

République Algérienne Démocratique et Populaire
الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Université M'Hamed Bougara- Boumerdes
جامعة أمحمد بوقرة- بومرداس
SONATRACH- ORGANISATION OURHOUD



Faculté des Sciences de l'Ingénieur
Département : Génie des procédés industriels



Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de master
Spécialité : Management de la qualité

THEME

**Etude des méthodes de traitement des boues de forage :
Considération environnementale**

Préparé par :

- Boukhalifa Zahra promotrice : M^{me} N. kihal
- Tordjemani Yasmine Encadreur : M^{me} Z.Tounsi

Soutenu publiquement 24 juin 2017

Membres du jury :

Nom & Prénom	Qualité
M ^{me} Ouslimani	Présidente
M ^{me} Kihal	Rapporteur
M ^{me} Aissat	Examineur
M ^{me} Souam	Examineur

2016/2017

Résumé

Thème : étude des méthode de traitement des boues de forage : considération environnementale

Nous avons réalisé une étude des quatre facteurs, l'aspect environnemental et l'aspect réglementaire, l'efficacité et le coût de trois procédés de traitement (mécanique, chimique et thermique) des boues de forage, appliquées par l'entreprise ESA. Grâce à l'analyse des aspects /impacts environnementaux tout au long du processus de chaque procédé de traitement, nous avons montré que ces derniers causent également des pollutions secondaires en plus de leur grande consommation énergétique et matérielle. Enfin, il faut démontrer l'éco-efficacité du procédé thermique entre autres par des méthodes quantitatives d'évaluation des impacts environnementaux avec une approche cycle de vie (Bilan carbone, analyse du cycle de vie des procédés de traitement...)

Mot clés : industrie pétrolière. Traitement de boues de forage, impacts environnementaux

Abstract

Theme: **Study of methods of treatment of drilling mud: environmental consideration**

We carried out a study of the four factors, the environmental aspect and the regulation aspect, the efficiency and the cost of three methods of treatment (mechanical, chemical and thermal) of the drilling mud applied by the company ESA. / Environmental impacts throughout the process of each treatment process, we have shown that the latter also cause secondary pollution in addition to their high energy and material consumption. Finally, it is necessary to demonstrate the eco-efficiency of the thermal process, Quantitative methods of environmental impact assessment with a lifecycle approach (Carbon balance, life cycle analysis of treatment processes ...)

Keywords: oil industry. Treatment of drilling muds, environmental impacts

Remerciements

C'est avec humilité et gratitude qu'on reconnaît ce qu'on doit :

***On** commence par remercier et rendre grâce à Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage et la volonté de mener ce travail à bon terme.*

***Notre** remerciements vont en particulier à **Mme Kihal**. Notre promotrice, qui nous a dirigé et beaucoup aidé afin de mener à bien ce travail.*

Nos** sincères remerciements à notre encadreur **Melle : Tounssi Z

***Nous** tenons aussi à remercier tous les enseignants de l'option Management de la Qualité*

Remercier également nos enseignants de différentes phases d'enseignement.

*Sincères reconnaissance A Mr **BERRIANI BOUELAM** et à l'ensemble des personnels de l'organisation **OVRHOUD –SONATRACK** pour leurs collaborations et leur accueil chaleureux.*

Merci



Je dédie ce modeste travail :

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

*Ceux qui se sont donné toutes les peines et les sacrifices,
Pour me voir réussir dans la vie :*

*Les deux personnes les plus chères à mon cœur, mon père et ma mère,
qui m'ont apporté soutien et confort tout au long de mes études.*

Mes grands parents djedou mohamed et yema meriem

Mes frères « AHMED, RAYAN »

*Mes Sœur « CHAHINEZ, YASMINE » ainsi qu'a toute la famille
BOUKHALFA.*

A ma très chère copine que j'aime beaucoup « L'YDIA »

Et mon binôme « YASMINE »

A mes amis du groupe MQ15.

Tous mes amis sans exception

*Et sans oublier mes enseignants qui m'ont soutenu durant toutes mes
années d'études*

ZAHRA

Je dédie ce modeste travail :

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à :

*A ma source de tendresse, l'être la plus chère dans le monde,
La femme la plus patiente, ma très chère mère. Que ce travail
puisse être le résultat de tes efforts et de tes sacrifices et que
Dieu te garde*

*Mon idéal, mon père ,pour mes chers frères : Mohamed et
AYMEN*

*A Mes adorables copines :SAMEH qui n'a pas cessé de
m'encourager ,HASNA ,LINA ,HOURIA et ABIR, et bien
sur mon binôme et copine ZAHRA A toute ma famille, mes
cousines tantes..*

Et tous ceux qui me sont chers.

A tous mes collègues du groupe MQ15 et mes professeurs

YASMINE

Sommaire

Introduction générale.....	1
-----------------------------------	----------

Chapitre I : Généralité sur la boue de forage

Introduction.....	4
I- Définition de forage pétrolier.....	4
II- L'opération de forage	4
III- Circonscription de la boue de forage	5
III- 1 La boue à base d'eau (WBM)	7
III- 2 La boue à base huile (OBM)	8
V- Composition chimique de la boue de forage.....	8
VI- Les bourbiers	10
VI-1- Les caractéristiques des bourbiers	10
VI-2- Influence des bourbiers sur l'environnement	12
VII- Stratégie de l'état Algérien et, partant Sonatrach dans le domaine environnemental.....	16
VIII- La préoccupation des pouvoirs publics dans ce domaine.....	16

Chapitre II : Matériel et Méthodologie de travail

Introduction.....	20
II-1- Présentation du Groupement Sonatrach, Organisation OURHOUD.....	21
II-1-1- Historique de découverte	21
II-1-2- Situation géologique.....	23
II-1-3- Situation géographique	24
II-1-4- Organigramme de l'organisation Ourhoud.....	24
II-1-5- Composition du Gisement d'Ourhoud	25
II-1-6- Gestion de la boue au sein de l'organisation OURHOUD	25
II-1-7- Politique Générale de l'Environnement et les textes de référence du Groupement Sonatrach - Organisation OURHOUD.....	26
II-2- Présentation de la société (ESA) « environnemental solution Alegria SARL ».....	27
II-3- Méthodes de traitement de la boue	27
II-3-1- Traitement online (mécanique)	28
II-3-2- Traitement offline	29
II-4- Les outils utilisés pour l'étude des procédés de traitement	35
II-5 Outil d'évaluation des aspects et des impacts environnementaux.....	36
II-5-1 Détermination des aspects significatifs	37
II-6- Les mesures d'atténuation prises par SONATRACH.....	38
II-7 : la méthodologie de travail	39
II-8 : Circuit de la boue pour la traitement offline	43

Chapitre III : Résultats et Discussion

III-1- Avantages et inconvénients des procédés de traitement de la boue.....	45
III-2- Analyses laboratoires des méthodes de traitement	47
III-2-1 Traitement mécanique	48
III-2-2 Traitement chimique	49
III-3 étude d'aspect environnemental	56
III-4- Evaluation des aspects et des impacts environnementaux des trois méthodes de traitements	56
III-4-1- Evaluation des impacts environnementaux des méthodes de traitement de la boue	59
III-4-2- Identification des aspects environnementaux.....	61
III-4-3- Les Aspects réglementaires des méthodes de traitement au niveau de SONATRACH	63
Conclusion générale.....	69
Bibliographie	70

liste des figures :

N°	FIGURE	page
1	représente les trains de tiges	06
2	schéma d'un appareil de forage	06
3	circuit de la boue de forage	08
4	le bournier D'OURHOUD	10
5	Bournier de forage à Hassi R'mel	11
6	Bournier de forage à Hassi Messaoud	11
7	Bournier du à la fracturation hydraulique à In Salah lors du forage du puits de gaz de schiste d'Ahnet en association avec la société Française Total	11
8	Vue Générale du champ Ourhoud	21
9	% de partage des partenaires de Sonatrach	23
10	Configuration Géologique Gisement d'Ourhoud	23
12	Organigramme Cadre du champ Ourhoud	24
13	l'unité de traitement thermique – environnemental solution –	27
14	Schéma explicatif du Traitement mécanique	29
15	Schéma fonctionnel d'une unité de Stabilisation Solidification	31
16	l'unité de Stabilisation – solidification	32
17	Schéma de procédé de traitement thermique	34
18	le sable décontaminé lors de traitement par la méthode thermique a OURHOUD	35

19	schéma explicatif des trois méthodes de traitement au niveau de sonatrach	38
20	le cycle de vie de la boue pour le traitement offline	39
21	bourbier avant le traitement –OURHOUD-	42
22	Transport de la boue vers la station de traitement	44

Liste des tableaux :

Numéro	tableau	page
1	législations sur l'environnement en Algérie	13
2	Gestion de la boue au sein de l'organisation OURHOUD	15
3	Gestion de la boue au sein de l'organisation OURHOUD	25
4	Les grilles d'évaluations.	35
5	remis par l'organisation OURHOUD	36
6	Tableau d'évaluation des aspects environnementaux	38
7	Les mesures d'atténuation prises par SONATRACH	41
8	représente les Avantages et les inconvénients de chaque méthode.	45
9	représente les résultats d'analyses du sable pollué par la méthode thermique avant et après	47

	le traitement.	
10	les résultats d'analyse du Traitement mécanique :	49
11	les résultats des analyses de deux échantillons par la méthode chimique	49
12	seuil de significativité de l'aspect environnemental	53
13	procédure du sable contaminé d'OURHOUD (source de contamination)	54
14	identification des aspects et impact environnementaux de chaque activité	56
15	évaluation des impacts des méthodes de traitements	59
16	identification des aspects environnementaux des aspects significatifs des méthodes de traitement	61
17	les constats des aspects et des impacts environnementaux	63
18	la Comparaison de performances entre les trois méthodes de traitement	66

Introduction générale et problématique

Le développement de l'industrie pétrolière a engendré beaucoup des problèmes environnementaux qui contribuent ainsi à la dégradation de quelques écosystèmes naturels, a savoir les nappes des eaux souterraines. Les lois de l'environnement exigent des traitements adéquats de ces déchets industriels afin d'éviter une éventuelle dégradation.

En Algérie, l'industrie pétrolière de la région de Hassi Messaoud est très développée ce qui produit des déchets industriels avec des éléments néfastes. Durant les opérations de forage et d'exploitation des unités de production et de raffinage, une quantité importante de rejets industriels solides et liquides sont générés. Ces rejets renferment des produits toxiques tels que les métaux lourds et les polluants organiques, ces derniers provoquent des problèmes qui menacent l'homme, les animaux et les plantes.

Dans ce cadre justement le groupe pétrolier public Sonatrach qui agit pour le compte de l'Etat investira à moyen terme 91milliards de dinars algériens dans la prévention, la sécurité et la protection de l'environnement et 120 millions de dinars que dans le traitement des déchets industriels, liquides et détritiques de forages¹. L'Autorité de régulation des hydrocarbures suit de près les études d'impact sur l'environnement et oblige les compagnies travaillant dans ce secteur à prendre les mesures préventives et veiller à la gestion des risques environnementaux liés aux activités de forage. La question de la dégradation de l'environnement devient de plus en plus sensible en Algérie du fait de la pollution pétrolière dans certaines zones de production et d'exportation (Ouargla, ports pétroliers...) et des peurs suscitées par la perspective d'extraction des gaz de schistes qui a fortement inquiété les population notamment celle de In Salah où se pratique la fracturation hydraulique.

On estime actuellement au niveau nationale à près de 700 forages dont 64 uniquement dans la région d'Ourhoud², où nous avons effectué notre stage de fin d'étude et, ceci sans compter la maintenance des puits anciens. Toute cette activité nécessite une quantité importante évaluée à plusieurs milliers de m³ de boue de forage susceptible d'être centraliser dans des bourbiers qui nécessite un traitement. Sur le plan environnemental, en plus des pertes de circulation des fluides pendant et après le forage, le bourbier, en tant que collecteur des produits liquides et

¹ << "Forage pour non foreurs», division forage, département formation, SONATRACH, septembre 2003 >>

² Document interne de l'organisation OURHOUD

solides issus du forage, représente une grande source de pollution et de danger. Le diagnostic des techniques de traitement utilisées a montré des imperfections majeures pouvant induire des nuisances pour la santé humaine, l'écosystème et l'environnement.

C'est dans ce contexte ci-dessus, que se focalise notre problématique de recherche au sein de SONATRACH et plus précisément à l'organisation Ourhoud.

Sur le terrain, nous avons pu observer que le traitement de la boue de forage peut se faire par au moins 3 procédés :

- ✓ le traitement Mécanique, dit aussi « on line » qui se fait par tamisage, dégazage etc. ;
- ✓ le traitement chimique grâce au procédé solidification/stabilisation, et enfin
- ✓ le traitement thermique en dehors du circuit (offline) et c'est celle utilisée par le groupement Ourhoud.

Nous avons pris comme hypothèse, le constat des résultats des analyses, réalisées par nos soins, que le dernier procédé de traitement, utilisé pour traiter le borbier centralisé du groupement Ourhoud était le plus efficace, car il permettait un traitement plus complet et répondait aux normes édictées par la réglementation en vigueur, en matière de rejets, notamment des produits chimiques nocifs pour l'environnement. Donc, nous nous sommes, posées la question suivante : *pourquoi ne pas généraliser le procédé de traitement thermique des boues de forage aux autres groupements SONATRACH?*

Pour répondre à cette question, nous avons réalisé une étude des 04 facteurs, l'aspect réglementaire, l'aspect environnemental, l'efficacité/ performance et le coût, des trois procédés de traitement des boues de forage, appliquées par l'entreprise Environnemental Solution Algeria.

Pour la présentation de notre mémoire, nous débuterons notre travail par une partie théorique, formulée dans le chapitre I, en donnant brièvement une notion de forage pétrolier, du circuit de la boue de forage, ses caractéristiques et ses impacts.

En suite, dans la deuxième partie pratique, dans le chapitre II, Nous exposerons notre matériel d'étude par une présentation du champ d'Ourhoud et de l'entreprise ESA, en tant que terrain d'analyse. Nous donnerons les outils utilisés dans cette étude. Par la suite, dans le chapitre III nous exposerons et discuterons les résultats de cette recherche. Après avoir étudié leur

bourbier et plus précisément la boue de forage, nous passerons en revue le cadre réglementaire que les opérateurs se doivent de respecter. Nous illustrons les principes des trois méthodes de traitement de la boue de forage. Nous exposerons les circonstances d'analyse en élaborant des grilles de comparaisons des résultats des trois méthodes et enfin nous présenterons nos conclusions de cette analyse et on présentera nos recommandations.

Introduction

Les borbiers sont le produit des activités pétrolières et gazières. Pour comprendre ces processus qui sont très compliqués et diversifiés, il faut débiter notre étude par donner un aperçu général sur les forages pétroliers qui est le premier pas qui nous permet d'avoir ces gisements exploitables, et les différentes phases de réalisation de ces projet, ainsi que les boues de forage qui constituent le sang du processus en question

I-Définition de forage pétrolier :

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. L'implantation d'un forage pétrolier est décidée à la suite des études géologiques et géophysiques effectuées sur un bassin sédimentaire. Celles-ci nous permettent de nous faire une idée de la constitution de sous-sol et des possibilités de gisements, sans pour autant préciser la présence d'hydrocarbures. Celle de l'opération de forage proprement dite confirme alors les hypothèses faites et mettre en évidence la nature des fluides contenus dans les roches⁸

II- L'opération de forage :

Il existe plusieurs méthodes de drilling dont les plus répandues sont le forage rotary et celui par percussion. Le premier est le plus utilisé en Algérie dans les gisements d'hydrocarbures. Cette méthode consiste tout d'abord à mettre en place un appareil de forage (voir schéma plus bas Fig.02). Celui-ci est très cher et peut atteindre jusqu' ' à 4 millions de dollars en moyenne⁵.

La première étape est la mise en place du Derrick de forage, une tour métallique de 30m de haut en moyenne, servant à introduire verticalement les Ces tiges correspondent à une chaîne de tubes vissés les uns aux autres au bout desquelles se trouve un outil de forage, le trépan muni de dents ou de pastilles en acier très dur. À la manière d'une perceuse électrique, le trépan attaque la roche en appuyant mais surtout en tournant à grande vitesse : il casse la roche, la broie en petits morceaux, et s'enfonce petit à petit dans le sol. A mesure que l'on s'enfonce dans le sous-sol, on rajoute une tige de forage en la vissant à la précédente et ainsi de suite

⁴ ABBAS-HADJ-ABBAS << thème : les borbiers des forages pétroliers et des unités de production : impact sur l'environnement et technique de traitement ; spécialité : génie pétrolière , université KASDI MARBAH –OUARGLA- , année 2010/2011 >>

⁵ MOHAMMED CHERIFI << "drilling waste management for environmental protection in HASSI MESSAOUD field " faculty of design and technology ,school of engineering ,the robert Gordon University ,Aberdeen , june 2006 >>

L'ensemble des tiges avec son trépan qui creuse au bout s'appelle le train de tiges Fig. 01/1). Pour les roches très dures, les dents du trépan ne sont pas assez solides, on le remplace alors par d'autres outils de forage de différentes formes et constitués de différents matériaux. Un outil monobloc incrusté de diamants est par exemple utilisé pour forer les roches les plus résistantes.

Pour éviter l'effondrement du trou, des cylindres creux en acier sont posés en même temps que les tiges sur toute la longueur du trou pour constituer un tube, ces tubes sont vissés les uns aux autres au fur et à mesure de la progression du forage : c'est le tubage figure (1/3). Ce tubage n'est pas directement réalisé dans la roche nue, mais est retenu par du ciment Figure (1/2).

