

République Algérienne Démocratique et Populaire

**Ministère de l'Enseignement Supérieure et de la
Recherche Scientifique**



Université Echahid Hamma Lakhdar d'El-Oued



FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine: Sciences et Technologies

Filière: Génie mécanique

Spécialité: Maintenance des équipements industriels

Thème

**MAINTENANCE DU SYSTEME DE CIRCULATION DE LA
BOUE DANS UNE APPAREILLE DE FORAGE ROTARY**

Devant le jury composé de

..... Président
..... Examineur
..... Examineur
BOUSBIA SALAH Encadreur
Seif Eddine

:Présenté par :

- CHEKIMA Khalifa
- DADDA Belkacem
- BEGGAS Ammar

2014-2015



Remerciements

*Nous tenons a remercier vivement Monsieur l'encadreur : **BOUSBIA Seif eddine** pour diriger ce travail, pour son dévouement et ses précieux conseils.*

*Nous remercions également nos parents pour leur soutien moral et matériel durant la période de préparation, et pardon, la vie partout, et a tous les amis qui nous ont aide a l'élaboration de ce travail surtout: **Ibrahim HOMADI** , **Mohamed Salah FITHIZA** ,et **GANBAZI Zakaria***

*Aussi, pas oublier **M:zarfaoui laïd** pour l'assistance en stage du travail.*

Khalifa, Ammar & Belkacem

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE.....	01
CHAPITRE I : description de appareil de forage	
1- introduction	02
2- description générale.....	02
2-1- le matériel de fond.....	02
2-2- le matériel de surface.....	02
3- principe de base du procédé de forage.....	03
4- classification des appareil de forage.....	04
4-1- fonction d'un appareil de forage.....	05
4-1-1 fonction rotation	05
4-1-2 fonction levage.....	06
4-1-2-1 le mât de forage.....	06
4-1-2-2 le mouflage.....	06
4-1-2-3 le treuil (draw works)	07
4-1-2-4 le câble de forage.....	08
4-1-2-5 le crochet de forage.....	08
4-1-3 fonction pompage.....	09
4-2 fonction motrise et transmission	11
4-3 fonction de sécurité.....	12
4-3-1 l'installation de l'obturateur de sécurité	12
4-4 les équipement de fond.....	12
4-4-1 le trépam.....	12
4-4-2 les tiges de forage.....	12
4-4-3 tiges carrées	13
CHAPITRE II :système de circulation de la boue	
1-Destination et organisation.....	14
2- La boue de forage.....	16
2-1 Rôle de boue.....	16
2-1-1 Nettoyage du fond du trou... ..	16
2-1-2 Le refroidissement et lubrification	16
2-1-3 Maintien des du trou parios.....	16
2-1-4 Transport des déblais en surface.....	16
2-1-5 Prévention des venues de fluide de la formation.....	17
2-1-6 Détection de gaz d'huile ou d'eau.....	17
2-2 type de boue de forage.....	17
2-2-1 La boue à base eau.....	17
2-2-2 La boue à base d'huile.....	19
3- Les élément composants le système de circulation	19
3-1 La pompe à boue.....	19
3-2 équipements de la ligne de refoulement.....	20
3-2-1 L'ammortisseur de pulsations.....	20
3-2-2 Le conduit de refoulement.....	21
3-2-3 Le tube d'équilibre de pression hydraulique(la colonne montante.....	21

3-2-4 Soupape de décharge ou de sécurité	21
3-2-5 Les joints à demontage rapide.....	21
3-2-6 Les vannes de mise en marche.....	21
3-2-7 Les flexible de refoulement	22
3-3 La tête d'jection	22
3-4 Equipements de système de vidange.....	22
3-5 Equipement pour préparer le liquide de forage.....	23
3-5-1 Le stockage des pulvérulents.....	23
3-5-2 Stockage de la boue.....	23
3-5-3 Le mélangeur.....	23
3-5-4 L'agitateur.....	24
3-6 Equipement pour éliminer les déblais du liquide de forage.....	25
3-6-1 L'épuration naturelle	25
3-6-2 La séparation forcée.....	26
3-7Autres équipements.....	27
3-7-1 Equipement de dégazage.....	27
3-7-2 Transfert-Suralimentation	30
CHAPITRE III :étude des pannes et leur maintenance de système circulation de la boue	
1-Principe d'organisatio retenue.....	32
1-1 Organigramme de l'entreprise.....	33
1-2 Principes d'organisation retenue.....	34
1-2-1 La direction DOS.....	34
1-2-2 La direction ALDIM.....	34
1-2-3 La direction servicing.....	34
1-2-4 La direction Snubbing.....	35
1-2-5Organigramme de la direction snubbing.....	35
2-Maintenance de système circulation de la bous dans appareil de foragr	36
2-1 Etude de panne et leur maintenance dans la boue de forage.....	36
2-2 Operation de réparation des pompe à bous	39
2-2-1 définition.....	39
2-2-2 réparation apportée a la pompe a boue	39
2-3 méthode de lancement des travaux de réparation de la pompa a boue.....	40
2-4 montagr et démontage de la pompe à bous	40
2-4-1 démontage de la pompe a boue.....	40
2-4-2 montage de la pompe a boue.....	41
CONCLUSION GENERALE.....	42

Listes des Figures.

Chapitre	Figures	Page
I	Figure I-1 : Appareil de forage	03
	Figure I-2 : table de rotation	05
	Figure I-3 : fonction levage	06
	Figure I-4 : moufle mobile.	07
	Figure I-5 : moufle fixe .	07
	Figure I-6 : treuil de forage.	07
	Figure I-7 : type de torons.	08
	Figure I-8 : le crochet de levage.	09
	Figure I-9 : la pompe a boue.	10.
	Figure I-10 : fonction de pompage.	10
	Figure I-11 : tête d'injection.	11
	Figure I-12 : le tréfans.	12
	Figure I-13 : tige de forage.	13
	Figure I-14 : type carrées	13

II	Figure II-1 : système de circulation de la boue.	15
	Figure II-2 : la pompe à boue .	20
	Figure II-3 : L'amortisseur de pulsations	20
	Figure II-4 : la tête d'injection.	22
	Figure II-5: le mélangeur.	24
	Figure II-6:l'agitateur.	25
	Figure II-7:tamis vibrant.	26
	Figure II-8:l'hydro cyclone.	27
	Figure II-9 Séparateur vertical	28
	Figure II-10 dégazeur.	29
III	Figure III-1 organigramme de l'entreprise	33
	Figure III-2 organigramme de la direction Snubbing	35

Listes des Tableaux.

chapitre	Tableaux	Page
I	Tableau I-1 : classification des appareil de forage	04
III	Tableau III -1: Pannes de la pompe à boue et leurs maintenance est resumé dans ce la tableau	36

Introduction Générale

Pour avoir du pétrole, il faut d'abord faire de l'exploration, c'est-à-dire rechercher les endroits où la topographie du sous sol permet de « piéger » l'or noir.

Le forage est clé de toute prospection pétrolière . Cette étape représente le principal et l'essentiel de production de pétrole.

- **L' objectif**

Dans notre travail nous allons étudier des pannes et leur maintenance du système de circulation de la boue dans la appareil de forage rotary est l'objectif essentiel de ce travail. Au sein d' ENSP' l'Entreprise Nationale de Service aux puits à Hassi Messaoud .

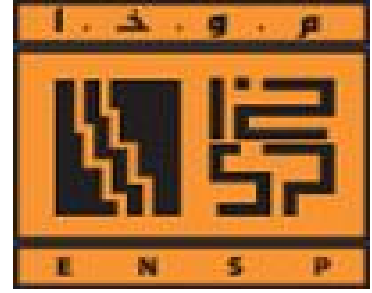
- **Plan de mémoire**

Le mémoire est divisé en trois chapitres:

Au **premier chapitre** nous introduisons les notions générales de la machine de forage et ses composantes.

Au **deuxième chapitre** nous présentons la technique de circulation de la boue, Rôles, Types, Equipements .

Enfin au **troisième chapitre** on peut étudie les pannes et connaitre les causes et les problèmes dans la machine de forage et la composante (la boue) en (circulation) et comment faire sa maintenance.



Chapitre: I

Déscription de appareil de forage

Ce chapitre est une synthèse bibliographique des références [1], [2]

1. INTRODUCTION

Dans un premier temps, il est nécessaire d'introduire la terminologie pétrolière de base utilisée par la suite. Nous allons donc brièvement rappeler le principe et la constitution des systèmes de forage les plus couramment utilisés aujourd'hui (forage rotary) ainsi que les termes techniques que nous reprendrons dans ce rapport.

2. DESCRIPTION GENERALE :

Un système de forage est composé de deux parties: l'installation de forage et la garniture

-l'installation de forage est la partie située à la surface du sol. Elle comprend une tour, appelée derrick ou mât, sur laquelle sont situés les équipements de levage et de plancher qui permettent la manutention, le vissage et dévissage des tiges et le changement de l'outil (trépan).

-la garniture désigne la partie souterraine du système de forage. Elle est constituée, de deux parties principales:

- La partie haute formée du train des tiges.
- L'appareil de forage peut être décrit sous forme de deux catégories de matériel :

2.1.Le matériel de fond :

Cette partie regroupe l'ensemble de la garniture de forage (drill stem) :

- Outil de forage (rock bit)
- Masses tiges (drill collars)
- Tiges de forage (drill pipes)
- Équipements auxiliaires
- Raccords divers

2.2.Le matériel de surface :

Cette catégorie est répartie en plusieurs groupes mettant en œuvre l'outil de forage et assurant la sécurité du puits, ce sont :

- Les équipements de puissance,
- Les équipements de levage,
- Les équipements de rotation,
- Les équipements de pompage et de circulation,
- Les équipements de sécurité.

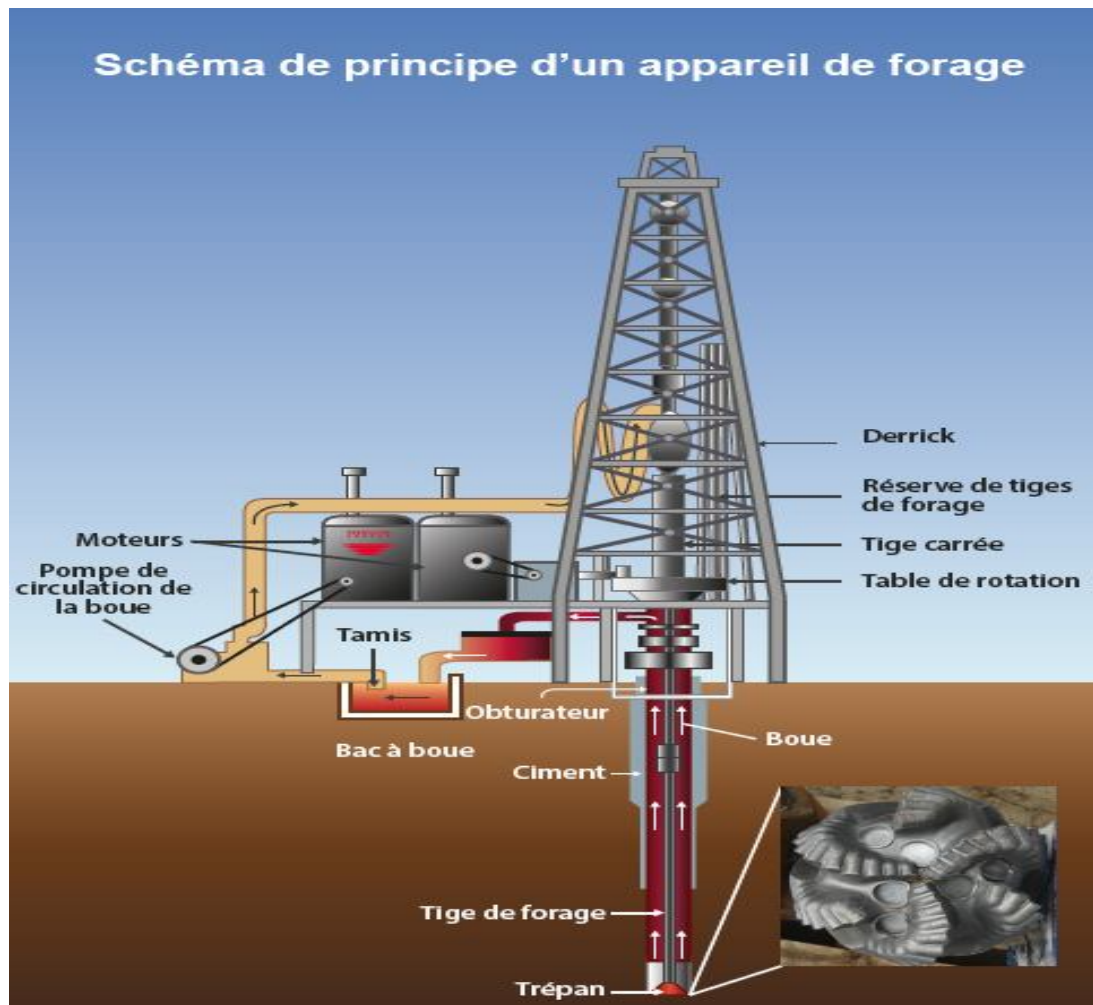


Fig.I -1- Appareil de forage.

