

Université KASDI MERBAH OUARGLA

Faculté des Hydrocarbures, des Energies Renouvelables et des Sciences de la
Terre et de l'Univers

Département : Forage et Mécanique des chantiers pétroliers



Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Sciences et techniques

Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Forage.

Présenté par :

- **BENCHEIKH Galb eddine**
- **HAMMIA Ahmed**
- **KHERROUBI Salah eddine**

Thème

**Etude et maintenance d'une pompe à
boue type TPK 7 1/2" × 14" / 2200 CA
pour le forage pétrolier**

Soutenu publiquement le : 06/ 06 /2023.

Devant le jury :

M. GHARBI Abderezak	Président	UKMO
M. BOUKESSANI Mohamed	Examinatrice	UKMO
M. MEBROUK Ridha	Encadreur	UKMO

Année Universitaire :2022/2023

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Dieu le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a données pour terminer notre travail.

Un grand merci à notre encadreur **R. Mabrouk** pour avoir suivi durant notre travail dans le cadre de ce mémoire, pour ses conseils précieux, pour sa disponibilité et la compétence de son encadrement.

Nous remercions les membres du jury président du jury avec notre profonde gratitude de l'intérêt qu'ils ont porté à ce travail et pour avoir accepté de le juger.

Nous remercions aussi à l'ensemble des employeurs de
groupement **Haoud Berkaoui**.

Un grand merci à l'ensemble des enseignants de département de forage et mécanique de chantier pétrolier un grand merci à tous les esprits ouverts qui ont contribué, de loin ou de près, à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Nous dédions ce travail :

A nos chers parents que dieu les garde

A nos chers frères et sœurs.

A toute nos collègues

A toute nos amis

Galbeddine

Salaheddine

Ahmed

Liste des figures

Figure	Titre	Page
Figure I.1	Description simplifiée d'un appareil de forage	4
Figure I.2	Schéma de fonctionnement de l'appareil de forage	6
Figure I.3	Système de circulation de la boue de forage	7
Figure I.4	La pompe à boue	9
Figure I.5	Le mélangeur	10
Figure I.6	L'agitateur	10
Figure I.7	Le tamis vibrants	12
Figure I.8	Principe de séparation par un Hydrocyclones	12
Figure I.9	Séparateur vertical	13
Figure I.10	Dégazeur	14
Figure I.11	Système de circulation dans une installation de forage	16
Figure II.1	Description de la pompe triplex a simple effet	18
Figure II.2	Partie mécanique	19
Figure II.3	Arbre grande vitesse	20
Figure II.4	L'arbre petite vitesse	20
Figure II.5	Système bielle-manivelle	20
Figure II.6	Couple d'engrenage	23
Figure II.7	Le bâti d'engrenages	23
Figure II.8	Le corps hydraulique	24
Figure II.9	Représente la chemise de la pompe à boue	24
Figure II.10	Les sièges et les clapets	25
Figure II.11	Le piston et la tige de piston	25
Figure II.12	Moteur à courant continu(DC)	26
Figure II.13	Principe de fonctionnement de la pompe à boue	28
Figure III.1	Fiche de mesures	34
Figure III.2	Les différents Types de maintenance	36
Figure IV.1	Programme prévisionnel de forage et coupe lithologique de puits OKN631	49
Figure IV.2	Les phases et la circulation en cours de forage	51
Figure IV.3	Courbe de comparaison entre les pertes théorique et les pertes Réel	59

Liste des tableaux

Tableau	Titres	Page
Tableau I.1	Classements des appareils de forage	5
Tableau III.1	Indications générales la pompe a boue TPK 7 1/2"x14" / 2200 AC	35
Tableau III.2	Les différentes pannes de la pompe à boue	37
Tableau III.3	Calendrier de lubrification	44
Tableau IV.1	Les coordonnées de puits OKN631	48
Tableau IV.2	Les données de départ nécessaires au calcul des pertes de charge	50
Tableau IV.3	Résultats de calculs pour les 4 phases de forage	52
Tableau IV.4	Récapitulatif des résultats de calculs	54
Tableau IV.5	Résultats diamètre de la chemise et nombre de coups par minute pour chaque phase	58
Tableau IV.6	Comparaison entre les pertes théorique et les pertes Réel	58

Liste des abréviations

dimension	signification	unité
A	Surface totale des duses d'outil	in ²
d	Masse volumique du fluide	Kg/l
D	Diamètre intérieur garniture	in
D₀	Diamètre extérieur annulaire	in
D_i	Diamètre intérieur annulaire (extérieur garniture)	In
L	longueur de la conduite	m
P_c	Les pertes de charge	Kpa
P_{ref}	La pression de refoulement	Kpa
P_{cs}	Les pertes de charge au niveau des équipements de surface	Kpa
P_{cig}	Les pertes de charge à l'intérieur de la garniture	Kpa
P_{ca}	Les pertes de charge dans l'espace annulaire	Kpa
P_{co}	Les pertes de charge à travers les duses de l'outil	Kpa
P_{TJ}	Les pertes de charge a l'interieur de Tool-Joint	Kpa
P_{DP}	Les pertes de charge a l'intérieur des tiges	Kpa
P_{HW}	Les pertes de charge a l'intérieur des tiges lourdes	Kpa
P_{DC}	Les pertes de charge a l'intérieur des masses tiges	Kpa
Q	débit de la boue	l/mn
Q_i	Débit de la boue pour une seule pompe	m ³ /s
Q_{unitaire}	Le débit unitaire	coup/mn
μ	Viscosité de la boue	cp
P_p	La puissance mécanique exigée à l'entrée des pompes	HP
P_m	la puissance mécanique des moteurs d'entraînement	HP
P_{hr}	la puissance hydraulique	HP
c	Course de piston	m
N	Nombre des coups Max de la pompe	coup/mn
B	Coefficient correspond à la boue en circulation	
N_l	Coefficient des pertes de charge	
C	Coefficient d'orifice	
η_p	Rendement mécanique exigée à l'entrée de la pompe	
η_v	Rendement volumique	
η_h	Rendement hydraulique	
η_m	Rendement mécanique de la pompe	
η_t	Rendement de la transmission	
K	Coefficient pour les pompes triplex	
a	Coefficient du débit de la pompe	

Sommaire

CHAPITRE I Généralités sur les appareils de forage et Système de circulation

Introduction	2
1. Généralités sur les appareils de forage :.....	2
1.1. Description.....	3
2.2. Classification	5
3.3. Fonctions d'un appareil de forage	5
2. Système de circulation dans une installation de forage.....	6
2.1. Destination et organisation	6
2.2. Définition de boue du forage	7
2.2.1. Rôle de la boue.....	8
2.2.2. Types de boue de forage	8
2.3. Les éléments composants le système de circulation.....	9
2.3.1. La pompe à boue	9
2.3.2. Equipements de la ligne de refoulement	9
2.3.3. Equipements de système de vidange.....	10
2.4. Autres équipements	14
2.5. Les pertes de circulation	15

CHAPITRE II: Description et fonctionnement de la pompe à boue

Introduction	17
1. La pompe à boue	17
2. Description de la pompe à boue.....	17
3. Construction de la pompe a boue	18
3.1. Partie mécanique.....	19
3.2. Partie hydraulique.....	25
3.3. Partie électrique de la pompe à boue	26
4. Annexes de la pompe à boue	26
4.1. Amortisseur de pulsation sur le refoulement	26
4.2. Amortisseur de pulsation Sur l'aspiration	27
4.3. Les soupapes de sécurité.....	27
5. Principe de fonctionnement et débit instantané.....	27

5.1.Principe de fonctionnement	27
5.2.Débit instantané	28
5.3.Particularité d'alimentation	28
5.4.Les pompes de suralimentation	29
5.5.Principe de montage	29
6.Caractéristiques des pompes de forage.....	29
6.1.La cylindrée	29
6.2.La vitesse	30
6.3.Le débit	30
6.4.Rendements	31
6.5.Pression.....	32
6.6.La puissance	32
7.Avantages et Inconvénients de la pompe triplex à simple effet	33
Conclusion.....	33

CHAPITRE III : Maintenance de la pompe à boue

1.la pompe à boue TPK 7 1/2"x14" / 2200.....	34
1.1.Caractéristiques techniques	34
2.La maintenance	35
2.1.But de la maintenance.....	35
2.2.La méthode de maintenance	36
2.3.Les types de maintenance.	36
3.Maintenance de la pompe à boue TPK 7 1/2"X14" / 2200.....	37
3.1.Maintenance préventive.....	37
3.2.Maintenance corrective.....	38
3.2.1.Les différentes pannes de la pompe à boue sur chantier.....	39
3.2.2.Comportement en cas un dysfonctionnement sur la pompe à boue.....	41
3.3.Details d'entretien technique de la pompe a boue de forage tpk 7 1/2"x14" / 2200	42
3.3.1.Entretien technique préventif de la partie hydraulique	42
3.3.2.Entretien technique préventif de la parie mécanique	42
3.3.3.Remontage de la pompe à boue	43
3.3.4.Lubrification pompe à boue TPK 7 1/2"X14" / 2200	44
Conclusion.....	44

CHAPITRE IV: Calcul de la pompe TPK 7 1/2"x14" / 2200

1.La puissance de la pompe a boue.....	45
1.1.la puissance mécanique	45
1.2.La puissance hydraulique	46
2.Signification des pertes de charges	46
2.1.Les équations (relations de calcul) de perte de charge utilisées en forage	47
3.Etude de cas.....	48
3.1.Présentation du puits.....	48
3.2.Calcul des pertes de charge pour chaque phase de forage.....	50
3.2.1.Equipement de surface	51
3.2.2.Intérieur de la garniture.....	52
3.2.3.Espace annulaire	53
3.2.4.Trépan	53
3.3.Calcul de la puissance mécanique pour chaque phase	54
3.3.1.La puissance mécanique exigée à l'entrée des pompes	54
3.3.2.Calcul de la puissance mécanique des moteurs d'entrainement.....	55
3.4.Calcul de la puissance hydraulique pour chaque phase	55
3.5.Calcul de vérification de la pompe	56
3.5.1.Calcul du diamètre de la chemise de chaque phase.....	56
3.5.2.Détermination de nombre de coups par minute pour chaque phase	57
3.6.Comparaison entre les pertes de charge théorique et les pertes de charge Réel	58
Conclusion.....	59
Conclusion générale.....	60

Bibliographie

Annexes

CHAPITRE I

Généralités sur les appareils de forage

Et

Systeme de circulation

Introduction :

Les hydrocarbures constituent la plus importante source d'énergie dans le monde, restent et peuvent être pour longtemps l'énergie la plus performante, pour exploiter ces richesses souterraines, on procède au forage qui est une opération très délicate et la plus coûteuse du processus d'exploitation de cette énergie, et la pratique montre que les fonds engagés dans les travaux de forage comprennent plus de 30% des tous les investissements concentrés dans l'industrie du pétrole et de gaz de notre pays.

La technologie de forage des puits de pétrole et de gaz demande l'emploi d'un matériel complexe de surface et de fond et des outils modernes, ainsi que d'une grande quantité de matériaux. Et dans l'installation de forage on trouve le système de circulation d'un liquide qui est généralement la boue de différentes natures afin d'absorber la chaleur dégagée lors du frottement de l'outil de forage avec les roches et de faire monter les déblais des roches vers la surface par circulation en recyclage. Cette circulation nécessite l'utilisation d'un équipement qui est la pompe volumétrique appelée pompe à boue qui assure un débit important et avec une grande pression.

Le but de notre mémoire est l'étude de système de circulation de fluide de forage, les équipements de pompage, plus particulièrement l'étude de la pompe à boue et les calculs hydrauliques et mécaniques pour vérifier le bon choix de cette pompe à boue dans les conditions imposées par le forage du puits cité. Et l'étude de ces pompes est très importante pour les spécialistes en mécanique des chantiers pétroliers pour justifier leur choix, assurer leur exploitation rationnelle et contrôler leur sûreté de fonctionnement.

1. Généralités sur les appareils de forage :

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,

1.1. Description d'un appareil de forage :

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. La figure (I.1) montre les différents organes constituant un appareil de forage standard.[1]

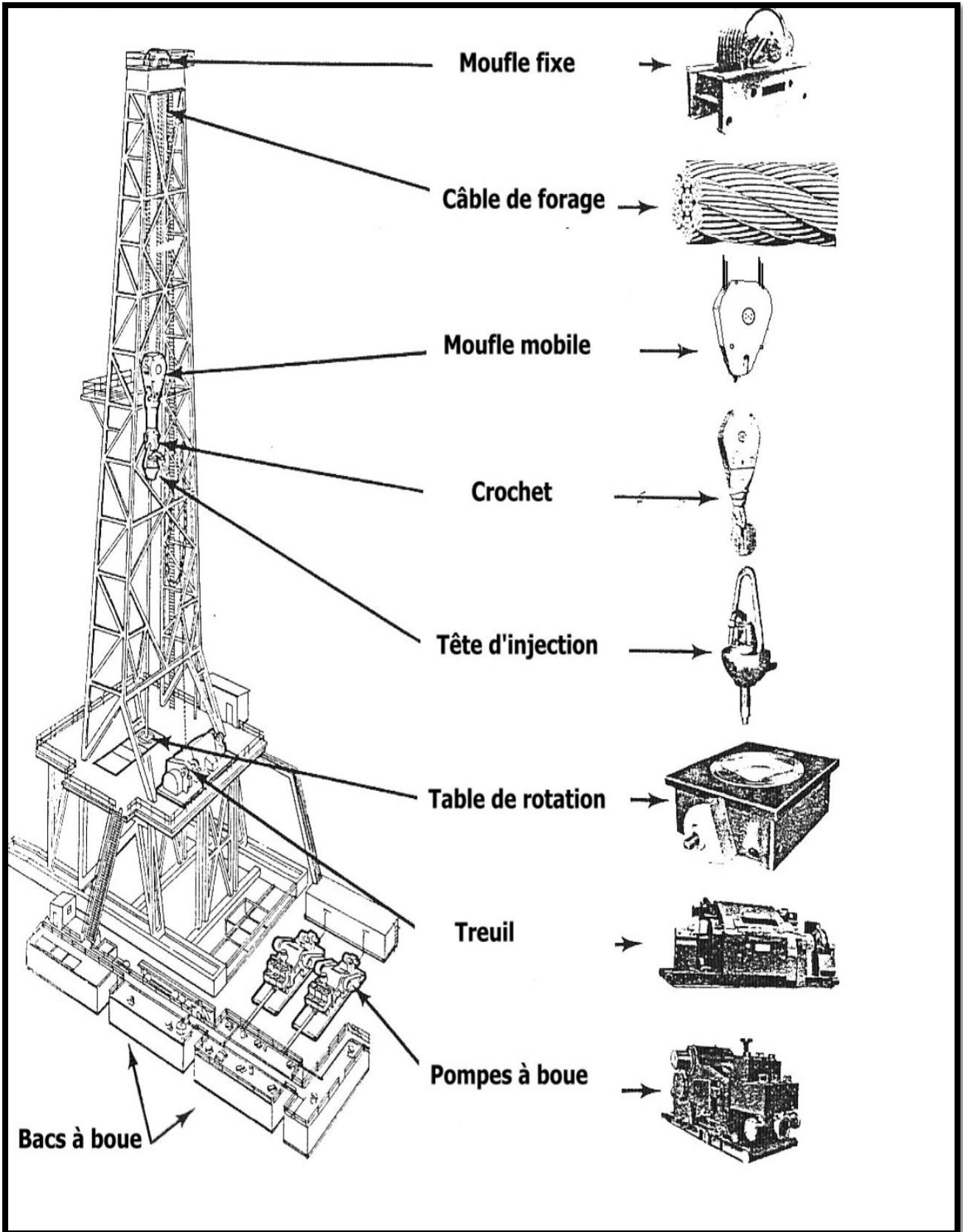


Fig. I.1 : Description simplifiée d'un appareil de forge [1]

1.2. Classification :

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 »

D'ou :

Tableau 1 : Classements des appareils de forage [1]

Appareil	Profondeur (ft) et (m)		Puissance
Appareil léger	4921 ft – 6561 ft	1500m – 2000m	650 HP
Appareil moyen	11482 ft	3500m	1300 HP
Appareil lourd	19685 ft	6000m	2000 HP
Appareil super lourd	26246 ft – 32805 ft	8000m – 10000m	3000 HP

1.3. Fonctions 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.

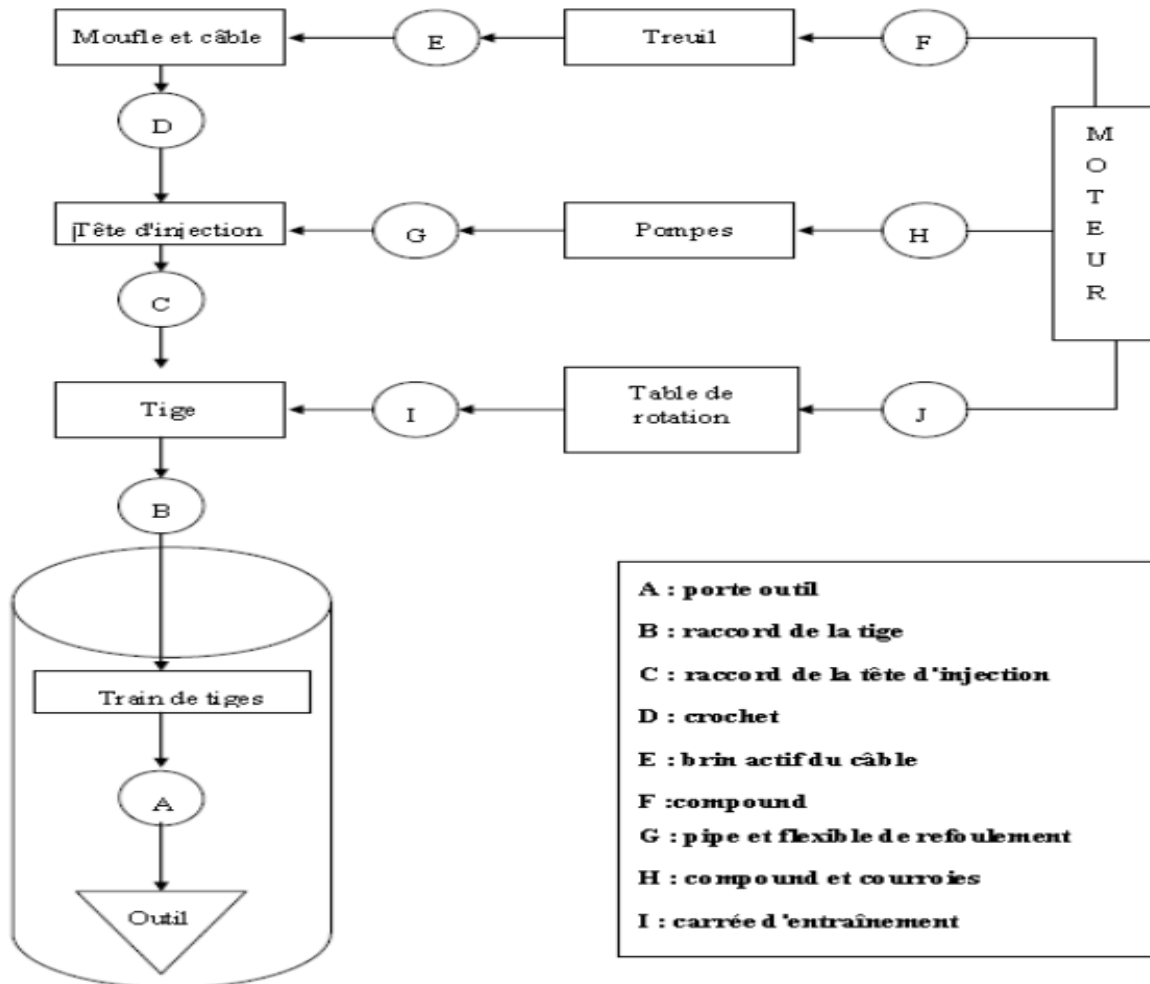


Fig. I.2 : Schéma de fonctionnement de l'appareil de forage [1]