Plus on pose de tubes, plus le diamètre du trou de forage devient petit : le tubage posé occupe de l'espace et réduit le diamètre initial du trou. Ainsi, un trou de forage d'un diamètre de 50 cm au départ, peut être réduit à 20 cm après la pose de plusieurs tubages. Pour éviter que le trou se rebouche au fur et à mesure du forage, il faut enlever les débris de roche et nettoyer le fond du puits. Pour cela, on utilise un fluide de forage aussi appelé boue de forage par son aspect. Ce fluide indispensable au forage a une composition spéciale déterminée par un Ingénieur spécialisé, adaptée aux terrains traversés lors du forage.

Un circuit fermé permet de recycler la majeure partie de boue utilisée. Elle est mélangée et conservée dans un bassin, acheminée par la colonne d'injection de boue, vers la tête d'injection qui la propulse dans le train de tiges. Elle descend alors jusqu'au fond du puits et "traverse" le trépan grâce à des trous percés dans celui-ci et se retrouve dans les débris. Sous l'effet de la pression, la boue remonte entre les parois du puits et le train de tiges, emportant avec elle les débris arrachés. Une fois à la surface, une conduite d'aspiration attire la boue jusqu'à un tamis vibrant qui sépare les débris de la boue, ensuite renvoyée dans le bassin de décantation. Et ainsi de suite.

Le fluide de forage sert également à stabiliser la pression sur les bords du puits pour leur éviter de s'écrouler, elle lubrifie et refroidit les outils et permet surtout de prévenir des éruptions.

Le trou de forage aura généralement une profondeur comprise entre 2000 et 4000 mètres. Exceptionnellement, certains forages dépassent les 6000 mètres, et l'un d'eux a même dépassé les 11 000 mètres. Cela nous amène à dire que certains gisements peuvent être enfouis à une profondeur importante en fonction des objectifs géologiques visés.

5 MOHAMMED CHERIFI << "drilling waste management for environmental protection in HASSI MESSAOUD field " faculty of design and technology ,school of engineering ,the robert Gordon University ,Aberdeen , june 2006 >>

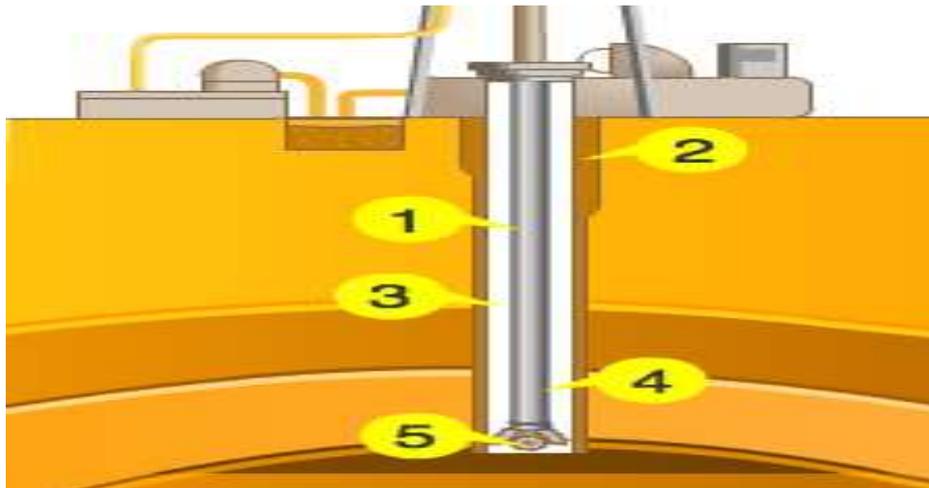


Figure 01 : représente les trains de tiges

4- Masse tige pour faire du poids sur l'outil

5- Outil appelé aussi trépan



Figure 02 : schéma d'un appareil de forage

LEGENDE

(1) Fixation du palan

- (2) Derrick
- (3) Palan mobile (une sorte de double corde métallique très solide sous forme de poulie)
- (4) Crochet
- (5) Tête d'injection
- (6) Colonne d'injection de boue
- (7) Table de rotation entraînant les tiges de forage
- (8) Treuil
- (9) Moteur
- (10) Pompe à boue
- (11) Bourbier

III- Circonscription de la boue de forage :

Il s'agit d'une suspension d'un solide dans un liquide, se liquide peut être l'eau, huile ou émulsion huile-eau les caractérisations de la boue (densité et rhéologie) peut être variable avec l'ajout des additif a sa composition.

Il existe plusieurs types de fluides de forage et classifié habituellement en fonction de la phase traversée. Dans le champ d'Ourhoud nous en avons rencontrés :

- Fluide ou boue à base d'eau (Water Based Mud),
- Fluide ou boue à base d'huile (Oil Based Mud).

III-1 La boue à base d'eau (WBM) :

C'est un mélange spécial d'argile, d'eau et d'additifs chimiques injectés à l'intérieur du puits de forage à travers la tige de forage et le trépan pour refroidir le trépan rotatif rapide, lubrifier la tige de forage qui tourne dans le puits et dégager les déblais de roches vers la surface **Figure 03**. La boue de forage peut être faite à base d'eau ou à base d'huile¹⁰.

¹⁰ H.ASKRI << "Géologie de l'Algérie " contribution de SONATRACH Division exploration centre de recherche et de développement et division de petroleum Engineering and développement ,2003 >>

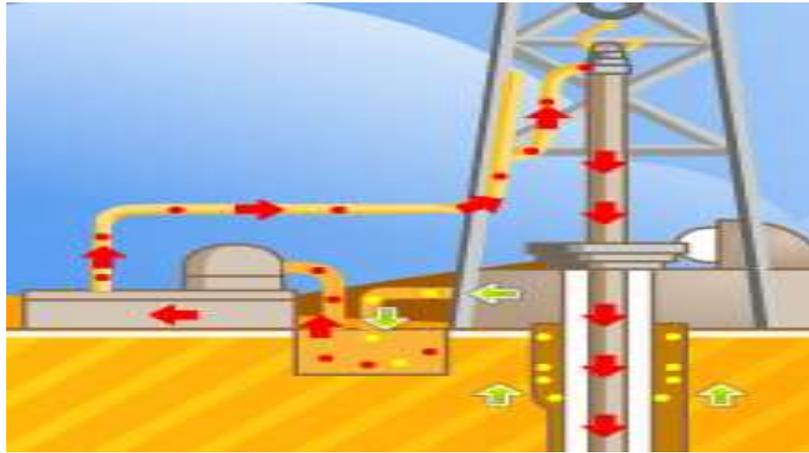


Figure 03 :circuit de la boue de forage

III- 2 La boue à base huile (OBM) :

La boue à l'huile (neuve) n'acquière sa caractéristique optimum qu'après un certain nombre de circulation dans le puits. Il est important de noter que l'apparition d'eau ou d'émulsion dans le filtrat de la boue neuve est généralement due au fait que la formation de savon calcique avec la chaux est fonction de la température et du cisaillement, et donc qu'elle est parfois incomplète. Le phénomène disparaît donc rapidement dans le puits⁷.

V-Composition chimique de la boue de forage

Dans leur composition, les boues utilisées pour le forage de différents types à savoir exploration, développement, work over etc., contiennent plusieurs substances chimiques qui sont connu pour le risque qu'elles présentent pour la pollution et l'endommagement des sols et les sous sol. L'impact de ces fluides de forage est appréhendé par l'étude des Processus d'endommagement des sols et les sous sol par la filtration et le rejet de ces derniers.

Pour la boue à base d'eau, la phase continue n'est que cette eau justement, éventuellement chargée en Na Cl. Elles sont généralement utilisées pour forer les sections supérieures d'un puits. Pendant le forage, les matériaux des formations traversés s'incorporent dans la boue et peuvent ainsi changer sa composition et ses propriétés.

Elles se présentent essentiellement comme des boues douces dont la teneur en Na Cl ne dépasse pas quelques g/l. Ces boues douces dites « bentonitiques » sont principalement constituées par une suspension colloïdale d'argiles, plus précisément de la bentonite sodique dans l'eau. La

concentration en bentonite varie généralement de 30 à 70 g/l selon le rendement de la bentonite et les caractéristiques de la boue désirées. Cependant, occasionnellement, des traitements supplémentaires pourront être faits avec des phosphates. Les boues salées dont la teneur en Na Cl peut être comprise entre quelques dizaines de g/l et la saturation. Ces boues sont utilisées pour la traversée des zones salifères pour éviter le cavage et elles sont constituées d'eau, de sel (généralement Na Cl), de colloïdes minéraux (attapulgite ou sépiolite), de colloïdes organiques (amidon), d'un fluidifiant minéral ou organique (chaux, soude).

La boue à l'huile quant à elle est utilisée pour la phase de complétion ou de reprise des puits producteurs et est composé principalement continue d'huile et une autre dispersée aqueuse, représentant quelques pour cent en volume seulement. Cela par opposition aux boues à émulsion inverse qui elles, peuvent avoir une phase aqueuse dispersée dépassant 50 % en volume. L'huile de base constitue la phase liquide continue dans laquelle les autres constituants sont émulsionnés ou mis en suspension. Selon les contraintes de sécurité et environnementales, on utilise des huiles de différentes compositions allant de l'huile diesel à l'huile minérale dés aromatisée.

A ces phases principales sont ajoutés des additifs chimiques en fonction des objectifs visés :

- Les stabilisateurs d'émulsion pour stabiliser l'émulsion eau-huile. Ils entrent dans la composition de la plupart des boues à l'huile. Leur mode de fonctionnement a été décrit plus haut précédent. Ils diffèrent selon le type de boue mis en œuvre et le pourcentage d'eau.
- Les réducteurs de filtrat, principalement des asphaltes ou lorsque les dérivés asphaltiques sont interdits, de la gilsonite, agissant comme support de cake.
- Les fluidifiants dont le but est de réduire la viscosité de la boue. Le premier et le plus simple est l'huile.
- L'alourdissant utilisé comme pour les boues à base d'eau, carbonate de calcium pour les faibles allourdissements, le sulfate de baryum pour les densités élevées, l'hématite pour les densités très élevées.
- Les Produits spécifiques comme la chaux, des viscosifiants pour faibles taux de cisaillement, etc¹¹.

¹¹M.KHODJA << étude des performances et considérations environnementales ; université Louis pasteur Strasbourg – France-2008 >>

Chaque type de boue fait appel à des additifs différents, il est difficile de définir clairement un mode général de fabrication, d'entretien, et de traitement⁹.

VI -Les bourbiers :

Dans le domaine de l'exploitation pétrolière, une panoplie des produits chimiques est employée dans la formulation des boues de forage. Ces composés de natures différentes et dont la toxicité et la biodégradabilité sont des paramètres mal définis, sont cependant déversés dans la nature. En plus des hydrocarbures (HC, tels que le gazole) constituant majeur des boues à base d'huile, on note les déversements accidentels du pétrole, ainsi que d'une variété d'autres produits et additifs spéciaux (tensioactifs, polymères, ..) qui peuvent exister sur les sites de forage. Ces rejets sont généralement stockés dans des endroits appelés 'bourbiers'

VI-1-Les caractéristiques des bourbiers :

Le bourbier est une fosse septique sans toit qui est étanché par un plastique (liner) imperméable qui joue le rôle d'une plateforme pour le bourbier, cette architecture qui est inadéquate à cause de la possibilité de pénétration des métaux lourds au sol d'une part et avoir des vapeurs des hydrocarbures voisinage du sol d'autre part.

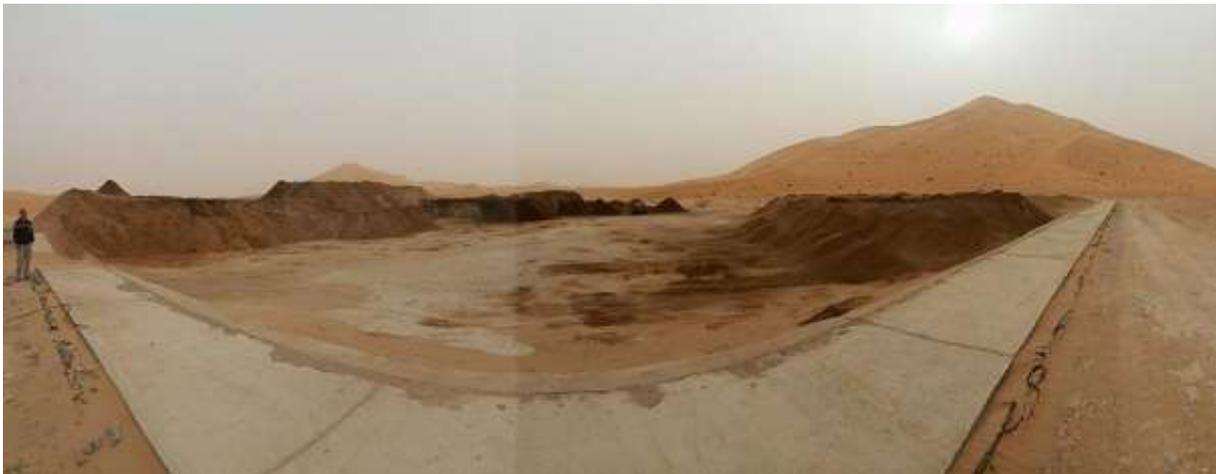


Figure 4 : le bourbier **D'OURHOUD**

figure 5 :Bourbier de forage à Hassi R'mel



figure 6 : Bourbier de forage à Hassi Messaoud



Figure 7 :Bourbier du à la fracturation hydraulique à In Salah lors du forage du puits de gaz de schiste d'Ahnet en association avec la société Française Total

VI-2-Influence des bourbiers sur l'environnement :

Les bourbiers (cuttings) sont principalement contaminés par des hydrocarbures gazoil ou pétrole, provenant de la boue à base d'huile et des métaux lourds Comme le plomb provenant principalement des additifs de la boue.

Les cuttings risquent de contaminer le sol et le sous-sol par les actions suivantes :

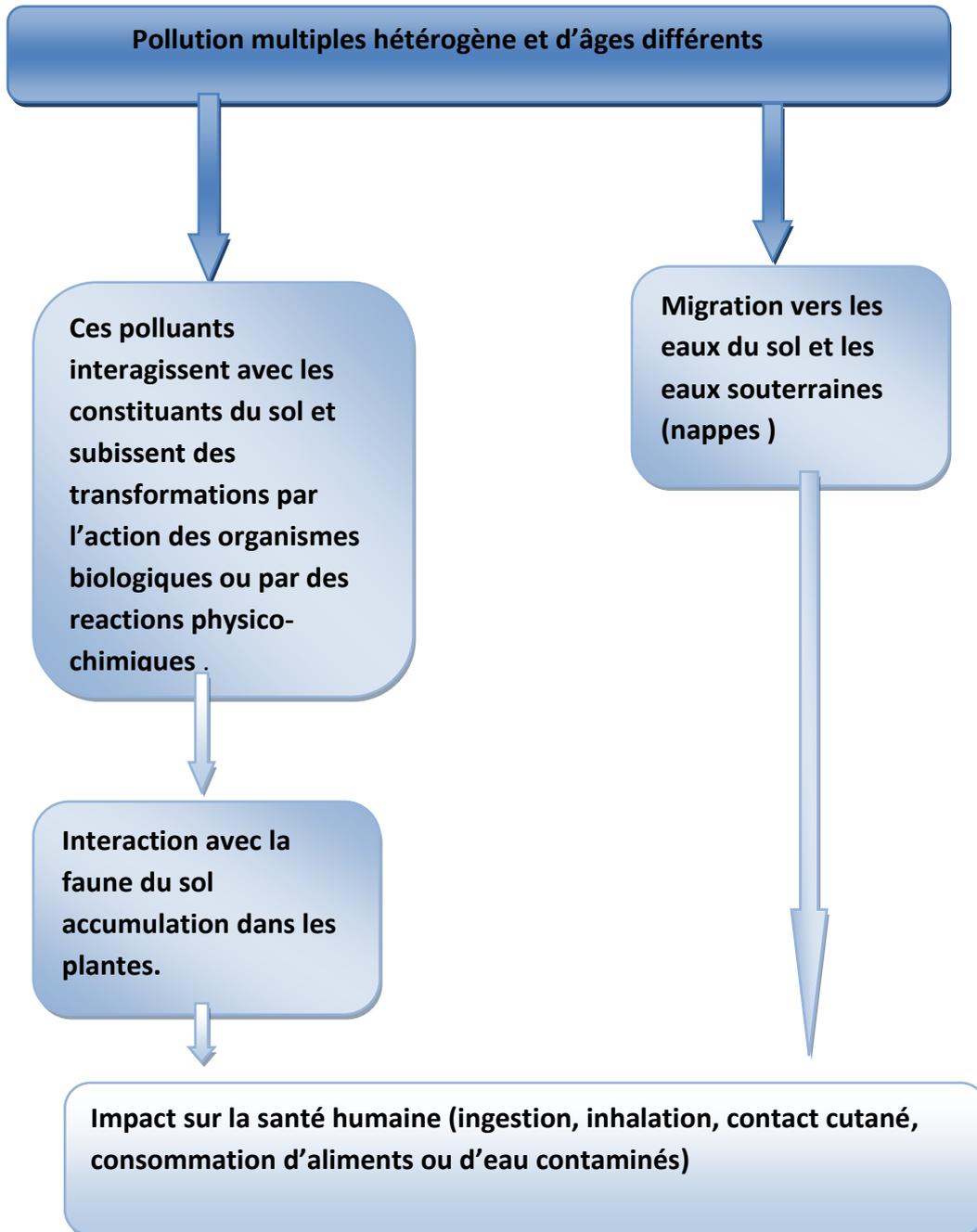


Figure 8 : schéma qui montre les impacts des bourbiers sur l'environnement

VII-Stratégie l'état Algérien et, partant Sonatrach dans le domaine environnemental.