3-PRICIPE DE BASE DU PROCÉDE DE FORAGE :

Les puits de pétrole et de gaz sont forés principalement par le procédé de forage rotatif. Le principe général du forage rotatif consiste à mettre en rotation un outil en appliquant une force verticale orientée dans le sens d'avancement souhaité. Cet outil, appelé trépan, sert à tailler, strier et détruire la roche. La circulation continue de boue descendant par l'intérieur des tiges et remontant par l'espace annulaire compris entre les tiges et le trou évacue les débris de roche vers la surface. Cette boue joue un rôle important dans le travail d'attaque de la roche par le trépan.

L'installation de forage, conçue pour permettre la manœuvre de la garniture de forage, inclut les systèmes suivants:

- Un système de suspension,
- Un système rotatif,
- Un système de circulation de boue,
- Un système de production d'énergie,
- Un système de contrôle du puits

➤ **Le système de suspension:**

Il est constitué du derrick pouvant atteindre 80 m de hauteur et d'un treuil motorisé situé au sol à base. Il sert à la circulation de la boue de forage et à la descente et la remonter des équipements de forage, il permet également de fixer le poids appliqué au trépan en retenant partiellement le poids de ensemble de la garniture.

➤ **Le système rotary:**

Il est composé de toutes les parties qui permettent la transmission de la rotation à l'outil, c'est-à-dire, la table de rotation et sa motorisation, la tige d'entraînement ainsi que le train de tige et tête d'injection.

➤ **Le système de circulation de boue:**

Il assure la circulation de la boue de forage et il est associé à une station de pompage servant au traitement du fluide de forage. La boue est en effet, un mélange d'eau, d'argile et d'additifs. une injection continue de la boue dans le puits s'effectue pendant toute la durée du forage.

Les pompes à boue aspirent le bassin par l'intermédiaire d'un tuyau flexible placé à l'intérieur du train de tiges et remontant par l'espace annulaire compris entre les tige et le puits. La circulation de la boue contribue à la lubrification des pièces en mouvement à leur refroidissement et à l'excavation vers la surface des fragments de roches arrachés par le trépan. Elle sert aussi à l'équilibre hydrostatique du puits et éventuellement à la rotation du trépan au travers d'une turbine.

Enfin, la boue est d'une grande utilité pendant l'opération de forage car son analyse fournit des éléments sur la nature géologique des milieux traversés.

➤ **Le système de production d'énergie:**

L'énergie est produite par des moteurs à courant continu. Elle est transmise sous forme électrique ou mécanique vers les différents systèmes de l'installation.

➤ **Le système de contrôle du puits:**

Il sert à détecter et gérer les apparitions soudaines des fluides sous pression; ces irrptions, connues sous le nom de kick, peuvent être extrêmement violentes.

4- CLASSIFICATION DES APPAREIL DE FORAGE :

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

➤ **La capacité de profondeur de forage maximale**

➤ **La puissance au treuil**

La règle du pouce donne d'une manière pragmatique :

« Pour 100 foot de forage, il faut 10 HP de puissance au treuil »

Appareil léger	4921 foot-6561 foot	1500 m – 2000 m	650 HP
Appareil moyen	11482 ft	3500 m	1300 HP
Appareil lourd	19685 ft	6000 m	2000 HP
Appareil super lourd	26246 ft-32805 ft	8000 – 10000 m	3000

Tableau I-1 classification des appareils de forage.

4-1-Fonction d'un appareil de forage :

Les installations de forage employées pour le forage rotary des puits profonds représentent un ensemble de différentes machines, mécanismes et bâtiments.

Au cours de forage rotary d'un puits profond, à l'aide d'une installation de forage, on réalise les opérations suivantes :

- Descente de la colonne de tige de forage dans le puits.
- Rotation d'un outil de forage.
- Injection du liquide de forage dans le puits afin de remonter les déblais de terrain découpés, refroidir le trépan et consolider les parois du puits.
- Rallongement de la colonne de tiges de forage par la mesure de l'augmentation de la profondeur du puits.
- Montée de la colonne des tiges pour remplacer un outil de forage usé.
- Evacuation de déblais du terrain par le liquide de forage et préparation d'un nouveau liquide.
- Descente des colonnes de tubage.

L'ensemble de tous ces équipements qui travaillent au-dessus de la surface permettent d'assurer trois fonctions principales :

4.1.1.Fonction rotation :

Pour faire tourner l'outil, on visse au sommet des tiges, de forme cylindrique, une autre tige de section carrée ou hexagonale, appelée tige d'entraînement [kelly], et on l'introduit dans un moyeu appelé table de rotation [rotary table].

-Les équipements de rotation : Ils sont principalement composés de :

- La table de rotation (rotary table)
- Des fourrures (bushings)
- Du carré d'entraînements (Kelly drive bushing)
- De la tige d'entraînements (Kelly)
- Du raccord d'usure de la kelly (kellysaversub)
- De la tête d'injection (swivel)

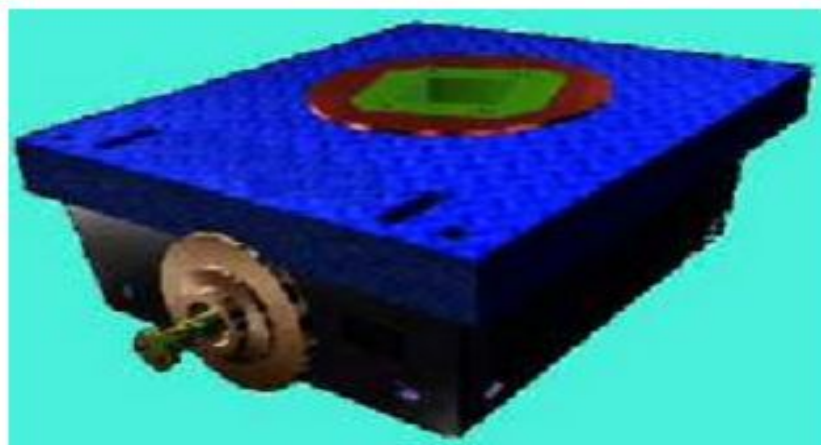


Fig.I.2 : Table de rotation

4.1.2.Fonction levage :

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

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

4.1.2.1.Le mât de forage :

C'est le « trépied » qui supporte le palan. Il a remplacé la tour pour la rapidité de son montage et démontage.

A son sommet est placé le moufle fixe. Une passerelle d'accrochage est placée à son milieu ; elle sert de lieu de travail pour l'accrocheur, qui accroche ou décroche les « longueurs » de tiges lors de la remontée ou la descente de l'outil dans le puits. Une autre passerelle de hauteur ajustable, placée plus bas, sert à guider le tubage pour le visser et le descendre dans le puits.

Un plancher de travail est aménagé aux pieds du mât. Il sert d'aire de travail pour l'équipe. Une cabine [dog house] est aménagée sur ce plancher pour permettre aux ouvriers de se reposer.

Le plancher est surélevé de quelques mètres au-dessus du sol, pour permettre l'introduction des éléments de la tête de puits et des obturateurs.

Les toutes repose sur une substructure robuste, formée de caissons en treillis de fer soudés.

Un plan incliné est conçu pour faire remonter tiges sur le plancher pour les descendre dans le puits.

L'ensemble est posé sur une plate-forme en béton armé, préalablement aménagée sur le sol.

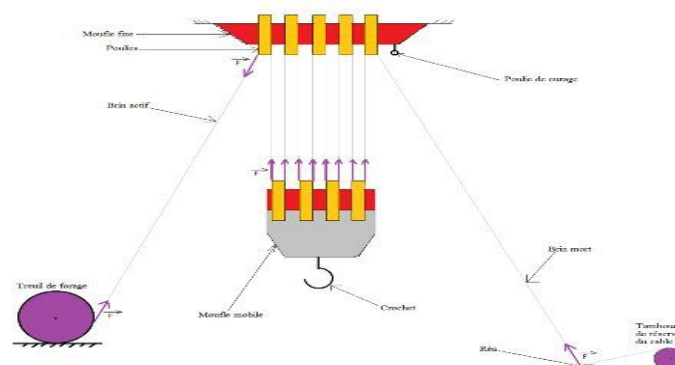


Fig.I.3:fonction levage

4.1.2.2.Le mouflage :

le mouflage est l'enroulement du câble de forage entre les poulies des moufles fixe et mobile en plusieurs brins (jusqu'à 14 brins). Le mouflage permet de démultiplier le poids de la garniture de forage et diminuer la vitesse de son déplacement.

En négligeant les frottements, la charge au crochet est divisée par le nombre de brin

- a- **Le moufle fixe** [crown block] : formé d'un certain nombre de poulies et placé au sommet du mât, il possède une poulie de plus que le moufle mobile.
- b- **Le moufle mobile** [travelling block] : formé également d'un certain nombre de poulies par lesquelles passe le câble de forage, il se déplace sur une certaine hauteur entre le plancher de travail et le moufle fixe.

Il comporte à sa partie inférieure un crochet [hook] qui sert à la suspension de la garniture pendant le forage. Des bras sont accrochés de part et d'autre de ce crochet servent à supporter l'élévateur, utilisé pour la manœuvre de la garniture.



Fig.I.4 : Moufle mobile

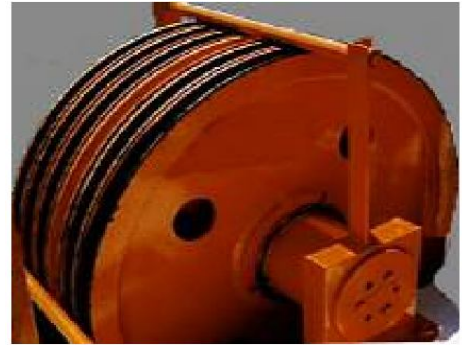


Fig.I.5 : Moufle fixe

4-1-2-3-Le treuil [Draw works]:

Le treuil de forage est l'organe principal de la sonde; par sa capacité il caractérise Le rig (sonde de forage) en indiquant la profondeur de forage que peut atteindre l'appareil de forage .

- Le treuil regroupe un ensemble d'éléments mécaniques et assure plusieurs fonctions :
- Les manœuvres de remontée et de descente (levage) du train de sonde à des vitesses rapides et en toute sécurité, ce qui constitue sa principale utilisation.
- L'entraînement de la table de rotation quand celle-ci n'est pas entraînée par un moteur indépendant.
- les vissages et dévissages du train de sonde ainsi que les opérations de curage.

Les différents types de treuils qu'on trouve sur les chantiers se sont :

- Les Treuils IDECO type (E900, E800.....)
- Les Treuils nationaux type (1320M, 1625M....)
- Les Treuils OIL WELL type (E840, E2000, 660M.....)



Fig.I.6 : Treuil de forage

4.1.2.4.Le câble de forage :**a/ Constitution :**

Un câble est constitué de plusieurs torons disposés en spirale autour d'une âme, chaque toron est lui-même constitué de plusieurs fils calibrés, également disposés en hélice sur plusieurs couches.

a-1/ L'âme du câble : L'âme support du câble peut être en textile (chanvre, sisal, jute), métallique ou mixte (métal et textile). L'âme textile ne joue aucun rôle dans la charge de rupture du câble mais, par contre, retient bien la graisse et donne au câble une bonne élasticité longitudinale. L'âme métallique, elle, participe à la charge de rupture du câble et lui permet de mieux résister à la déformation après passage sur des poulies de faible diamètre. Par contre, elle est moins souple que l'âme textile.

a-2/ Les torons :

Les deux types de torons les plus utilisés dans la fabrication des câbles de forage sont :

a-2-1/ Seal Lay :

Dans ce type de toron, les deux couches extérieures ont le même nombre de fils et sont toronnés au même pas. Les fils n'ont pas le même diamètre pour pouvoir être jointifs.

a-2-2/ Filler :

Appelé aussi Seal Lay à fils de remplissage ou Seal Lay-filler.

Il est constitué (lorsqu'utilisation réclame) un nombre de fils plus important par toron. Le tournage dans les différentes couches se fait au même pas.