2. Système de circulation dans une installation de forage :

2.1. Destination et organisation :

Pour des raisons de sécurité et afin d'améliorer les conditions de travail dans le puits, la boue doit toujours remplir le trou, que celui-ci contienne ou non le train de sonde. Dans la plupart des cas, le liquide de forage circule 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 (Figure I.3). [4]

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 du haut en bas et vice versa, à le renvoyer le liquide de la tête de puits dans les réservoirs de recueil des pompes, à l'éliminer les déblais du liquide et à préparer un nouveau liquide de forage. [4]

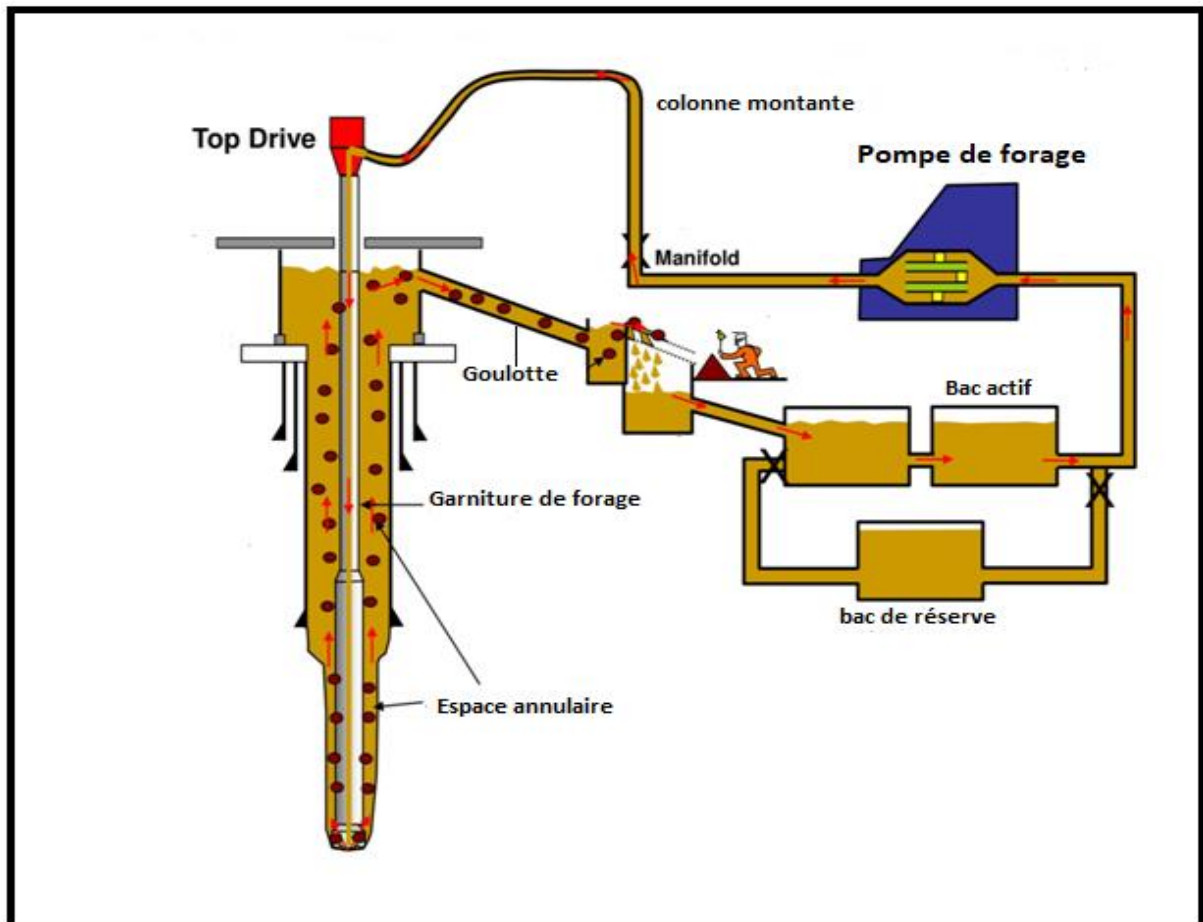


Fig. I.3 : Système de circulation de la boue de forage

2.2. Définition de boue du forage :

La boue de forage, est un système composé des différents Constituants liquides (eau, huile) et/ou gazeux (air ou gaz naturel) contenant en suspension d'autres additifs minéraux et organiques (argiles, polymères, tensioactifs, déblais, ciments, etc....).

La boue est préparée dans des bacs à boues, il est injecté à l'intérieur des tiges jusqu'à l'outil d'où il remonte dans l'annulaire, chargé des déblais formés au front de taille.

A la sortie du puits, il subit des différents traitements, tamisage, dilutions, et ajout de produits, de façon à éliminer les déblais transportés et à réajuster ses caractéristiques physicochimiques à leurs valeurs initiales, puis réutilisé. [4]

2.2.1. Rôle de la boue :

Les boues de forage doivent avoir les propriétés leur permettant d'optimiser les fonctions suivantes :

- ✓ Nettoyage du puits.
- ✓ Maintien des déblais en suspension.
- ✓ Sédimentation des déblais fins en surface.
- ✓ Refroidissement et lubrification de l'outil.
- ✓ Tenue des parois de puits.
- ✓ Dépôt d'un cake imperméable.
- ✓ Prévention des venues d'eau, de gaz, ou d'huile.
- ✓ Augmentation de la vitesse d'avancement.
- ✓ Entraînement de l'outil.
- ✓ Apport de renseignements sur le sondage :

- Les cuttings remontés par la circulation de boue.

- La détection des gaz ou autres fluides mélangés à la boue.

- ✓ Contamination des formations productrices.
- ✓ Corrosion et usure du matériel.

2.2.2. Type de la boue de forage :

Il existe deux types de boue :

A. La boue à base d'eau : La boue de démarrage varie selon la région, quelque fois on peut utiliser de l'eau, d'autre fois il faudra de très bonnes qualités sur certains emplacements, les terrains de surface peuvent être constitués de sable non consolidé et de gravier. La boue doit avoir suffisamment de corps pour tenir les parois de manière à éviter la formation de cake et pour permettre l'évacuation des déblais au fur et à mesure du forage. Quelque fois les terrains de surface contiennent assez d'argile pour faire une boue, si non la bentonite ou de sac d'argile seront mis en solution avant le démarrage de forage. [5]

B. La boue à base d'huile : Les boues à l'huile sont habituellement utilisées lors de la complétion, du carottage ou lors de forage spécial 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. [5]

2.3. Les éléments composants le système 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.

2.3.1. La pompe à boue :

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.

Les pompes à boue doivent assurer un débit compatible avec le rendement optimal du trépan utilisé. [4]



Fig. I.4 : La pompe à boue

2.3.2. 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 :

- A. L'amortisseur de pulsations;
- B. Le conduit de refoulement;
- C. Le tube d'équilibre de pression hydraulique (la colonne montante);
- D. Soupape de décharge ou de sécurité :
 - Les soupapes de décharge à ressort ;
 - Les soupapes de décharge à clou ;

- Les soupapes de décharge à diaphragme ou à membrane.

E. Les joints à démontage rapide

F. Les vannes de mise en marche;

G. Les flexibles de refoulement;

H. La tête d'injection. [6]

2.3.3. 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.

A. Equipement pour préparer le liquide de forage :

a) 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, attapulгите et ciment. Le stockage sur chantier se fait en compartiment spéciale appelée compartiment à boue. [4]

b) Stockage de la boue :

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.[6]

c) Le mélangeur :

A travers le raccord l'eau ou un liquide de forage est refoulé par la pompe sous pression, 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. [6]

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

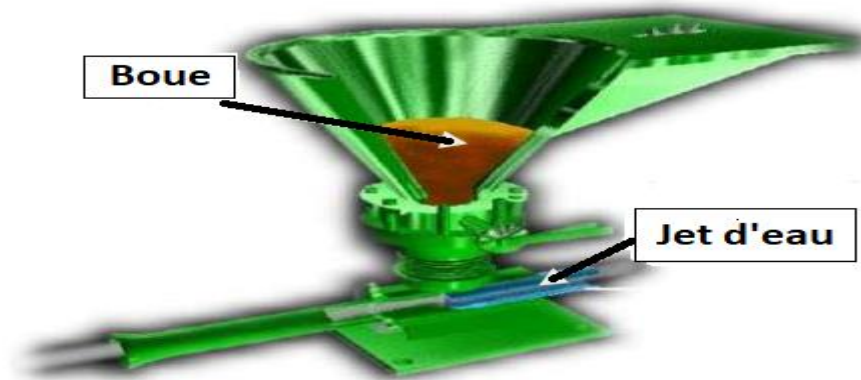


Fig. I.5 : Le mélangeur

d) 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. [6]

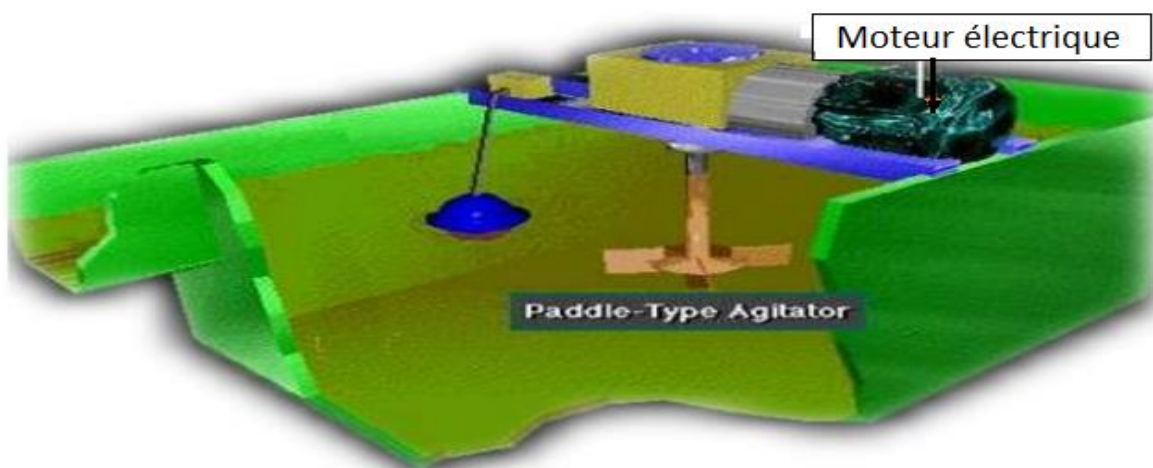


Fig. I.6 :L'agitateur

B. 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.

a) L'épuration naturelle :**1. 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.

2. Les goulottes :

Ce sont des conduites parfois tubulaires, parfois rectangulaires ouvertes à la partie supérieure assurant le retour de la boue depuis la sortie jusqu'aux tamis vibrants puis vers les différents bacs.

b) La séparation forcée :**1. les tamis :**

Pour éliminer les déblais du liquide de forage dans les dispositifs mécaniques. Ils emploient des toiles mouvantes ou vibrantes.

Les déblais tombent sur elles, puis s'évacuent et le liquide équipé passe dans le bac d'aspiration des pompes. A ces dispositifs appartiennent les tamis vibrants et les tamis convoyeurs.

➤ Le tamis vibrants :

Le tamis est amené à un mouvement de vibration par l'arbre à excentrique. On utilise quatre tamis, deux pour les grandes particules et les deux autres pour les petites particules.[4]



Fig. I.7 : Le tamis vibrants

➤ **Le tamis de convoyer :**

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

2. Hydrocyclones :

L'hydro cyclones se compose d'un récipient en acier dont la partie supérieure à une forme cylindrique et la partie inférieure, une forme conique, la partie supérieure compose d'une entrée tangentielle de la boue à dessabler et la sortie de la boue dessablée.

Il permet dans la majorité des cas de ramener la teneur en sable à des pourcentages très faibles et sauvegarder le matériel efficacement.

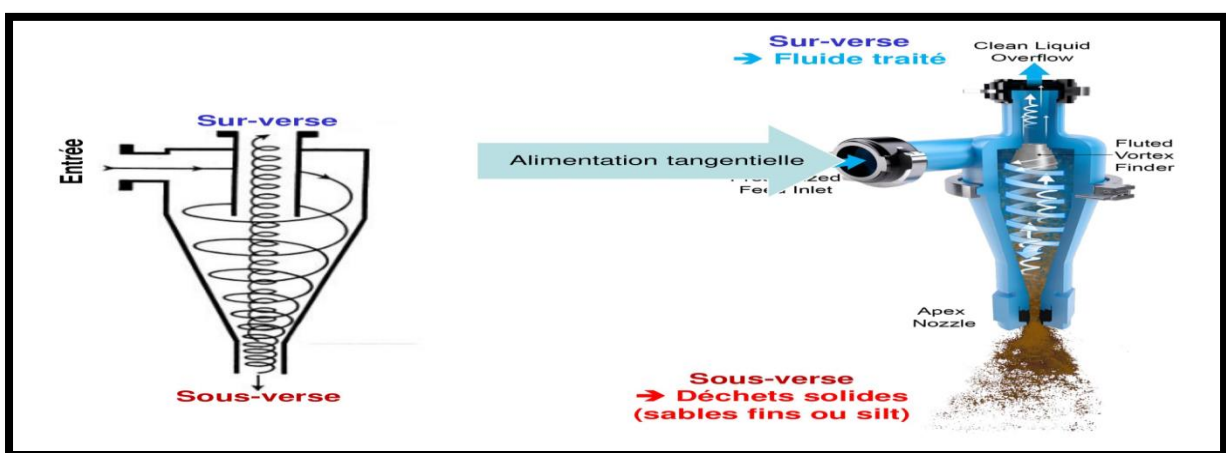


Fig. I.8 : Principe de séparation par un Hydrocyclones

2.3.4. Autres équipements :

A. Equipements de dégazage :

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

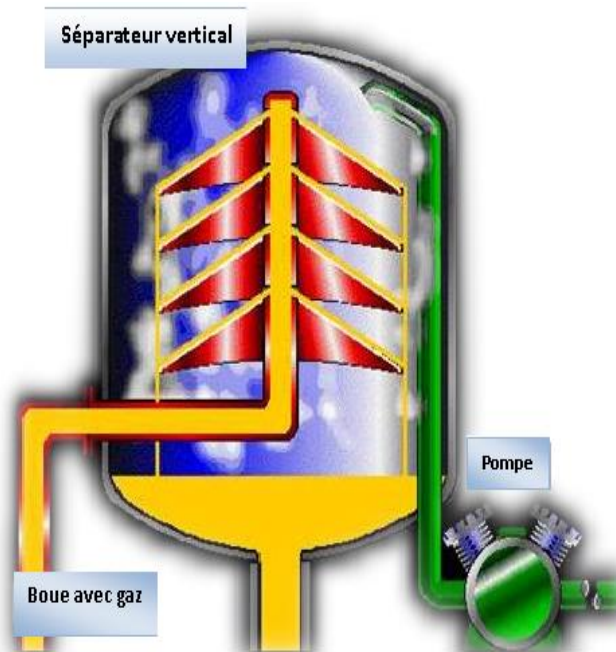


Fig. I.9 : Séparateur vertical

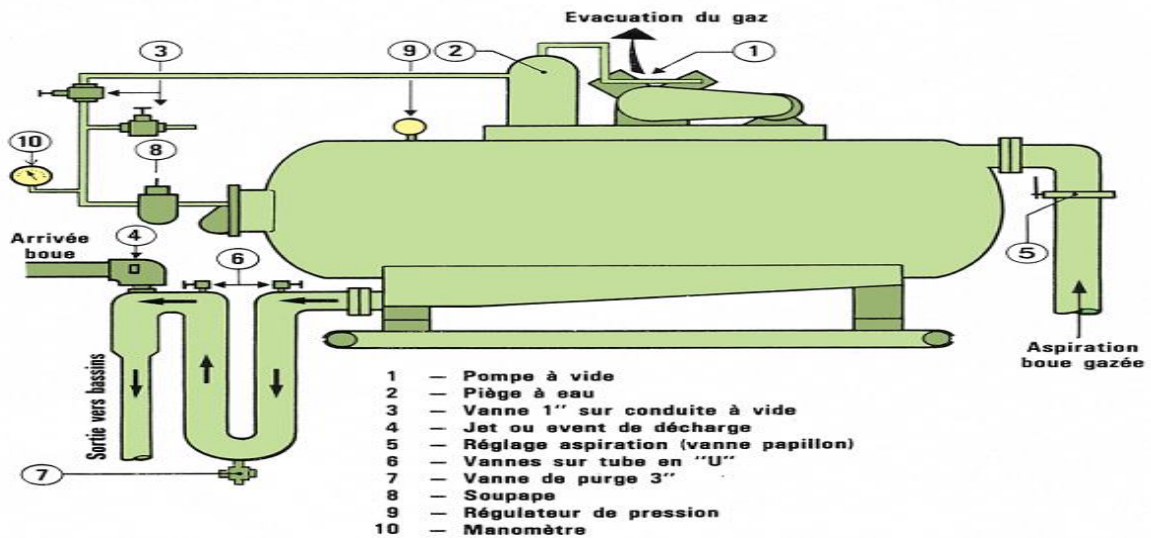


Fig. I.10 : Dégazeur

B. Transfert – Suralimentation :

1. 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.
- Suralimentation des pompes de forage.

2. 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...

2.4. Les pertes de circulation :

Elles se manifestent par une baisse du niveau de boue dans les bassins, c'est-à-dire par un débit de boue à la sortie du puits inférieur au débit de pompage dans les tiges.

Si cela se produit, il y a lieu avant tout de vérifier que les pertes de boue ne proviennent pas d'une fausse manœuvre en surface :

- ✓ Pertes aux tamis vibrants.
- ✓ Vanne mal fermée.
- ✓ Fuite d'un bassin, etc.

On distingue les pertes partielles et les pertes totales.

- Les pertes sont partielles lorsqu'une partie seulement du volume pompé dans le puits revient dans les bassins après passage dans le puits, celui-ci restant plein durant les arrêts de pompage.