En partant du principe que le règlement de l'environnement nécessite des traitements adaptés aux déchets industriels et cela pour éviter une dégradation de quelques écosystèmes naturels. La région du sud Algérien est caractérisée par une industrie pétrolière très forte, ce qui a résulté des déchets industriels avec des éléments désastreux. Pendant les opérations de forage et de l'exploitation des unités de production et de raffinage, s'entassent de grandes quantités de rejets industriels de type liquide et solide. Ces rejets renferment des produits toxiques principalement, les métaux lourds et les polluants organiques. Ces derniers résultent des problèmes qui menacent l'homme, les animaux et les plantes. À partir de l'année 1990, l'Algérie et la société SONATRACH, recherchent une stratégie pour éliminer les rejets pétroliers causés par les bourbiers des forages pétroliers. Pour cela, elle a créé des législations nationales pour la protection de son environnement et consent de grandes dépenses budgétaires pour trouver des solutions envers ces rejets. Mais jusqu'à maintenant, il reste une quantité liquide des rejets qui pénètre dans la nappe phréatique. Par contre, plusieurs pays, comme Qatar, Angola, ont trouvé des solutions définitives pour ces rejets à travers l'application du principe du forage sans bourbiers (0% décharges). Nous allons pour notre part détailler dans la partie pratique toute la panoplie de cette réglementation et juger son application sur le terrain

Tableau (1) : législations sur l'environnement en Algérie^{12, 11, 12}

Loi N°	Loi	Date de promulgation	signé
Décret N° 81-267	Relatif aux attributions du président de l'assemblée populaire communale en matière de voirie, de salubrité et de tranquillité publique	10/10/1981	C.Benjedid
Décret N° 83-03	Relatif à la protection de l'environnement	05/02/1983	C.Benjedid

¹² Journal officiel de la république algérienne 2001

¹² Journal officiel de la république algérienne 2005

¹¹ Journal officiel de la république algérienne 2007

Décret N° 83-580	Portant obligation de signalement aux capitaines de navires transportant des marchandises dangereuses, toxiques ou polluantes en cas d'événement en mer.	22/10/1983	C.Benjedid
Décret N° 84-378	Fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement des déchets solides urbains	15/12/1984	C.Benjedid
Décret N° 088-228	Définissant les conditions, procédures et modalités d'immersion des déchets susceptibles de polluer la mer, effectuées par les navires ou aéronefs.	05/11/1988	C.Benjedid
Décret N° 90-78	Relatif aux études d'impact sur l'environnement	27/02/1990	M.Hamrouche
Décret N° 93-68	Relatif aux modalités d'application du texte sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement	01/03/1993	B.Abdesslem
Décret N° 093-160	Réglémentant les rejets d'effluents liquides industriels	10/07/1993	B.Abdesslem
Décret exécutif N° 93-161	Réglémentant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu	10/07/1993	B.Abdesslem
Décret exécutif N° 93-162	Fixant les conditions et modalités de récupération et de traitement des huiles usagées.	10/07/1993	B.Abdesslem
Décret exécutif N° 93-163	Portant institution d'un inventaire du degré de pollution des superficielles.	10/07/1993	B.Abdesslem
Décret exécutif N° 93-164	Définissant la qualité requise des eaux baignade.	10/07/1993	B.Abdesslem

Décret exécutif N° 93-165	Réglementant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides des installations fixes	10/07/1993	B. Abdesslem
Décret exécutif N° 93-184	Réglementant les émissions de bruits.	27/07/1993	B. Abdesslem
Décret exécutif N° 94-43	Fixant les règles de conservation des gisements d'hydrocarbures et de protection aquifères associés.	30/01/1994	R. Malek
Décret exécutif N° 94-279	Portant organisation de la lutte contre les pollutions marines et institution de plans d'urgence.	17/09/1994	M. Sifi
Décret exécutif N° 2000-73	Complétant le décret exécutif n°93-165 du 10/07/1993 Réglementant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides des installations fixes	01/04/2000	A. Benbitour
Décret exécutif N° 01-09	Portant organisation de l'administration central de ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.	07/01/2001	A. Benflis
Loi N° 01/19	Relatif à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.	12/12/2001	A. Boutiflika
Décret exécutif N°05-314	fixant les modalités d'agrément Des groupements de générateurs et/ou détenteurs de spéciaux	10 /09/2005	A. OUYAHIA.
Décret exécutif N°05-315	fixant les modalités de déclaration Des déchets spéciaux dangereux	10 /09/2005	A. OUYAHIA

Décret exécutif N°07-144	fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement	19/05/2007	A.BELKHADEM.
Décret exécutif N°07-145	déterminant le champ d'application, le contenu et les modalités d'approbation des études et des notices d'impact sur l'environnement	19/05/2007	A.BELKHADEM

VIII- la préoccupation des pouvoirs publics dans ce domaine

- **Décret exécutif n° 05-314** du 10 septembre 2005, fixant les modalités d'agrément des groupements de générateurs et/ou détenteurs de déchets spéciaux.
- **Décret exécutif n° 05-315** du 10 septembre 2005, fixant les modalités de déclaration des déchets spéciaux dangereux.
- **Décret exécutif n° 06-104** du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.
- **La loi n° 01-21** du 22 décembre 01 portant loi de finances pour l'année 2002 : A introduit de nouvelles taxes en application du principe «du pollueur payeur», notamment :
 - Une taxe d'incitation au déstockage de déchets industriels spéciaux et/ou dangereux.

Certains volets de ces lois intéressent directement l'activité de forage pétrolier dans le sud. **La loi 83-03, articles 130 et 131**, définit, pour la première fois, la notion d'étude d'impact.

C'est un « outil de base pour la mise en œuvre de la protection de l'environnement.... ». Elle vise à faire connaître et évaluer les incidences directes et/ou indirectes... " sur l'équilibre écologique ainsi que sur le cadre et qualité de la vie de la population"¹³.

¹³YACINE YAICHE << " Environmental Impact assesment of the drilling activities in the HASSI MESSAOUD field " faculty of design and technology ,school of engineering ,the robert Gordon University ,Aberdeen , june 2006 >>

Ainsi, " ...les études préalables à la réalisation de l'aménagement ou d'ouvrages qui par l'importance de leurs dimensions ou de leurs incidences sur le milieu naturel, peuvent porter atteinte à ce dernier, doivent comporter une étude d'impact permettant d'en apprécier les conséquences... ".

Après **la loi 90-78** a été consacrée entièrement aux études d'impact sur l'environnement. Dans son article 2, il est dit : " sont soumis à la procédure préalable de l'étude d'impact, tous les travaux, aménagements ou ouvrage qui, par l'importance de leurs dimensions ou leurs incidences, peuvent directement ou indirectement, porter atteinte à l'environnement et notamment à la santé publique, à l'agriculture, aux espaces naturels, à la faune, à la flore, à la conservation des sites et monuments et à la commodité du voisinage... "

Cette loi fait état, dans son annexe, d'une liste de projets dispensés de cette étude. Le forage pétrolier n'en fait pas partie.

L'étude d'impact doit comprendre successivement :

- Une analyse de l'état initial du site et de son environnement portant, notamment, sur les richesses naturelles...
- Une analyse des effets sur l'environnement...
- Les raisons pour lesquelles le projet présenté a été retenu.
- Les mesures envisagées par le maître d'ouvrage ou le pétitionnaire pour supprimer, réduire et compenser les conséquences dommageables du projet sur l'environnement.

A l'exception BP, aucun autre opérateur pétrolier en Algérie, même pas la Sonatrach, n'a fourni d'étude d'impact de ses forages pétroliers sur l'environnement.

Le décret n° 93-160 est venu réglementer, quant à lui, les rejets d'effluents liquides industriels notamment avec l'institution de "contrôles périodiques et inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets ", conduits par des "inspecteurs de l'environnement" habilités par les pouvoirs publics.

Récemment, **la loi 01-19**, du 12/12/2001, a été promulguée en ayant pour objet de fixer les modalités de gestion, de contrôle et de traitement des déchets. L'article 6 de cette loi stipule que "tout générateur et/ou détenteur de déchets doit prendre les mesures nécessaires pour éviter, autant que faire se peut, la production de déchets, notamment par:

- l'adoption et l'utilisation de technique de production plus propres, moins génératrices de déchets.
- l'abstention de mettre sur le marché des produits générant des déchets non biodégradables.
- l'abstention d'utilisation de matières susceptibles de créer des risques pour les personnes,

notamment pour la fabrication des emballages.

L'article 8 précise quant à lui que "lorsque le générateur et/ou le détenteur de déchets est dans l'impossibilité d'éviter de générer et/ou de valoriser ses déchets, il est tenu d'assurer ou de faire assurer, à ses frais, l'élimination de ses déchets de façon écologiquement rationnelle, conformément à la disposition...".

D'autre part, cette loi définit les "déchets spéciaux dangereux" comme étant "tous déchets spéciaux (déchets issus de l'activité industrielle, agricole, de soin, de services, toutes autres activités, qui, en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent, ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes) . qui par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent, sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement" Dans l'article 20 de cette même loi, il est dit : "le dépôt, l'enfouissement et l'immersion des déchets spéciaux dangereux dans des lieux autres que les sites et les installations qui leur sont réservés, sont interdits"

Les borbiers de forage, ont-ils partie de ces sites et installations réservés à cette fin ?

L'article 14 précise que "le plan national de gestion des déchets spéciaux est élaboré par le ministère chargé de l'environnement en coordination avec les ministères chargés de l'industrie, de l'énergie, de la santé, de l'agriculture, du transport, du commerce, des collectivités locales,...

Décret exécutif n° 07-144 il est dit " fixant la nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement". Dans son article 2, il est dit : La nomenclature des installations classées pour la protection de l'environnement est une classification qui comporte :

A – L'attribution d'un numéro de rubrique à quatre chiffres, structuré comme suit :

- Le premier chiffre représente la substance utilisée ou l'activité ;
- Le second chiffre représente la catégorie de danger (très toxique, toxique, inflammable, comburante, explosible, corrosive et combustible) ou la branche d'activité.
- -Les deux derniers chiffres représentent le type d'activité.

B - La désignation de l'activité de l'installation classée ;

C – L'identification du régime d'autorisation ou de déclaration, conformément aux dispositions du décret exécutif n° 06-198 du 4 Joumada El Oula 1427 correspondant au 31 mai 2006.

D - La détermination du rayon d'affichage de l'installation classée ;

E - Les documents à joindre à la demande d'autorisation d'exploitation des établissements classés à savoir, selon le cas, l'étude d'impact sur l'environnement, l'étude de danger, la notice d'impact sur l'environnement et le rapport sur les produits dangereux.

à partir l'article 3, il ya une annexe qui donne des Définitions des concepts (Substances, Préparations, Catégories de danger, Abréviations utilisées...etc.) pour plus détail concernant cette annexe ; voir le journal officiel en date 22/05/2007.

En résumé, le législateur algérien est plus en plus préoccupé, et sensible aux questions de l'environnement et les textes deviennent de plus en plus spécifiques.

Dans les années à venir, on doit s'attendre à plus de rigueur en la matière, concernant les activités de l'amont pétrolier. Ceci est d'autant plus vrai s'il est envisagé d'exploiter des périmètres où l'environnement est beaucoup plus vulnérable que les régions, objet de notre étude.¹⁴

¹⁴ LABRAG Youcef-GUENOUI Mohamed << Les Boues de forage pétrolier et leur considération sur l'environnement (thèse).

Introduction

L'Algérie est confronté actuellement à de sérieux problèmes de Pollution surtout les industries pétrolières qui provoquent un grand problème sur l'écosystème Face à la gravité des problèmes environnementaux, le gouvernement algérien et, partant Sonatrach soulignent une stratégie pour la protection de l'environnement à partir des législations nationales. Dans le cadre de ses engagements concernant la protection de l'environnement et dans le cadre du développement durable. La loi des hydrocarbures promulguée en 2005 et amendée à deux reprises, oblige tous les opérateurs dans le domaine pétrolier et gazier y compris la principale société nationale à mettre à niveau les gisements qu'ils exploitent pour respecter les normes environnementales. Le gisement de Hassi Messaoud étant envahi par des habitations, il conviendrait donc de déplacer la ville entière sur près de 20 Km sur l'axe Haoud El Hamra Ouargla. Cela coûtera près de 10 milliards de dollars. Les investisseurs qui viendront en Algérie dorénavant, cette loi leur impose de réhabiliter les assiettes de terrains qu'ils exploitent avant leur départ par le processus de « decomissioning » Parmi cette réhabilitation, en plus de l'affaissement du terrain du au pompage du liquide qui vide les pores de la roche pour la rendre fragile pour s'affaisser, le rejet de la boue de forage qui sans un traitement adéquat, risque de contaminer la nappe phréatique de tout le bassin saharien¹⁴.

Dans ce cadre justement, L'organisation Ourhoud qui ne déroge pas à ces règles, et procède au traitement par une société spécialisée, du sable pollué par les hydrocarbures ,générés par ses activités, Le groupement Ourhoud exige que l'entreprise choisie pour le traitement du sable pollué utilise la méthode thermique, la seule reconnue par l'Autorité de Régulations des Hydrocarbures (ARH). Qui est justement ce groupement ? et quelle est son envergure en Algérie ?

II-1- Présentation du Groupement Sonatrach, Organisation OO (OURHOUD) :

OURHOUD est un champ pétrolier (autrefois appelé Qoubba) situé dans le désert du Sahara au sud du champ d'Anadarko de Hassi Berkine au sud de l'Algérie. Il fut découvert en juillet de l'an 1994. Il est le deuxième plus grand gisement en Algérie. Sa dimension se situe approximativement à 20 Km de long sur 4 Km de large

¹⁵ENSPM (Ecole national supérieur du pétrole et des moteurs) << formation Industrie, Gisement forage , initiation au forage pétrolier 1994 >>

La société nationale algérienne Sonatrach et la société espagnole Cepsa ainsi que les autres partenaires ont créé le Groupement Sonatrach - Organisation Ourhoud pour exploiter de manière optimum



Figure -8 : Vue Générale du champ Ourhoud

II-1-1- Historique de découverte :

L'Organisation Ourhoud (créée en 1997, début de production 2003) est l'Opérateur délégué chargé du développement et de l'exploitation du champ Ourhoud. Les partenaires ont conçu l'Organisation Ourhoud comme un instrument doté de pouvoirs et procédures fiables approuvées par toutes les parties et l'ont dotée de moyens matériels et ont affecté du personnel de haut niveau pour assurer son efficacité.

L'Organisation Ourhoud a su tirer profit de toute l'expérience acquise par Sonatrach et les partenaires (Anadarko, Cepsa, Agip, Maersk, Conoco Philips, Talisman) au bénéfice du projet et de la diversité culturelle. Voici ci-après la chronologie des principaux accords de la création de cette Organisation :

- 09 Janvier 97 : Signature de l'Accord Cadre d'Unitisation. Sonatrach désignée comme Opérateur.
- 01 Juillet 97 : Création de l'Organisation Ourhoud (Opérateur délégué par Sonatrach)
- 01 Août 98 : Présentation du Dossier ELA (Exploitation Licence Association) au Ministère.
- 27 Octobre 98 : Signature par les parties de la Procédure d'Opérations Unitisées (P.O.U)
- 21 Avril 99 : Attribution du permis d'exploitation par le Ministère.

- 25 Mars 2000 : Début des travaux de préparation du site des installations de Production (plateformes, routes, puits d'eau, piste d'atterrissage) par GCB, ERGTS et ENAGEO
- 05 Juillet 2000 : Émission de la Lettre d'Intention à JGC/INITEC pour Le Projet EPC.
- 10 Août 2000 : Signature du Contrat EPC avec JGC/INITEC Dates Clés contractuelles : First-Oil : 04 Janvier 2003 Réception Provisoire : 10 Mai 2003.
- 14 Août 2000 : Signature de 2 Contrats avec GEPCO pour la réalisation de deux bases de vie.
- 2003 : débuts de production.

Le champ devrait être exploité en 2005, mais en février 1997 une participation par pourcentage fut convenue d'une manière à ce que trois opérateurs étrangers pourront développer le champ en association avec Sonatrach.

Sonatrach est associée à six compagnies étrangères dans la mesure où le gisement chevauche trois blocs Sur le bloc 404, Sonatrach est associée à Anadarko (qui a comme associés l'italienne Agip et Maersk).

Sur le bloc 406, la compagnie nationale est associée à l'espagnole Cepsa.

Tandis que sur le bloc 405, elle est associée à Burlington Ressource (qui a comme associé Talisman).