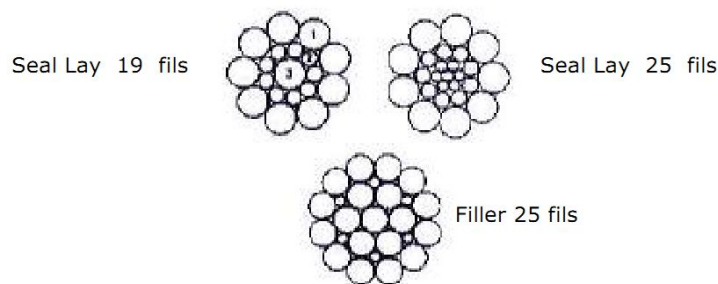


Fig.I.7 : Type de torons

-b/ Diamètres des câbles :

- *diamètre théorique* : qui correspond au diamètre nominal du câble,
- *diamètre pratique* : c'est le diamètre réel mesurable obtenu à la fabrication. Il est généralement supérieur au diamètre théorique dans la limite d'une tolérance maximale.

4.1.2.5.Le crochet de forage :

Se trouve suspendu directement au moufle mobile. Un système de roulement à billes permet la rotation du crochet autour de son axe sans entraîner 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.



Fig.I.8 :Le crochet de levage

4.1.3.Fonction pompage :

La fonction pompage assure l'acheminement du fluide de forage depuis l'aspiration de la pompe jusqu'au retour aux bassins.

La boue [mud] est fabriquée dans des bassins de grande capacité. Elle est ensuite aspirée par des pompes [mud pumps] et refoulée dans les tiges creuses. Elle descend le long de la garniture de forage [drilling string], sort par les orifices de l'outil, remonte dans l'espace annulaire entre la garniture de forage et le puits jusqu'en surface. Là, elle est recueillie dans un tube vertical (tube fontaine), puis acheminée par un autre horizontal (goulotte) vers des tamis vibrants, pour être débarrassée des déblais [cuttings], avant d'être réinjectée dans le puits [well].

Les équipement de pompage et de circulation :Ils sont principalement composés de :

- Bacs à boue (mud tanks) +équipements
- Mixeurs
- Agitateurs (hélico mélangeurs)
- Mitrailleuses de fond et de surface (agitateur hydrauliques)
- Tamis vibrants (shakeshakers)
- Dessableurs
- Déssilteur
- Mud cleaner
- Centrifugeuses
- Dégazeur
- Les Clay-ejectors
- Les goulottes
- Les pompes à boue (mud pumps)+accessoires
- Amortisseur de pulsations
- Amortisseurs de pulsations

- Soupapes de décharge (ou de sécurité)
- Les conduites d'aspirations et vannes
- Le flexible d'injection.

-Technologie de la pompe national-oil well:

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.

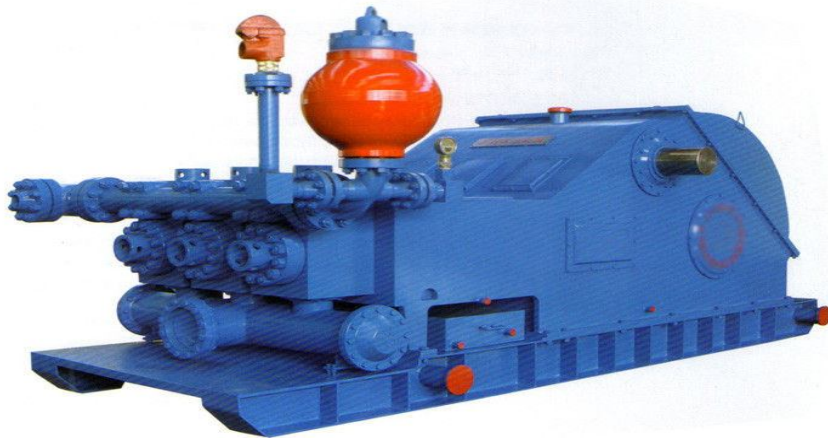


Fig.I.9 : POMPE A BOUE

La boue, une fois refoulée doit suivre le chemin suivant :

- **la conduite de refoulement** : juste à la sortie de la pompe, achemine la boue de la pompe jusqu'au plancher de travail.
- **le manifold de plancher** : placé sur le plancher de travail, il comporte plusieurs vannes pour diriger la boue dans plusieurs directions.

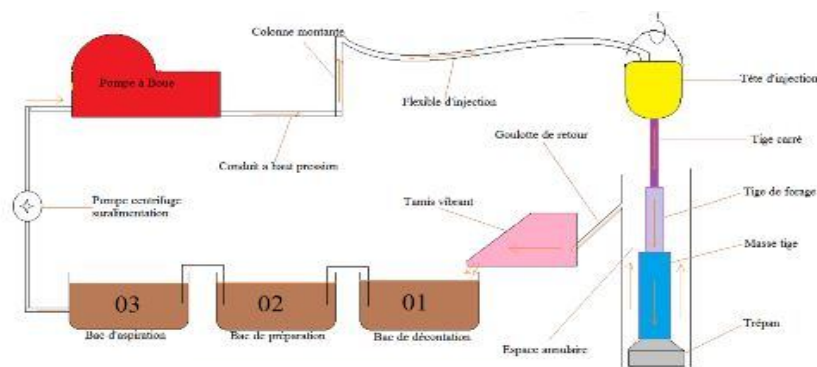


Fig.I.10 :fonction de pompage

- **la colonne montante [stand pipe]** : c'est une conduite connectée au manifold de plancher et monte tout au long du mât.
- **le flexible d'injection [kelly hose]** : qui raccorde la colonne montante au sommet des tiges.
- **le col de cygne [goose neck]** : point de connexion du flexible d'injection à la tête d'injection.

➤ **la tête d'injection [swivell] :**

La tête d'injection représente le mécanisme qui relie la partie mobile d'une installation de forage à la partie fixe.

En effet la tête d'injection qui est suspendue d'un côté au crochet de levage et de l'autre côté vissé à la tige carrée, elle sert :

- De palier de roulement à l'ensemble du train de tige pendant le forage
- Elle assure le passage de la boue de forage venant d'une conduite fixe (Flexible d'injection) dans une conduite animée d'un mouvement de rotation (train de sonde).
- Une tête d'injection comprend une partie mobile reposant par l'intermédiaire d'un roulement à bille principal sur une partie fixe.

L'étanchéité dans ce point est assurée par une garniture spéciale. Il est prévu aussi sur la partie inférieure de la tête d'injection et pour empêcher l'huile de s'échapper des presse-étoupes

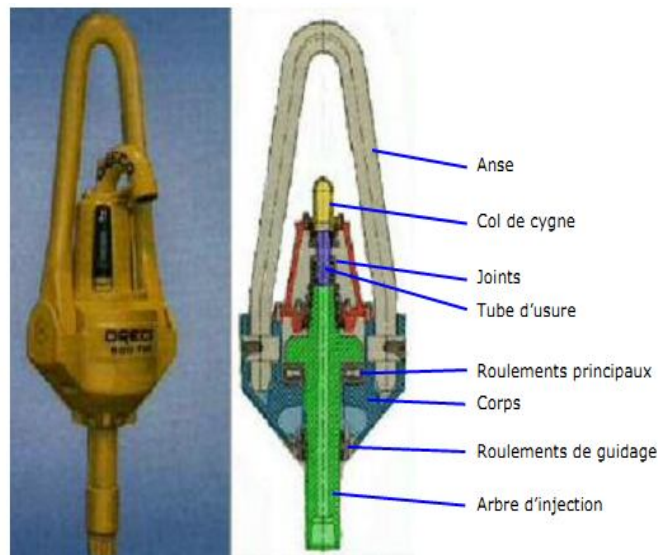


Fig.I.11 :Tête d'injection

4.2.Fonction motrice et transmission:

a-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.

c- Les systèmes de transmissions de puissance :

➤ **Transmission mécanique :** Plusieurs moteurs diesel travaillent en parallèle grâce à leur interconnexion par un système de chaînes, d'embrayage...

➤ **Transmission électrique :**

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

4.3.Fonction de sécurité : 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 obturateurs de sécurité (B.O.P).

4.3.1.L'installation de l'obturateur de sécurité :

a. L'obturateur de sécurité :

Est monté sur la bride d'une colonne intermédiaire descendue avant le début du forage. L'éruption de gaz et d'huile peut commencer très vite et se dérouler d'une manière bien intense, ce qui peut finir par la perte du puits et de l'équipement. A l'aide des obturateurs de sécurité on peut prévenir rapidement le début de l'éruption et réaliser des opérations nécessaires dans le puits.

b- Le système de commande :

L'ensemble de commande des obturateurs est équipé d'une pompe, d'un dispositif hydraulique d'entraînement qui maintient une pression constante, et d'un groupe hydraulique d'accumulation à diaphragme de haute pression.

Pour la réalisation de ces opérations, les équipements utilisés se divisent en deux parties essentielles :

- ❖ Equipements de fond.
- ❖ Equipements de surface.

4-4 Les équipements de fond :

C'est l'ensemble des outils de forage et garniture qui travaillent au dessous de la surface et sont en général :

4-4-1 Le trépan : C'est l'outil qui assure sous l'effet du poids du train de sonde et de rotation la destruction des roches. (figure I.12)



Fig I.12: Outil diamant trépane d'arrastre PDS

outil conventionnel

4-4-2 Les tiges de forage :

Ce sont des tiges qui descendent le long du puits et qui transmettent le mouvement de rotation de l'outil (Trépan). Celles-ci permettent aussi le passage de la boue de forage.



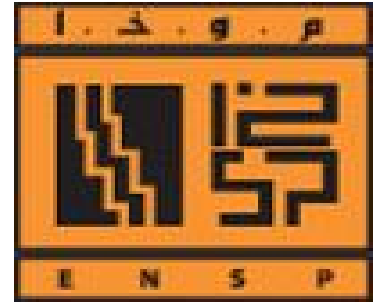
Fig.I.13 :Tige de forage

4-4-3 Tiges carrées :

C'est une tige installée entre la tête d'injection et les tiges de forage transmettent le mouvement de rotation de la table de rotation au train de tige.



Fig.I.14 : types carrées



Chapitre:II

Systeme de

circulation de la boue

Ce chapitre est une synthèse bibliographique des références [3], [4], [5], [6], [7].

1- DESTINATION ET ORGANISATION :

Généralement, le liquide de forage circule en circuit fermé, à partir des pompes dans le puits et du puits avec les déblais de terrain vers les équipements d'épuration et de nouveau vers les pompes.

Afin d'assurer la circulation du liquide, les installations de forage sont équipées d'un système de circulation qui est destiné à amener le liquide de forage sous pression à partir des pompes vers la tête d'injection se déplaçant de haut en bas et vice versa, à renvoyer le liquide de tête de puits dans les réservoirs de recueil des pompes, à éliminer les déblais du liquide et à préparer un nouveau liquide de forage.

Dans la plus part des cas, les liquides de forage sont préparés directement sur les installations de forage. Dans les régions où le forage des puits est concentré, on les prépare d'une manière centralisée aux usines puis on les transporte aux installations de forage au moyen des camions-citernes.

Les composants principaux du liquide de forage sont l'argile et l'eau ; les autres réactifs y sont ajoutés en quantités relativement insignifiantes. Au forage dans les conditions compliquées on ajoute dans le liquide de forage les Alourdissant : oxyde balistique ou fer hématite.

Les systèmes de circulation comprend une ligne de refoulement, une ligne auxiliaire et un système de vidange ;

La ligne de refoulement se compose de la conduite à haut pression par laquelle le liquide est amené des pompes à la tour de forage, au tube d'équilibre de pression hydraulique et au flexible. Elle est munie de vannes et d'instruments de contrôle et de mesure.

Le système de vidange comprend les dispositifs pour épurer et préparer le liquide de forage, réservoirs de recueil de pompe, conduites d'aspiration, filtres, vannes et réservoirs de stockage de liquide de forage.