- Les pertes sont totales lorsqu'il n'y a pas de retour à la goulotte, et que le puits se vide partiellement ou totalement.[4]

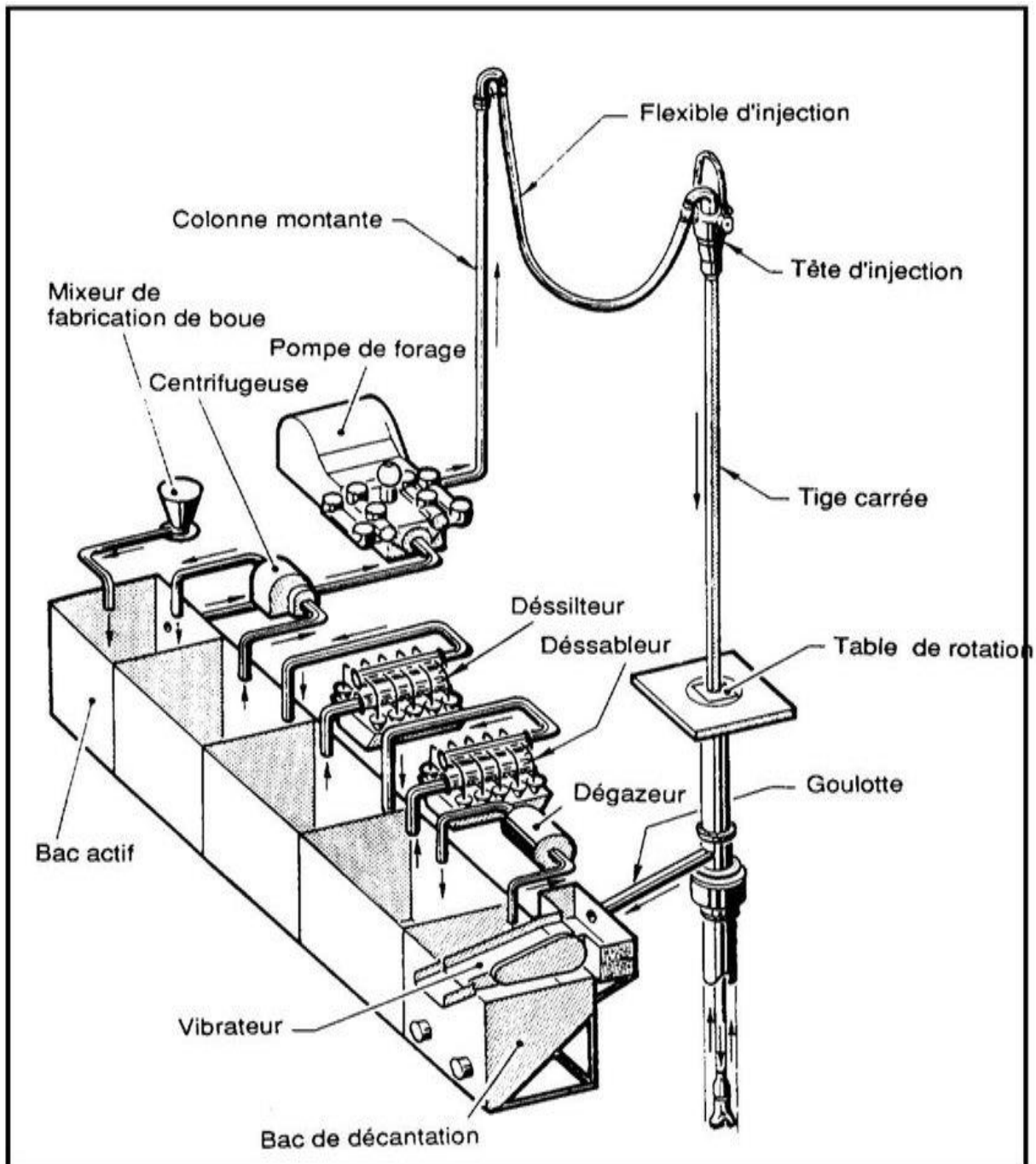


Fig. I.11 : Système de circulation dans une installation de forage [5]

CHAPITRE II

Description et fonctionnement de la pompe à boue

Introduction :

Les pompes à boue sont les pièces d'équipement les plus importantes d'un système de circulation qui utilise du fluide de forage. Si elles tombent en panne pendant le forage, l'opération s'arrête. Elles doivent donc être fiables. Une pompe peut suffire dans certaines conditions si l'autre ne fonctionne pas. L'autre ne fonctionnait pas, mais la sécurité exige que deux pompes au moins fonctionnent en permanence. Les pompes à boue sont donc extrêmement robustes, capables de supporter de lourdes charges et de tolérer les fluides abrasifs. La plupart des plates-formes de forage disposent également de plusieurs petites pompes auxiliaires, généralement des pompes centrifuges, pour déplacer la boue dans et autour des puits.

Le derrickhand, en collaboration avec d'autres membres de l'équipe, est chargé de veiller au bon fonctionnement des pompes. S'assurer que les pompes fonctionnent efficacement, de les entretenir et de les réparer si nécessaire. Les plates-formes rotatives utilisent deux types de pompes : à mouvement alternatif et centrifuge. La plupart des pompes auxiliaires sont des pompes centrifuges, et les pompes à boue sont à mouvement alternatif. [5]

1. La pompe à boue :

Les pompes à boue haute pression sont des pompes volumétriques. En d'autres termes, elles convertissent l'énergie mécanique en énergie hydraulique. Leurs composants mécaniques (extrémités motrices) sont généralement entretenus par des mécaniciens. La partie hydraulique (extrémité fluide) de la pompe, en revanche, est entretenue par l'équipe de forage. Comme il s'agit d'une partie essentielle de l'équipement de la plate-forme de forage, il est obligatoire que l'ingénieur de forage ait une connaissance approfondie de leurs composants mécaniques et hydrauliques. [5]

2. Description de la pompe à boue :

C'est une pompe volumétrique alternative à piston a mécanisme bielle-manivelle, de type triplex à simple effet, pour ce type les manivelles sont décalées à 120°, et le nombre de clapet est de 6 (3 à l'aspiration et 3 au le refoulement). Elle se compose de deux parties principales montées sur un châssis ski qui sont la partie mécanique et la partie hydraulique.

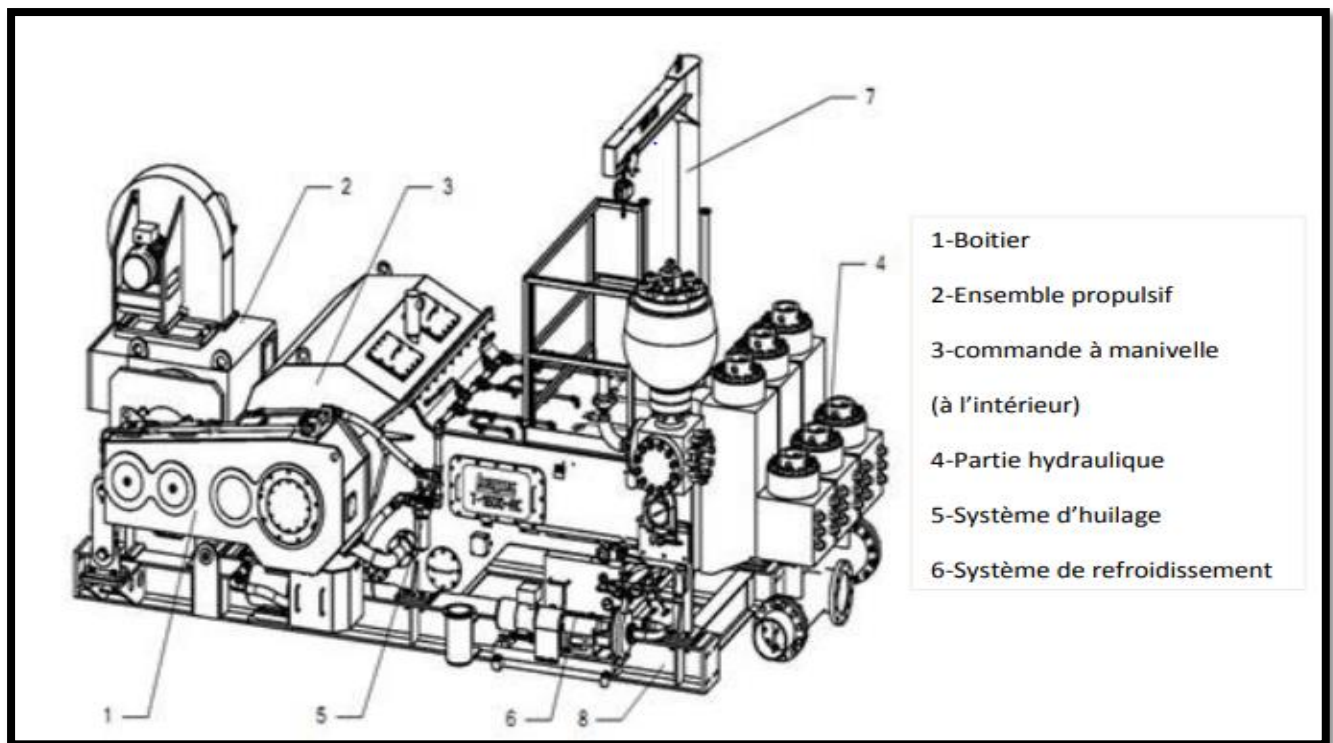


Fig. II.1 : Description de la pompe triplex a simple effet

3. Construction de la pompe a boue :

➤ Partie mécanique :

Pour la partie mécanique, tous les constructeurs ont choisi le principe de la pompe triplex avec excentrique, bielle, crosses et rallonge de crosse. Mais les pignons des arbres à grande vitesse et à petite vitesse sont excentrés par rapport à l'axe de la pompe et l'arbre petite vitesse est en forme de vilebrequin.

➤ Partie hydraulique :

Comme dans toutes les pompes triplex simple effet, elle se compose de :

- Une chemise apparente, se montant par l'arrière ou par l'avant suivant les constructeurs ;
- Une tige de piston ;
- Un piston simple effet ne comporte qu'une garniture ;
- 02 clapets (01 clapet d'aspiration, 01 clapet de refoulement) ;
- Un système d'arrosage.

➤ **Partie électrique :**

La puissance qui arrive à l'arbre d'attaque de la pompe est développée par la rotation de deux moteurs électriques d'entraînement alimenté en courant continu à travers un redresseur commandé.

3.1.Partie mécanique :

Le coté 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.

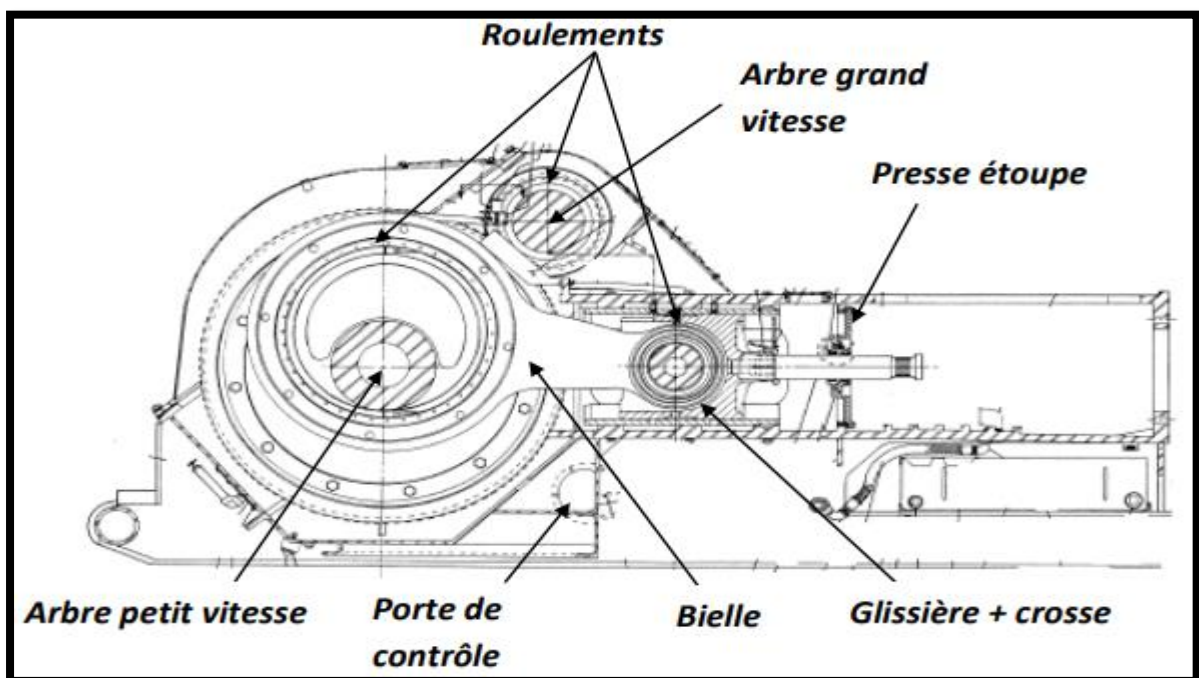


Fig. II.2 : Partie mécanique

La partie mécanique de la pompe se compose des sous-ensembles suivants :

a) L'arbre grande vitesse (pignon shaft) :

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

Cet arbre 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. [7]

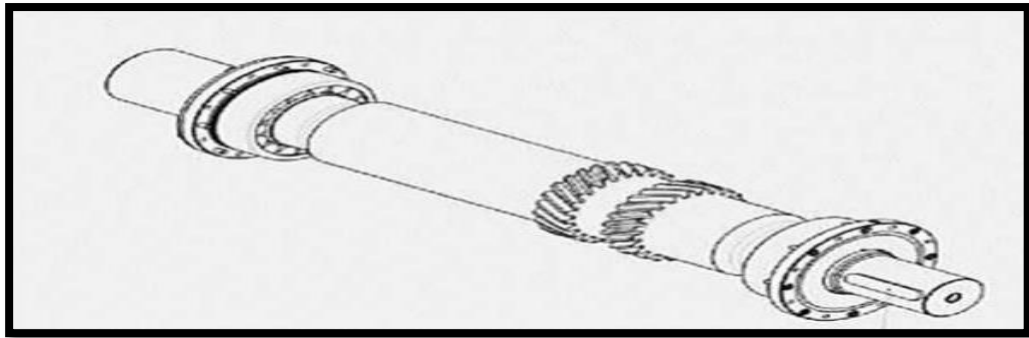


Fig. II.3 : Arbre grande vitesse

b) L'arbre petite vitesse (crankshaft) ou vilebrequin :

Cet arbre a une forme coudée (excentrique) pour permettre le décalage des courses du piston dans les chemises (ce décalage est de 120° pour les triplex).

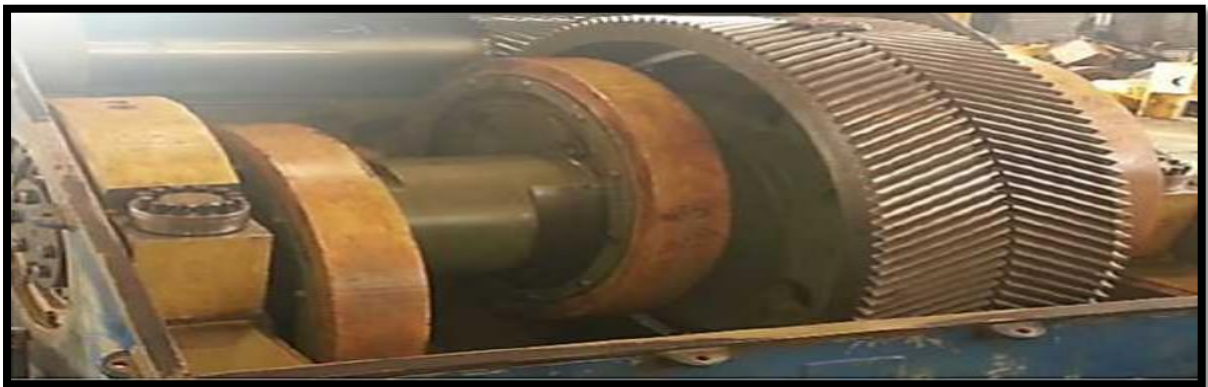


Fig. II.4 : L'arbre petite vitesse [7]

c) Système bielle-manivelle :

Sur le vilebrequin sont montées 03 bielles selon le type de pompe (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 roulement.

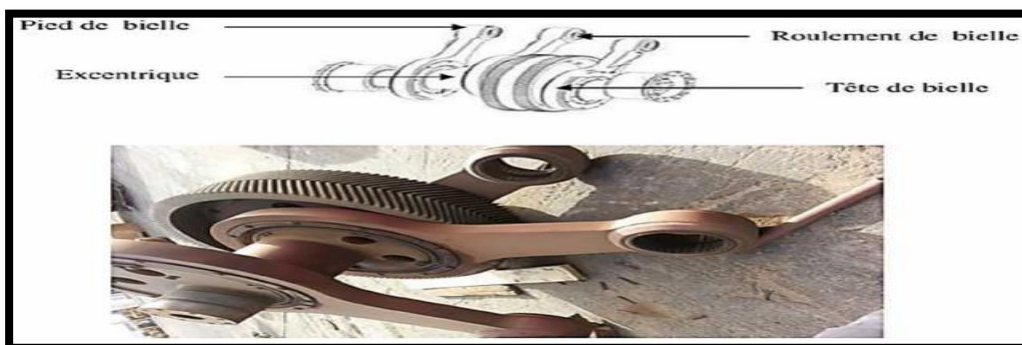


Fig. II.5 : Système bielle-manivelle

d) La crosse et la rallonge de crosse :

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

e) Les roulements :**➤ Les roulements des bielles :**

Sont des roulements à rouleaux cylindriques jointifs, ils supportent des charges radiales, axiales élevées et importantes, qui possèdent les avantages suivants :

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

➤ Les roulements des crosses :

Ils 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 [7];

➤ Les roulements de l'arbre grand vitesse :

Ils sont des roulements à rotule sur rouleaux, et possèdent les avantages suivants :

- Fonctionnement à faible température, et à vitesse relativement élevée ;
- Supporter des charges relativement importantes ;
- Grande longévité. [7]

➤ Les roulements de l'arbre petit vitesse (vilebrequin) :

Les Roulements à rouleaux coniques, ils ont les avantages suivants :

- Frottement largement réduit ;
- Capacité de charge accrue.

f) Le système d'entraînement :

La pompe est entraînée par deux moteurs électriques, Chaque moteur transmet sa puissance via un système d'entraînement à chaînes multiples sur l'arbre de commande principal. Ce dernier, complet avec pignon, se trouve via un engrenage à denture chevronnée en engagement direct au vilebrequin, La denture chevronnée permet une haute charge des dents dans le train d'engrenages entre arbre de commande et vilebrequin[7].

g) Le circuit de lubrification :

Le système de lubrification se fait par écoulement, il se base sur la rotation de la roue dentée du vilebrequin qui prend l'huile à partir du carter, une cuvette en forme U retient l'huile et la distribue vers les roulements et les crosses.

- L'huile utilisée est de type tassilia 90
- La lubrification des chaînes se fait à l'aide d'une pompe à huile.
- L'huile du carter est contrôlée périodiquement par un indicateur de niveau d'huile à l'extérieur et un reniflard pour éviter l'excès de chaleur dans le carter.

h) Transmission et le couple d'engrenage :

La puissance développée sur l'arbre d'attaque de la pompe et transmise à l'arbre manivelle par un couple d'engrenage de type à chevrons ou hélicoïdal ; les deux extrémités de l'arbre sont identiques et ce qui permet d'entraînement d'un côté comme de l'autre. Le pignon est claveté ou intégré à l'arbre d'attaque en acier ou chrome molybdène forgé.

La roue est clavetée ou boulonnée sur l'arbre manivelle ; les roulements largement calculés sont de types à rouleaux conique. L'arbre principale est forgé lorsqu'il est à manivelle ou codé et coulé s'il est excentrique ou à doigts.

La rallonge de crosse passe à travers un presse-étoupe qui évite la sortie de l'huile de carter et l'entrée de boue et ou d'eau à l'intérieure du même carter. La bielle ne doit représenter aucune déformation qui entraînerait un défaut de parallélisme de l'axe de crosse avec du maneton de l'arbre manivelle par conséquent l'axe du corps de la bielle doit être rigoureusement perpendiculaire à l'axe du vilebrequin ; sans quoi une légère déviation suffisait à provoquer une usure anormale de la crosse et des roulements de maneton[7].

