

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

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

Département de Forage et mécaniques des chantiers pétroliers

Université Kasdi Merbah Ouargla



Mémoire

MASTER PROFESSIONNEL

Domaine : Hydrocarbures

Filière : Hydrocarbures

Spécialité : Mécanique des chantiers pétroliers

Présenté Par :

DJIDEL Said, HOUGA Ahmed, BEN ABDALLAH Samir

Thème :

---

**Etude et maintenance de la pompe à boue  
type "NATIONAL OIL-WELL A 1400 PT"**

---

Soutenu publiquement

le : 20/06/2018

Devant le jury :

M. LAANANI SADEK	Président	UKM Ouargla
M. MEBROUK RIDHA	Encadreur	UKM Ouargla
M. TOUMI NABIL	Examineur	UKM Ouargla

Année Universitaire : 2017 / 2018

# Dédicace

## *NOUS DEDIONS CE MODESTE TRAVAIL :*

- ❖ *À ma très chère mère et très chère père, qui je ne trouve jamais les mots justes pour la remercier.*
- ❖ *À quelqu'un qui occupe une très chère place dans ma vie, merci d'être à coté de moi quand j'avais de besoin.*
  - ❖ *À toute la famille de*  
*Djidel said      Ahmed houga      Ben abdellah samir*  
*Grand et petit qu'il soit.*
  - ❖ *À tous mes professeurs son exception.*
  - ❖ *À tous mes amis, qui m'ont beaucoup aide et encouragé.*
    - ❖ *À tous mes collègues de la Promotion.*

# Remerciements

- ✓ *En premier lieu, je tiens à remercier notre DIEU, notre créateur pour nous avoir la force pour accomplir ce travail.*
- ✓ *J'adresse mes vifs remerciements à mon professeur consultant MR RIDHA.M pour m'avoir diligenté tout au long de ce travail, pour sa compréhension, sa patience, et ces remarques qui m'ont été précieuses.*
- ✓ *Nous remercions aussi les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de jurer notre travail.*
- ✓ *Je présente mes chaleureux remerciements et ce ne sont pas les moindres, vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin pour l'aboutissement de ce travail.*

Introduction.....	1
<b>Chapitre I</b>	<b>Généralités sur l'appareil de forage</b>
I.1. Description d'un appareil de forage .....	2
I.2. Fonction d'un appareil de forage :.....	4
I.2.1. Equipement de fond : .....	4
I.2.2. Equipement de surface :.....	5
I.2.2.1. Fonction rotation : .....	5
I.2.2.2. Fonction pompage : .....	6
I.2.2.3. Fonction motrice et transmission :.....	7
I.2.2.4. Fonction de sécurité :.....	7
I.2.2.5. Fonction Levage : .....	8
<b>Chapitre II</b>	<b>Système de circulation de la boue de forage</b>
II.1. Fluide de forage .....	11
II.2. Le cycle de la boue de forage .....	11
II.3. Rôle de la boue .....	12
II.4. Types de la boue de forage.....	13
II.5. Les pertes de circulation.....	13
II.6. Différents circuits du système de circulation.....	14
II.7. Equipement pour préparer le fluide de forage .....	14
<b>Chapitre III</b>	<b>La pompe à boue OIL WELL A 1400 PT</b>
III.1. Définition de la pompe.....	19
III.2. Classification des pompes.....	19
III.3. Les pompes a boue de forage .....	20
III.4. Présentation de la pompe à boue OIL WELL A 1400 PT.....	21
III.5. Construction de la pompe OIL WELL A1400 PT.....	22
III.6. Débit instantané.....	29
III.7. Particularités .....	30
III.8. Caractéristiques des pompes à boue.....	30
<b>Chapitre IV</b>	<b>Exploitation et maintenance de la pompe OIL WA1400 PT</b>
IV.1. Exploitation de pompe à boue.....	33
IV.2. Conditions de fonctionnement de la pompe à boue National OIL WELL A1400PT..	34

IV.3. La maintenance industrielles .....35

IV.4. Maintenance de la pompe National OIL WELL A1400 PT.....38

IV.5. Entretien de la pompe a boue OIL WELL A1400 PT .....39

IV.6. Méthode de lancement des travaux de réparation de la pompe à boue.....42

IV.7. Analyse des types d’usure de la pompe triplex OIL WELL A 1400PT .....43

IV.8. Pannes de la pompe à boue et leurs remèdes.....43

IV.9. Operations de réparation des pompes à boue.....45

IV.10. Montage et démontage de la pompe à boue .....45

**Chapitre V**

**Calculs de vérification de la pompe OIL W A 1400 PT**

V.1. Calcul hydraulique.....47

    1. Introduction.....47

    2. Calcul des pertes de charge.....48

    3. Calcul de la puissance mécanique.....63

    4. Calcul de la puissance hydraulique pour chaque phase .....64

    5. Nombre de pompe dans chaque phase.....65

    6. Calcul du diamètre de la chemise de chaque phase.....66

**Conclusion**

Conclusion.....67

Bibliographie

## **Introduction**

Dans la vie quotidienne, les hydrocarbures et l'énergie à long terme restent plus exploitables, 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.

Pour extraire les hydrocarbures, le sondage est le seul moyen d'accéder au réservoir et d'obtenir de l'huile à moindre coût et dans de meilleures conditions de sécurité.

La technologie de forage des puits de pétrole et de gaz demande l'emploi d'un matériel complexe de surface et du fond et des outils modernes, ainsi que d'une grande quantité de matériaux.

Dans les fonctions 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 du système de circulation de la boue de forage, les équipements de pompage, plus particulièrement l'étude de la pompe à boue et un calcul de vérification sera réalisé.

---

# CHAPITRE I :

## Généralités sur l'appareil de forage

### **I-1. Description d'un appareil de forage :(7)**

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.

L'appareil de forage est constitué d'un ensemble regroupant trois fonctions principales :

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

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

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

Ces performances de profondeur se traduisent par un poids et une puissance qui caractérise le critère de choix d'un appareil de forage.

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



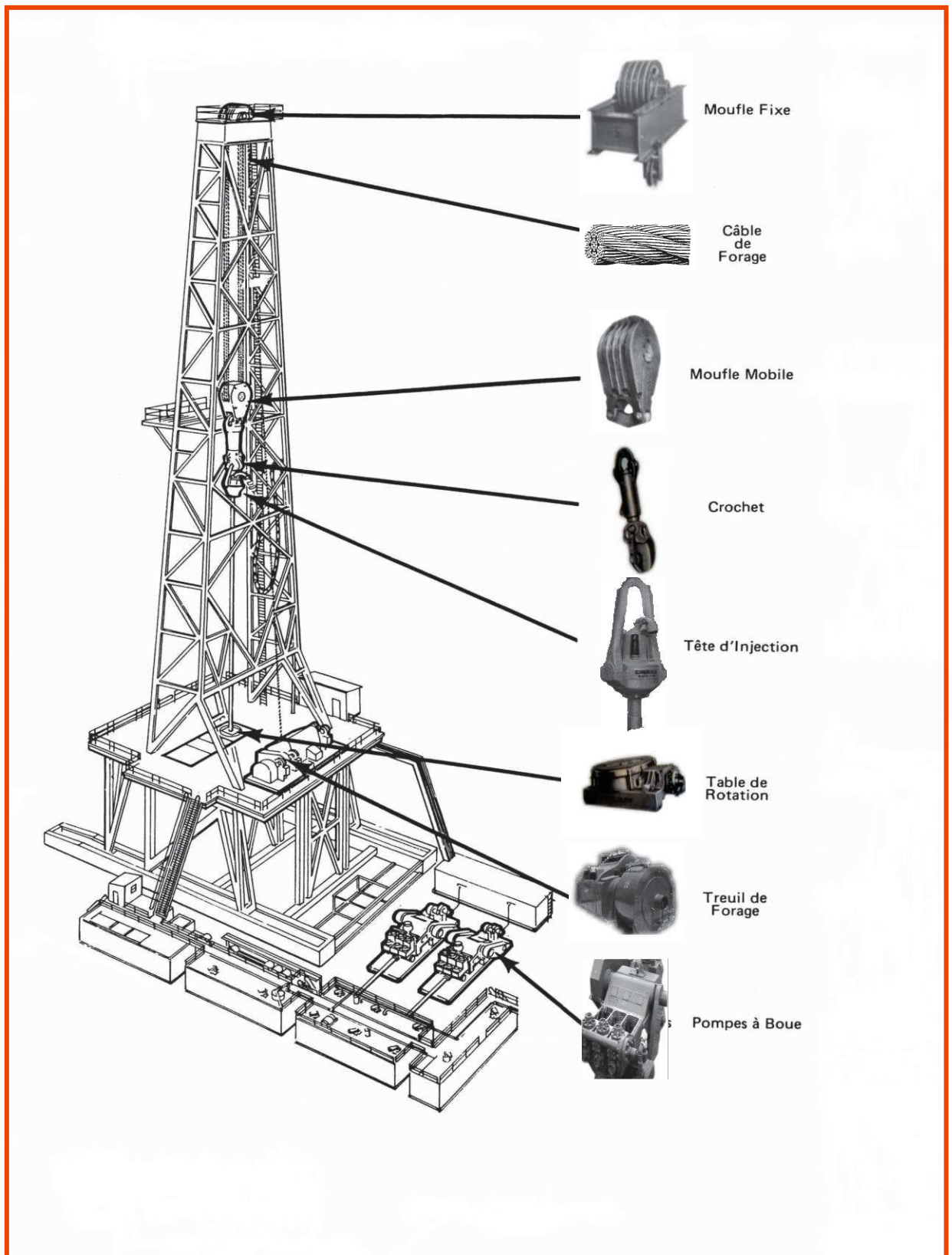


Fig. I.1 : Description simplifiée d'un appareil de forage

## I-2. Fonction d'un appareil de forage :(1)

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

Au cours de forage au rotary d'un puits profonds, 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 de consolider les parois du puits.
- Rallongement de la colonne de tiges de forage se 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 de terrain de liquide de forage et préparation d'un nouveau liquide.
- Descente des colonnes de tubage.

Pour la réalisation des opérations ci avant est prévu l'équipement qui se divise en deux parties essentielles :

- Equipement de fond.
- Equipement de surface.

### I-2.1. Equipement de fond :

C'est l'ensemble de tous équipements qui travaillent au-dessous de la surface et qui sont en général :

#### A. Le trépan :

Qui est l'outil assurant la destruction des roches par son mouvement de rotation.

#### B. Les tiges de forage :

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

#### C. Tige carrée :

C'est une tige qui descends le long du puits et transmet le mouvement de rotation de la table de rotation au train de tige.

## I-2.2. Equipement de surface :

C'est l'ensemble de tous les équipements qui travaillent au-dessus de la surface et qui permettent d'assurer cinq fonctions principales.

### I-2.2.1. Fonction Rotation :

#### A. La table de rotation :

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

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

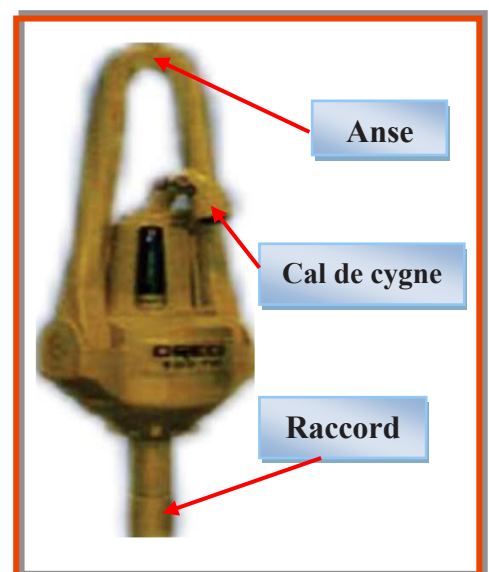


**Fig. I.2 : Table de rotation**

#### B. La tête d'injection :

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

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

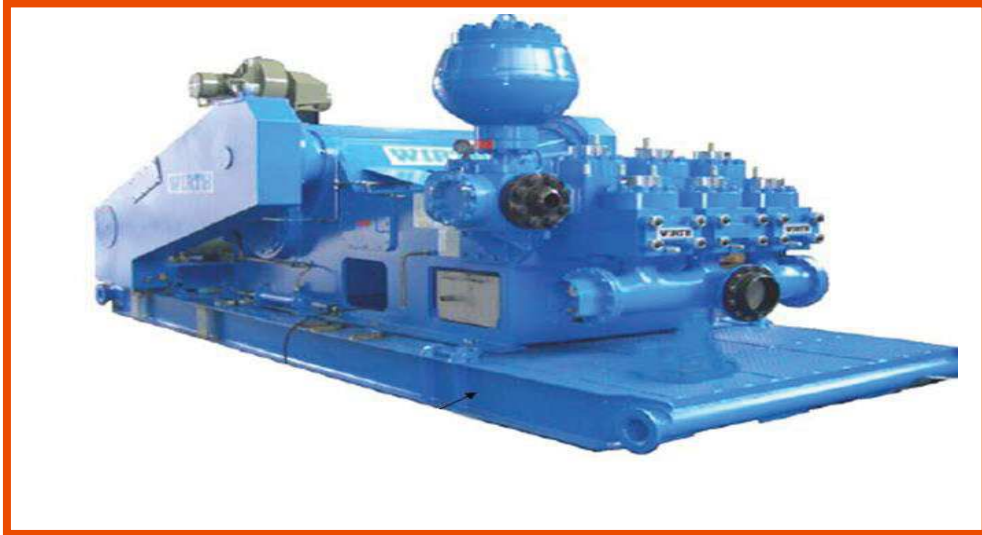


**Fig. I.3 : Tête d'injection**

### I-2.2.2. Fonction pompage :(7)

#### A. Les pompes de forage :

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



**Fig. I.4 : La pompe de forage**

#### B. Les matériels annexes de la fonction pompage :

Il existe des équipements supplémentaires, mais que l'on ne rencontre pas obligatoirement sur toutes les sondes :

- Une colonne montante dans le derrick maintenu en suspension, et en dehors de l'aire de travail de plancher.
- Le flexible de refoulement et permet le mouvement vertical de la garniture de forage sur près de deux fois la longueur du flexible.
- Un tube dégueuloir monté entre la tête de puit et le bassin à boue constitue un montage plus soigné qu'une goulotte.
- Des pompes centrifuges.

### **I-2.2.3. Fonction motrice et transmission :**

#### **A. Les sources d'énergie :**

L'utilisation de puissance fournie par des turbines à gaz et même parfois le raccordement du chantier de forage au réseau de distribution électrique ; mais même si ce système présente des avantages majeurs tels qu'une énergie peu coûteuse, silencieuse, il modifie le caractère autonome du chantier de forage ce qui dans beaucoup de cas est rédhibitoire.

D'autant plus que le mode de fonctionnement procure des appels de puissance dont la répercussion sur le réseau de distribution n'est pas acceptable.

#### **B. Les systèmes de transmissions de puissance :**

##### **1. Transmission mécanique :**

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

##### **2. Transmission électrique :**

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

### **I-2.2.4. Fonction de sécurité :**

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

#### **↳ L'installation de l'obturateur de sécurité :**

##### **1. L'obturateur de sécurité :**

Est monté sur la bride d'une colonne intermédiaire descendue avant le début du forage. L'éruption de gaz et d'huile peut commencer très vite et se dérouler d'une manière bien intense, ce qui peut finir par la perte du puits et de l'équipement.

