

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



École Nationale Polytechnique
Filière QHSE-GRI

Mémoire de Master

pour l'obtention du diplôme de Master en QHSE-GRI

**Analyse des risques liés aux activités de forage d'un
puits pétrolier**

Cas du chantier de forage NDIL 284 -HASSI MESSAOUD-

M^r. HOUSSAM MAMOUNI

Sous la direction de

M^{me}. DJAMILA HARIK Professeur ENP

M^r. AMIN BENMOKHTAR Maître-Assistant ENP

Présenté et soutenu publiquement le (20/06/2016)

Composition du Jury :

Président		M ^r . ABDELMALEK CHERGUI	Professeur ENP
Rapporteur	1	M ^{me} . DJAMILA HARIK	Professeur ENP
Rapporteur	2	M ^r . AMIN BENMOKHTAR	Maître-Assistant ENP
Examineur	1	M ^r ABOUBAKRE KERTOUS	Maître-Assistant ENP
Examineur	2	M ^r MOHAMED ATTOUCHI	Maître-Assistant ENP

ملخص

ان الهدف من هذا العمل هو دراسة الاخطار المتعلقة بعملية حفر بئر بترولي لتحديد اجراءات الوقاية لضمان سلامة البيئة والمعدات الصناعية والعنصر البشري

الكلمات المفتاحية: المخاطر، تحليل المخاطر، بئر بترولي. اجراءات الوقاية

Abstract

The objective of this work is to study the risks of oil drilling process to end to determine the preventive measures put in place to ensure people's safety, installation and environment

Key words: Risk Analysis, Master of risks, oil drilling, prevention measure

Résumé

Le présent travail a pour objet d'étudier les risques liés aux processus de forage pétrolier à fin de déterminer les mesures de prévention à mettre en place pour assurer la sécurité des personnes, l'installation et l'environnement

Mots clés : Analyse des risques, forage pétrolier, mesures de prévention

Dédicaces

À mes parents,

À mes frères et mes sœurs,

À mes amis et tous mes proches.

Houssam MAMOUNI

REMERCIEMENTS

Ce travail a été réalisé dans le cadre de la préparation du mémoire de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de mastère en Qualité Hygiène, Sécurité, Environnement et Gestion des Risques Industriels (QHSE-GRI).

Mes remerciements vont tout d'abord à mes encadreurs Madame D. HARIK et Monsieur A.BENMOKHTAR, respectivement Professeur et Maître Assistant à l'Ecole Nationale Polytechnique, pour leurs suivis, aide et disponibilités tout au long de ce travail.

Je tiens à remercier Monsieur M. OUADJAOUT, Enseignant-Chercheur à l'Ecole Nationale Polytechnique, Chef de Département et Directeur du Cycle Préparatoire-ENP pour son aide dans la rédaction de ce document.

Je tiens à remercier Monsieur A.CHERGUI, Professeur à l'Ecole Nationale Polytechnique, d'avoir accepté de présider le jury de cette soutenance.

Mes remerciements vont à Messieurs M.T. ATTOUCHI et A. KERTOUS, Enseignants - Chercheurs à l'Ecole Nationale Polytechnique pour l'effort qu'ils ont prodigué pour examiner ce travail.

Je remercie également les employés de chantier de forage NDII 284 et à leur tête Monsieur M. LAHBIB, Manager HSE pour leur disponibilité ainsi que leur précieuse aide tout au long du projet.

Je n'oublierai pas de remercier toute l'équipe pédagogique qui nous a accompagnés tout au long de notre formation à l'École Nationale Polytechnique pour la qualité de l'enseignement prodigué et l'engagement dont ils ont fait preuve.

Enfin, mes remerciements vont à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Table de matière

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES FIGURES

Introduction.....07

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE FORAGE PETROLIER

1.1 Architecture d'un forage09

1.2 Description de l'appareil de forage10

1.2.1 Système de rotation10

1.2.2 Système de circulation des fluides.....11

1.2.3 Système de levage12

1.2.4 Système de génération de puissance13

1.2.6 Système de contrôle du puits13

1.3 Différents lieux de travail de l'installation de forage14

CHAPITRE 2 ANALYSE DES RISQUES

2.1 Définition des principaux concepts18

2.2 Les sources de danger18

2.2.1 Danger chimique18

2.2.2 Installation de forage22

2.2.3 L'Homme23

2.3 Analyse des risques liés au forage24

Conclusion41

Références bibliographiques42

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2.1 : Composition de la boue de forage à base d'huile

Tableau 2.2 : Composition d'un laitier de ciment

Tableau 2.3 : Analyse des risques liés au forage

LISTE DES FIGURES

Figure 1.1 : Architecture d'un forage

Figure 1.2 : Schéma du circuit hydraulique de la boue de forage

Figure 1.3 : Schéma de fonctionnement d'un appareil de forage

Figure 1.4 : Système de contrôle du puits

Figure 1.5 : Système de levage

Figure 1.6 : Table de rotation

Figure 1.7 : le pont

Figure 1.8 : Unité du traitement des solides

Figure 1.9 : Pompes à boue

Figure 2.1 : Répartition des produits de fabrication de boue en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques

Figure 2.2 : Répartition des produits d'analyse en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques

Introduction

Les activités effectuées sur les chantiers de forage, ont toujours représenté un risque important, sur le plan humain, matériel et environnement. La manipulation d'équipements lourds et volumineux, l'utilisation d'appareillages très divers et de produits dangereux, l'exécution de travaux sous pressions parfois élevées etc. . . . ont durant de trop nombreuses années provoqué des accidents et/ou dégâts qui, à tort, étaient considérés avec fatalisme comme faisant partie du métier et donc inévitables.

L'identification des risques associés à un processus de forage est un aspects importants de l'amélioration des conditions de travail , elle aidé à traiter les risques identifiés et il est utilisé comme un outil d'analyse des risques à prévenir de manière proactive les impacts sur l'entre humain, l'installation et l'environnement

Le but de notre travail est d'étudier les risques liés aux processus de forage pétrolier (cas chantier de forage NABORS 284), à fin de déterminer les mesures de prévention à mettre en place pour assurer la sécurité des personnes, l'installation et l'environnement

Cette étude a été subdivisée en deux chapitres, sur le premier chapitre on a donné une généralité sur le processus de forage, une description du l'installation et présentation des différents lieux de travail dans le chantier de forage, le second chapitre est consacré à l'analyse des risques liés au forage pétrolier afin de proposer les consignes et les mesures de prévention.

Et la fin on a conclu notre étude par un commentaire sur le résultat d'analyse des risques, une conclusion et perspectives

CHAPITRE 1
GENERALITES SUR LE FORAGE PETROLIER

CHAPITRE 1 GENERALITES SUR LE FORAGE PETROLIER

On appelle «forage pétrolier» l'ensemble des opérations permettant d'atteindre les roches poreuses et perméables du sous-sol, susceptibles de contenir des hydrocarbures liquides ou gazeux

1.1 Architecture d'un forage

Le profil d'un forage pétrolier dépend de sa profondeur (quelques centaines de mètres à 9000m), des horizons géologiques rencontrés et des pressions de ces couches géologiques. Il n'est généralement pas possible de forer un puits à travers toutes les formations de la surface jusqu'à la zone productive. Il en résulte différentes phases de forage successives entre lesquelles le trou est tubé, c'est-à-dire cuvelé par une colonne de tubes en acier appelée aussi casing.

Un profil type de forage est caractérisé par la mise en place des tubages intermédiaires suivants :

- une colonne ou tubage de surface destinée à retenir les terrains de surface peu consolidés. Sa longueur est comprise entre 100 et 1000m. Cette colonne sert en outre de support à la tête de puits

- Une ou plusieurs colonnes ou tubages techniques, pour éliminer les couches ou fluides susceptibles d'empêcher la poursuite du forage ; par exemple des terrains éboulants, des zones contenant des fluides à forte pression...;

- Une colonne ou tubage de production, si le puits est positif, qui permet d'isoler la zone pétrolifère. A l'intérieur de cette colonne sera descendu un tube d'écoulement du pétrole ou du gaz appelé tubing [1].

