



**République Algérienne Démocratique et
Populaire**



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

UNIVERSITE D'EL-OUED

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIE

Mémoire de fin d'étude

Présenté pour l'obtention du diplôme de

LICENCE ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technologies

Spécialité : Génie mécanique

Option : Maintenance des équipements industriels

Thème

Etude et maintenance de la pompe à boue

National oil well 12P160

Devant le jury composé de :

..... Président
..... Examineur
..... Examineur
DJABALLAH Saïd Encadreur

Présenté par :

- FERHAT Mohammed Laid
- ROUISSI Nadia
- GOSSA Aichouche

2013-2014

Dédicace

À nos parents,

À nos familles,

À nos amis.

Remerciements

Tout d'abord, nous remercions ALLAH, notre créateur de nous avoir donné les forces pour accomplir ce travail.

Nous adressons le grand remerciement à notre encadreur qui a proposé le thème de ce mémoire, aussi pour ses conseils et ses orientations.

Nous avons également l'honneur de remercier l'Administration du Département de Mécanique d'avoir facilité le processus de sélection du mémoire et de l'encadreur, ainsi que de l'organisation et la bonne coordination.

Un grand merci est adressé aux examinateurs d'avoir accepté la lecture et l'évaluation de notre mémoire.

Finalement, nous remercions tous ceux qui ont participé à réaliser ce mémoire.

Tableau des matières

Index des figures	i
Introduction.....	1

CHAPITRE I : Généralités sur la maintenance

I.1 La fonction de maintenance	2
I.2 Définition	2
I.3 Les rôles de la maintenance	2
I.4 Les différentes formes (type) de la maintenance	3
I.4.1 Maintenance corrective	3
I. 4.2 Maintenance préventive	4
I.4.2.1 Maintenance préventive systématique	4
I.4.2.2 Maintenance préventive conditionnelle	4
I.4.3 La maintenance palliative	4
I.4.4 La maintenance curative	5
I.5 Les opérations de maintenance	5
I.5.1 Les opérations de maintenance préventive	5
I.5.2 Autres opérations	7
I.5.3 Les échanges standards	7
I.6 Niveaux de maintenance	8
I.7 Importance de la maintenance par rapport à l'activité de l'entreprise	12

CHAPITRE II : Technologie de la pompe à boue 12P160

II.1 Rôle de pompe de forage	13
II.2 Description de la pompe à boue triplex a simple effet « National oil well 12p160 »	14
II.2. 1 Fiche Technique de la pompe 12p160	14
II.2.2 Construction de la pompe	14
II.2.2.1 Partie mécanique de la pompe 12p160	16
II.2.2.2 La partie hydraulique de la pompe 12p160	22
II.2.2.3 Partie électrique :(Figure II.14)	26
II.3 Particularités d'alimentation	26
II.4 Annexes de la pompe a boue	28
II.4.1 Les amortisseurs de pulsations	28
II.4.2 La soupape de sécurité	29
II.5 Les avantages et les inconvénients de la pompe triplex à simple effet	30

II.5.1 Les avantages	30
II.5.2 Les inconvénients	30
CHAPITRE III : Exploitation et maintenance de la pompe à boue 12P160	
III.1 Exploitation des pompes à boue	31
III.1.1 Mise en série des deux pompes	31
III.1.2 Mise en parallèle des deux pompes	31
III.1.3 Régimes d'exploitation de la pompe 12P160	32
III.1.4 Conditions de fonctionnement de la pompe à boue national Oil Well 12P160	32
III.1.5 La mise en marche et arrêt de la pompe	33
III.2 Maintenance de la pompe National Oil-Well 12P160.....	33
III.2.1 Maintenance préventive	33
III.2.2 Programme de maintenance systématique de la pompe à boue	34
III.2.3 Maintenance corrective	37
III.3 Entretien au niveau du chantier	38
III.4 Pannes de la pompe à boue et leurs remèdes	39
III.5 Operations de réparation des pompes à boue	42
III.5.1 Définition	42
III.5.2 Réparation apportée à la pompe à boue	43
III.5.3 Méthode de lancement des travaux de réparation de la pompe à boue	43
III.6 Montage et démontage de la pompe à boue	44
III.6.1 Démontage de la pompe à boue	44
III.6.2 Remontage de la pompe à boue	46
CHAPITRE IV : Système de circulation de la boue	
IV.1 La boue de forage.....	47
IV.2 Le cycle de La boue sur un site de forage	47
IV.3 Rôle de La boue	49
IV.4 Classification de la boue.....	51
IV.4.1 Boue à base d'eau	51
IV.4.2 Boue à base d'huile	52
IV.5 Les pertes de circulation	52
IV.6 Les différents circuits de système de circulation.....	52
IV.6.1 Circuit à basse pression	52
IV.6.2 Circuit à haute pression	53
IV.7 Moyens de fabrication et de traitement mécanique de la boue de forage.....	53

Tableau des matières

Conclusion	59
Références.....	60

Index des figures

Figure I.1	Organigramme de types de maintenance	03
Figure I.2	Les niveaux de la maintenance.....	08
Figure II.1	Pompe à boue en coupe.....	15
Figure II.2	Partie mécanique.....	17
Figure II.3	Arbre à grande vitesse	17
Figure II.4	L'arbre petite vitesse	18
Figure II.5	Système bielle- manivelle	18
Figure II.6	La crosse.....	19
Figure II.7	Couple d'engrenage	20
Figure II.8	Moteur électrique.....	21
Figure II.9	Roulements de bielles	21
Figure II.10	Partie hydraulique	23
Figure II.11	Le piston et la tige de piston.....	24
Figure II.12	La chemise.....	25
Figure II.13	Les siège et le clapet.....	25
Figure II.14	Moteur électriques.....	26
Figure II.15	Pompe centrifuge.....	27
Figure II.16	Amortisseur de pulsation Sur l'aspiration	28
Figure II.17	Amortisseur de pulsation sur le refoulement	28
Figure II.18	Soupape de sécurité.....	29
Figure IV.1	Système de circulation de la boue	48
Figure IV.2	Les mixers (mélangeur hydraulique).....	54
Figure IV.3	Agitations à hélices.....	54
Figure IV.4	Tamis vibrants.....	55
Figure IV.5	Dessaleurs (L'hydro cyclones).....	56
Figure IV.6	Centrifugeuse.....	57
Figure IV.7	Dégazeurs.....	58

Introduction

Actuellement, le développement de notre monde est plus vite, les sources de l'énergie est épuisable, donc l'effet de la maintenance de l'équipement industrielle se sera manifeste beaucoup plus, c'est la meilleure garante de la prolongation de la vie de notre dispositif.

Le pétrole c'est une source d'énergies qui est le plus utilise Parmi les sources de l'énergies leur opération de l'extraire est très difficile, elle demande un matérielle lourd, complexe et très chères.

La sonde qui est utilise pour l'extraire de pétrole contient diverses éléments comme treuil pour le levage, bop pour la sécurité, et la pompe a boue pour la circulation de la boue, ces équipements sont fonctionnées au but d'accomplir et de finir leur travail d'une manière optimum.

Nous avons choisie notre sujet de mémoire grâce a l'importance de rôle de la pompe à boue dans la domaine pétrolière et qui est subie à la décomposition suivante :

- Le premier chapitre est consacré à la maintenance industrielle en générale.
- Le deuxième est spécialisé à la technologie de la pompe à boue 12P160.
- Dans le troisième chapitre nous avons détaillé exploitation et maintenance de la pompe à boue .
- Finalement, au chapitre quatre une étude système de circulation de la boue.

Nous terminerons ce mémoire par une conclusion générale et les différents résultats auquel nous avons abouti .

I.1 La fonction de maintenance

La maintenance doit se doter des moyens permettant d'intervenir dans les meilleures conditions d'appliquer les différentes méthodes optimisant les coûts globaux.

Actuellement la modernisation de l'outil de production impose une évolution fondamentale dans ce domaine, une évolution des mentalités.

Cette mutation nécessite des structures nouvelles, des moyens nouveaux et pour le personnel un état d'esprit.

I.2 Définition

La norme AFNOR NF X 60 010 donne la définition suivante de la maintenance : "l'ensemble des actions qui permettant de maintenir ou rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé." "Maintenir, c'est donc effectuer des opérations (dépannage, réparation, graissage, visite, amélioration, etc.) qui permettent de conserver le potentiel du matériel pour assurer la continuité et la qualité de production".

"Maintenir, c'est assurer ces opérations au goût global optimum" .

I.3 Les rôles de la maintenance

La maintenance doit assurer la rentabilité des investissements matériels de l'entreprise en maintenant le potentiel d'activité et en tenant compte de la politique définie par l'entreprise. Pour cela on doit tenir compte des :

- prévisions à long terme : liée à la politique de l'entreprise et permettant l'ordonnement des stocks d'investissements.
- prévisions à moyen terme : la volonté de maintenir le potentiel d'activité, conduit à diminuer les fréquences d'immobilisation du matériel et d'arrêt qui perturbe la production.

Dès lors il faut fournir nécessairement tôt le calendrier des interventions de maintenance, Celle-ci ayant une influence sur l'ordonnement de la production.

- prévention à court terme : dans ce cas le service de maintenance s'efforcera de réduire l'immobilisation des matériels et le coût de ces interventions.

I.4 Les différentes formes (type) de la maintenance

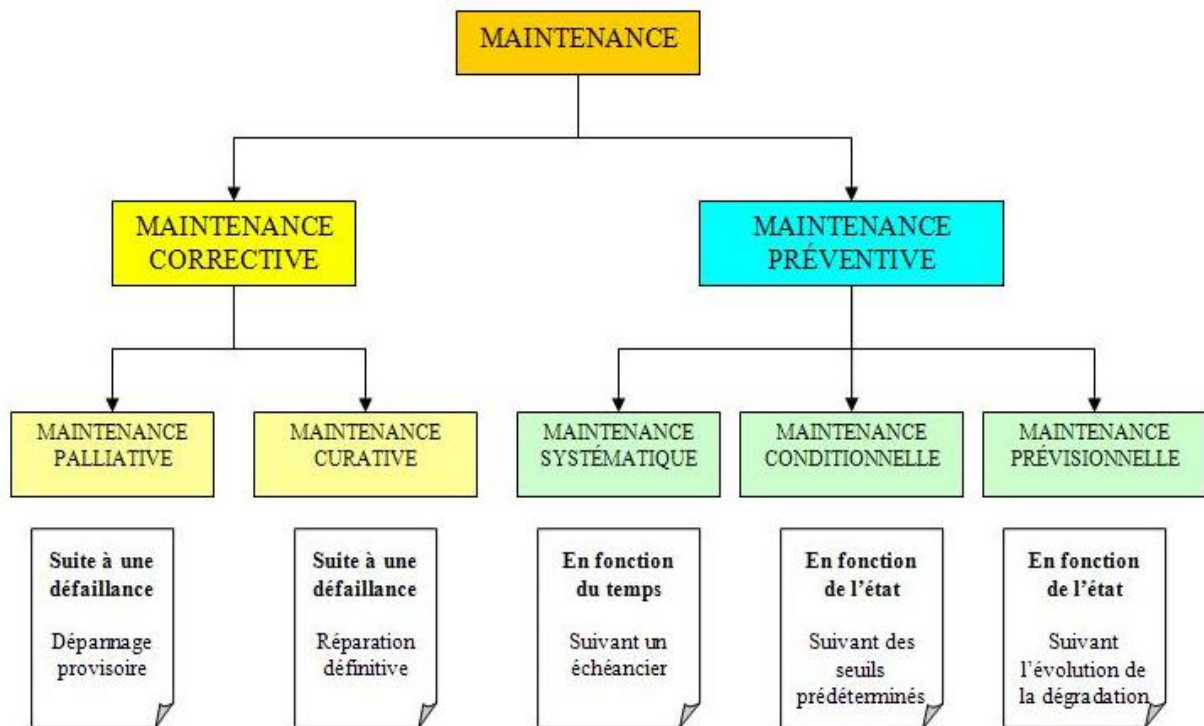


Figure I.1: Organigramme de types de maintenance

I.4.1 Maintenance corrective:

Maintenance effectué après défaillance. Suivant la nature des interventions on distinguer deux types de remise en état de fonctionnement :

- Dépannage : Remise en état provisoire qui sera obligatoirement suivi d'une réparation.
- Réparation : Remise en état de fonctionnement conforme aux conditions données.

❖ Avantage et inconvénients de la maintenance corrective :

- **Avantage :**
 - Un budget d'entretien moyen.
 - Coût direct minimisé.
 - Frais de gestion de stocks moins important.
 - Simplicité du travail.
- **Inconvénient :**
 - Temps d'arrêt et d'intervention relativement long.

- Coût de maintenance élevée.
- Achats des pièces de rechange à un prix élevé.

I.4.2 Maintenance préventive:

Maintenance ayant pour objectif de réduire la probabilité de défaillance, ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondant sont déclenchées selon échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unité d'usage (maintenance systématique).et ou de critères prédéterminé significatifs de l'état de dégradation bien ou de service (maintenance conditionnelle).

❖ Avantages et inconvénients de la maintenance préventive :

- **Avantage :**
 - Bonne préparation de l'intervention.
 - Durée de mobilisation du matériel minimisée.
 - Facilité de programmation et de planification des travaux.
- **Inconvénients :**
 - Frais de gestion des stocks importants.
 - Frais dus à la planification.
 - Charges supplémentaires dues formation du personnel.