## **2. Le système de commande :**

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

### **I-2.2.5. Fonction Levage :**

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

#### **1. Structure de la tour de forage :**

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

##### **a. La tour :**

C'est la plus ancienne forme qui dérive de la tour construite en bois. Elle est en forme de pyramide très pointue, dont les quatre pieds s'appuient sur les sommets d'un carré, cette surface sera le plancher de travail.

##### **b. Le mât :**

Le mât est une structure en forme de A très pointu. Il a la particularité d'être articulé à sa base ce qui lui permet d'être assemblé ou démonté horizontalement puis relevé en position verticale en utilisant le treuil de forage et un câble de relevage spécial.

##### **c. Le mât haubané monté sur remorque :**

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

## **2. La mécanique de levage :**

### **2.1. Le treuil de forage (draw work) :**

Le treuil de forage est destiné à assurer les manœuvres de remontée et de descente des tiges. Le treuil de forage comprend de façon générale :

- ❖ L'arbre-tambour portant le tambour d'enroulement du câble avec de part et d'autre les tambours de freins.
- ❖ L'arbre des cabestans qui porte d'un coté une poupée de cabestan, de l'autre d'un cabestan automatique, et au milieu le tambour de curage.
- ❖ Les arbres de la boîte de vitesses (arbre intermédiaire et arbre d'attaque).



Fig. I.5 : Treuil de forage

### 3. Le mouflage :

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

#### 3.1. Le moufle fixe :

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

#### 3.2. Le moufle mobile :

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



Fig. I.6 : Moufle fixe

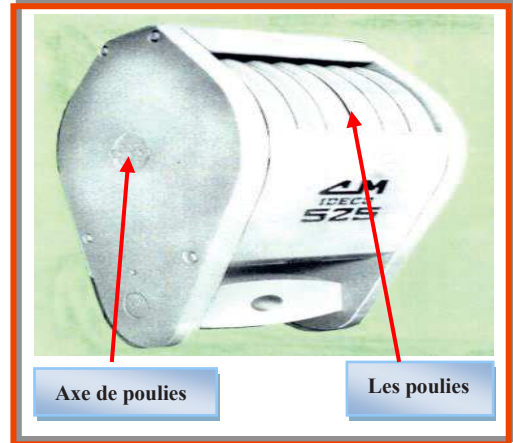


Fig. I.7 : Moufle mobile

#### 4. Le câble de forage :

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

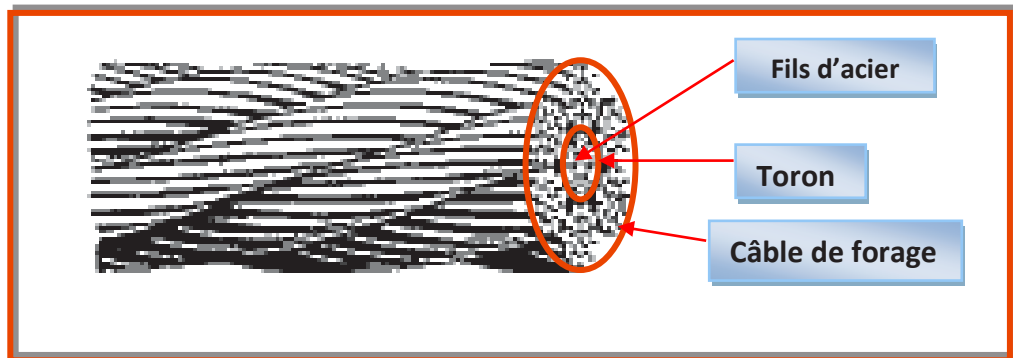


Fig. I.8 : Câble de forage

#### 5. Le crochet de levage :(1)

Il est suspendu directement au moufle mobile ou intégré à celui-ci, il comprend le « crochet » proprement dit, sur lequel vient reposer pendant le forage l'anse de la tête d'injection et deux oreilles latérales pour la suspension des bras d'élévateur utilisés en manœuvre.

Il comporte un système amortisseur (ressort) qui limite les chocs à la reprise de la charge aux dégagements et facilite le vissage des connexions.

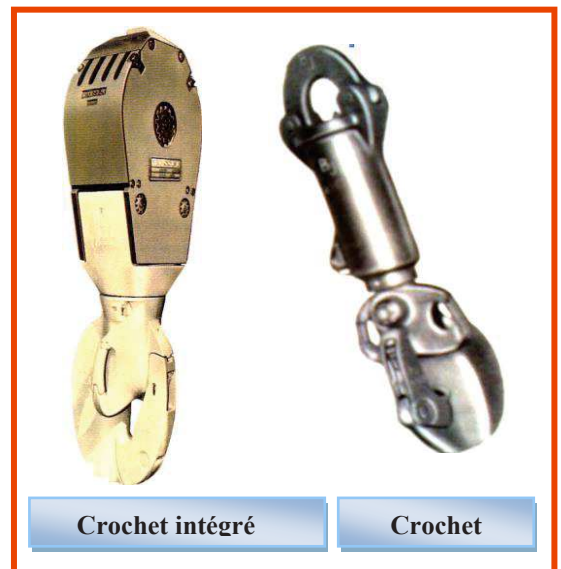


Fig. I.9: Les crochets de levage



CHAPITRE II :  
Système de circulation  
de la boue de forge

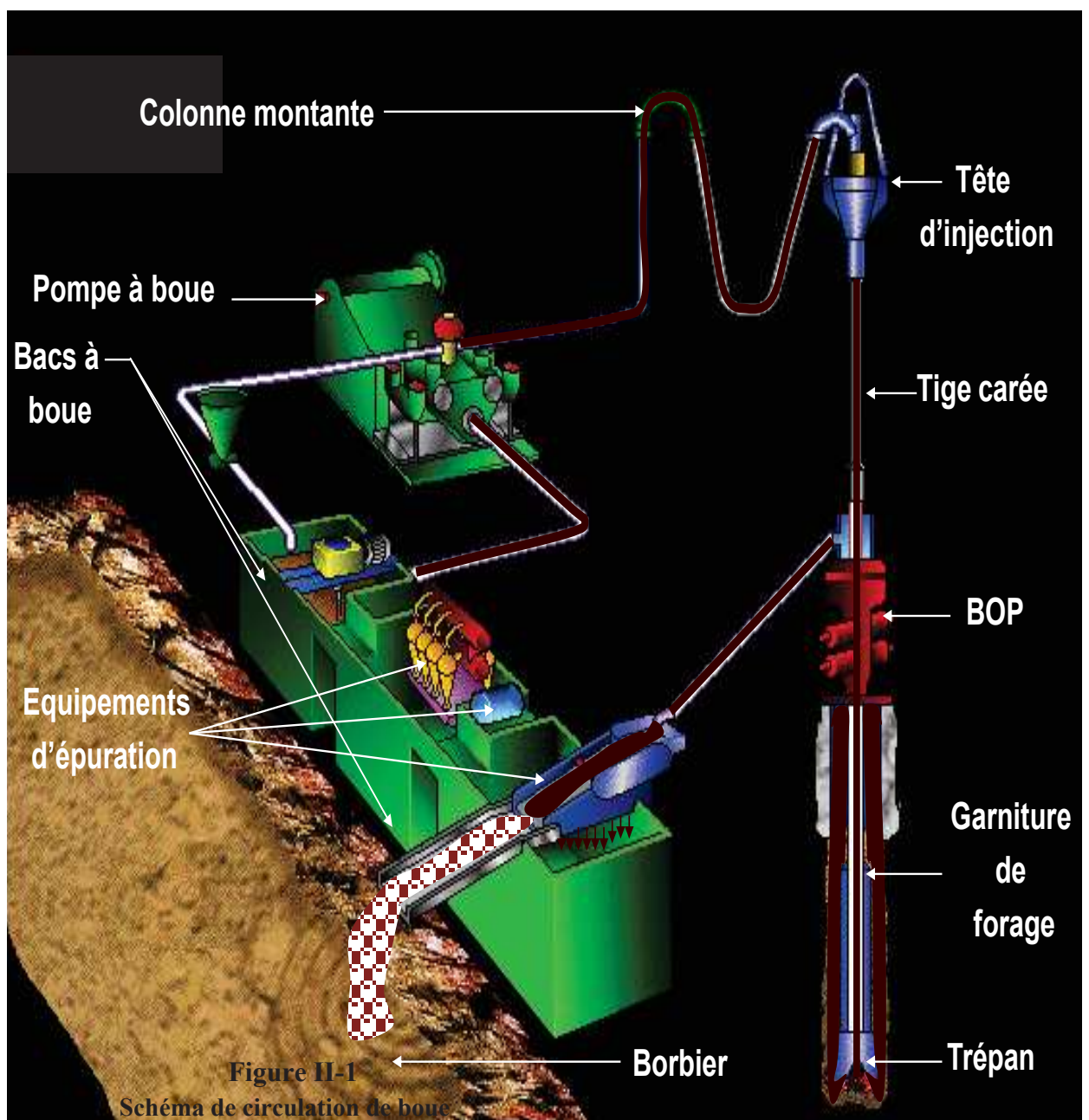
## II.1 Fluide de forage :

La circulation exige que le fluide de forage doit toujours remplir le trou pour des raisons de sécurité et afin d'améliorer les conditions de travail dans le puits, que celui-ci contienne ou non le train de sonde.

Les fluides de forage doivent avoir des propriétés telles qu'ils facilitent, accélèrent le forage, possibilités de forage.

## II.2 Le cycle de la boue sur un site de forage :

La majeure partie de la boue utilisée dans une opération de forage est recyclée en continu (figure II-1).



- 1) La boue est mélangée et conservée dans le bassin de décantation.
- 2) Une pompe achemine la boue dans la tige de forage qui descend jusqu'au fond du puits.
- 3) La boue sort de l'extrémité de la tige de forage et tombe au fond du puits où le trépan est en train de forer la formation rocheuse.
- 4) La boue emprunte ensuite le chemin inverse en remontant à la surface les morceaux de roche, appelés déblais, qui ont été arrachés par le trépan.
- 5) La boue remonte jusqu'à l'espace annulaire, entre la tige de forage et les parois du puits. Le diamètre d'une tige de forage est d'environ 10 centimètres (4 pouces). Au bas d'un puits profond, le puits peut mesurer 20 centimètres (8 pouces) de diamètre.
- 6) À la surface, la boue circule dans la conduite d'aspiration de la boue, une tige (les goulottes) la mène au tamis vibrant.
- 7) Le tamis vibrant se compose d'un ensemble des crépines métalliques vibrantes servant à séparer la boue des déblais. La boue s'égoutte dans les crépines et est renvoyée vers le bassin de décantation.
- 8) Les déblais de la roche glissent le long de la glissière du tamis pour être rejetés. En fonction des impératifs environnementaux, notamment, ils peuvent être lavés avant leur rejet. Une partie des déblais est prélevée pour être examinée par des géologues afin d'étudier les propriétés des roches souterraines présentes au fond du puits.

### II.3. 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 puit.
- 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.

#### **II.4. Types de boue de forage :**

Il existe deux types de boue :

##### **1. 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.

##### **2. La boue à base d'huile :**

Les boues à l'huile sont habituellement utilisées lors de la complétion, du carottage ou lors de forage spécial à haute température, en présence d'argiles fluentes, 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.

#### **II.5. 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.

## **II-6. Différents circuits du système de circulation :**

### **II-6-1. Circuit à baisse pression :**

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

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

### **II-6-2. Circuit à haute pression :**

Ce circuit commence de la conduite de refoulement des pompes de forage jusqu'au raccorde fileter de la tige d'entraînement.

Ce circuit comprend le matériel suivant :

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

## **II.7. Equipement pour préparer le fluide de forage :(3)**

### **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, attapulgite et ciment. Le stockage sur chantier se fait en compartiment spéciale appelée compartiment à boue.

### **B. Stockage de la boue :**

Suivant la profondeur, le type de puits (développement ou exploration), la taille de l'appareil de forage, etc. le stockage total en surface peut varier de 150 à 300 m<sup>3</sup>. La plupart des bassins actifs sont équipés de capteurs de niveaux ou sont jaugés par mesure directe.

Ces mesures deviennent erronées en fond de bassin par suite de l'encombrement des aspirations, de leurs vannes et autres matériels.

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

### **C. Le mélangeur :**



**Figure II-2 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.

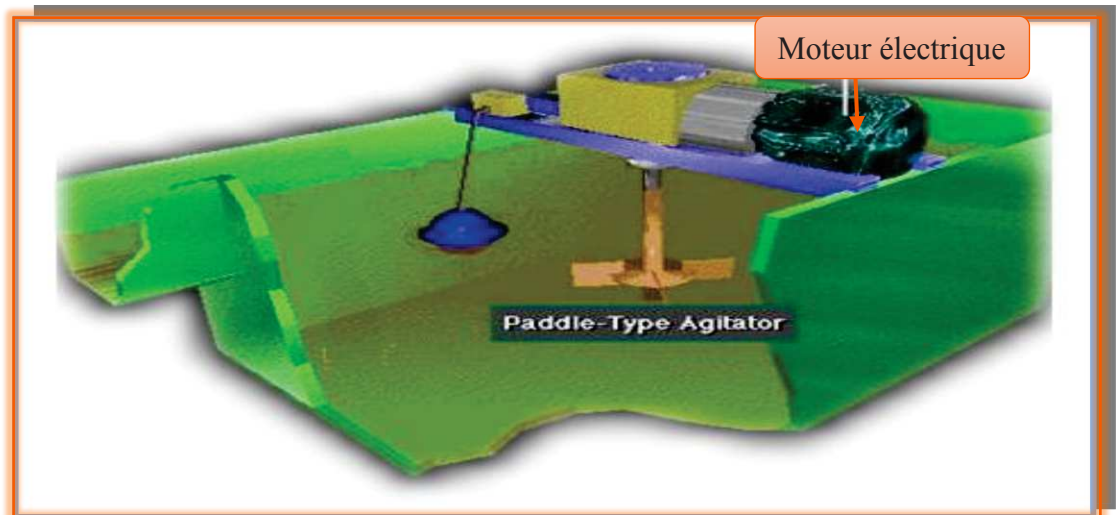


Figure II-3 L'agitateur

### II.7.1. 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 m<sup>3</sup>, 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. Epuration mécanique (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.

### 1. Le tamis vibrants (Fig. II.4) :

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.



Figure II-4 Tamis vibrants.

### 2. 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.

### c. Epuration hydraulique :

- Hydro cyclones (fig. II.5) :

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.

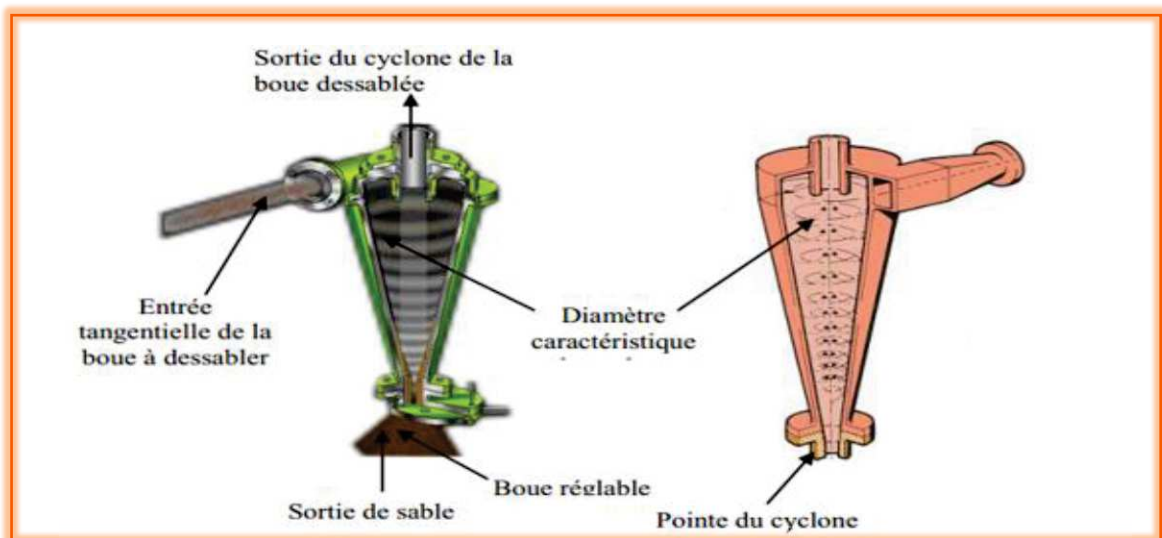


Figure II-5 Dessableurs (L'hydrocyclones)



**❖ Son rôle :**

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

**II.7.1.2. 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.

- Séparateur vertical.
- 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...