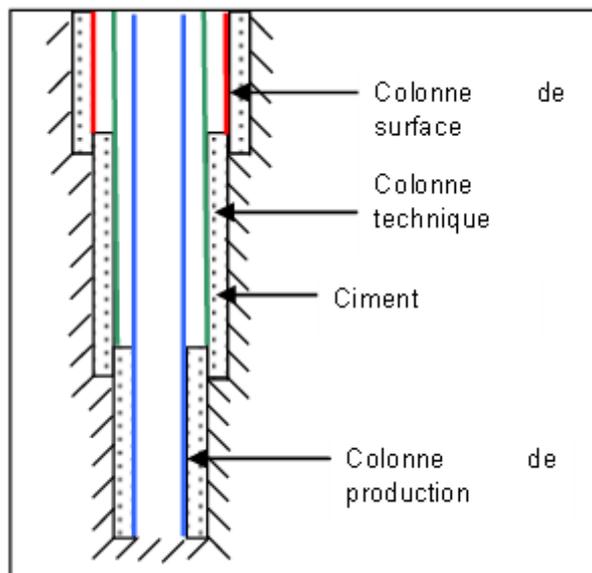


Figure 1.1 : Architecture d'un forage

1.2 Description de l'appareil de forage (la sonde)

L'emplacement idéal pour implanter les installations de forage sont en de la topographie du terrain et des informations recueillies lors de l'exploration (études sismiques). Généralement, elles se situent au-dessus du gisement, à la verticale de l'épaisseur maximale de la poche supposée contenir des hydrocarbures.

L'installation de forage possède plusieurs modules : le système hydraulique (pompe et bac à boue), le système d'alimentation (moteurs), les obturateurs, le système de rotation, les réserves des tiges de forage ainsi que le système de suspension qui renferme le derrick.

1.2.1 Système de rotation

Le forage rotary est une méthode de forage qui consiste à utiliser des trépan sur lesquels on appuie et que l'on fait tourner de façon à attaquer la roche. La rotation du trépan peut être obtenue en faisant tourner l'ensemble des tiges de forage qui relie le trépan à la surface. La plupart des rigs de forage récents possèdent un appareil appelé «*Top drive system*» constitué d'une tête d'injection (*swivel*) animée d'une force motrice qui permet d'une part la rotation du train de tiges et du trépan et d'autre part l'injection de boue à l'intérieur des tiges pendant la rotation. [1]

1.2.2 Système de circulation des fluides

Le système de circulation des fluides permet d'injecter le fluide de forage ou boue à l'intérieur des tiges de forage : le fluide passe par les orifices du trépan. Et remonte jusqu'à la surface, par l'espace annulaire entre le trou et les tiges de forage

La boue ou fluide de forage est mélangée dans des bassins à boue, puis elle est aspirée par des pompes à boue qui l'envoient vers la tête d'injection ou *swivel* par le «stand-pipe» ou colonne montante.

De là, elle passe à travers la tige carrée, les tiges, les masse-tige set le trépan ; elle sort du trépan sous la forme d'un jet extrêmement puissant. Puis elle remonte vers la surface dans l'espace inter annulaire entre le train de tige et la paroi du trou.

Elle est alors chargée des roches arrachées à la formation par le trépan, appelées déblais de forage ou *cuttings*.

En surface, elle passe ensuite sur un tamis vibrant qui retient les déblais les plus gros.

Puis, elle passe éventuellement par des hydro cyclones puis par un des sableur, qui enlève le sable par centrifugation. Dans le cas où la boue contient des gaz, elle est envoyée dans un dégazeur. Enfin, la boue retourne dans les bassins à boue pour un nouveau cycle d'opération.

Les bassins à boue sont un ensemble de grands réservoirs en acier équipés d'agitateurs permettant de maintenir en suspension les solides responsables de la densité du fluide. Certains bassins sont utilisés pour faire circuler la boue, d'autres pour mélanger et stocker la boue fraîche [2].

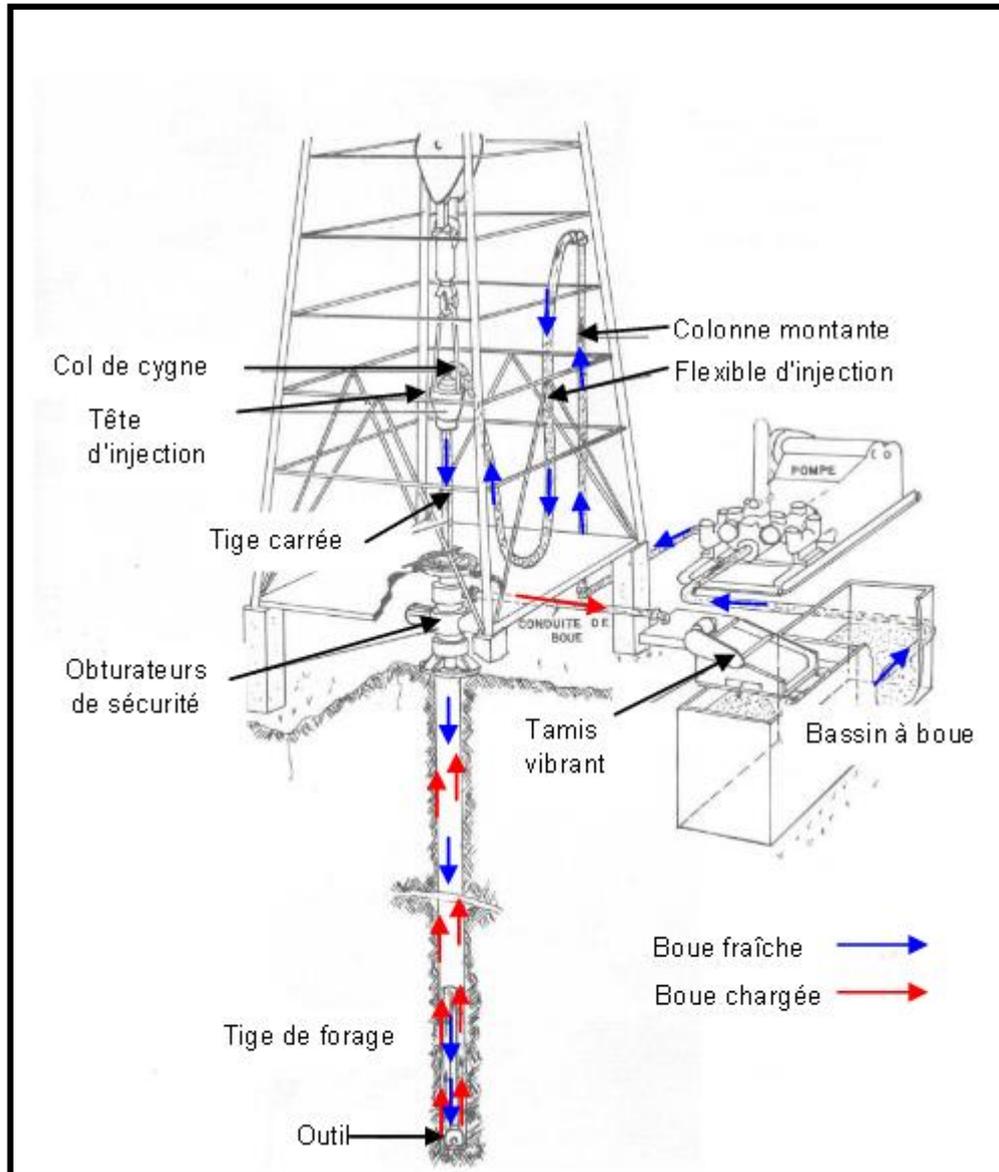


Figure 1.2 : Schéma du circuit de la boue

1.2.3 Système de levage

Le système de levage est un système de poulies permettant de remonter et de faire descendre le train de tiges et les tubages dans le puits. Il comprend :

- **Le derrick** ou mât de forage qui permet la manœuvre et le stockage vertical des tiges de forage en général par tronçons de trois éléments de 9m
- **Le treuil** qui enroule et déroule le câble de forage (*drilling line*) et fait ainsi remonter ou descendre le train de tiges et les tubages

- **Les moufles** fixe et mobile par lesquels passe le câble de forage. Un crochet de levage fixé au moufle mobile est utilisé pour suspendre le train de tiges dans le trou
- **Les clés et les coins de retenus** : les clés sont de grands outils qui servent à visser et dévisser les tiges et les masses-tiges. Deux clés sont nécessaires : l'une servant à maintenir la première tige immobile et l'autre à visser ou dévisser la seconde tige.

