites.html](http://www.sonatrach.com/nos-activites.html).
- [4] AMADOU Abdoulaye «Contribution à la surveillance d'un processus de forage pétrolier» Thèse Doctorat, l'École Nationale Supérieure d'Arts et Métiers, 31 mars 2010.
- [5] « Etude de la pompe à boue National Oil Well 12P160 », ZITOUNI A.GHANI, BEKHOUCHE A.HAKIM université m'Hamed BOUGARA de BOUMERDES, Mémoire de fin d'études (2007/2008)
- [6] Division forage département formation (M1) PDF
- [7] Bernard chargées, Pompes volumétriques pour liquide, Technique d'ingénieur, B4320.
- [8] C.Mahfoud , Étude et maintenance de treuil de forage oil well840<sup>E</sup>.Mémoire de master université HASSIBA BENBOUALI CHLEF. 2012
- [9] Etude d'une pompe à boue 12P160. Département maintenance .option mécanique
- [10] M Khaled GHEMAM. A Abderezzak. Etude d'une pompe à boue 12 P1 60. Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en mécanique de chantiers pétrolières
- [11] D Said, H Ahmed, B Samir. Etude et maintenance de la pompe à boue type "NATIONAL OIL-WELL A 1400 PT". Mémoire MASTER PROFESSIONNEL .Domaine Hydrocarbures. Filière Hydrocarbures .Spécialité Mécanique des chantiers pétroliers
- [12] Documentation de la société patellaire Sonatrach
- [13] Documentation de la société de fourrage ENAFOR