# CHAPITRE III :

## La pompe à boue OIL WELLA 1400 PT

### III.1. Définition de la pompe :(3)

C'est une machine qui sert à élever le liquide ou le mélange d'un liquide avec des corps solides d'un niveau inférieur à un niveau supérieur, ou à refouler les liquides d'une région à faible pression vers une région à haute pression.

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

### III.2. Classification des pompes :(7)

Il existe deux grands types de pompes : les pompes volumétriques et les turbopompes.

#### III.2.1. Turbopompes :

Ce type de pompe se divise en trois classes de turbopompes :

- Les pompes centrifuges, à écoulement radial.
- Les pompes axiales, à écoulement axial.
- Les pompes hélio centrifuges, à écoulement mixte (diagonal).

#### III.2.2. Pompes volumétriques :

Nous appelons pompe volumétrique les appareils assurant l'augmentation de l'énergie d'un liquide dont le principe de fonctionnement est basé sur la variation du volume d'un espace qui est relié alternativement à la conduite d'aspiration et la conduite de refoulement.

##### a) Pompes volumétriques rotatives :

Ces pompes sont des pompes volumétriques où le refoulement est assuré par le mouvement rotatif ou bien alternatif et rotatif en même temps des éléments de refoulement.

##### b) Pompes volumétriques à piston :

Elles utilisent un piston qui effectue un mouvement rectiligne dans un cylindre muni de valves, qui régulent le débit du liquide dans le cylindre.

Dans une pompe à piston, on emprisonne un certain volume de liquide dans un cylindre pour générer la pression sous une force mécanique sur le piston.

Les pompes à piston sont classées selon plusieurs critères :

1- Selon le mode d'entraînement :

- Pompe à action directe.
- Pompe à mécanisme bielle manivelle.

2- Selon le nombre de cylindre :

- Pompe simplex « 1 cylindre ».
- Pompe duplex « 2 cylindres ».
- Pompe triplex « 3 cylindres ».

3- Selon le principe de fonctionnement :

- Pompe à simple effet.
- Pompe à double effet.

### **III.3. Les pompes à boue de forage :(1)**

La circulation de la boue lors d'un forage nécessite l'utilisation de pompes puissantes. Une bonne installation de pompage doit assurer :

- Une vitesse de remontée des déblais suffisante pour éviter leur décantation.
- Une pression de refoulement suffisante pour vaincre les pertes de charges dans le circuit. En dehors de sa puissance et son débit, une pompe doit être souple, robuste et facile à entretenir. Les pompes de forage utilisées sont généralement de type « triplex à simple effet » ou « duplex à double effet ».

#### **III.3.1. Avantages et inconvénients des pompes triplex à simple effet :**

##### **a) Avantages :**

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.

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 nécessaire par le mauvais remplissage (sièges et clapets très petits et battements très rapides). Il est donc indispensable d'avoir une pompe centrifuge de suralimentation.

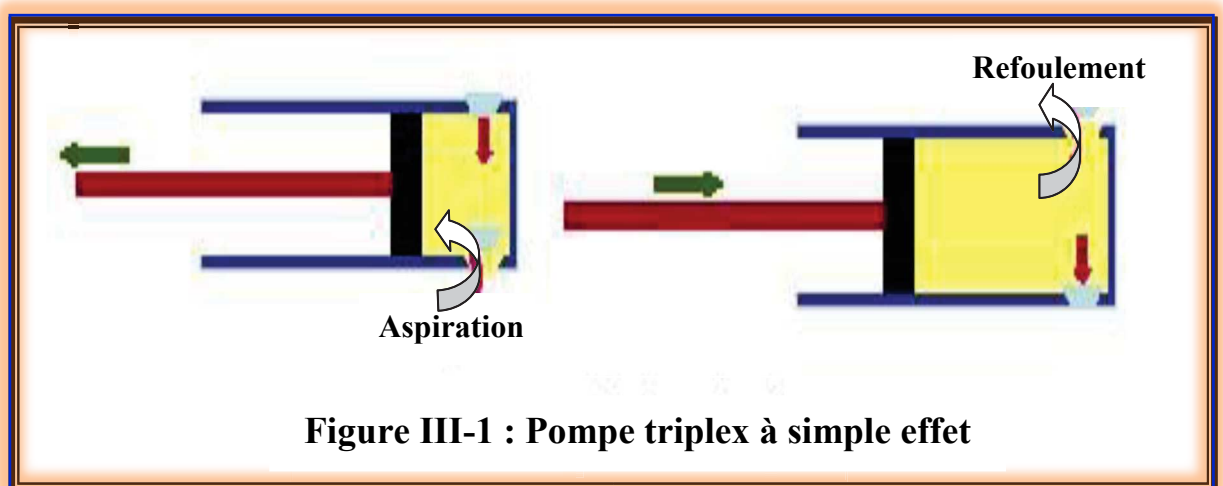
Nécessité de refroidissement et lubrification de la chemise et de l'arrière des pistons.

**III.3.2. Principe de fonctionnement de la pompe triplex a simple effet :(7)**

Ce sont des pompes qui comportent trois cylindres dans lesquels coulisent trois pistons à simple effet, c'est-à-dire que chaque piston aspire et refoule d'un seul côté (figure 01). 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.

**III .4. Présentation de la pompe à boue OIL WELL A 1400 PT : (4)**

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

Elle se compose de deux parties principales montées sur un châssis skid qui sont : la partie hydraulique et la partie mécanique.

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

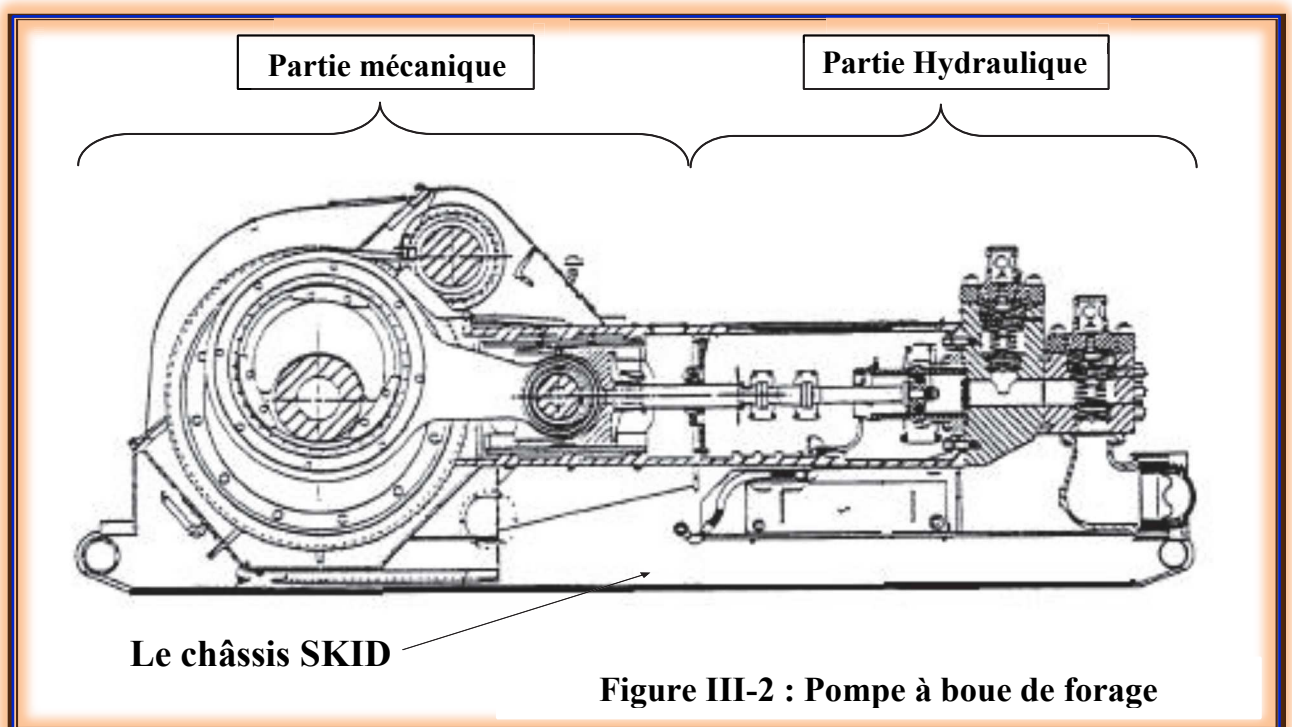
La partie mécanique est constituée d'un bâti qui supporte toutes les pièces composées de l'attelage : chaîne de transmission, pignons, arbre d'attaque, excentrique, crosses, rallonges de crosse. Ces pièces transforment le mouvement de rotation continue en mouvement de translation alternative des pistons par l'intermédiaire des tiges pistons.

### III.5. Construction de la pompe OIL WELL A1400 PT :(4)

La pompe OIL WELL A1400PT est constituée comme suit :

#### ❖ Le châssis SKID :

Le châssis- SKID (figure 02) est constitué par des poutres en acier, parallèles aux axes des cylindres, il sert à supporter le poids du bâti de la partie mécanique, et celui du corps de la partie hydraulique.



#### III.5.1. Partie mécanique des pompes de forage :

C'est la partie qui assure la transmission de la puissance du moteur d'entraînement au piston de la pompe.

### III.5.1.1. Composants de la partie mécanique :

#### A. Le bâti ou carter :

Il est en acier moulé ou en tôle d'acier assemblé par mécano – soudure. Dans ce dernier cas, le skid et le bâti sont généralement intégrés. Le bâti sert de carter pour l'huile de graissage. Il doit donc être étanche et permettre un contrôle rapide du niveau et une vidange facile de l'huile. La lubrification est en général réalisée par barbotage. Un couvercle supérieur et des portes de visite latérales permettent d'effectuer rapidement et facilement l'inspection ou les réglages nécessaires.

#### B. Transmission et couple d'engrenage (Le système d'entraînement) :

La puissance qui arrive à l'arbre d'attaque de la pompe est développée par la rotation de deux moteurs électriques d'entraînement alimentés en courant continu produit par les génératrices de courant liée aux CATRPIAR.

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 côté comme de l'autre.

#### C. L'arbre grande vitesse :

C'est l'arbre d'entraînement de la pompe (figure 03). Il est supporté par deux paliers à roulements et entraîne, par l'intermédiaire du pignon à denture oblique, la roue dentée de l'arbre petite vitesse (vilebrequin).

#### D. L'arbre petite vitesse ou vilebrequin :

Cet arbre a une forme coudée (excentrique) pour permettre le décalage des courses des pistons dans les chemises, de  $120^\circ$  pour les pompes triplex et de  $90^\circ$  pour les duplex. Le diamètre de la roue dentée de cet arbre est égal à 5 ou 6 fois celui du pignon de l'arbre d'entrée, ce qui fait qu'elle tourne 5 à 6 fois moins vite.

Ainsi par exemple pour une vitesse à l'entrée de 300 trs/mn, la vitesse de l'arbre petite vitesse sera de 60 tour/min (figure 03).

#### E. Système bielle – manivelle :

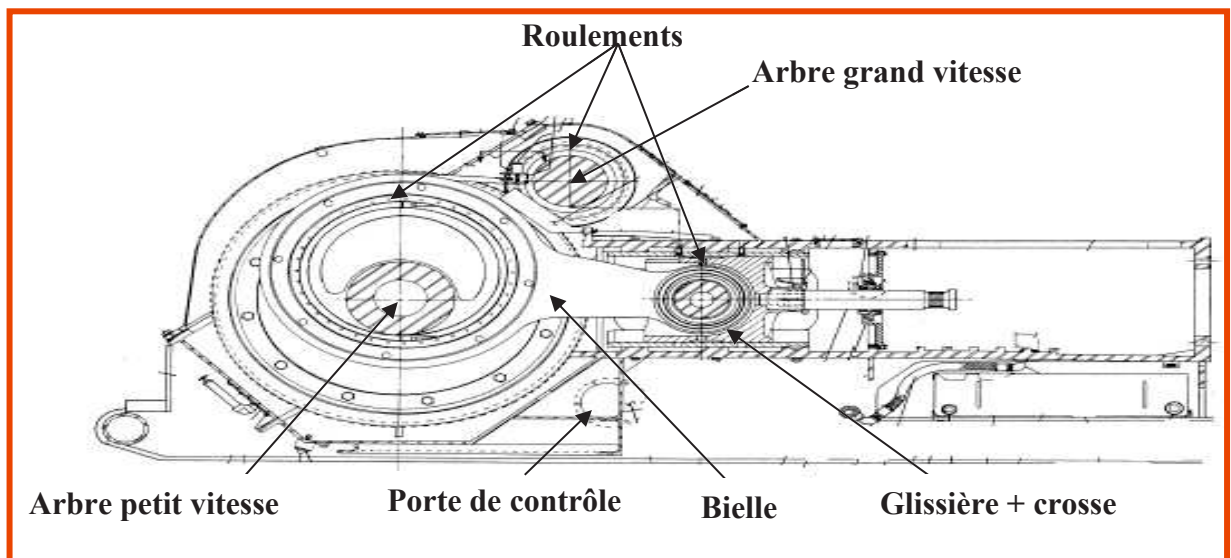
Sur le vilebrequin sont montées trois bielles dans la pompe triplex. Les têtes des bielles sont montées sur le vilebrequin, les pieds sur les crosses.

L'articulation des têtes de bielle sur le vilebrequin et des pieds sur les crosses se fait par l'intermédiaire de roulements. Cet ensemble forme un système bielle - manivelle qui transforme le mouvement de rotation de l'arbre petite vitesse en un mouvement alternatif de l'extrémité de la bielle articulée à la crosse.

#### F. La crosse et la rallonge de crosse :

Les crosses (figure 03) montées sur les pieds des bielles par l'intermédiaire de roulements sont guidées par des tuiles.

Elles couissent dans une glissière et est prolongée par la rallonge de crosse sur laquelle vient se fixer la tige du piston. La fixation des rallonges de crosses aux tiges de pistons se fait par l'intermédiaire de colliers de serrage pour les pompes triplex.



**Fig. III. 3 : Partie mécanique**

#### III.5.1.2. Système de lubrification :

Le graissage du mécanisme est généralement réalisé par quatre modes :

**Par sous pression** : pour les glissières supérieures et inférieures.

**Par écoulement** : les roulements de l'excentrique, l'arbre d'entraînement ; les trois roulements des bielles, les trois roulements et les trois axes des cross-haed, et les cross-haed.