I.4.2.1 Maintenance préventive systématique :

Les remplacements des pièces et des fluides ont lieu quelque soit leur état de dégradation du bien et de façon périodique.

I.4.2.2 Maintenance préventive conditionnelle :

Les remplacements ou les remises en état de pièces, les remplacements ou les appoints fluides ont lieu après une analyse de leur état de dégradation.

I.4.3 La maintenance palliative :

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

I.4.4 La maintenance curative :

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

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

« Maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée, paramètres significatifs de la dégradation de paramètres significatifs de la dégradation du bien ».

I.5 Les opérations de maintenance

➤ Le dépannage :

Le dépannage n'a pas de conditions d'applications particulières. La connaissance du comportement du matériel et des modes de dégradation n'est pas indispensable même si cette connaissance permet souvent de gagner du temps.

Souvent, les opérations de dépannage sont de courtes durées mais peuvent être nombreuses. De ce fait, les services de maintenance soucieux d'abaisser leurs dépenses tentent d'organiser les actions de dépannage. Certains indicateurs de maintenance (pour en mesurer son efficacité) prennent en compte le problème du dépannage.

Ainsi, le dépannage peut être appliqué par exemple sur des équipements fonctionnant en continu dont les impératifs de production interdisent toute visite ou intervention à l'arrêt.

➤ La réparation :

L'application de la réparation peut être décidée soit immédiatement à la suite d'un incident ou d'une défaillance, soit après un dépannage, soit après une visite de maintenance préventive conditionnelle ou systématique.

Remarque : la réparation correspond à une action définitive. L'équipement réparé doit assurer les performances pour lesquelles il a été conçu.

Tous les équipements sont concernés.

I.5.1 Les opérations de maintenance préventive :

➤ **Les inspections :** contrôles de conformité réalisés en mesurant, observant, testant ou calibrant les caractéristiques significatives d'un bien. En général, l'inspection peut être

réalisée avant, pendant ou après d'autres activités de maintenance. C'est une activité de surveillances exerçant dans le cadre d'une mission définie. Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies. Pour la maintenance, cette activité peut s'exercer notamment au moyen de rondes. Exemples : inspection des matériels de lutte contre l'incendie dans une entreprise, inspection des moyens de protection contre les risques d'accidents dans une menuiserie industrielle, inspection de l'état des élingues et des cordages utilisés sur un chantier de manutention portuaire. Ces activités d'inspection sont en général exécutées sans outillage spécifique et ne nécessitent pas d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.

- **Visites** : opérations de surveillance qui, dans le cadre de la maintenance préventive systématique, s'opèrent selon une périodicité déterminée. Ces interventions correspondent à une liste d'opérations définies préalablement qui peuvent entraîner des démontages d'organes et une immobilisation du matériel. Une visite peut entraîner une action de maintenance corrective. Exemples : visite périodique des ascenseurs dans les immeubles d'habitation, visite périodique des organes moteurs d'un véhicule de transport, visite périodique des équipements électriques et mécaniques des engins de levage dans un hall de montage.
- **Contrôles** : vérifications de conformité par rapport à des données préétablies suivies d'un jugement. Le contrôle peut :
 - Comporter une activité information.
 - Inclure une décision : acceptation, rejet, ajournement.
 - Déboucher comme les visites sur des opérations de maintenance corrective.

Exemples :

Contrôle du niveau d'isolement électrique d'une installation à basse tension par rapport à la norme NFC15-100, contrôle du jeu fonctionnel dans une liaison mécanique par rapport aux spécifications du dessin technique, contrôle de la longueur des balais d'une machine tournante à courant continu par rapport à la valeur spécifiée par le service méthodes de l'entretien.

La périodicité du contrôle peut être :

- Constante durant la phase de fonctionnement normal du matériel.
- Variable, et de plus en plus courte, dès que le matériel entre dans sa phase d'usure.

Dans des systèmes automatisés importants, les moyens matériels mis en œuvre pour ces contrôles sont intégrés au processus d'exploitation du matériel par une saisie directe des informations sur le site, suivie de leur mise en forme et de leur traitement dans des centrales de mesures.

Exemples :

- Contrôle permanent et automatique du fonctionnement d'une unité de raffinage.
- Contrôle centralisé des vibrations sur les machines tournantes d'un train de laminoirs.
- Contrôle centralisé des températures dans une installation de traitements thermiques.

Les opérations de surveillance (contrôles, visites, inspections) sont nécessaires pour maîtriser l'évolution de l'état réel du bien. Elles sont effectuées de manière continue ou à des intervalles prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

Exemple :

Une inspection de matériel de transport peut se faire tous les ans alors qu'une visite sur un moto-compresseur est programmée toutes les trois cents heures de fonctionnement. Dans le premier cas la périodicité est exprimée par rapport au temps, dans le second par rapport à une unité d'usage, l'heure de fonctionnement.

I.5.2 Autres opérations :**Révision :**

Il faut distinguer suivant l'étendue des opérations à effectuer les révisions partielles et les révisions générales. Dans les 2 cas, cette opération nécessite la dépose de différents sous-ensembles.

Le terme révision ne doit en aucun cas être confondu avec les termes visites, contrôles, inspections.

Les 2 types d'opérations définis (révision générale ou partielle) relèvent du 4^{ème} niveau de maintenance (cf. paragraphe suivant).

I.5.3 Les échanges standards :

Soulte : somme d'argent qui, dans un échange ou dans un partage, compense l'inégalité de valeur des lots ou des biens échangés.

I.6 Niveaux de maintenance

La maintenance et l'exploitation d'un bien s'exercent à travers de nombreuses opérations, parfois répétitives, parfois occasionnelles, communément définies jusqu'alors en 5 niveaux de maintenance.

Le classement de ces opérations permet de les hiérarchiser de multiples façons. Ce peut être en fonction des critères suivants :

Définir qui fait quoi au regard de chacun des niveaux de maintenance :

- Le personnel de production.
- Le personnel de maintenance en tenant compte de la qualification de l'intervenant.
- Le personnel de l'entreprise ou un sous-traitant.
- Une combinaison des 3.



Figure I.2: Les niveaux de la maintenance

1^{er} Niveau :

Actions simples nécessaires à l'exploitation et réalisées sur des éléments facilement accessibles en toute sécurité à l'aide d'équipements de soutien intégrés au bien. Ce type d'opération peut être effectué par l'utilisateur du bien avec, le cas échéant, les équipements de soutien intégrés au bien et à l'aide des instructions d'utilisation.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

Exemples en maintenance préventive :

Ronde de surveillance d'état, graissages journaliers, manœuvre manuelle d'organes mécaniques, relevés de valeurs d'état ou d'unités d'usage, test de lampes sur pupitre, purge d'éléments filtrants, contrôle d'encrassement des filtres.

Exemples en maintenance corrective :

Remplacement des ampoules, ajustage, remplacement d'éléments d'usure ou détériorés, sur des éléments composants simples et accessibles.

2^{ème} Niveau :

Actions qui nécessitent des procédures simples et/ou des équipements de soutien (intégrés au bien ou extérieurs) d'utilisation ou de mise en œuvre simple. Ce type d'actions de maintenance est effectué par un personnel qualifié avec les procédures détaillées et les équipements de soutien définis dans les instructions de maintenance. Un personnel est qualifié lorsqu'il a reçu une formation lui permettant de travailler en sécurité sur un bien présentant certains risques potentiels, et est reconnu apte pour l'exécution des travaux qui lui sont confiés, compte tenu de ses connaissances et de ses aptitudes.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.

On peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

Exemples en maintenance préventive :

Contrôle de paramètres sur équipements en fonctionnement, à l'aide de moyens de mesure intégrés au bien ; réglages simples (alignement de poulies, alignement pompe moteur, etc.) ; contrôle des organes de coupure (capteurs, disjoncteurs, fusibles), de sécurité, etc. ; graissage à faible périodicité (hebdomadaire, mensuelle) ; remplacement de filtres difficiles d'accès.

Exemples en maintenance corrective :

Remplacement par échange standard de pièces (fusibles, courroies, filtres à air, etc.) ; remplacement de tresses, de presse-étoupe, etc. ; lecture de logigrammes de dépannage pour remise en cycle ; remplacement de composants individuels d'usure ou détériorés par échange standard (rail, glissière, galet, rouleaux, chaîne, fusible, courroie,...).

3^{ème} Niveau :

Opérations qui nécessitent des procédures complexes et/ou des équipements de soutien portatifs, d'utilisation ou de mise en œuvre complexes. Ce type d'opération de maintenance peut être effectué par un technicien qualifié, à l'aide de procédures détaillées et des équipements de soutien prévus dans les instructions de maintenance.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

Exemples en maintenance préventive :

Contrôle et réglages impliquant l'utilisation d'appareils de mesure externes aux biens ; visite de maintenance préventive sur les équipements complexes ; contrôle d'allumage et de combustion (chaudières) ; intervention de maintenance préventive intrusive ; relevé de paramètres techniques d'état de biens à l'aide de mesures effectuées d'équipements de mesure individuels (prélèvement de fluides ou de matière, etc.).

Exemples en maintenance corrective :

Diagnostic ; réparation d'une fuite de fluide frigorigène (groupe de froid) ; reprise de calorifuge ; remplacement d'organes et de composants par échange standard de technicité générale, sans usage de moyens de soutien communs ou spécialisés (carte automate, vérin, pompe, moteurs, engrenage, roulement, etc.) ; dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure et de diagnostics individuels.

4^{ème} Niveau :

Opérations dont les procédures impliquent la maîtrise d'une technique ou technologie particulière et/ou la mise en œuvre d'équipements de soutien spécialisés. Ce type

d'opération de maintenance est effectué par un technicien ou une équipe spécialisée à l'aide de toutes instructions de maintenance générales ou particulières.

Commentaire : Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc.) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires, à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

Exemples en maintenance préventive :

Révisions partielles ou générales ne nécessitant pas le démontage complet de la machine ; analyse vibratoire ; analyse des lubrifiants ; thermographie infrarouge ; relevé de paramètres techniques nécessitant des moyens de mesure collectifs (oscilloscope, collecteur de données vibratoires) avec analyse des données ; révision d'une pompe en atelier, suite à dépose préventive.

Exemples en maintenance corrective :

Remplacement de clapets de compresseur ; remplacement de tête de câble en BTA ; réparation d'une pompe sur site, suite à une défaillance ; dépannage de moyens de production par usage de moyens de mesure ou de diagnostics collectifs et/ou de forte complexité (valise de programmation automate, système de régulation et de contrôle des commandes numériques, variateurs, etc.).

5^{ème} Niveau :

Opérations dont les procédures impliquent un savoir-faire, faisant appel à des techniques ou technologies particulières, des processus et/ou des équipements de soutien industriels.

Par définition, ce type d'opérations de maintenance (rénovation, reconstruction, etc.) est effectué par le constructeur ou par un service ou société spécialisée avec des équipements de soutien définis par le constructeur et donc proches de la fabrication du bien concerné.

Exemples :

Révisions générales avec le démontage complet de la machine ; reprise dimensionnelle et géométrique ; réparations importantes réalisées par le constructeur ; reconditionnement du bien ; remplacement de biens obsolètes ou en limite d'usure.

I.7 Importance de la maintenance par rapport à l'activité de l'entreprise

L'importance de la maintenance diffère selon le secteur d'activité. La préoccupation permanente de la recherche de la meilleure disponibilité suppose que tout devra être mis en œuvre afin d'éviter toute défaillance. La maintenance sera donc inévitable et lourde dans les secteurs où la sécurité est capitale. Inversement, les industries manufacturières à faible valeur ajoutée pourront se satisfaire d'un entretien traditionnel et limité.

- Importance fondamentale : nucléaire, pétrochimie, chimie, transports (ferroviaire, aérien, etc.).
- Importance indispensable : entreprises à forte valeur ajoutée, de procès, construction automobile.
- Importance moyenne : industries de constructions diversifiées, coûts d'arrêts de production limités, équipement semi automatiques.
- Importance secondaire : entreprises sans production de série, équipements variés.

Importance faible ou négligeable : entreprise manufacturière, faible valeur ajoutée, forte masse salariale.

Introduction :

L'expérience accumulée dans le domaine du forage des puits profonds montre que seule la pompe horizontale à piston répond aux exigences du forage; en dehors de sa puissance et de son débit, une pompe doit être souple, robuste et facile à entretenir. De nos jours les pompes les plus couramment utilisées sont les triplex à simple effet, de principe équivalent, mais beaucoup plus robustes. Ces pompes comportent trois cylindres à simple effet (la boue est aspirée et refoulée par un seul côté du piston). Dans la pratique on utilise différents types de pompe à boue donc nous pouvons citer :

- OIL WELL TRIPLEX 1400 PT.
- OIL WELL DUPLEX 560 PD.
- OIL WELL DUPLEX 1400PT.
- IDECO TRIPLEX 1600.
- IDECO TRIPLEX T800.
- NATIONAL OIL WELL 12 P 160.

Suite les type de pompe:

Cependant on a choisi de faire notre étude sur la pompe à boue triplex National Oil Well 12P160 Parce qu'elle est la plus utilisée dans les chantiers de forage, Grâce à sa souplesse d'utilisation, sa puissance et son entretien facile et du fait qu'elle est la moins coûteuse aux autres pompes.