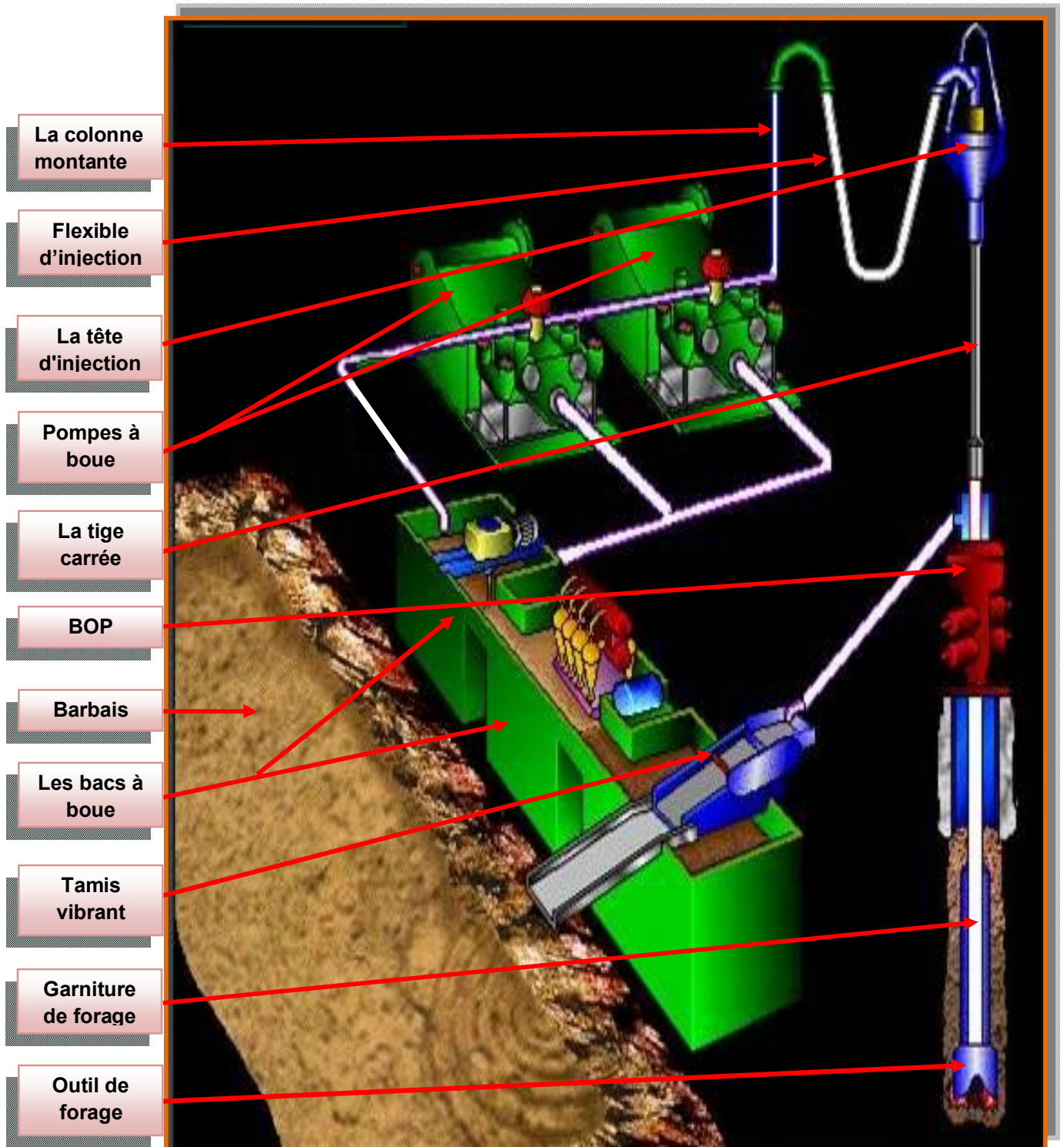


Fig -II- 1 : Système de circulation de la boue

2 LA BOUE DE FORAGE:

2-1 Rôle de la boue :

La circulation de la boue dans l'appareil de forage pour des buts :

2-1-1 Nettoyage du fond du trou :

L'outil rotary doit avoir pendant le forage, une surface de travail propre dont le rôle est d'écrasée ou de cisailée le terrain. Les éclats ou déblai doivent être balayés sitôt qu'ils sont formés, si non l'outil se bourre et peut éventuellement bloquer la garniture. Le débrayage des déblais déjà forés consomme une partie de la puissance nécessaire au forage du trou. La méthode habituelle de nettoyage du trou consiste à faire circuler un fluide par les orifices percés dans l'outil. des jets fluides de grande vitesse frappant le fond du trou créeront une force qui dégagera les fragments de la formation au fur et à mesure qu'ils s'en détacheront.

2-1-2-Le refroidissement et lubrification :

L'outil est très fortement appuyé sur le fond de trou qui va créer de la chaleur due à la friction au niveau des roulements, et à l'abrasion du terrain contre les dents ou les lames. Le fluide en circule autour des molettes et le long des dents dissipera cette chaleur au fur et à mesure de son émission.

Un outil mal refroidie s'échauffera très vite et s'usera très rapidement, des produits lubrifiants mélangés à la boue réduiront la friction des roulements d'un outil et serviront également de lubrifiant entre la garniture et la paroi du trou.

La circulation remonte en surface et la boue qui s'est réchauffée dans le trou se refroidira dans les bassins à la température ambiante.

2-1-3-Maintien des du trou parois:

Un fluide de forage approprié maintiendra les formations qui en son absence s'écrouleraient dans les trous. Ceci est obtenu grâce à un plâtrage des parois effectué par la boue, analogue à un dépôt du mortier. Le poids de la colonne liquide dans le trou crée également une pression hydrostatique qui obligera un maintenir les terrains non consolidés ou éboulés qui peuvent tomber ou s'effondrer dans le puits.

Le "cake", espèce de plâtre déposé par la boue sur les parois du puits, rend étanche et évite les pertes de liquide par suite de la pression exercée sur les parois du trou par les particules solides en prévenance de la boue, en particulier au niveau des terrains perméables.

2-1-4-Transport des déblais en surface :

La circulation évacuera les éclats de roches, les particules de sable ou d'argile on dehors du puits par le mouvement du fluide de forage. On caractérise ce mouvement par la valeur de vitesse annulaire. Les particules solides forés et remontés en surface sont séparées du liquide par décantation, tamisage ou quelque fois centrifugations.

La viscosité d'une boue de forage peut être considérée comme sa résistance à l'écoulement ou pompage.

La viscosité et le gel d'un fluide de forage sont accrus par l'addition d'argile ou de bentonite, et en contrepartie, de l'eau ou de produit chimique peuvent être ajoutés pour réduire la viscosité et le gel.

2-1-5-Prévention des venues de fluide de la formation :

Les pressions du gaz, de l'huile ou de l'eau contenues dans les formations pénétrées par l'outil peuvent être supérieures à la pression hydrostatique de fluide de forage. Si cela se produit, le fluide de la formation pénètre librement dans le puits, et il faudra injecter une boue plus lourde pour augmenter la pression au fond du trou, et par conséquent dépasser la pression de gisement.

La boue produit une couverture hydrostatique suffisante pour contrôler les pressions habituellement rencontrées, et l'ajout de matériaux lourds dans le fluide en circulation peut fournir une boue suffisamment lourde pour contrôler presque toutes les pressions de formation.

2-1-6-Détection de gaz d'huile ou d'eau :

Avant l'utilisation des diagraphies électriques, des émanations de gaz et d'huile au niveau de la surface des bassins de puits constituaient la preuve qu'une zone productrice avait été traversée. Les indices de gaz, d'huile ou d'eau peuvent être détectés lors de la remontée du fluide de forage.

2- 2 Types de boue de forage :

Il existe deux types de boue :

2-2-1 La boue à base d'eau :

A- Produits servant à la fabrication des boues à base d'eau :

1- Colloïdes minéraux :

Les argiles constituent les éléments de base des boues à l'eau, donc de la majeure partie des boues de forage. Les argiles les plus utilisés sont les bentonites.

2- Colloïdes organiques :

Les colloïdes organiques sont essentiellement les amidons et les Carboxy Méthyl Cellulose (C.M.C).

3- Amincissants :

L'augmentation de la viscosité et de gel de la boue qui en résulte nécessite l'emploi d'aminissant. il existe plusieurs catégories d'aminissants (les tanins, les phosphate de sodium...).

4- Produits basiques :

Nous avons vu plus haut que les amidons se comportaient mieux au milieu basique. de façon générale, tous les colloïdes sont plus stables en milieu basique.

5- Alourdissants :

La densité de la boue parfois ne soit plus suffisante lorsque des pressions anormalement élevées sont rencontrées. Aussi est-on amené dans ce cas-là à alourdir la boue avec un produit de densité élevé.

6-Colmatant :

Ces sont tous les produits utilisées pour arrêter les pertes de circulation lorsque celles-ci sont dues à la présence de fissures de plus d'un centimètre et encore plus celui des cavernes.

7-Produits divers :

Nous citerons sous cette rubrique les produits destinés à résoudre un cas particulier de contamination. Tels sont le carbonate de baryum et le bicarbonate de soude.

B- Différents types de boue à base d'eau :

1-Les boues ordinaires :

Des boues à base de bentonite et d'eau, dont la viscosité est maintenue à l'aide des phosphates. Elles sont utilisées dans des conditions peu sévères de filtration à des profondeurs inférieures à 1500 m.

2-Les boues à l'amidon :

Ces sont des boues à base de bentonite et d'eau, traitées à l'amidon pour abaisser le filtrat des valeurs très faibles et aux phosphates pour maintenir la viscosité. Profondeur inférieure à 1500 m.

3-Les boues rouges à l'amidon :

Qui sont à base d'eau, de bentonite et l'amidon, traitées au tanin-soude pour maintenir la viscosité. Profondeur supérieure à 1500 m.

4-Les boues calciques à l'amidon :

Des boues à base d'amidon et de chaux, à fort PH (12 environ) et qui peuvent être :

Soit des boues blanches calciques (la chaux assurant seule le contrôle de la viscosité) ;

Soit des boues rouges calciques (traitées au tanin-soude).

2-2-2-La boue à base d'huile :

Les boues à l'huile sont habituellement utilisées lors de la complétion, du carottage ou lors de forage spéciaux à haute température, en présence d'argiles fluides, de problèmes de garniture coincée. On distingue deux types, normale et inverse mais les deux sont également très coûteuses et doivent être préparées sur place.

A Boue à l'huile (teneur en eau 5 % maxi) :

Conventionnelle est un mélange d'asphalte d'acides organiques de bases, d'agents stabilisants et de gas-oil, la composition exacte dépend du fabricant. Quoiqu'il y ait un tout petit peu d'eau dans la boue à huile, l'eau considérée comme un contaminant à éviter. Une très petite quantité d'eau peut provoquer un épaississement de la boue, cependant à l'exception de cette contamination par l'eau, la boue à l'huile est particulièrement stable.

B Boue émulsionnée inverse (teneur en eau 50 % maxi) :

Peut contenir jusqu'à 50% en volume d'eau douce ou salée, émulsifiée par petites gouttes dans l'huile et qui maintiennent en suspension les argiles, bien préparées. Les boues inverses constituées des émulsions très stables, elles sont généralement peu colorées, alors que les boues à l'huile normales sont noires.

3- LES ELEMENTS COMPOSANTS LE SYSTEME DE CIRCULATION :

Dans la plupart des cas, le liquide de forage circule au forage en circuit fermé au moyen des pompes à piston, une ligne de refoulement à haute pression et un système de vidange qui élimine les déblais de terrain.

3-1 La pompe à boue :

Les pompes à boue doivent assurer un débit compatible avec le rendement optimal du trépan utilisé.

Une pompe à boue est généralement entraînée par un moteur électrique ou à combustion interne auquel elle est reliée par une transmission à courroies trapézoïdales montées sur poulies à gorges multiples, avec un rapport de réduction convenable.

Le mouvement de rotation ainsi imprimé à l'arbre d'attaque de la pompe est transmis par un jeu de pignons à dents hélicoïdales à l'arbre principal de la pompe, celui-ci comporte un ensemble de manivelles et de bielles transformant le mouvement de rotation reçu en un mouvement de translation qui est transmis aux pistons.

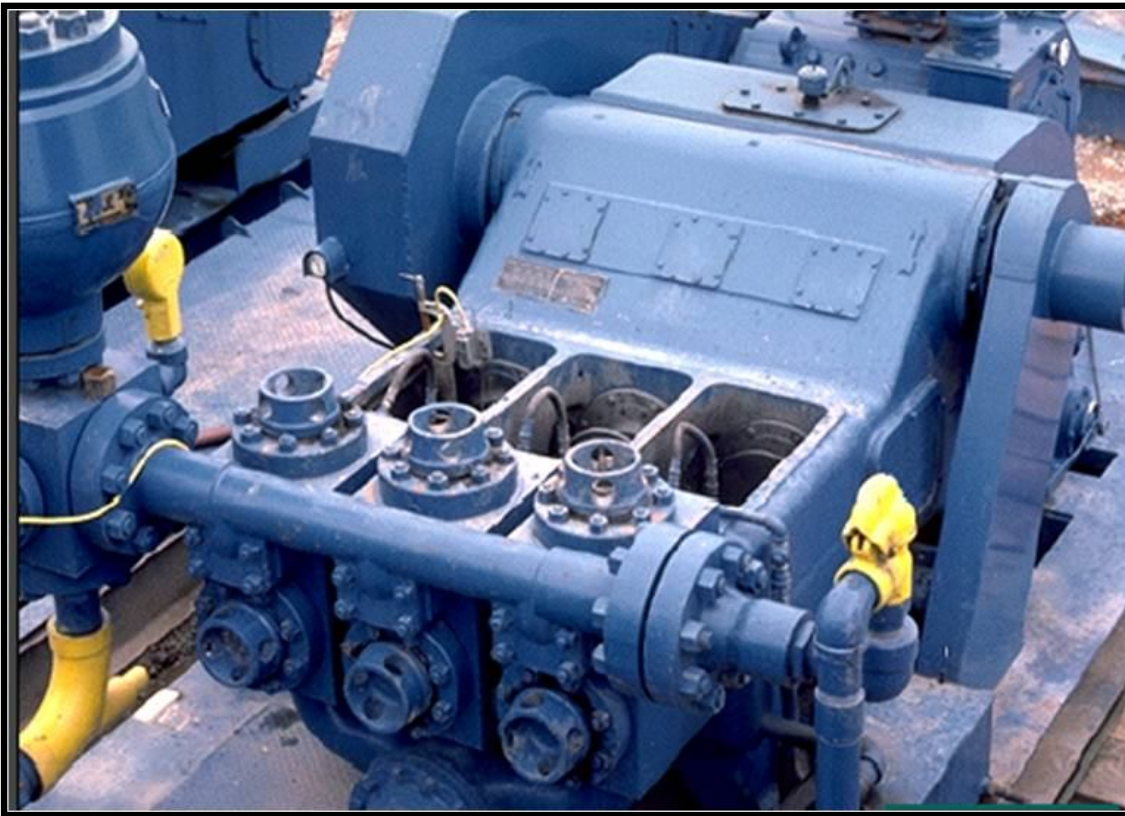


Fig -II-2- : La pompe à boue

3-2 Equipements de la ligne de refoulement :

Ce circuit commence de la conduite de refoulement des pompes de forage jusqu'au raccord fileté de la tige d'entraînement, ce circuit comprend les matériels suivants :

3-2-1- L'amortisseur de pulsations :

Le régime pulsatif des pompes alternatives à piston engendre dans les tuyauteries des variations de vitesse et de pression donnant lieu au phénomène dit «coup de bélier». Ces perturbations, d'autant plus important que la canalisation est plus longue, peuvent occasionner des dégâts importants aux tuyauteries.