**Par barbotage** : la couronne d'entrée, le pignon d'entraînement, l'excentrique, les bielles.

**Par éclaboussure** : les roulements de l'arbre d'entraînement.

**NB** : la pompe à boue aspire l'huile de graissage (TASSILA 140).



Le bac d'huile est rempli de deux façons :

- 1- Par la pompe à huile (pompe à engrenage).
- 2- Par les entonnoirs fixés près de l'engrènement.

Ainsi que la lubrification des chaînes se fait sous pression grâce à deux pompes une pour chaque chaîne dont l'entraînement se fait depuis le moteur principal.

### III.5.2. Partie hydraulique des pompes de forage :(7)

La partie hydraulique est constituée de trois cylindres identiques. Dans chaque cylindre se trouve une chemise dans laquelle coulisse un piston prolongé par une tige qui le relie à la rallonge de crosse. Au bout des cylindres se trouvent les clapets : clapet d'aspiration et l'autre de refoulement. Chaque clapet repose sur son siège.

#### III.5.2.1 Composants de la partie hydraulique :

##### A. Le corps hydraulique : (figure 04)

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.

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

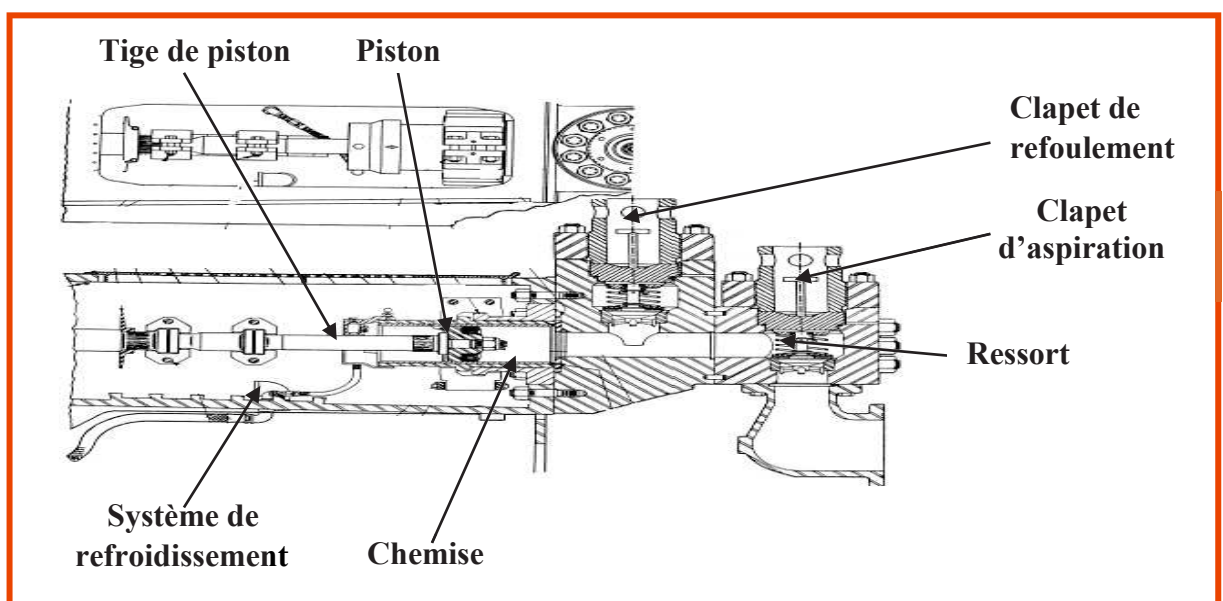


Fig. III.4 : partie hydraulique

**B. Les chemises :**

De petite taille comparativement à celles des pompes duplex, elles sont faciles à monter, à démonter et à entretenir. Elles sont montées par l'arrière ou par l'avant sans emmanchement ni centrage.

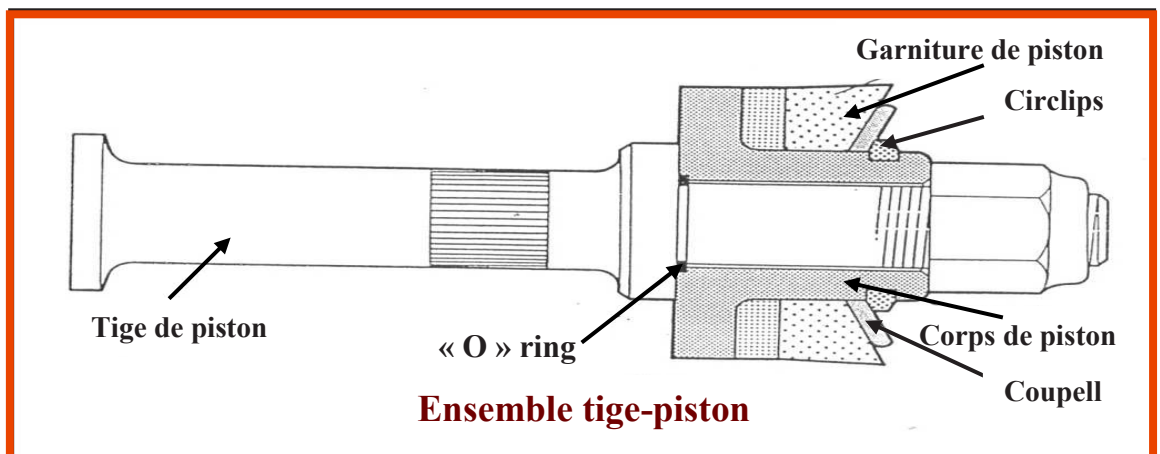
Un système d'arrosage permet la lubrification et le refroidissement de l'arrière du piston et de la chemise (figure 05).



**Figure.III.5 : La chemise**

**C. Le piston :**

Le piston (figure 06) comporte une seule garniture (cycle simple effet). Le corps du piston possède un alésage cylindrique qui permet un montage et un démontage aisés (un simple joint torique assure l'étanchéité).



**Fig. III.6 : Le piston et la tige de piston**

**D. La tige de piston :**

La tige de piston classique (figure 06) est éliminée pour être remplacée par une tige courte et légère dont les caractéristiques principales sont :

- L'absence de finition extérieure puisqu'il n'y a plus de presse-étoupe.
- L'absence de filetage d'extrémité côté rallonge de crosse remplacé par un talon et un clamp de montage et démontage aisé.

- Le poids et les dimensions faibles.
- Une durée de vie très longue (absence de presse-étoupe).

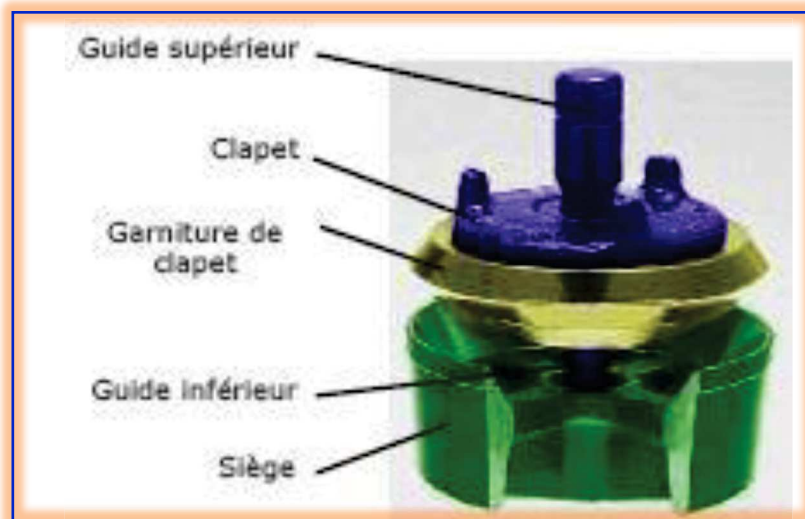
Un remplacement très aisé de l'ensemble piston et tige de piston.

#### E. Les sièges et les clapets :

Chaque clapet (*figure07*) est constitué d'un corps, d'une garniture et d'un système de fixation de la garniture.

Leur principal avantage est d'être de diamètre plus faible donc :

- Plus résistants pour des pressions identiques.
- Moins lourds donc moins sujets au choc.
- Plus aisés à extraire.
- Moins coûteux à l'achat.



**Fig. III.7 : Le siège et le clapet**

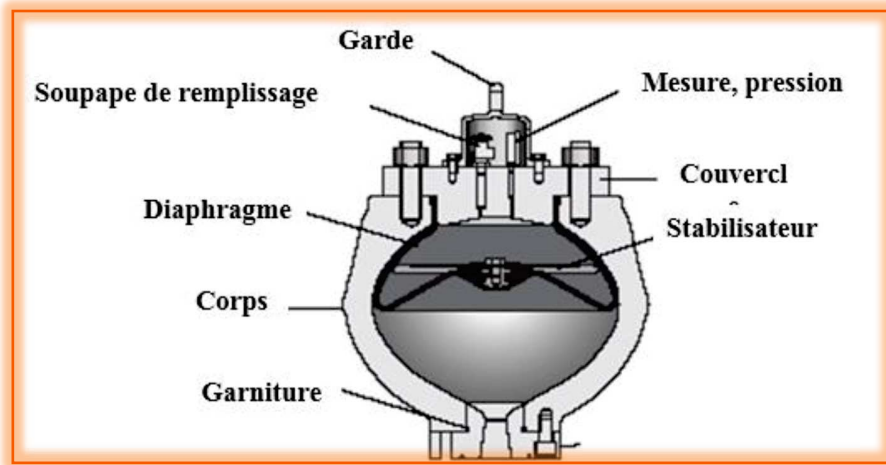
#### F. Les amortisseurs de pulsations :

##### 1. Sur le refoulement (figure 8) :

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 sur tout le circuit de refoulement.

Pour réduire ces effets, on équipe la pompe de forage d'un amortisseur de pulsations sur le refoulement, préchargé 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.



**Fig. III.8 : Amortisseur de pulsation**

**2. Sur l'aspiration :**

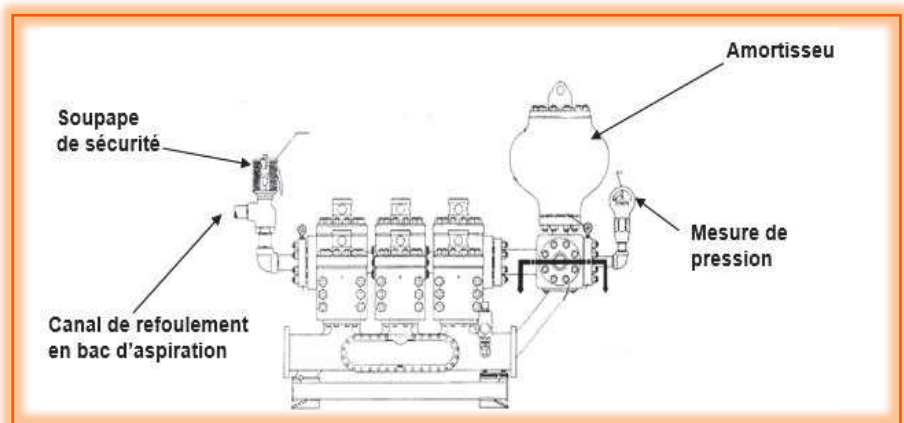
Le mouvement des clapets d'aspiration crée une variation très rapide de la pression de la boue dans la conduite d'aspiration des pompes triplex. On installe un amortisseur de pulsation sur l'aspiration pour réduire ce phénomène. Cet amortisseur comprend une membrane séparant la boue en dessous de l'air au-dessus comprimé à 40 psi. En fonctionnant normalement, le dessus de la membrane apparaîtra dans l'axe du regard de contrôle.

➤ **La soupape de sécurité :**

La soupape de sécurité (*figure 9*) est placée juste à la sortie des pompes et a pour rôle de protéger le circuit de refoulement contre les surpressions.

Il existe deux types de la soupape :

- a) Soupape à ressort.
- b) Soupape à clou.



**Fig. III.9 : Soupape de sécurité (décharge)**

### III. 5.2.2. Système de refroidissement :

La partie hydraulique (couple chemise - piston) nécessite un refroidissement intense suite au frottement et à la chaleur dissipée. Pour cela la pompe à boue OIL WELL A 1400PT est munie d'une pompe centrifuge à eau.

Cette pompe aspire l'eau à partir des bacs d'eau et la refoule sous forme des jets continus sur l'ensemble (chemise - piston). En suite l'eau va s'écouler dans un bac au-dessus de la partie hydraulique.

### III.6. Débit instantané :(5)

#### III.6.1. Débit instantané par cylindre :

La vitesse instantanée du piston suit une évolution qui a été étudiée pour les pompes triplex. Les pompes triplex sont des pompes à simple effet, donc le débit instantané par cylindre évolue comme la vitesse sur le trajet aller du piston, il est nul au retour.

#### III.6.2. Débit instantané de la pompe :

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

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

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

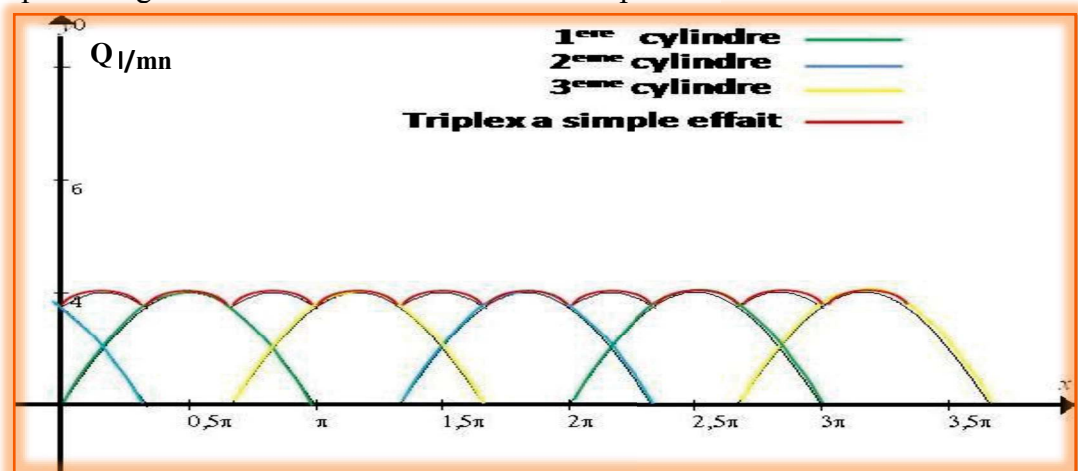


Fig. III.10: Débit instantané de la pompe triplex à simple effet

### **III.7. Particularités :**

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.

#### **III.7.1. Les pompes de suralimentation :**

Actuellement, toutes les pompes triplex sont systématiquement équipées de pompes centrifuges de suralimentation.

La suralimentation des pompes à boue est obligatoire afin d'assurer un fonctionnement mécanique plus doux et parfait des pompes à boue, comme elle permet également d'obtenir la pleine utilisation des puissances hydrauliques.

#### **III.7.2. 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 maximal, 120 coups/min). Ces caractéristiques (débit, pression, puissance fournie) dépendent du diamètre de la roue mobile, de sa vitesse et de puissance du moteur.

### **III.8. Caractéristiques des pompes à boue :**

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.

#### **III.8.1. La cylindrée :**

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

La cylindrée d'un piston est égale à :

$$V = \frac{\pi \times d^2}{4} \times C$$

Où :

**C** : la course du piston.

**d** : diamètre intérieur de la chemise.

### III.8.2. 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.

### III.8.3. Le débit :

- **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 (l/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.

$$Q_{th} = \frac{3\pi \times D^2 \times C}{4}$$

Où : **Q<sub>th</sub>** : Débit théorique de la pompe (l/mn).

