

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

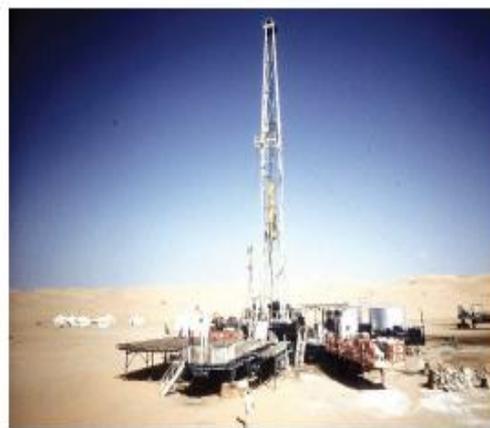
I.1. Généralité sur l'appareil de forage

I.1.1. Introduction

L'exploration pétrolière ou gazière, que ce soit en mer (offshore) ou sur terre (onshore), nécessite un processus de forage pour extraire la matière et parvenir aux réservoirs d'hydrocarbures. L'acheminement des hydrocarbures impose de connecter les réservoirs à la surface par des canaux reliés à des systèmes de pompage (FIG I.1).



Installation offshore



Installation onshore



Transfert des hydrocarbures



Système de pompage

Figure I.1 : Différentes phases pour l'extraction des hydrocarbures

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

En aout 1859, le colonel Edwin Drake fora son premier puits de pétrole, à vingt trois mètres de profondeur près de Titusville en Pennsylvanie (U.S.A), il employa le système de forage par battage , la méthode de ce système consiste à soulever un outil lourd (trépan) et à le laisser retomber sur le terrain à traverser. La hauteur et la fréquence de chute varient selon la dureté des formations.

Lorsque les foreurs avaient affaire à d'autres régions ou ils découvrirent des terrains plus difficiles, le procédé de forage rotary a été utilisé. Les premiers essais de cette technique semblent avoir été faits sur le champ de Corsicana (Texas).

En 1901 J.F. LUCAS, a foré au moyen d'un appareil de forage rotary le premier puits dans le champ de Spindle top près de Beaumont (Texas) .

I.1.2. Description et caractéristique de l'appareil de forage :

Un appareil de forage doit accomplir dans les meilleures conditions techniques et de sécurité, la réalisation d'un puits reliant un gisement à la surface.

L'installation de forage ou plus globalement le chantier de forage (rig) est un ensemble de machines technologiques, énergétiques et auxiliaires et comprend :

- l'installation de production d'énergie primaire,
- les magasins, stockages des produits consommables,
- les abris de chantier,
- la tour de forage, avec le système de levage,
- le matériel de rotation du trépan,
- le matériel de pompage et bacs du fluide de forage,
- les équipements de fabrication et traitement de la boue de forage,
- le train de sonde, et autre ...

L'installation de forage peut être divisée en deux parties :

- les équipements de fond ;
- les équipements de surface (l'appareil de forage proprement dit), voir **Figure I-2**.

Les principaux groupes et équipement d'un appareil de forage et leurs fonctions sont données dans le **Tableau I-1**. [2]