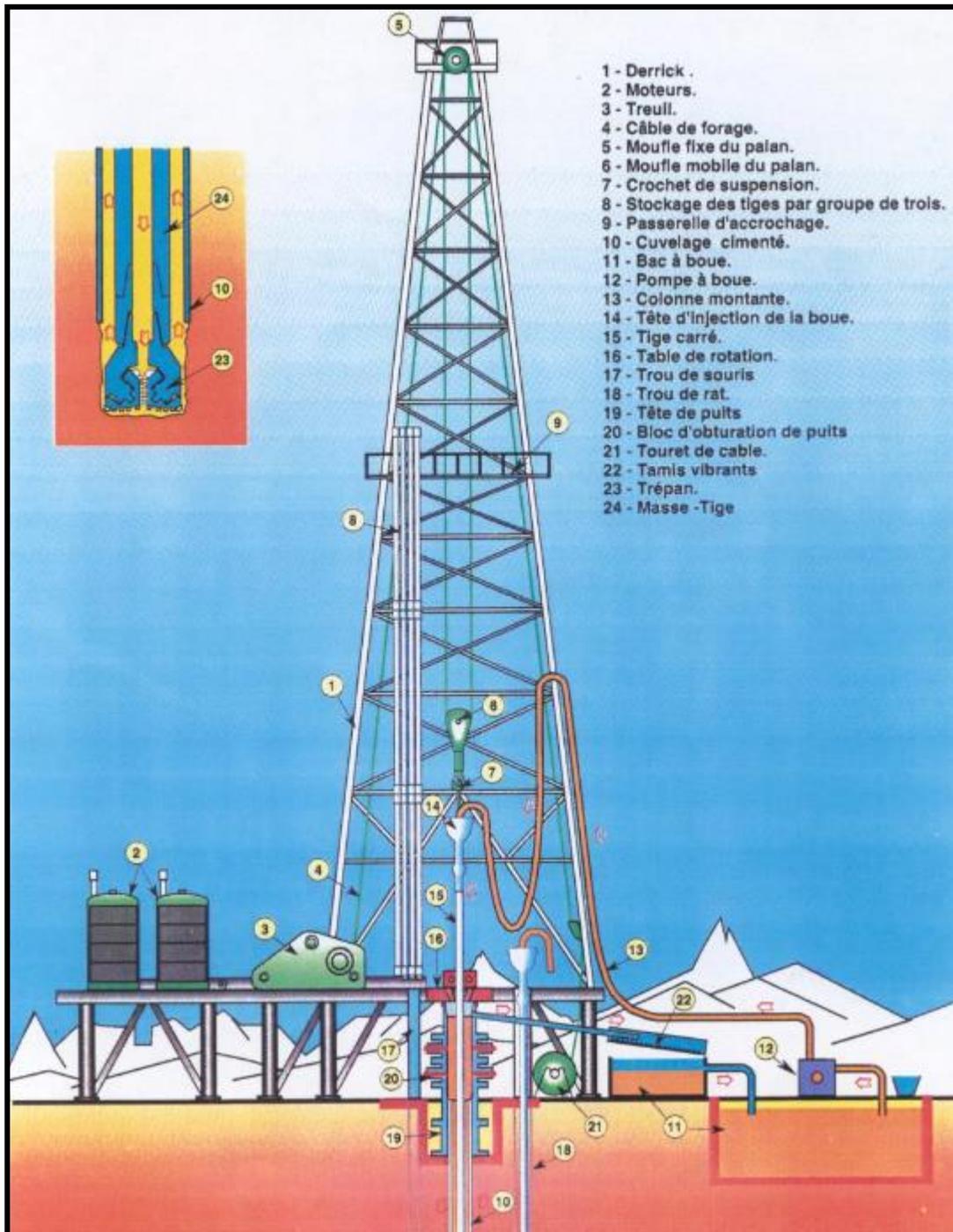


Figure 1.3 : Schéma de fonctionnement d'un appareil de forage

1.2.4 Système de génération de puissance

Généralement des moteurs à combustion interne diesel sont utilisés pour fournir l'électricité nécessaire au fonctionnement de l'installation.

1.2.5 Système de contrôle du puits

L'objectif du système de contrôle du puits est d'éviter l'éruption ou *Blow-out* des fluides présents dans les roches perméables rencontrées. Une éruption peut causer des dommages environnementaux et matériels, des pertes notables de gaz et de pétrole, et plus sérieusement, coûter des vies humaines. Une éruption se produit quand la pression hydrostatique exercée par le fluide forage est insuffisante pour maintenir les fluides sous pression contenus dans les formations rencontrées. Les remontées de fluides sous pression sont normalement contrôlées grâce aux obturateurs de sécurité placés en tête de puits et fixés sur la colonne de surface. Les obturateurs de sécurité ou BOPs (*Blow Out Preventers*) sont des vannes particulières à haute pression installées à la tête du puits avant le commencement du forage qui permettent soit d'obturer l'espace annulaire de surface, soit d'obturer le puits en entier [2].



Figure 1.4 : Unité de commande du système de contrôle du puits

1.3 Différents lieux de travail de l'installation de forage

L'objectif de cette partie est d'identifier et de décrire les différents lieux opérationnels d'un site de forage afin de comprendre le fonctionnement d'une installation de forage et pouvoir mieux identifier l'exposition des travailleurs à ses dangers.

1.3.1 Plancher de forage

Le plancher de forage est la zone située au bas du mat de forage où est effectué l'ensemble des manœuvres de forage : vissage et dévissage des tiges de forage, mise en place de l'outil de forage, actionnement du treuil. Il comprend différents éléments

- le treuil qui permet le fonctionnement du système de levage
- la table de rotation
- les clés permettant de visser et dévisser les tiges de forage
- le système de contrôle de l'installation de forage (contrôle de la garniture, contrôle de niveau de bassin de boue de forage ...)
- une installation manifold qui permet la distribution des fluides de forage selon les besoins
- des zones de stockage des tiges de forage



Figure 1.5 : Système de levage (treuil)

Généralement trois ou quatre ouvriers de plancher appartenant à la compagnie de forage travaillent sur le plancher de forage et assurent la manutention des tiges et des différentes installations présentes dans le plancher [3].



Figure 1.6 : Table de rotation

1.3.2 Pont

Le pont constitue le lieu de stockage des tubulaires et des produits de base. C'est également la zone où sont installés les petits ateliers techniques (soudage, mécanique,) et les unités des entreprise de service qui intervient sur le puits. la manutention de charges par l'intermédiation grue et de chariot élévateurs y est importante



Figure 1.7 : le pont

1.3.3 Bassin à boue de forage

Les bassins à boue sont un ensemble de grands réservoirs en acier équipés d'agitateurs .les bassins à boue permettant de mélanger , stocker et faire circuler la boue , les bassins sont associés à des pompes à très haute pression situées à proximité des bassins

1.3.4 La *mixing area* (Surface de mixage)

La *mixing area* est la zone où sont mélangés les produits chimiques nécessaires à la fabrication des boues. Elle est constituée de *hoopers* ou gros entonnoirs dans lesquels sont introduits les produits chimiques, qui sont ensuite envoyés vers les bassins à boue. Le mélange des produits chimiques est réalisé par un technicien de la société de service chargé des boues de forage.