**C** : Course de piston (mm).

**D** : Diamètre de la chemise (mm).

### III.8.3. 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.

- ✓ **Rendement volumétrique :**

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

$$\eta_v = \frac{Q_p}{Q_{th}}$$

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.

#### III.8.4. Pression :

Les pompes à boue sont des pompes à haute pression, les pressions de refoulement requises pouvant parfois atteindre des valeurs très élevées de l'ordre de 250 kgf/cm<sup>2</sup>.

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.

#### III.8.5. La puissance :

##### ✓ 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 :

$$P_h = P_r \times Q_r$$

Où :  $P_h$  : la puissance hydraulique.

$P_r$  : la pression de refoulement.

$Q_r$  : le débit réel.

##### ✓ Puissance mécanique :

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



**CHAPITRE IV :**  
**Exploitation et maintenance**  
**de la pompe OIL WA1400 PT**

## **IV.1. Exploitation des pompes à boue :**

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

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

### **IV.1.1. Mise en série des deux pompes :**

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

- **Mise en parallèle des deux pompes :**

Les pompes à boue placées en parallèle permettent d'additionner les débits, la pression maximale d'utilisation étant la plus faible des pressions maximales de chacune des deux pompes dans leurs conditions propres de service.

Dans ce cas, les pompes aspirent chacune par une conduite différente et refoulant dans la même conduite.

### **IV.1.2. Régime d'exploitation de la pompe 1400PT :(4)**

Il importe de tâcher d'utiliser à fond toutes les possibilités techniques de la pompe. A cet effet, il faut avoir un jeu des chemises et de piston de diamètre nécessaire pour obtenir des débits voulus.

Au fur et à mesure de l'approfondissement du puits, il convient de remplacer à temps les chemises de la pompe.

Afin d'obtenir au forage les vitesses élevées, on s'efforce souvent à surcharger la pompe en puissance. A cet effet, on augmente la vitesse de la pompe où on dépasse la pression admissible. Cette pratique diminue la durée de service de la pompe et augmente le nombre de réparation.

↪ **La chemise de la pompe est choisie selon les exigences suivantes :**

Le responsable de l'outil de forage exige des conditions à travailler sur son outil telles que les valeurs des débits et des pressions reçues par les événements du trépan ; pour cela on choisit la chemise qui correspond à ces valeurs.

↪ **La mise en marche et arrêt de la pompe :**

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

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

## **IV.2. Conditions de fonctionnement de la pompe à boue national Oil Well A1400PT :(3)**

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

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

Le fonctionnement de la pompe se caractérise par des surcharges de courtes durées qui sont inévitables et se forment à des accroissements irréguliers de la pression, causés par l'éboulement des parois des puits, par les presse-étoupe dans l'espace entre tige de forage et

les parois du puits, par l'obstruction des événements du trépan, ou par l'augmentation de la viscosité de la boue de forage au passage des couches argileuses, etc.

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

### **IV.3. La maintenance industrielle :(2)**

#### **V.3.1. Définition de la maintenance :**

D'après la norme AFNOR (NFX60-010) :

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

#### **IV.3.2. Objectifs de la maintenance :**

Parmi les nombreux objectifs de la maintenance nous citons :

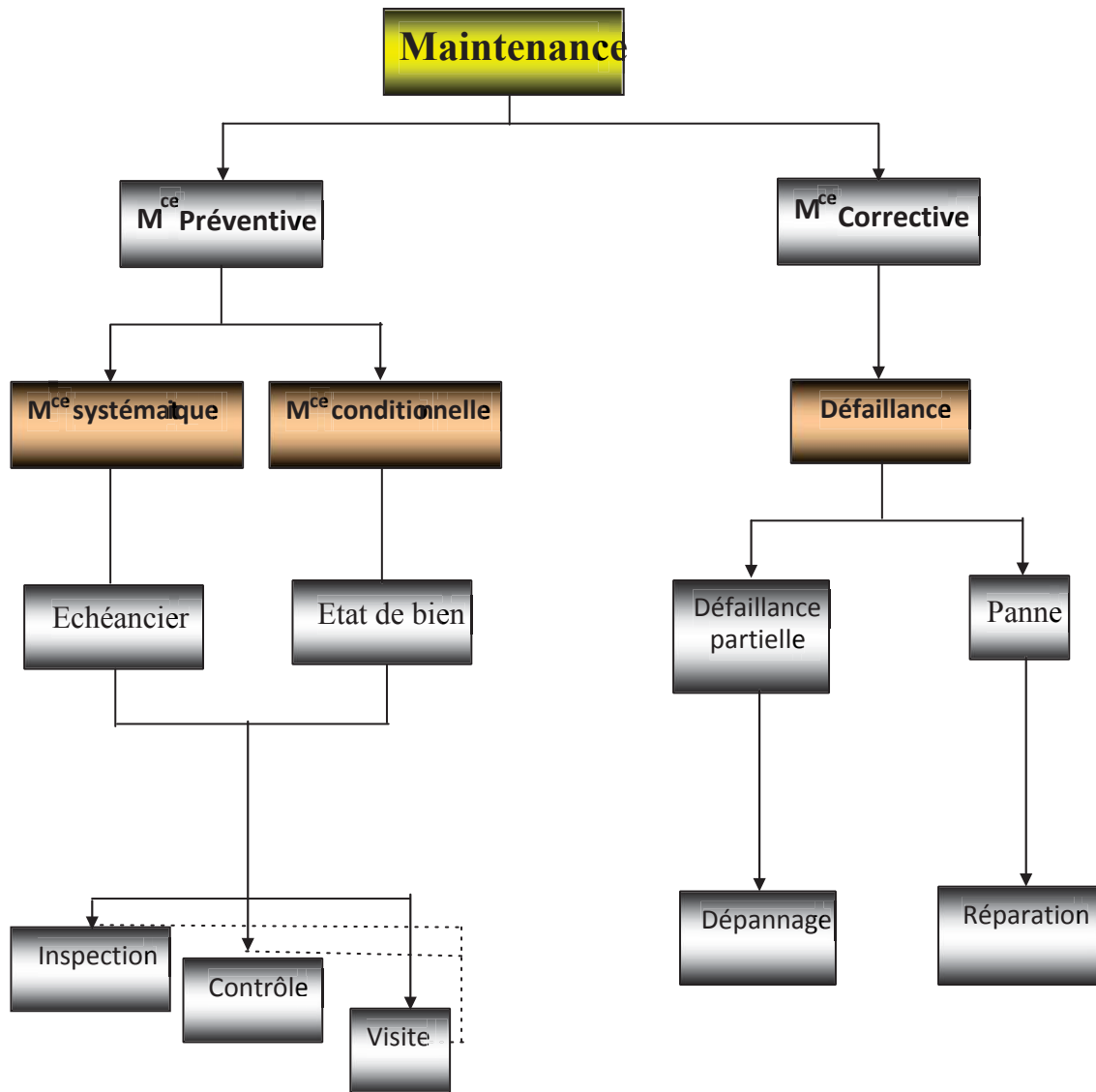
- De maintenir l'équipement dans un bon état de marche, dans les meilleures conditions de qualité, de délai et de prix.
- De remplacer l'équipement à des périodes prédéterminées.
- D'assurer la sécurité de travail.
- De maintenir l'installation dans un état de propreté absolue.
- Garantir les qualités et les productibilités des produits finis.
- De fournir le personnel dans les spécialités spécifiques à la maintenance.

#### **IV.3.3. Types de maintenance :**

Pour assurer la réalisation des objectifs de la maintenance. Différentes politiques sont suivies en fonction de la nature de l'équipement, les moyens disponibles et les données d'exploitation réelles (figure IV-1).

On distingue deux types de maintenance :

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



**Figure (IV.1) Types de maintenance**

**IV.3.3.1. Maintenance corrective :**

D’après la norme AFNOR. C’est une opération de maintenance effectuée après défaillance.

Elle est caractérisée par le fait que l’intervention sur l’équipement ne se fait qu’après la panne. Elle comprend :

➤ **Le dépannage :**

Le dépannage est une action sur un bien en panne, en vue de le remettre provisoirement en état de fonctionnement, elle est effectuée sur place, parfois sans interruption du fonctionnement de l’ensemble concerné.

➤ **Réparation :**

La réparation est une intervention, limitée de maintenance corrective après une panne ou une défaillance, parfois après dépannage. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.

➤ **Révision :**

Partielle ou totale, qui consiste à remettre l'organe ou le matériel dans son état initial de précision, c'est une remise à neuf.

**IV.3.3.2. Maintenance préventive :**

D'après la norme AFNOR. C'est une maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillances d'un bien, ou la dégradation d'un service rendu.

La maintenance est préventive lorsque l'intervention sur l'équipement se fait avant l'apparition de la défaillance.

**Les objectifs de la maintenance préventive sont :**

- Augmentation de la fiabilité d'un équipement, donc réduire les défaillances en services, réduction des coûts de défaillance et amélioration de la disponibilité.
- Augmentation de la durée de vie efficace d'un équipement.
- Faciliter la gestion de stocks (consommation prévues).
- Réduction et régularisation de la charge de travail.
- Diminution du temps d'arrêt.
- Diminution de la probabilité de défaillance en service.

**a) Maintenance systématique :**

D'après la norme AFNOR. C'est une « maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi suivant le temps ou le nombre d'unités d'usage ».

La maintenance systématique comprend :

• **Des inspections périodiques :**

Ce sont des activités de surveillances constantes qui consistent à relever périodiquement des anomalies et exécuter des réglages simples.

- **Réparation préventive :**

La réparation préventive systématique (planifiée ou périodique) opérée à une date prédéterminée, c'est-à-dire un certain temps de services plus ou moins long, ou de nombre d'unité de l'usage de la machine

- **Echange standard :**

D'un sou ensemble (organe, module pièces) et après un période de service déterminée, dans ce cas nous ne tenons pas compte de l'état de cet élément.

- **Révision :**

Est un ensemble d'actions d'examen, de contrôle et des interventions effectuées en vue. D'assurer le bien contre toutes défaillances majeures où critique pendant un temps, ou de nombre d'unités d'usure donnée. La révision peut être générale ou partielle.

- b) Maintenance conditionnelle :**

D'après la norme AFNOR. C'est une maintenance subordonnée à un type d'événement prédéterminé (auto - diagnostique, information d'un capteur, d'une mesure).

#### **IV.4. Maintenance de la pompe (NATIONAL OILWELL A 1400 PT) :(4)**

##### **IV.4.1. Maintenance préventive :**

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

- ❖ Contrôle de la qualité et le niveau d'huile dans le carter et le changer lorsqu'il est nécessaire ;
- ❖ Contrôle de la température de refroidissement de l'eau ;
- ❖ Contrôle de la pression de refoulement, du débit refoulé et de la vitesse de rotation par le chef de poste ;
- ❖ Contrôle de la pression d'huile de lubrification ;
- ❖ Nettoyage de la pompe ;
- ❖ Voir les fiches de contrôle.

##### **IV.4.2. Maintenance corrective :**

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

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

#### **Entretien au niveau du chantier :**

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

- ❖ La pompe est bien isolée du circuit haute pression est en forage et que l'on utilise l'autre pompe ;
- ❖ Les vannes à l'aspiration sont fermées, si non risque de perte importante de boue ;
- ❖ La pression du circuit de refoulement a bien été purgée ;
- ❖ La pompe ne peut être embrayée accidentellement (couper ou verrouiller le système d'embrayage), placer un petit panneau ou un "autocollant" sur la commande au tableau de commande ;
- ❖ Tout le matériel nécessaire se trouve sur place (palan, clé pneumatique, masse, etc.)
- ❖ Avant de sortir une porte de fond de cylindre, il faut dévisser le dispositif de blocage des chemises ainsi que le dispositif de serrage des joints.
- ❖ Lors du changement de chemise, il faut nettoyer à fond l'intérieur du corps de pompe, surtout la partie inférieure où il y a toujours un dépôt de sables et de baryte :
  - Vérifier que l'alésage se trouvant en face de l'anneau lanterne de chemise n'est pas b
  - Graisser tout l'ensemble, chemise et joints, avant l'introduction dans le corps de pompe ;
  - Le montage des tiges et pistons doit se faire à sec après dégraissage des portées coniques ;
  - Les corps de piston ont une gorge dite "d'usure". Selon la profondeur de cette gorge, le piston doit être changé, etc.

#### **IV.5. Entretien de la pompe a boue Oil Well A 1400 PT :**

##### **IV.5.1. Entretien préventif de la partie hydraulique :**

Le bon état technique de la partie hydraulique de la pompe dépend de son entretien pendant le fonctionnement et le stockage :

- Les surfaces extérieures des tiges et toutes les autres surfaces usinées des pompes (clapets, pistons, chemises) stockées sont couvertes de graisses pour le protéger contre la corrosion.



- En vue d'éviter la déformation de caoutchouc. Les pièces en caoutchouc doivent être protégées contre l'action de la température. Il est défendu de conserver de longues durées les bagues d'étanchéité.
- Au cours de fonctionnement, et pour éviter la perforation des pièces, ces dernières ne doivent pas présenter d'entailles.
- Le sable et la rouille sur le siège de la soupape peuvent provoquer une détérioration. La dégradation de la bague d'étanchéité en caoutchouc amène la fuite du liquide à travers la soupape.
- Il convient de vérifier l'alésage de la chemise et le diamètre de piston. Le caoutchouc rend étanche l'espace libre entre la chemise et la ceinture conductrice du piston.
- Un serrage excessif peut entraîner des déterminations car une grande pression du dispositif d'étanchéité serré sur la tige peut conduire à la formation des sillons, lorsque des particules abrasives tombent sur cette dernière.
- Le bon graissage augmente (de 5 à 6 fois environs) la durée de service de la tige et du dispositif d'étanchéité.
- L'usure ou le dévissage du siège et de la soupape, occasionne la fuite du liquide à travers la soupape.

#### **IV.5.2. Entretien préventif de la partie mécanique :**

Le fonctionnement de la partie mécanique de la pompe à boue dépend beaucoup de son graissage (lubrification). L'huile propre versée dans le carter de la pompe jusqu'au niveau nécessaire est vérifiée par la jauge d'huile ou par le bouchon de contrôle.

- Le renouvellement de l'huile et le rinçage du carter se fait 3 à 4 fois par an, en été et en hiver. On emploie des graisses de différentes marques en conformité avec l'entreprise.
- La fuite du liquide de forage (boue) à la partie hydraulique peut arriver en cas de la pénétration des particules d'argile, de sable et de l'eau dans la partie mécanique malgré la présence des disques déflecteurs sur la tige. La pénétration de la boue dans l'huile conduit à l'usure rapide des paliers, des dents des pignons et des guides des crosses.

C'est pourquoi, lorsque l'huile est encrassée, il faut la renouveler et enlever les traces de boue de forage qu'ont décelé sur les surfaces intérieures.