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

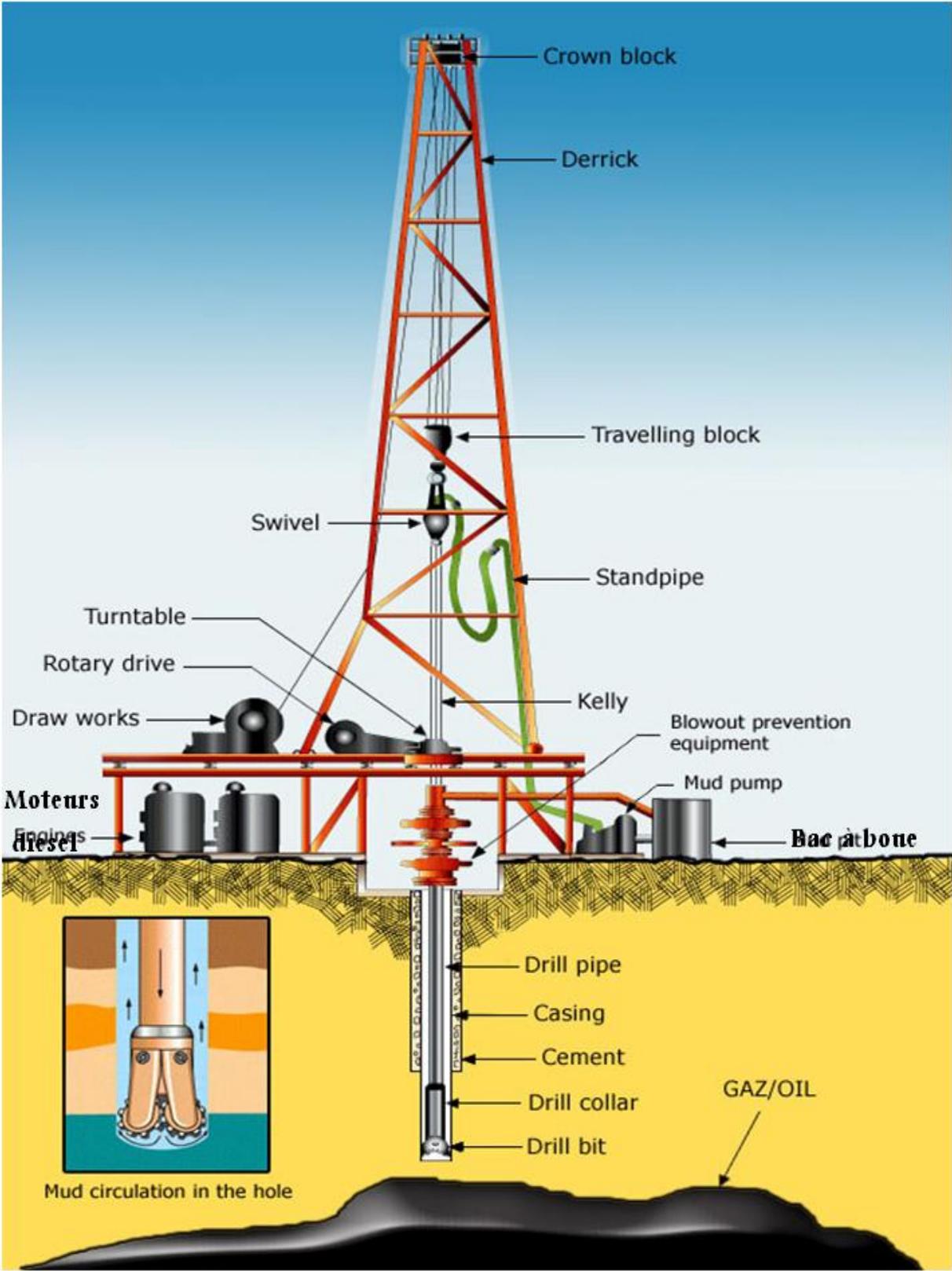


Figure I-2: Appareil de forage. [2]

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

GROUPE	ORGANES ET EQUIPEMENTS	DESTINATIONS OU FONCTIONS
Train de sonde	<ul style="list-style-type: none"> • Trépan ; • Masse tiges ; - Tiges ; • Tige d'entraînement. 	<ul style="list-style-type: none"> • Destruction des roches et canalisation de la boue de forage au fond du trou.
Matériel de rotation	<ul style="list-style-type: none"> • Table de rotation ; • - Tête d'injection. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rotation du train de sonde ; • Passage de la boue de forage ; • - Suspension de train de sonde.
Système de circulation de la boue	<ul style="list-style-type: none"> • Pompe de forage ; • Bacs ; • Conduites et vannes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Transport des déblais et nettoyage du trou ; • Refroidissement du trépan ; • Consolidation de paroi du trou foré.
Système de levage	<ul style="list-style-type: none"> • Mouffles fixe et mobile ; • Câble de forage ; • Treuil ; • Crochet de levage. 	<ul style="list-style-type: none"> • Suspension de train de sonde ; • Descente et remontée du train de sonde ; • Réglage du poids sur le trépan et de la vitesse d'avancement ; • Descente des tubages.
Groupe de force	<ul style="list-style-type: none"> • Moteurs ; • Transmissions. 	<ul style="list-style-type: none"> • Commandes des organes exécutifs (pompes, treuil, table de rotation,..).
Constructions métalliques et fondation	<ul style="list-style-type: none"> • Mât ou tour de forage; • Substructure ; • Fondation ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Installation des autres équipements de l'appareil de forage ; • Manœuvre du train de sonde et descente des tubages ; Stockage des longueurs de tiges.
Système de commande et instrumentation	<ul style="list-style-type: none"> • Compresseurs ; • Tuyauterie et robinets; • Instruments de mesure et contrôle. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mise en marche et arrêt des équipements ; • Mesure ou contrôle de variation des paramètres de travail.
Équipement de la gueule du puits	<ul style="list-style-type: none"> • Obturateurs de sécurité (BOP) ; - Koomey ; • Manifold. 	<ul style="list-style-type: none"> • Prévention et lutte contre les éruptions.
Matériel de production et de traitement de la boue	<ul style="list-style-type: none"> • Mélangeurs de boue ; • Bacs ; • Tamis et appareils centrifuges. 	<ul style="list-style-type: none"> • Production de nouvelle boue et • Régénérescence de la boue contaminée.

Tableau I-1: Principaux groupes et équipements d'un appareil de forage et leurs fonctions. [2]

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

➤ Classification :

Il existe toute une gamme d'appareils : légers, moyens et lourds ; appropriés aux forages, peu, moyen et très profonds.

Deux caractéristiques relativement liées interviennent dans la classification des appareils de forage :

- La capacité ou profondeur de forage maximale ;
- La puissance au treuil.

La règle du pouce anglo-saxonne suivante donne d'une manière pragmatique : pour 110 pieds de forage, il faut 10 HP de puissance au treuil d'où :

- Appareil léger 4 921' à 6 561' (1 500 à 2 000 m) 650 HP
- Appareil moyen 11 482' (3 500 m) 1 300 HP
- Appareil lourd 19 685' (6 000 m) 2 000 HP
- Appareil super lourd 26 685' à 32 805' (8 000 à 10 000 m) 3000HP

I.1.3. fonction d'un appareil de forage :

Les installations de forage employées pour le forage rotary des puits profonds représentent un ensemble de différentes machines, mécaniques et bâtiments (figure I-2)

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

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

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

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

- Equipements de fond (garniture).
- Equipements de surface (installation).