1.3.5 Unité de traitement des solides

La boue en sortie de puits chargée de déblais de forage est envoyée vers un système de traitement des solides afin d'éliminer les déblais et permettre une réutilisation de la boue. Le système de traitement des solides est généralement constitué d'un tamis vibrant, d'hydrocyclone et de centrifugeuse.



Figure 1.8 : Unité de traitement des solides

1.3.6 Unité de cimentation

Après la mise en place de tubage dans le puits, il est nécessaire de cimenter les tubes. L'opération de cimentation est réalisée par société spécialisée, une personne de la société de service est chargée de réaliser le laitier de ciment et de le mettre en place dans l'espace annulaire situé entre le tubage et la paroi du puits. [3]

1.3.7 Laboratoire à boue

Dans les chantiers de forage, le laboratoire à boue est le lieu de réalisation des analyses physiques et chimiques de boues. Le laboratoire est un local fermé comprend différents appareils d'analyse et de mesure.

1.3.8 Unité des moteurs

Sur un chantier de forage pétrolier, les moteurs de système de rotation sont situés à l'air libre



Figure 1.9 : Pompes à boue

1.3.9 Unité de *mudlogging*

La cabine de *mudlogging* chargée d'assurer le suivi des formations géologiques. Cette cabine est un petit local fermé qui comprend un laboratoire et des bureaux. Elle est située derrière le tamis vibrants du circuit de la boue.

1.3.10 Bureaux de contrôle

Les bureaux sont situés à côté du site de forage tandis que les logements sont généralement plus éloignés et localisés à quelques centaines mètres du site.

CHAPITRE 2

ANALYSE DES RISQUES

CHAPITRE 2 ANALYSE DES RISQUES

Ce chapitre a pour but de répertorier les différentes sources de danger ainsi analysé les risques qui peuvent atteindre l'être humain, environnement et l'installation afin de déterminer les mesures et les consigne de prévention pour maîtriser ses risques.

2.1 Définition des principaux concepts

- **Danger** : Situation caractéristique propre à certains éléments du système, qui menacent ou compromettent la sûreté.

Le danger est alors considéré comme la cause d'une atteinte possible à l'existence d'un bien ou d'une personne, vis-à-vis du système, il est défini comme un processus non désiré. C'est un facteur potentiel d'accident, parfois mesurable (niveau de température, vitesse excessive...).

- **Risque** : Probabilité qu'un effet spécifique se produise dans une période donnée ou dans des circonstances déterminées. En conséquence, un risque se caractérise par deux composantes : la probabilité d'occurrence d'un événement supposé donner et la gravité des effets ou des conséquences de l'évènement supposé pouvoir se produire.

- **Accident** : Evènement ayant des conséquences catastrophiques ou susceptibles d'en avoir, dans l'industrie, l'accident est défini comme l'évènement pouvant entraîner l'endommagement d'une ou plusieurs barrières et donc conduire à un relâchement de produits radioactifs et demandant la mise en service de système de protection. [4]

2.2 Les sources de danger

La phase d'exploration pétrolière fait quotidiennement des grands titres avec leurs incidents, et accidents catastrophiques, pour élaborer une analyse des risques liés au forage pétrolier, il faut d'abord définir les sources de danger

2.2.1 Danger chimique

Cinq sources principales de danger chimique sont présentes dans in chantier de forage

- La boue de forage et les produits chimiques entrant dans leur composition
- Les produits utilisés dans la fabrication du laitier de ciment lors des opérations de cimentation
- Les produits chimiques utilisés dans le contrôle et l'analyse de boue de forage

- Les combustibles (gaz, pétrole)
- Le dégagement de gaz H₂S qui peut être présent dans le réservoir d'huile ou de gaz et remonte en surface [5].

- La boue de forage (*mud*)

La boue à huile est majoritairement des émulsions inverses c'est-à-dire des émulsions de gouttelette d'eau dans l'huile. Une boue à base de diesel est utilisée dans le processus de forage mais ce type de boue est interdit dans la majorité des pays pour des raisons d'hygiène et des impacts sur l'environnement

La fabrication de boue à huile nécessite l'utilisation des différents composés :

- Un ou deux émulsifiants
- Un alourdissant (barite)
- Un réducteur de filtrat (en général à base d'asphalte ou de lignite)
- Un viscosifiant (en général une organophinile)
- Un agent mouillant qui rend les solides (forés, barite) mouillants
- De la chaux qui stabilise l'émulsion

Des additifs peuvent également être dans la composition de la boue à base d'huile

- Des sels dans le rôle est de réduire l'activité de la phase aqueuse :KCl
- Des agents fluidifiants

La quantité indicative des différents composants de la boue à huile est définie dans le tableau suivant

Tableau 2.1 : Composition de la boue à base d'huile

Type de boue	Composants	Quantité indicative pour 1m ³ de boue
Boue à base d'huile	Huile paraffinique	0.50 à 0.6 m ³
	Eau émulsionnée	0.075 m ³
	Alourdissant : barite	0.5-1.5 tonne/m ³
	Émulsifiants	30-50 kg/m ³
	Viscosifiants	10-20 kg/m ³
	Réducteurs de filtrat	5-15 kg/m ³
	Agents mouillants	1-10 L/ m ³
	Chaux	1-5 kg/m ³
	<u>Additifs :</u>	
	Sels	50 kg/m ³
Agents colmatants	100 kg/m ³	
Agents fluidifiants	10-20 kg/m ³	

Les huiles utilisées dans les boues à huile sont des distillats de pétrole lourds ou légers nocives : elles peuvent provoquer une atteinte des poumons en cas d'ingestion. Leur teneur en hydrocarbures aromatiques est très faible.

Les huiles utilisées ne sont pas considérées comme cancérogènes.

Cependant, une exposition prolongée avec la peau peut provoquer des problèmes cutanés (dermatoses, dessèchements, ...). Les vapeurs et les brouillards d'huile sont irritants pour les yeux et les voies respiratoires supérieures

La figure repartie les différents produits utilisé dans la fabrication de la boue à base d'huile en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques [5].

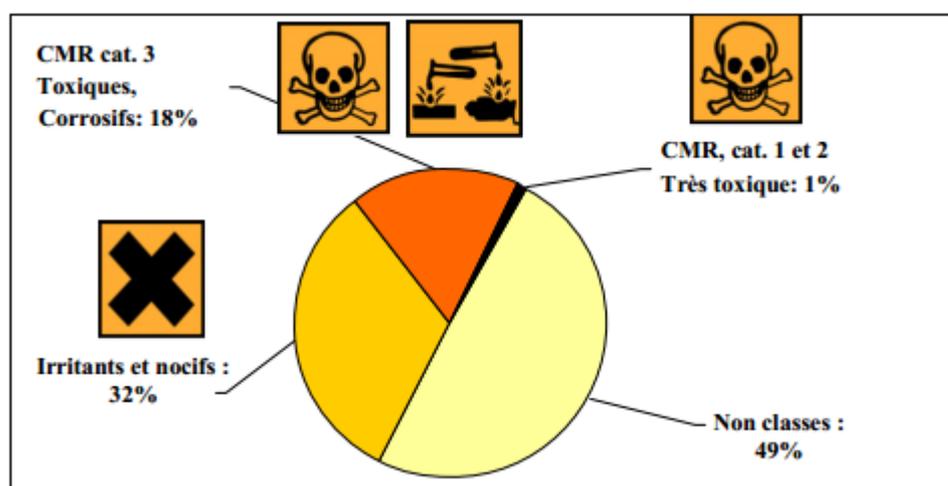


Figure 2.1 : Répartition des produits de fabrication de boue en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques

- Produits ciments

La composition d'un laitier de ciment est représentée dans le tableau suivant

Tableau 2.2 : Composition d'un laitier de ciment

Composants	Quantité indicative pour une densité SG=1,90
Eau	450 L
Ciment	1 000 kg
Silice	350 kg
Accélérateurs/Retardateurs de prise	5-10 L
Réducteur de filtrat	10-25 L
Thinner (amincissant)	3-10 L
Defoamer (Anti-mousse)	0,5 L

Le ciment peut provoquer des irritations oculaires en cas de projection dans les yeux et des rhinites en cas d'inhalation des poussières de ciment sec

Le ciment frais est également irritant par contact avec la peau et la présence éventuelle de chrome hexa valent peut générer un eczéma.