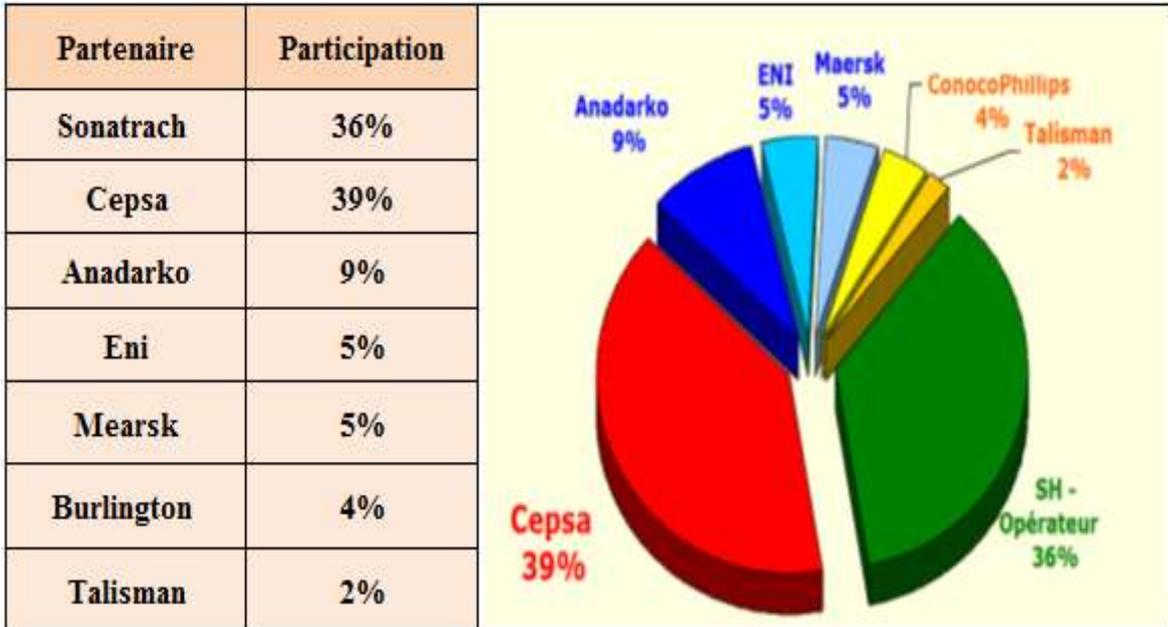


Figure 9 : % de partage de chaque partenaire (document interne de l'organisation OO)

II-1-2- Situation géologique :

Le gisement d'Ourhoud est situé dans le bassin intracratonique de Ghadamès où se trouvent d'épaisses séries Paléozoïques et Mésozoïques. Ces deux séries sont séparées par la discordance Hercynienne.

Le gisement d'Ourhoud est localisé dans les blocs 404/406A/405 du bassin de Ghadamès et contient une huile légère sous saturée dans les grès du Trias Argilo Gréseux Inférieur (TAGI), piégée dans une structure anticlinale faillée. Le réservoir possède des caractéristiques petro physiques de grande qualité.

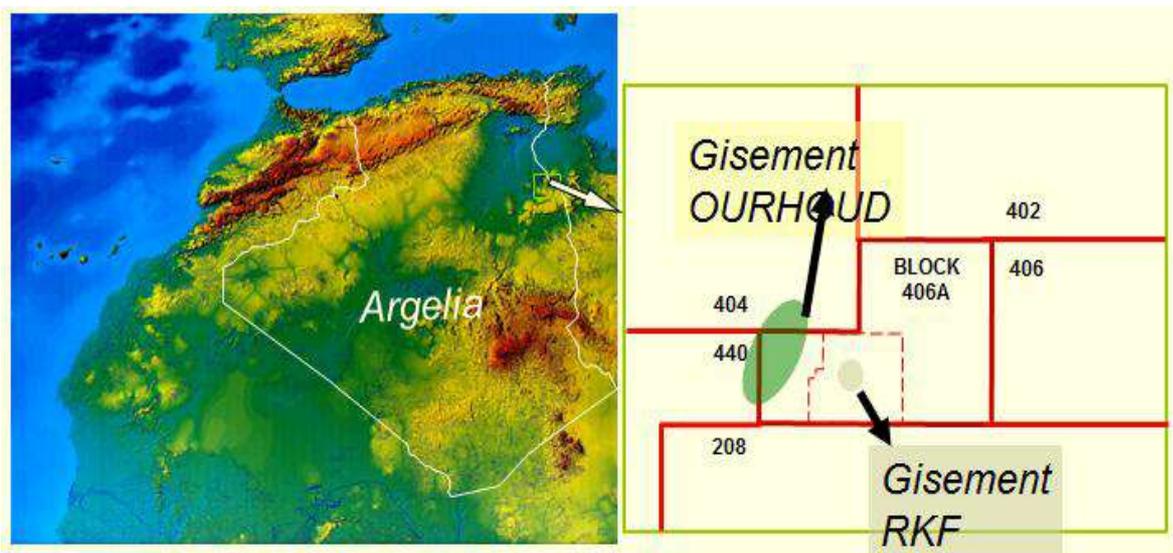


Figure10 : Configuration Géologique Gisement d'Ourhoud (document interne de l'organisation OO)

II-1-3- Situation géographique :

Le Gisement Ourhoud : Situé dans le bassin de BERKINE 320 km au Sud-Est de Hassi-Messaoud, 1200 km au Sud- Est d’Alger.

Superficie du Réservoir : 140 Km2.

Horizon producteur : TAGI.

II-1-4-organigramme de l'organisation Ourhoud.

L'organisation Ourhoud à un effectif composé de différents niveaux et spécialités qui appartiennent à différentes entreprises et participent directement ou indirectement dans la réalisation des objectifs d'Ourhoud pour l'assurer des activités quotidiennes de l'organisation.

Il y a la direction générale qui est installée à Hassi Messaoud et la direction champ qui est installée sur site OURHOUD lui même

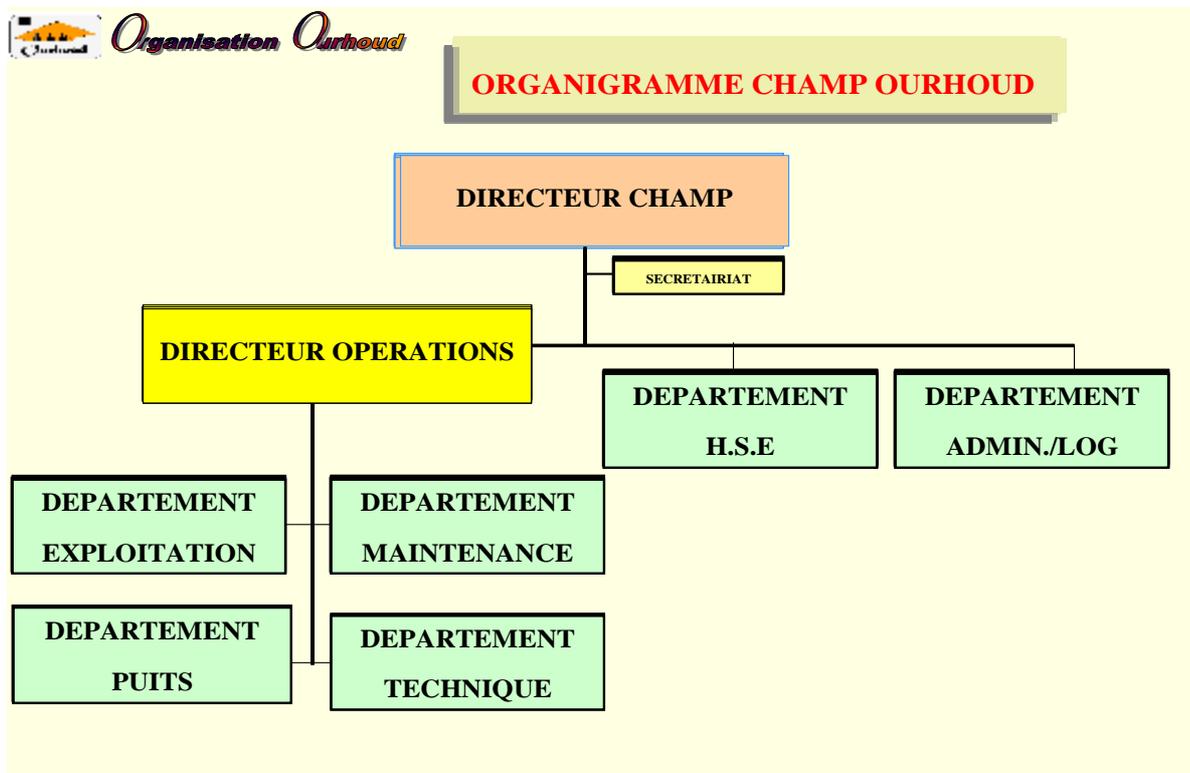


Figure 11 : Organigramme Cadre du champ Ourhoud (document interne de l’organisation OO)

II-1-5- Composition du Gisement d’Ourhoud

Le champ d’Ourhoud comprend :

- 57 puits de production d’huile.
- 03 puits injecteurs de gaz.
- 24 puits injecteurs d'eau.
- 08 puits WAG « water and gas injector » Des Puits injecteurs d’eaux et de gaz
- 09 puits producteurs d’eau de l’Albien Baramien AB.
- 06 puits producteurs d’eau du Mio-Pliocene.
- 07 stations satellites
- Un centre de traitement de brut (CPF ou Central Processing Facilities).
- Un réseau de collecte et dessertes.
- Une base industrielle.
- Une base de vie pour le personnel.

II-1-6-Gestion de la boue au sein de l’organisation OURHOUD :

Tableau (2) et (3): Coût et Gestion de la boue au sein de l’organisation OURHOUD

Tableau 02 (source : document interne OURHOUD)

Quantité du sable pollué en tonne	Prix de la taxe de déstockage	Total de la taxe	Prix unitaire du traitement	Prix total du traitement
30000 tonnes (15000 m3)	10.5k DA/T	315000 K	25.2 K DA/m3	382500K DA

Remarque : OO utilise le terme du sable contaminé pour la boue de forage

tableau (3) (source document interne OURHOUD)

Actions entreprises	Nombre	Observation
Nombre totale de puits forés	115	-
- Puits producteurs / Injecteurs	106	-
- Puits producteurs d'eau Albien / Barrémien	09	-
Nombre de bourbiers dont les déblais ne sont pas traités	18	Transfert en cours (15 000 T déjà transférée vers la plateforme pour éventuelle traitement)
Nombre de bourbier dont les déblais sont traités par voie thermique par la société MISWACO	28	Finalisé
Nombre de bourbier dont les déblais sont traités online par la société MISWACO	69	Finalisé
Quantité totale de Sable pollué et déblais de forage	125 500 T	à traiter
- Traité par MI SWACO.	85 500 T	Finalisé
- Traité par Environnemental Solution Algérie (ESA).	40.000 T	Traitement en cours (Avancement 65% soit 26 00 T)
N.B: Tous les bourbiers au niveau du champ Ourhoud sont mis en état		

II-1-7-Politique Générale de l'Environnement et textes de référence du Groupement Sonatrach - Organisation OURHOUD

SONATRACH Organisation OURHOUD dans son ensemble est certifiée ISO 14001 « Systèmes de management environnemental » et OHSAS 18001 « Systèmes de Management de la santé et sécurité au travail ». On trouvera la politique HSE plus loin (annexe n°1)

II-2-Présentation de la société (ESA) « environnemental solution Alegria SARL »

L'Organisation Ourhoud étant certifié ISO14001, procède au traitement par une société spécialisée ESA dans le traitement du sable pollué par les hydrocarbures génères par ces activités.

Il s'agit de « Environnemental solution Algeria SARL » qui a signé un contrat N° C13/16 23636-992 d'une durée de 3 ans à compter septembre 2014(cahierde charge OURHOUD).

Environnemental Solutions se consacre au traitement et la gestion des rejets provenant des forages pétroliers depuis 1999, elle utilise et commercialise des technologies probantes de traitement des rejets de forage.



Figure 12 : L'unité de traitement thermique –environnemental solution –(photo prises par nos soins)

II-3-Méthodes de traitement de la boue :

La problématique soulevée se concentre autour du borbier et de son impact sur l'environnement. En effet, le déversement et le dégagement de certains produits (solides ou liquides) dans le borbier peuvent entraîner un changement des propriétés physico-chimiques des compartiments naturels, entraînant une altération des propriétés de ces milieux en diminuant leurs capacités d'aération et induisant des effets

portant atteinte à la santé de l'homme, de façon directe ou indirecte, et à l'environnement de manière globale.

Face à cette situation, plusieurs techniques de traitement sont recommandées. Un effort doit être entrepris pour le choix de traitements adéquats en parallèle à l'évolution des technologies utilisées pour la réduction des solides et de la teneur en HC dans les cuttings au cours du forage.

-La description détaillée de nombreuses méthodes, utilisées pour le traitement des rejets des fluides de forage, est facilement accessible :

➤ **II-3-1 : Traitement online (mécanique)**

Il existe une chaîne de traitement mécanique pour éliminer les déblais : tamis vibrant de différentes tailles, dessablé, centrifugeuse et verti-G (centrifugeuse verticale).

Les déblais sont passés à partir du tamis vibrant vers le verti-G à l'aide des vis infinies appelé Auger ; ces déblais entrent par l'admission supérieure de cône et tombent sur un rotor conique qui tourne à 680 tr/min.

Les cuttings sont séparés grâce à cette vitesse différentielle (vitesse de rotor conique) donc le liquide traverse le tamis et les solides sont entraînés vers la base du cône à l'état poudre et leur teneur en huile est inférieure à 5%. (Oil On Cuttings < 5%) 5% OOC¹⁵.

Le liquide précédent est dirigé vers la centrifuge horizontale (centrifuge 414 de 1900 tr/min) pour récupérer le fluide vers les bacs de forage et le reste est renvoyé vers wet cuttings (teneur en huile > 22%) pour l'opération de TDU (Thermal désorption unit)

-Les principaux objectifs du traitement sont les suivants:

- Réduire OOC% après traitement inférieur ou égal à 5%
- Renvoyer le volume maximal d'OBM séparé sur le système de boue.
- Traitez l'OBM séparé par la centrifugeuse pour réduire le LGS aussi bas que possible.

¹⁵ REGGAB ABDELKADER END OF WELL ANALYSIS RECAP 2014

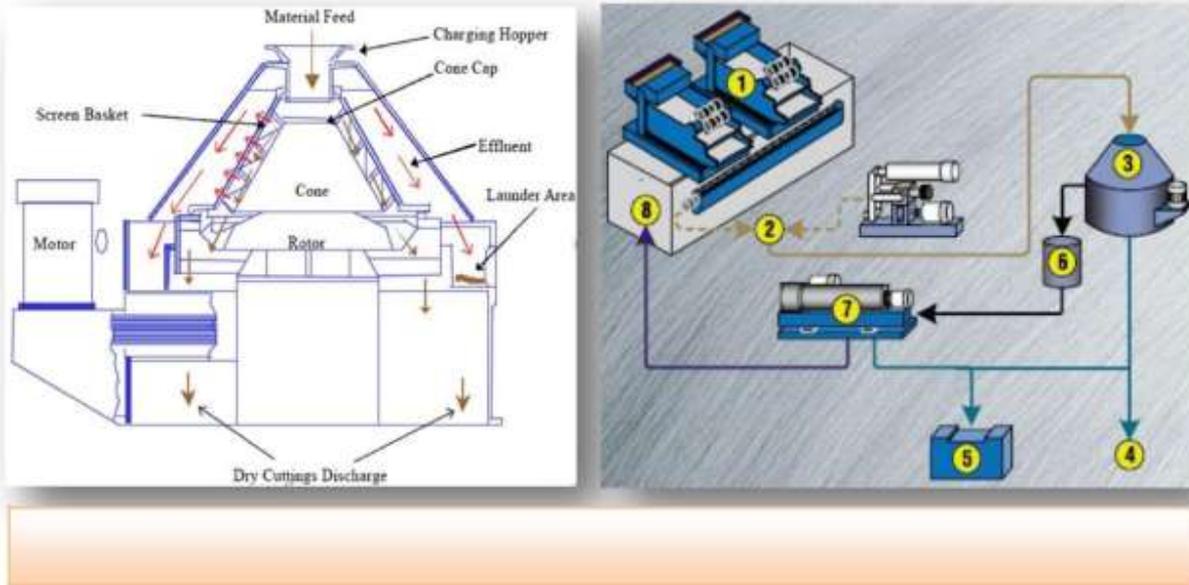


Figure 13-Schéma explicatif du TM

➤ II-3-2 : Traitement offline

✚ La méthode chimique (Solidification / Stabilisation) :

La solidification / stabilisation (S/S) au ciment est une méthode souvent utilisée pour traiter, gérer et réutiliser en toute sécurité des déchets contaminés. La S/S suscite un intérêt croissant dans le monde entier.

La S/S, qui consiste à incorporer du ciment Portland à la matière contaminée, protège l'environnement et la santé en immobilisant les contaminants dangereux dans la matière traitée.

Le ciment réagit chimiquement avec l'eau dans la matière traitée, ce qui modifie ses propriétés physiques et chimiques de façon à stabiliser les constituants dangereux et empêcher qu'ils ne s'échappent dans l'environnement. L'attrait de la S/S tient au fait qu'elle peut être utilisée pour une vaste gamme de contaminants dans de nombreux types de matière contaminée.

- **Description du procédé :**

Le processus de solidification dépend de l'efficacité du malaxage entre les déblais à traiter et les additifs chimiques à ajouter.

Les deux dispositifs principaux et essentiels pour accomplir les travaux de cette partie du processus sont la trémie de réception et le malaxeur.

- **Collecte et transport des déblais**

Réception des déblais de forages pétroliers .Dans le but de traiter les déblais avec l'unité de Solidification, Les déblais vont être transférées à partir des bourniers de déchets des forages pétroliers vers l'unité de Solidification qui est préalablement installée de façon à être proche de plusieurs bourniers.

Cette étape consiste à acheminer les déblais du bournier de forage vers l'unité de traitement de Solidification, par le biais des camions-bennes. Avant la phase chargement, un chargeur est présent sur le bournier des déblais de forages pétroliers, pour charger les déblais dans les camions, ces déblais de forage subissent un mixage afin de les rendre secs et homogènes. A la fin de la phase chargement, tous les déversements résiduels sont acheminés vers le bournier dans le prochain camion à benne.

Le déchargement des déblais se fait dans le corral de la plateforme (ou est installée l'unité) en béton armé dans le but d'éviter les infiltrations des hydrocarbures et tout contact direct avec le sol, dans le cas d'absence de corral étanche, un bac de type three side tank en acier étanche est utilisé à cette effet.