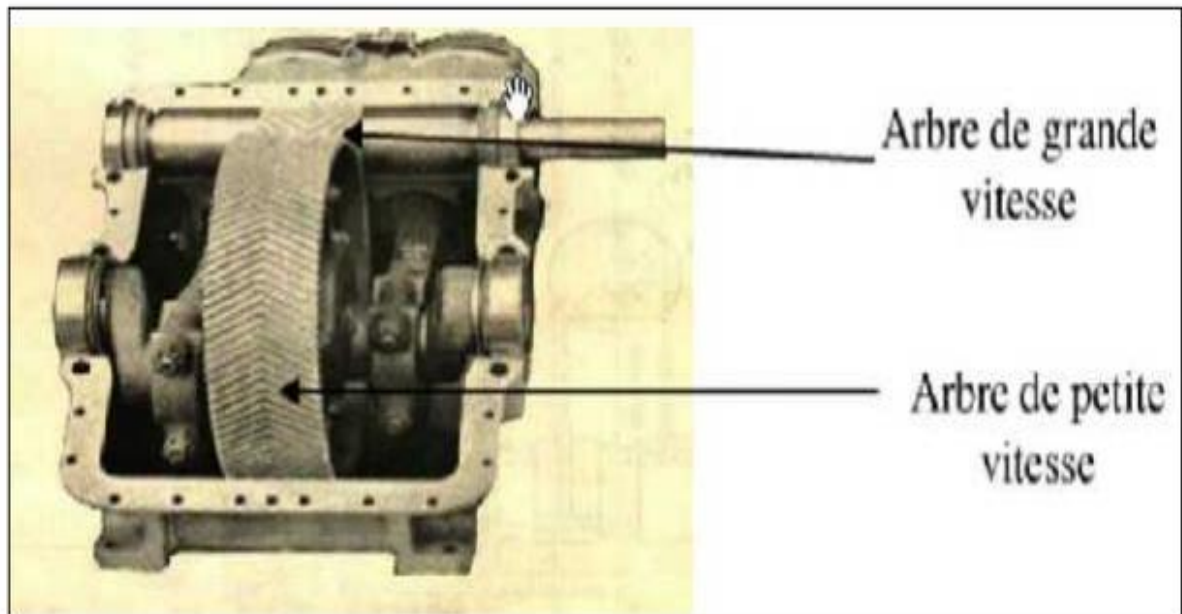


Fig. II.6 : Couple d'engrenage

i) Le bâti :

Le bâti d'engrenages est une construction à la soudure en modules en acier de haute résistance. Le skid et le bâti sont généralement intégrés. Le bâti sert de carter pour l'huile de graissage où la lubrification est réalisée par barbotage. Il doit, donc être étanche et permettre un contrôle rapide du niveau, et une vidange facile de l'huile. L'étanchéité, côté rallonge de crosse est assurée par un boîtier de presse-étoupe et son joint.

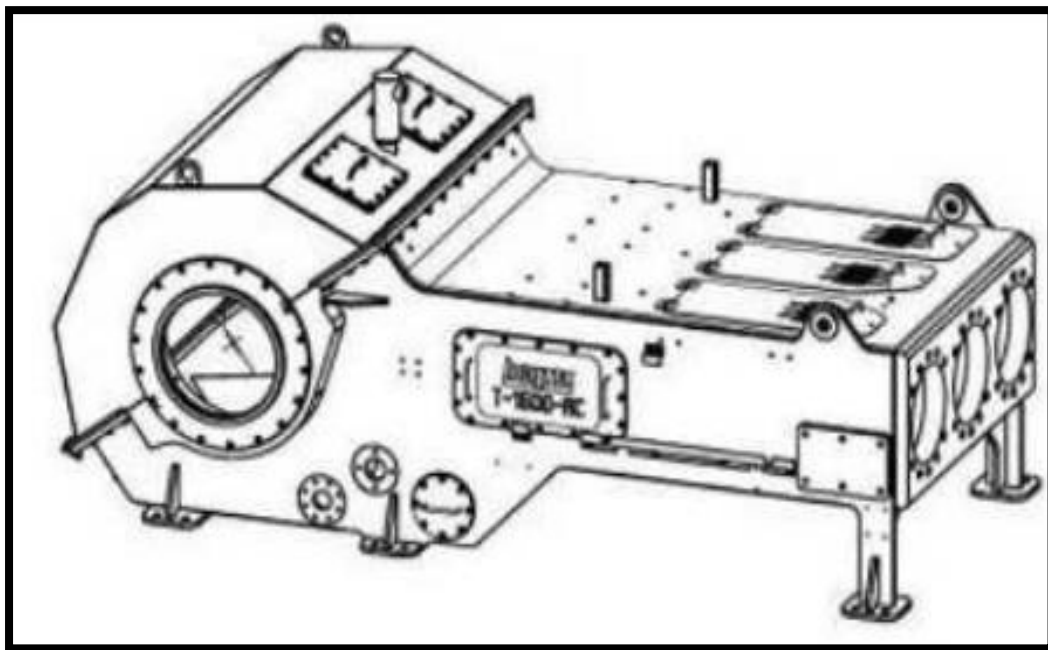


Fig. II.7 : Le bâti d'engrenages

3.2. Partie hydraulique :

Ces pompes comportent trois cylindres. Elles sont à simple effet (la boue est aspirée et refoulée par un seul côté du piston). Chaque cylindre est composé :

a) Le corps hydraulique :

Il est en acier moulé, fixé sur le skid 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.

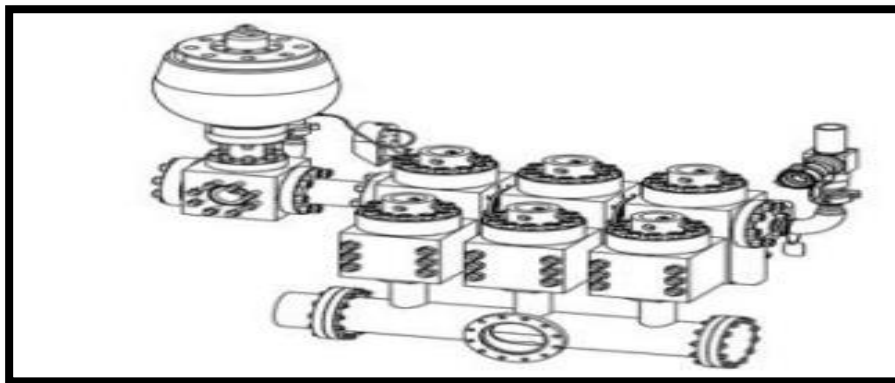


Fig. II.8 : Le corps hydraulique

b) Chemise :

Elles permettent l'utilisation d'une grande gamme de diamètres de pistons (diamètre intérieur de la chemise) afin d'obtenir les débits, et pressions exigés par le forage. La paroi intérieure de la chemise est traitée pour lui donner une grande dureté superficielle, et la résistance à l'usure désirée. Ces chemises sont enfilées dans le corps de pompe, et maintenues en place par des dispositifs, qui diffèrent légèrement suivant des constructeurs. [7]

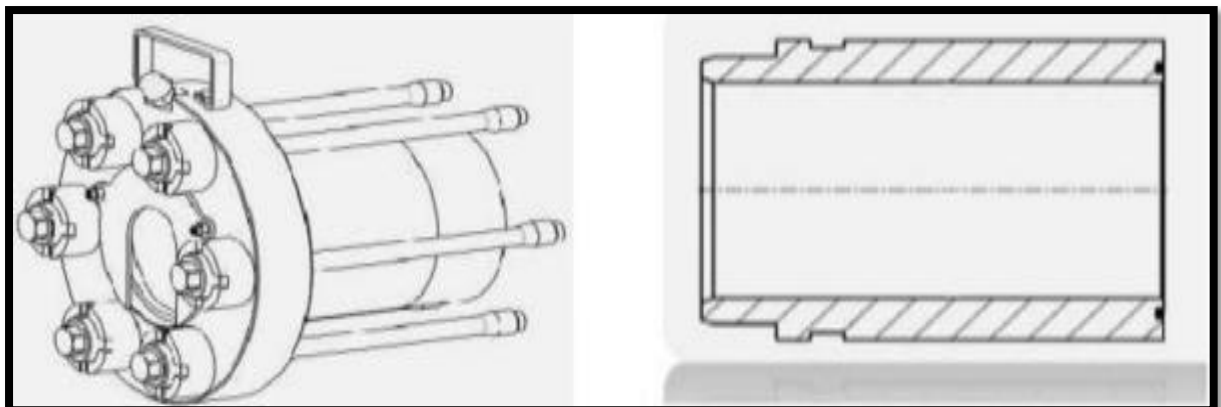


Fig. II.9 : Représente la chemise de la pompe à boue

c) Le clapet et son siège :

L'ensemble comprend le siège, et le clapet composé du corps, de la garniture, et de son système de fixation, un ressort de rappel et deux guides, l'un en haut et l'autre en bas. Le guide inférieur du clapet est à une ou plusieurs branches, ou simplement cylindrique en fonction du type de siège.

Le fonctionnement du clapet se fait par la différence de pression. Le ressort facilite le retour du clapet sur son siège.

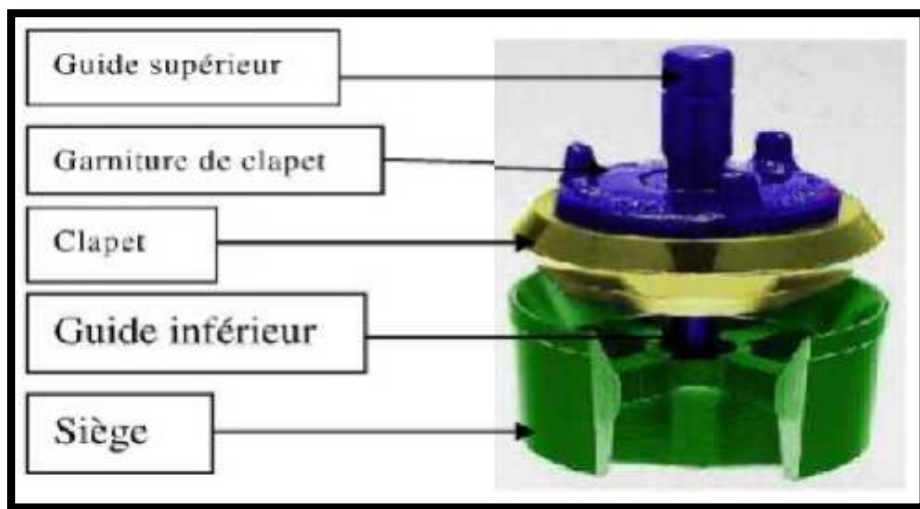


Fig. II.10 : Les sièges et les clapets

d) 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 circlip en assurant 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). [7]

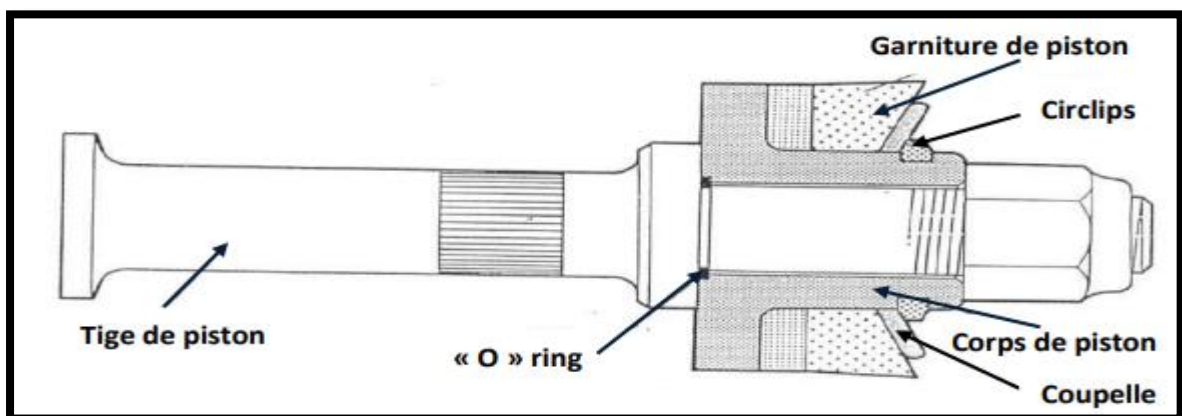


Fig. II.11 : Le piston et la tige de piston

3.3. Partie électrique de la pompe à boue :

La puissance qui arrive à l'arbre d'attaque de la pompe est développée par la rotation de deux moteurs électriques d'entraînement (mcc à excitation série) alimente en courant continu à travers un redresseur commande [14].

La transmission entre les moteurs d'entraînement et l'arbre d'attaque de la pompe se fait par chaîne. Les deux extrémités de l'arbre sont identiques, ce qui permet l'entraînement d'un coté comme de l'autre [14].

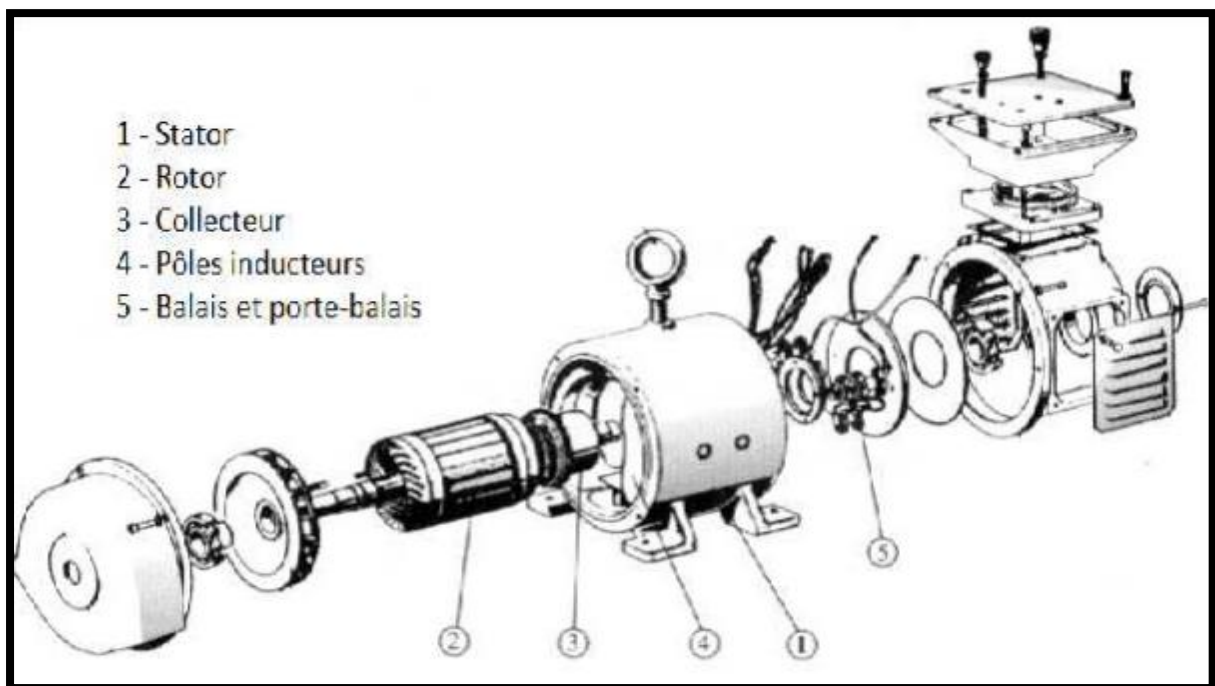


Fig. II.12 : Moteur à courant continu(DC)

4. Annexes de la pompe à boue :

4.1. Amortisseur de pulsation 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. La pression de pré chargé est contrôlée à l'aide d'un manomètre situé à sa partie supérieure[7].

4.2. Amortisseur de pulsation 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[7].

4.3. Les soupapes de sécurité :

La soupape de sécurité est placée juste à la sortie des pompes et a pour rôle de protéger le circuit de refoulement contre les surpressions. 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.

5. Principe de fonctionnement et débit instantané :

5.1. Principe de fonctionnement :

Ce sont des pompes qui comportent trois cylindres dans lesquels coulisent trois pistons à simple effet, c'est-à-dire que chaque piston aspire et refoule d'un seul côté. Chaque cylindre comporte un clapet d'aspiration et un autre de refoulement à l'avant seulement.

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

Lorsque le piston arrive en fin de course et revient vers l'avant, le clapet d'aspiration se ferme et celui de refoulement s'ouvre, et la boue est ainsi refoulée dans la conduite de refoulement. Ainsi, pendant un aller et retour du piston, c'est-à-dire un tour complet de l'arbre petite vitesse, un piston refoule une seule fois le volume de la chemise correspondant à sa course. [7]

Le même cycle se produit par les autres pistons avec un décalage de 1/3 de tour.

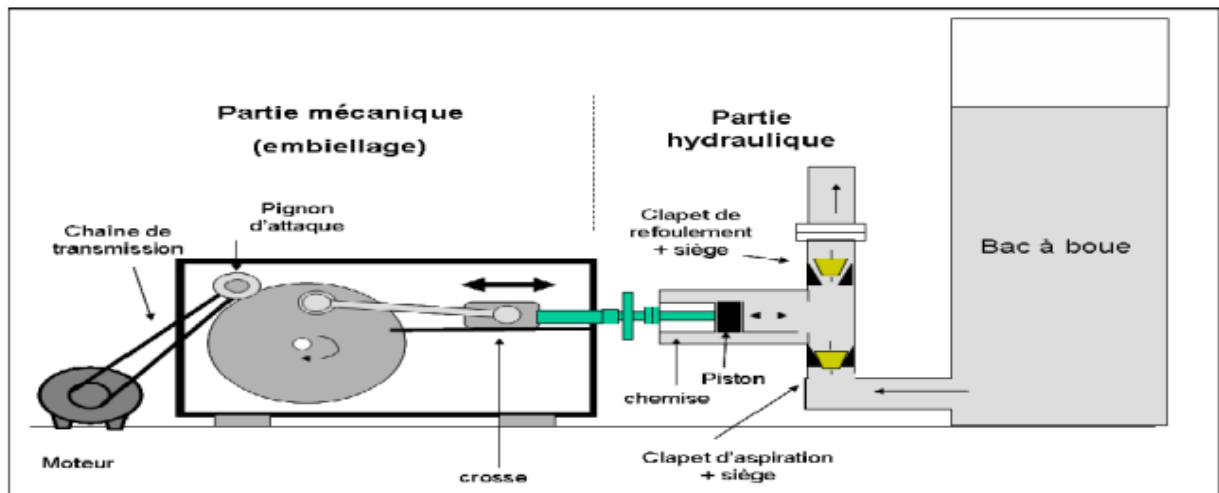


Fig. II.13 : Principe de fonctionnement de la pompe à boue

5.2. Débit instantané :

5.2.1. Débit instantané refoulé par cylindre :

La vitesse instantanée du piston suit une évolution, qui a été étudiée pour les pompes triplex. Les pompes triplex sont des pompes à simple effet, donc le débit instantané par cylindre évolue comme la vitesse sur le trajet aller du piston, il est nul au retour. Dans chaque cylindre, le piston démarre avec une vitesse nulle, passe par une vitesse maximale au qui suit la même évolution sinusoïdale[7].

5.2.2. Débit instantané de la pompe :

Le débit instantané de la pompe est la somme des débits instantanés des cylindres, mais il dépend du mode de calage des pistons l'un par rapport à l'autre; Pour les pompes triplex, les pistons sont calés à 120° , c'est-à-dire $2/3$ de course sépare chaque piston l'un de l'autre (lors que le piston N°1 arrive en fin de course, le piston N°2 est au $1/3$ de sa course et le piston N°3 n'a pas encore terminé sa course retour, il en est en $2/3$). Le principe simple effet et le calage régulier des pistons (3fois 120°) entraînent des fluctuations de débits relativement réguliers. L'aptitude de ces variations est par ailleurs faible. Elle impose malgré tout, l'utilisation d'amortisseur de pulsation sur le refoulement.

5.3. Particularité d'alimentation :

Pour éviter les inconvénients on utilise de plus en plus à l'heure actuelle, la suralimentation des pompes à boue. Les pompes ne sont pas alimentées par aspiration directe dans les bacs, mais par l'intermédiaire d'une autre pompe (centrifuge à basse pression). Dans ces conditions

on obtient un remplissage presque parfait des cylindres et on supprime les cognements hydrauliques, le rendement se rapproche du rendement théorique, le débit obtenu est plus grand.

5.4. Les pompes de suralimentation :

Dans un cylindre, la vitesse du piston passe de la valeur nulle au début de sa course à la valeur maximale au milieu. Les forces d'inertie de ce mouvement irrégulier génèrent des pertes de charges supplémentaires, qui créent dans le liquide des cavités remplies d'air : c'est la cavitation, qui provoque des coups de bélier, des cognements et des vibrations, ce qui entraîne l'usure rapide des pièces en contact avec le liquide.

L'utilisation des pompes centrifuges de basse pression de suralimentation par l'intermédiaire desquelles les pompes à boue aspirent des bacs permet d'obtenir un meilleur remplissage des cylindres, ce qui diminue les coups de bélier. Le débit obtenu est plus grand et le rendement volumétrique devient maximal. [14]

5.5. Principe de montage :

En pratique les pompes de suralimentation sont montées de façon à aspirer directement dans le bassin (parfois par l'intermédiaire de la conduite d'aspiration de la pompe) et à refouler dans cette même conduite.