La pompe à boue fournit un débit instantané irrégulier, ce qui oblige l'installation sur la colonne de refoulement d'un amortisseur de pulsations, il se monte le



Fig -II-3- : L'amortisseur de pulsations

plus près possible de la pompe, il sert à régler et supprimer les chocs et les coups de liquide dans la conduite de refoulement ; le corps d'un amortisseur de pulsations est en acier moulé où le débit est inférieur au débit moyen et pousse la boue dans la conduite.

Le niveau de la boue dans le réservoir oscille entre deux plans extrêmes et l'appareil joue le rôle de régulateur.

3-2-2- Le conduit de refoulement :

Est destinée à amener le liquide moteur de la pompe au tube d'équilibre de pression hydraulique. Elle est fabriquée courte, sans coudes, en tubes d'acier ; son raccord est fait en éléments d'un flexible en caoutchouc à haute pression dont le diamètre intérieur est identique à celui du flexible de forage.

Le diamètre de la conduite est choisi égal au diamètre de la tubulure de refoulement de la pompe. La conduite est fixée à la plate forme du derrick. Les ensembles isolés de la conduite sont réunis par joints à démontage rapide ou par brides.

3-2-3- Le tube d'équilibre de pression hydraulique (la colonne montante) :

Ou bien conduite verticale, fixé à un des montants du derrick, est prévu pour amener le liquide au flexible de forage. Le tube vertical porte un manomètre et un dispositif qui le protège contre les coups hydrauliques.

3-2-4- Soupape de décharge ou de sécurité :

Sont montées à la ligne de refoulement pour protéger le système contre la haute excessive de la pression. On y emploie de différentes constructions des soupapes de sécurité :

Les soupapes de décharge à ressort ;

Les soupapes de décharge à clou ;

Les soupapes de décharge à diaphragme ou à membrane.

3-2-5- Les joints à démontage rapide :

Sont destinés à la réunion des flexibles de la ligne de refoulement avec les tubes métalliques. L'étanchéité est assurée par la bague en caoutchouc, la garniture en matériau doux ou bien au prix d'une bonne adhérence de la surface sphérique bien fine à la semblable surface conique menue de bague en caoutchouc.

3-2-6- Les vannes de mise en marche :

Sont employées dans la ligne de refoulement à la mise en marche à vide des pompes pour une augmentation graduelle de la pression dans le système afin d'éviter un coup hydraulique.

Au début de la mise en marche des pompes une partie de liquide de forage est vidangée de la ligne de refoulement dans le récepteur ; puis, la vanne est fermée lentement à refus.

3-2-7- Les flexibles de refoulement :

Sont destinés à amener le liquide de forage sous pression du tube d'équilibre de pression hydraulique vers la tête d'injection se déplaçant.

Afin d'assurer une solidité nécessaire les flexibles sont faits en quelques couches de tresse métallique, corde en tissu caoutchouté et en caoutchouc.

La partie intérieur des flexibles de refoulement est armée de caoutchouc synthétique possédant une haut résistance a l'usure par frottement, rupture, fissuration, influence des conditions atmosphériques ; elle se caractérise aussi par sa résistance à l'exploitation dans le milieu du liquide de forage et des émulsions pétrolières pompées à une température atteignant 80°C.

3-3-La tête d'injection :

Elle constitue la liaison entre l'arbre de forage qui tourne et le reste de l'installation qui reste fixe. Elle permet aussi l'injection de fluide de forage dans le train de tige.

Ce qui raccorder le sommet de la colonne à la tête d'injection est le flexible d'injection.

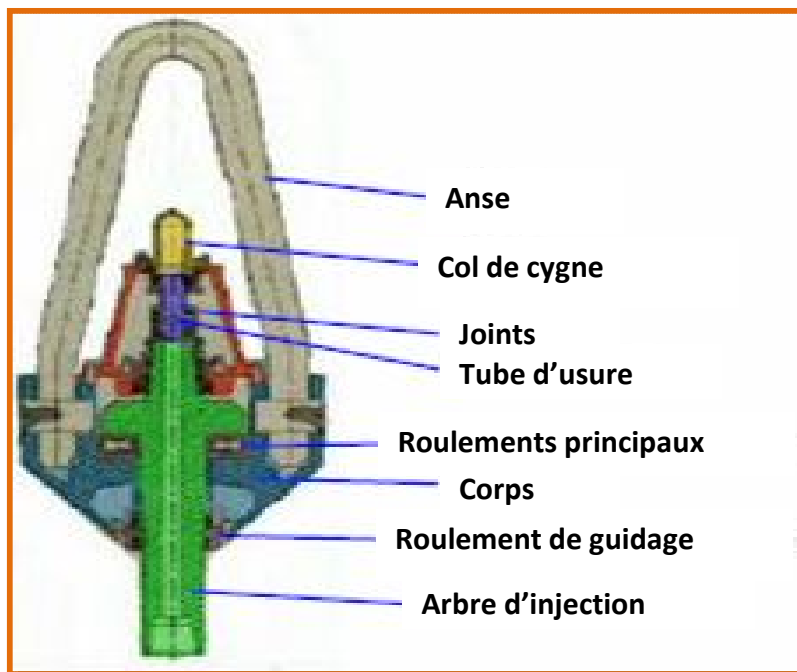


Fig -II- 4 - : La tête d'injection

3-4- Equipements de système de vidange :

Comprend les dispositifs pour épurer et préparer le liquide de forage, réservoirs de recueil des pompes, conduites d'aspiration, filtres, vannes et réservoirs de stockage de liquide de forage.

3-5 -Equipement pour préparer le liquide de forage :

3-5-1- 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 de 50 kg ou en big bags de 1500 kg.

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.

3-5-2- 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 m³. 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.

Le bournier est en général un bassin creusé dans le sol pour le stockage des boues usées, des déblais et de tous les rejets. Lorsque les conditions d'environnement le justifient, il peut être constitué d'un ensemble de bassins étanchés par des feuilles de plastique ou même bétonnés, où s'opère la sédimentation des solides, la collecte des huiles surnageant, la décantation des boues, etc. Dans certains cas, il est ajouté une installation d'épuration des eaux avant rejet dans la nature.

Les liquides de forage à base de matières chimiques sèches (réactifs chimiques, argiles bentonites et subbentoniques, Alourdissants, ciments, etc.) sont préparées dans les mélangeurs à jet ou dans les dispositifs d'agitation.

3-5-3- Le mélangeur :

A travers le raccord l'eau ou un liquide de forage est refoulé par la pompe sous pression de 2.5 à 4 MN/m² avec une vitesse de 65 à 80 m/s au plus. Dans la chambre se forme un vide à cause de quoi les matières en poudre se trouve dans la trémie passant dans le mélangeur et se mélangent avec du liquide. Le liquide de forage ainsi préparé pénètre par une tubulure tangentielle dans le réservoir. Le jet de liquide se heurte contre la chicane, les morceaux de la matière se brisent et le liquide se mélange.

L'amenée de la poudre dans le mélangeur se réalise au moyen des transporteurs hélicoïdaux entraînés par des moteurs électriques.

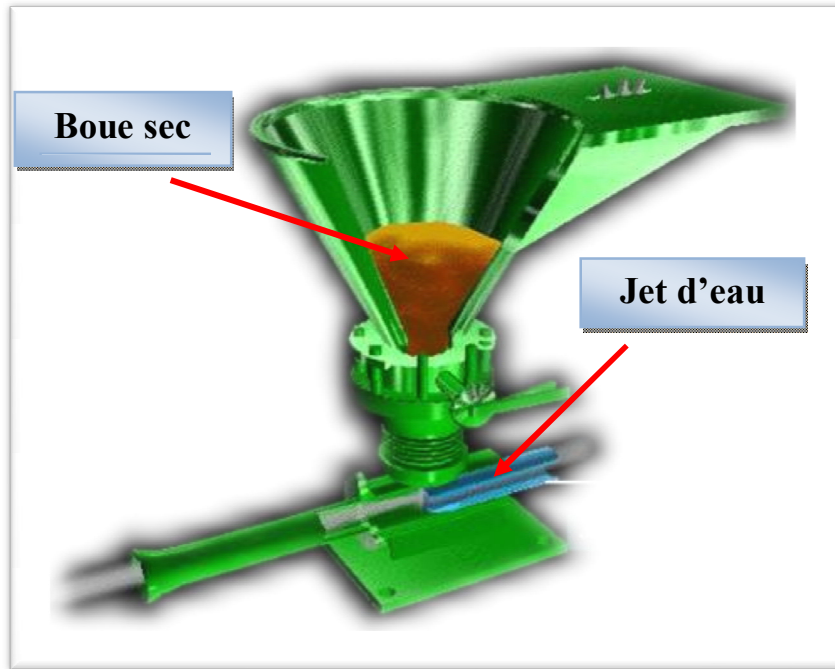


Fig -II-5- : Le mélangeur

3-5-4- 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.

Pour préparer les liquides de forage avec de l'argile à blocs ou d'autres matières on emploie dans certains cas des mélangeurs à un ou à deux arbres. Dans les réservoirs du mélangeur de ce type sont versées des matières et de l'eau en proportion nécessaire. Les arbres avec les palettes tournent, brisent les blocs d'argile et mélangent la boue ; ceci fait, la boue est vidangée dans le bac d'aspiration des pompes. A l'aide des mélangeurs de ce type le liquide peut être préparé périodiquement ou sans cesse en les chargeant de matières d'une manière convenable.

La préparation du liquide dans les mélangeurs mécaniques est peu efficace et exige beaucoup de temps.

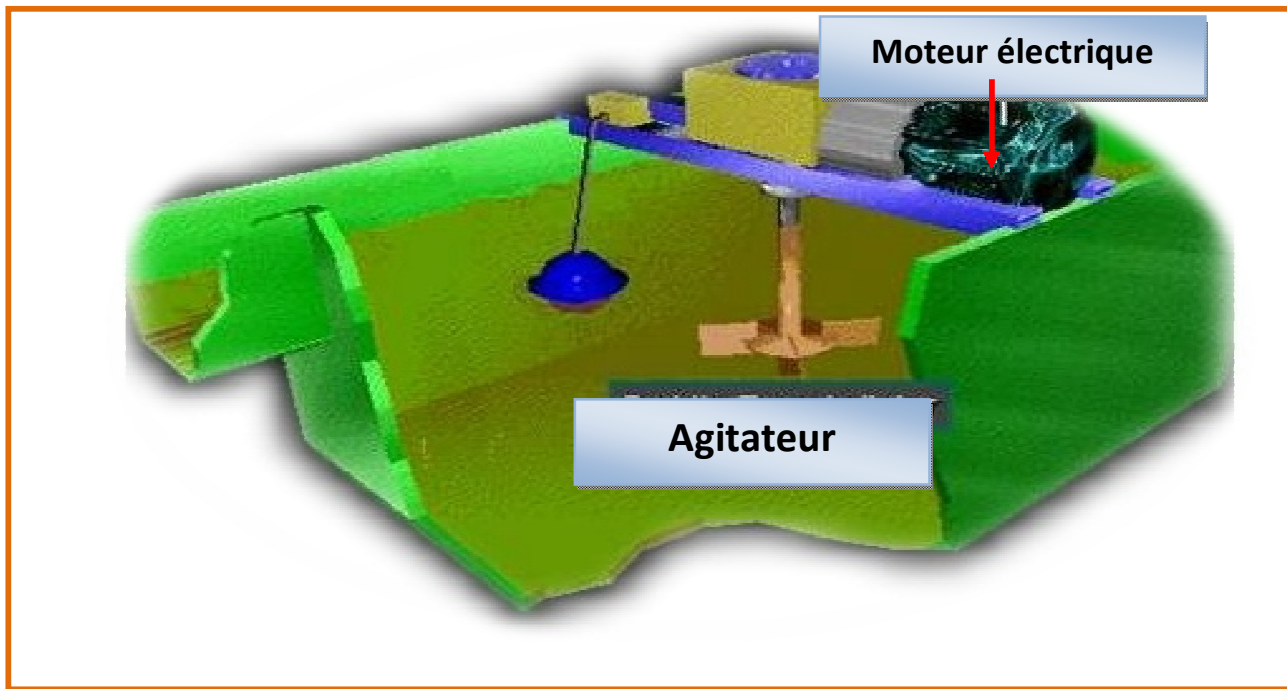


Fig –II-6- : L'agitateur

3-6- Equipement pour éliminer les déblais du liquide de forage :

L'élimination des déblais du liquide de forage est obtenue par deux procédés ; au prix de la chute naturelle des déblais du liquide ou bien par la séparation forcée des déblais du liquide, qui s'effectue mécaniquement ou hydrauliquement.