- Produits de contrôle et d'analyse

Les produits entrant dans le processus de contrôle et d'analyse des voeu de forage sont :

- Acide chlorhydrique
- Solvant aromatiques
- Agent dispersant
- Polymère synthétique
- Les bios polymères
- Les additifs

La figure repartie les différents produits utilisé dans la fabrication de la boue à base d'huile en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques [5].

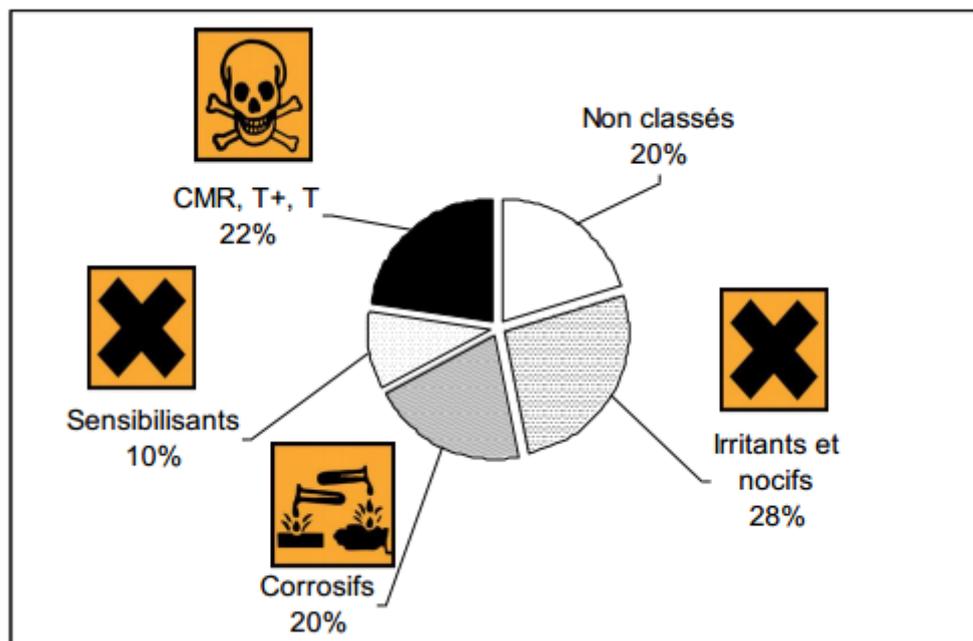


Figure 2.2 : Répartition des produits d'analyse en fonction de leurs caractéristiques toxicologiques

- Les combustibles (gaz, pétrole)

Les risques liés aux hydrocarbures sont nombreux et ils varient en fonction de leurs caractéristiques (pression, température, volume de mélange)

Inflammabilité	Toxicité
<ul style="list-style-type: none"> - point d'éclair – point d'inflammation – point d'auto inflammation - limites inférieure d'explosivité LIE - limites supérieure d'explosivité LSE 	<ul style="list-style-type: none"> - la composition chimique des hydrocarbures

2.2.2 Installation de forage

Dans une plate-forme de forage, les différents systèmes et installations représentent un danger, l'exposition à ce danger est dépendante des travaux que l'on entreprend, on distingue trois types de travaux :

- Travaux de routine

Ces travaux regroupent les opérations routinières d'exploitation effectuées par les exploitants dans les différents systèmes. Ces travaux de routines peuvent être résumés comme étant :

- Les manœuvres de conduite, mises en services, réglages, arrêts, changement de paramètres, etc.
- Les tests périodiques d'équipements ne demandant pas d'équipements spécifiques.
- Les opérations d'entretien premier degré : graissage, contrôle des niveaux, etc.

- Les interventions courantes

Ces travaux regroupent les opérations occasionnelles d'exploitation effectuées par les exploitants Dans le chantier de forage. Ces travaux peuvent être résumés comme étant :

- Les travaux d'entretien sur les machines tournantes et leurs auxiliaires pour échange standard et réparation.
- Les travaux d'entretien sur les appareils de levage et les installations électriques.
- Les opérations sur les moteurs à gaz, gazole ou électriques, etc.

Ces opérations supposent le démontage d'équipements ou d'organes des systèmes, la mise hors tension de machines tournantes, la mise en sécurité des réseaux procédés et utilités... et donc l'isolation et la purge ou décompression des lignes ou capacités [6].

- Les interventions lourdes

Ce sont les interventions à caractère exceptionnel, mettant en jeu des procédures particulières et des équipements spécifiques et non listées dans les deux types précédents :

- Opérations sur puits, wire-line, coiled-tubing, démontage d'équipements sur têtes de puits, visite de capacités avec pénétration, travaux de gros entretien sur machines tournantes, travaux de modification de tuyauterie ou structure, tests, épreuves sur réseaux ou appareils de levage, gammagraphie.

Ces travaux sont effectués soit par les exploitants de l'entreprise ou par entités extérieures supervisées par des agents habilités [6].

2.2.3 Homme source de danger

La ressource humaine possède une caractéristique unique, elle perte sa capacité de jugement et d'action individuelle celle-ci à tout moment capable d'agir selon son propre chef, quelles qu'en

soient les conséquences instables, distraits, colériques, ou courageux, l'homme est dangereux volontairement ou non :

- Il perçoit mal les messages oraux ou écrits qui lui sont adressés : voyants peu lisibles, instructions mal affichées
- Il n'interprète pas toujours les messages correctement qu'il perçoit : signalétique confuse, langue mal maîtrisée, image mentale a priori
- Il réagit mal ou tardivement à l'interprétation des signaux qu'il reçoit ou croit avoir reçu ;
- Il ne respecte pas les procédures, par saturation, manque de vigilance, refus de l'autorité ou volonté de nuire

D'après la norme ISO les erreurs humaine sont favorisé par

- Manque de formation
- Manque de pratique qui induit des erreurs par manque de savoir-faire d'anticipation
- La situation ou l'environnement anormal induisant une augmentation de stress
- Les moyens inadaptés ou l'ergonomie insuffisante
- La fatigue due à la surcharge de travail, à l'environnement ou à l'état de santé
- Les informations insuffisantes sur la présence d'un risques ou difficile à percevoir et à interpréter
- La perception insuffisante des risques générer par les comportements engagés

Ces causes peuvent se cumuler et conduire à des scénarios induisant des conséquences graves

Les erreurs humaines potentielles contribuent largement aux risques dans le secteur pétrolier en particulier aux risques de gravité dont les fréquences sont faibles mais dont les conséquences sont énormes [7].