II.1 Rôle de pompe de forage

Les pompes à boue sont les consommateurs principaux de la puissance fournie à l'installation de forage, la consommation de la puissance d'une pompe à boue atteint 80 % de la puissance totale de l'appareil de forage.

Aujourd'hui le forage d'un puits profond s'effectue avec des pressions de 25 à 35 Mpa développées à la sortie de la pompe à boue, le débit de la pompe ou débit de forage est de 30 à 80 l/mn .

On utilise les pompes de forage dans le but d'assurer le débit nécessaire et la pression voulue pour la circulation de la boue entre la pompe et le fond du puits qui doit revenir à la surface .

II.2 Description de la pompe à boue triplex a simple effet « National oil well 12p160 »

II.2.1 Fiche Technique de la pompe 12p160 :

Chaque pompe se compose d'une fiche technique qui donne toutes les informations qui portent sur la pompe (IDENTIFICATION & SPECIFICATIONS).

IDENTIFICATION

Désignation	Pompe à Boue
Constructeur	NATIONAL OILWELL
Type	12P160
N° de Série	356
N° de Contrat	IN9218
Date de Mise en service	01.09.1993

SPECIFICATIONS

Dimension de la pompe (Max. Chemise Course)	Inches	7 1/4 x 12
Dimension des chemises	Inches	7, 6 3/4, 6 1/2, 6 1/4, 6, 5 3/4, 5 1/2
Pression de test hydrostatique	Psi	10 000
Puissance d'entrée	HP	1600
Vitesse de rotation	Coup/mn	120
Capacité d'huile	Gallons	130

II.2.2 Construction de la pompe :

Comme toutes les pompes triplex à simple effet, elle est constituée de deux parties principales :

- Partie mécanique.
- Partie hydraulique.

- Partie électrique.

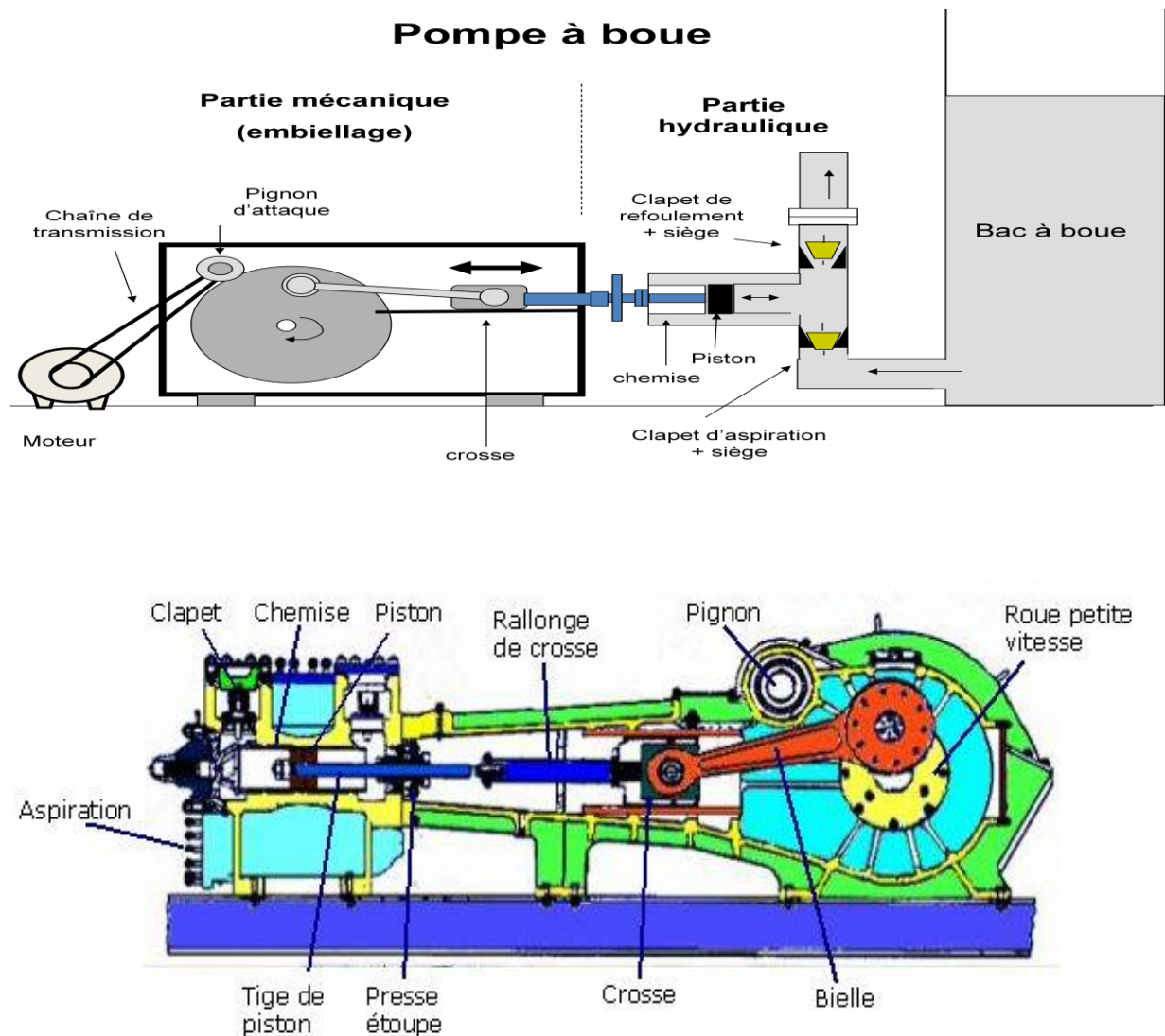


Figure II.1: Pompe à boue en coupe

➤ **Partie mécanique :**

Pour la partie mécanique, tous les constructeurs ont choisi le principe de la pompe triplex avec excentrique, bielle, crosses et rallonge de crosse.

Mais les pignons des arbres à grande vitesse et à petite vitesse sont excentrés par rapport à l'axe de la pompe et l'arbre petite vitesse est en forme de vilebrequin.

➤ **Partie hydraulique :**

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

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

II.2.2.1 Partie mécanique de la pompe 12p160 :

II.2.2.1.1 Description :

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

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

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

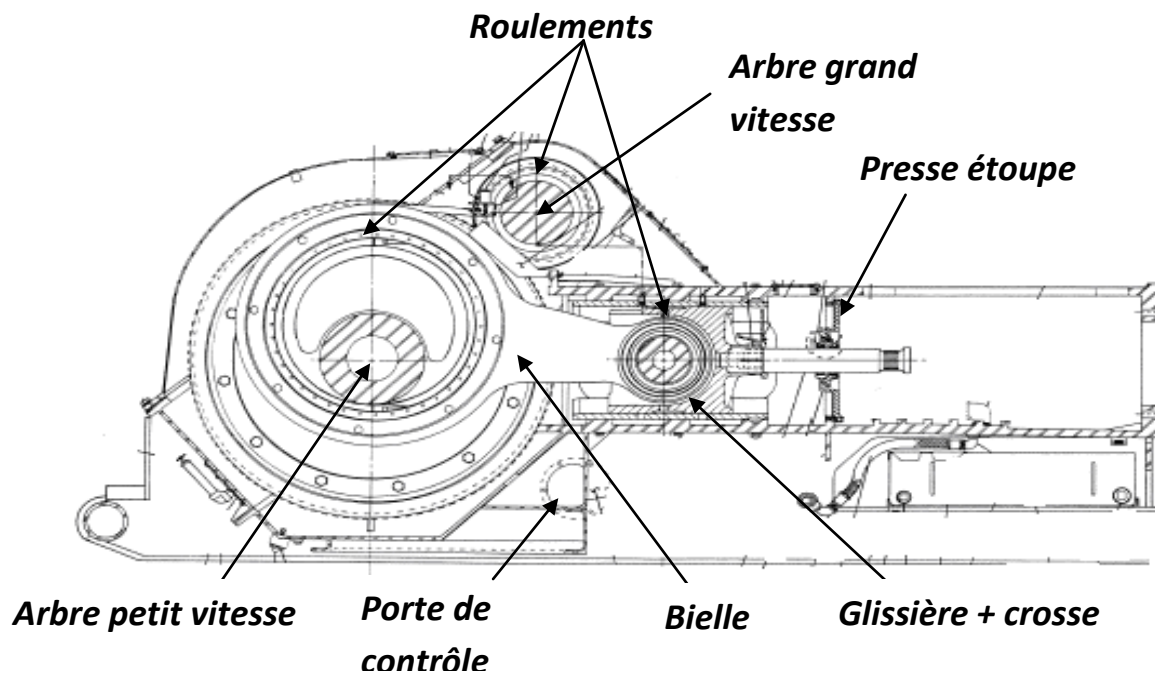


Figure II.2: Partie mécanique

❖ L'arbre grande vitesse (pignon shaft) :

C'est l'arbre d'entraînement de la pompe, celui sur lequel sont accouplés les moteurs d'entraînement, entraînement qui peut être réalisé par moteurs électriques et transmissions.

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

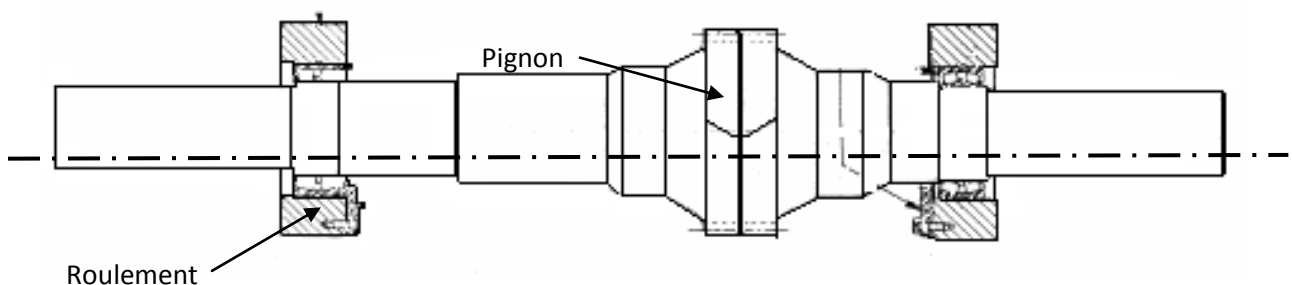


Figure II. 3 Arbre à grande vitesse

❖ **L'arbre petite vitesse (crankshaft) ou vilebrequin :**

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

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

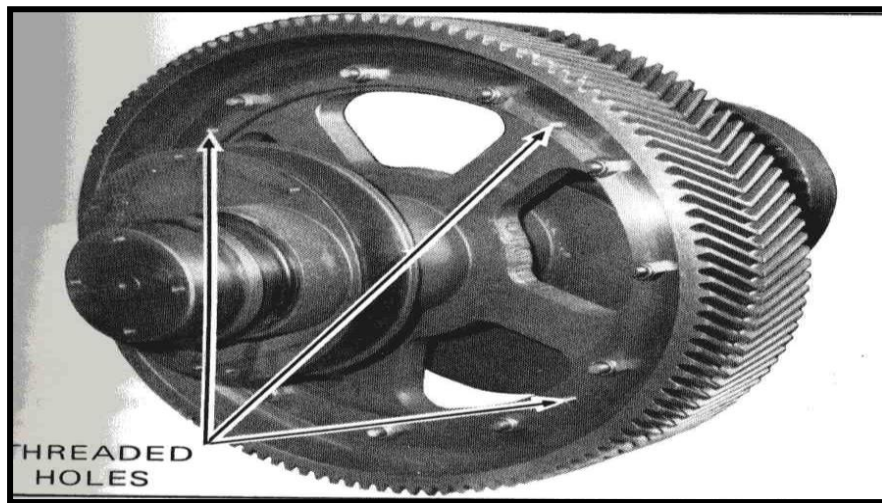


Figure II.4: L'arbre petite vitesse

Sur le vilebrequin sont montées 03 bielles selon le type de pompe (triplex). Les têtes des bielles sont montées sur le vilebrequin, les pieds des bielles sur les crosses. L'articulation de ces dernières sur les crosses se fait par l'intermédiaire du roulement.

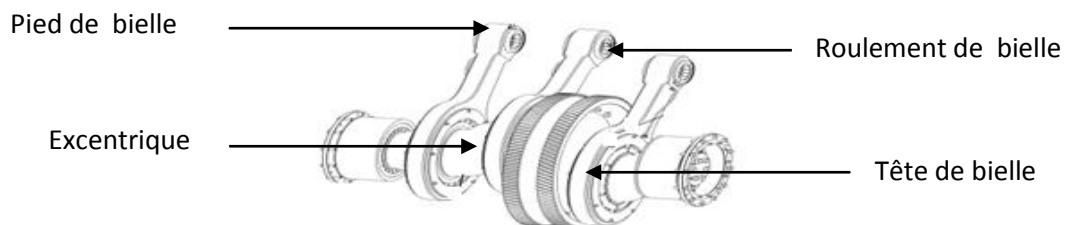


Figure II.5: Système bielle- manivelle

❖ **La crosse et la rallonge de crosse :**

Les crosses montées sur les pieds des bielles par l'intermédiaire de roulements sont guidées par des tuiles. Sur les crosses viennent se visser les rallonges des crosses qui permettront la liaison avec les tiges de pistons.