A. Equipements de fond (garniture) :

C'est l'ensemble des outils (figure. I-3) de forage et garniture qui travaillent au dessous de la surface et sont en général :

- **Le trépan** : (figure. I-3-a)

C'est l'outil qui assure sous l'effet de la compression et de rotation la destruction des roches.

- **Les tiges de forage** : (figure. I-3-b)

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.

- **Tiges carrées** : (figure. I-3-c)

C'est la tige qui transmet le mouvement de rotation de la table de rotation au train de tige. [1]

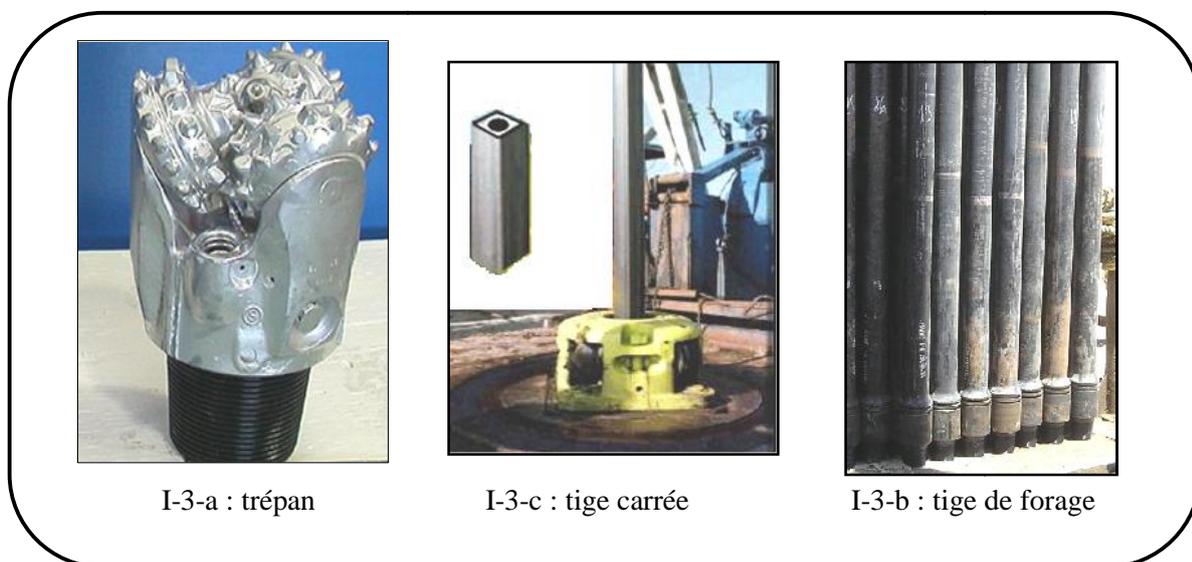


Figure I-3 Equipements de fond. [1]

B. Equipements de surface (installation) :

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

a) **Fonction de rotation :**

Pour assurer la rotation de l'outil pendant le forage d'un puits de pétrole et effectuer plusieurs opérations nécessaires sur le plancher, on a recours à un système de rotation.

Ce système comprend deux équipements essentiels :

- La table de rotation. (figure. I-4)
- La tête d'injection.

➤ **Table de rotation :**

Les tables de rotation sont destinées principalement à l'entraînement d'une colonne de forage suspendue verticalement. La table de rotation se compose de deux parties :

- Partie mobile.
- Partie fixe.

La partie fixe constitue le bâti de la table, elle sert aussi comme un carter d'huile où sont lubrifiées par barbotage les pièces d'usures de la partie mobile.

La partie mobile comprend une couronne dentée circulaire appelée « grande couronne » cette couronne est attaquée par pignon d'attaque monté sur l'extrémité d'un arbre à l'aide d'une roue à chaîne de l'autre extrémité.

Cet arbre repose sur deux roulements à billes, l'un simple et l'autre comme roulement buté. Le fonctionnement d'une table de rotation est très simple.

Le pignon d'attaque qui est entraîné par l'arbre d'attaque à partir d'une roue à chaîne, entraîne avec lui la couronne dentée qui fait tourner la partie mobile de la table, qui entraîne à son tour la colonne de forage au moyen d'une tige carrée au hexagonale. [1]



Figure I-4 : la table de rotation. [1]

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

➤ Tête d'injection :

La tête d'injection (figure. I-5) représente le mécanisme qui relie la partie mobile d'une installation de forage à la partie fixe.

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

- de palier de roulement à l'ensemble du train de tige pendant le forage.
- elle assure le passage de la boue de forage venant d'une conduite fixe (Flexible d'injection) dans une conduite animée d'un mouvement de rotation (train de sonde).

Une tête d'injection comprend une partie mobile reposant par l'intermédiaire d'un roulement à bille principal sur une partie fixe. L'étanchéité dans ce point est assurée par une garniture spéciale. Il est prévu aussi sur la partie inférieure de la tête d'injection et pour empêcher l'huile de s'échapper des presse-étoupes. [1]