2.3 Analyse des risques liés au forage pétrolier

La plate-forme pétrolière est une unité complexe composé de plusieurs systèmes nécessaires pour la réalisation de de forage mais cette unité contient plusieurs risques provoquent la vie

humaine, l'installation et l'environnement, d'où la nécessité de proposer des solutions, consignes et mesures de l'élimination ou réduction de ses derniers

Pour faciliter l'analyse des risques nous avons reparti les risques présents dans le chantier de forage en 4 familles

- Famille physique
- Familles chimiques
- Familles biologiques
- Familles ergonomiques

Famille physique : les ambiances de travail (éclairage, ambiances thermiques) et les agents physiques (bruit, vibrations, rayonnement, pression) constituent l'environnement de travail dans le chantier de forage .Ces paramètres sont des éléments essentiels pour la bonne exécution des tâches car ils agissent sur le facteur humain et l'installation

Familles chimique : les substances et les mélanges chimiques utilisés dans les différentes opérations de forage engendrent dans les cas accidentels des effets sur l'être humaine (effets toxiques) les équipements l'environnement (explosion)

Famille biologique : les activités effectuées dans le chantier de forage dans des zones très spéciales résultent une exposition à des agents biologiques

Famille ergonomique : les foreurs, les exploitants, les manœuvres sont exposées à des risques de type ergonomiques à cause des tâches et les moyens lourds qu'ils utilisent.

Le tableau (2.3) résume l'analyse des risques liés au processus d'un forage pétrolier ;

Famille des risques	Risque	Causes et conséquences	Consignes et mesures
Famille physique	Risque lié à l'exposition au bruit	le bruit est un danger majeur des installations de forage en raison de la présence de nombreux équipements bruyants (moteurs, pompes, treuils, grues, chariots élévateurs, véhicules, ...) et de la fréquence élevée de chocs mécaniques entre pièces solides. Un bruit de fond élevé est présent en permanence sur un appareil de forage. Selon le lieu du site de forage (plancher, pont, etc....), le niveau sonore sera plus ou moins élevé.	<ul style="list-style-type: none"> - Évaluation de la conformité réglementaire (Mesure du niveau sonore) - Signaler les zones bruyantes - Suivi et analyser le bilan des Maladies professionnelles - Former et Informer le personnel sur les risques SST - Limiter les temps d'exposition du personnel. - Disposer les installations, les appareils bruyants dans des locaux séparés et isolés. - Porter les équipements de protection individuelle : casque antibruit, bouchons d'oreille. - Organiser la surveillance médicale spéciale des travailleurs exposés. - Entretien et maintenance des équipements - Consultation médicale
	Risque lié aux vibrations	<p>Les vibrations sont considérées comme une pollution dans le monde de travail, cette pollution peut constituer pour l'homme une agression psychologique ou physiologique</p> <p>Les vibrations dans le chantier de forage sont produits par :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Les tamis vibrants de la boue. - Les moteurs diesels électriques Caterpillar (1500KVA) - Les pompes à boue et les pompes auxiliaires entraînées par des moteurs électriques 	<ul style="list-style-type: none"> - Suivi et analyser le bilan des Maladies professionnelles - Modifier le mode opératoire - Atténuer les vibrations <ul style="list-style-type: none"> . outils antivibratoires - Former et Informer le personnel sur les risques SST - Réduire la durée d'exposition au risque (réorganisation, pauses...) - Entretien et maintenance des équipements - Consultation médicale

	<p>Brûlure au contact de corps très chaud ou de produits corrosifs</p>	<p>Le contrôle de la boue de forage implique l'utilisation de produits chimiques dangereux. Il est important que chacun connaisse ces dangers dans le chantier</p> <p>Les brûlures par la soude caustique (NaOH) sont les accidents les plus fréquents.</p> <p>La soude caustique est une base très forte qui brûle la peau en particulier quand elle est humide.</p> <p>Les boues très basiques brûlent également la peau soit directement soit après imprégnations des vêtements.</p> <p>Le carbonate de baryum qui est une poudre blanche parfois utilisé dans le traitement des anhydrides, est un poison (indique sur l'emballage)</p> <p>Les produits corrosifs, pouvant, en contact avec des tissus vivants, exercer une action destructrice sur ces derniers ;</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Fournir la fiche de données de sécurité et appliquer ses recommandations - Port d'Équipements de protection individuelle et/ou collective - Informer le personnel des précautions d'emploi des produits - Eliminer toute fuite des produits - Vérifier l'étiquetage des produits approvisionnés - Etiqueter correctement les unités de fractionnement - Approvisionner les produits dans le conditionnement le plus pratique pour l'utilisation - Limiter les manipulations de produits - Signaler les produits chimiques - Délimiter les zones à risque - Former et Informer le personnel sur les risques SST des produits chimiques - Demander aux fournisseurs des fiches de données de sécurité récentes - Consultation médicale
--	---	--	--

	<p>Risque lié aux intempéries pour le travail en plein air (variation climatique : chaleur, froid, pluie, vent)</p>	<p>Les activités de forage ayant lieu à l'extérieur et sous des climats plus ou moins cléments, le personnel d'un site de forage est amené à travailler dans des ambiances thermiques extrêmes : froid ou chaleur.</p> <p>Le travail au froid peut entraîner des troubles locaux (gelures, ...) et sur un plan général, une situation d'hypothermie dont les symptômes sont difficilement perceptibles. Le travail à la chaleur peut engendrer des brûlures ou des coups de soleil (brûlures cutanées ou oculaires) et, sur un plan général, une hyperthermie, une déshydratation, un épuisement, voire un «coup de chaleur».</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Assurer la disponibilité d'eau potable (fraiche) - Former et Informer le personnel sur les risques SST - Organiser le travail pour limiter l'exposition des travailleurs aux intempéries - Prévoir des pauses dans un lieu tempéré pour les travaux en ambiance très chaude, ou très froide. - Fournir des vêtements de travail adaptés à la température extérieure : gants, vestes, gilets, pulls - Porter les équipements de protection individuelle. - Pauses régulières lors de l'exécution du travail - Visites médicales périodiques
	<p>Risques mécaniques</p>	<p>C'est l'ensemble des facteurs physiques qui peuvent être à l'origine d'une blessure par action mécanique d'éléments des machines d'outils de pièces ou de matériaux solides ou de fluides projetés.</p> <p>Les formes sont notamment écrasement : cisaillement, coupure ou sectionnement ...etc</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Protection intégrée dès la conception des locaux : rampes, gardes corps, balisage - Mettre des mains courantes sur les escaliers - Eclairage correct, régulièrement réparti et suffisant - Remplacement des ampoules brûlées et des commutateurs défectueux - Allées de circulations libres et balisées, supprimer les zones dangereuses

		<p>Les dangers mécaniques liés aux activités de chantier : (chute de personnes, chute d'objets en hauteur, circuits sous pression, heurt et coincement par machine ou équipement en mouvement, Le risque des chutes est un grand risque qui arrive lors des travaux sur chantier de forage, et qui provoque des dégâts humains tels que fractures, plaies, traumatisme....etc.</p> <p>Il existe les chutes plein pied c'est à dire le blanchet glissant, ou sur les abords du puits et les chutes des hauteurs c.-à-d. par rapport à la cave des eaux, échelles, escaliers et passerelles d'accrochage</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Sol antidérapant - Fixation correcte des moquettes et des tapis - Couverture des câbles qui traversent les passages - Utiliser de revêtements de sol antidérapants, suppression des inégalités du sol, élargissement des passages... - Entretien des sols : nettoyage périodique et immédiat en cas d'épandage de produit, réparation des parties défectueuses... - Fournir les équipements de protection individuelle (chaussures antidérapantes, ...) - Former et informer de personnel
	<p>Risque électrique</p>	<p>Risque électrocution provoqué par le contact du personnel avec une partie d'installation sous tensions :</p> <p>Le contact est d'autant plus dangereux que la tension est plus élevée et le milieu plus humide et plus conducteur.</p> <p>Les tensions courant 127-220V peuvent être mortelles (main humide proximité de masse</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Faire réaliser les installations électriques par un personnel qualifié avec un matériel approprié - Contrôle et maintenance des installations - Contrôler périodiquement ces installations électriques - Mise à la terre - Vérifier annuellement les installations électriques par un personnel qualifié (entreprise ou organisme de contrôle) - Habilitier le personnel intervenant sur les installations électriques - Mise en place de consignes et procédures en cas d'intervention - Consigner les installations avant toute intervention - Protection ou éloignement des pièces nues sous tension