Cette liaison est réalisée par l'intermédiaire de clamps (colliers de serrage) pour les pompes triplex.



Figure II.6: La crosse

❖ **Le bâti et le carter :**

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

L'étanchéité, côté rallonge de crosse, est assurée par un boîtier de presse-étoupe et son joint. Un couvercle supérieur et des portes de visite latérales permettent d'effectuer rapidement et facilement l'inspection ou les réglages nécessaires, afin de prévenir des troubles futurs.

II.2.2.1.2 Transmission et le couple d'engrenage :

La puissance développée sur l'arbre d'attaque de la pompe est transmise à l'arbre manivelle par un couple d'engrenages de type à chevron ou hélicoïdal ; les deux extrémités de l'arbre sont identiques et ce qui permet d'entraînement d'un côté comme de l'autre.

La pigne est clavetée ou intégrée à l'arbre d'attaque en acier ou chrome molybdène forgé. Là où est claveté ou boulonné sur l'arbre manivelle. Les roulements largement calculés sont du type à rouleaux coniques. L'arbre principal est forgé lorsqu'il est à manivelle ou codé et coulé s'il est excentrique ou a doigt.

La rallonge de crosse passe à travers un presse-étoupe qui évite la sortie de l'huile de carter et l'entrée de boue ou d'eau à l'intérieur de même carter.

La bielle ne doit représenter aucune déformation qui entraînerait un défaut de parallélisme de l'axe de crosse avec du maneton de l'arbre manivelle par conséquent l'axe du corps de la bielle doit être rigoureusement perpendiculaire à l'axe du vilebrequin ; sans quoi une légère déviation suffirait à provoquer une usure anormale de la crosse et des roulements du maneton.

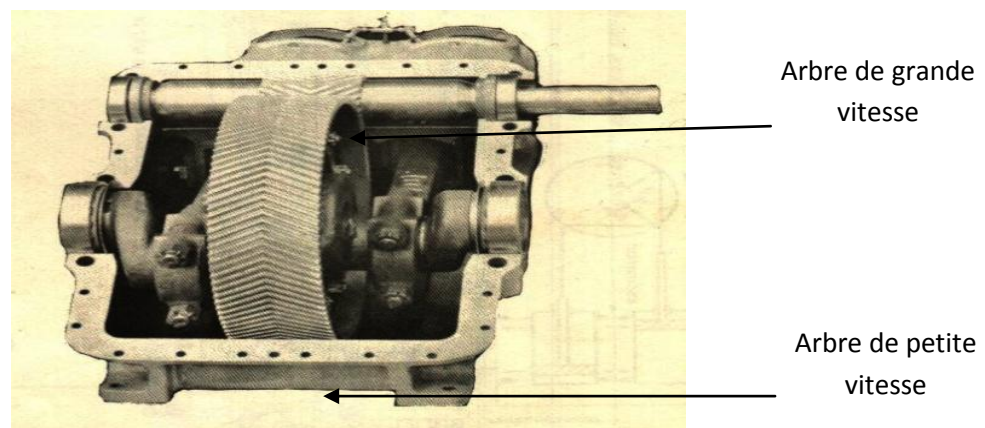


Figure II.7: Couple d'engrenage

II.2.2.1.3 Le système d'entraînement :

Se compose de 2 grands moteurs DC (à courant continu) qui entraînent la partie mécanique de la pompe à boue (entraînement par chaîne) et de 2 petits moteurs AC (à courant alternatif) qui entraînent les pompes à huile et à eau et de 2 autres moteurs AC qui entraînent les soufflantes. (Fig. II.8).

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

Les pignons et leurs chaînes sont enfermés dans des carters étanches, un système de lubrification par pompe entraînée par moteur électrique assure le graissage par arrosage de l'ensemble.



Moteur (AC)



Moteur (DC)

Figure II.8: Moteur électrique

II.2.2.1.4 Roulements :

➤ Les roulements des bielles :

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

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

**Figure II.9: Roulements de bielles**

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

- Roulements de très faible section dotée d'une capacité de charge relativement élevée.
- Utilisation sans bagues intérieures.

- Assurent un montage optimal lorsqu'on peut tremper et rectifier les arbres.
- Ils sont peu encombrants radialement.
- Ils supportent uniquement de la charge radiale.

➤ **Les roulements de l'arbre grand vitesse :**

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

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

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

Roulement à rouleaux coniques, ils ont les avantages suivants :

- Frottement largement réduit.
- Capacité de charge accrue.

II.2.2.2 La partie hydraulique de la pompe 12p160 :

❖ **Le corps hydraulique :**

Ces pompes comportent trois cylindres .elles sont à [simple effet] (la boue est aspirée et refoulée par un seul coté du piston), Chaque cylindre est composé de :

- Une chemise, se montant par l'arrière ou par l'avant suivant les constructeurs.
- Une tige de piston .
- Un piston simple effet ne comportant qu'une seule garniture.
- Deux clapets (clapet de refoulement, clapet d'aspiration).
- Les sièges.

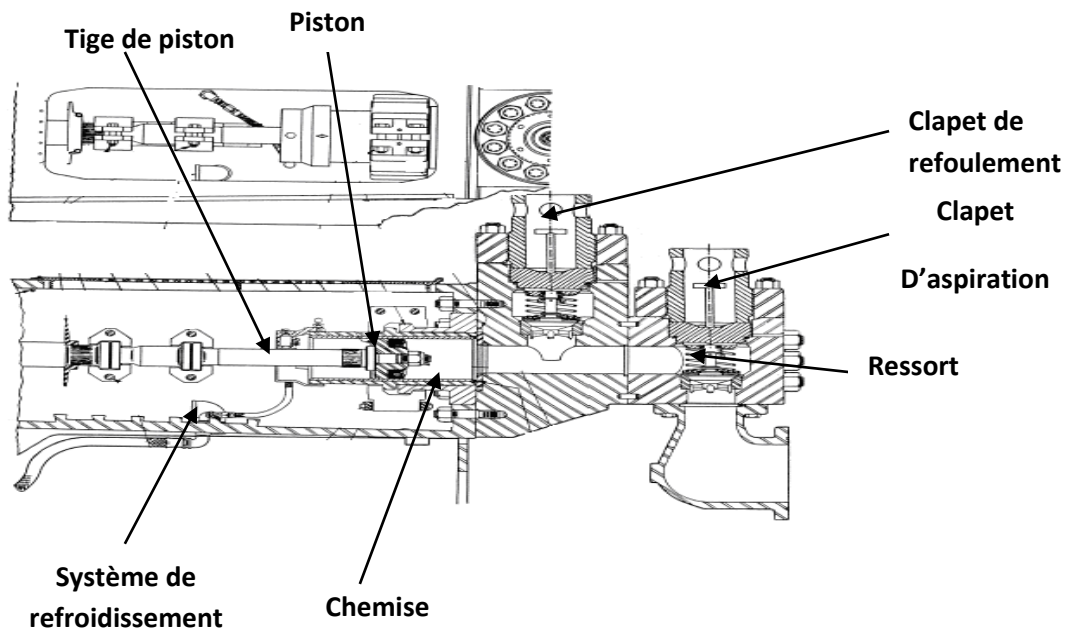


Figure II.10: Partie hydraulique

❖ **Presse-étoupe :**

- Les presse-étoupe doivent être serrés pour créer entre la tige et le bourrage une pression la pressant la pression du liquide.
- Ils se devisent en presse-étoupe ordinaire et en presse-étoupe auto étanche.
- Il faut prévenir un système d'arrosage de l'arrière du piston afin de diminuer les frottements et augmenter la durée de vie du piston.
- Afin de resserrer ou régler le presse-étoupe on se sert principalement d'une douille à filet ou d'une bride avec goujons.

La douille métallique intermédiaire permettant de diminuer l'espace libre s'est interdite la pénétration de caoutchouc dans celui-ci et d'émiettement progressif de la bavure qui surgit la bague de presse-étoupe.

❖ **Le piston et la tige de piston :**

Dans les pompes triplex le piston est montée avec une seule garniture (cycle simple effet), une coupelle et un circlips en assurent la fixation sur le corps.

Très simple et sans traitement, le corps du piston a un alésage cylindrique qui permet un montage et surtout un démontage aisé. (Un simple joint torique assure l'étanchéité).

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

- L'absence de finition extérieure puisqu'il n'y a plus de presse-étoupe.
- 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.

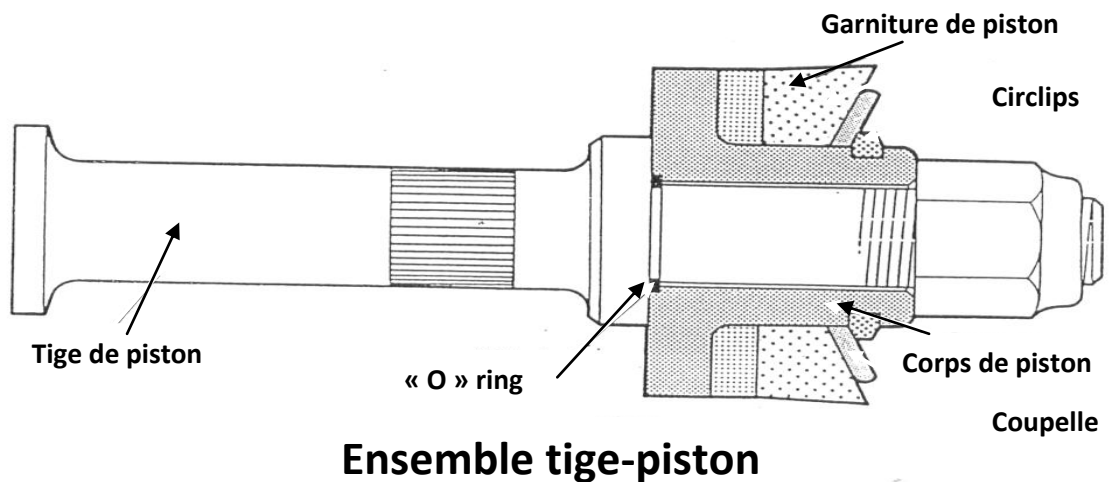


Fig. II. 11: Le piston et la tige de piston

❖ Les chemises :

Les chemises des pompes sont des pièces usinées avec grande précision.

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

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

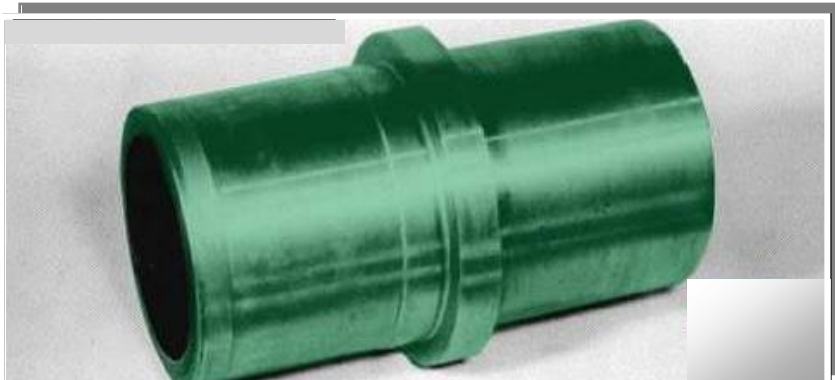


Figure II.12: La chemise

❖ **Les sièges et les clapets :**

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

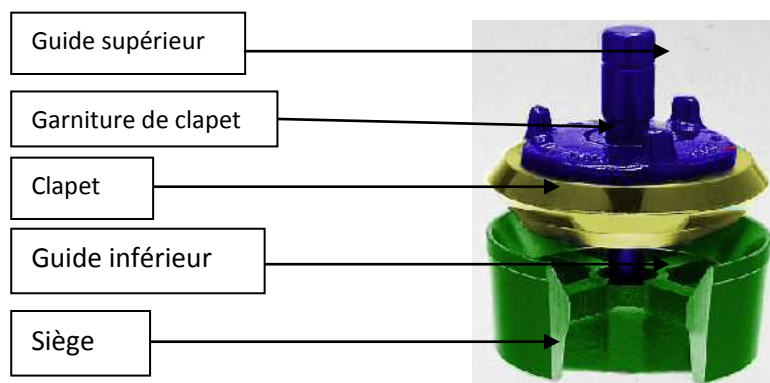


Figure II.13: Les sièges et le clapet

II.2.2.3 Partie électrique :(Figure II.14)

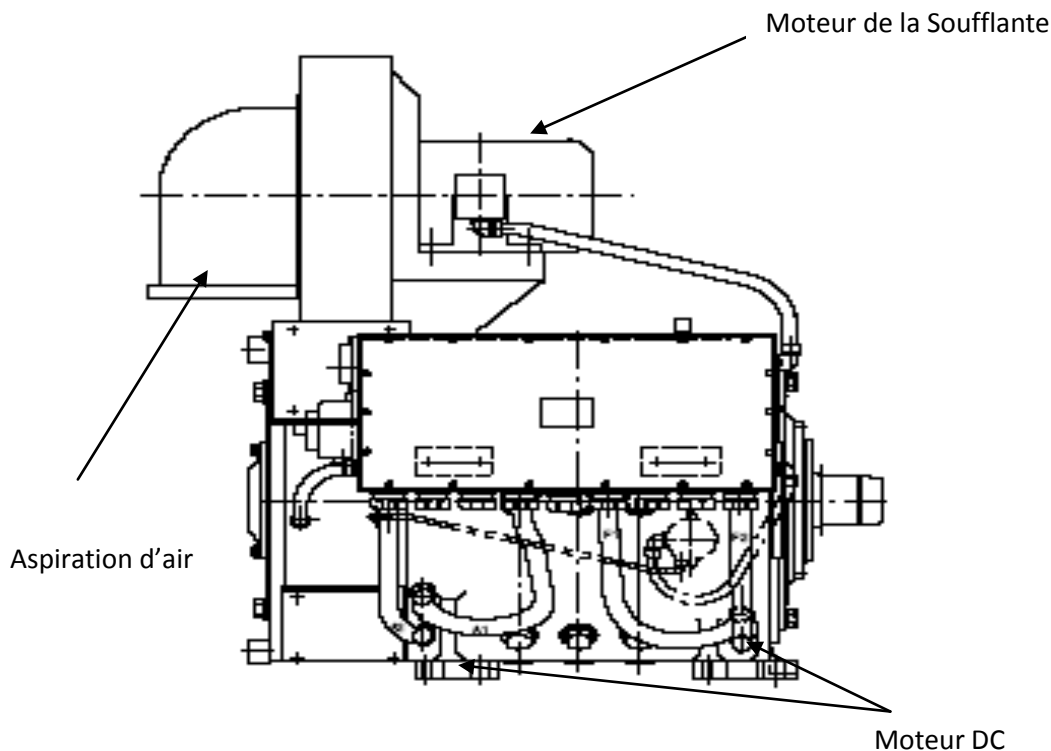


Fig. II. 14: Moteur électriques

Se compose de 2 grands moteurs DC (à courant continu) qui entraînent la partie mécanique de la pompe à boue (entraînement par chaîne), et de 2 petits moteurs AC (à courant alternatif) qui entraînent les pompes à huile et à eau et de 2 autres moteurs AC qui entraînent les soufflantes.