- **La Trémie de réception :**

La capacité de la trémie de réception est de 18 m³, son rôle principal est de recevoir les déblais, elle est équipée de deux convoyeurs à vis ayant chacun un moteur de 15 HP, ces deux convoyeurs avis sont installés sur le fond de la trémie d'une façon inclinée dans le but d'homogénéiser le mélange et de stabiliser le débit. La partie haute de la trémie est équipée d'un grillage avec des mailles de 10 cm, et le rôle de ce grillage et d'empêcher le passage des objets (métal, caillouetc.).

La trémie de réception est remplie avec des déblais par le biais d'un retro-chargeur, Les déblais sont ensuite amenés vers le Malaxeur par l'intermédiaire des deux convoyeurs à vis.

- **Malaxeur :**

Le malaxeur est responsable du mixage des déblais non traités avec les additifs chimiques ajoutés (ciment et silicate).Le malaxeur est doté de deux convoyeurs à pales ayant chacun un moteur de 10 HP. Le processus de solidification se fait au niveau du malaxeur.

Les différentes étapes du processus de stabilisation et solidification sont comme suit :

-La trémie de réception est remplie avec des déblais non traités par le biais d'un retro-chargeur.

-Les déblais sont ensuite amenés vers le malaxeur par l'intermédiaire de deux convoyeurs à vis, au niveau du malaxeur, les additifs chimiques (ciment et silicate de sodium) sont ajoutés suivant les quantités déterminées par le superviseur aux déblais pour les solidifier.

-Le ciment est transporté depuis le silo, dont la capacité est de 45 tonnes, vers le malaxeur par l'intermédiaire d'un convoyeur à vis tubulaire. Le débit du ciment dépend de la typologie des déblais et il se règle à l'aide d'un variateur de vitesse.

-Le silicate de sodium est préparé dans deux citernes. Le débit du silicate de sodium dépend aussi de la typologie des déblais et il se règle par l'intermédiaire d'une vanne.

-Le mélange de (déblais +ciment +silicate de sodium) quittant le malaxeur est vidangé directement dans une fosse dont la capacité de 20 m³. Les déblais traités sont acheminés par le biais d'un chargeur vers un borbier pour leur stockage définitif.

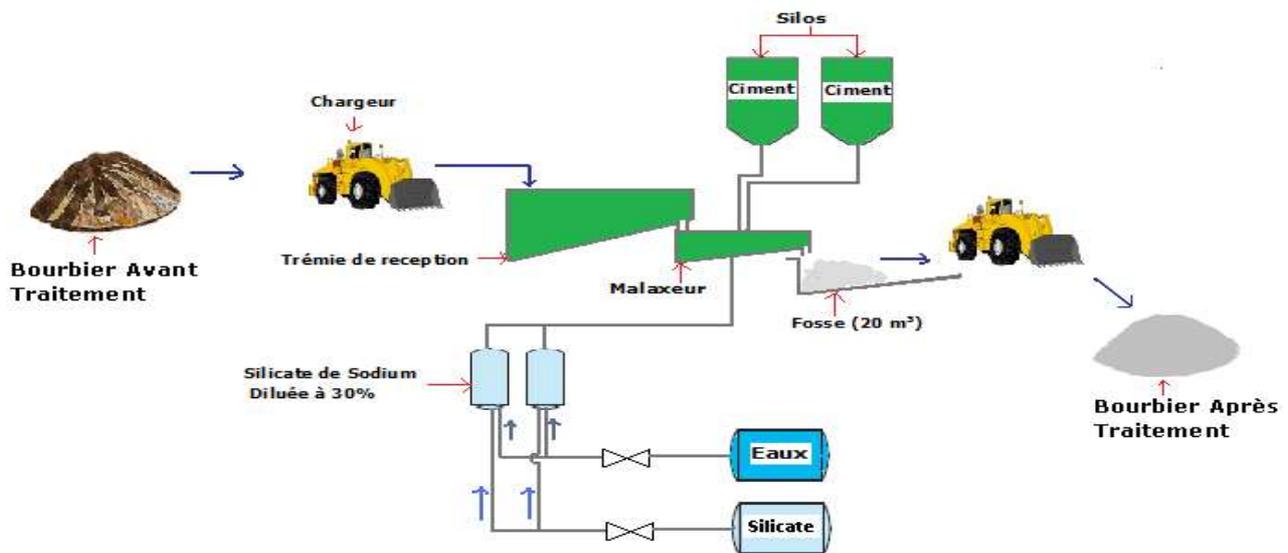


Figure 14 : Schéma fonctionnel d'une unité de Stabilisation Solidification ¹⁶

¹⁶ prestation de services de collecte, traitement, transport et/ou élimination des déchets de forage au niveau des champs mle et café sh-fcp/waste drilling management/2011-1215

La stabilisation- solidification à l'aide des liants hydrauliques est une technique relativement peu coûteuse, facile à mettre en œuvre pour de larges familles de déchets industriels (particulièrement les boues et les résidus des procédés thermiques), parfaitement adaptée à la filière d'élimination des déchets industriels lorsqu'elle est directement intégrée au centre de stabilisation et de stockage de déchets dangereux. La sécurité à long terme peut alors être garantie par un suivi méthodique des déchets traités, de leur réception au stockage des solidifiés.



Figure 15 : l'unité de Stabilisation – solidification

✚ **Traitement thermique (thermal désorption unit TDU , ou thermal phase séparation TPS)**

Il s'agit d'un processus utilisant une source de chaleur qui sépare les hydrocarbures de l'eau contenue dans les déblais de forage et le sol contaminé. Cependant, plusieurs travaux ont montré la possibilité de diffusion dans l'air et d'accumulation des hydrocarbures après combustion. Ces hydrocarbures peuvent être initialement présents dans les solides des formations forées. Les hydrocarbures représentent un danger pour la santé humaine lorsqu'ils se trouvent dans l'atmosphère ou à l'état d'éléments traces dans la croûte terrestre. Ils s'accumulent dans les milieux, entrent dans la chaîne alimentaire par l'eau ou les sols et atteignent l'homme par ingestion

Les techniques de traitement thermique emploient des températures élevées pour reprendre ou détruire les hydrocarbures qui souillent les rejets. Le traitement thermique est le traitement le plus efficace pour détruire les produits organiques, et il réduit également le volume et la mobilité des produits inorganiques tels que les métaux et les sels.

. Une unité de traitement thermique est généralement une installation fixe d'où la difficulté de son

utilisation en ON-LINE pendant le déroulement des opérations de forage.

-Principe de la désorption thermique

La désorption thermique consiste à appliquer de la chaleur pour extraire du sable par volatilisation des polluants volatils et semi-volatils.

Le procédé de désorption thermique est surtout utilisé lorsque le venting atteint ses limites (sols trop imperméables ou composés semi-volatils difficilement extractibles). Le sable est chauffé à grande température, ce qui provoque une élévation de la température ayant pour effet de favoriser la désorption des contaminants fortement adsorbés par le sable, d'augmenter la tension de vapeur des composés peu volatils afin de pouvoir les volatiliser et les extraire en phase gazeuse. Les composés volatilisés sont par la suite récupérés via un réseau d'extraction.

-Description du procédé de traitement de la boue :

La Désorption Thermique est utilisée pour le traitement des déchets de bourbiers de forage à base d'huile. Le principe consiste à utiliser des hautes températures pour séparer les polluants (gasoil) du sol contaminé.

Contrairement au traitement en ligne et le traitement par solidification, cette méthode est utilisée dans une unité fixe hors du site contaminé. A cet effet, les déblais de forages pétroliers sont transportés de sites contaminés vers l'unité de traitement de sable contaminé ESA.

Il faut chauffer les déblais de boue à base d'huile tout en isolant la flamme des solides. Le gasoil est isolé par condensation, chose qui permet de récupérer, et réutiliser le gasoil dans le procédé de chauffage.

L'eau récupérée est réutilisée pour le refroidissement des condensateurs.

Les autres polluants gazeux probablement existants (HO₂ Co₂ Co) sont éliminés par oxydation.

Les solides volatilisés (aérosols) avec les gaz sont récupérés à l'aide d'un ensemble de filtres qui résistent à des hautes températures appelé Adibatic Quench.

Le sol débarrassé des fractions grossières, est porté à une température supérieure à 150°C, par un four rotatif, pour permettre la désorption de l'humidité et le gasoil. Il est constamment agité pendant l'opération et les gaz émis sont traités à la sortie par une unité appelée Thermal Oxydizer.

L'efficacité de la désorption est fonction des températures et des temps de séjour utilisés. Les paramètres opératoires dépendent du couple substrat/polluant, des limitations aux transferts de masse et de chaleur dépendant du substrat (granulométrie, humidité...) et des modes de transferts thermiques mis en œuvre dans l'unité de désorption.

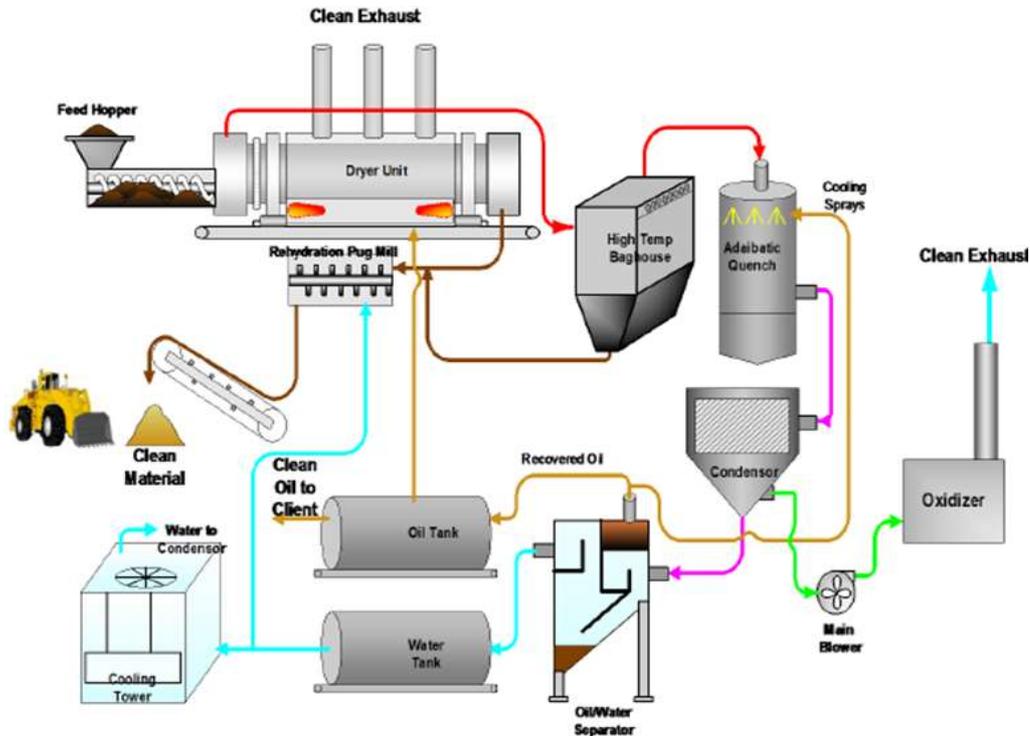


Figure 16 : Schéma du procédé de traitement thermique de la boue de forage ¹⁷

L'activité principale réalisée par ce système est le traitement du sable contaminé par les hydrocarbures.

Les principales étapes de traitement du sable contaminé sont les suivantes :

1. l'homogénéisation du sable par le tamisage et le mixage
2. alimentation de l'unité en sable contaminé homogène par la trémie d'alimentation.
3. traitement primaire suite à l'entraînement des cuttings vers le DRAM (four) à l'aide du convoyeur.
4. Rejet et évacuation du sable décontaminé par le pot d'élimination
5. Transmission des vapeurs chaudes résultantes de la volatilisation des hydrocarbures vers la Quinche pour leur refroidissement et condensation.
6. passage des vapeurs non condensées par un deuxième condenseur utilisant de l'eau froide issue du chiller pour une éventuelle condensation
7. Brulure des vapeurs non condensées dans l'oxydeur thermique

¹⁷ ABBAS-HADJ-ABBAS << thème : les bourbiers des forages pétroliers et des unités de production : impact sur l'environnement et technique de traitement ; spécialité : génie pétrolière , université KASDI MARBAH –OUARGLA- , année 2010/2011 >>

- 8. Passage du liquide obtenu de la condensation vers le séparateur eau/huile
- 9. Stockage du gas-oil récupéré pour servir ensuite à l'alimentation des brûleurs du four
- 10. Passage de l'eau récupérée par les aéro pour être refroidis et utilisé dans le condenseur



Figure 17 : Le sable décontaminé lors du traitement par la méthode thermique a OURHOUD (photo prise par nos soins)

II-4-Les outils utilisés pour l'étude des procédés de traitement de la boue de forage:

Les grilles d'évaluations utilisées ont été élaborées par Sonatrach -Organisation Ourhoud (tableau 4)

Tableau 4 : Les grilles d'évaluations.

- Grille de probabilité

Probabilité		Probabilité de survenance
Improbable	1	Survenance improbable / Seulement dans des circonstances exceptionnelles (<1 fois en 10 ans)
Probable	2	Peut arriver (<1 fois/an)
Fréquent	3	Peut arriver (<1 fois par trimestre)
Inévitable	4	Forte chance d'arriver (>1 fois par trimestre)

- Grille de gravité

Gravité		Critère (Perte, dommage à)
Négligeable	1	Domage insignifiant sans impact sur l'environnement (< 2 k\$)
Mineur	2	Domage à court terme (contrôlable) sur l'environnement, restauration possible (entre 2 k\$ et 24 k\$)
Modérée	3	Domage ou effet sur l'environnement à moyen terme, restauration possible (entre 24 k\$ et 99 k\$)
Majeur	4	Domage ou effet sur l'environnement (> 99 k\$)

Pour l'évaluation à caractère significatif des impacts environnementaux, il faut prendre en considération :le risque de nuire à l'environnement, la fragilité de l'environnement et la taille et la fréquence de l'aspect

Tableau 5 : grille d'évaluation des impacts environnementaux ¹⁸

Gravité		Probabilité			
		Improbable	Probable	Fréquent	Inévitable
		1 (Très basse)	2 (Basse)	3 (Moyenne)	4 (Haute)
Majeur	16	16	32	48	64
Modéré	4	4	8	12	16
Mineur	2	2	4	6	8
Négligeable	1	1	2	3	4

Grille d'évaluation de l'impact environnemental

L'ampleur de l'impact environnemental est définie comme suit :

$(G * P) \geq 8 \rightarrow$ Aspect significatif

L'ensemble des aspects environnementaux sont évalués et classés au moyen d'une matrice multicritères. Cette matrice permet de hiérarchiser les aspects en trois catégories A, B et C. Ces catégories sont déterminées en fonction de 3 critères qui sont :

- L'importance de l'aspect (significatif ou non significatif) ;
- La conformité de l'aspect par rapport à la réglementation ;
- Du degré de maîtrise de l'aspect.

¹⁸ Document interne de l'organisation OURHOUD

II-4-2- Outil d'évaluation des aspects et des impacts environnementaux :

Il existe plusieurs méthodes d'analyses qui permettent d'évaluer les aspects et les impacts environnementaux dans les entreprises¹⁹,

On a utilisé des indices de pondération dans la formule suivante :

- La gravité de la conséquence (G) : à laquelle on affecte une note qui varie de 1 à 5 et qui est proportionnelle à la gravité de la conséquence, exemple : si l'impact présente une pollution significative on va lui affecter la note 4.
- Le degré d'exposition (E) (la fréquence) : exemple, la note 5 si l'exposition est continue.
- La probabilité d'occurrence (P) : exemple, 4 si l'impact est probable.

Ces indices de pondération vont nous permettre aussi de calculer le facteur d'impacts en utilisant la formule suivante :

$$\text{Facteur d'impacts (FI)} = (G) \times (E) \times (P)$$

Par la suite, il s'agit de mettre en relief les principaux textes législatifs qui régissent les activités et les impacts de l'entreprise.

II-4-2-1 Détermination des aspects significatifs :

Il s'agit d'une classification des aspects environnementaux déjà recensés, pour déterminer ceux qui sont significatifs parmi eux, et cela se fait selon la formule suivante :

$$\text{Aspect environnementale} = \text{Facteur réglementaire} \times \text{le facteur d'impact (FI)}$$

Les aspects environnementaux de l'entreprise, sont classés suivant les quatre groupes d'importance croissante.

¹⁹ Benyahia M, et Naim K. (2016) .Evaluation des impacts environnementaux de la gestion de déchets au Niveau de NCA-Rouïba. Mémoire de master en génie des procédés, management de la qualité. FSI. UMBB

Le tableau ci-dessous permet de déterminer à partir des résultats de l'analyse effectuée, quel sont parmi les aspects environnementaux relevés, les plus significatifs.