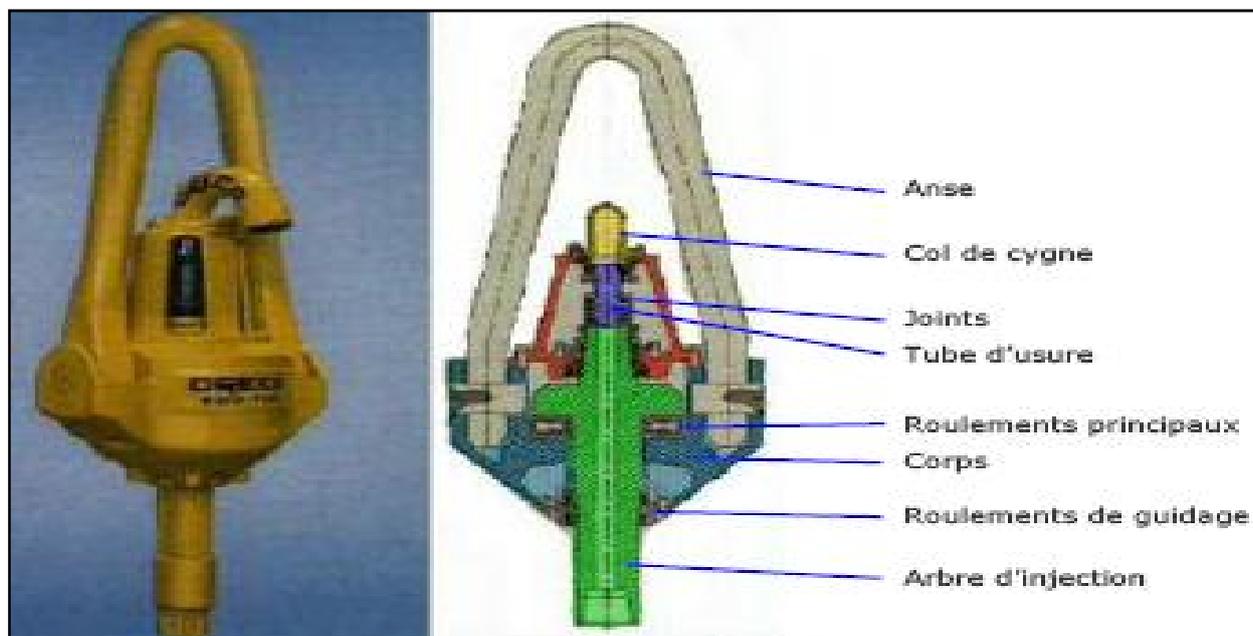


Figure I-5 : Tête d'injection. [1]

b) Fonction de pompage :

➤ Pompe à boue :

Les pompes à boue (figure I-6) doivent assurer un débit compatible avec le rendement optimal du trépan utilisé.

L'importance de la circulation de boue est telle dans le forage rotary qu'une installation de forage de quelque importance possède généralement deux pompes de même puissance, ce

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

qui permet de réparer ou d'entretenir l'une d'elles pendant que l'autre est en service et d'avoir ainsi une sécurité à peu près totale quant au maintien de la circulation.

Une pompe à boue est généralement entraînée par un moteur électrique ou à combustion interne auquel elle est reliée par une transmission.

➤ **La partie mécanique :**

- Le bâti.
- Couple d'engrenage.
- L'embrayage comprend : l'excentrique, les bielles, les crosses.

➤ **La partie hydraulique :**

- Corps de pompe.
- Chemises.
- Pistons et tiges de pistons.
- Clapets.
- Amortisseur de pulsations.
- Soupape de décharge.

➤ **Caractéristiques des pompes à boue :**

- La puissance mécanique.
- La vitesse.
- La course.



Figure I-6 : Pompe triplex. [1]

➤ **Matériel auxiliaire de la fonction pompage:**

- Les conduites.
- Les vannes.
- Le flexible d'injection.
- Les tamis vibrants, dégazeur, Agitateurs.

c) Fonction de levage :

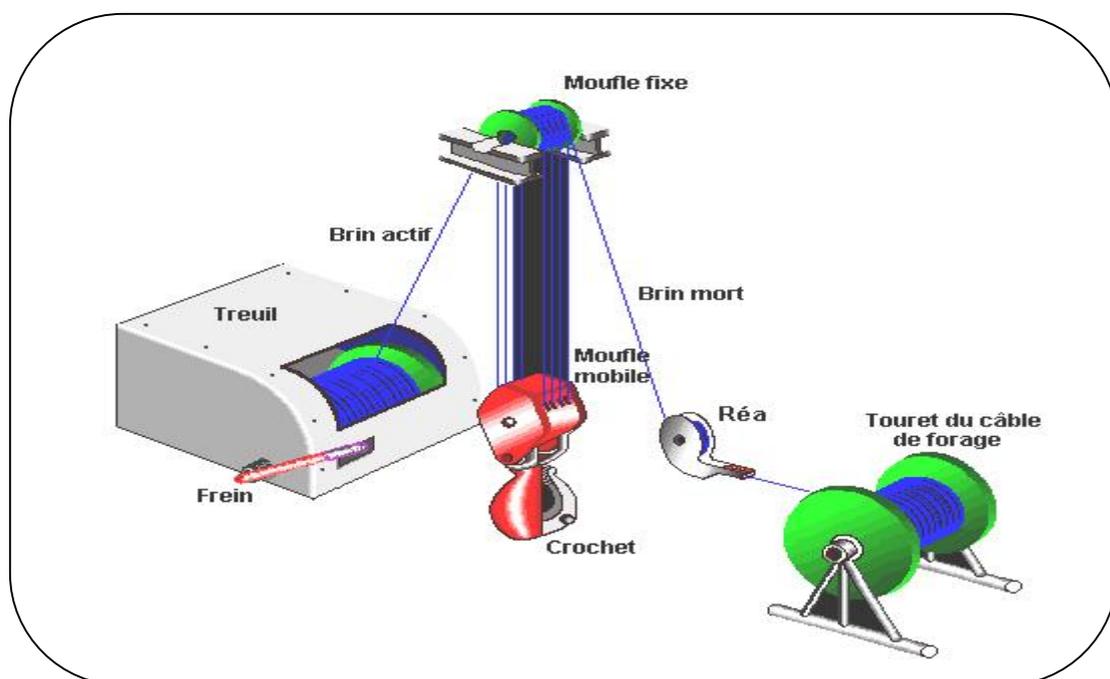


Figure I-7 : Schéma cinématique d'un mécanisme de levage. [1]