3-6-1-L'épuration naturelle :

A- Les bassins de décantation :

En général aujourd'hui, la décantation n'est effectuée que dans un petit bassin de 4 à 5 m³, appelé "sablière" et situé sous les vibrateurs ou juste en aval de ceux-ci. Ce bassin ne doit pas être équipé de moyens de brassage, ni de ligne d'aspiration. Il est par contre muni d'un dispositif de vidange rapide afin de faciliter son évacuation et son nettoyage : ceci est également favorisé par l'inclinaison à 45° du fond du bassin. Pendant les phases de démarrage, cette sablière (ou "Sandtrap") est nettoyée au moins à chaque manœuvre et même à chaque ajout de tige lors d'avancement très rapide dans les sables par exemple. Un bon usage de la sablière permet de soulager les appareils d'élimination des solides, placés en aval. Pour certaines opérations (changement de boue), il est nécessaire de pouvoir y passer cette sablière.

B- Les goulottes :

Pour épurer les liquides on se sert aussi les goulottes en bois ou métallique de 25 à 40 m de longueur avec des cloisons transversales qui arrêtent de grosse particule des déblais.ces dispositifs sont simples, mais n'assurent pas une bonne qualité du liquide de forage.

3-6-2-La séparation forcée :

A- Le tamis vibrant :

Se compose d'un cadre qui porte une toile de faire en acier inoxydable. Sur la toile tombe le liquide avec les déblais ; le liquide épuré passe dans la goulotte et arrive dans le bac d'aspiration de la pompe. Le tamis est amené à un mouvement de vibration par l'arbre à excentrique.

Le réglage de la fréquence est obtenu par la variation du nombre de vibration qui est égal, en général, de 1200 à 2500 à la minute. L'angle d'inclinaison de tamis peut être réglé dans les limites de 10 à 20°.



Fig-II-7- : Tamis vibrant

B-Le tamis convoyeur :

Le tamis convoyeur comprend un cadre sur lequel entre deux tambours, et tendu une toile qui est entraînée par un des tambours. Le tambour est entraîné à son tour par une roue hydraulique qui tourne sous l'action du courant de liquide de forage venant du puits.

Le liquide épuré passe par la bande supérieure de la toile, pénètre dans la goulotte et coule dans le bac d'aspiration de la pompe. Les déblais arrêtés par la toile sont rejetés, lorsque celle-ci contourne le tambour extérieur.

Pour évacuer les particules qui restent encore dans le liquide la bande inférieure de la toile est baignée sans cesse de l'eau.

Les tamis sont fabriqués à une seule toile ou à doubles toiles. Généralement, les tamis vibrants sont employés au forage de roches arénacées.

C- L'hydrocyclone :

Les procédés naturels et mécaniques ne donnent pas résultat nécessaire à l'épuration des liquides de forage de haute qualité. Pour l'épuration de ces liquides on se sert des hydrocyclones.

L'hydrocyclone se compose d'un récipient en acier dont la partie supérieure à une forme cylindrique et la partie inférieure une forme conique. Sous la pression de 0.15 à 0.3 MN/m² le liquide de forage passe par une tubulure d'entrer tangentielle dans l'hydrocyclone et reçoit un mouvement rotatif autour de l'axe vertical. Sous l'action de la force centrifuge les particules lourdes sont rejetées vers la paroi de l'hydrocyclone, descendent dans la partie inférieure de corps et sortent dehors d'une tubulure de sortie tandis que le liquide épuré avec les particules plus légères se dirige vers l'axe de l'hydrocyclone et pénètre dans la ligne d'aspiration de la pompe de forage.

L'amenee de liquide de forage sous pression s'effectue dans cet appareil à l'aide de la pompe centrifuge ou bien directement du puits sous l'action de la pression développée à la sortie de pompe de forage. Dans ce cas, la tête de puits est rendue étanche.

Pour augmenter le degré d'épuration du liquide par les hydrocyclones le processus d'épuration sont divisé en deux procédé : préfiltrage (épuration préalable) et filtrage fin (épuration définitive).

Le préfiltrage peut s'effectuer dans les hydrocyclones spéciaux pour épuration préalable dans les dispositifs mécanique.

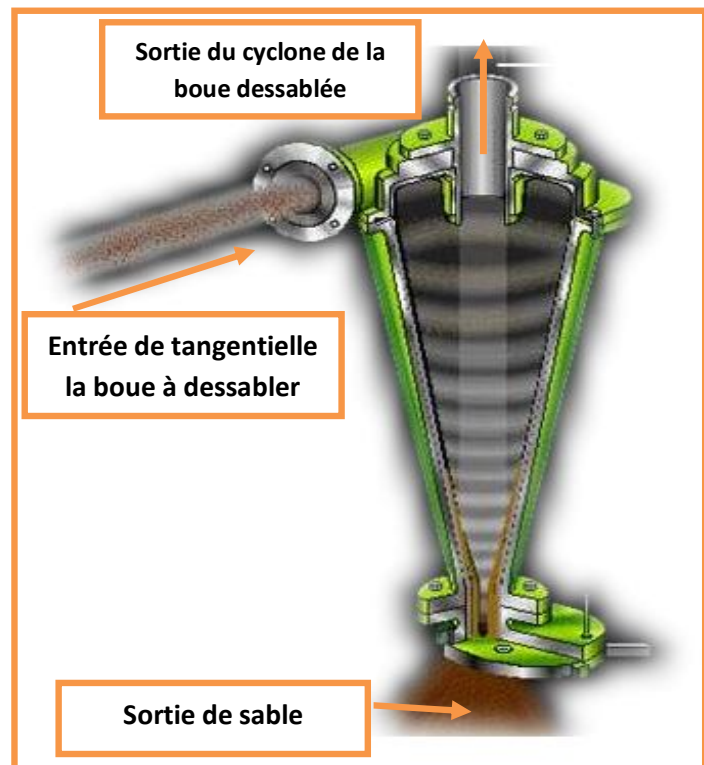


Fig -II-8- : L'hydro

3-7-Autres équipements :

3-7-1-Equipements de dégazage :

Suivant l'importance de la venue de gaz, deux types de circuit peuvent être établis à la sortie du puits.

A- Séparateur vertical :

Dans le cas de fortes venues, le puits est circulé sous duse. Après le manifold, la boue passe dans un séparateur vertical où elle se dégage par ruissellement sur des plateaux ou des chicanes. La boue propre est recueillie en bas de l'appareil alors que le gaz s'échappe à la partie haute. Un vide partiel peut être créé pour améliorer la séparation.

En général il s'agit d'un appareil artisanal de conception simple et robuste qui lui permet de résister à des venues de gaz brutales. La seule maintenance est un nettoyage soigné après utilisation. La sortie boue du séparateur se fait en général avant les vibrateurs.

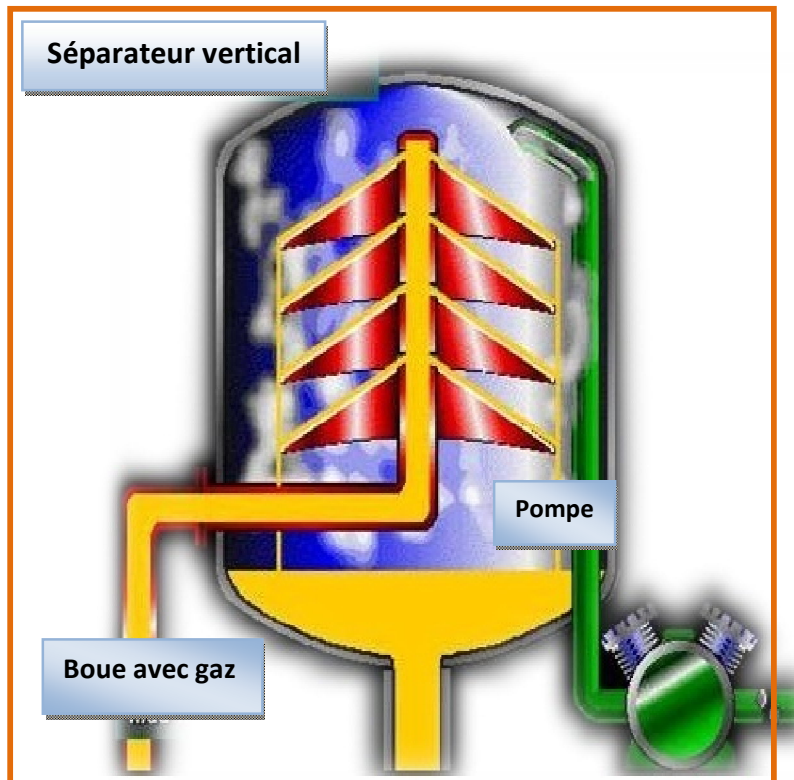


Fig-II-9- : Séparateur vertical

B- Dégazeur :

Dans le cas où la teneur en gaz n'est pas trop élevée, soit parce que la venue de la formation est faible, soit parce qu'il s'agit de gaz résiduel après séparateur ou de gaz recyclé, etc. la boue gazée est passée dans un dégazeur installé en parallèle sur le circuit.

La boue est injectée dans une enceinte où elle est en général soumise à un vide partiel. La boue se dégage par ruissellement sur des chicanes et retourne dans le circuit (SWACO - WELCO - SWECO etc.).

Pour l'appareil le plus ancien et encore le plus fréquent SWACO, un compresseur à air crée le vide dans l'enceinte et aspire la boue gazée. Une pompe centrifuge annexe, circulant de la boue propre, éjecte par effet venturi la boue dégazée.

D'autres dégazeurs (DRILCO - BAROID - PIONEER) fonctionnent à la pression atmosphérique ; le bassin d'aspiration du dégazeur doit être de faible volume de façon à traiter en priorité la boue la plus gazée. Si le bassin est de grande dimension, l'aspiration doit être réglable en profondeur afin d'aspirer de préférence la boue gazée surnageante.

Le bassin de rejet de la boue dégazée doit être distinct du bassin d'aspiration, un retour vers ce dernier bassin doit être prévu en partie haute, pour permettre un nouveau dégazage de la boue insuffisamment dégazée.

Le dégazage doit être poussé au maximum avant d'aller plus loin dans le circuit : en effet le rendement d'une pompe (centrifuge ou à piston) devient très mauvais si la boue aspirée est gazée. Toutes les opérations ultérieures : hydrocyclonage, mixing, suralimentation, etc. s'effectueront donc dans de très mauvaises conditions si le dégazage a été incomplet. Il est de plus très dangereux de recycler dans le trou de la boue encore partiellement gazée.

Les dégazeurs sont des matériels assez élaborés dont le rendement ne sera correct que si les recommandations d'utilisations fournies par le fabricant, sont soigneusement respectées. Il s'agit en particulier des pressions de refoulement des pompes "éjecteur par effet Venturi".

L'entretien et le nettoyage doivent être réalisés avec soin après chaque utilisation et notamment après chaque essai de fonctionnement. Ces essais périodiques sont nécessaires pour vérifier le bon état de l'appareil et la non obstruction des conduites d'aspiration et de refoulement par de la boue sédimentée.

La capacité de traitement du dégazeur est supérieure au débit de boue utilisée : la boue subit donc plusieurs dégazages consécutifs.

L'aspiration, réglage en hauteur, est bien positionnée à mi-bassin.