Tableau (6): **Tableau d'évaluation des aspects environnementaux**

Signification		
A E	Non régis par la réglementation	Régis par la réglementation
Score	01	02
1 – 40	<ul style="list-style-type: none"> • Aspect environnemental non prioritaire, ne nécessite pas d'intervention immédiate. 	
40 – 80	<ul style="list-style-type: none"> • La prise en charge de cet aspect pourrait générer des effets positifs pour l'environnement mais non prioritaire. 	
80 – 160	<ul style="list-style-type: none"> • L'aspect environnementale doit être pris en compte lors de la des actions correctives 	
≥ 160	<ul style="list-style-type: none"> • L'aspect environnemental est prioritaire, (impact générer en opposition avec la réglementation ou la politique environnementale) 	

II-4-2-2 Détermination des impacts environnementaux

Gravité de la conséquence(G)		La fréquence (F)		Probabilité d'occurrence (P)	
1	<ul style="list-style-type: none"> Rejets réutilisable. Impact l'imité à la zone de travail 	1	<ul style="list-style-type: none"> Pas d'exposition Exposition rare (une fois par an ou mois). 	1	<ul style="list-style-type: none"> Occurrence pratiquement impossible.
2	<ul style="list-style-type: none"> Dégagement continue ou petit déversement 	2	<ul style="list-style-type: none"> Exposition en dessous de la moyenne, Quelque fois par an 	2	<ul style="list-style-type: none"> Concevable, mais très improbable Pourrait se produire
3	<ul style="list-style-type: none"> Petit décharge non continue ou déversement Nuisance environnemental limitée à 100 mètre Impact mineur, pourrait exiger une réparation 	3	<ul style="list-style-type: none"> Exposition fréquente, Peut- être une fois par mois. 	3	<ul style="list-style-type: none"> Possible Inhabituel mais peut se produire.
4	<ul style="list-style-type: none"> Pollution significative 	4	<ul style="list-style-type: none"> Exposition fréquente, Peut- être une fois par semaine. 	4	<ul style="list-style-type: none"> Probable.
5	<ul style="list-style-type: none"> Déversement ou éruption énorme non continue, et l'impact environnemental majeur. 	5	<ul style="list-style-type: none"> Exposition continue. Une fois par jours ou plus 	5	<ul style="list-style-type: none"> Très Probable, Occurrence imminente.

SCORE	NIVEAU DE L'IMPACT
1-40	Bas
40-80	Moyen
80-125	Elevé

Figure 18 : Méthode d'évaluation d'impact

II-5- Les mesures d'atténuation prises par SONATRACH

Afin d'en rendre la compréhension plus simple, ces mesures d'atténuations seront présentées sous forme d'un tableau synthétique clair, dans lequel les mesures d'atténuation seront présentées en face de chaque type de pollution.

Tableau (7) : Les mesures d'atténuation prises par SONATRACH

Source de pollution	Impacts potentiels	Mesure d'atténuation
Fuite du carburant et d'huiles de lubrifiants pour moteurs	Contamination du sol et des aquifères	Etanchement des engins et véhicules, protection du sol par des films en plastique dans les endroits concernés.
Déversement de produit chimique divers (les additifs de forage)	Contamination du sol et des aquifères et des habitants	Aménagement d'air de stockage .spécifique des produits chimiques
Déchet solides spéciaux	Sol, pollution du paysage	Récupération et séparation des déchets (ferraille, emballages, plastique) et acheminement vers un lieu de stockage approprié
Boue	Sol, sous-sol, aquifères, personnels, matériel	Récupération, recyclage et traitement online et offline
Hydrocarbures	Air, sol, sous-sol, aquifères, personnel, matériels	Récupération et recyclage

Déblais de forage	Contamination du sol et des aquifères	Imperméabilisation du bournier .traitement des déblais par inertie (solidification /stabilisation) ou par désorption thermique.
--------------------------	---------------------------------------	---

II-7 : La méthodologie de l'étude des procédés de traitement de la boue de forage:

Nous avons commencé notre étude par une recherche bibliographique présentée dans le chapitre I concernant le forage pétroliers, les fluides de forages et les déchets de produits utilisés, les bourniers. Pour la collecte des données nous nous sommes déplacées à Ourhoud pour une période d'un mois. On a ensuite fait des visites sur site, pour reconnaître de visu l'identité de ces rejets, leurs composants chimiques, et leurs influences sur l'environnement et on a vu les moyens appropriés pour traiter ces rejets et pour limiter ainsi leur influence négative. Une visite sur le champ d'Ourhoud nous a permis d'étudier et analyser la méthode de traitement dite de la désorption thermique qu'utilise la compagnie. On a pu voir le processus de cette méthode et on a procédé aussi à des analyses au niveau du laboratoire d'Ourhoud du sable contaminé avant et après le traitement.

Donc eu égard à ce qu'il vient d'être expliqué, on peut ramener notre travail à trois étapes :

- La première était la collecte des données au sein de l'organisation d' Ourhoud (OO) au niveau de ESA, ainsi que l'observation de la méthode thermique au sein de l' Ourhoud-ESA, suivi d'une recherche théorique sur les deux autres méthodes (chimique et mécanique).
 - la deuxième consiste à la réalisation des analyses de laboratoires que le groupement Ourhoud, a bien voulu nous laissé pratiquer pour valider nos hypothèses.
 - Et pour la troisième étape nous avons étudié les impacts/aspect environnementaux de chaque étape des méthodes de traitement ainsi que les aspects réglementaire et enfin la performance des procédés de traitement de la boue de forage, étudiés.
- L'établissement d'un plan d'entreprise reprenant les lieux de traitement et de stockage permet d'acquérir une vision claire et précise de la situation actuelle au niveau SONATRACH

- Nous avons aussi établi un plan schématique du processus du circuit de la boue de forage représenté dans la (figure N°13) et nous avons effectués un tableau de gestion (avec coût) de la boue au niveau de l'organisation OURHOUD pour donner quelques chiffres sur le nombre de puis forés au sein de l'organisation, nombre de bournier, quantité de sable traité ...

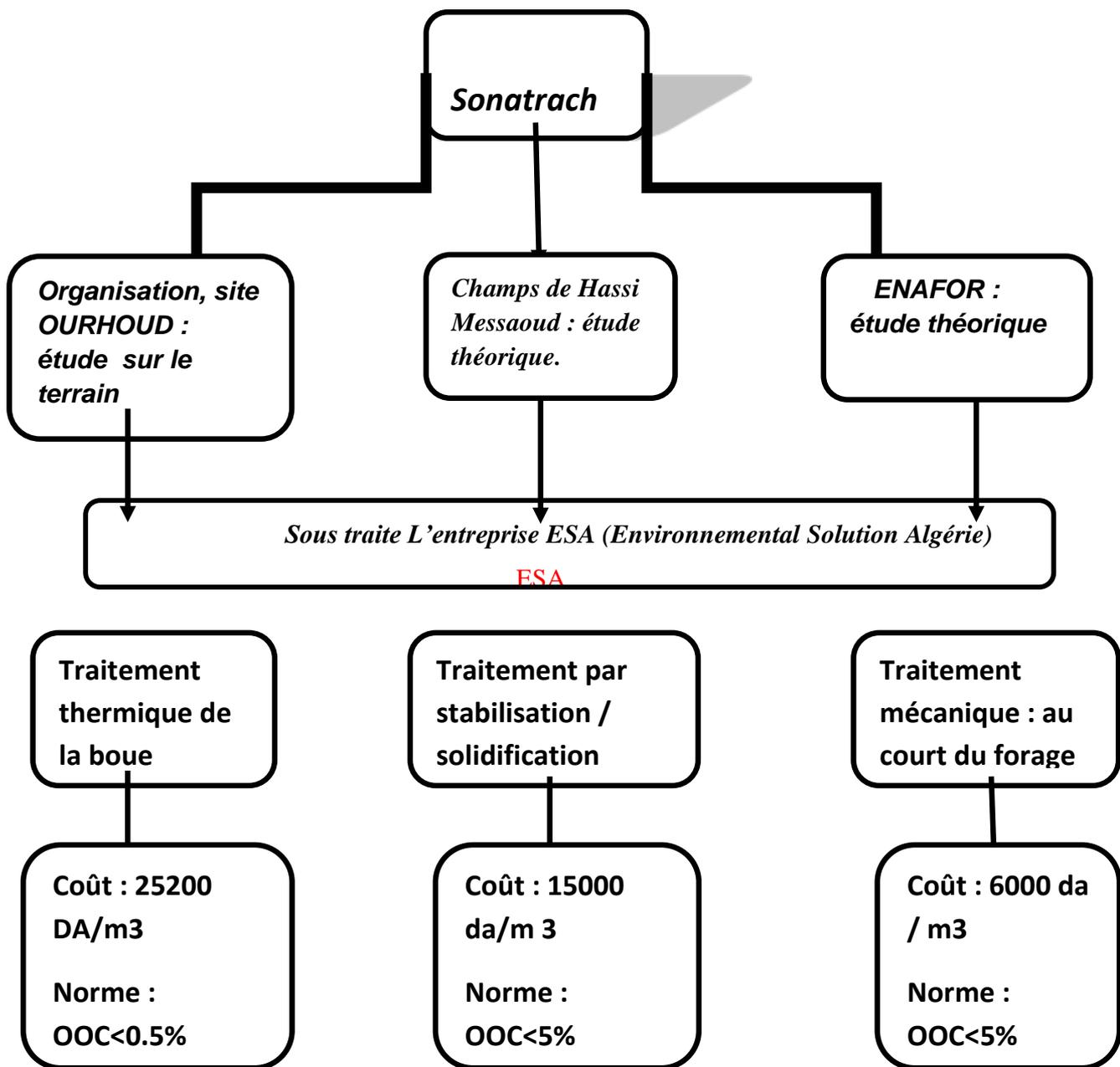


Figure 19: schéma explicatif des trois méthodes de traitement au niveau de Sonatrach (réalisé par nous)

II-8 : Circuit de la boue pour le traitement offline

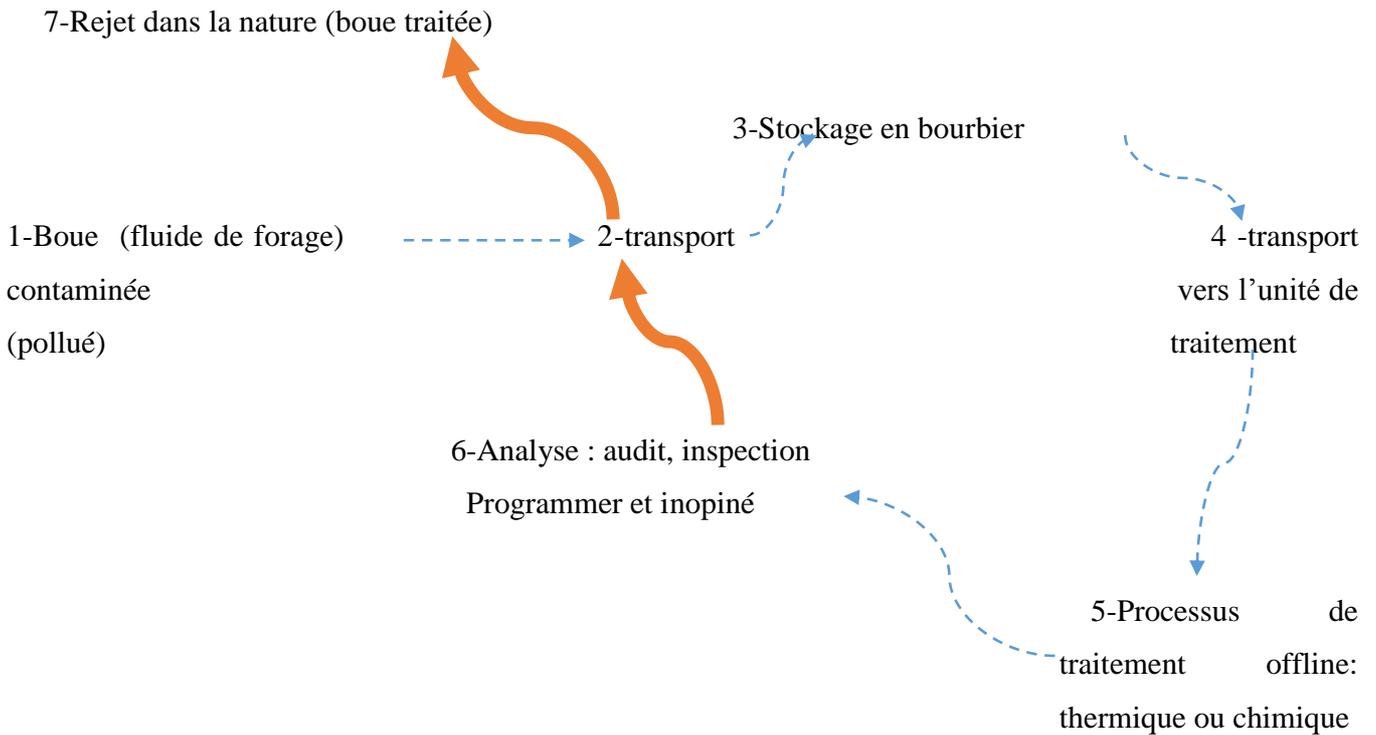


Figure20 : le cycle de vie de la boue pour le traitement offline (réalisé par nous)

Ce schéma montre le processus des deux traitements offlines : traitement thermique et traitement S/S et non pas pour le traitement mécanique par ce que ce dernier se fait au court du forage (traitement online).



Figure21: bourbier avant le traitement –OURHOUD-(photo prise par nos soins)



Figure 22 : bourbier d'Ourhoud avant traitement (photo prise par nos soins)

III-1 : Avantages et inconvénients des procédés de traitement de la boue :

Tableau 08 : représente les Avantages et les inconvénients de chaque méthode.

	Avantage	Inconvénients
La méthode thermique	<ul style="list-style-type: none"> • Technique prouvée ayant démontré une grande fiabilité et des résultats extrêmement significatifs, • Technique efficace même pour des sols argileux et hétérogènes (l'humidité du sol et l'eau souterraine sont alors vaporisées (techniques à température > 100 °C), ce qui augmente la perméabilité), • Technique permettant de diminuer les temps de fonctionnement classiquement observés pour, • technique permettant de traiter de nombreux polluants notamment les composés semi-volatiles difficilement traitables par les techniques classiques, 	<ul style="list-style-type: none"> • les gaz doivent la plupart du temps être refroidis afin de protéger les unités de traitements en aval, • les émissions atmosphériques nécessitent un traitement d'air (surcoût), • les coûts de production de température (coûts d'exploitation) sont souvent importants et sont un frein à l'application de ce procédé, notamment ceux générés pour la vaporisation de l'eau, • les risques d'explosion/incendie doivent être pris en compte

	<ul style="list-style-type: none"> • technique permettant d'atteindre des taux de dépollution très importants. 	
La methode S/S	<ul style="list-style-type: none"> • Facile à pratiquer étant donné les températures utilisées • Technique peut couteuse • Facile a mettre en œuvre • Traitement de grande quantité de boue en peut de temps • Facile a mettre en œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> • Ne donne pas une identification de tous les éléments chimiques qui sont contenu dans la boue • Elle n'élimine pas tous le pourcentage du OOC dans la boue • Elle permet a une partie de liquide de s'infiltrer • Elle utilise des produits chimiques en catalyseur de réaction • Risque d'explosion, incendie • Il faut un suivi méthodique des déchets traités
La méthode mécanique	<ul style="list-style-type: none"> • Une technique très peut couteuse • Elle se fait au court du forage 	<ul style="list-style-type: none"> • Loin d'arriver a un traitement efficace réglementé • Nécessite un traitement offline

III-2- Analyses laborantines des méthodes de traitement

Au cours de notre stage pratique nous avons observé les analyses chimiques réalisées pour contrôler la boue de forage à partir de mesures d'émulsion, de filtrat et la rhéologie et le rapport huile-eau pour forer en toute sécurité.

On a procédé à quelques analyses avant et après le traitement thermique pour évaluer l'efficacité de cette méthode au niveau de l'organisation Ourhoud (cf. tableau 09) . La mesure du oil on cuttings (OCC%) est présentée et expliquée en annexe n° 02.

Le traitement thermique doit assurer un OOC (oil on cutting) des rejets traités inférieur ou égale a 0.5 % pour cette méthode cahier de charge OURHOUD)

Pour le traitement mécanique on a eu les données de l'ENAFOR dans la zone de terrain de Hassi Messaoud. Ce traitement doit assurer un OOC inférieur ou égale à 5%.

Aussi, pour le traitement de (stabilisation /solidification) nos données ont été obtenu du champ de Hassi messaoud . Ce traitement doit assurer un OOC % inférieur ou égale à 5%.

Tableau 09 : représente les résultats d'analyses du sable pollué par la méthode thermique avant et après le traitement.

Cutting Avant	1ér échantillon	2eme échantillon	3eme échantillon
Poids de Cellule vide	313	313	313
Poids de la cellule +l'échantillon	396	397	399
Poids de la cellule +échantillon + eau	402	406	408
Graduation du volume d'eau	87	87	87
Poids de l'eau+condensateur	100	100	103
Vol du condensateur	14	14	18.5
Volume de l'eau	11	11	12
Volume de la cellule	388	386	392

+le cutting			
-------------	--	--	--

Cutting après :

% huile dans l'échantillon	0.18 %	0.2 %	0.13 %
% eau dans l'échantillon	0 %	0 %	0%

Le tableau 09 illustre les résultats d'analyses du sable pollué par la méthode thermique avant et après le traitement. Les résultats du tableau montrent que le pourcentage d'eau est nul (00 %) et le pourcentage d'huile est presque nul (entre 0.13 et 0.2 %) et cela réponds aux normes (inférieur a 0.5 %) tel que défini dans les normes réglementaires.

Traitement mécanique

tableau 10 Traitement mécanique :

Boue récupérée (m3)	rapport N °	Heures d'ouverture	profondeur (m)	Mètres forée (m)	Volume foré (m 3)	Huile dans le cutting avant traitement (% by dry)	Huile dans le cutting après le traitement (% by dry)
	28		2340				
	29	20	2386	46	3.45	25	4.47
1.0	30	24	2455	69	5.18	24.64	4.16
1.0	31	24	2531	67	5.70	25.71	4.18
	32		2531				
	33	24	2608	77	5.78	23.94	4.12
	34	24	2746	138	10.35	4.75	4.24
1.0	35	24	2800	54	4.05	26.15	3.67

1.0	36	24	2900	100	7.50	25.00	3.70
	37	24	3246	346	25.96	23.53	3.94

Le tableau 10 suivant présente les résultats des huiles on cutting traité avec la méthode mécanique

Jours de section total	Heures d'ouvertures (hr)	moyenne % OOC avant	moyenne % OOC après	Interval cuttings volume (m3)	Boue récupérée (m3)	Temps d'arrêt (hr)
17	118	22.34	4.06	67.98	7	0

1- Le volume total de 234,51 m3 de boutures forées a été traité à travers le sécheur Vert-G pendant le forage de la section de trou 16 ``. Le volume total de la boue récupérée est de 28 m3.