Le processus de montée de la colonne de forage hors du puits comprend une série d'opérations cycliques se répétant systématiquement, qui sont les suivantes :

- Montée de toute la longueur de tige sur une longueur dépassant de peu la longueur de train de tige.
- Arrêt de la longueur de forage en position suspendue.
- Pose de la longueur de forage sur la table de rotation et la montée de la charge de traction.
- Dévissage de train de tiges de colonne de forage et pose de celui-ci à l'intérieur du chantier de forage.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

- Descente du crochet déchargé et de l'élévateur pour accrocher la colonne de forage.

Le mécanisme de levage représenté sur la (figure I-7) se compose d'un mouflage et d'un treuil actionné d'un mécanisme d'entraînement.

➤ le mouflage :

Le mouflage comprend un câble qui passe successivement sur les poulies d'un moufle fixe (figure I-8) et sur les poulies d'un moufle mobile avant de s'enrouler sur le tambour d'un treuil, l'autre extrémité du câble est fixée à un point fixe.

Le nombre de brins du mouflage peut varier de 04 à 14. On appelle brin actif, la partie de câble comprise entre le tambour du treuil et le moufle fixe. Le brin mort est la portion de câble sortant du moufle fixe et allant directement au point fixe.

But de mouflage : Le mouflage a pour but de répartir sur plusieurs brins le câble, les charges considérables que le crochet d'un appareil est appelé à supporter, ce qui permet :

- de rendre les dimensions du câble acceptables,
- de réduire l'effort au brin actif et permettre ainsi la construction de treuil de dimensions raisonnables; on verra que, malgré la démultiplication des efforts réalisée par le mouflage, les treuils conservent quand même des dimensions importantes.



Figure I-8 : moufle fixe. [1]

➤ Le crochet de levage :

Il est suspendu directement au moufle mobile (figure I-9) 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.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

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

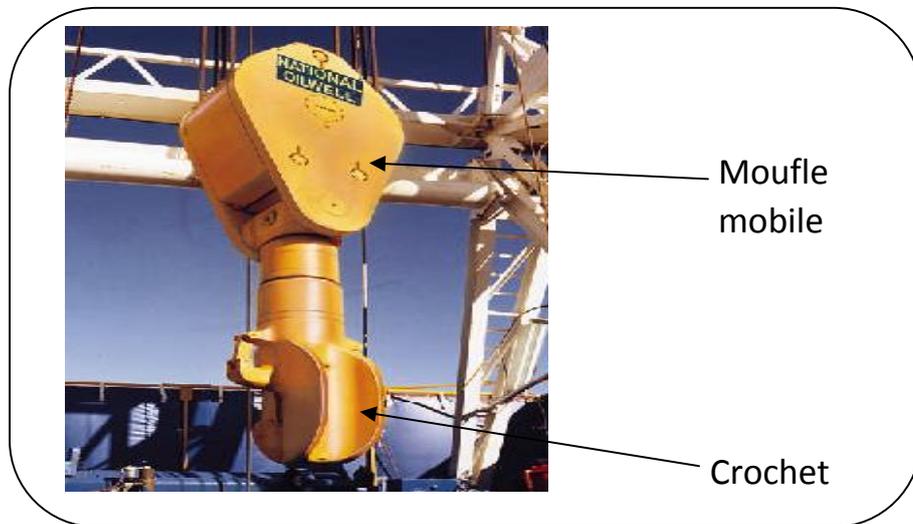


Figure I-9 : Ensemble moufle et crochet. [1]

➤ Le câble de forage :

• Constitution :

Un câble (figure I-10) est constitué de plusieurs torons disposés en spirale autour d'une âme.

Chaque toron est lui-même constitué de plusieurs fils calibrés également disposés en hélice sur plusieurs couches.

• L'âme du câble :

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

• Les torons :

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

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

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

Filler : appelé aussi Seal Lay à fils de remplissage ou Seal Lay-filler. Il est employé de préférence au toron Seal Lay lorsque l'utilisation réclame un nombre de fils plus important par toron. Le toronnage dans les différentes couches se fait au même pas.