**IV.5.3. Tableau de la périodicité d'entretien de la pompe a boue Oil Well A 1400 PT :**

**J** : opération journalière

**M** : opération mensuelle

**H** : opération hebdomadaires

**S** : opération semestrielle

N°	Les opérations	J	H	M	S
01	Vérifier le niveau d'huile des carters	X			
02	Vérifier la pression d'huile	X			
03	Vérifier la température	X			
04	Contrôler la qualité d'huile	X			
05	Nettoyer le filtre à l'huile et contrôler les fuites d'huile	X		X	
06	Nettoyer les reniflards des carters			X	
07	Changer les cartouches des filtres à l'huile				X
08	Graisser la pompe de graissage	X			
09	Contrôler la pression d'aspiration de la pompe à boue	X			
10	Contrôler la pression de refoulement de la pompe à boue	X			
11	Contrôler les fuites de la boue au niveau de la partie hydraulique	X			
12	Contrôler la charge de pression de l'amortisseur de pulsation	X			
13	Vérifier l'entraînement de la pompe à boue				X
14	Vérifier l'état des garnitures d'étanchéité de la partie hydraulique	X			
15	Vidanger et nettoyer la cuve du mélange huile/boue piégé			X	
16	Contrôler les soupapes, sièges et ressorts			X	
17	Vérifier l'usure et le serrage du collier d'accouplement de la tige de piston	X			
18	Contrôler la boulonnerie de la partie mécanique			X	

19	Contrôler l'usure du système chemise piston			X	
20	Contrôler l'usure de la rallonge de la tige			X	
21	Contrôler l'usure du pignon chaîne				X
22	Contrôler le jeu de crosse – glissière				X
23	Contrôler le jeu des roulements des pieds de bielle				X
24	Vérifier la présence éventuelle de fuites d'huiles	X			

## IV.6. Méthode de lancement des travaux de réparation de la pompe à boue :(3)

### IV.6.1. Sur chantier :

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

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

### IV.6.2. Sur atelier :

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

Les mécaniciens de l'atelier procèdent donc au nettoyage extérieur et au démontage de la pompe. Toutes les pièces sont bien nettoyées et contrôlées soigneusement, afin de juger celles à rebuter, ou à remplacer par d'autres neuves, ou bien à réparer.

Toutes les pièces d'usure de la partie hydraulique sont remplacées par d'autres neuves (garniture d'étanchéité, clapets, tiges, chemises, etc...).

Après le remontage et avant la livraison de la pompe vers le chantier le chef d'atelier, doit mentionner toutes les réparations réalisées.

#### IV.7. Analyse des types d'usure de la pompe triplex Oil Well A 1400PT :

La mise hors service des pièces constituant la pompe à boue résulte de plusieurs formes d'usures, rupture par fatigue et corrosion des pièces et plus souvent encore, de la combinaison (l'action commune) de deux et parfois des trois facteurs précédents :

- (Usure de corrosion, Usure par fatigue, Usure abrasive).

#### IV.8. Pannes de la pompe à boue et leurs remèdes :

<i>INCIDENTS</i>	<i>CAUSE</i>	<i>REMEDE</i>
a) Baisse de pression de refoulement	1) Usure de l'ensemble du clapet ; 2) Clapet totalement couvert ; 3) Fuite de fluide ; 4) Manomètre défectueux.	✓ Remplacer celui-ci ; ✓ Déboucher la conduite d'aspiration ; ✓ Le remplacer ; ✓ Augmenter le niveau dans le bac d'aspiration
b) Baisse de pression d'aspiration	1) Bas niveau d'aspiration ; 2) Capacité insuffisante. 3) Ecoulement lent de fluide de forage ; 4) Manomètre défectueux ;	✓ Augmenter le niveau dans le bac d'aspiration. ✓ Eliminer les restrictions dans la conduite d'aspiration ; ✓ Le remplacer.
c) Chocs hydraulique	1) Aspiration défectueuse ; (existence d'air dans la conduite d'aspiration) ; 2) Présence d'air ou des gaz dans la boue.	✓ Eliminer l'air de la conduite ; ✓ Ajuster l'amortisseur d'aspiration.

<p>e) Cognement dans la partie mécanique</p>	<p>1) Rotation incorrecte de la pompe à boue ; 2) Piston-tige desserré ;</p>	<p>✓ Vérifier le fonctionnement du mécanisme ; ✓ Vérifier et serrer ;</p>
<p>f) Haute température d'huile</p>	<p>1) Mauvais réglage de la crosse ; 2) Roulement mal ajusté ;</p>	<p>✓ Vérifier et ajuster les jeux ; ✓ Réparer la pompe ou la remplacer.</p>
<p>g) Basse pression d'huile</p>	<p>1) Diminution de niveau d'huile ; 2) Fuite dans le circuit d'huile ; 3) Pompe à huile défectueuse ;</p>	<p>✓ Vérifier et ajouter l'huile si nécessaire ; ✓ Changer l'huile ; ✓ Réparer ou remplacer. ✓ Changer l'huile ;</p>
<p>h) Haute pression d'huile</p>	<p>1) Huile contaminée ; 2) Colmatage des conduites 3) Manomètre défectueux ; 4) Filtres à l'huile bouchés.</p>	<p>✓ Changer l'huile ; ✓ Changer le cartouche d'huile ; ✓ Le remplacer ; ✓ Les nettoyer.</p>
<p>i) Chemises et garniture de pistons rayés</p>	<p>1) Course de piston déréglé.</p>	<p>✓ Régler la course ; ✓ Réparer le système d'arrosage.</p>
<p>j) Chemise piquée</p>	<p>1) Corrosion excessive.</p>	<p>✓ Les nettoyer.</p>
<p>k) Usure décentrée de la chemise ou du piston</p>	<p>1) Manque d'alignement.</p>	<p>✓ Vérifier l'usure de la crosse, le blocage de la tige de piston.</p>
<p>l) Rayure de l'alésage d'une chemise</p>	<p>1) Piston usé ou abîmé ; 2) Des pistons endommagés</p>	<p>✓ Monter un nouveau piston et une chemise neuve.</p>

## **IV.9. Operations de réparation des pompes à boue :**

### **IV.9.1. Définition :**

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

Elle comprend :

- ↳ Les réparations (menues, moyennes, complètes).

### **IV.9.2. Réparation apportée à la pompe à boue :**

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

#### **A. Réparation menue :**

Ces réparations sont effectuées sur le chantier de forage elles consistent à remplacer les pièces de courtes durées de vie telles que :

- ✓ Joints d'étanchéité, filtres, chemises, pistons, serrage des écrous, etc.

#### **B. Réparation moyenne :**

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

#### **C. Réparation générale (Complète) :**

Se caractérisant par la dépose de tous les groupes et organes de la pompe, le remplacement ou la réparation des groupes défectueux ; la pompe est ensuite remontée, rodée et essayée. Elle se réalise dans un atelier de réparation centralisé.

## **IV.10. Montage et démontage de la pompe à boue :**

Les opérations de démontage et remontage sont des opérations très importantes et nécessitent une exécution bien correcte et soignée.

**IV.10.1. Démontage de la pompe à boue :**

Le démontage de la pompe s'effectue comme suit :

**IV.10.1.1. Démontage de la partie hydraulique**

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

**IV.10.1.2. Démontage de la partie mécanique :**

- Vidange de l'huile du carter de la pompe.
- Démontage du bâti supérieur de la pompe.
- Enlever les caches des excentriques crosses et chaînes.
- Démontez la chaîne de transmission.
- Enlever les pieds des bielles en retirant les boulons de l'axe de crosse.
- Démontez le système de guidage (crosse glissière).
- Démontez les paliers (roulements) de l'excentrique sous pression de l'huile.
- Extraire les cages des paliers.
- Démontez la roue dentée.

**IV.10.2. Remontage de la pompe à boue :**

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

**CHAPITRE V :**  
**Calculs de vérification**  
**de la pompe OIL W A 1400 PT**



Le calcul de la pompe comprend :

➤ Calcul hydraulique.

### V.1. Calcul hydraulique :

#### V.1.1. Introduction :

La connaissance d'une part des lois de l'écoulement des fluides de forage d'autre part des débits nécessaire à la remonter des déblais permet d'établir un calcul des puissances hydraulique pour un puits donné.

Le but de ce calcul est de déterminer la puissance mécanique à installer sur les pompes de forage et la puissance nécessaire de moteurs électriques d'entraînement de la pompe.

Pour cela on détermine les pertes de charge pour un puits de 2800 m.

#### NOMENCLATURE (Unités pratiques)

<i>dimension</i>	<i>Unité</i>	<i>Signification</i>
<i>A</i>	<i>in<sup>2</sup></i>	Surface totale des duses d'outil.
<i>d</i>	<i>kg/l</i>	Masse volumique du fluide.
<i>D</i>	<i>In</i>	Diamètre intérieur garniture.
<i>D<sub>0</sub></i>	<i>in</i>	Diamètre extérieur annulaire.
<i>D<sub>i</sub></i>	<i>in</i>	Diamètre intérieur annulaire (extérieur garniture).
<i>L</i>	<i>m</i>	Longueur.
<i>P</i>	<i>kPa</i>	Pertes de charges, pression.
<i>Q</i>	<i>l/mn</i>	Débit de fluide.
<i>μ</i>	<i>cP</i>	Viscosité de fluide.

## V.1.2. Calcul des pertes de charge :

### A. Introduction :

Dans une conduite, tout fluide en mouvement perd une partie de son énergie par dissipation en forces de frottement :

- ❖ Frottement interne au fluide dus à sa viscosité ;
- ❖ Frottement externe dus à la rugosité des parois de la conduite.

Cette partie d'énergie est appelée perte de charge et s'exprime par la différence de pression du fluide entre deux points de la conduite. Par exemple, la boue de forage en circulation possède au départ une énergie représentée par la pression à la sortie de la pompe. Cette énergie est entièrement perdue dans le circuit boue puisque, au retour dans les bassins, la pression de la boue est nulle. La pression à la sortie de la pompe exprime, dans ce cas, la somme des pertes de charge dans le circuit.

Ces pertes de charge se produisent :

- ❖ A l'intérieur des duses de l'outil ;
- ❖ Dans le circuit de surface ;
- ❖ A l'intérieur de la garniture :
  - ✓ A l'intérieur des tiges de forage ;
  - ✓ A l'intérieur de masse-tige ;
  - ✓ A l'intérieur de tige lourde.
- ❖ A l'intérieur de l'espace annulaire :
  - ✓ Tubage / tiges ;
  - ✓ Trou / tiges de forage ;
  - ✓ Trou / masse-tige ;
  - ✓ Trou / tige lourde.

On prend en considération la perte de charge à l'intérieur de tool-joint des tiges de forage, tel que la somme des longueurs des tool-joint correspond 5% la somme des longueurs des tiges, ainsi que le diamètre intérieur du tool-joint égale à (3" ¼).

On néglige la différence du diamètre entre les tool-joint 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.

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

### B. Les équations de perte de charge utilisées en forage :

#### a. Les pertes de charge aux installations de surface :

Avec :

$$P = N_1 \cdot B$$

$B$  : Coefficient correspond à la boue en circulation ;

$N_1$  : Coefficient des pertes de charge ;

$$B = d^{0,8} \cdot \mu^{0,2}$$

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

$\mu$  : Viscosité en  $[cp]$  ;

#### b. Les pertes de charge dans les orifices de trépan :

Avec :

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

$Q$  : le débit réel mesuré en  $[l /min]$  ;

$A$  : aire totale des duses en  $[in^2]$  ;

$C$  : coefficient d'orifice :

$C=0,80$  pour les outils sans jet ;

$C=0,95$  pour les outils à jet.

#### c. Les pertes de charge à l'intérieur de la garniture :

$$P = \frac{Q^{1,8} \cdot L \cdot B}{901,63 \cdot D^{4,8}}$$

Avec :

$L$  : longueur en  $[m]$  ;

$D$  : diamètre intérieur garniture  $[in]$  ;

#### d. Les pertes de charge dans l'espace annulaire :

$$P = \frac{Q^{1,8} \cdot L \cdot B}{706,96 \cdot (D_0 + D_i)^{1,8} \cdot (D_0 - D_i)^3}$$

Avec :

$D0$  : diamètre extérieur annulaire [*in*] ;

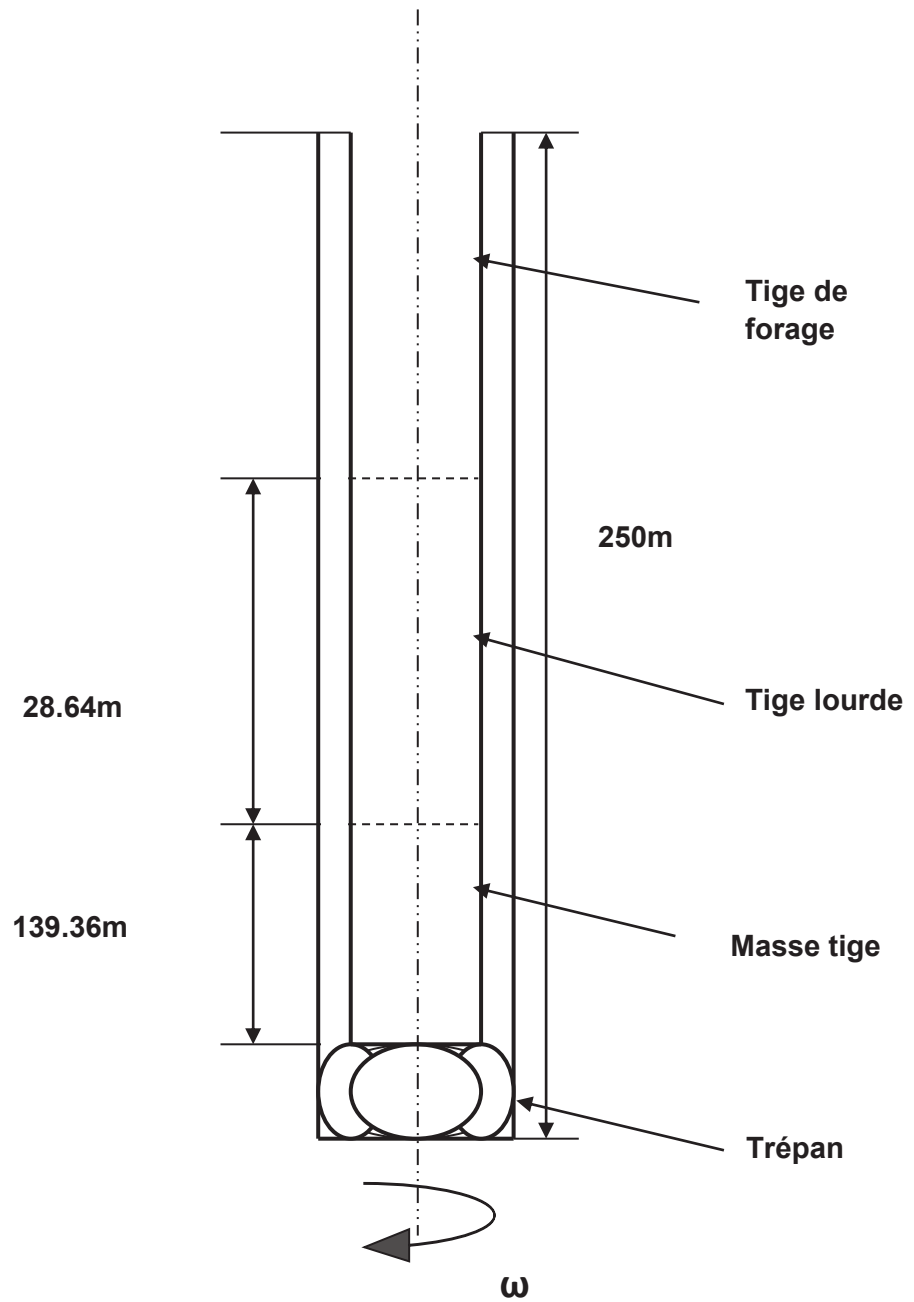
$Di$  : diamètre intérieur annulaire (extérieur garniture) [*in*] ;