2- L'OOC% après le traitement à travers le sécheur Verti-G a été considérablement réduit à moins de 5%, ce qui donne une moyenne de 3,80%.

3- Le total des heures de fonctionnement est de 233 heures sans interruption.

Pendant tout le temps de 233 heures et de compteurs forés de 2340 m, le système de séchage des boutures sur le MD 662 a réussi à réduire l'OOC% total déchargé (moyenne OOC% = 3,80%) et à récupérer les fluides de 28 m3 à l'actif Sans problème.

Traitement chimique :

Tableau 11 montre les résultats des analyses de deux échantillons par la méthode chimique

Paramètre	échantillon 1		échantillon 2		Méthodes	Norme
	Avant	Après	Avant	Après		
OOC%	12.11	1,2	13.08	3.40	Distillation	5% w/w

Le tableau 11 montre les résultats des analyses de deux échantillons par la méthode chimique (stabilisation /solidification) avant et après le traitement.

On remarque que le pourcentage des huiles à diminuer dans les deux traitements (1.2% et 3.40 %) et ce résultats réponde aux normes (5 %)

Discussions :

La quantité d'hydrocarbures « oil in cuttings » OOC% est très élevée dans tous les échantillons des borbiers de forage (plus de la valeur maximale limitée par les normes en ajoutant à cela les grands volumes d'eau dans la fosse septique peuvent survenir au niveau de l'impact environnemental (sol et contamination des eaux souterraines).

La quantité d'hydrocarbures dans les borbiers de forage est réduite par les traitements mécaniques, stabilisation/solidification et désorption thermique c'est-à-dire sous la valeur maximale limitée par les normes.

D'après les résultats, on peut conclure que les principales questions de résidus de forage sont la présence d'hydrocarbures et que les traitements utilisés par SONATRACH, mécanique, désorption thermique et stabilisation/solidification » peuvent les réduire.

Mais on comparant les résultats des trois méthodes on conclut que la désorption thermique est la méthode la plus efficace pour l'élimination des hydrocarbures des borbiers.



Figure 23 : Transport de la boue vers la station de traitement(photo prises par nos soins)



Figure 23 : bourbier apres le traitement-ourhoud-(prise par nos soins)



Figure 24 : Sable avant traitement -ourhoud- (prise par nos soins)

III-3 L'étude de l'aspect environnemental :

Si l'on se réfère à la politique HSE en vigueur en Algérie , on constate que l'organisation OO(OURHOUD) s'engage à conduire ces activités en maîtrisant leur impacts sur la santé et la sécurité de son personnel et celui de ces prestataire en réduisant leur impacts sur l'environnement et sur le voisinage et en exploitant les énergies et les ressources naturelles de façon rationnelle et en toute conformité aux exigences légal .

Pour réduire l'impact sur l'environnement et sur le voisinage, l'organisation OO a établi des objectifs parmi eux : le traitement du sable pollué dont les ravages sur l'environnement reste incontestable.

La procédure d'OO pour l'identification des aspects environnementaux a pour objectif de définir les principes d'identification des aspects et des impacts environnementaux relatifs à l'ensemble des activités du groupement et permet de déterminer les aspects et les impacts significatifs lors des situations normales et anormales.

L'identification des aspects environnementaux est réalisée au moyen d'un inventaire de consommation de matière première, d'énergies et de matériels, des sources de pollution, des rejets de déchets, des produits finis par rapport aux activités directes et indirectes existantes lors des situations de fonctionnement normal et anormal.

L'évaluation des impacts environnementaux débute par une division des activités en sous-activité par la suite chaque sous-activité doit être revue afin d'identifier tous ces aspects environnementaux et d'évaluer ces impacts.

D'après notre évaluation des impacts, il s'est avéré que les boues de forage représentent un « risque majeur » sur l'environnement et l'écosystème,  traitement obligatoire

Seuil de significativité	Mesures d'atténuation
Catégorie A : INTOLERABLE	<u>impact Inacceptable:</u> Des actions importantes doivent être mises en place immédiatement.
Catégorie B : TOLERABLE	<u>Impact Acceptable :</u> Des actions sont recommandées.
Catégorie C:	<u>Impact Acceptable :</u> Pas d'action spécifique à mettre en place

MAITRISABLE	
--------------------	--

Tableau 12 : seuil de significativité de l'aspect environnemental (remis par OURHOUD)

TAPEZ LE TITRE DU DOCUMENT

Zone	N°AE	Mode d'apprit normal, dégradé, accidentel	AE	Origine de Impact env	Moyen à mettre en ouvre	Responsable	Avancement
Traitement du brut et stabilisation	81	N	Génération de déchets SD	Boue (nettoyage de l'équipement)			Signature du contrat traitement du sable polluée Décembre 2014 , réunion le 04/01/2015 (PV de réunion ORD-ESA-15-0013) début du traitement Novembre 2015 Fin décembre Avancement 7%
Stockage du petrol brut	95	N		Boue (nettoyage de l'équipement)			
Stockage d'huile hors specification	108	N		Boue (bac)			
Sys de traitement des boues	122	N		Boue (bacs)			
Drains ouvert non dangereux	212	N		Boue			

Drains ouverts Drains dangereux Drains fermés	269 272 280	A N N	Rejet liquide Génération de déchet SD	Infiltration pollution Sol, nappe boue et drains	Traitement thermique	HSE	
CPF	230	D	Génération de DI, DSD(boue des bacs)	pollution de l'air et du sol			

Tableau 13 : Source de contamination du sable pollué d'OURHOUD

III-4- Evaluation des aspects et des impacts environnementaux des trois méthodes de traitement de la boue de forage :

Suite à un inventaire des activités des trois (03) méthodes, dans les trois organisations et en réalisant un inventaire des textes juridiques algériens, concernant le traitement de la boue de forage nous allons présenter dans cette partie du travail, les résultats de l'évaluation des aspects environnementaux et de leurs impacts des méthodes de traitements de la boue de forage au niveau de SONATRACH.

Ces impacts sont décrits selon leur origine (source de polluant) et leurs effets sur les différents compartiments environnementaux (sol, eau, atmosphère)(Tableau 13).

III-4- 1-Evaluation des aspects environnementaux des trois méthodes de traitement de la boue de forage

Tableau 14 : identification des aspects et environnementaux de chaque activité des trois méthodes de traitement de la boue

Méthodes	Activités	Aspects environnemental
Méthode thermique	1-transport du sable pollué du bourbier vers l'unité de traitement Matériel utilisé : chargeur, camion 2-la trémie d'alimentation (Hopper) : le sable contaminé est transféré a la trémie de la zone de stockage vers Hopper par le chargeur	<ul style="list-style-type: none"> • Consommation des produits pétroliers (essence, huile, gasoil...); • Rejets gazeux (pollution de l'air); • déversement du sable pendant le transport (contamination du sol, influence sur le paysage); • déversement du sable (contamination du sol)

	<p>3-Drum (le four rotatif) : exposition du sable a une haute température (500°) pour augmenter la volatilité des hydrocarbures</p> <p>4-Quench (système de condensation) :la vapeur de l'unité primaire (drum) est tirée dans le Quench qui utilise l'eau comme liquide de refroidissement qui condense les hydrocarbures (huile+boue)</p> <p>5-les réservoirs de stockage : un réservoir pour alimenter les camions et les voitures par les diesels frais et l'autre pour le diesel récupéré a partir de l'unité pour l'alimentation des bruleurs</p> <p>6 les générateur électrique alimente l'unité</p> <p>7-transport du gasoil de hassi messaoud a ourhoud par des camions citernes</p>	<ul style="list-style-type: none"> • rejets gazeux et vapeur d'hydrocarbures (pollution de l'air) ; • consommation des produits pétroliers pour l'alimentation des bruleurs. • consommation de l'eau ; • contamination de l'air ; • contamination du sol. • Contamination du sol (en cas de fuite) ou du moment du ravitaillement en carburant • Génère le bruit (nuisance sonore) • Déversement du carburant suite a une fuite ou un accident (contamination du sol, incendie, explosion....) • Consommation du
--	---	---

<p>S/S</p>	<p>1--transport du sable pollué du borbier vers l'unité de traitement Matériel utilisé : chargeur, camion</p> <p>2-réception des déblais Materiel utilisée :trémie de réception ,chargeur</p> <p>3-mixage pour la solidification Materiel utilisé : le malaxeur (consommation d'électricité)</p> <p>4-générateurs électrique alimentant l'unité</p> <p>5-transport de déblais traité pour le stockage définitif</p>	<p>carburant.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Consommation des produits pétroliers (essence, huile, gasoil...); • Rejets gazeux (pollution de l'air); • déversement du sable pendant le transport (contamination du sol, influence sur le paysage); • déversement du sable lors du remplissage (contamination du sol) • l'utilisation des produits chimiques (explosion); • rejets gazeux (pollution de l'air) • nuisance sonore • pollution de l'air; • consommation du carburant
<p>Mécanique</p>	<p>1-déplacement des déblais Matériels utilisés : tamis vibrant, verti-G</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Consommation des produits pétroliers

	<p>(consommation d'électricité)</p> <p>2-séparation de fluide Matériels utilisé : rotor conique</p> <p>3-renvoyer le fluide pour l'opération thermique</p>	<p>(essence, huile, gasoil...);</p> <ul style="list-style-type: none"> • Nuisance sonore (bruit) • Consommation des produits pétroliers (essence, huile, gasoil...); • Nuisance sonore (bruit) • Consommation d'électricité <ul style="list-style-type: none"> ▪ Consommation du carburant ▪ Déversement (contamination du sol) ▪ Consommation des produits pétroliers ▪ bruit
--	--	--

III-4-2Evaluation des impacts environnementaux des méthodes de traitement de la boue :

les résultats de cette étapes d'évaluation sont présentés dans le tableau suivant (tableau 15)

Tableau (15) évaluation des impacts des 03 méthodes de traitements de la boue de forage

Aspect environnementaux	Méthodes de traitement	Evaluation d'impacts			Facteurs d'impact
		(g)	* (f)	* (p)	
Consommation des produits pétroliers	THR	5	4	3	60
	S/S	5	3	3	45
	MEC	5	2	3	30
Rejets gazeux	THR	5	5	5	125
	S/S	3	5	3	45
	MEC	2	3	3	18
Déversement de la boue	THR	5	4	3	60
	S/S	4	4	3	48
	MEC	4	4	3	48
Déversement de produit chimique	THR	2	1	2	4
	S/S	5	4	5	100
	MEC	3	2	2	12
Consommation d'eau	THR	3	4	3	36
	S/S	3	4	3	36
	MEC	3	2	3	18
Bruit	THR	3	5	4	60
	S/S	3	5	4	60
	MEC	3	5	4	60

III-4-3 identification des aspects environnementaux significatifs

Tableau (16) : identification des aspects environnementaux significatifs des méthodes de traitement

Aspect environnemental	Méthode de traitement	Facteur d'impact	Régis par la loi	Score
Consommation des produits pétroliers	THR	60	2	120
	S /S	45	2	90
	MEC	30	2	60
Rejet gazeux	THR	125	2	250
	S /S	45	2	90
	MEC	18	2	36
Déversement de la boue	THR	60	2	120
	S/S	48	2	96
	MEC	48	2	96
Déversement de produit chimique	THR	4	2	8
	S/S	100	2	200
	MEC	12	2	24

Consommation d'eau	THR	36	2	72
	S/S	36	2	72
	MEC	18	2	36
Bruit	THR	60	2	120
	S/S	60	2	120
	MEC	60	2	120

SCORE	Méthodes de traitements	[1 ,40 [[40 ,80 [[80 ,160 [>160	total
NOMBRE DES ASPECTS	THR	1	1	1	4	7
	S/S	1	1	4	1	7
	MEC	3	2	2	0	7
POURCENTAGE	THR	14.28	14.28	14.28	57.14	100%
	S/S	14.28	14.28	57.14	14.28	100%
	MEC	42.85	28.57	28.57	0	100%

Après avoir évalué les aspects environnementaux en multipliant le facteur d'impact (FI) par le facteur de législation, nous avons pu ressortir quatre classes d'aspect environnemental de chaque méthode de traitement se résumant ainsi :

La méthode S /S :

La majorité de ces aspects environnementaux sont des aspects de la troisième classe, qui doivent être pris en compte lors de la programmation des actions correctives et qui ont un score allant de [80 a 160]

La méthode mécanique : les aspects environnementaux de cette méthode sont en intervalle des aspects environnementaux non prioritaire (ne nécessite pas d'intervention immédiate) ayant un score inférieur a 40 ,

La méthode thermique : cette méthode a beaucoup d'aspect environnemental ultime classe (impact généré en opposition à la réglementation).

III-5 -Les Aspects réglementaires des méthodes de traitement au niveau de SONATRACH

Après avoir identifié les méthodes utilisées dans l'entreprise concernant les méthodes de traitement de la boue de forage et après le dégagement des problèmes posés actuellement nous avons remarqué que ces méthodes ont des points de conformité et non- conformité par rapport aux exigences fondamentales de la réglementation qui sont applicables.

Envers cette situation, on va faire un inventaire des textes juridique (les lois, les décrets et les arrêtés) fondamentaux qui obligent à appliquer certaines mesures qui concernent la gestion de déchets.

Nous avons essayé de collecter les principales lois qui doivent être applicables et nous avons utilisé comme outil le site du Secrétariat Général du Gouvernement¹ pour la lecture du journal officiel . Ensuite nous avons établi des constats pour chaque aspect environnementale.

Tableau 17 : les constats selon les texte réglementaire des aspects et des impacts environnementaux

Aspects et impacts	Textes réglementaire	Constat
Aspect : Boue, Impact : contamination du sol, sous-sol, aquifères	Décret exécutif N° 94-43 du 18 Chaâbane 1414 correspondant au 30 janvier 1994 fixant les règles de conservation des gisements d'hydrocarbure et de protection des aquifères associés. p. 3 (N° JORA : 008 du 13-02-1994) Article 185 Les personnes visées à l'article 2 du présent décret doivent, Conformément à la législation et à la réglementation en vigueur et dans le cadre de leurs activités	L'entreprise doit traiter la boue avec plusieurs méthodes En passant par un processus : -transport de la boue vers l'unité de traitement - stockage en borbier -processus de traitement -analyse

¹ <http://www.joradp.dz/HAR/Index.htm>

<p>Aspects :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Déversement accidentel des produits chimiques. • Déversement accidentel des huiles. • Déversement accidentel des Hydrocarbures • Déversement accidentel de la matière premier <p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pollution de sol • Pollution la nappe-phréatique • Pollution d'eau <p>Epuisement des ressources</p>	<p>de prospection, de recherche et d'exploitation d'hydrocarbures, prendre les dispositions utiles pour la protection et la sauvegarde de l'environnement telles que notamment celles intéressant le bournier de forage, les rejets des centres de production, la protection des aquifères superficiels, etc...</p> <p>➤ Décret exécutif n° 06-104 du 28 février 2006 fixant la nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux.</p> <p>La loi n° 01-21 du 22 décembre 01 portant loi de finances pour l'année 2002 : A introduit de nouvelles taxes en application du principe «du pollueur payeur»</p> <ul style="list-style-type: none"> • Décret exécutive n°03-451 du 1décembre 2003 : Définissant les règles de sécurité applicable aux activités portant sur les matières et produit chimique dangereux ainsi que les récipients de gaz sous pression • Décret exécutif n° 04-88 du 22 mars 2004 : portant réglementation de l'activité de traitement et de 	<ul style="list-style-type: none"> • installation d'un détecteur de fuite sur les cuves • installation d'un dispositif de récupération et recyclage en cas de déversement accidentel (pompe de relevage). • Améliorer la maintenance des machines (machine de production) pour réduire les déversements accidentels des huiles des machines
--	---	--

	<p>régénération des huiles usagées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Décret exécutive n° 93-161 du 10 juillet 1993 Réglementant le déversement des huiles et lubrifiant dans le milieu naturel 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilisation et formation du personnel pour la lutte contre les déversements accidentels • Formation du personnel pour l'utilisation des moyens d'intervention • S'assurer que les outils d'intervention et l'équipement de protection individuelle sont facilement et rapidement utilisables. <p>Identification des fiches de données de sécurité de produit dangereux</p>
<p>Aspects Consommation d'eau</p> <p>Impacts Consommation d'eau (Epuisement des ressources naturel)</p> <p>Aspect : bruit</p> <p>Impacts : Atteinte à la santé</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Arrêté interministériel du 25 août 2013 : Fonds national de gestion intégrée des ressources en eau <p>décret exécutif n°93-184 du 27 juillet 1993 règlement de l'émission sonore (Réglementation des émissions de bruit, niveaux sonores maximums admis, obligation des générateurs de bruit)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Un suivi mensuel et régulier de la consommation d'eau a été . <p>mis en place un procédé pour le traitement de l'eau</p> <p>Pour la zone chargement / déchargement et déchetterie aucune mesure concernant le bruit l'entreprise doit fournir des casques anti bruit</p>

<p>Aspect : rejets gazeux Impact : pollution de l'air</p>	<p>Décret exécutif : n° 06-138 du 15 avril 2006 réglementant l'émission dans l'atmosphère de gaz, fumées, vapeurs particules liquides ou solides, ainsi que les conditions dans lesquelles s'exerce leur contrôle</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ L'entreprise doit fournir des masques respiratoire pour les employés de la déchetterie et zone chargement et déchargement
---	---	---

II-6 : Comparaison des performances des trois méthodes

Tableau 18 représente la Comparaison de performances entre les trois méthodes de traitement :

Paramètres	Unités	TDU	S/S	t. mec	Interprétation
Efficacité	OOC %	91	24	17.5	Le processus de désorption thermique est plus efficace que S/S et t.m en ce qui concerne l'élimination de l'OOC

Recyclage	Eau : m3 sur un volume d'eau consommé=191m3 Huile : m3 sur un volume d'huile consommé=18000m3 Gasoil : m3 sur un volume consommé=24m3	77 8000 14	0 0 0	0 0 0	Le procédés de désorption thermique est avantageux que S/S et traitement mécanique en matière de récupération des eaux et huiles et du gasoil
Taux de traitement	m3 par 24h	80	120/140	40	La S/S a une capacité plus élevé
Consommation d'énergie	m 3 /jour	24	14	10	La désorption thermique consomme plus d'énergie que le S/S et le t.m
Le coût de traitement	Da /m3	25200	15000	6000	le coût de traitement du procédé désorption thermique est doublé de celui

					de S/S et du t .mec
--	--	--	--	--	------------------------

Conclusion générale

Notre étude a permis de faire une comparaison de trois différents procédés de traitement des boues de forage pour en apprécier la plus appropriée .