II.3 Particularités d'alimentation

Pour éviter les inconvénients on utilise de plus en plus à l'heure actuelle, la suralimentation des pompes à boue ; les pompes ne sont pas alimentées par aspiration directe dans les bacs, mais par l'intermédiaire d'une autre pompe (centrifuge à basse pression). Dans ces conditions on obtient un remplissage presque parfait des cylindres et on supprime les cognements hydrauliques, le rendement se rapproche du rendement théorique, le débit obtenu est plus grand.

❖ 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 douce et parfaite des pompes à boue, comme elle permet également d'obtenir La pleine utilisation des puissances hydrauliques.

Une pompe centrifuge comprend deux parties :

- Une partie mobile ou rotor.
- Une partie fixe ou corps de pompe.

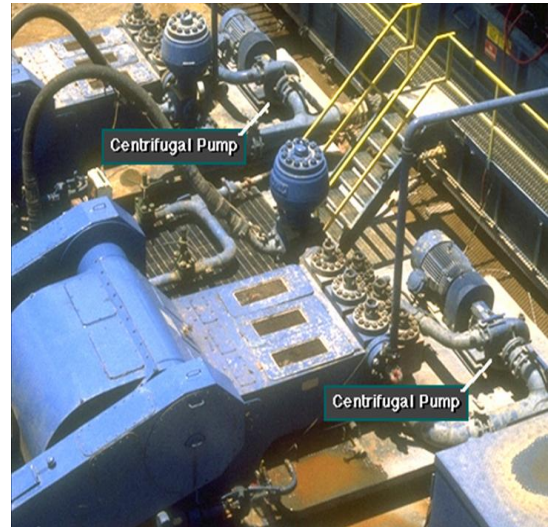


Figure II.15: Pompe centrifuge

La partie mobile comporte un arbre accouplé au moteur. Sur cet arbre est clavetée une roue portant des aubes ou ailettes. Ce sont ces aubes qui, par l'intermédiaire de l'arbre transmettent au liquide le mouvement de rotation du moteur.

L'arbre repose sur le corps de pompe par l'intermédiaire des paliers, dont le rôle est de diminuer les pertes mécaniques dues au frottement de l'arbre sur le corps de pompe.

Les presse-étoupes assurent l'étanchéité entre l'arbre et le corps de la pompe.

La partie fixée au corps de pompe comprend les orifices d'aspiration et de refoulement, et un récupérateur ou un amortisseur qui a pour but de transformer en pression une partie de la vitesse communiquée au liquide par le rotor.

❖ **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). Ses caractéristiques (débit, pression, puissance

fournie) dépendent du diamètre de la roue mobile, de sa vitesse et de puissance du moteur d'entraînement .

II.4 Annexes de la pompe a boue

Les pompes de forage comportent les équipements auxiliaires suivants :

- Un amortisseur de pulsation .
- Une soupape de sécurité pour protéger le circuit contre les fluctuations et les augmentations brusques de pression.

II.4.1 Les amortisseurs de pulsations :

❖ Principe de fonctionnement :

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

A. Sur l'aspiration :

L'ouverture par séquence des clapets d'aspiration crée une variation très rapide de la pression de boue dans la conduite d'aspiration.

Des pompes triplex.

Pour atténuer ce phénomène, on y installe un amortisseur de pulsation. Il est constitué d'une membrane au-dessus du lequel est fermé de l'air sous environ 40 psi. Cette membrane est en contact avec la boue par sa surface inférieure.

Le contrôle de la pression d'air au-dessus de la membrane se fait très facilement ; lorsque l'ensemble fonctionne ; le dessus de la membrane doit apparaître dans l'axe du regard de contrôle.

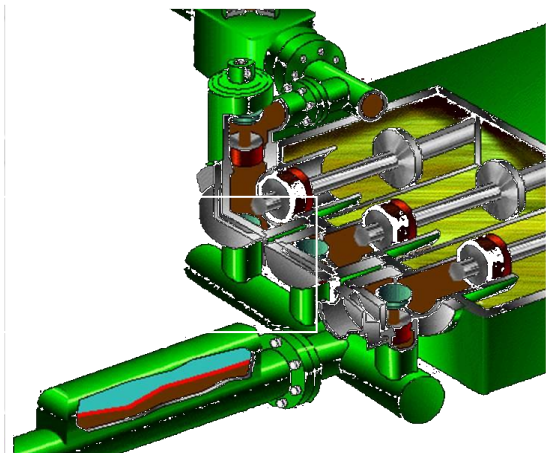


Figure II.16 : Amortisseur de pulsation sur l'aspiration

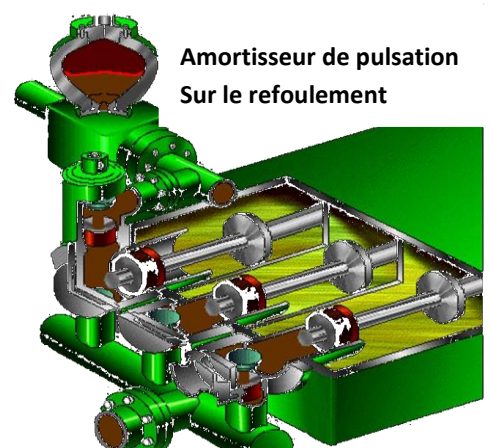


Figure II.17: Amortisseur de pulsation sur le refoulement

B. Sur le refoulement :

Le débit instantané d'une pompe est très irrégulier, ceci est dû pour les pompes triplex, suralimentées, au "battement" très rapide (110 à 130 coups/min).

Ces variations de débit amènent des variations de pression importantes qui se traduisent par des vibrations et des chocs néfastes :

- Sur la pompe elle-même.
- Sur le manifold de refoulement.
- Sur la colonne montante et sur le flexible d'injection.

Pour y remédier, les pompes de forage sont toutes équipées d'amortisseur de pulsations sur le refoulement.

II.4.2 La soupape de sécurité :

La soupape de sécurité est placée juste à la sortie des pompes, et a pour rôle de protéger la pompe et toute installation haute pression jusqu'au flexible d'injection, contre les surpressions.

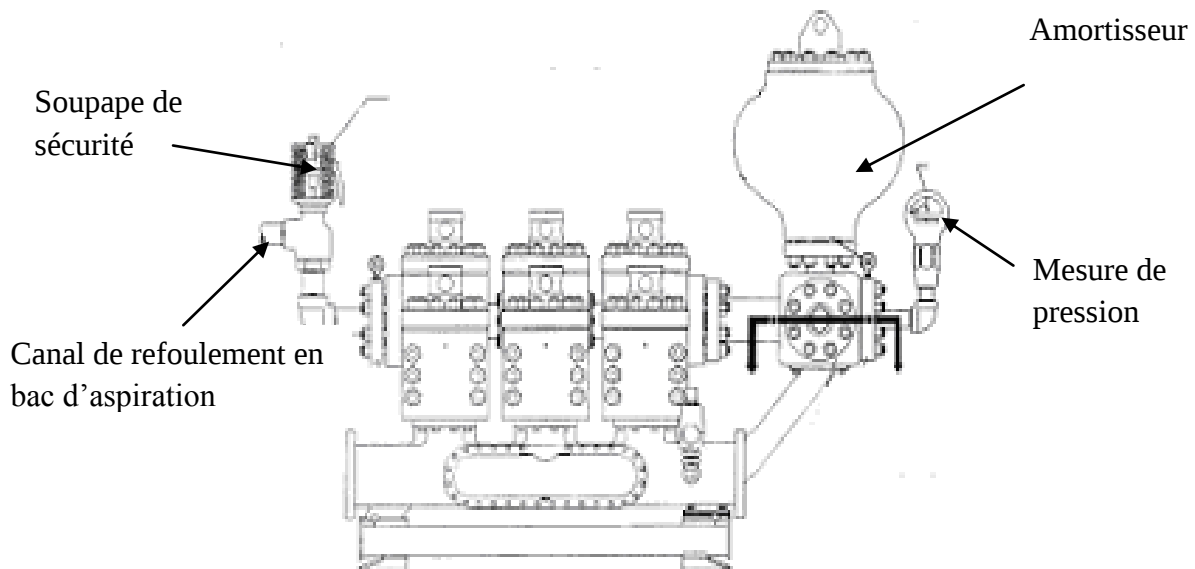


Figure II.18: Soupape de sécurité

II.5 Les avantages et les inconvénients de la pompe triplex à simple effet

II.5.1 Les 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, du joint de chemise plus simple.
- 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.

II.5.2 Les inconvénients :

- Suralimentation nécessaire a cause de par le mauvais remplissage. Il est donc indispensable d'avoir une bonne pompe centrifuge de suralimentation.
- Refroidissement et lubrification de la chemise et de l'arrière des pistons, indispensable pour toutes les pompes simples effet.

Du fait de l'importance de ce refroidissement, il est recommandé de doubler le circuit, c'est-à-dire de le brancher sur le circuit d'eau générale de l'appareil, pour le cas de défaillance de la pompe à eau.

III.1 Exploitation des pompes à boue

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

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

III.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 chacune des deux pompes, mais la pression maximale d'utilisation pour chaque débit se trouve être doublée.

III.1.2 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 refoulent dans la même conduite.

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

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

III.1.3 Régimes d'exploitation de la pompe 12P160 :

Il importe de tâcher d'utiliser à fond toutes les possibilités techniques de la pompe. À 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.

L'indice du bon état de la pompe est sa capacité de fonctionner pendant une longue durée à pleine puissance.

Afin d'obtenir au forage les vitesses mécaniques élevées, on s'efforce souvent à surcharger la pompe en puissance. À 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 tel 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.

III.1.4 Conditions de fonctionnement de la pompe à boue national Oil Well 12P160 :

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

Le sable et la rouille sur le siège de la soupape peuvent provoquer la détérioration de la soupape. Une très petite fuite peut entraîner de grandes pertes de boue, et la pompe se 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.

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

Le fonctionnement de la pompe se caractérise par des surcharges de courte durée qui sont inévitables et se forment à des accroissements irréguliers de la pression, causés par l'éboulement des parois des puits, par les presse-étoupes 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.

III.1.5 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.

III.2 Maintenance de la pompe National Oil-Well 12P160

III.2.1 Maintenance préventive :

Dans le chantier on utilise deux pompes en parallèle, 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.

III.2.2 Programme de maintenance systématique de la pompe à boue :

Fréquence	Opérations
Chaque Jour	1. Contrôler les niveaux d'huile et faire les appoints. a. Huile Fodda 100 pour le carter des chaînes. b. Huile Fodda 320 pour le carter des pignons. 2. Vérifier les indicateurs de pression d'huile. 3. Contrôler la température de l'huile. 4. Contrôler la propreté de l'huile (purger pour évacuer les impuretés jusqu'à l'apparition de l'huile propre). 5. Graisser les roulements (flushing pump). 6. Vérifier l'étanchéité du presse étoupe de la flushing pump, ajuster au besoin ou remplacer. 7. Vérifier le bon refroidissement des chemises des pistons. 8. Contrôler les becs du système d'arrosage. 9. Détecter et signaler toutes anomalies de fonctionnement (bruits, vibrations, fuites..). 10. Contrôler la pression au niveau de l'amortisseur de pulsation, ajuster si nécessaire. 11. Contrôler le fonctionnement de l'indicateur de débit de l'huile de graissage.
Chaque Semaine	1. Vérifier le serrage du collier (rallonge de crosse / tige piston). 2. Contrôler l'état de serrage de la boulonnerie, visserie, des attaches et des flexibles.