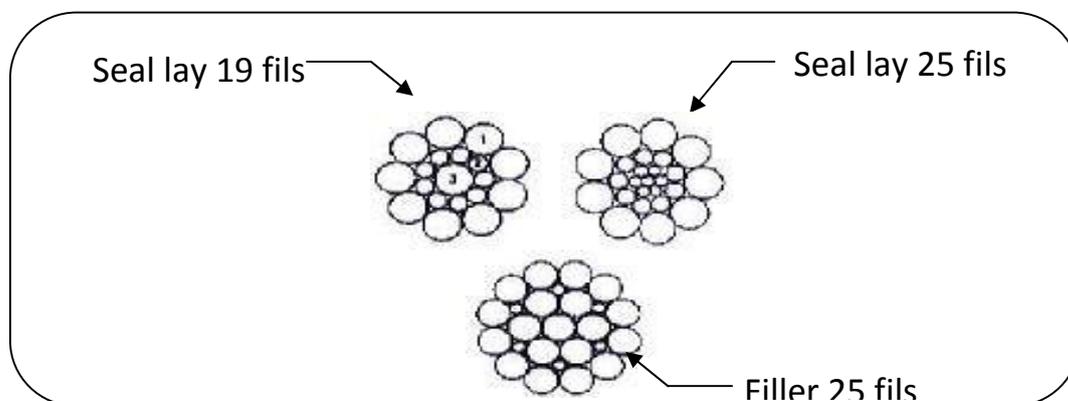


Figure I-10 : câble de forage [1]

- **Travail effectué par un câble :**

Le câble de forage qui relie le treuil au moufle mobile, est l'organe de transmission du travail qui permet aux charges d'être déplacées à la verticale dans les deux sens.

Outre que le câble s'use en fonction des points particuliers d'usure, il se fatigue également proportionnellement au travail qu'il effectue.

Il est donc nécessaire de contrôler la durée de vie d'un câble en fonction du travail qu'il effectue, de façon à pouvoir établir un programme de son utilisation.

En considérant que :- les frottements de la garniture de forage contre les parois du trou sont les mêmes à la remontée qu'à la descente,

- Il y a des tiges sur toute la hauteur du trou, sorties ou introduites "Longueur" par "longueur",
- Le supplément de poids dû aux masse – tiges et à l'outil est rassemblé à la base de la garniture au niveau de l'outil.

- **Le treuil de forage :**

C'est le cœur de l'appareil de forage, donc c'est la capacité du treuil qui caractérise un appareil de forage et indique la classe des profondeurs de forages que l'on pourra effectuer.

Le treuil de forage (Figure I-11) regroupe un ensemble d'éléments mécaniques et assure plusieurs fonctions :

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

- Les manœuvres de remontée et de descente (levage) du train de sonde à des vitesses rapides et en toute sécurité, ce qui constitue sa principale utilisation.
- L'entraînement de la table de rotation, quand celle-ci n'est pas entraînée par un moteur indépendant.
- Le vissage et dévissage du train de sonde ainsi que les opérations de curage.

➤ Différentes parties mécaniques de treuil :

- Le tambour de manœuvre
- Boîte de vitesse
- Le frein principal
- Le frein auxiliaire
- Le frein électromagnétique



Figure I-11 : Le Treuil De Forage. [1]

C. Les équipements mécaniques :

On distingue :

- Les moteurs de sonde ou groupe de force ;
- Les groupes électrogènes ;
- Les compresseurs.

Ils fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement de la sonde de forage

D. Les équipements de sécurité:

Ils assurent la sécurité du puits en cas de venue Les équipements de sécurité sont :

- La tête du puits
- BOP;
- L'accumulateur de pression ;
- Le manifold de duses ; [1]

I.2. Généralité sur la maintenance

I.2.1 Définition de la maintenance par la norme X60-010 :

La maintenance c'est l'ensemble des activités destinées à maintenir ou à rétablir un bien dans un état spécifique et dans des conditions données de sûreté de fonctionnement pour accomplir une fonction requise.

I.2.2 Objectifs de la maintenance :

Les principaux objectifs de la maintenance sont :

- Maintenir l'équipement dans un bon état de marche, dans les meilleures conditions de qualité, de délai et de prix de revient.
- Remplacer l'équipement à des périodes prédéterminées.
- Assurer à l'équipement des performances de haute qualité.
- Améliorer la sécurité du travail.
- Former le personnel dans les spécialités spécifiques à la maintenance.
- Conseiller la direction d'usine et la fabrication.
- Maintenir l'installation dans un état de propreté absolue. [2]

I.2.3. Les types de maintenance :

Les grands types de maintenance sont la maintenance corrective et la maintenance préventive.

➤ La maintenance corrective :

C'est l'ensemble des activités de maintenance, réalisées après la défaillance d'un bien ou la dégradation de sa fonction, et qui lui permettent d'accomplir une fonction requise au moins provisoirement. Ces activités comportent notamment la localisation de la défaillance et son diagnostic, la remise en état de bon fonctionnement avec ou sans modification.

Celle-ci se décompose en deux sous-types:

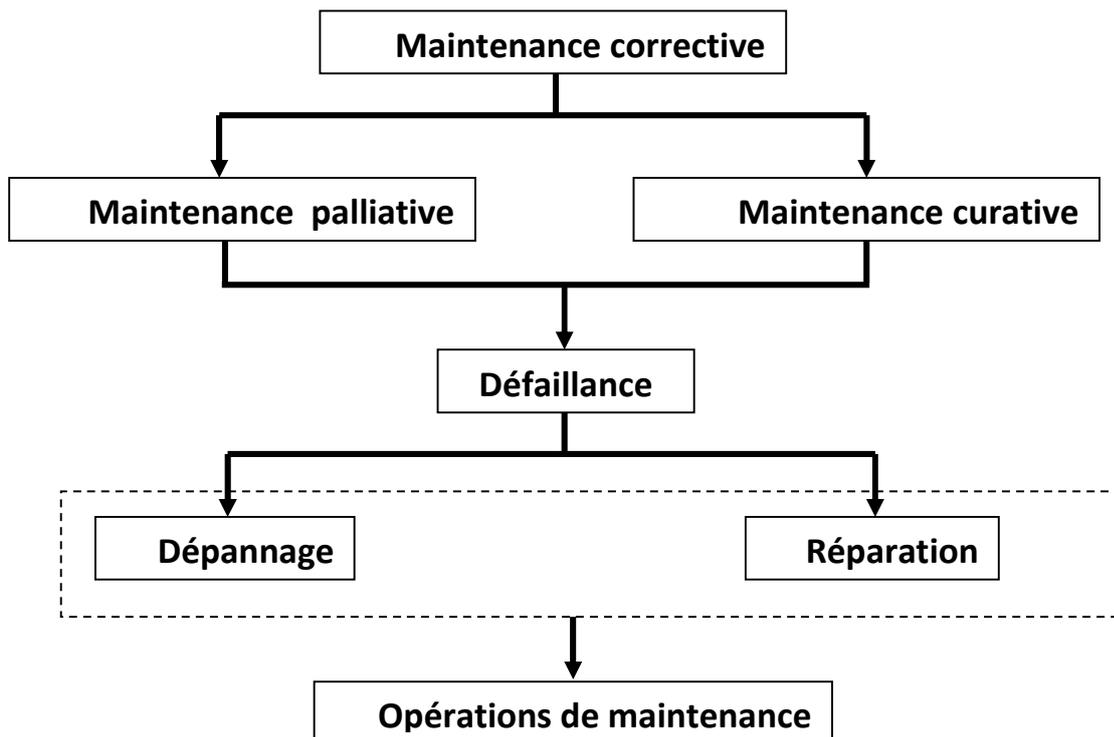


Figure I.12 : les types de maintenance corrective

A. La maintenance palliative :

La maintenance palliative représente les activités de la maintenance corrective destinées à permettre à un bien d'accomplir provisoirement tout ou partie d'une fonction requise. Appelée couramment dépannage, cette maintenance palliative est principalement constituée en actions à caractère provisoire qui devront être suivies d'action de réparation.

B. La maintenance curative :

La maintenance curative représente les activités de la maintenance corrective ayant pour objectif de rétablir un bien dans un état spécifique ou en vue de lui permettre d'accomplir une fonction requise. Le résultat des activités réalisées doit présenter un caractère permanent. Ces activités peuvent être des réparations ou des modifications ayant pour objet de supprimer la défaillance.

➤ **La maintenance préventive :**

C'est la maintenance ayant pour objectif de réduire la probabilité de défaillance ou de dégradation d'un bien ou d'un service rendu. Les activités correspondantes sont déclenchées

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

selon un échéancier établi à partir d'un nombre prédéterminé d'unités d'usage (distance, la quantité produite ...etc.).