**C. Calcul des pertes de charge pour chaque phase de forage :**

↳ **Données de départ :**

Trou foré	Diamètre ( <i>in</i> )	Phase 26 “	Phase 16 “	Phase 12 ¼“
	Profondeur forée ( <i>m</i> )	250	1240	1310
Tubage	Diamètre extérieur ( <i>in</i> )	18 <sup>5/8</sup>	13 <sup>3/8</sup>	9 <sup>5/8</sup>
	Poids linière ( <i>lb/ft</i> )	87,5	68,00	47,00
	Diamètre inter ( <i>in</i> )	17,755	12,415	8,681
	Longueur du tubage ( <i>m</i> )	249	1239	1309
Paramètre hydraulique de forage	Débit ( <i>l /min</i> )	3300	3000	2800
	Masse volumique ( <i>kg/ l</i> )	1,05	1,25	1,25
	Viscosité ( <i>cp</i> )	77	53	64
Tige de forage	Diamètre extérieur ( <i>in</i> )	5	5	5
	Diamètre inter ( <i>in</i> )	4,276	4,276	4,276
	Longueur ( <i>m</i> )	82	1010.11	2603.19
Tige lourde	Diamètre extérieur ( <i>in</i> )	5	5	5
	Diamètre inter ( <i>in</i> )	3	3	3
	Longueur ( <i>m</i> )	28.64	55.5	55.5
Masse tige	Diamètre extérieur ( <i>in</i> )	9.5	9.5	8
	Diamètre intérieur ( <i>in</i> )	3	3	2.813
	Longueur ( <i>m</i> )	139.36	174.39	141.31
Trépan	TFA( <i>in</i> <sup>2</sup> )	2.96	2.96	2.5

**I. Première phase :**



**Figure V.1 : Phase 1<sup>ère</sup> de forage**

**a. Intérieur de la garniture :**

**1. Tool-joint :**

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

$$P_{TJ} = 229.5246 \text{ kPa}$$

La longueur totale de tous les tool-joint égale à 5% de la longueur totale des tiges de forage pour chaque phase :

$$L_{TJ} = 0,05 \cdot 222 = 11,1 \text{ m et } D_{TJ} = 3,25''.$$

$$L_{DP} = 222 - 11,1 = 210,9 \text{ m.}$$

**2. Tige de forage :**

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

$$P_{DP} = 1168,5 \text{ kPa}$$

**3. Tige lourde :**

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

$$P_{HW} = 869,635 \text{ kPa}$$

**4. Masse tige :**

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

$$P_{DC} = 4231,6 \text{ kPa}$$

**b. Espace annulaire :**

**1. Trou / tige de forage :**

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

$$P_{DP} = 0,3558 \text{ kPa}$$

2. *Trou / tige lourde :*

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

$P_{HW} = 0,0483 \text{ kPa}$

3. *Trou / masse tige :*

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

$P_{DC} = 0,3797 \text{ kPa}$

c. Trépan :

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

$P_t = 488,6314 \text{ kPa}$

d. Équipement de surface :

$$P_s = N_1 \times B$$

$P_s = 937,0039 \text{ kPa}$

$N_I=378$  (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.

↳ La perte de charge totale :

$$P_{tot} = P_{tj} + P_{dp} + P_{hw} + P_{dc} + P_{dp1} + P_{hw1} + P_{dc1} + P_t$$

$P_{tot} = 6988,7 \text{ kPa}$

Calcul des pertes de charge phase1 d'après logiciel MATLAB :

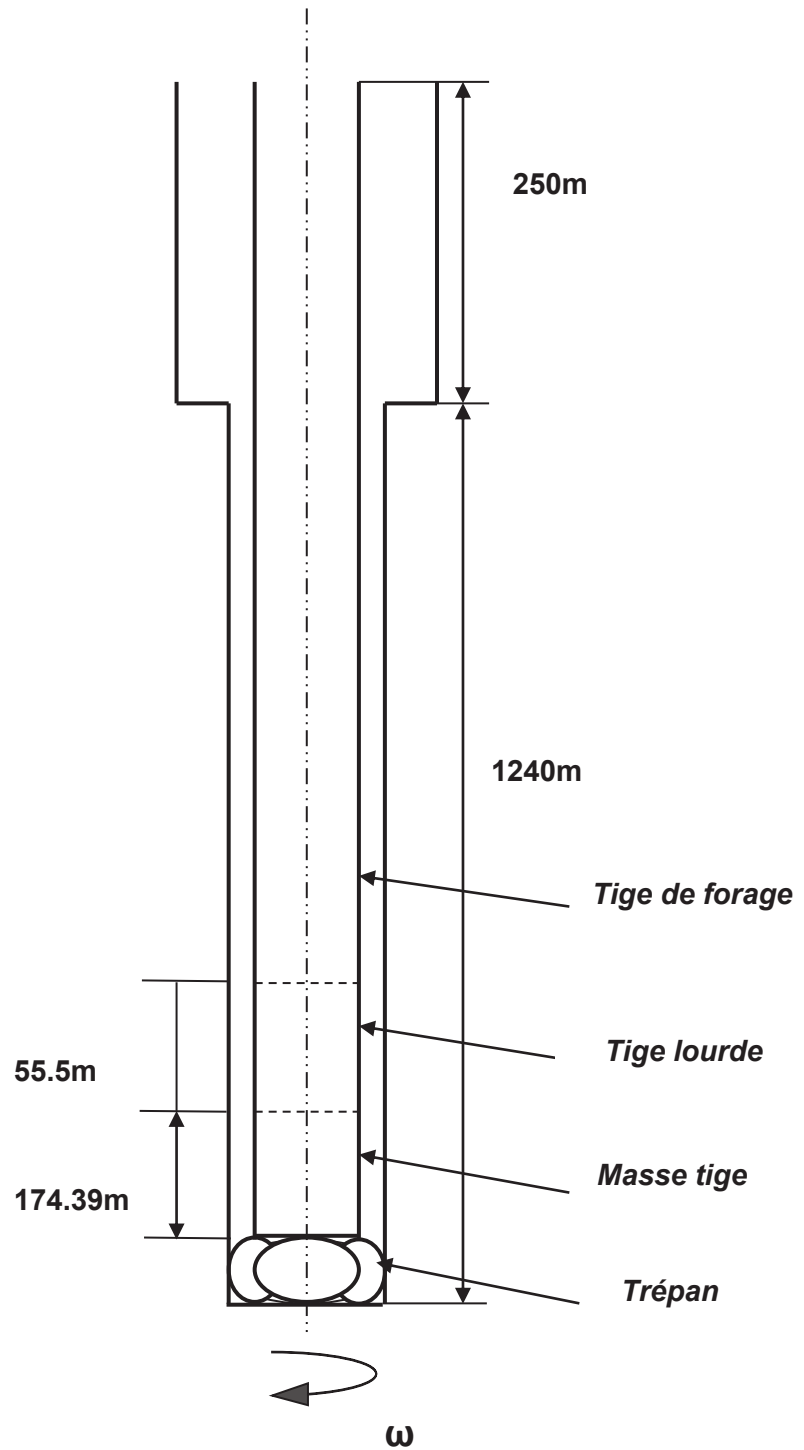
```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% VI.1.2. Calcul des pertes de charge phase1
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% Les pertes de charge aux installations de surface
clear all; clc
N1=input('N1=');
d=input('d=');
mu=input('mu=');
B=(d^0.8)*mu^0.2
Ps=N1*B
%Les pertes de charge dans les orifices de trépan
Q=input('Q=');
C=input('C=');
A=input('A=');
%Les pertes de charge à l'intérieur de la garniture
L=input('L=');
D=input('D=');
Pg=(Q^1.8*L*B)/(901.63*D^4.8)
%d. Les pertes de charge dans l'espace annulaire
D0=input('D0=');
Di=input('Di=');
Pea=(Q^1.8*L*B)/(706.96*((D0+Di)^1.8)*(D0-Di)^3)
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%I. Première phase
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%a. Intérieur de la garniture
%Tooljoint
Dtj=input('Dtj=');
Ltj=input('Ltj=');
Ptj=(Q^1.8*Ltj*B)/(901.63*Dtj^4.8)
%Tige de forage
Ldp=input('Ldp=');
Ddp=input('Ddp=');
Pdp=(Q^1.8*Ldp*B)/(901.63*Ddp^4.8)
%Tige lourde
Lhw=input('Lhw=');
Dhw=input('Dhw=');
Phw=(Q^1.8*Lhw*B)/(901.63*Dhw^4.8)
%Masse tige
Ldc=input('Ldc=');
Ddc=input('Ddc=');
Pdc=(Q^1.8*Ldc*B)/(901.63*Ddc^4.8)
%b. Espace annulaire
%Trou / tige de forage
Di1=input('Di1=');
Pdp1=(Q^1.8*Ldp*B)/(706.96*((D0+Di1)^1.8)*(D0-Di1)^3)
%Trou / tige lourde
Di2=input('Di2=');
Phw1=(Q^1.8*Lhw*B)/(706.96*((D0+Di2)^1.8)*(D0-Di2)^3)
%Trou / masse tige
Di3=input('Di3=');
Pdc1=(Q^1.8*Ldc*B)/(706.96*((D0+Di3)^1.8)*(D0-Di3)^3)
%Trépan
Pt=(d*Q^2)/(2959.41*C^2*A^2)
%La perte de charge totale
Ptot=Ptj+Pdp+Phw+Pdc+Pdp1+Phw1+Pdc1+Pt

```



**II. Deuxième phase :**



*Figure V.2 : Phase 2<sup>ème</sup> de forage*

**a. Intérieur de la garniture :**

**1. Tool-joint :**

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

$$L_{TJ} = 0,05 \cdot 1010,11 = 50,5055 \text{ m}$$

Et  $D_{TJ} = 3 \frac{1}{4}'' = 3,25''$ .

$$P_{TJ} = 938,5807 \text{ kPa}$$

**2. Tige de forage :**

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

$$L_{DP} = 1010,11 - 50,5055 = 959,6 \text{ m}$$

$$P_{DP} = 4778,4 \text{ kPa}$$

**1. Tige lourde :**

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

$$P_{HW} = 1514,6 \text{ kPa}$$

**2. Masse tige :**

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

$$P_{DC} = 4759 \text{ kPa}$$

**b. Espace annulaire :**

**1. Tubage / tige de forage :**

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

$$P_{DP} = 2,9392 \text{ kPa}$$

**2. Trou / tige de forage :**

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

$$P_{DP} = 21,4784 \text{ kPa}$$

**3. Trou / tige lourde :**

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

$$P_{HW} = 4,0326 \text{ kPa}$$

**4. Trou / masse tige :**

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

$$P_{DC} = 0,427 \text{ kPa}$$

**c. Trépan :**

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

$$P_t = 480,7472 \text{ kPa}$$

**d. Equipement de surface :**

$$P_s = N_1 \times B$$

$$P_s = 684,988 \text{ kPa}$$

$N_2=259$  (cas n°04) d'après le formulaire du foreur.

↪ **La perte de charge totale :**

$$P_{tot} = P_{tj} + P_{dp} + P_{hw} + P_{dc} + P_{dp1} + P_{hw1} + P_{dp2} + P_{dc1} + P_t + P_s$$

$$P_{tot} = 13185 \text{ kPa}$$

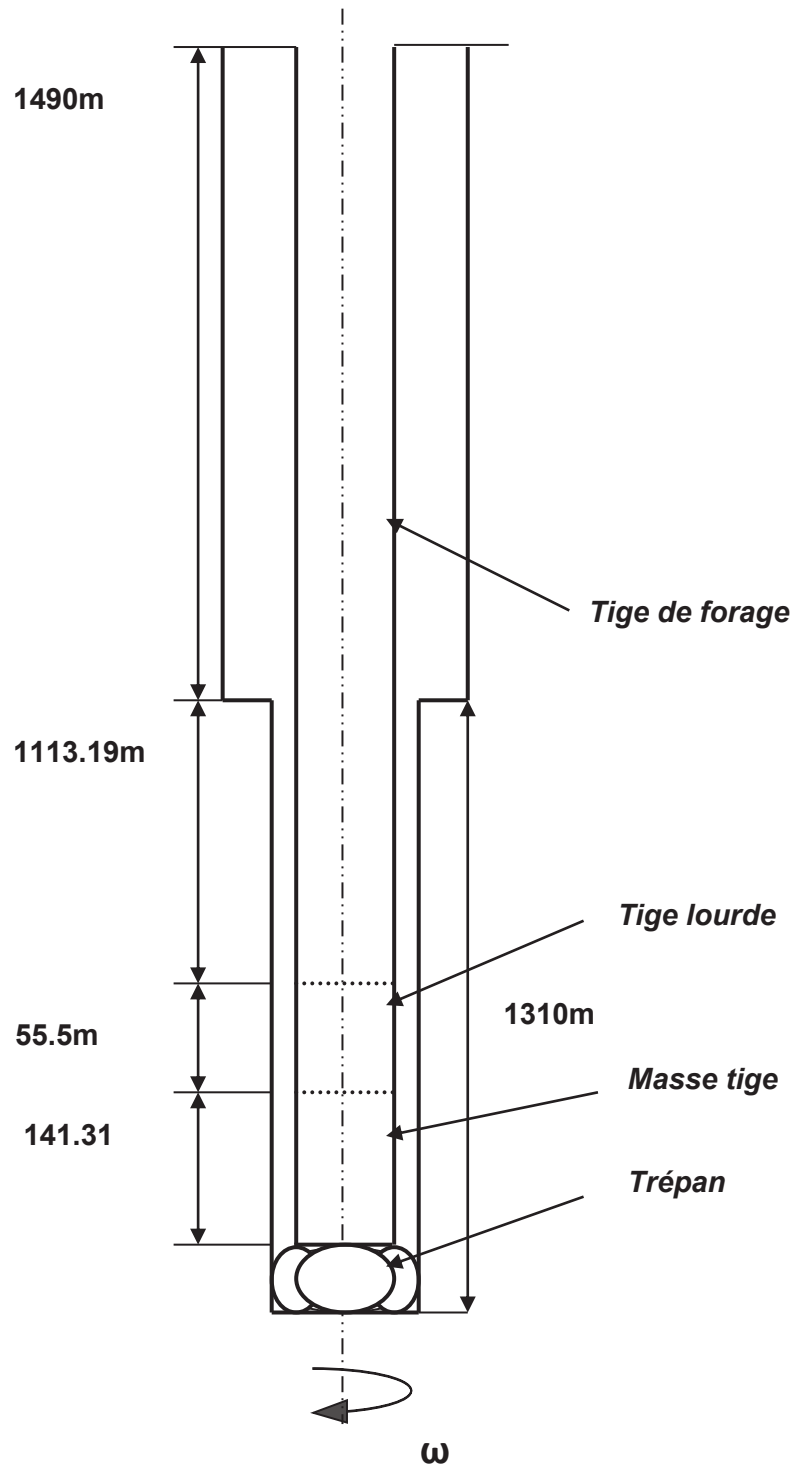
**Calcul des pertes de charge phase 2 d'après logiciel MATLAB :**