	- Nettoyer le bac du fluide de refroidissement. - Contrôler l'indicateur visuel du filtre à l'huile. - Vérifier le bon graissage des pompes à l'huile (Pompe de graissage des chaînes et pompe de graissage des pignons).
Chaque mois	- Contrôler la partie mécanique durant le DTM. - Le serrage des différents boulons. - Les roulements. - Les pignons. - Les chaînes de transmission. - L'alignement des pignons des chaînes de transmission. - La pompe de graissage des chaînes de transmission. - La pompe de graissage des pignons. - Effectuer le test fonctionnel de la soupape de sécurité. - Nettoyer les cartouches des filtres à huile. - Nettoyer les reniflards (carter des pignons et carters des chaînes de transmission). - Contrôler l'entraînement des pompes de graissage (pompe de graissage des chaînes et pompe de graissage des pignons). - Durant le DTM, nettoyer les crépines d'aspiration et de refoulement.
Chaque 6 mois	- Effectuer les opérations de la fréquence précédente (chaque mois). - Contrôler la tension des chaînes de transmission. - Vidanger l'huile de graissage du " carter des pignons " et remplir de nouveau la quantité préconisée d'huile Fodda 320. - Contrôler les jeux de roulement des crosses. - Contrôler le jeu entre crosses et glissières. - Contrôler la denture du couple d'engrenage. - Serrage au couple des boulons des paliers de l'excentrique. - Contrôler l'état de surface des glissières. - Vérifier l'état des garnitures d'étanchéité des rallonges de crosse. - Contrôler la partie hydraulique. - Logement de siège des clapets. - Logements des joints des portières. - Filetages des portes des clapets.

	11. Vérifier l'état de la pompe de refroidissement. a. Vérifier l'état des roulements du moteur électrique. b. Inspecter l'accouplement et remplacer au besoin. c. Remplacer au besoin le presse-étoupe. 12. Vérifier l'état des 2 pompes de graissage (pompe de graissage des chaînes et pompe de graissage des pignons). a. Vérifier l'état des roulements des moteurs électriques. b. Inspecter les accouplements et remplacer au besoin.
Chaque année	1. Effectuer les opérations de la fréquence précédente (chaque année). 2. Contrôler l'état des chaînes de transmission. 3. Vérifier la fixation et la denture des pignons menant et mené. 4. Vérifier les boulons de fixation des deux parties latérales des paliers de l'arbre excentrique. 5. Contrôler les jeux de roulements des bielles. 6. Contrôler les jeux de roulements du vilebrequin. 7. Contrôler les jeux de roulements du "pignon shaft". 8. Contrôler les amortisseurs de pulsation. 9. Remplacer les lècheurs (garniture d'étanchéité des rallonges de crosse).
Chaque 2 ans	1. Effectuer les opérations de la fréquence précédente (chaque 1 année). 2. Vérifier la fixation et le serrage de toutes les attaches de sécurité. 3. Vérifier la fixation des pignons.
Chaque 4 ans	1. Effectuer les opérations de la fréquence précédente (chaque 2 année). 2. Vérifier la fixation et le serrage de toutes les attaches de sécurité.
Chaque 8 ans	Procéder au diagnostic général et déclencher la révision générale pour subir une révision générale, la pompe à boue doit être transférée aux ateliers centraux (avec les documents d'accompagnement comportant un diagnostic et les constatations). 1. Nettoyer parfaitement la pompe à boue. 2. Vidanger l'huile et l'eau. 3. Démonter la pompe en sous ensembles. a. Partie hydraulique: amortisseur de pulsation, clapets, soupapes de sûreté. b. Partie mécanique : pompe de graissage, vilebrequin, crosses, bielles, arbre d'attaque.

	c. transmission : Moteur de traction, chaînes, pignons. d. Envoyer les moteurs de traction à l'atelier électrique pour révision générale.
	4. Démonter complètement les sous ensembles. 5. Faire un tri initial des pièces à rebuter. 6. Nettoyer parfaitement le reste des pièces. 7. Procéder aux contrôles dimensionnels et CND de toutes les pièces à réutiliser (vilebrequin, l'arbre d'attaque, les bielles, les crosses, le corps). 8. Contrôler la tolérance de jeu entre toutes les dents des pignons d'attaque. 9. Contrôler toute corrosion ou fissures des points de soudures. 10. Contrôler toute corrosion ou usure des sièges des clapets. 11. Contrôler les becs d'arrosage des chemises d'éventuel bouchage. 12. Procéder au remontage des sous ensembles (lors du montage, tous les joints d'étanchéité doivent être changés). 13. Remontage de la pompe dans l'ordre : a. Mise en place des glissières de crosse avec réglage des jeux entre glissières et crosses. b. Installation de toutes les conduites de graissage interne. c. Engager les crosses et les rallonges de crosses. d. Montage de l'excentrique avec les bielles. e. Montage de l'arbre d'attaque. f. Procéder au réglage des jeux sur tous les roulements. g. Fermer la partie mécanique de la pompe. h. Montage de la partie hydraulique de la pompe. i. Monter les roues à chaîne sur l'arbre d'attaque.

Tableau : Programme de maintenance systématique des pompes à boue

III.2.3 Maintenance corrective :

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

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

III.3 Entretien au niveau du chantier

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

- La pompe est bien isolée du circuit haute pression est en forage et que l'on utilise l'autre pompe.
- Les vannes à l'aspiration sont fermées, sinon risque de perte importante de boue.
- La pression du circuit de refoulement a bien été purgée.
- La pompe ne peut être embrayée accidentellement (couper ou verrouiller le système d'embrayage), placer un petit panneau ou un "autocollant" sur la commande au tableau de commande.
- Tout le matériel nécessaire se trouve sur place (palan, clé pneumatique ou à frapper, 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 bouché.
 - Graisser tout l'ensemble, chemise et joints, avant l'introduction dans le corps de pompe.
 - Le montage des tiges et pistons doit se faire à sec après dégraissage des portées coniques.
 - Les corps de piston ont une gorge dite "d'usure". Selon la profondeur de cette gorge, le piston doit être changé, etc.

III.4 Pannes de la pompe à boue et leurs remèdes

PANNES	CAUSE	REMEDE
a) Baisse de pression de refoulement	1) Usure de l'ensemble du clapet. 2) Clapet totalement couvert. 3) Mauvais remplissage. 4) Fuite de fluide. 5) Manomètre défectueux.	• Remplacer celui-ci. • Eliminer le corps qui provoque l'ouverture de la conduite. • Déboucher la conduite d'aspiration. • Le remplacer. • Augmenter le niveau dans le bac d'aspiration. • Diminuer la vitesse de la pompe. • Amorcer les chambres hydrauliques. • Remplacer les pistons et les chemises.
b) Baisse de pression d'aspiration	1) Bas niveau d'aspiration. 2) Capacité insuffisante de la pompe de suralimentation. 3)) Ecoulement lent de fluide de forage. 4) Manomètre défectueux.	• Augmenter le niveau dans le bac d'aspiration. • Eliminer les anomalies éventuelles de la pompe de suralimentation. • Eliminer les 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.
d) Vibration de la conduite de refoulement	1) Anomalie au niveau de l'amortisseur de pulsation. 2) Boulons desserrés. 3) Manque de support sous la conduite.	• Réparer ou recharger ou le remplacer . • Il faut resserrer les boulons. • La munir d'un support.
e) Cognement dans la partie mécanique	1) Rotation incorrecte de la pompe à boue. 2) Piston-tige desserré. 3) Rallonge de crosse desserrée. 4) Roulements principaux usés. 5) Axe de crosse usé.	• Vérifier le fonctionnement du mécanisme. • Vérifier et serrer. • Il faut les resserrer. • Changer. • Régler les guides ou les remplacer.
f) Haute température d'huile	1) Mauvais réglage de la crosse. 2) Roulement mal ajusté. 3) Diminution de la pression de refoulement de la pompe à l'huile.	• Vérifier et ajuster les jeux. • Ajuster bien les bagues de roulement. • Réparer la pompe ou la remplacer.

g) Basse pression d'huile	1) Diminution de niveau d'huile. 2) Lubrification contaminée. 3) Fuite dans le circuit d'huile. 4) Pompe à huile défectueuse. 5) Crépine d'aspiration colmatée. 6) Manomètre défectueux.	• Vérifier et ajouter l'huile si nécessaire. • Changer l'huile. • Eliminer toutes les fuites. • Réparer ou remplacer celle-ci. • Le nettoyer et changer l'huile. • Remplacer.
h) Haute pression d'huile	1) Huile contaminé. 2) Colmatage des conduites. 3) Manomètre défectueux. 4) Filtres à l'huile bouchés.	• Changer l'huile. • Changer le cartouche d'huile. • Le remplacer. • Les nettoyer.
i) Chemises et garniture de pistons rayés	1) Excès de sable ou de matériaux étrangers dans la boue. 2) Course de piston déréglé.	• Dessabler, vérifier souvent. • Régler la course. • Réparer le système d'arrosage.
j) Chemise piquée	1) Corrosion excessive.	• Les nettoyer.
k) Usure décentrée de la chemise ou du piston	1) Manque d'alignement.	• Vérifier l'usure de la crosse, le blocage de la tige de piston.

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

III.5 Operations de réparation des pompes à boue

III.5.1 Définition :

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

Elle comprend :

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

III.5.2 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 ont réalisé par la pompe d'autre part ; ainsi que, selon la planification et l'organisation des opérations de réparations, on effectue sur les pompes à boue les travaux de réparation suivants :

A. Réparation menue :

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

- Joints d'étanchéité, filtres, chemises, pistons, serrage des écrous, etc.
- Ces opérations doivent être effectuées en dehors du fonctionnement de la pompe à boue, c'est-à-dire au moment du repos de la pompe.

B. Réparation moyenne :

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

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

C. Réparation générale (Complète) :

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

III.5.3 Méthode de lancement des travaux de réparation de la pompe à boue :

A. Sur chantier :

Selon un planning, le chef mécanicien transmet au mécanicien de chantier les programmes de révision et réparation périodique à effectuer. Le mécanicien après avoir reçu les messages exécute les ordres en réalisant toutes les opérations nécessaires tels que la

vérification de niveau d'huile, de température et de pression. Par la suite, ils établissent leur rapport de vérification en exprimant l'état général de la pompe à boue.

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

B. Sur atelier :

Le chef de chantier signe un ordre de mission et bon de sortie de la pompe afin de pouvoir la Transmettre à l'atelier et pendant la réceptionner mentionne sur la fiche de suivre la date D'entrée et l'état de la pompe.

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

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

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

III.6 Montage et démontage de la pompe à boue

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

III.6.1 Démontage de la pompe à boue :

Le démontage de la pompe s'effectue comme suit :

A. Démontage de la partie hydraulique :

- Ouvrir les portières des clapets d'aspiration et de refoulement.

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

B. Démontage de la partie mécanique :

- Vidange de l'huile du carter de la pompe.
- Démontage du bâti supérieur de la pompe.
- Enlever les caches des excentriques crosses et chaînes.
- Démonter la chaîne de transmission.
- Enlever les pieds des bielles en retirant les boulons de fixation de l'axe de crosse.
- Démonter le pignon d'attaque.
- Démonter le système de guidage (crosse glissière).
- Démonter les palières (roulements coniques) de l'excentrique sous pression de l'huile.
- Extraire les cages des palières.
- Enlever l'ensemble bielles excentrique à l'aide d'un élévateur.
- Démonter les bielles en enlevant les boulons de fixation sur l'excentrique.
- Démonter la roue dentée.
- Nettoyer et faire le diagnostic de tous les organes démontés.

III.6.2 Remontage de la pompe à boue :

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

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

IV.1 La boue de forage

La circulation exige que le fluide de forage doive 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.

La boue de forage doit avoir des propriétés telles qu'ils facilitent, accélèrent le forage, favorisent ou tout au moins ne réduisent pas d'une manière sensible et permanente les possibilités de forage .

IV.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 IV.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) Les tamis vibrants se composent d'un ensemble des crépines métalliques vibrants servants 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.