Elles sont choisies pour que leur débit, la pression de refoulement et la puissance fournie soient suffisants pour répondre aux besoins de la pompe de forage à débit maximal (chemisage maximale, 120 coups/min). Ces caractéristiques (débit, pression, puissance fournie) dépendent du diamètre de la roue mobile, de sa vitesse et de puissance du moteur d'entraînement.

6. Caractéristiques des pompes de forage :

Le rôle des pompes à boue est d'assurer un débit et une pression de refoulement suffisants pour permettre une remontée correcte des déblais dans l'espace annulaire d'une part, et pour vaincre l'ensemble des pertes de charge (perte de pression) occasionnées par la circulation dans le circuit de refoulement en surface et dans le puits, d'autre part[4].

6.1. La cylindrée :

La cylindrée d'une pompe représente la quantité théorique de liquide qu'elle peut débiter pendant un cycle de fonctionnement.

Pour une pompe triplex, elle est le produit de la course par la section du piston comme dans les moteurs à combustions. La cylindrée d'un piston peut être calculée par la formule suivante:

$$V = \frac{C \cdot \pi \cdot d^2}{4} \dots\dots\dots(\text{II.1})$$

Où

C : la course du piston (mm)

d : diamètre intérieur de la chemise (mm)

6.2. La vitesse :

La vitesse nominale, c'est-à-dire la vitesse maximale de travail pour laquelle la pompe est conçue, dépend de la masse spécifique du fluide utilisé, de sa viscosité et de la pression maximale créée par la pompe. En effet, il est recommandé pour éviter le décollement de la veine liquide dans les aspirations, de ne pas dépasser des vitesses linéaires de piston de 45.5 m/mn.

6.3. Le débit :

Les débits requis en forage varient en fonction de diamètre foré. Il est pendant les premiers phases (26", 16"), plus petit en fin de forage (8" 1/2, 7"). Le débit d'une pompe dépend du diamètre intérieur de la chemise (alésage), de la vitesse de la pompe exprimée nombre de coups de piston par minute et de la course du piston.

➤ **Le débit théorique :**

Le débit est la quantité de liquide qu'une pompe peut fournir par unité de temps, à une vitesse d'entraînement donnée, il s'exprime en (m³/mn).

Le débit théorique d'une pompe dépend de sa cylindrée d'une part, de sa vitesse et du nombre de cylindres d'autre part :

$$Q_{th} = \frac{3\pi \cdot D^2 \cdot C}{4} \dots\dots\dots(\text{II.2})$$

Où :

Q_{th} : Débit théorique de la pompe (m^3/mn).

C : Course de piston (m).

D : Diamètre de la chemise (m).

6.4. Rendements :

Par suite de remplissages parfois incomplets des cylindres, des fuites se produisant aux pistons, aux clapets, aux presse-étoupes, le débit réel ou débit pratique d'une pompe à boue est toujours inférieur au débit calculé ou débit théorique.

A. Rendement volumétrique :

On appelle rendement volumétrique le rapport entre le débit réel et le débit théorique d'une pompe.

$$\eta_v = \frac{Q_p}{Q_{th}} \dots\dots\dots(II .3)$$

Où :

Q_p : débit réel.

Q_{th} : débit théorique

Le rendement volumétrique est de 95 à 97 % pour les pompes triplex (avec suralimentation). Il peut être mesuré en faisant refouler la pompe sur un bac est en mesurant l'élévation du niveau pendant un temps déterminé. Le débit réel ainsi obtenu permet en le divisant par le débit théorique calculé de déterminer le rendement volumétrique de la pompe.

B. Rendement mécanique :

Le rendement mécanique est dû à la perte de puissance due aux frottements dans la partie mécanique de la pompe (engrenages, roulements, glissements des crosses dans les coulisseaux). Se rendement est de l'ordre de 0.85 dans les pompes triplex à simple effet.

C. Rendement hydraulique :

Le rendement hydraulique d'une pompe est défini par le rapport entre la puissance hydraulique à la sortie de la pompe et la puissance mécanique fournie à l'arbre de la pompe.

6.5. Pression :

La valeur de cette pression qui représente en effet l'ensemble des pertes de charge (perte de pression) dans le circuit de refoulement en surface mais aussi dans les puits dépend donc essentiellement pour un débit donné de la profondeur du puits et de la nature des opérations entreprise. La pression de refoulement agissant sur le piston se traduit par une force qui se communique à la tige de piston, à la rallonge de crosse et ensuite à la partie mécanique.

6.6. La puissance :

1) Puissance hydraulique :

La puissance hydraulique d'une pompe c'est-à-dire la puissance transmise au fluide à la sortie de la pompe dépend du débit réel et la pression de refoulement. Elle est donnée par la formule

:

$$P_h = P_r \cdot Q_r \dots\dots\dots(II .4)$$

Où :

P_h : la puissance hydraulique.

P_r : la pression de refoulement.

Q_r : le débit réel.

2) Puissance mécanique :

La puissance mécanique indiquée par le constructeur est la puissance mécanique maximale admissible sur l'arbre d'entrée dans la pompe.

$$P_m = P_h / (\eta_m \times \eta_{ch}) \dots\dots\dots(II .5)$$

Où :

P_m : la puissance mécanique.

η_m : Rendement mécanique

η_{ch} : Rendement des chaines

7. Avantages et Inconvénients de la pompe triplex à simple effet :

a) Avantage :

- Facilité d'entretien et de surveillance. Les chemises sont apparentes, toute fuite aux pistons est vite décelée. Les interventions sur la pompe sont faciles et rapides du fait du faible poids des pièces d'usure, de l'absence du presse-étoupe et de la simplicité du joint de chemise[6].
- Souplesse dans l'utilisation qui permet : Des débits importants à des pressions non négligeables, Des débits faibles ou moyens à des pressions élevées.
- Faible poids et encombrement.

b) Inconvénients :

- Suralimentation nécessitée par le mauvais remplissage (sièges et clapets très petits et battements très rapides). Il est donc indispensable d'avoir une pompe centrifuge de suralimentation.
- Nécessité de refroidissement et lubrification de la chemise et de l'arrière des pistons.

Conclusion :

Ce chapitre a consisté à l'explication de l'appareillage de la pompe de forage, et sa fonction qui est basée sur l'envoi de la boue sous pression de la pompe de forage vers le fond de puits pour pouvoir remonter les déblais de forage vers l'extérieur. La pompe de forage est composée de deux parties importantes : la partie mécanique et la partie hydraulique, toutes les pièces mécaniques et hydrauliques sont liées entre elles pour produire un cycle de travail de la pompe.

CHAPITRE III

Maintenance de la pompe à boue

1. la pompe à boue TPK 7 1/2"x14" / 2200 :

Dans ce chapitre nous présentons maintenance de la pompe à boue **TPK 7 1/2"x14" / 2200 AC**.

La pompe à boue TPK 7 1/2"x14" / 2200 est caractérisé par :

- Pompe à boue de TPK 7 1/2"x14" / 2200 a avancé de la structure, compact, de bonnes performances, et est adapté aux exigences de la technologie de forage de la pompe haute pression et de grande cylindrée dans le champ d'huile.
- Elles sont pourvues d'ensembles hydrauliques bien prouvés et brevetés ;
- Pompe à boue de TPK 7 1/2"x14" / 2200 a une longue course, qui peuvent être utilisés à un faible nombre de course pour améliorer réellement la performance de chargement de l'eau de la pompe à boue et de prolonger la durée de vie des parties vulnérables à l'hydraulique de la structure de l'aspiration end. Advanced air bag, usage fiable, pompe à boue peut atteindre le meilleur effet d'aspiration.
- Vérin de la pompe de TPK 7 1/2"x14" / 2200, pignon de vilebrequin, à chevrons et autres pièces importantes sont faites d'acier allié de haute qualité, la trame est soudé avec plaques, haute résistance, de la bonne rigidité, poids léger.
- En plus d'une haute disponibilité et sécurité d'opération ces ensembles permettent le montage et démontage vite et facile des pièces d'usure ;
- Pompe à boue de TPK 7 1/2"x14" / 2200 a beaucoup d'interchangeabilité toutes les parties vulnérables à la fin hydraulique sont interchangeables avec les pièces de la même spécification et le modèle que satisfaire aux exigences de spécification.[11]

1.1. Caractéristiques techniques :

A. Fiche de mesures :

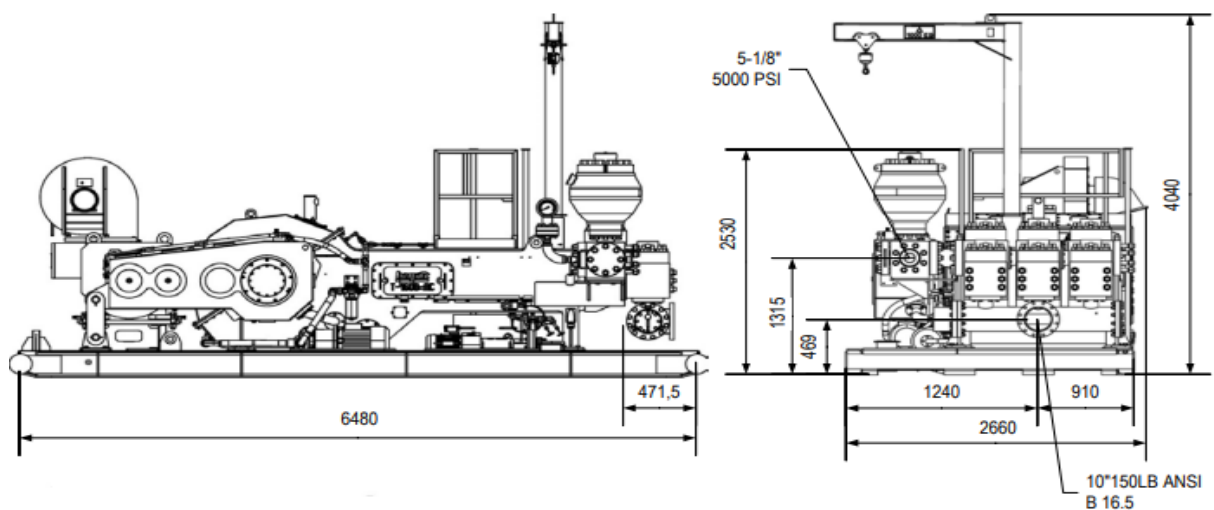


Fig. III.1 : Fiche de mesures[11]

B. Indications générales :**Tableau III.1 :** Indications générales la pompe a boue TPK 7 1/2"x14" / 2200 AC [11]

Désignation	Pompe à boue
Type	Pompe triplex simple effet
Model	TPK 7 1/2" x 14" / 2200 CL 7500 PSI
N° de série	63 - 64
Date de la mise en service	Jul 2008
Entraînement électrique	courant alternative
Dimension de la pompe (max chemise, course)	7 1/2" X 14"
Dimension des chemises	7"½ , 7", 6"½, 6", 5"½, 5"
Pression maximal	7500Psi
puissance d'entrée nominale	400-2200
Capacité d'huile	379-100 Litre-gallon
Action d'un piston	110 Coup/min
Poids net	37995kg

2. La maintenance :

la maintenance est l'ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise ». Dans une entreprise, maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, réparation, graissage, contrôle, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la production avec efficacité et qualité [8].

2.1. But de la maintenance :

- ✓ Augmenter la durée de vie des matériels.
- ✓ Diminuer la probabilité des défaillances en service.
- ✓ Diminuer les temps d'arrêt en cas de révision ou de panne.
- ✓ Prévenir et aussi prévoir les interventions coûteuses de maintenance corrective.
- ✓ Permettre de décider la maintenance corrective dans de bonnes conditions.
- ✓ Éviter les consommations anormales d'énergie, de lubrifiant, de pièces détachées, etc.
- ✓ Améliorer les conditions de travail du personnel de production.
- ✓ Diminuer le budget de maintenance.
- ✓ Supprimer les causes d'accidents graves.

2.2. La méthode de maintenance :

- On attend que le défaut produise une défaillance effective puis on agit, c'est de la maintenance corrective ; le défaut est provisoirement éliminé, mais à terme il a des chances de réapparaître.
- On anticipe le défaut car on connaît les effets de certaines dérives (surveillance) ; c'est de la maintenance préventive.
- On s'attaque à la cause afin d'éviter les dérives ; c'est de la maintenance améliorative

2.3. Les types de maintenance :

A. La Maintenance Corrective : qui se présente comme dépannage, réparation, révision.

B. La Maintenance Préventive : qui consiste à suivre les opérations d'entretien périodiques (journalières, hebdomadaires, mensuelles, semestrielles).

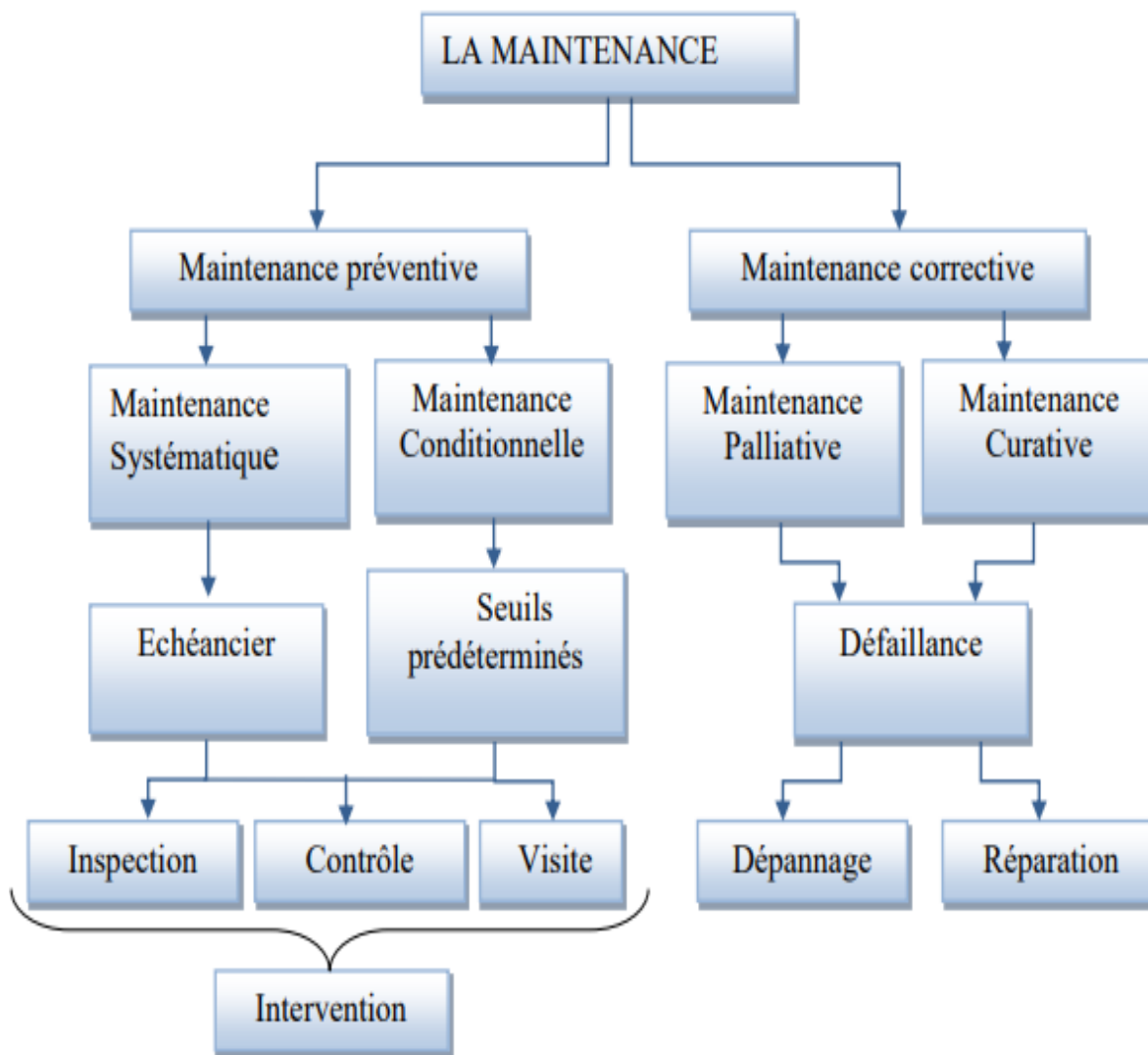


Fig. III.2 : Les différents Types de maintenance

3. Maintenance de la pompe à boue TPK 7 1/2"X14" / 2200 :

3.1. Maintenance préventive :

Dans le chantier on utilise deux pompes en parallèles, pour assurer la sécurité et la continuité de fonctionnement, et pour vaincre la pression et le débit nécessaire pour le forage d'un puit. La maintenance préventive systématique, ou conditionnelle n'est pas utilisée pendant l'exploitation de la pompe, cependant périodiquement on assure les inspections suivantes [11]:

A. Maintenance quotidienne :

- Les travaux journaliers :
- ✓ Inspection visuelle des traces de corrosion sur les surfaces extérieures
- ✓ Inspection visuelle des fuites de fluide et d'eau de refroidissement de la pompe
- ✓ Inspection visuelle de la propreté de la pompe
- ✓ Inspection visuelle du niveau d'huile dans la pompe
- ✓ Inspection visuelle des fuites d'huile sur la pompe
- ✓ Inspection visuelle des dommages mécaniques de la pompe
- ✓ Inspection visuelle des raccords desserrés sur la pompe
- ✓ Inspection des bruits de fonctionnement anormaux des roulements de transmission
- ✓ Inspection des bruits de fonctionnement anormaux de la commande à manivelle
- ✓ Contrôler l'affichage d'encrassement optique sur le filtre à huile avec la pompe à huile de graissage en marche
- ✓ Inspection visuelle du contrôleur de débit sur l'engrenage
- ✓ Contrôler les dommages et le fonctionnement des manomètres
- ✓ Contrôler les bruits de fonctionnement anormaux et les températures de la pompe à huile de graissage
- ✓ Contrôler les bruits de fonctionnement anormaux et les températures des moteurs électriques
- ✓ Contrôler l'étanchéité des pistons et douilles de vérin
- ✓ Contrôler les bruits de fonctionnement anormaux des vannes
- ✓ Contrôler l'encrassement et le niveau de remplissage suffisant du réservoir d'eau du refroidissement des douilles de vérin
- ✓ Contrôler le filtre gros du refroidissement des douilles de vérin et éventuellement le nettoyer.

- ✓ Contrôler les dommages sur le tuyau du refroidissement des douilles de vérin
- ✓ Contrôler les bruits de fonctionnement anormaux et les températures de la pompe à eau de refroidissement
- ✓ Contrôle des pressions de précontrainte des amortisseurs à pulsation

B. Maintenance hebdomadaire :

- Chaque semaine :
- ✓ Contrôler la précontrainte correcte des boulons des rotas du serrage de la douille de vérin
- ✓ Contrôler le filtre gros du système d'huile de graissage et le nettoyer éventuellement.

C. Maintenance mensuelle :

- chaque mois :
- ✓ Contrôler le sécheur à ventilation, le remplacer si nécessaire
- ✓ Contrôler la précontrainte de vis de la partie hydraulique d'aspiration et de pression
- ✓ Nettoyage des tamis de rinçage Nettoyage du piège à encrassement du réservoir d'eau de refroidissement

D. Maintenance annuelle :

- Annuellement :
- ✓ Vérification des raccordements de câbles à la recherche de fils électrique lâches ou brisés (Représenté par électricien)
- ✓ Contrôler le jeu des crosses,
- ✓ Renouveler le joint de tige des crosses
- ✓ Contrôler la grue pivotante sur colonne
- ✓ Contrôle MPI des cordons de soudure sur les supports de couple de rotation Personnel qualifié

E. Maintenance à grand intervalle :

- Toutes les 30 000 heures de fonctionnement :
- ✓ Remplacement des paliers à rouleau de transmission
- Tous les 5 ans :
- ✓ Révision complète de la pompe de rinçage
- ✓ Inspection des fissures de l'arbre de manivelle et de la bielle
- ✓ Inspection des fissures sur le boîtier
- ✓ Inspection du jeu des paliers

3.2. Maintenance corrective :

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

On distingue deux types d'intervention de la maintenance corrective, qui sont :

- ✓ Les dépannages : c'est-à-dire une remise en état de fonctionnement effectuée sur place, cette pratique est très fréquente;
- ✓ Les réparations : faites sur place, ou en atelier central, parfois après dépannage, ont un caractère définitif.