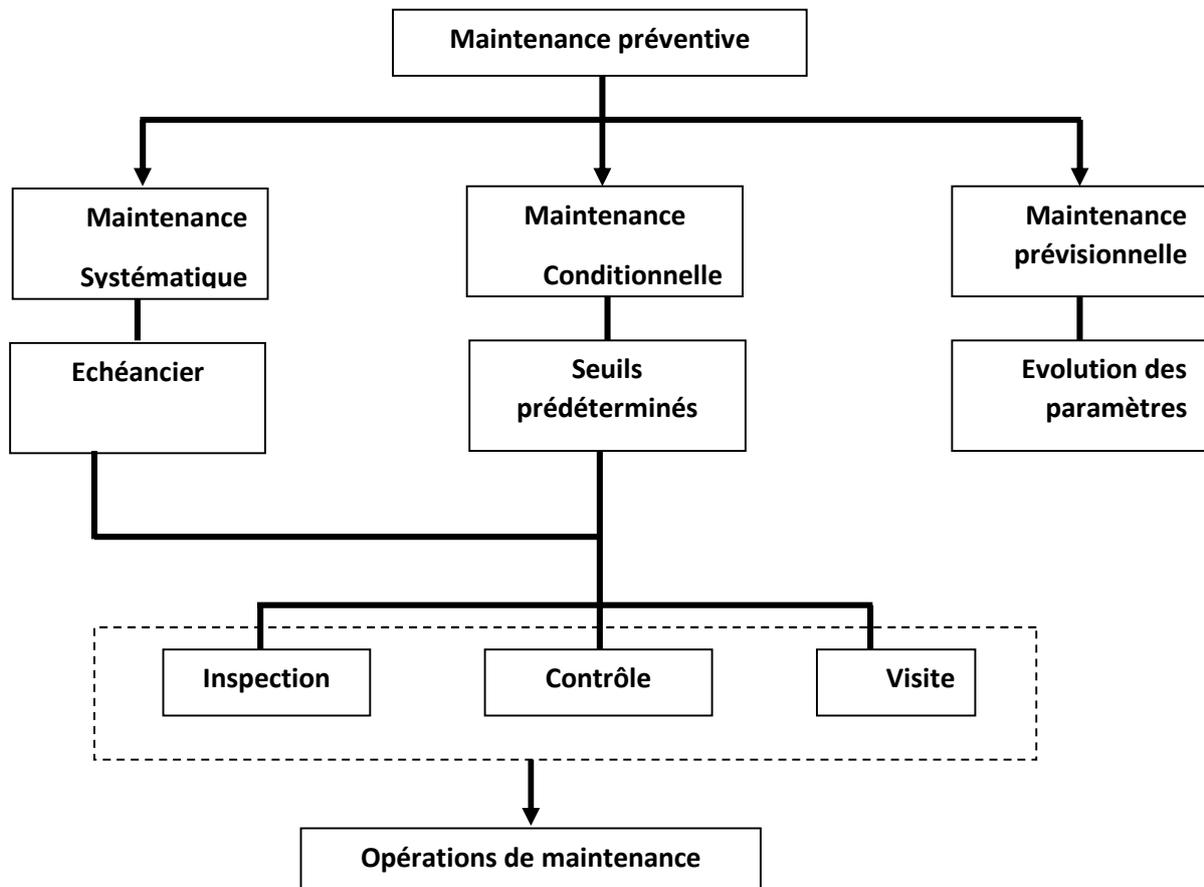


Figure I.13 : les types de maintenance préventive

Les types de maintenance préventive que l'on peut mettre en œuvre sont la maintenance préventive systématique, conditionnelle et prévisionnelle.

A. La maintenance conditionnelle :

Elle permet, grâce à une surveillance très précise, de suivre l'évolution d'un défaut ou d'une usure et donc de planifier une intervention avant la défaillance totale ou partielle.

B. La maintenance prévisionnelle :

C'est la maintenance préventive subordonnée à l'analyse de l'évolution surveillée de paramètres significatifs de la dégradation du bien, permettant de retarder et de planifier les interventions.

C. La maintenance préventive systématique :

Elle est définie comme une maintenance préventive effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unité d'usage.

I.2.4. Niveaux de maintenance :

Un niveau de maintenance se définit par rapport :

- A la nature de l'intervention.
- A la qualification de l'intervenant.
- Aux moyens mis en œuvre.

La norme NFX60-010 donne à titre indicatif, cinq niveaux de maintenance, en précisant le service qui en a la responsabilité, la production ou la maintenance.

1) Premier niveau :

il s'agit de réglages simples prévus par le constructeur ou le service de maintenance, au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement. Ses interventions peuvent être réalisées par l'exploitant du bien sans outillage particulier à partir des instructions d'utilisation.

2) Deuxième niveau :

Il s'agit de dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et d'opérations mineures de maintenance préventive. Ces interventions peuvent être réalisées par un technicien ou l'exploitant du bien dans la mesure où ils ont reçu une formation pour les exécuter en toute sécurité.

3) Troisième niveau :

Il s'agit d'identification et de diagnostic de pannes suivis éventuellement :

- D'échanges de constituants.
- De réparations mécaniques mineures.
- De réglage et réétalonnage général des mesureurs.

Ces interventions peuvent être réalisées par un technicien spécialisé directement sur le site ou dans un atelier de maintenance.

4) Quatrième niveau :

Il s'agit de tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Les interventions peuvent être réalisées par une équipe disposant d'un encadrement technique très spécialisé et de moyens importants bien adaptés à la nature de l'intervention.

5) Cinquième niveau :

Il s'agit de tous les travaux de rénovation, de reconstruction ou de réparation importante, confiés à un atelier central de maintenance ou à une entreprise extérieure prestataire de services. Dans ce type de travaux les moyens et les méthodes sont comparables à ceux mis en œuvre lors de la fabrication des matériels. C'est au constructeur d'en fournir les spécifications techniques et constructives.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR L'APPAREIL DE FORAGE ET LA MAINTENANCE

I.2.5. Système de Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur :

La maintenance des équipements au niveau du chantier de forage est gérée par un système informatisé appelé Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur, basée sur un logiciel intitulé Win GMAO. Les principaux modules qui composent le système GMAO sont :

A. Module Planification & programmation :

Le module planification et programmation permet de gérer l'ensemble des opérations de maintenance systématique après validation des tâches, tout en tenant compte des périodes et fréquences préétablies (ex : quotidien, hebdomadaire, mensuel, heures de rotation, etc....)

B. Module Maintenance curative :

La gestion des travaux curatifs permet de traiter l'ensemble des opérations correctives que devront réaliser les opérateurs de maintenance.

C. Module retour d'information :

Il permet les clôtures des ordres de travail préventif et curatif une fois réalisés, avec le report des informations sur un support (canevas) et l'enregistrement de toutes les informations nécessaires à ces derniers.

D. Module Pièce de rechange:

Ce module permet de gérer l'ensemble des articles nécessaires à la réalisation des opérations de maintenance, ainsi que leurs mise à jour et tenus en stocks ; il permet aussi de lancer les demandes d'achat.

E. Module Coût de la maintenance :

La ventilation des activités permet de réduire les différents coûts des interventions en termes de main-d'œuvre, de Pd R (Pièces de Rechange), fournitures ou de sous-traitance externe. Ces fonctionnalités prennent en compte les diverses natures d'interventions : dépannage, améliorations, modifications, travaux pour la sécurité, investissements, travaux d'environnements, etc.... [1]

I.3. Conclusion :

Les appareils de forage sont différents, ils sont développés selon le développement de ces équipements. La classification des appareils de forage se fait en première approche par la capacité de profondeur maximale de forage, ce qui traduit par un poids au crochet de levage. Alors quand on veut déterminer une classe d'appareil, on s'intéresse qu'à la puissance du treuil.

La recherche d'une fonction productivité continuant, donne une grande importance à la maintenance qui doit assurer le bon fonctionnement, et une longue durée de vie du bien.