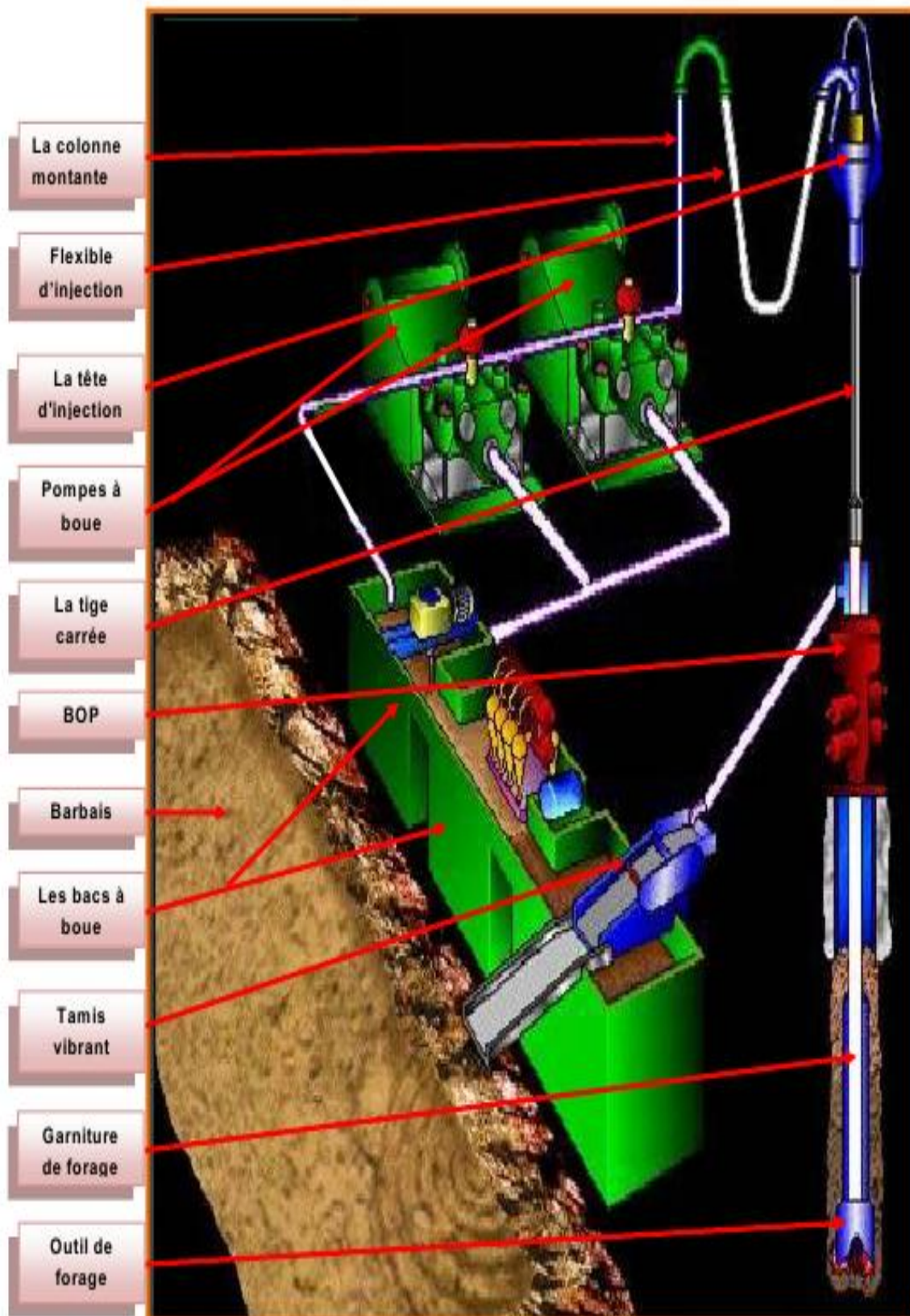


Figure IV.1: Système de circulation de la boue

IV.3 Rôle de La boue

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

- **Nettoyage du puits :**

La boue doit débarrasser le trou des particules de formation foré qui se présente sous forme de débris de roche "cuttings" ou "déblais ".

- **Maintien des déblais en suspension :**

La boue doit non seulement débarrasser le puits des déblais de forage durant les périodes de circulation, mais elle doit également les maintenir en suspension pendant les arrêts de circulation.

- **Sédimentation des déblais fins en surface :**

Alors que la boue doit permettre le maintien en suspension des déblais dans le puits durant les arrêts de circulation, ce même fluide doit laisser sédimenter les déblais fins en surface ; bien qu'apparemment ces deux aptitudes semblent contradictoires, elles ne sont pas incompatibles.

- **Refroidissement et lubrification de l'outil et du train de sonde :**

Du fait de son passage en surface, la boue en circulation se trouve à une température inférieure à celle des formations ce qui lui permet de réduire efficacement l'échauffement de la garniture de forage et de l'outil. Cet échauffement est dû à la transformation d'une partie de l'énergie mécanique en énergie calorifique.

- **Prévention du cavage et des resserrements des parois du puits :**

La boue doit posséder des caractéristiques physiques et chimiques, telles que le trou conserve un diamètre voisin du diamètre nominal de l'outil.

Le cavage est causé par : l'éboulement, la dissolution du sel, la dispersion des argiles, et une érosion due à la circulation de la boue au droit des formations fragiles.

Les resserrements ont souvent pour cause une insuffisance de la pression hydrostatique de la colonne de boue qui ne peut équilibrer la pression des roches.

- **Dépôt d'un cake imperméable :**

La filtration dans les formations perméables d'une partie de la phase liquide de la boue crée un film sur les parois du sondage, ce film est appelé cake.

Le dépôt du cake permet de consolider et de réduire la perméabilité des parois du puits.

- **Prévention des venues d'eau, de gaz, ou d'huile :**

Afin d'éviter le débit dans le sondage des fluides contenus dans les réservoirs rencontrés en cours de forage, la boue doit exercer une pression hydrostatique suffisante pour équilibrer les pressions de gisement.

La pression hydrostatique souhaitée est maintenue en ajustant la densité entre des valeurs maximales et minimales.

- **Augmentation de la vitesse d'avancement :**

Au même titre que le poids sur l'outil, la vitesse de rotation et le débit du fluide, le choix du type et les caractéristiques de la boue conditionnent les vitesses d'avancement instantanées, la durée de vie des outils, le temps de manoeuvre, en un mot, les performances du forage.

Un filtrat élevé augmente la vitesse d'avancement. Les très faibles viscosités sont aussi un facteur favorable à la pénétration des outils.

- **Entraînement de l'outil :**

Dans le cas du turboforage, la boue entraîne la turbine en rotation. Cette fonction, l'amenant à passer à travers une série d'évents et à mettre en mouvement les aubages, implique certaines caractéristiques et rend impossible ou très délicate l'utilisation de certains produits (colmatant).

- **Diminution du poids apparent du matériel de sondage :**

Bien que ce soit beaucoup plus une conséquence qu'une fonction, la présence d'un fluide d'une certaine densité dans le puits permet de diminuer le poids apparent du matériel de sondage, garniture de forage et tubages ceci permet de réduire la puissance exigée au levage.

- **Apport de renseignements sur le sondage :**

La boue permet d'obtenir des renseignements permanents sur l'évolution des formations et fluides rencontrés. Ces renseignements sont obtenus par :

- les cuttings remontés par la circulation de boue.
- l'évolution des caractéristiques physiques et/ou chimiques de la boue.
- la détection des gaz ou autres fluides mélangés à la boue.

- **Contamination des formations productrices :**

La présence de la boue, au droit des formations poreuses et perméables exerce une pression hydrostatique supérieure à la pression de gisement, peut nuire à la future mise en production du puits.

- **Corrosion et usure du matériel:**

La boue peut accélérer l'usure du matériel de sondage, par une action mécanique,

Si elle contient des matériaux abrasifs importants.

Elle peut aussi être corrosive par une action électrolytique due à un déséquilibre chimique.

- **Toxicité et sécurité :**

La boue de forage ne doit pas présenter de danger pour la santé du personnel. Elle ne devra pas non plus créer de risques d'incendies, tout particulièrement dans le cas d'utilisation de boue à base d'huile.

IV.4 Classification de la boue

Il existe deux types de boue :

IV.4.1 Boue à base d'eau :

La boue de démarrage varie selon la région, quelquefois on peut utiliser de l'eau, d'autres fois il faudra de très bonne qualité 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.

Quelquefois les terrains de surface contiennent assez d'argiles pour faire une boue, sinon la bentonite ou de sac d'argile sera mise en solution avant le démarrage de forage.

IV.4.2 Boue à base d'huile :

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

IV.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.

IV.6 Les différents circuits de système de circulation

IV.6.1 Circuit à basse pression :

Les fonctions qui sont effectuées par l'appareillage du circuit à basse pression sont les suivantes :

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 brassage du fluide de forage.
5. le remplissage du puits.
6. le nettoyage de surface autour de la boue.

Les appareils utilisés pour accomplir ces fonctions sont les suivants :

- Les pompes auxiliaires.
- Le dispositif de dessablage, tamis vibrant.
- Les éléments de circulation et de stockage du fluide (flexible, conduites et vannes de basse pression et bacs de stockage).
- Les appareils de préparation et de rénovation du fluide de forage.

IV.6.2 Circuit à haute pression :

Le circuit à haute pression comprend les matériels suivants :

- 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.
- Le manifold.

IV.7 Moyens de fabrication et de traitement mécanique de la boue de forage

- **Les mixers (mélangeurs hydraulique) :**

L'addition des produits pulvérulents de boue se fait dans un entonnoir surmontant un collecteur dans lequel un jet de boue circule. Les produits secs amenés par sacs à cadence

élevée, se trouvent entraînés par le jet de la boue dû à la duse du collecteur, sous l'effet d'une pompe centrifuge.

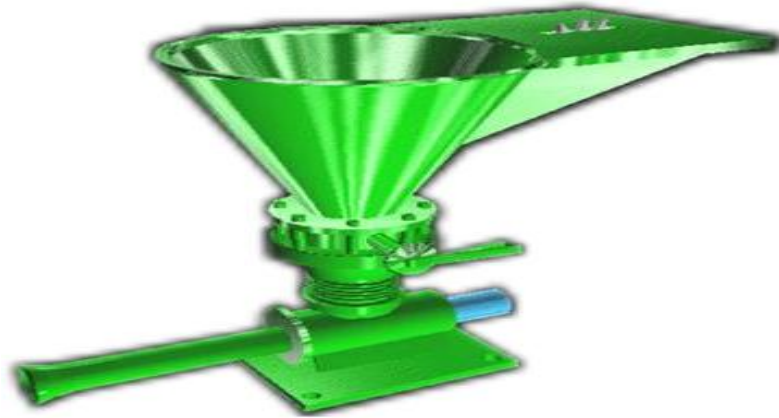


Figure VI.2: Les mixers (mélangeur hydraulique)

- **Les agitateurs à hélices :**

Ce sont des mélangeurs à palettes actionnées par un moteur électrique, qui brassent la boue dans les bacs pour la maintenir toujours homogène.

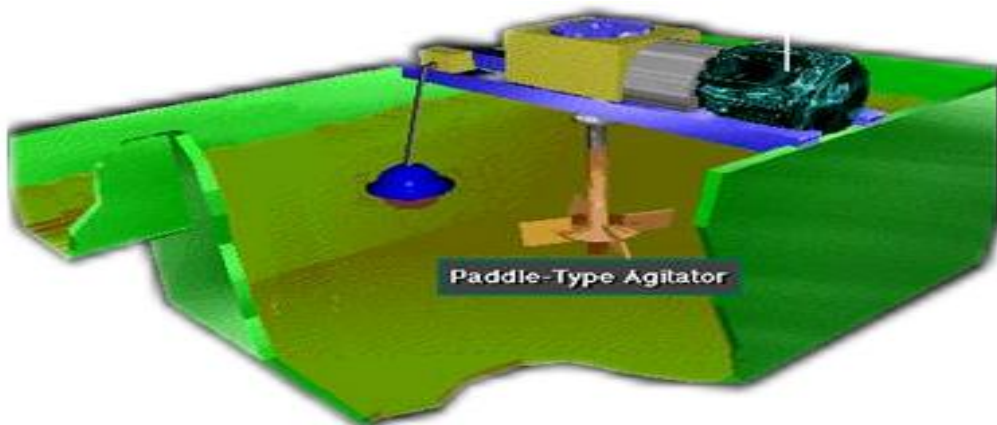


Figure VI.3: Agitations à hélices

- les mitrailleuses :

A. Les mitrailleuses de fond orientables :

Reliées aux pompes par une canalisation, elles permettent, grâce à leur fixation articulée, de diriger un jet de boue violent dans les diverses parties du bac par éviter le phénomène de sédimentation.

B. Les mitrailleuses de surface :

De même conception que les précédentes, elles permettent un balayage important des bacs, elles sont commandées manuellement.

- **Les tamis vibrants :**

Les tamis vibrant dont le rôle est de séparer les déblais de la boue, comportent un ou deux châssis partants des toiles métalliques spéciaux.

Ces châssis sont montés sur un bâti par l'intermédiaire de ressorts ou tampons de caoutchouc. La boue sortant du puits se distribue sur les toiles par une goulotte de répartition. Le passage de la boue à travers les toiles est rendu possible par une vibration rapide imprimée au châssis.

Cette vibration est obtenue à l'aide d'un arbre balourd monté sur deux paliers solidaires du châssis. Les vibrations éliminent les cuttings de l'ordre de 70μ et plus. La grosseur des particules éliminées varie selon la taille des mailles du tamis.