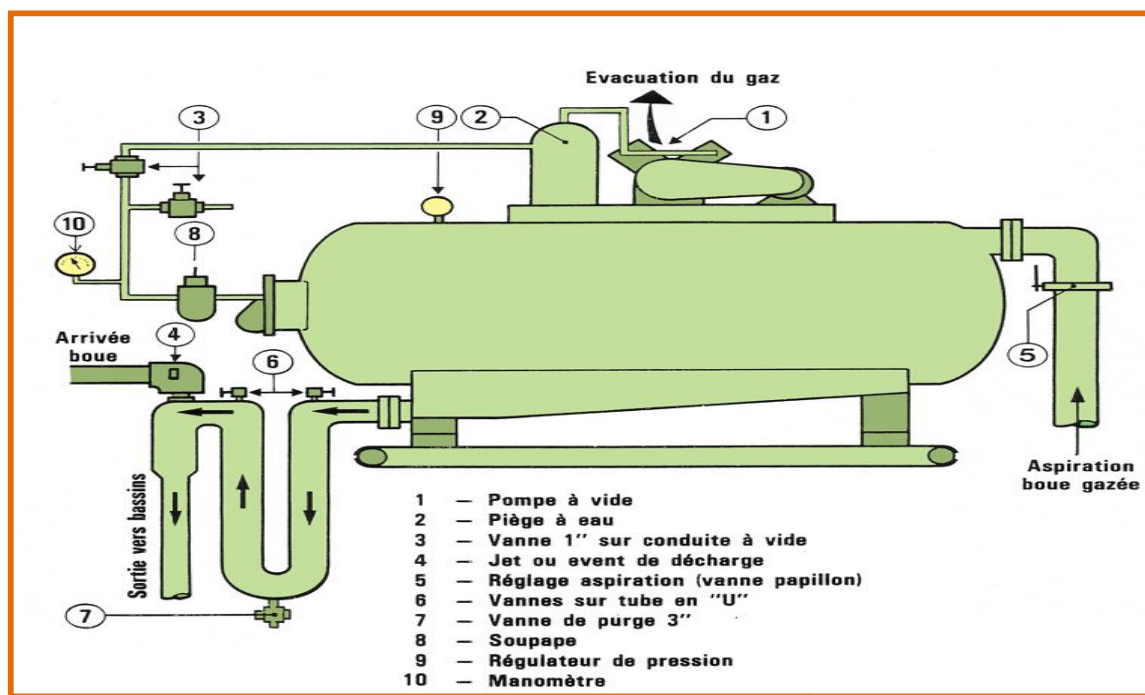


Fig-II-10-: Dégazeur

3-7-2-Transfert – Suralimentation :

A- Pompe centrifuge :

L'installation boue basse pression comporte de nombreuses pompes centrifuges dont les fonctions sont multiples :

- ❖ Alimentation des appareils d'élimination mécanique des solides et éventuellement du jet-venturi du dégazeur ;
- ❖ Alimentation des mixers et des jets de brassage dans les bassins ;
- ❖ transfert entre bacs de fabrication, de circulation et de réserve, avec les cas particuliers du transfert vers le bac de manœuvre et vers l'unité de cimentation ;
- ❖ suralimentation des pompes de forage.

Une pompe centrifuge comprend une partie mobile : la roue ou impulseur, et une partie fixe : la volute qui utilise l'énergie cinétique fournie par la roue pour élever le liquide à une hauteur appelée "Hauteur Manométrique Totale". Cette H.M.T. est exprimée en mètre (ou pied) d'eau et est égale à la somme :

- ❖ des Pertes de charge dans les conduites d'aspiration et du refoulement ;
- ❖ des pertes de charge dans l'appareil alimenté (dessaleur, jet, etc...) ;
- ❖ de la surpression provoquée par la différence de niveau entre la boue dans le bassin d'aspiration et la sortie de l'appareil.

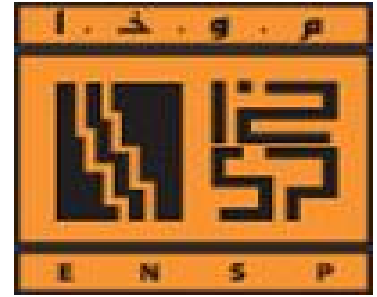
Cette surpression peut être importante sur les appareils "offshore" où le matériel est parfois installé sur des ponts différents. Cette H.M.T. dépend de la densité de la boue ainsi que la puissance nécessaire pour le moteur d'entraînement de la pompe.

B- Suralimentation :

Les pompes à piston haute pression, assurant la circulation de la boue de forage, sont suralimentées par des pompes centrifuges ; ceci a pour objectifs :

- ❖ d'assurer le remplissage optimal des parties hydrauliques ;
- ❖ d'éviter les cognements hydrauliques et d'améliorer le fonctionnement mécanique ;
- ❖ d'éliminer la cavitation et toutes ses conséquences ;
- ❖ d'obtenir la pleine utilisation de la puissance disponible lorsque les conditions de remplissage des pompes à pistons sont défavorables : boue bullée, boue lourde à haute température, boue à fort pourcentage de gas-oil, etc...

Il y a en général une pompe de suralimentation indépendante pour chaque pompe de forage. La pompe centrifuge est implantée de façon à minimiser les pertes de charge entre le bassin d'aspiration et la pompe de forage : nombre réduit de coudes, aspiration 6" au minimum, etc.



Chapitre:III

Etude des pannes et leur
maintenance de système

circulation de la boue

Ce chapitre est une synthèse bibliographique des références [8], [9]

1. PRINCIPE D'ORGANISATION RETENUE :

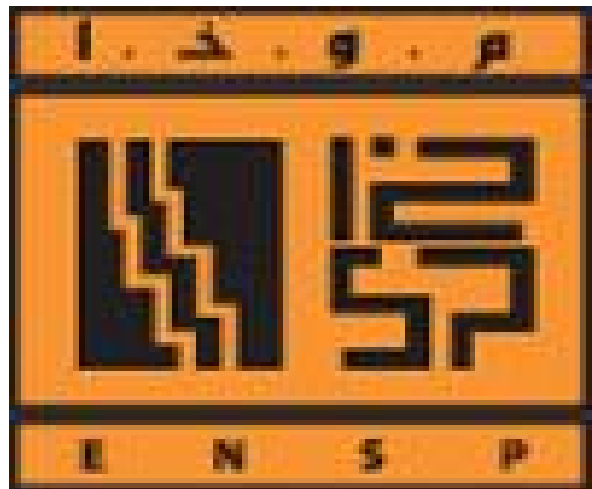
L'ENSP(Entreprise Nationale de Services aux puits), filiale de SONATRACH 100% est un groupe représentant un important capital de savoir-faire et d'expérience accumulée depuis plus de 30 année dans les services techniques utiles aux forage, à l'exploration et à la production des hydrocarbures.

L'ENSP a été créée le 1^{er} août 1981, issue de la restructuration du secteur de l'énergie et des industries pétrochimique. Elle regroupe tous les services se rapportant à la fonction puits.

Avec plus d'une trentaine d'activités, le groupe ENSP est un groupe solide, centré sur ses métiers de base et disposant de perspectives de croissance importante.

Les Activités Principales de ENSP Groupe sont :

- Snubbing
- Wire lin
- Well Testing et DST
- Nettoyage Bacs et Revêtement
- Cimentation
- Clé Automatique
- Pompage et déparaffinage
- Coiled Tubing
- Logging et perforation
- Fluide de Forage
- Protection Environnement



1.1. Organigramme de l'entreprise :

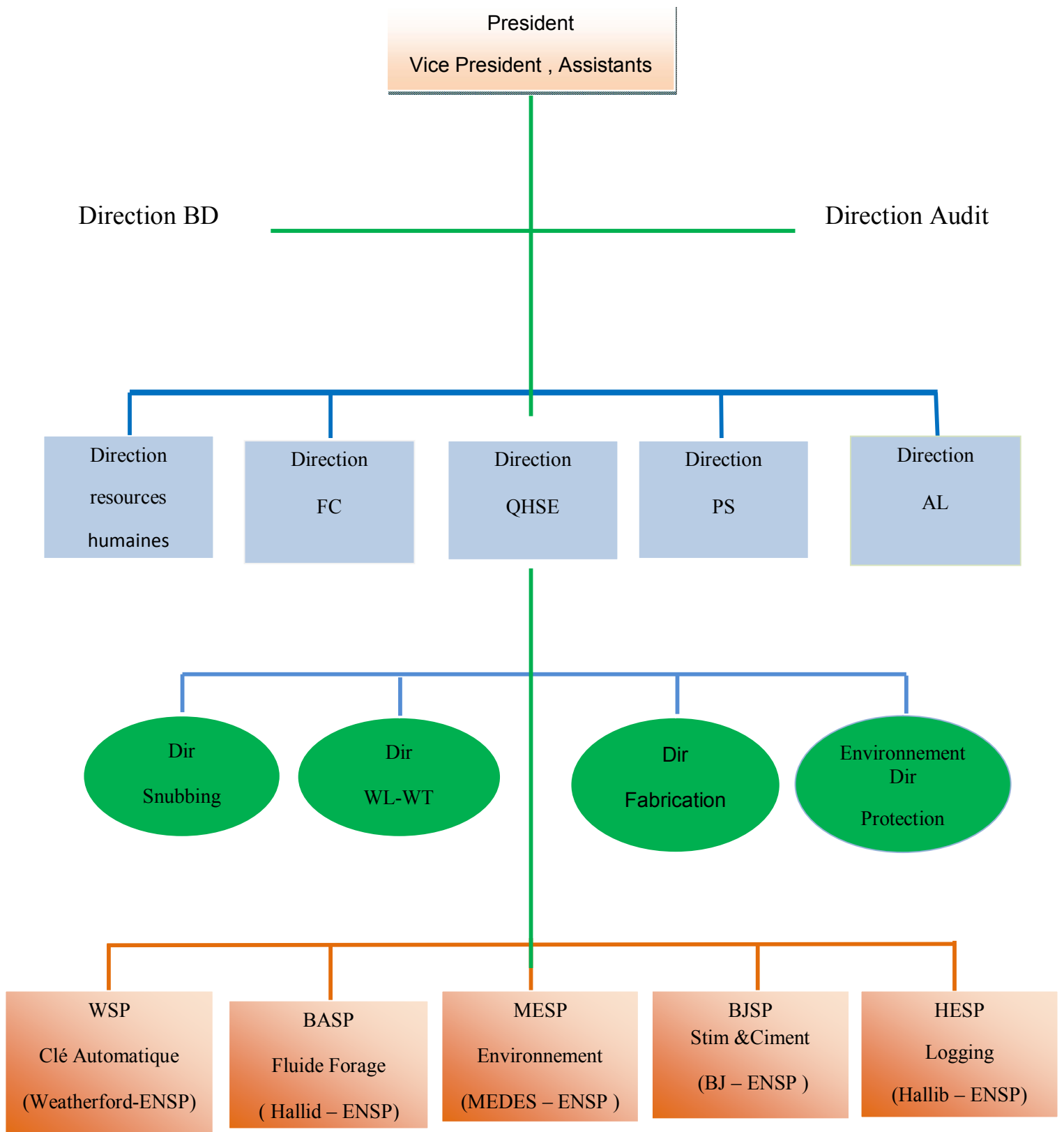


Fig.III .1 : organigramme de l'entreprise .

1.2. Principes d'organisation retenue:

le principe d'organisation retenue est celui d'une décentralisation des structures opérationnelles ce

qui facilitera à terme leur filialisation .

Le groupe ENSP développe des activités spécifiques mais complémentaires à savoir:

Snubbing - Wire Line - Well Testing - BHP – Nettoyage, revêtement, Cimentation – Pompes – Clé

– Logging, traitement des bourbiers.

1.2.1. La direction DOS:

Les activités de cette direction ont été transférées il s'agit de:

L'activité cimentation transférée à BJSP

Le pompage et le Texteam transférée à la direction snubbing

L'activité clé tubage ,et Mud Logging transférée à DPE .

1-2-2. La direction ALDIM :

A compter du 01janvier 2007 ALDIM a changé de dénomination pour devenir désormais

Direction de fabrication .