		<p>métallique, sol conducteur) seules les installations dites de sécurité 30 V maximum pouvant être considérer sans danger.</p> <p>L'électricité ne cause pas uniquement des accidents pour les travailleurs, mais elle provoque aussi des destructions du matérielle, des courts circuits peuvent causes des accidents graves</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Dispositifs de coupure d'urgence - Privilégier l'emploi de matériel à double isolation - Equipements de protection individuelle adaptés et en bon état (perche, tapis, gants, outils, ...) - Former et Informer du personnel sur le risque électrique - Signaler et baliser les zones dangereuses - Utiliser des détecteurs de lignes électriques pour travaux à l'extérieur
	<p>Risque lié au rayonnement ionisant</p>	<p>Des rayonnements ionisants sont émis lors de la réalisation de diagraphies dans les puits nécessitant l'utilisation d'une source d'émission de rayonnements radioactifs</p>	<p>Limiter le temps d'exposition</p> <ul style="list-style-type: none"> - Former et informer les utilisateurs des risques - Tenir des Pré job meeting - Classement du local en zone contrôlée (balisage de sécurité avec signalisation du danger) - Faire porter un dosimètre de poitrine durant toute la durée du travail à ces personnes. - Faire porter les équipements de protections individuelles adéquates. - Réaliser des dosimétries opérationnelles aux personnes qui interviennent en zone contrôlée. - Réaliser les contrôles d'ambiance, les contrôles techniques. - Prévoir un plan d'intervention en cas d'accident d'exposition - Aménager les postes de travail. - Suivi médical des personnes exposées - Examen médical préalable à l'exposition - Etablir le permis de travail et respecter les consignes de sécurité

	Risque routier	les accidents de véhicule liés aux déplacements du personnel sur site et hors site constituent une des premières causes de mortalité ans la population des foreurs	<ul style="list-style-type: none"> - respecter le code de conduite des engins - Former et informer les travailleurs sur le risque routier - Respecter les procédures d'utilisation des engins - Contrôle périodiquement les véhicules et les engins
Famille des risques	Risque	Causes et conséquences	Consignes et mesures
Famille chimique	Risque toxique	<p>La boue de forage, les produits de contrôle et d'analyse, les combustibles provoquent une atteinte toxique pour les travailleurs exposés aux ses produits</p> <p>Les produits toxiques et très toxiques, entraînant par inhalation, ingestion ou pénétration cutanée respectivement en petites quantités et en très petites quantités, la mort ou nuisant à la santé de manière aiguë ou chronique ;</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Demander aux fournisseurs des fiches de données de sécurité récentes - Stocker dans les conditions préconisées - Etiqueter correctement les unités de fractionnement - Approvisionner les produits dans le conditionnement le plus pratique pour l'utilisation - Substituer par des produits moins dangereux - Réduire les quantités - Limiter le nombre de travailleurs et de la durée d'exposition - Équipements de protection individuelle adaptés et en bon état - Former et informer le personnel sur les risques liés aux produits manipulés - Examen médical préalable pour les agents exposés à des produits cancérogènes, mutagènes, ou toxiques - Prendre en compte les déchets (poubelles fermées...)

			<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place les moyens d'intervention adaptés en cas d'accident - Réaliser des Pré job meeting et établir des permis de travail - Suivi et analyser le Bilan accidents de travail - Moyen de mesure et de détection (gaz)
	<p>Risque lié au manque d'hygiène</p>	<p>Les maladies majoritaires associées au manque d'hygiène sont des maladies d'origine virale ou bactérienne à transmission oro-fécales: gastro entérites/diarrhées sévères</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre à disposition des points d'eau potable - Mettre en place des douches dans le cas de travaux salissants - Mettre à disposition des sanitaires et des vestiaires : en nombre suffisant en respectant l'intimité des utilisateurs <ul style="list-style-type: none"> . Facilement accessibles . Régulièrement entretenus - Rappeler l'interdiction de s'alimenter et fumer sur les lieux de travail - Rappeler la nécessité de se laver les mains avant et après le passage aux sanitaires, avant de s'alimenter (savon, eau froide / eau chaude, séchage des mains) - Faire respecter les consignes d'hygiène particulières liées notamment à l'utilisation de produits toxiques - Prendre en compte les déchets (poubelles fermées...)

	Incendie / Explosion	<p>Le risque d'explosion et d'incendie sont des risques majeurs d'une installation de forage.</p> <p>La présence des combustibles dans le chantier de forage sont la cause principale d'incendie et d'explosion qui peut engendrer des impacts sur l'environnement, l'installation et l'environnement</p> <p>On peut distinguer des effets de surpression et des effets thermiques</p> <p>Les effets mécaniques :</p> <p>Ils correspondent aux effets liés à une surpression.</p> <p>L'explosion provoque une onde de choc (déflagration ou détonation) qui est à l'origine de cette surpression.</p> <p>L'explosion quant à elle, peut être issue d'un explosif, d'une réaction chimique violente, d'une combustion violente (combustion d'un gaz), d'une décompression brutale d'un gaz sous pression (explosion d'une bouteille d'air comprimé par exemple) ou d'un nuage de poussières combustibles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Organiser le stockage des produits dangereux (locaux adaptés, quantités limitées, ...) - Organiser l'alerte et l'intervention des secours - Contrôles périodiques et maintenance des équipements ou installations (électrique) - Prévoir les permis de travail. - Faire respecter les interdictions de fumer à l'intérieur du périmètre de sécurité ainsi que dans les chambres. - Affichage des diverses consignes de sécurité et des plans d'évacuation. - Moyens de secours adaptés (extincteurs, ...) - Coupures d'urgence à proximité et accessibles - Eliminer l'électricité statique (mise à la terre) - Supprimer la proximité des sources d'énergie : flamme, cigarette, poste de soudure à l'intérieur du périmètre de sécurité. - Vérifier et installer des moyens de détection et d'alarme adaptés (réseau incendie, motopompe, extincteurs, couverture anti feu, détecteurs de fumer, sirènes, détecteurs de gaz,...) - Réaliser des exercices de simulation d'évacuation et de lutte contre l'incendie - Former des équipes incendie et l'entraîner à la gestion des situations d'urgence - Etablir des plans d'intervention (consigne d'incendie, exercice évacuation) - Stocker les produits dangereux à l'extérieur de la zone de production et en tenant compte de leur compatibilité. - PMU : incendie, explosion, évacuation, Venue
--	---------------------------------	---	--

	<p>Pour ces conséquences, la surpression peut engendrer des effets sur l'homme, l'installation</p> <p>les effets thermiques :</p> <p>Ils sont liés à une combustion d'un produit inflammable (incendie ou à une explosion). Ils peuvent engendrer es conséquences sur l'homme (brûlures du 1er, 2nd ou 3ème degré), sur l'installation (destruction partielle ou complète des équipements)</p>	<p>- Plan Interne d'intervention</p>
--	---	--------------------------------------