3.2.1. Les différentes pannes de la pompe à boue sur chantier

Tableau III 2.Les différentes pannes de la pompe à boue[11],[13]

Incidents	Cause possible	Solution possible
<p>Battement dans la partie hydraulique</p>	<p>1) Piston desserré 2) Fonction insuffisante de la pompe de charge 3) Pression de la pompe de charge trop élevée 4) Le joint de la pompe de charge est endommagé et laisse passer l'air 5) Air ou gaz dans le rinçage de forage 6) Tige endommagée ou mal montée 7) Un tamis de rinçage bouché entrave le bon fonctionnement</p>	<p>✓ Contrôler le serrage correct de l'écrou du piston et l'usure du piston ; ✓ contrôler si la conduite de rinçage de retour se termine sous le niveau du rinçage de forage et contrôler l'équipement de dégazage; ✓ pulvériser de l'eau sur le joint et renouveler le joint si les bruits baissent ✓ Contrôler les dommages et le montage correct de la tige de piston, de la pièce intermédiaire et de la tige de crosse. ✓ Nettoyer les tamis de rinçage dans la partie hydraulique et dans la conduite d'aspiration</p>
<p>Cognement Dans la partie mécanique</p>	<p>1) Rotation incorrecte de la pompe à boue 2) Piston-tige desserré 3) Rallonge de crosse desserrée</p>	<p>✓ Vérifier le fonctionnement Du mécanisme ✓ Vérifier et serrer ✓ Il faut les resserrer</p>

<p>Battement dans l'entraînement</p>	<p>1) Boulons de crosse desserrés 2) Défaut du guidage de crosse 3) Jeu important dans la crosse ou dans le palier de bielle >0,45 mm; 4) Jeu important entre la crosse et la bande de crosse;</p>	<p>✓ Resserrer les tendeurs; ✓ Renouveler ou réparer la bielle, le palier ou les boulons de bielle; ✓ Remplacement des bandes de crosse et / ou des crosses.</p>
<p>Baisse de pression de d'aspiration</p>	<p>1) Bas niveau d'aspiration ; 2) Capacité insuffisante de la pompe de suralimentation ; 3) Ecoulement lent de fluide de forage ; 4) Manomètre défectueux ;</p>	<p>✓ 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.</p>
<p>Les chocs hydrauliques</p>	<p>1) Aspiration défectueuse ; 2) existence d'air dans la conduite d'aspiration; 3) Présence d'air ou de gaz dans la boue</p>	<p>✓ Eliminer l'air de la Conduite, ✓ Ajuster l'amortisseur d'aspiration.</p>
<p>Vibrations la pompe et Vibration de la conduite de refoulement</p>	<p>1) Lieu d'installation inapproprié 2) Anomalie au niveau de l'amortissement. 3) Boulons desserrés ; 4) Manque de support dans la conduite.</p>	<p>✓ Soulever la pompe et niveler le lieu d'installation ou le changer ✓ Réparer ou recharger la conduite. ✓ Resserrer les boulons de la conduite. ✓ La munir d'un support</p>
<p>Piston rapide et usure des douilles de vérin</p>	<p>1) Le liquide de refroidissement est trop chaud (>38 °C) ; 2) Eau de refroidissement sale; 3) Le fluide contient une grande teneur en sable ou autres substances solides 4) Le fluide corrosif attaque le liner 5) Le fluide ne contient qu'une</p>	<p>✓ le niveau de remplissage du réservoir d'eau de refroidissement, utiliser éventuellement un échangeur de chaleur ou raccorder à un circuit d'eau séparé ✓ Renouveler l'eau de refroidissement ✓ Contrôler le désableur ✓ Augmenter le pH du fluide au-dessus de 8,5</p>

	faible teneur en lubrifiant (par ex. eau).	✓ Ajouter des lubrifiants appropriés dans l'eau de refroidissement.
Débit nul	<ol style="list-style-type: none"> 1) vanne d'aspiration fermée 2) prise d'air (aspiration d'air importante) 3) mauvaise étanchéité à l'aspiration 4) soupapes défectueuses 5) piston usé 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ ouvrir la vanne ✓ vérifier l'étanchéité raccords ✓ contrôler les soupapes ✓ changement de piston
Quantité d'huile de graissage insuffisante / pression d'huile basse	<ol style="list-style-type: none"> 1) Filtre à huile encrassé. 2) Perte d'huile due à des fuites. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Contrôler le niveau d'huile. ✓ Contrôler la température d'huile de graissage ✓ Contrôler l'affichage de l'encrassement sur le filtre fin et renouveler éventuellement l'élément de filtration. ✓ Contrôler le filtre gros et le nettoyer éventuellement. ✓ Contrôler les fuites sur le système de lubrification et éliminer les fuites le cas échéant.
Haute pression d'huile	<ol style="list-style-type: none"> 1) Huile contaminée ; 2) Colmatage des conduites ; 3) Manomètre défectueux ; 4) Filtres à l'huile bouchés 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Changer l'huile ; ✓ Changer le cartouche d'huile ✓ Le remplacer ; ✓ Les nettoyer
Chemise piquée	<ol style="list-style-type: none"> 1) Corrosion excessive 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Les nettoyer.
Rayure de l'alésage d'une chemise	<ol style="list-style-type: none"> 1) Piston usé ou abîmé ; 2) Des pistons endommagés peuvent provoquer de telles rayures. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Monter un nouveau piston et une chemise neuve. ✓ Sortir les vis de serrage avant de bloquer la portée.

3.2.2. Comportement en cas un dysfonctionnement sur la pompe à boue :

De manière générale, agir comme suit :

- ✓ En cas de défauts qui représentent un danger imminent pour des personnesv ou des objets, couper immédiatement la machine. (L'intégration de la machine dans le système de sécurité de l'installation relève de l'exploitant.)
- ✓ Déterminer la cause du défaut.
- ✓ Si l'élimination des défauts implique des travaux dans la zone dangereuse, couper l'installation et la protéger contre le redémarrage.
- ✓ Informer immédiatement les personnes responsables sur le lieu d'utilisation.
- ✓ Selon le type de défaut, celui-ci doit être éliminé par du personnel qualifiév autorisé.
- ✓ Si des composants ont été remplacés, veiller au montage approprié.
- ✓ Respecter la fixation des vis .
- ✓ Respecter tous les couples de serrage des vis.[13]

3.3. Détails d'entretien technique de la pompe a boue de forage TPK 7 1/2"x14" / 2200 :

3.3.1. Entretien technique préventif de la partie hydraulique :

- Le bon état technique de la partie hydraulique de la pompe dépend de son entretien tant pendant le fonctionnement qu'au stockage.
 - Les tiges couvertes de graisse doivent être doivent être nettoyées du sable pénétré dans la couche de graisse et éviter les déformations des pièces en caoutchouc. Ces dernières doivent être protégées contre l'action d'une température dépassant 70°C.
 - Un serrage de la presse étoupe peut entraîner leur détérioration, car une grande pression du dispositif d'étanchéité sur la tige peut conduire à la formation de rayures (sillons) lorsque des parties abrasives tombent sur cette dernière.
- **Démontage de la partie hydraulique :**
- ✓ ouvrir les portières des clapets d'aspiration et de refoulement ;
 - ✓ enlever les sièges des clapets ;
 - ✓ démonter 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 de pistons ;

- ✓ démonter l'amortisseur de pulsation

3.3.2. Entretien technique préventif de la partie mécanique :

- Le graissage est important pour la partie d'entraînement.
- L'huile pure est versée le carter de la pompe jusqu'à 1/3 du diamètre du bac.
- La fuite du liquide de forage à la partie hydraulique n'est pas tolérée, car des particules abrasives arrivent au piston malgré la présence d'un déflecteur protecteur.
- La pénétration de la boue dans l'huile conduit à l'usure rapide des paliers, des dents de pignons et des guides de crosse, pour cela toutes les pièces encrassées doivent être changées suite à l'usure, car le fonctionnement des assemblages, roulements, roues avec des jeux provoquent des chocs et des vibrations auxquelles il faut apporter remèdes.

➤ Démontage de la partie mécanique :

- ✓ vidange de l'huile du carter de la pompe ;
- ✓ démontage du bâti supérieur de la pompe ;
- ✓ 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.

3.3.3. Remontage de la pompe à boue :

Le remontage est une opération très difficile, et il lui faut un mécanicien qualifié, il se fait dans le 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;

- Avant chaque intervention sur la pompe il faut s'assurer qu'elle est isolée électriquement ;
- Les pompes à boue doivent être équipées de soupape de sécurité, ces dispositifs doivent être installés et entretenus conformément aux recommandations du constructeur. Aucune mesure ne doit être prise pour éliminer ou diminuer le fonctionnement de ces dispositifs ;
- Toutes les mesures de protection doivent être munies de chaînes de sécurité ;
- Les conduites de décharge doivent être bien placées et fixées solidement ;
- Les pressions des amortisseurs de pulsation doivent être vérifiées régulièrement ;
- Les procédures de contamination doivent être appliquées lors des entretiens, et réparations des équipements.

3.3.4. Lubrification pompe à boue TPK 7 1/2"X14" / 2200 :

La section suivante définit le calendrier de lubrification et le lubrifiant nécessaire. Il faut utiliser les lubrifiants recommandés.[11]

Tableau III.3.Calendrier de lubrification

Intervalle	Activité
Avec l'affichage d'encrassement	Activé Renouveler les éléments de filtration dans le circuit d'huile de graissage
Après les 250 premières heures d'utilisation	Remplacer l'huile
Chaque trimestre Et après chaque transformation	-Graisser à nouveau la grue -Graisser à nouveau les paliers de la pompe à eau de refroidissement
Après 4000 à 8000 heures d'utilisation ou tous les ans	Remplacer l'huile, renouveler l'élément de filtration
Toutes les 10 000 heures d'utilisation ou en cas de remise en état importante	Remplir les paliers du moteur principal avec de la graisse

Conclusion :

L'étude d'une installation d'une Pompe à boue, nous a permis de connaître les différents éléments de constructions d'une pompe à boue, avec leurs fonctionnement et construction et les différents circuits de graissage, refroidissement et sécurité.

Au cours de l'étude de la maintenance effectuée nous avons constaté que pour assurer une grande durée de vie à la pompe il faut suivre deux voies de maintenance (Maintenance préventive et Maintenance corrective)

CHAPITRE IV

Calcul de la pompe

TPK 7 1/2" x 14" / 2200

Introduction :

Lors du choix des pompes de forage, on doit tout d’abord déterminer les paramètres principaux : Le débit, le nombre de cylindres, le nombre de coups du piston et la pression développée par la pompe pour le débit minimal et maximal.

La connaissance d’une part des lois de l’écoulement des fluides de forage d’autre part des débits, nécessaire à la remontée des déblais, permet d’établir un calcul des puissances hydrauliques pour un puits donné.[9]

1. La puissance de la pompe a boue :

La puissance des pompes de forage est suivant la formule suivante :

1.1. la puissance mécanique :

A. La puissance mécanique exigée à l’entrée des pompes :

$$P_p = \frac{P_{ref} \cdot Q_r}{\eta_p \cdot 44750} \dots \dots \dots (IV.1)$$

Et $\eta_p = \eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_m \dots \dots \dots (IV.2)$

Avec : P_p :Puissance mécanique exigée (à l’entrée) [HP]

P_{ref} : La pression de refoulement en [KPa] ;

Q_r : Le débit réel mesuré en [L/min] ;

η_v : Rendement volumique ; $\eta_v = 0,95$ à $0,99$ (Nous prenons $0,97$)

η_h : Rendement hydraulique ; $\eta_h = 0,97$ à $0,98$ (Nous prenons $0,97$)

η_m : Rendement mécanique de la pompe $\eta_m = 0,8$ à $0,87$ (Nous prenons $0,85$)

B. La puissance mécanique des moteurs d’entrainement :

$$P_m = \frac{P_p}{\eta_t} \dots \dots \dots (IV.3)$$

Avec : P_m :Puissance mécanique (des moteurs d’entrainement)[HP][11]

η_t : Le rendement de la transmission ; $\eta_t = 0.90$

1.2. La puissance hydraulique :

$$P_{hr} = \frac{P_{ref} \cdot Q_r}{44750} = P_p \cdot \eta_p \dots \dots \dots (IV.4)$$

Avec : P_{hr} : Puissance hydraulique [HP].

❖ **La pression de refoulement P_{ref}** est la somme de toutes les pertes de charge dans le circuit de circulation:

$$P_{ref} = \sum P_c$$

$$P_{ref} = P_{cs} + P_{cig} + P_{ca} + P_{co} \dots \dots \dots (IV.5)$$

Avec : P_c : Les pertes de charge en [KPa].

P_{cs} : Les pertes de charge au niveau des équipements de surface [KPa].

P_{cig} : Les pertes de charge à l'intérieur de la garniture [KPa].

P_{ca} : Les pertes de charge dans l'espace annulaire [KPa].

P_{co} : Les pertes de charge à travers les duses de l'outil [KPa].

2. Signification des pertes de charges:

Les pertes de charge dans les circuits sont des déperditions d'énergie par dissipation en force de frottement au cours de l'écoulement de la boue:

- Frottements internes au fluide, dus à sa viscosité.
- Frottements externes dus à la rugosité des parois de la conduite.

Elle s'exprime en termes de différence de pression entre deux points de la conduite. La boue de forage en cours de circulation démarre avec une énergie représentée par la pression de refoulement à la sortie des pompes et sort avec une pression nulle au niveau des installations de traitement mécanique, donc la répartition des pertes de charge dans le circuit de forage est comme suit :

- Perte de charge au niveau des équipements de surface.

- Perte de charge à travers les duses de l’outil
- Perte de charge à l’intérieur de la garniture :
 - ✓ À l’intérieur des tiges de forage et Tool-joints.
 - ✓ À l’intérieur de masse-tige.
 - ✓ À l’intérieur de tige lourde.
- Perte de charge dans l’espace annulaire :
 - ✓ Tubage / tiges.
 - ✓ Trou / tiges de forage.
 - ✓ Trou / masse-tige.
 - ✓ Trou / tige lourde.

On néglige la différence du diamètre entre les Tool-joints et les tiges de forage dans le cas du calcul des pertes à l’intérieur de l’espace annulaire, c.-à-d. ont le même diamètre extérieur.[9]

D’après le formulaire du foreur et en supposant que le fluide est un modèle de BINGHAM, nous sommes basés sur les équations suivantes :

2.1. Les équations (relations de calcul) de perte de charge utilisées en forage :

a) Perte de charge au niveau des équipements de surface :

$$P_{cs} = N_1 \cdot B \dots\dots\dots(IV.6)$$

$$\text{Et } B = d^{0,8} \cdot \mu^{0,2} \dots\dots\dots(IV.7)$$

Avec :**B**: Coefficient correspond à la boue en circulation ;

N₁: Coefficient des pertes de charge ;

d: Masse volumique de la boue en [kg/ l] ;

μ: Viscosité dynamique en [cp].

b) Perte de charge à travers les duses de l’outil :

$$P_{co} = \frac{d \cdot Q^2}{2959,41 \cdot C^2 \cdot A^2} \dots\dots\dots(IV.8)$$

Avec : **Q** : débit de la boue en litres/min[l /min]

A : Surface totale des orifices des duses en pouce carré [in²]

C : Coefficient d'orifice : - **C** = 0.80 pour outil sans jet

- **C** = 0.95 pour outil à jets

c) Perte de charge à l'intérieur de la garniture :

$$P_{cig} = \frac{Q^{1,8} . L . B}{901,63 . D^{4,8}} \dots\dots\dots (IV.9)$$

Avec : **L** : longueur de la conduite en mètres[m],

D : Diamètre intérieur de la conduite en pouces [in].

d) Les pertes de charge dans l'espace annulaire :

$$P_{ca} = \frac{Q^{1,8} . L . B}{706,96 . (D_0 + D_i)^{1,8} . (D_0 - D_i)^3} \dots\dots\dots (IV.10)$$

Avec : **D₀** : diamètre extérieur espace annulaire en pouces (intérieur tubage ou trou) [in]

D_i : diamètre intérieur espace annulaire (extérieur de la garniture) en pouces[in]

3. Etude de cas :

3.1. Présentation du puits :

Le puits **OKN631** est un puits vertical de développement, fore par appareil **TP184**, il est situé au sud-est de champ Haoud Barkaoui, dans le bloc 438c. Les coordonnées de ce puits sont présentées dans le tableau (IV.1), sa coupe lithologique est présentée et programme prévisionnel de forage dans la figure (IV.1)

Tableau IV.1 : Les coordonnées le puits OKN631

Coordonnées UTM	X =698999,98 m	Y =3517400,05 m
	Zsol =209,760 m	Ztab =217 m

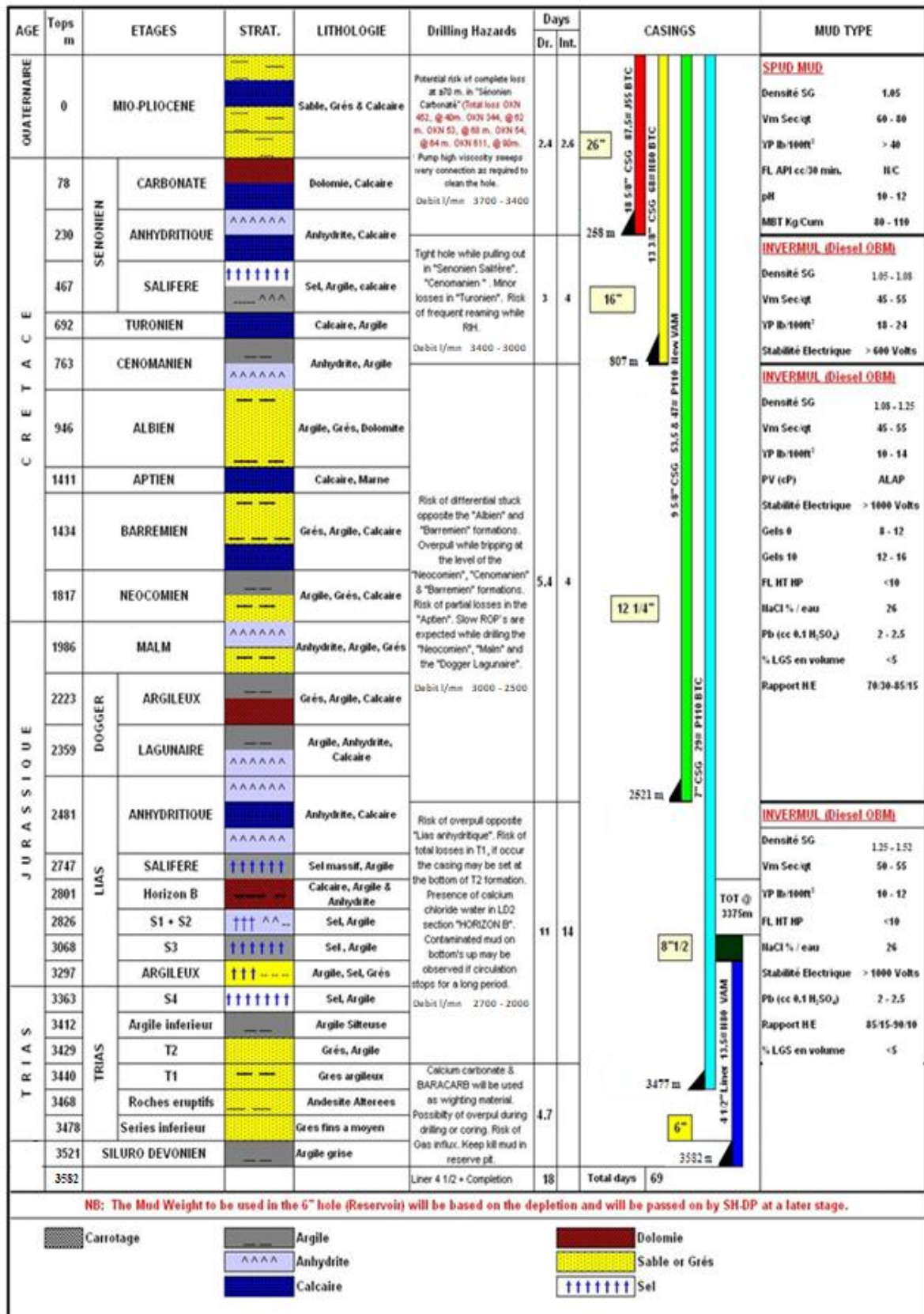


Fig.IV.1 : Programme prévisionnel de forage et coupe lithologique de puits OKN631 [14]