1.2.2. La direction servicing :

Dans le cadre de la nouvelle organisation cette direction a subi une restructuration qui a donné

émergence à trois directions opérationnelles à savoir :

- Direction Wire Line / Well Testing

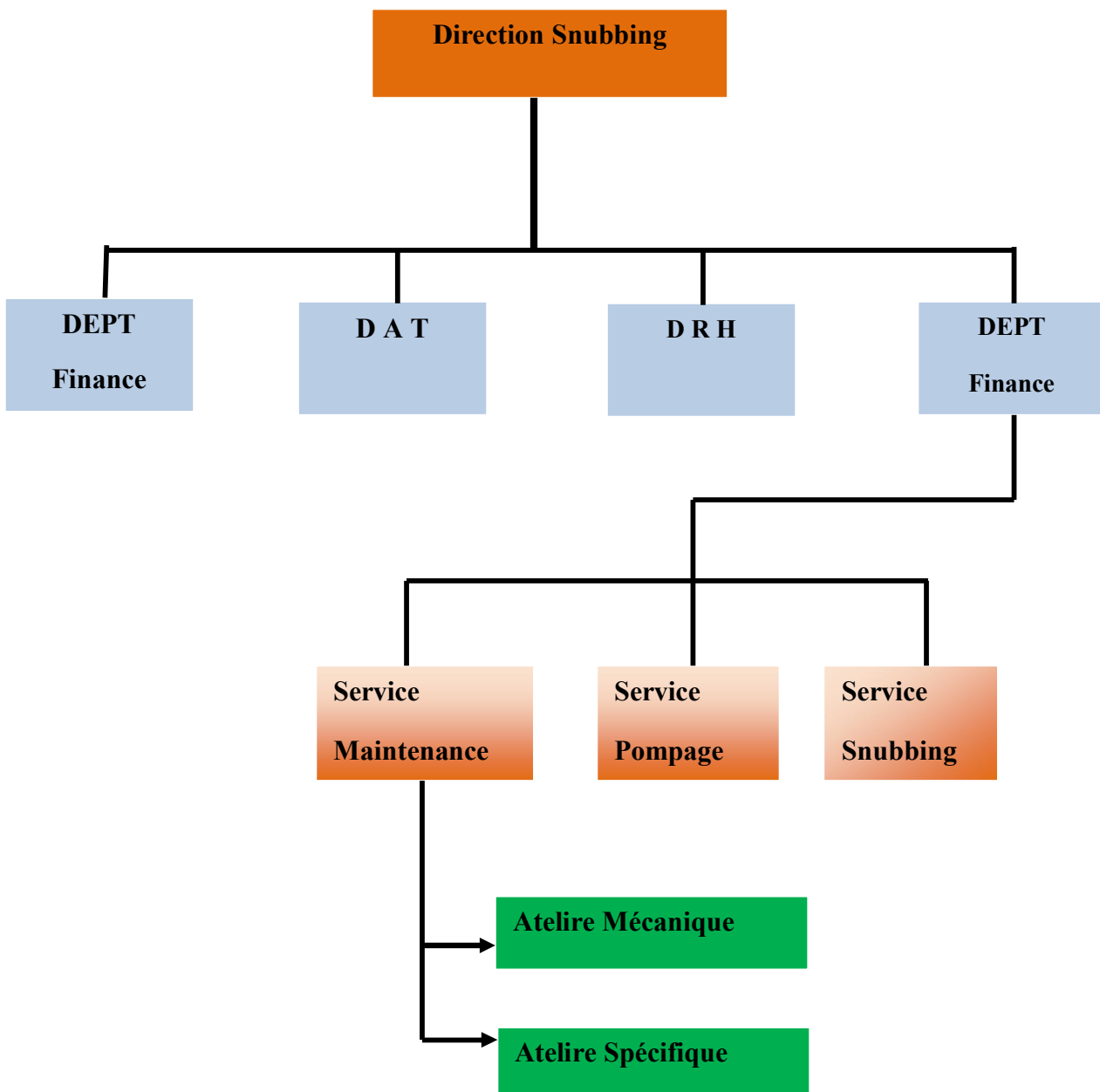
- Direction Protection de L'Environnement
- Direction Snubbing.

2.3.La direction Snubbing :

La Direction Snubbing a été le 1er janvier 2007 suite à la réorganisation de la Direction Servicing qui a

été éclatée à trois Directions opérationnelles.

III.1.2.3.Organigramme de la Direction Snubbing :



FigIII -2 : organigramme de la direction Snubbing .

2-MAINTENANCE DE SYST7ME CIRCULATION DE LA BOUE DANS APPAREIL DE FORAGE :

Introduction:

Grâce à notre étude pour cet épisode constitué de plusieurs dispositifs que nous avons identifié le plus important de ces configurations sont pas de pompe a boue qui est l'organe le plus important dans le ring et plus dispositif est exposé à plusieurs pépins et de l'appliquer de façons Entretien

2-1-Etude de panne et leurs maintenance dans la boue de forage :

Pannes de la pompe à boue et leurs maintenance est résumé dans ce la tableau :

LES PANNES	CAUSE	MAINTENANCE
a) Vibration de la conduite de refoulement	1) Anomalie au niveau de l'amortisseur de pulsation ; 2) Boulons desserrés 3) 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	1) Rotation incorrecte de la pompe à boue ; 2) Piston-tige desserré ; 3)) Rallonge de crosse desserrée ; 4) Roulement principaux usés ; 5) Axe de crosse usé ;	✓ Vérifier le fonctionnement du mécanisme ; ✓ Vérifier et serrer ; ✓ Il faut les resserrer ; ✓ Changer ; ✓ Régler les guides ou les remplacer ;
c) Chocs hydraulique	1) Aspiration défectueuse ; (existence d'air dans la conduite d'aspiration) ; 2) Présence d'air ou des gaz dans la boue.	✓ Eliminer l'air de la conduite ; ✓ Ajuster l'amortisseur d'aspiration.
d) Baisse de pression de refoulement	1) Usure de l'ensemble du clapet ; 2) Clapet totalement couvert ;	✓ Remplacer celui-ci ; ✓ Eliminer le corps qui provoque l'ouverture de la covduite ;

	3) Mauvais remplissage ; 4) Fuite de fluide ; 5) Manomètre défectueux	✓ 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.
e) Baisse de pression d'aspiration	1) Bas niveau d'aspiration ; 2) Capacité insuffisante de la pompe de suralimentation ; 3) Ecoulement lent de fluide de forage ; 4) Manomètre défectueux ;	✓ Augmenter le niveau dans le bac d'aspiration ; ✓ Eliminer les anomalies éventuelles de la pompe de suralimentation ; ✓ Eliminer les restriction dans la conduite d'aspiration ; ✓ Le remplaces ;
f) haute température d'huile	1) Mauvais réglage de la crosse ; 2) Roulement mal ajusté ; 3) 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.
g) Basse pression d'huile	1) Diminution de niveau d'huile ; 2) Lubrification contaminée ; 3) Fuite dans le circuit d'huile ; 4) Pompe à huile défectueuse ; 5) Crépine d'aspiration colmatée ; 6) Manomètre défectueux.	✓ Vérifier et ajouter l'huile si nécessaire ; ✓ Changer l'huile ; ✓ Eliminer toutes les fuites ; ✓ réparer ou remplacer celle-ci ; ✓ Le nettoyer et changer l'huile ; ✓ remplacer.
h) Haute pression d'huile	1) Huile contaminé ; 2) Colmatage des conduites ;	✓ Changer l'huile ; ✓ Changer le cartouche d'huile ;

	<p>3) Manomètre défectueux ;</p> <p>4) Filtres à l'huile bouchés.</p>	<p>✓ Le remplacer ;</p> <p>✓ Les nettoyer.</p>
<p>i) Chemises et garniture de pistons rayés</p>	<p>1) Excès de sable ou de matériaux étrangers dans la boue ;</p> <p>2) Course de piston déréglé.</p>	<p>✓ Dessabler, vérifier souvent ;</p> <p>✓ Régler la course ;</p> <p>✓ Réparer le système d'arrosage.</p>
<p>j) Chemise piquée</p>	<p>1) Corrosion excessive.</p>	<p>✓ Les nettoyer.</p>
<p>k) Usure décentrée de la chemise ou du piston</p>	<p>1) Manque d'alignement.</p>	<p>✓ Vérifier l'usure de la crosse, le blocage de la tige de piston.</p>
<p>l) Rayure de l'alésage d'une chemise</p>	<p>1) Piston usé ou abîmé ;</p> <p>2) Des pistons endommagés peuvent provoquer de telles rayures.</p>	<p>✓ Monter un nouveau piston et une chemise neuve.</p>
<p>m) Portée de chemise coupée ou faussée</p>	<p>1) la portée de cylindre peut être usée ;</p> <p>1) Le sur blocage peut avoir faussé la chemise.</p>	<p>✓ Sortir les vis de serrage avant de bloquer la portée de cylindre ;</p> <p>✓ Ne serrer les vis qu'en dernier lieu.</p>
<p>n)) Portée de clapet «sifflée»</p>	<p>1) Matériaux étrangers dans la boue ;</p> <p>2)) Montage de vieux matériel sur du neuf.</p>	<p>✓ Vérifier l'usure de toutes les pièces ;</p> <p>✓ Remplacer toutes les pièces usées.</p>
<p>o) «sifflage» entre le siège de clapet et le corps de la pompe</p>	<p>1) présence de sable ou de rouille derrière le siège.</p>	<p>✓ Vérifier que la portée du clapet n'est pas percée ;</p> <p>✓ Le siège et la portée conique doivent être</p>

2-2- Operations de réparation des pompes à boue :

2-2-1-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.

2.2.2.Réparation apportée à la pompe à boue :

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

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.

2.3.Méthode de lancement des travaux de réparation de la pompe à boue :

A-Sur chantier :

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

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

B-Sur atelier :

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

2- 4- Montage et démontage de la pompe à boue :

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.

2-4-1-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 ;

- Démonter les portes des cylindres ;
- Dévisser les couvercles de chemise ;
- Extraire les chemises ;
- Démonter les pistons et les tiges des pistons ;
- Démonter 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 ;
- Démonter la chaîne de transmission ;
- Enlever les pieds des bielles en retirant les boulons de fixation de l'axe de crosse ;
- Démonter le pignon d'attaque ;
- Démonter le système de guidage (crosse glissière) ;
- Démonter 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 ;
- Démonter les bielles en enlevant les boulons de fixation sur l'excentrique ;
- Démonter la roue dentée ;
- Nettoyer et faire le diagnostic de tous les organes démontés.

2-4-2- montage 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.

Conclusion générale

Notre travail à consiste sur le Système circulation de la boue de forage c'est un élément principal dans l'opération de forage , notamment forage ROTREY a été concerné en tout les étapes de l'opération de forage.

Ce système a été subit beaucoup du problèmes et des pannes , donc il faut réparer les pannes pour la continuation de l'opération de forage.

Dans cette mémoire ont été étudié la plupart des pannes et des problèmes de l'opération du circulation de la boue de forage ,aussi leurs conséquences sur le chantier.

On a été obtenu des informations principaux pendant la période de stage chez l'entreprise ENSP à hassi messaoud.

Enfin, on a été rassemblé les causes et les effets des pannes pour connaitre les multi-méthodes de leur maintenance, et surtout les moyens utilisés dans cette société par les techniciens et les ingénieurs, tout ça pour la continuation durable dans l'opération de forage.

Références Bibliographiques

- [1]-Sonatrach division forage département formation. Formation JDF Module M 1 Mars 2004
- [2]- « *Appareil de levage : Application au cours* ». I. TCHAIOUN - Boumerdes (1985).
- [3]- « Machines, mécanismes et installation de forage », A. ILSKI, V. KASSIANOV, V. POROCHINE, école supérieur Moscou.
- [4]- « Le forage rotary; planches », Jean NOUGAROU, société des éditions technip, 1974.
- [5]- « Le forage rotary; textes », Jean NOUGAROU, société des éditions technip, 1974.
- [6]- « Forage rotary; les circuits hydraulique », P.MOTARD, éditions technip, juin 1974.
- [7]- « Forage rotary; la sécurité sur la sonde », P.MOTARD, éditions technip, 1974.
- [8]- Documentations Techniques de« sécurité technique dans l'industrie pétrolière », P. TOUMANIAN, institut national des hydrocarbures et de la chimie ; Boumerdes, 1979.
- [9]- « la maintenance industrielle », CHAIB Rachid, édition université Mentouri de Constantine 2003/2004;

ملخص

لقد قمنا في مذكرتنا هذه بدراسة ومعرفة نظام دوران سائل الحفر وأجهزته المختلفة في عملية الحفر البترولي .

ومن خلال دراستنا الميدانية في شركة ENSP تعرفنا على مختلف الأعطاب والمشاكل الحاصلة في هذا النظام .

حيث قمنا بدراسة مختلف طرق صيانة وتصليح لهذا النظام المتبعة من طرف التقنيين والمهندسين .

Résumé

Notre travail à consiste sur le Système circulation de la boue de forage c'est un élément principal dans l'opération de forage , notamment forage ROTREY a été concerné en tout les étapes de l'opération de forage.

Ce système a été subit beaucoup du problèmes et des pannes , donc il faut réparer les pannes pour la continuation de l'opération de forage.

Dans cette mémoire ont été étudié la plupart des pannes et des problèmes de l'opération du circulation de la boue de forage ,aussi leurs conséquences sur le chantier.

On a été obtenu des informations principaux pendant la période de stage chez l'entreprise ENSP à hassi messaoud.

Enfin, on a été rassemblé les causes et les effets des pannes pour connaitre les multi-méthodes de leur maintenance, et surtout les moyens utilisés dans cette société par les techniciens et les ingénieurs, tout ça pour la continuation durable dans l'opération de forage.