Famille des risques	Risque	Causes et conséquences	Consignes et mesures
Famille Biologique	Intoxication alimentaire	<p>Les causes d'intoxication alimentaire sont généralement lors de la préparation des plats ou la consommation d'une denrée alimentaire préalablement contaminée.</p> <p>Le risque de contamination par l'eau potable doit également être surveillé : une eau insuffisamment traitée peut présenter des risques bactériens ou viraux</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Hygiène des locaux, du matériel (ustensiles et équipements) et du personnel - Respect des règles de cuisson et de conservation ;(les durées et les températures de cuisson, la chaîne du froid) - Contrôler la matière première (produits et denrées alimentaires) - Maîtriser les fournisseurs (sélection) - Inspections HSE - Respecter les règles de sélection du personnel de restauration (bilan de santé,...) - Analyser le bilan accidents/Incidents - Conservation et Analyse des plats témoins - Contrôle technique réglementaire des équipements (chambres froides, congélateurs,...)
	Risque lié à l'exposition d'agents biologiques	<p>Quatre sources principales de dangers biologiques sont présentes sur un rig :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Le dégagement du gaz toxique H₂S qui peut être présent dans les réservoirs d'huile -Les boues de forage et les produits chimiques entrant dans leurs compositions -Les produits utilisés dans la fabrication du laitier de ciment lors des opérations de cimentation ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Équipements de protection individuelle adaptés pour le médecin - Utiliser du matériel médical usage unique - Former et informer sur les risques liés à la manipulation d'agents biologiques - Vaccinations et surveillance médicale - Bonnes pratiques de laboratoires - Examen médical préalable pour les personnes exposées aux agents pathogènes

		<p>-Les produits chimiques utilisés lors des opérations de contrôle des sables ; ils sont des produits cancérigènes, mutagènes, toxiques pour la reproduction. Il est également tenu compte des caractéristiques physico-chimiques des produits, en particulier leur nature physique : les produits engendrant des poussières susceptibles de provoquer des atteintes pulmonaires sont identifiés</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place les moyens d'intervention adaptés en cas d'accident - Prendre en compte les déchets (poubelles fermées...)
	<p>Maladies infectieuses et piqûres animaux dangereux</p>	<p>Le risque de maladies infectieuses et parasitaires concerne plus particulièrement les zones chaudes Les infections les plus fréquemment rencontrées sont :le paludisme, les hépatites, les piqûres des animaux dangereux, les problèmes cutanés Les légionelles sont des bactéries se développant dans des eaux stagnantes et chaudes entre 25 et 50°C. La contamination par les légionelles a lieu par inhalation d'eau contaminée diffusée en aérosol. Les climatiseurs et les douches sont des sources d'exposition aux légionelles.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Respecter les conditions d'hygiène - Porter des EPI - Eclairer adéquatement les lieux de travail et les camps de vie - Inspections HSE - Former et informer le personnel sur les risques des morsures et piqûres d'animaux dangereux - Faire des campagnes de désinsectisation et de nettoyage - Prendre en compte les déchets (poubelles fermées...)

Famille des risques	Risque	Causes et conséquences	Consignes et mesures
<p>Famille ergonomique</p>	<p>Risque lié aux Gestes et postures</p>	<p>La manutention manuelle, utilisation des outils lourds, travaille dans un espace encombré manque de compétence des travailleurs sont les causes principales des risques d'ergonomie</p> <p>Les maladies professionnelles résultent d'une exposition plus ou moins prolongée et répétée des nuisances ou à un risque existant lors de l'exercice habituel de la profession. Les nuisances professionnelles engendrant une atteinte à la santé</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Préconiser l'utilisation de la manutention mécanique - Aménager le site pour diminuer les distances, réduire l'encombrement, - Organiser le travail pour diminuer les gestes répétitifs, les efforts de manutention. - Porter des équipements de protection individuelle gants,... - Fournir des informations au personnel sur les caractéristiques des charges. - Assurer une formation «gestes et postures » adaptée à l'activité du personnel - Ergonomie des postes de travail - Analyser le Bilan des accidents/incidents - Visite médicale d'aptitude - Visites médicales périodiques

	<p>Stress Charge mentale</p>	<p>Le travail sur une installation de forage est particulièrement stressant en raison d'une part du danger permanent lié aux opérations (risque d'éruption) et d'autre part en raison de la pression imposée par les coûts importants des opérations.</p> <p>La durée du temps de travail est un important facteur de risque car elle induit souvent une grande fatigue physique et psychologique. Généralement le rythme de rotation et de travail de chantier est de 4 à 5 semaines d'affilée pour 4 semaines de récupération.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Tenir compte des compétences et capacité du personnel - Adapter le travail aux capacités de chacun - Prévoir et planifier les travaux - Organiser régulière des réunions de service - Dialogue social - Diminuer la dangerosité des travaux - Conditions de vie dans le service : lieu de réunion, cafétéria, local pour fumeurs - Formation continue du personnel - Formation de la hiérarchie au management - Accompagnement au changement - Avancement, carrières, indemnités - Visite médicale d'aptitude - Visites médicales périodiques
	<p>Charge sensorielle (contrainte visuelle, travail sur écran)</p>	<p>Ce risque présent dans les salles de contrôle pour les travailleurs qui travaillent sur écran</p> <p>Il peut engendrer des atteintes sur la santé, stress, maladies professionnelles</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Mode de travail (autonomie, prévision et variété des travaux, ...) - Pausés régulières - Réduire la durée d'exposition - Ergonomie du poste adaptée à l'utilisateur : siège, écran, repose pieds, ... - Formation et information du personnel (geste et postures,...) - Visite médicale d'aptitude - Visites médicales périodiques

Interprétation

L'analyse des risques liés au processus de forage pétrolier montre que cette phase d'exploration des hydrocarbures englobe tous les types de risques qui ont les impacts sur l'environnement, l'être humain et les équipements.

Une étude réalisée par la direction HSE de SONATRACAH a déterminé la répartition des catalogués des risques dans les chantiers de forage dans la période (2014 -2015).

1- Risque Ergonomique : 51.7%

2- Risque Accident routier : 39%

3- Risque Physique : 38%

4- Risque Chimique : 23.5%

5- Risque Biologique : 6.6%

A la lumière de notre travail, nous proposons d'agir sur les deux axes de l'espace de danger qui sont la prévention et la protection

- La prévention : l'application de la politique préventive consiste à réduire au maximum la probabilité d'occurrence d'événements redoutés ou accidents.
- La protection : consiste à limiter les conséquences ou gravité avant la matérialisation du danger ou de l'accident. Par une utilisation, les des moyens de protection des équipements

Conclusion

« L'analyse des risques est une étape pour maîtriser les risques afin de garantir la pérennité et la compétitivité de l'entreprise ».

La typologie des accidents dans le secteur pétrolier montre que 67% d'entre eux sont liés aux activités de forages, ces accidents figurent parmi les accidents les plus dommageables en termes de dommages matériels mais surtout en termes d'impact environnemental.

Dans le cadre de notre travail, nous avons pensé nécessaire de définir le processus de forage, les différents systèmes nécessaires pour la réalisation d'un puits pétrolier

En second lieu nous avons présentés les principaux concepts composant le risque et le danger, mais aussi, le danger chimique et la place de l'Homme comme source de risque.

Ce développement nous a amené à définir les différentes catégories de risques liés au forage pétrolier afin de proposer les mesures et les consignes d'élimination ou réduction de ses risques

Enfin, notre contribution pourrait servir pour une démarche de maîtrise des risques plus profonde.

Bibliographies

- [1] Hyne, N.J. 2012, Non technical guide to petroleum geology, exploration, drilling and production, third edition,.
- [2] Nguyen, J.P., 1993, Le forage, éditions Techniques,
- [3] Leading Edge Advantage, 2002, Introduction to underbalanced drilling,
- [4] ISO 2008 ., Management du risqué - Vocabulaire –Principesdirecteurs pour les inclure dans les normes- ISO /CEI guide 73
- [5] Marcellin S,N 2006, Industrial risk assessment metho d for hygiene, health, safety and environment in oil industry
- [6] GUERIN, C 2006 , évaluation des risques des métiers de forage , Ecole Nationale de la Santé Publique , Département HSE
- [7] NOWAMOOZ , A 2014 , Étude de puits type représentative des puits forés au Québec , Université Laval , Génie géologique