3.2. Calcul des pertes de charge pour chaque phase de forage :

Tableau IV.2 : Les données de départ nécessaires au calcul des pertes de charge [12], [14]

Trou foré	Diamètre [in]	Phase 26 "	Phase 16 "	Phase 12 ³ / ₄	Phase 8 ¹ / ₂
		Profondeur forée [m]	259	808	2522
Tubage	Diamètre extérieur [in]	18 5/8	13 3/8	9 5/8	7
	Poids linière [lb/ft]	87,50	68,00	47,00	32,00
	Diamètre inter [in]	17,755	12,415	8,681	6,094
	Longueur du tubage [m]	258	807	2521	3477
Paramètre hydraulique de forage	Débit [l/min]	3500	3250	2700	2450
	Masse volumique [kg/l]	1,05	1,08	1,25	1,52
	Viscosité [cp]	82	50	54	64
Tige de forage	Diamètre extérieur [in]	5	5	5	5
	Diamètre inter [in]	4,276	4,276	4,276	4,276
	Longueur [m]	203	550,5	2269	3132
Tige lourde	Diamètre extérieur [in]	5	5	5	5
	Diamètre inter [in]	3	3	3	3
	Longueur [m]	27	54,8	54,8	54,8
Masse tige	Diamètre extérieur [in]	9,5	9,5	9,5	6,75
	Diamètre intérieur [in]	3	3	3	2,8125
	Longueur [m]	28,6	202,53	202,53	395,6
Trépan	TFA [in ²]	0,92	0,92	1,036	0,902

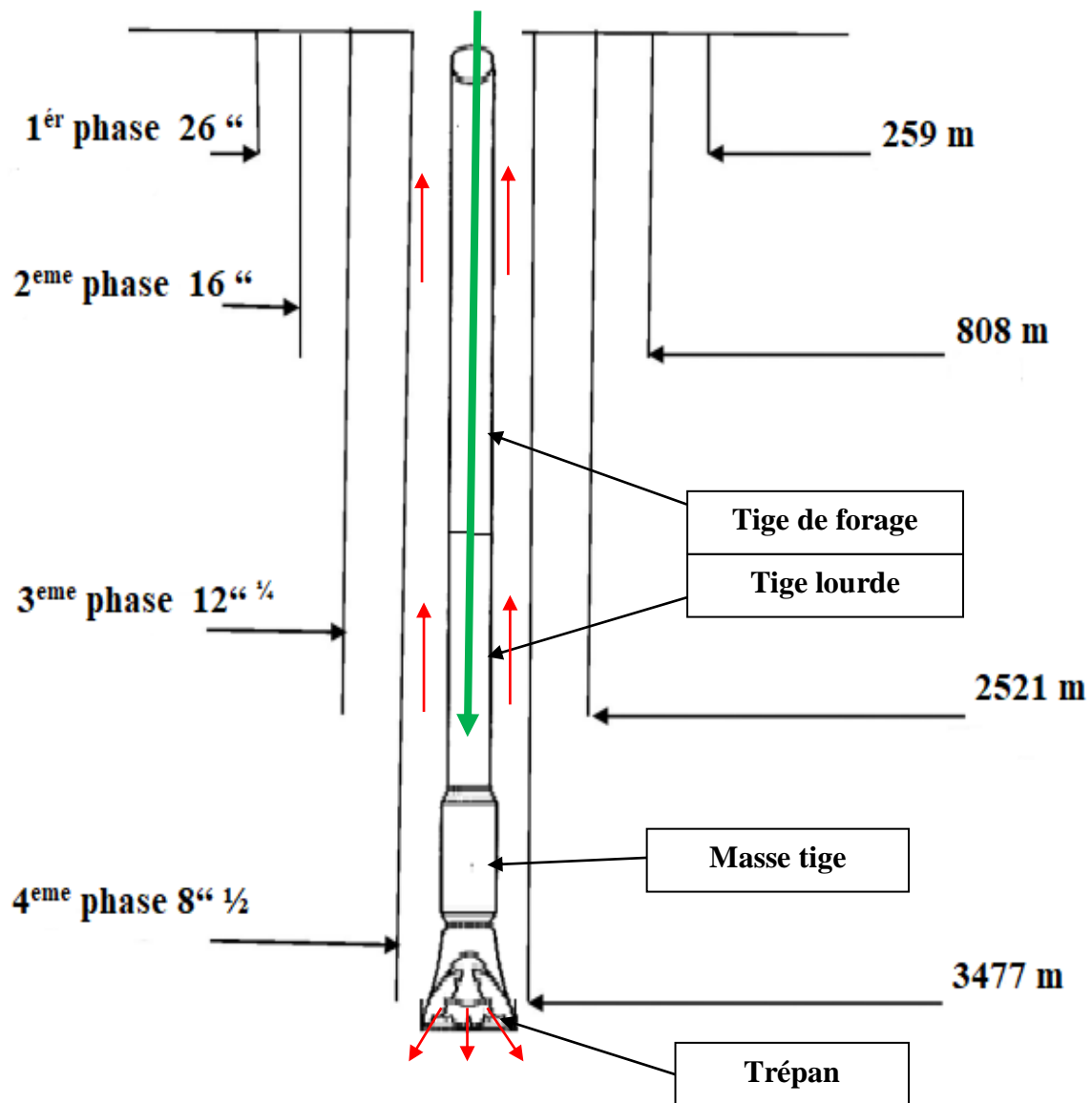


Fig.IV.2 : Les 4 phases et la circulation en cours de forage

❖ Première phase (26") :

3.2.1. Equipement de surface :

$$P_{cs} = N_1 \cdot B$$

Et $N_1 = 342$ (cas n°04) est déduite en fonction des équipements de surface dans le chantier qui correspond au cas n°04 d'après le formulaire du foreur.

$$P_{cs} = 342 \times 1,05^{0,8} \times 82^{0,2} = 858,5 \text{ KPa}$$

3.2.2. Intérieur de la garniture :

➤ Tool-joint :

$$P_{TJ} = \frac{Q^{1,8} \cdot L_{TJ} \cdot B}{901,63 \cdot D_{TJ}^{4,8}}$$

Avec : La longueur totale de tous les Tool-joint égale à 5% de la longueur totale des tiges de forage pour chaque phase : $L_{TJ} = 0,05 \times 203 = 10,15$ m et $D_{TJ} = 3'' \frac{1}{4} = 3,25''$

$$P_{TJ} = \frac{3500^{1,8} \times 1,05^{0,8} \times 82^{0,2} \times 10,15}{901,63 \times 3,25^{4,8}} = 236,28 \text{ KPa}$$

➤ Tige de forage :

$$P_{DP} = \frac{Q^{1,8} \cdot L_{DP} \cdot B}{901,63 \cdot D_{DP}^{4,8}}$$

Avec : $L_{DP} = 203 - 10,15 = 192,85$ m

$$P_{DP} = \frac{3500^{1,8} \times 1,05^{0,8} \times 82^{0,2} \times 192,85}{901,63 \times 4,276^{4,8}} = 1202,94 \text{ KPa}$$

➤ Tige lourde :

$$P_{HW} = \frac{Q^{1,8} \cdot L_{HW} \cdot B}{901,63 \cdot D_{HW}^{4,8}}$$

$$P_{HW} = \frac{3500^{1,8} \times 1,05^{0,8} \times 82^{0,2} \times 27}{901,63 \times 3^{4,8}} = 922,97 \text{ KPa}$$

➤ Masse tige :

$$P_{DC} = \frac{Q^{1,8} \cdot L_{DC} \cdot B}{901,63 \cdot D_{DC}^{4,8}}$$

$$P_{DC} = \frac{3500^{1,8} \times 1,05^{0,8} \times 82^{0,2} \times 28,6}{901,63 \times 3^{4,8}} = 977,67 \text{ KPa}$$

3.2.3. Espace annulaire :

➤ Trou / tige de forage :

$$P_{T-DP} = \frac{Q^{1,8} \cdot L_{DP} \cdot B}{706,96 \cdot (D_0 + D_i)^{1,8} \cdot (D_0 - D_i)^3}$$

$$P_{T-DP} = \frac{3500^{1,8} \times 1,05^{0,8} \times 82^{0,2} \times 203}{706,96(26+5)^{1,8}(26-5)^3} = 0,49 \text{ KPa}$$

➤ Trou / tige lourde :

$$P_{T-HW} = \frac{Q^{1,8} \cdot L_{HW} \cdot B}{706,96 \cdot (D_0 + D_i)^{1,8} \cdot (D_0 - D_i)^3}$$

$$P_{T-HW} = \frac{3500^{1,8} \times 1,05^{0,8} \times 82^{0,2} \times 27}{706,96(26+5)^{1,8}(26-5)^3} = 0,05 \text{ KPa}$$

➤ Trou / masse tige :

$$P_{T-DC} = \frac{Q^{1,8} \cdot L_{DC} \cdot B}{706,96 \cdot (D_0 + D_i)^{1,8} \cdot (D_0 - D_i)^3}$$

$$P_{T-DC} = \frac{3500^{1,8} \times 1,05^{0,8} \times 82^{0,2} \times 28,6}{706,96(26+9,5)^{1,8}(26-9,5)^3} = 0,09 \text{ KPa}$$

3.2.4. Trépan :

$$P_{co} = \frac{d \cdot Q^2}{2959,41 \cdot C^2 \cdot A^2}$$

$$P_{co} = \frac{1,05 \times 3500^2}{2959,41 \times 0,95^2 \times 0,92^2} = 5689,80 \text{ KPa}$$

❖ La perte de charge totale :

$$P_{C1} = P_{cs} + P_{TJ} + P_{DP} + P_{HW} + P_{DC} + P_{T-DP} + P_{T-HW} + P_{T-DC} + P_{CO}$$

$$P_{C1} = 858,5 + 236,28 + 1202,94 + 922,27 + 977,97 + 0,49 + 0,05 + 0,09 + 5689,80 = 9649,25 \text{ KPa}$$

$$P_{tot} = 9649,25 \text{ KPa}$$

❖ Résultats de calculs pour les 4 phases de forage

Nous utilisons les équations précédentes pour faire les calculs avec différentes données de chaque étape du forage, nous obtenons les résultats indiqués dans le Tableau

Tableau IV.3 : Résultats de calculs pour les 4 phases de forage

Les phases	1 ^{er}	2 ^{eme}	3 ^{eme}	4 ^{eme}
	Les pertes des charges (kPa)			
Equipement de surface	858,5	695,35	568,09	578,07
Tool-joint	236,28	519,49	1750,64	2454,27
Tiges de forage	1202,94	2644,81	8912,72	12495,18
Tiges lourdes	922,97	1518,77	1241,74	1261,81
Masse tiges	977,67	5612,25	4588,55	12410,62
Tubage /tige de forage	-	3,09	65,15	2609,02
Trou / tige de forage	0,49	6,31	128,46	753,44
Trou / tige lourde	0,05	1,18	4,81	67,57
Trou / masse tige	0,09	14,94	214,81	3133,8
Trépan	5689,80	5046,17	3178,81	4198,6
La perte de charge totale	9888,79	16062,36	20653,78	39961,9

En utilisant ces résultats, on peut calculer la puissance mécanique ainsi que la puissance hydraulique pour chaque phase.

3.3. Calcul de la puissance mécanique pour chaque phase :

3.3.1. La puissance mécanique exigée à l'entrée des pompes :

$$P_p = \frac{P_{ref} \cdot Q_r}{\eta_p \cdot 44750} \quad (P_{ref} \text{ et } Q_r \text{ pour chaque phase})$$

Et $\eta_p = \eta_v \cdot \eta_h \cdot \eta_m = 0,97 \times 0,97 \times 0,85 \approx 0,8$

➤ Première phase :

$$P_{p1} = \frac{9888,79 \times 3500}{0,8 \times 44750}$$

$$P_{p1} = 966,78 \text{ HP}$$

➤ Troisième phase :

$$P_{p3} = \frac{20653,78 \times 2700}{0,8 \times 44750}$$

$$P_{p3} = 1557,68 \text{ HP}$$

➤ Deuxième phase :

$$P_{p2} = \frac{16062,36 \times 3250}{0,8 \times 44750}$$

$$P_{p2} = 1458,17 \text{ HP}$$

➤ Quatrième phase :

$$P_{p4} = \frac{39961,9 \times 2450}{0,8 \times 44750}$$

$$P_{p4} = 2734,82$$

3.3.2. Calcul de la puissance mécanique des moteurs d'entraînement

$$P_m = \frac{P_p}{\eta_t} \quad (P_p \text{ pour chaque phase})$$

➤ Première phase :

$$P_{m1} = \frac{966,78}{0,9}$$

$$P_{m1} = 1074,2 \text{ HP}$$

➤ Troisième phase :

$$P_{m3} = \frac{1557,68}{0,9}$$

$$P_{m3} = 1730,75 \text{ HP}$$

➤ Deuxième phase :

$$P_{m2} = \frac{1458,17}{0,9}$$

$$P_{m2} = 1620,18 \text{ HP}$$

➤ Quatrième phase :

$$P_{m4} = \frac{2734,82}{0,9}$$

$$P_{m4} = 3038,68 \text{ HP}$$

3.4. Calcul de la puissance hydraulique pour chaque phase :

$$P_{hr} = \frac{P_{ref} \cdot Q_r}{44750} = P_p \cdot \eta_p$$

➤ Première phase :

$$P_{hr1} = 773,42 \text{ HP}$$

➤ Troisième phase :

$$P_{hr3} = 1246,14 \text{ HP}$$

➤ Deuxième phase :

$$P_{hr2} = 1166,53 \text{ HP}$$

➤ Quatrième phase

$$P_{hr4} = 2187,85 \text{ HP}$$

Tableau IV.4 :Récapitulatif des résultats de calculs

Phase	Débit [L/min]	Puissance hydraulique [HP]	Puissance mécanique		Pression [KPA]
			exigée à l'entrée [HP]	des moteurs d'entraînement [HP]	
26"	3500	773,42	966,78	1074,2	9888,79
16"	3250	1166,53	1458,17	1620,18	16062,36
12"¼	2700	1246,14	1557,68	1730,75	20653,78
8"½	2450	2187,85	2734,82	3038,68	39961,9

❖ **Interprétation des résultats**

- ✓ On constate que la pression augmente et le débit diminue en fonction de la profondeur de forage (due à la nature des couches terrestres).
- ✓ La puissance hydraulique maximal est de **2187,85** HP et $2187,85 \leq 2200$ HP ce qui implique que le choix de la pompe, qui doit répondre aux paramètres exigés (puissance, débit, pression,) par le forage est la pompe triplex du type TPK 7 1/2" x14" /2200

3.5. Calcul de vérification de la pompe :

3.5.1. Calcul du diamètre de la chemise de chaque phase :

$$D_i = \sqrt{\frac{K \cdot Q_i}{a \cdot c \cdot N}} \dots \dots \dots (IV.11)$$

Avec :

D_i : Diamètre intérieur de la chemise [m] ;

K : Coefficient pour les pompes triplex, $K = 25,4$

Q_i : Débit de la boue pour une seule pompe de chaque phase [m^3/s] ;

N : Nombre des coups par minute, $N = 110$ coups/mn. (Nombre des coups Max de la pompe)

c : Course de piston $c = 0,356$ m ;

a : Coefficient du débit de la pompe, $a = 0,90$

➤ Première phase :

$$Q_{i1} = \frac{3500}{2} = 1750 \text{ l/min}$$

$$D_{i1} = \sqrt{\frac{25,4 \times \frac{1750}{60 \times 1000}}{0,9 \times 0,356 \times 110}}$$

$$D_{i1} = 0,14498 \text{ m}$$

➤ Deuxième phase :

$$Q_{i2} = \frac{3250}{2} = 1625 \text{ l/min}$$

$$D_{i2} = \sqrt{\frac{25,4 \times \frac{1625}{60 \times 1000}}{0,9 \times 0,356 \times 110}}$$

$$D_{i2} = 0,1397$$

➤ Troisième phase :

$$Q_{i3} = \frac{2700}{2} = 1350 \text{ l/min}$$

$$D_{i3} = \sqrt{\frac{25,4 \times \frac{1350}{60 \times 1000}}{0,9 \times 0,356 \times 110}}$$

$$D_{i3} = 0,1273 \text{ m}$$

➤ Quatrième phase :

$$Q_{i4} = \frac{2450}{2} = 1225 \text{ l/min}$$

$$D_{i4} = \sqrt{\frac{25,4 \times \frac{1225}{60 \times 1000}}{0,9 \times 0,356 \times 110}}$$

$$D_{i4} = 0,1213$$

3.5.2. Détermination de nombre de coups par minute pour chaque phase :

Dans le chantier TP 184, Pour forage de puits OKN631, la pompe travaille avec des chemises de 5''^{1/2} et 5'', ce qui entraîne la variation du nombre de coups par minute de la pompe.

$$N = \frac{Q}{Q_{unitaire}} \dots \dots \dots (IV.12)$$

❖ Chemise 5''^{1/2} dans la pompe TPK 7 1/2" x14" /2200 donner :

1coup= 16,37 L (volume /coup)

➤ Première phase :

$$N_1 = \frac{3500}{16,37}$$

$$N_1 = 214 \text{ coup/mn}$$

$$N_2 = \frac{3250}{16,37}$$

$$N_2 = 199 \text{ coup/mn}$$

➤ Deuxième phase :

❖ Chemise 5" dans la pompe TPK 7 1/2" x14" /2200 donner :

1 coup = 13,53 L (volume /coup)

➤ Troisième phase :

$$N_3 = \frac{2700}{13,53}$$

$$N_3 = 200 \text{ coup/mn}$$

➤ Quatrième phase :

$$N_4 = \frac{2450}{13,53}$$

$$N_4 = 181 \text{ coup/mn}$$

Tableau IV.5 :Résultats diamètre de la chemise et nombre de coups par minute pour chaque phase

Phase	1^{er} (26")	2^{eme} (16")	3^{eme}(12"¼)	4^{eme}(8"½)
Débit [l/min]	3500	3250	2700	2450
Diamètre [mm]	144,98	139,7	139,7	121,13
Diamètre de la chemise [in]	5"½	5"½	5"	5"
Nombre de coups [coups/min]	214	199	200	181

La vitesse maximale de la pompe est 110 coups/mn ; donc il faut diviser le nombre de coups de chaque phase par l'utilisation de deux pompes installées en parallèle pour assurer le débit requis.