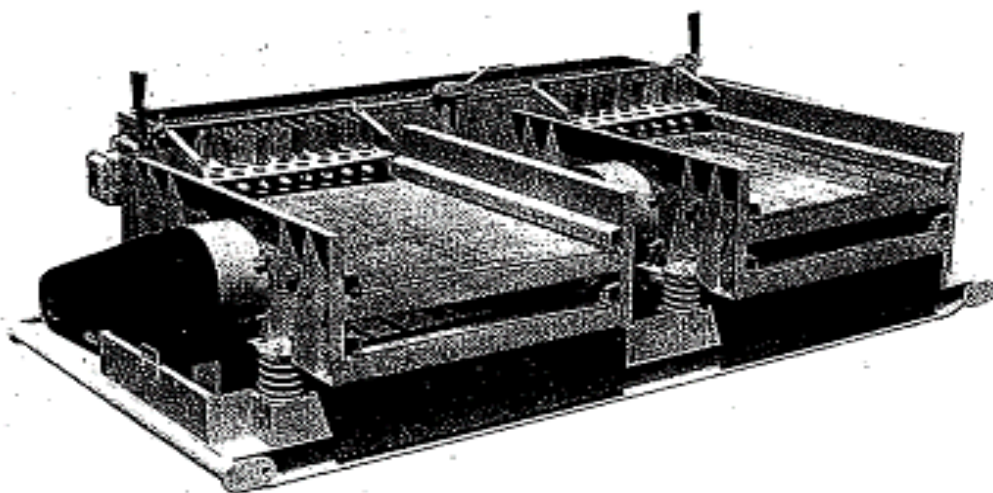


Figure VI.4: Tamis vibrants

- **Les dessableurs :**

Ce sont des dessableurs du type hydraulique utilisé soit seuls, soit groupés en batteries de 2, 4 ou 8 cônes accouplés au circuit basse ou haute pression de mixing ou montés indépendamment du circuit. Leur rôle est d'éliminer les particules solides de la boue ayant pu s'infiltrer à travers les tamis vibrants près de $80\ \mu$.

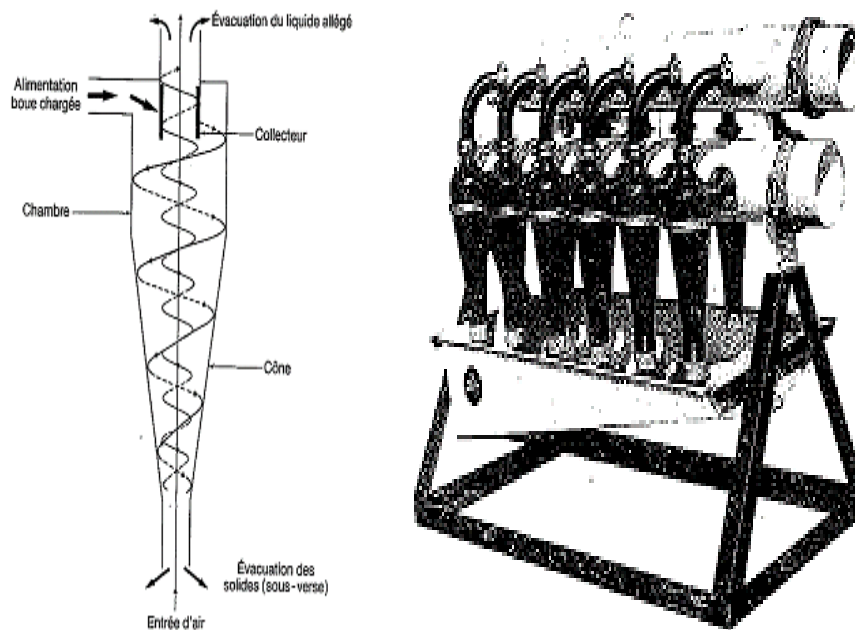


Figure VI.5: Dessableurs (L'hydro cyclones)

- **Les clayjectors :**

Cet appareil est constitué de 4 cônes 211 dans lesquels est injectée une boue barytée, largement diluée à l'eau. L'effluent lourd est enrichi en baryte et est récupéré dans le circuit. L'effluent léger : boue débarytée + eau de dilution est éjecté au borbier. Le principe du circuit de fonctionnement est donc l'inverse du circuit classique des dessableurs/déssilteurs. L'appareil n'est rentable que sur des boues à l'eau (boues salées saturées exclues) à très haute densité où il y a un problème de charge rapide par les argiles du terrain.

- **Les déssilteurs :**

Ils ne diffèrent des dessableurs que par leur pouvoir de séparation accrue (et leur diamètre). Ils éliminent 85% les particules de l'ordre 28μ et 50% de l'ordre de 13μ .

- **Les centrifugeuses :**

Ce sont des appareils conçus pour récupérer la baryte et éliminer les impuretés, tout en diminuant la densité de la boue.

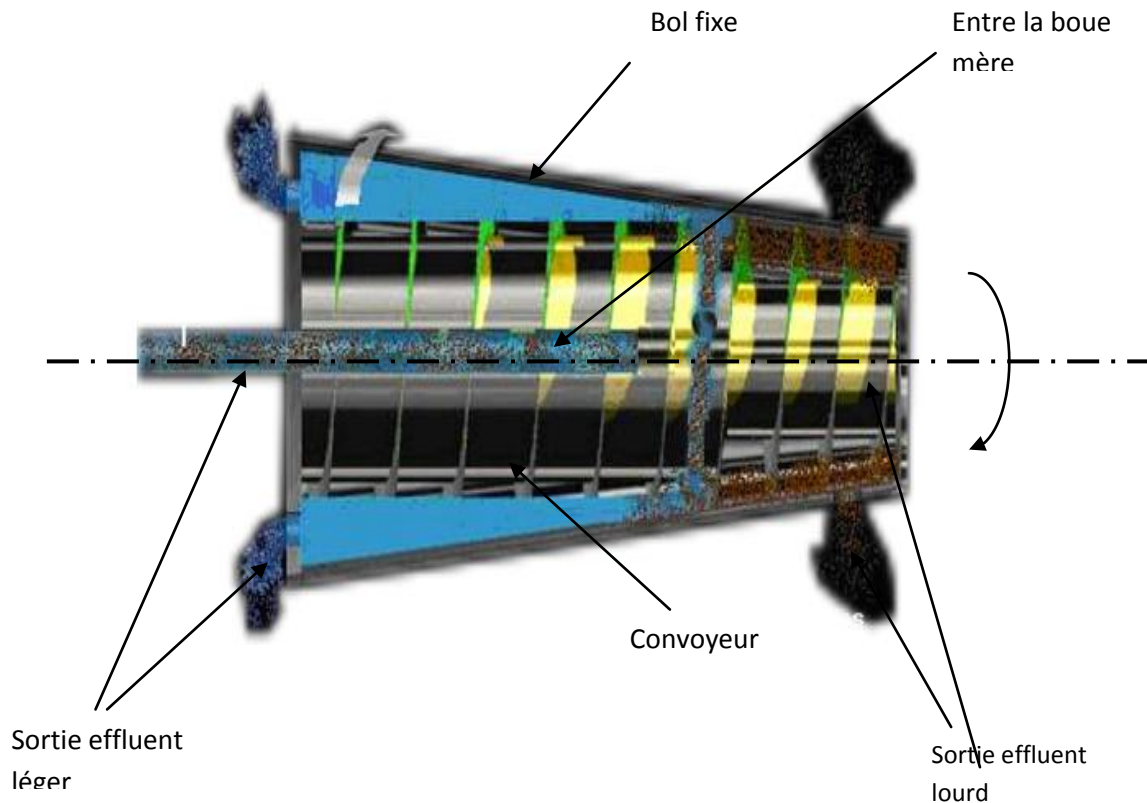


Figure VI.6: Centrifugeuse

- **Les dégazeurs :**

Lors du passage dans le puits, la boue peut se charger de fluide gazeux venant des formations, il est indispensable de débarrasser la boue du gaz qu'elle contient car une boue gazée diminuée de densité ne peut donc offrir une résistance aux pressions venant du puits. L'opération de dégazage est assurée par les dégazeurs.

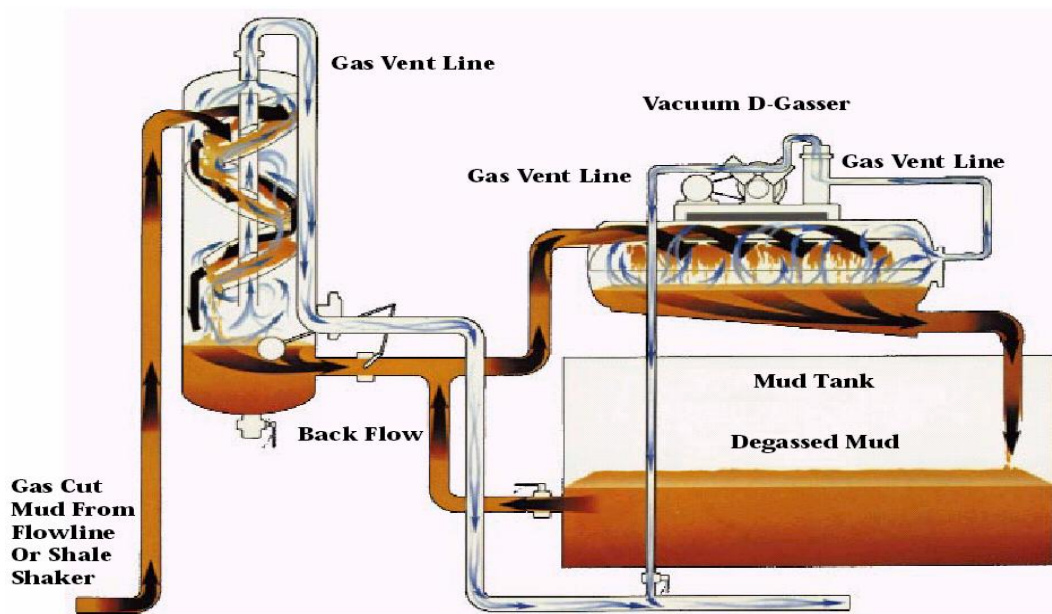


Figure VI.7: Dégazeurs

- **Séparateur vertical :**

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

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

Les réducteurs suivants sont lubrifiés à vie.

- Réducteurs à engrenages cylindriques R07, R17, R27.
- Réducteurs à arbres parallèles F27.
- Réducteurs SPIROPLAN.

En fonction des conditions environnantes, refaire ou retoucher le cas échéant la peinture de protection de surface / anticorrosion.

Conclusion

D'après l'étude que nous avons effectuée sur la pompe à boue National Oil Well 12P160, nous pouvons retenir les conclusions suivantes :

- L'étude d'une installation de la pompe à boue, nous a permis de connaître les différents éléments d'une pompe à boue, avec leur fonctionnement et construction et les différents circuits de graissage, refroidissement et sécurité.
- Les puissances hydraulique et mécanique peuvent satisfaire les besoins hydrauliques du puits.
- À la cour de l'étude de la maintenance effectuée nous avons constaté que pour assurer une grande durée de vie à la pompe il faut suivre deux voies de maintenance :
 - Maintenance préventive : qui consiste à suivre les opérations d'entretien périodiques (journalières, hebdomadaires, mensuelles, semestrielles).
 - Maintenance corrective : qui se présente comme dépannage, réparation, révision.

Ce mémoire a été pour nous l'occasion pour approfondir nos connaissances sur le fonctionnement de la pompe à boue et leurs maintenances et pour la prolongation de la vie de notre dispositif.

Références

1. « Machines, mécanismes et installation de forage », A. ILSKI, V. KASSIANOV, V. POROCHINE, école supérieur Moscou.
2. « Le forage rotary; planches », Jean NOUGAROU, société des éditions technip, 1974.
3. « Le forage rotary; textes », Jean NOUGAROU, société des éditions technip, 1974.
4. « Forage rotary; les circuits hydraulique », P.MOTARD, éditions technip, juin 1974.
5. « Forage rotary; la sécurité sur la sonde », P.MOTARD, éditions technip, 1971.
6. « sécurité technique dans l'industrie pétrolière », P. TOUMANIAN, institut national des hydrocarbures et de la chimie ; Boumerdes, 1979.
7. « la maintenance industrielle », CHAIB Rachid, édition université MENTOURI de Constantine, 2003/2004.
8. « Le forage de jour d'aujourd'hui ; 2^{ème} partie », Publications de l'institut français du pétrole, édition 1970.
9. « formulaire du foreur », Gilles GABOLDE, Jean-Paul NGUYEN, publications de l'institut français du pétrole, édition 1989.

Résumé

Dans l'installation de forage on trouve le système de circulation d'un liquide qui est généralement la boue de différentes natures afin d'absorber la chaleur dégagée lors du frottement de l'outil de forage avec les roches et de faire monter les déblais des roches vers la surface par circulation en recyclage. Cette circulation nécessite l'utilisation d'un équipement qui est la pompe volumétrique appelée pompe à boue qui assure un débit important et avec une grande pression. pour assurer une grande durée de vie à la pompe il faut suivre deux voies de maintenance préventive et corrective.

-Mots clés: maintenance – pompe a boue

Abstract

In the installation of drilling, we find the system of circulation of a liquid. this latter is generally made of the mud of various natures to absorb the heat released during the friction of the tool of drilling with rocks. it also makes rise the clearings of rocks towards the surface by circulation in recycling. This circulation requires the use of an equipment called volumetric pumps in mud which assures an important debit with a big pressure. To assure a big life cycle, the pump is necessary to follow two ways, preventive and corrective maintenance.

ملخص

في مجال الحفر , نجد أن نظام حركة السائل تتم عادة من الطين وهذا من أجل امتصاص الحرارة المتولدة أثناء احتكاك أداة الحفر مع الصخور. كما أنه يجعل الصخور والأتربة ترتفع نحو السطح. تتطلب هذه الحركة استخدام معدات صناعية , ومما تطرقنا اليه مضخة الطين , أدواتها , حركة عملها. ولضمان فترة عمل طويلة للمضخة يجب اخضاعها للصيانة الوقائية والتصحيحية.

كلمات مفتاحية : الصيانة – مضخات الوحل.