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% VI.1.2. Calcul des pertes de charge phase2
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% a Intérieur de la garniture
clear all; clc
N2=input('N2=');
d=input('d=');
mu=input('mu=');
B=(d^0.8)*mu^0.2
Ps=N2*B
%Tool-joint
Q=input('Q=');
Dtj=input('Dtj=');
Ltj=input('Ltj=');
Ptj=(Q^1.8*Ltj*B)/(901.63*Dtj^4.8)
%Tige de forage
Ldp=input('Ldp=');
Ddp=input('Ddp=');
Pdp=(Q^1.8*Ldp*B)/(901.63*Ddp^4.8)
%Tige lourde
Lhw=input('Lhw=');
Dhw=input('Dhw=');
Phw=(Q^1.8*Lhw*B)/(901.63*Dhw^4.8)
%Masse tige
Ldc=input('Ldc=');
Ddc=input('Ddc=');
Pdc=(Q^1.8*Ldc*B)/(901.63*Ddc^4.8)
%b. Espace annulaire
%Tubage / tige de forage
Ldp1=input('Ldp1=');
Ddp1=input('Ddp1=');
Di1=input('Di1=');
Pdp1=(Q^1.8*Ldp1*B)/((706.96*(Ddp1+Di1)^1.8)*((Ddp1-Di1)^3))
%Trou / tige de forage
D01=input('D01=');
Lhw1=input('Lhw1=');
Pdp2=(Q^1.8*Lhw1*B)/(706.96*(D01+Di1)^1.8*(D01-Di1)^3)
%Trou / tige lourde
Ldc1=input('Ldc1=');
Di2=input('Di2=');
Phw1=(Q^1.8*Ldc1*B)/(706.96*((D01+Di2)^1.8)*(D01-Di2)^3)
%Trou / masse tige
D02=input('D02=');
Pdc1=(Q^1.8*Ldc*B)/(706.96*(D02+Di2)^1.8*(D02-Di2)^3)
%Trépan
C=input('C=');
A=input('A=');
Pt=(d*Q^2)/(2959.41*C^2*A^2)
%La perte de charge totale
Ptot=Ptj+Pdp+Phw+Pdc+Pdp1+Phw1+Pdp2+Pdc1+Pt+Ps

```

**III. Troisième phase :**



**Figure V.3 : Phase 3<sup>ème</sup> de forage**

**a. Intérieur de la garniture :**

**1. Tool-joint :**

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

$$P_{TJ} = 2218,5 \text{ kPa}$$

$L_{TJ} = 0,05 \cdot 2603,19 = 130,1595 \text{ m}$   
 et  $D_{TJ} = 3 \frac{1}{4}'' = 3,25''$ .

**2. Tige de forage :**

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

$$P_{DP} = 11295 \text{ kPa}$$

$L_{DP} = 2603,19 - 130,1595 = 2473,03 \text{ m}$ .

**3. Tige lourde :**

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

$$P_{HW} = 1389,1 \text{ kPa}$$

**4. Masse tige :**

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

$$P_{DC} = 4817 \text{ kPa}$$

**b. Espace annulaire :**

**1. Tubage / tige de forage :**

$$P_{DP} = \frac{Q^{1,8} \cdot L_{tub2} \cdot B}{706,96 \cdot (D_{tub2} + D_i)^{1,8} \cdot (D_{tub2} - D_i)^3}$$

$$P_{DP} = 132,8753 \text{ kPa}$$

**2. Trou / tige de forage :**

$$P_{DP} = \frac{Q^{1,8} \cdot L_{HW} \cdot B}{706,96 \cdot (D_0 + D_i)^{1,8} \cdot (D_0 - D_i)^3} \Rightarrow P_{DP} = 108,041 \text{ kPa}$$

**3. Trou / tige lourde :**

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

$$P_{HW} = 65,0312 \text{ kPa}$$

**4. Trou / masse tige :**

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

$$P_{DC} = 51,0146 \text{ kPa}$$

**a. Trépan :**

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

$$P_t = 587,0752 \text{ kPa}$$

**d. Equipement de surface :**

$$P_s = N_1 \times B$$

$$P_s = 442,1706 \text{ kPa}$$

$N_1 = 161$  (cas n°04) d'après le formulaire du foreur.

**↳ Les pertes de charge totale :**

$$P_{tot} = P_{tj} + P_{dp} + P_{hw} + P_{dc} + P_{dp1} + P_{hw1} + P_{dp2} + P_{dc1} + P_t + P_s$$

$$P_{tot} = 21105 \text{ kPa}$$

**Calcul des pertes de charge phase 3 d'après logiciel MATLAB :**

```

%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% VI.1.2. Calcul des pertes de charge phase 3
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
% a. Intérieur de la garniture
clear all; clc
N3=input('N3=');
d=input('d=');
mu=input('mu=');
B=(d^0.8)*mu^0.2
Ps=N3*B
%Tool-joint
Q=input('Q=');
Dtj=input('Dtj=');
Ltj=input('Ltj=');
Ptj=(Q^1.8*Ltj*B)/(901.63*Dtj^4.8)
%Tige de forage
Ldp=input('Ldp=');
Ddp=input('Ddp=');
Pdp=(Q^1.8*Ldp*B)/(901.63*Ddp^4.8)
%Tige lourde
Lhw=input('Lhw=');
Dhw=input('Dhw=');
Phw=(Q^1.8*Lhw*B)/(901.63*Dhw^4.8)
%Masse tige
Ldc=input('Ldc=');
Ddc=input('Ddc=');
Pdc=(Q^1.8*Ldc*B)/(901.63*Ddc^4.8)
%b. Espace annulaire
%Tubage / tige de forage
Ldp1=input('Ldp1=');
Ddp1=input('Ddp1=');
Di=input('Di=');
Pdp1=(Q^1.8*Ldp1*B)/((706.96*(Ddp1+Di)^1.8)*((Ddp1-Di)^3))
%Trou / tige de forage
D0=input('D0=');
Lhw2=input('Lhw2=');
Pdp2=(Q^1.8*Lhw2*B)/(706.96*(D0+Di)^1.8*(D0-Di)^3)
%Trou / tige lourde
Ldc1=input('Ldc1=');
Dil=input('Dil=');
Phw1=(Q^1.8*Ldc1*B)/(706.96*((D0+Dil)^1.8)*(D0-Dil)^3)
%Trou / masse tige
Di2=input('Di2=');
Pdc1=(Q^1.8*Ldc*B)/(706.96*(D0+Di2)^1.8*(D0-Di2)^3)
%Trépan
C=input('C=');
A=input('A=');
Pt=(d*Q^2)/(2959.41*C^2*A^2)
%La perte de charge totale
Ptot=Ptj+Pdp+Phw+Pdc+Pdp1+Phw1+Pdp2+Pdc1+Pt+Ps

```



Nous citons les pertes de charge dans chaque phase de forage :

$$\left. \begin{array}{l} \rightarrow 1^{\text{er}} \text{ phase: } P_{tot} = 6988,7 \text{ kPa}; \\ \rightarrow 2^{\text{ème}} \text{ phase: } P_{tot} = 13185 \text{ kPa}; \\ \rightarrow 3^{\text{ème}} \text{ phase : } P_{tot} = 21105 \text{ kPa}. \end{array} \right\}$$

Ce qui nous faut apparaître que la perte de charge augmente à chaque phase même que le débit réel diminue, à cause de certains facteurs traités après.

D'après ces résultats nous calculons la puissance mécanique pour chaque phase en adoptant le rendement interne et le rendement de la transmission (des chaînes) respectivement égale à 0,9 et 0,95.

**V.1.3. Calcul de la puissance mécanique :**

**A. Première phase :**

$$P_{m1} = \frac{P_{ref1} \cdot Q_{r1}}{\eta_m \cdot \eta_t \cdot 44750}$$

$$P_{m1} = 602,77 \text{ HP}$$

**HP** : Hors Power (puissance en chevaux) ;  
**1HP** = 1.013 chevaux vapeurs.

**B. Deuxième phase :**

$$P_{m2} = \frac{P_{ref2} \cdot Q_{r2}}{\eta_m \cdot \eta_t \cdot 44750}$$

$$P_{m2} = 1033,1358 \text{ HP}$$

**C. Troisième phase :**

$$P_{m3} = \frac{P_{ref3} \cdot Q_3}{\eta_m \cdot \eta_t \cdot 44750}$$

$$P_{m3} = 1544,487 \text{ HP}$$

**V.1.4. Calcul de la puissance hydraulique pour chaque phase :**

$$P_{hr} = \frac{P_{ref} \cdot Q_r}{44750} = P_m \cdot \eta_m \cdot \eta_t$$

**A. Première phase :  $P_{hr1} = 515,368 \text{ HP}$ .**

**B. Deuxième phase :  $P_{hr2} = 883,911 \text{ HP}$ .**

**C. Troisième phase :  $P_{hr3} = 1320,536 \text{ HP}$ .**

On désigne le tableau des résultats de calcul :

Phase	débit	Puissance hydraulique		Puissance mécanique		Pression	
	[l/mn]	[HP]	[kw]	[HP]	[kw]	[Psi]	[bar]
26"	3300	515,368	384,31	602,77	449,49	1013,62	69,887
16"	3000	883,911	659,13	1033,135	770,41	1912,323	131,85
12 ¼"	2800	1320,536	984,72	1544,487	1151,72	3067,548	211,05

Le choix de la pompe qui doit répondre aux paramètres exigés (puissance, débit, pression) par le forage du puits est la pompe triplex du type NATIONAL OIL WEL A1400 PT à simple effet. Avec l'utilisation d'un groupe des pompes on pourra assurer une continuité de la circulation sans arrêt.

**V.1.5. Nombre de pompe dans chaque phase :**

**A. Détermination de nombre de coups par minute pour chaque phase :**

Dans le chantier (ENAFOR), la pompe travaille avec un seul chemisage (6") pour toutes les phases ; ce qui entraîne la variation de nombre de coups par minute de la pompe.

$$N = \frac{Q}{Q_{unitaire}}$$

1 coup  $\longrightarrow$  16,68 l (volume/course)

**a. Première phase :**

$$N_1 = \frac{Q_1}{Q_{unitaire}}$$

$$N_1 = 197,83 \text{ coup/mn}$$

**b. Deuxième phase :**

$$N_2 = \frac{Q_2}{Q_{unitaire}}$$

$$N_2 = 179,845 \text{ coup/mn}$$

**c. Troisième phase :**

$$N_3 = \frac{Q_3}{Q_{unitaire}}$$

$$N_3 = 167,856 \text{ coup/mn}$$

**B. Résultats de nombre de coups par minute pour chaque phase :**

Phase	26"	16"	12" <sup>1/4</sup>
(Coups/mn)	197,83	179,845	167,856

Mais la vitesse maximale de la pompe est 120 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.

V.1.6. Calcul du diamètre de la chemise de chaque phase :

$$D_i = \sqrt{\frac{K \times Q_i}{\alpha \times c \times N}}$$

Où :

$D_i$  : Diamètre intérieur de la chemise [m] ;

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

$Q_i$  : Débit de la boue de chaque phase ( $m^3/s$ ) ;

$N$  : Nombre des coups par minute,  $n=120$  coups/mn.

(Nombre des coups Maximal de la pompe) ;

$C$  : Course de piston  $c = 0,254$  m ;

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

**A. Première phase :**

(Débit de la boue pour une seule pompe)

$$Q_1 = 3300/2 = 1650 \text{ l/mn}$$

$$D_1 = 0,1595 \text{ m}$$

**B. Deuxième phase :**

(Débit de la boue pour une seule pompe)

$$Q_2 = 3000/2 = 1500 \text{ l/mn}$$

$$D_2 = 0,1521 \text{ m}$$

**C. Troisième phase :**

(Débit de la boue pour une seule pompe)

$$Q_3 = 2800/2 = 1400 \text{ l/mn}$$

$$D_3 = 0,1455 \text{ m}$$

D'après la plage des diamètres normalisés, on choisit les chemises suivantes :

$$D_1 = 0,1595 \text{ m} \longrightarrow D_1 = 6''\frac{1}{4}$$

$$D_2 = 0,1521 \text{ m} \longrightarrow D_2 = 6''$$

$$D_3 = 0,1455 \text{ m} \longrightarrow D_3 = 5''\frac{3}{4}$$

# Conclusion

L'étude présente nous a permis d'approfondir nos connaissances dans les domaines des équipements de forage en général et sur un organe essentiel dans ce domaine qui est la pompe à boue.

Lors du forage des puits de pétrole et du gaz, la circulation de la boue est nécessaire et plus particulièrement avec l'augmentation de la profondeur forée. La boue qui contient des particules de terrains découpées fait provoquer une usure par abrasion des pièces frottant, ce qui exige le bon fonctionnement des dispositifs d'épuration à chaque remontée de boue à la surface.

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

En plus des paramètres de fonctionnement (pression et débit) liés aux phases de forage, une pompe à boue doit être souple, robuste, facile à entretenir et possédant une durée de service longue. Néanmoins durant le fonctionnement, les opérations de visite et de remplacement des pièces à usure rapide est nécessaire pour augmenter la longévité et la fiabilité de la machine.

Le calcul des pertes d'énergies massiques réalisé, conformément au programme de forage du puits donné, montre que le choix de la pompe triplex à simple effet est satisfaisant, elle s'adapte convenablement aux conditions de ce forage.

---

# Bibliographie

1. Division forage département formation (M1) PDF.
  2. 15 Stratégie de Maintenance Industrielle (Document PDF).
  3. Manuel des pompes National Oil Well 1400PT (Document ENAFOR).
  4. [fr.scribd.com/document/Presentation-de-La-Pompe-a-Boue-Oil-Well-a1400Pt](http://fr.scribd.com/document/Presentation-de-La-Pompe-a-Boue-Oil-Well-a1400Pt)
  5. <http://slideplayer.fr/slide/11196995/#>
  6. Drilling program (Sonatrach / Drilling Division) PDF.
  7. « Etude de la pompe à boue National Oil Well 12P160 », ZITOUNI A.GHANI, BEKHOUCHE A.HAKIM université m'Hamed Bougara de Boumerdes, Mémoire de fin d'études (2007/2008).
-

## **Résumé :**

Notre travail a pour but d'étudier la pompe de la boue du forage et leurs méthodes de maintenance ainsi, son domaine d'utilisation dans les chantiers pétrolières et on a exposé son rôle important dans le processus de forage, elle est considérée comme un élément clé dans le système de pompage pour le processus de forage.

Et avant d'entrer dans le sujet, nous avons donné des généralités sur l'appareil de forage et ses composants, y compris la pompe. Nous avons également expliqué le système de circulation de la boue et les éléments qui composent ce système.

Après nous avons étudié la pompe "National Oil-Well A 1400PT" en particulier. Nous avons terminé notre étude en énonçant leurs méthodes de maintenance ainsi les domaines d'application et leur calcul de vérification.

**Mots-clés :** pompe, maintenance, fluides de forage (La boue).

## **ملخص :**

يهدف عملنا إلى دراسة مضخة الطين الحفر وأساليب الصيانة الخاصة بهم وكذلك مجال استخدامه في حقول النفط وتعرض لدوره المهم في عملية الحفر. المفتاح في نظام الضخ لعملية الحفر.

وقبل الدخول في هذا الموضوع ، قدمنا معلومات عامة حول جهاز الحفر ومكوناته ، بما في ذلك المضخة. شرحنا أيضا نظام تداول الطين والعناصر التي تشكل هذا النظام بعد أن درسنا المضخة

على وجه الخصوص "National Oil-Well A 1400PT".

أكملنا دراستنا عن طريق ذكر طرق الصيانة وكذلك مجالات التطبيق وحساب التحقق.

**كلمات البحث:** مضخة ، صيانة ، سوائل الحفر (الطين).

## **Summary:**

Our work aims to study feed pump and maintenance methods, its field of use in the oilfields and its important role in the nutrition process, which is an essential element in the food system.

Before entering this topic, we have provided general information about the power system and its components, including the pump. We also explained the trading system of the clay and the elements that make up this system.

After we studied the pump "National Petroleum Well 1400PT" in particular.

We completed our study by identifying the maintenance methods as well as the areas of application and the calculation of the controls.

**Keywords:** pump, maintenance, feed fluids.