3.6. Comparaison entre les pertes de charge totale théorique et les pertes de charge Réel dans chaque phase :

Tableau IV.6 :Comparaison entre les pertes de charge totale théorique et les pertes de charge Réel[13]

Phase	Les pertes de charge totale théorique (PSI)	Les pertes de charge totale réel (PSI)
1^{er}26"	1434,24	1250
2^{eme} 16"	2329,64	2000
3^{eme} 12"¼	2995,57	2700
4^{eme}8"½	5795,98	5500

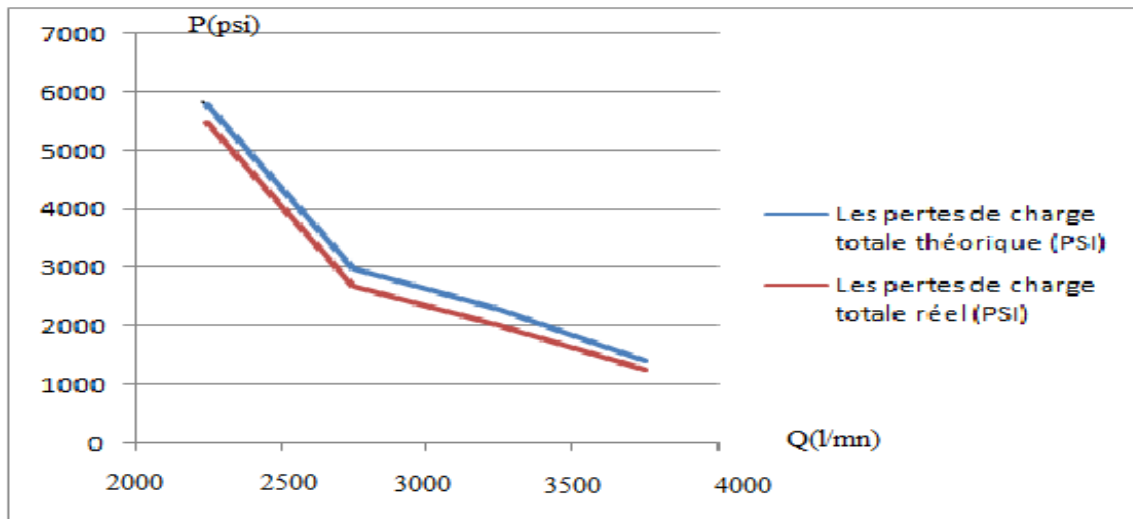


Fig.IV.3 : Courbe de comparaison entre les pertes de charge totale théorique et les pertes de charge Réel

Les puissances mécanique et hydraulique de la pompe. Dans les dernières phases on cherche une grande pression pour maintenir les fluides de formation a haut pression alors le chemisage de la pompe doit être convenable pour assurer cette pression.

Dans la première phase on cherche un grand débit pour évacuer la grande quantité de déblais.

On a fait une comparaison entre les pertes de charge théoriques et réel, on a remarqué que il y a une différence de 10 a 14 % a cause de différence entre le diamètre calculer et le diamètre normaliser de la chemise et le rendement de la pompe n'est pas a 100%.

Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur les calculs nécessaires de la pompe à boue, d'après les calculs des paramètres de la pompe à boue, nous avons trouvé que la pompe **TPK 7 1/2"x14" / 2200** répond aux paramètres exigés dont la puissance hydraulique, et les vérifications de la pompe à boue sont satisfaisantes.

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude de la mémoire présentée nous permet d'approfondir nos connaissances dans les domaines des équipements de forage en général et surtout les organes essentiels de la pompe à boue. D'après l'étude que nous avons effectuée sur la pompe à boue (**WIRTH TPK 7 1/2" X 14" / 2200CA**) nous pouvons mettre en évidence les conclusions suivantes :

- L'installation de la pompe à boue, nous a permis de mieux illustrer les différents éléments composant la pompe à boue, avec leurs fonctionnements, et les différents circuits de graissage, refroidissement et de sécurité.
- L'étude de la maintenance nous a justifié la conformité de l'équipement étudié par rapport aux spécifications désignées. Il est à noter que le bon déroulement des opérations de maintenance et la disponibilité des pièces de rechange, se traduit par une bonne politique de maintenance.
- Le calcul des pertes de charges montre que ces dernières sont plus importantes au niveau de l'outil, à cause de plusieurs facteurs.
- Les puissances hydrauliques et mécaniques de la pompe à boue calculées peuvent satisfaire les besoins hydrauliques du puits.
- Ce mémoire a été pour nous l'occasion pour approfondir nos connaissances sur le fonctionnement de la pompe à boue et aussi sur les équipements de forage et leurs fonctions.

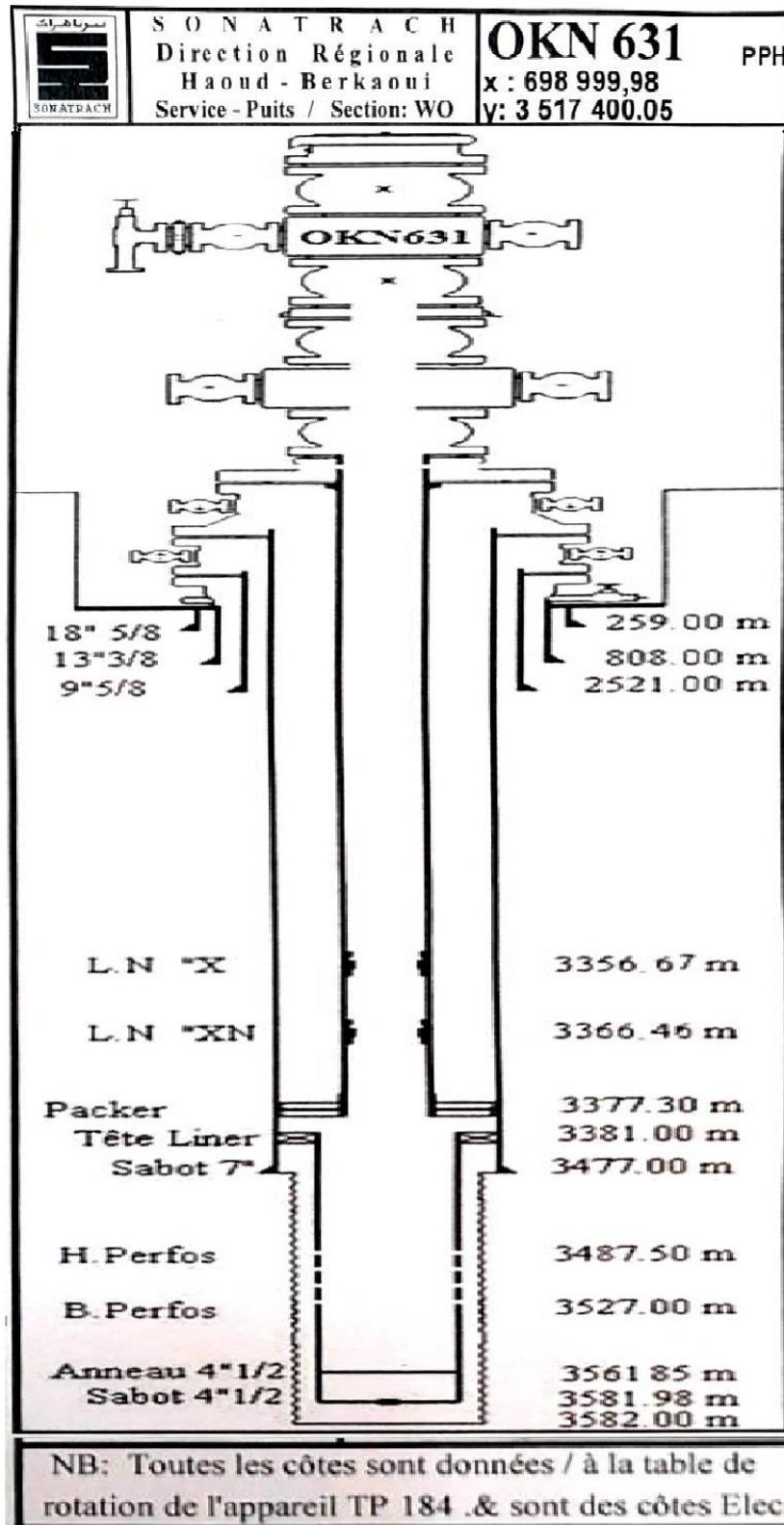
Enfin, nous espérons que l'étude effectuée présente un intérêt pour l'entreprise, et apporte un éclairage aux étudiants qui auront à préparer leur projet de fin d'études ultérieurement.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] J.P. Bernhard. Historique et principe du forage Tom I ; Edition, A.P.I. 1955.
- [2] A. BLEND. Cours de forage équipement de forage tome 01- planches, Édition technip.
- [3] P.MOTARD, Forage rotary; la sécurité sur la sonde, éditions technip, juin 1974.
- [4] P.MOTARD, Forage rotary; les circuits hydraulique, éditions technip, juin 1974.
- [5] S. ABBOT et all. Drilling fluids. Inc Baroid, 506p, 1997.
- [6] A. ILSKI, V. KASSIANOV, V. POROCHINE, Machines mécanismes et installations de forage, édition Moscow.
- [7] François MOUCHY, La fonction maintenance, 2eme édition, édition MASSON, paris 1996.
- [8] Gilles GABOLDE and Jean-Paul NGUYE-Ingénieurs à l'ENSPM FI formulaire du foreur, éditions Technip, Paris et Institut Français du Pétrole, Rueil-Malmaison ISBN 2-7108-0560-X, sixième édition 1989.
- [9] Gilles GABOLDE and Jean-Paul NGUYE-Ingénieurs à l'ENSPM FI Drilling Data Handbook, éditions Technip, et Institut Français du Pétrole, septième édition 1999.
- [10] Documentation technique, calculs et exploitation de la pompe à boue de forage de type TPK 7 1/2" X 14" / 2200.
- [11] L'entreprise ENTP documentation, programme forage de puits OKN631, 2004.
- [12] ENTP-SONATRAH document chantier TP184 sur la pompe à boue.
- [13] SONATRACH, HOA OUD BERKA OUI division production division Eng & Prod.
- [14] « Etude de la boue de forage de la pompe à boue triplex à simple effet ». Université Mohammad bougera Boumerdes 2005.


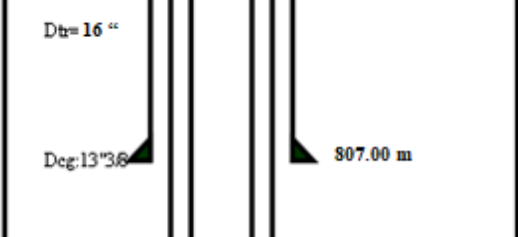
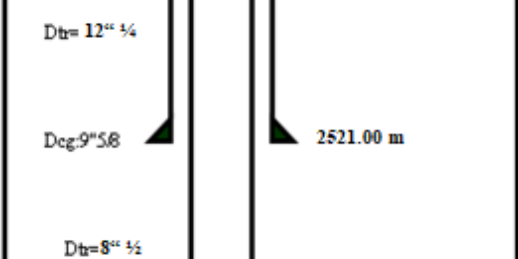
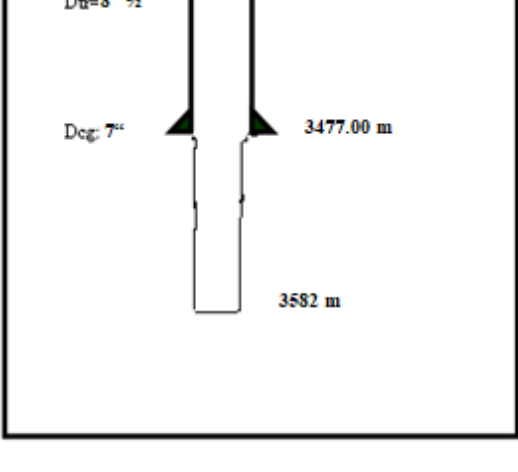
Annexes N° 1 :

Fiche technique puits OKN631



Annexes N° 2 :

Tableau récapitulatif des paramètres de forage

Les phases	Paramètre de boue (db, vp)	Type d'outil (profond)	paramètre de forage
 <p>Dtr=26 "</p> <p>Dcg:18°58'</p> <p>258.00 m</p>	<p>bentonitique db =1.05 vp=50-82cp</p>	<p>tricone L115 J 20/32(3) Profon: 259m</p>	<p>wob=5t rpm=100 (tr/mn) débit=3500 (l/mn)</p>
 <p>Dtr=16 "</p> <p>Dcg:13°36'</p> <p>807.00 m</p>	<p>bentonitique db =1.08 vp=50 cp</p>	<p>tricone type : XGV 20/32(3) Profon: 808m</p>	<p>wob=20t rpm=130 (tr/mn) débit=3250 (l/mn)</p>
 <p>Dtr=12" 1/4</p> <p>Dcg:9°58'</p> <p>2521.00 m</p>	<p>émulsion inverse db =1.25 vp=54cp</p>	<p>PDC type : DSX813 26/32(2) Profon: 2522m</p>	<p>wob=15t rpm=140 (tr/mn) débit=2700 (l/mn)</p>
 <p>Dtr=8" 1/2</p> <p>Dcg:7°</p> <p>3477.00 m</p> <p>3582 m</p>	<p>émulsion inverse db =1.52 vp=64cp</p>	<p>PDC type : MA74X 14/32(6) Profon: 3582m</p>	<p>wob=15t rpm=140 (tr/mn) débit=2450 (l/mn)</p>

Annexes N° 3 :

POMPE À BOUE HP TPK 2200 - TABLEAU DES PERFORMANCES

TPK 7 1/2" x 14" / 2200 - 7500 PSI - Course 14" (356mm)										
Dimension des chemises	Pouce	7 1/2	7	6 1/2	6	5 1/2	5			
	Millimètre	190,5	177,8	165,1	152,4	139,7	127,0			
Pression de décharge maximale	Psi	3836	4403	5107	5993	7133	7500			
	Bar	265	304	352	413	492	517			
Volume par coup	Gallons Américain s	8	7,01	6,04	5,15	4,33	3,57			
	Litre	30,44	26,52	22,86	19,48	16,37	13,53			
Vitesse de la pompe SPM	Débit de décharge US Gallons / min.									
	Débit de décharge Litre / min.									
La puissance d'entrée maximale	kW	HP								
110	1640	2200	885	771	664	566	476	393		
100	1491	2000	3348	2917	2515	2143	1801	1488		
90	1342	1800	804	701	604	515	433	357		
80	1193	1600	3044	2652	2286	1948	1637	1353		
70	1044	1400	724	631	544	463	389	322		
60	895	1200	2740	2387	2058	1753	1473	1218		
50	746	1000	643	560	483	412	346	286		
40	596	800	2435	2121	1829	1559	1310	1082		
30	447	600	563	490	423	360	303	250		
20	298	400	483	420	362	309	260	214		
			1826	1591	1372	1169	982	812		
			402	350	302	257	216	179		
			1522	1326	1143	974	819	676		
			322	280	242	206	173	143		
			1218	1061	915	779	655	541		
			241	210	181	154	130	107		
			913	796	686	584	491	406		
			161	140	121	103	87	71		
			609	530	457	390	327	271		

Basé sur le rendement volumétrique 100% HP = Horse Power (1HP=0,746kW) Charge du piston 754 en kN

Rendement mécanique 90% SPM = Coups / min. Course en mm 356

Client: EDRA
 Projet: ENTP
 No. de contrat: 1031 / 04/ AR

WIRTH projet no.: P.000187 / -

Plate-forme no.: TP 198 Plate-forme no.: TP 199

- No. de série: 63 - No. de série: 65
 Code: 198 MP 16001 Code: 199 MP 16001

- No. de série: 64 - No. de série: 66
 Code: 198 MP 16002 Code: 199 MP 16002

Annexes N° 4 :

TABEAU DES COEFFICIENTS N₁
Calcul des pertes de charge
dans l'installation de surface
 $P_{\text{installation surface}} = N_1 B \text{ (kPa)}$

	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
Colonne montante	3" - 40'	3 1/2" - 40'	4" - 45'	4" - 45'
Flexibie d'injection	2" - 45'	2 1/2" - 55'	3" - 55'	3" - 55'
Tige d'entraînement	2 1/4" - 40'	3 1/4" - 40'	3 1/4" - 40'	4" - 40'
Tête d'injection	2" - 4'	2 1/2" - 5'	2 1/2" - 5'	3" - 6'

Q (l/min)	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4	Q (l/min)	Cas 1	Cas 2	Cas 3	Cas 4
500	63	24	13	10	2350	950	357	198	154
550	75	28	16	12	2300	989	371	206	161
600	88	33	18	14	2400	1028	386	214	167
650	102	38	21	17	2450	1068	401	222	173
700	116	44	24	19	2500	1108	416	231	180
750	132	49	27	21	2550	1149	431	239	187
800	148	55	31	24	2600	1191	447	248	193
850	165	62	34	27	2650	1233	463	257	200
900	183	69	38	30	2700	1276	479	265	207
950	201	76	42	33	2750	1320	495	275	214
1000	221	83	46	36	2800	1364	512	284	221
1050	241	90	50	39	2850	1409	529	293	229
1100	262	98	55	43	2900	1454	546	303	236
1150	284	107	59	46	2950	1501	563	312	244
1200	307	115	64	50	3000	1548	581	322	251
1250	330	124	69	54	3050	1595	599	332	259
1300	354	133	74	57	3100	1643	617	342	267
1350	379	142	79	62	3150	1692	635	352	275
1400	405	152	84	66	3200	1742	653	362	283
1450	431	162	90	70	3250	1792	672	373	291
1500	458	172	95	74	3300	1842	691	383	299
1550	486	182	101	79	3350	1894	711	394	307
1600	515	193	107	84	3400	1946	730	405	316
1650	544	204	113	88	3450	1998	750	416	324
1700	574	215	119	93	3500	2051	770	427	333
1750	605	227	126	98	3550	2105	790	438	342
1800	636	239	132	103	3600	2160	810	449	351
1850	668	251	139	108	3650	2215	831	461	360
1900	701	263	146	114	3700	2270	852	472	369
1950	735	276	153	119	3750	2327	873	484	378
2000	769	288	160	125	3800	2384	894	496	387
2050	804	302	167	130	3850	2441	916	508	396
2100	839	315	175	136	3900	2499	938	520	406
2150	876	329	182	142	3950	2558	962	532	415
2200	913	342	190	148	4000	2617	982	545	425
						2677	1005	557	435

ملخص:

يعرض هذا العمل دراسة نظرية لإعدادات التشغيل والصيانة لمضخة الطين ثلاثية المكبس أحادية الفعل من خلال حساب معدل التدفق، والاستطاعة والضياع في الطاقة المتعلقة بمراحل التنقيب. أثناء الدراسة النظرية للصيانة التي تم إجراؤها والتحقق من الأداء عن طريق الحساب الهيدروليكي والميكانيكي، وجدنا أنه لضمان طول العمر (عمر الخدمة الطويل) لمضخة الطين أثناء عملية التنقيب، يجب إتباع مسارين للصيانة (الصيانة الوقائية والصيانة التصحيحية). الكلمات المفتاحية : مضخة الطين الثلاثية، مضخة الطين، الحساب الهيدروليكي، القوة الميكانيكية، القوة الهيدروليكية، الصيانة.

RESUME:

Ce travail présente une étude théorique des paramètres de fonctionnement et de la maintenance de la pompe à boue de type triplex à simple effet par le calcul de débit, puissance et des pertes des charges liées aux phases de forage.

Au cours de l'étude théorique de la maintenance effectuée et la vérification de performance par le calcul hydraulique et mécanique nous avons constaté que pour assurer une longévité (longue durée de service) durant l'opération de forage il faut suivre deux voies de maintenance (Maintenance préventive et Maintenance corrective).

Mots clé: pompe à boue triplex, pompe à boue, calcul hydraulique, puissance mécanique, puissance hydraulique, maintenance.

ABSTRACT:

This work presents a theoretical study of the operating and maintenance parameters of the single-acting triplex type mud pump by calculating the flow rate, power and pressure losses related to the drilling phases.

During the theoretical study of the maintenance carried out and the verification of performance by hydraulic and mechanical calculation, we found that to ensure longevity (long service life) during the drilling operation, two maintenance paths must be followed (Preventive Maintenance and Corrective Maintenance).

Keywords: triplex mud pump, mud pump, hydraulic calculation, mechanical power, hydraulic power, Maintenance.