Dès le début de notre recherche, On a émis une première observation qui semble liée seulement au coût du traitement de la boue de forage, qui passe du simple au double : près de 12 000 DA/m³ pour les deux premiers procédés (mécaniques et chimiques) à 25 000 DA/m³ pour le procédé thermique qui est extrêmement efficace. Selon toute vraisemblance, ces coûts dissuadent les opérateurs qui aspirent à limiter leurs charges. Ceci pourrait être compréhensible mais elle se fera au détriment de la protection de l'environnement.

Grâce à l'analyse des aspect / impacts environnementaux tout au long du processus de chaque procédé de traitement, nous avons, montré que ces derniers causent également des pollutions secondaires en plus de leur grande consommation énergétique et matériel.

Malgré quelques inconvénients, entre autre plusieurs impacts environnementaux, du procédé thermique, l'entreprise (environnemental solution) respecte les exigences de la réglementation algérienne et a mis en place une démarche qui a pour but de diminuer ces impacts environnementaux de ce procédé (traitement d'air , prise en compte des risques – incendie, explosion) , sensibilisation du personnelPour ceci, nous remettant l'hypothèse que ce dernier procédé reste le plus efficace pour l'élimination des hydrocarbures.

Vue la courte durée de notre stage, notre expérience s'est limitée à un seul champ, celui d'Ourhoud mais le résultat aurait été plus exploitable, si on l'avait pratiqué sur plusieurs gisements. Il nous a été aussi très difficile d'accéder aux informations car ces entreprises nous semblent fermées et réservées à ce type d'étude.

Nous espérons avoir ouvert la voie pour une éventuelle autre recherche pour démontrer notre hypothèse par d'autres étude quantitatives d'évaluation des impacts environnementaux avec une approche cycle de vie (Bilan carbone, analyse du cycle de vie des procédés de traitement.....), et une évaluation de l'éco-efficacité du procédé thermique, afin d'inciter les pouvoirs publics, à rechercher un artifice réglementaire, qui la généralisera à toutes les compagnies, qui opèrent dans le secteur pétrolier, pour un traitement complet et définitif de la boue de forage, qui assurera une protection efficace de l'environnement.

Enfin, nous sommes conscientes qu'un procédé de traitement des boues de forage doit être considéré comme un moyen, de prévention de l'environnement, d'économie des ressources naturelles, de maîtrise des impacts sur l'environnement, de protection de la santé, de considération des aspects socio-économiques, et non comme un outil destiné principalement à promouvoir l'image de l'entreprise.

Bibliographie

- [1] A.SLIMANI << "Forage pour non foreurs», division forage, département formation, SONATRACH ,septembre 2003 >>
- [2] document de L'ORGAISATION – OURHOUD
- [3] Document Environnemental solution Alegria SARL / ESA<<
- [4] ABBAS-HADJ-ABBAS << thème : les bourbiers des forages pétroliers et des unités de production : impact sur l'environnement et technique de traitement ; spécialité : génie pétrolière , université KASDI MARBAH –OUARGLA- , année 2010/2011 >>
- [5] MOHAMMED CHERIFI << "drilling waste management for environmental protection in HASSI MESSAOUD field " faculty of design and technology ,school of engineering ,the robert Gordon University ,Aberdeen , june 2006 >>
- [6] H.ASKRI << "Géologie de l'Algérie " contribution de SONATRACH Division exploration centre de recherche et de développement et division de petroleum Engineering and développement ,2003 >>
- [7] M.KHODJA << étude des performances et considérations environnementales ; université Louis pasteur Strasbourg –France-2008 >>
- [8] CAHIER DE CHARGE OURHOUD
- [9] Journal officiel de la république algérienne 15/02/2001
- [10] Journal officiel de la république algérienne 11/09/2005
- [11] Journal officiel de la république algérienne 22/05/2005
- [12] YACINE YAICHE << " Environmental Impact assesment of the drilling activities in the HASSI MESSAOUD field " faculty of design and technology ,school of engineering ,the robert Gordon University ,Aberdeen , june 2006 >>
- [14] LABRAG Youcef-GUENOUAI Mohamed << Les Boues de forage pétrolier et leur considération sur l'environnement (thèse).

[15] ENSPM (Ecole national supérieur du pétrole et des moteurs) << formation Industrie, Gisement forage , initiation au forage pétrolier 1994 >>

[16] prestation de services de collecte, traitement, transport et/ou élimination des déchets de forage au niveau des champs mle et café **sh-fcp/wastedrilling management/2011-1215**

[17] REGGAB ABDELKADER END OF WELL ANALYSIS RECAP 2014

[18] ABBAS-HADJ-ABBAS << thème : les borbiers des forages pétroliers et des unités de production : impact sur l'environnement et technique de traitement ; spécialité : génie pétrolière , université KASDI MARBAH –OUARGLA- , année 2010/2011 >>

[19] Benyahia M, et Naim K. (2016) .Evaluation des impacts environnementaux de la gestion de déchets au Niveau de NCA-Rouïba. Mémoire de master en génie des procédés, management de la qualité. FSI. UMBB

Glossaire

A. Environnement :

Les ressources naturelles abiotiques et biotiques telles que l'air, l'atmosphère, l'eau, le sol, et le sous-sol, la faune et la flore y compris le patrimoine génétique, les interactions entre les dites ressources ainsi que les sites, les paysages et les monuments naturels.

B. aspect environnemental :

Elément des activités, produits ou services d'un organisme susceptible d'avoir des interactions avec l'environnement. ISO14001.3.6

C. aspect environnementale significatif :

Toute modification de l'environnement, négative ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des aspects environnementaux d'un organisme" ISO14001 .3 .7

D: impact environmental:

Toute modification de l'environnement négative ou bénéfique, résultant totalement ou partiellement des activités, produit ou service d'un organisme

E. impact environnemental significatif :

Toute modification de l'environnement, qui est supérieure a celle prévue aux seuils de criticité définie dans la présente procédure.

F.pollution :

Toute modification directe ou indirecte de l'environnement provoquée par tout acte qui provoque ou qui risque de provoquer une situation préjudiciable pour la santé, la sécurité, le bien-être de l'homme, la flore, la flore, l'air, l'atmosphère, les eaux, les sols, et les bien collectifs et individuel.

Pollution des l'air :

L'introduction de toute substance dans l'air ou l'atmosphère provoquée par l'émanation de gaz , des vapeurs , des fumées , ou de particules liquide ou solides susceptible de porter préjudices ou de créer des risques au cadres de vie.

Pollution de sol :

Désigne toutes les formes de pollution touchant n'importe quel type de sol (agricole, forestier, urbain ...)

G.Sonatrach :

Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures est une entreprise publique algérienne créée le 31 décembre 1963, un acteur majeur de l'industrie pétrolière surnommé la major africaine.

Annexes

Annexe n°1

Politique HSE de l'organisation OURHOUD



Sonatrach Organisation Ourhoud La Politique HSE



Attachée à la politique Hygiène/Sécurité/Environnement du Groupe Sonatrach et à ses orientations, l'Organisation Ourhoud s'engage à conduire ses activités en maîtrisant leur impact sur la sécurité et santé de son personnel et du personnel des prestataires, en réduisant leur impact sur l'environnement et le voisinage et en exploitant les énergies et les ressources naturelles de façon rationnelle.

Cette politique propre aux activités d'exploitation de gisements d'hydrocarbures sur le champ Ourhoud et sur la base de Hassi Messaoud confirme l'engagement effectif de la direction générale dans un processus durable d'amélioration continue des performances en HSE et d'intégration de celles-ci dans la performance globale de l'entreprise.

Cet engagement se traduit par :

- ❖ Le souci de préserver la Santé et la Sécurité du personnel de l'Organisation Ourhoud et de toute autre personne pouvant être atteinte par ses activités
- ❖ la conformité aux exigences légales auxquelles l'Organisation Ourhoud est soumise, aux exigences du groupe Sonatrach et aux autres exigences applicables
- ❖ la maîtrise des impacts environnementaux par la prévention et la réduction de toutes les pollutions
- ❖ l'exercice de notre métier dans les règles de l'art et par la mise en œuvre des meilleures pratiques de prévention et de maîtrise des risques
- ❖ le développement continu de la culture santé-sécurité-environnement dans l'Organisation Ourhoud et chez les prestataires de service

Poursuivant ses efforts, l'Organisation Ourhoud,

- ↓ Identifie les conditions permettant d'assurer la maîtrise des procédés dans les conditions opérationnelles normales et dégradées,
- ↓ Fournit les ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation des objectifs HSE,
- ↓ Maintient un système de management HSE assurant l'amélioration continue
- ↓ Déploie les exigences du système dans l'ensemble des entités de l'Organisation Ourhoud selon leurs spécificités,
- ↓ Assure un suivi continu du fonctionnement du système de management HSE en utilisant des indicateurs de progrès,
- ↓ Met en œuvre des plans d'actions de formation et de sensibilisation de son personnel pour assurer le fonctionnement continu du système HSE,
- ↓ Développe l'écoute et la consultation du personnel par les voies formelles et par la communication
- ↓ Demeure attentive aux parties intéressées
- ↓ Etablit les plans de prévention et déploie les plans d'intervention et d'assistance mutuelle régis par la réglementation algérienne,
- ↓ Analyse les accidents, incidents et les impacts accidentels sur l'environnement et met en place les actions préventives et correctives.

Nous chargeons chaque responsable d'unité opérationnelle de respecter et de faire respecter cette politique et aussi de vérifier l'adéquation des moyens pour mettre en œuvre des plans d'actions préventives, correctives, des audits et tout autre moyen pour anticiper toute dérive.

Nous faisons obligation à tous les responsables hiérarchiques de nous informer des écarts et des mesures prises pour respecter cette politique.

Si nécessaire, cette politique propre à l'Organisation Ourhoud sera révisée pour prendre en compte les modifications liées aux différentes activités du site, les nouvelles orientations définies soit par la Direction OO soit par le Groupe Sonatrach.

Mr. Brahim Hafsaoui
Directeur Général
SH/Organisation Ourhoud

Le 12 Mai 2013

Mr. Eugene O'SULLIVAN
Directeur Général Adjoint
SH/Organisation Ourhoud

Annexe n°2

Procédure de mesure du oil on cuttings (OCC%)

Les mesures du OCC% se font par distillation est utilisé à cet effet. La cellule doit avoir une capacité de 50cm³ et l'éprouvette graduée de 50 cm³ de capacité aussi avec des graduations de 1 cm³.

1. Peser la cellule avec couvercle à l'aide d'une balance précise jusqu'à 0.01 gramme.

Noter cette valeur P1

2. Mettre une quantité de cuttings dans la cellule et peser la cellule pleine avec couvercle. Noter cette valeur P2

3. Peser l'éprouvette graduée ou les fluides seront récupérés. Noter cette valeur P3

4. Placer la cellule dans le corps du distillateur.

5. Connecter le distillateur au condensateur de vapeurs et placer le distillateur dans la jupe de chauffage

6. Porter, alors, l'échantillon à une température de 500°C pendant une heure (1hr) permettant, ainsi, la vaporisation de tous les fluides.

7. Les vapeurs sont passées à travers un condensateur et récupérées sous forme de liquide dans l'éprouvette graduée.

8. S'il y a passage de solides à travers le condensateur, le test doit être refait

9. Au bout du compte, l'on aura récupération d'eau et d'huile dans l'éprouvette un chauffage léger de l'éprouvette permettrait de briser une éventuelle émulsion.

♦ 10. Une fois refroidie à température ambiante, mesuré le volume V d'eau par lecture directe sur les graduations de l'éprouvette.

11. Peser l'éprouvette remplie de fluide. Noter cette valeur P4.

12. La masse de l'échantillon brute = P2-P1

13. La masse d'huile = P4-(P3+V), la densité de l'eau étant de 1.

14. La somme des masses huile, eau et dry cuttings doit être entre 95% et 105% la valeur des wet cuttings

15. Le OCC% massique = $[P4-(P3+V)] / (P2-P1)$

En toute rigueur, la distillation est une technique utilisée pour mesurer les solides dans les boues de forage, comme moyen de suivi et de contrôle des caractéristiques physiques ; néanmoins, cette technique est utilisée aussi pour mesurer le pourcentage de fluide dans des échantillons de solides (cuttings). Son incertitude est importante pour des pourcentages faible



Figure : le distillateur a boue



Figure : montage de la cellule avec le godet

Annexe n°3 : Identification des aspects et des impacts environnementaux

- **L'identification des aspects environnementaux** est réalisée au moyen d'un inventaire des **consommations de matières premières**, d'**énergie** et de matériel, des **sources de pollution**, des rejets et des déchets, des produits finis par rapport aux activités directes et indirectes existantes lors des situations de fonctionnement normal et anormal.
- Chaque aspect environnemental relatif à une activité donnée est associé à un ou plusieurs impact(s) environnemental (aux) pouvant avoir une influence directe ou indirecte sur les milieux suivants:
 - Les eaux superficielles, les eaux souterraines
 - L'air
 - Le sol
 - Les ressources naturelles et énergétiques
 - La flore et la faune

Annexe n°4 : Conditions Générales de Sonatrach

. . OBLIGATIONS L'ENTREPRENEUR:

Norme SONATRACH et Exigences réglementaires : la société choisie devra travailler selon les lois en vigueur. A moins que requis autrement dans le Cahier de Charges, tous les matériaux et exécution seront conformes aux normes nationales et internationales.

L'Entrepreneur doit effectuer une reconnaissance des lieux pour s'enquérir de l'état du site, avoir une parfaite connaissance du terrain et des conditions d'exécution des prestations.

Pour la bonne exécution des prestations, objet du présent cahier des charges, l'Entrepreneur devra disposer des moyens humains et matériels conformément à la législation Algérienne, au dit cahier des charges et aux normes et standards HSE « OO », et devra communiquer la liste de ces moyens en attachement de leur offre de service.

L'Entrepreneur devra attacher à leur offre technique des documents dûment authentifiés prouvant leur expérience dans des projets similaires en fournissant des références professionnelles dûment approuvées par des Clients. Les références professionnelles doivent être claires, précises et vérifiables en indiquant, le nom et les coordonnées des Clients.

Pour la réalisation de ce traitement, l'Entrepreneur s'engage à mettre en œuvre un matériel adéquat, en parfait état et conforme aux exigences de l'Organisation Ourhoud. En cas d'immobilisation de son matériel, l'Entrepreneur doit procéder à son remplacement par un autre similaire dans un délai n'affectant pas le bon déroulement du processus de traitement.

L'Entrepreneur doit désigner et affecter un personnel d'encadrement et de maîtrise qualifié dans le domaine.

L'Entrepreneur est tenu d'équiper tout son personnel de l'équipement de protection individuelle (casque, chaussures de sécurité, gants, lunettes, combinaison etc....).

L'Entrepreneur s'engage à réaliser les prestations dans le strict respect des délais contractuels.

. OBLIGATIONS DE SONATRACH –OURHOUD :

- Désignation d'un représentant pour le suivi des prestations et qui sera habilité à établir et à signer les situations.
- Remise à l'Entrepreneur des autorisations de travail, ainsi que le règlement et les consignes de sécurité en vigueur à appliquer.
- Faciliter l'accès aux lieux de travail au personnel de l'Entrepreneur.
- Se réserve le droit de refuser toute personne de l'Entrepreneur dont l'expérience ou la compétence technique

Annexe n°5 : description de l'ENAFOR

L'Entreprise Nationale de Forage, par abréviation « ENAFOR », créée par décret n°81-170 du 1^{er} Août 1981, est une filiale détenue à 100% par le Holding SONATRACH services parapétroliers (SPP).

Elle est en charge des travaux de réalisation des opérations de forage et des opérations d'entretien des puits d'huile et de gaz

ENAFOR est certifié ISO9001 -2008 (qualité) , ISO 14001 (environnement)et OHSAS 18001 pour l'ensemble de ses activités et sites

Annexe n°6 : description du champ de HASSI MESSAOUD

Le champ de Hassi Messaoud est considéré comme étant le plus grand gisement de la province triasique, situé au Nord Est de la plate forme saharienne où il occupe sa partie centrale.

Il se situe à environ 850 Km au Sud Est d'Alger et à 350Km de la frontière Tunisienne.