

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique



Université Mouloud MAMMARI de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques
et des Sciences Agronomiques



Département des Sciences Biologiques

Mémoire de Fin de cycle

*En vue de l'obtention du diplôme de Master
Spécialité: Gestion des déchets solide*

Thème

*Recyclage de la bentonite issue d'un forage
pétrolier dans un mortier*

Réalisé par:

M^{elle} :KHEMIDJA Sarah

M^r :ALILECHE Kamel

Présenté devant le jury :

M ^{me} . METNA .F	MCA	UMMTO	Président
M ^{me} . IZRI .D	MAA	UMMTO	Promoteur
M ^{me} . MAZARI. T	MCA	UMMTO	Examinatrice
M. KADOUCHE.S	MCA	UMMTO	Examineur

2015-2016

Remerciement

Avant tout nous remercions Dieu tout puissant de nous avoir donné santé, sérénité afin de réaliser ce modeste travail

Au terme de ce travail, je tiens à remercier ma famille et ami(e)s respectifs, qui m'ont toujours soutenu, épaulé et cru en moi.

J'exprime ma profonde gratitude et mes sincères remerciements à ma promotrice M^{me}. IZRJ.D, qui ma accordés sa confiance, sa contributions hautement distinguées dans la réalisation de ce travail, son sens d'appréciation scientifique, sa rigueur pour un travail bien fait, ces suggestions pertinentes dans la recherche et surtout sa disponibilité, qui ont permis, à maintes reprises, de clarifier nos pensées. On ne la remerciera jamais assez pour ces différentes orientations.

M^{ELLE} METNA.F., de nous avoir fait l'honneur de présider notre honorable jury et qui ne cesse de nous donner de son expérience.

Je tiens également à adresser mes sincères remerciements à M. KADOUCHE.S et M^{me} MAZARI.T, d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens à remercier tout le personnel travaillant à la station de forage TP 206 de SIDI AISSA, pour l'aide précieuse et le temps qu'ils m'ont consacré.

Enfin, il m'est fort agréable d'exprimer mes remerciements les plus sincères aux nombreuses personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à la bonne réalisation de ce travail, à leur tête : Big Amine, Oualid, Amine_ch, Amir, Azzedine, Mebarek, Nourrdine et Ghiles², Rabeh, Yasmine², Ali, Ouanis ainsi tous mes ami(e)s et toutes les personnes qui me connaissent.

Dédicaces

*Il me tient à Cœur de dédier ce modeste travail à ceux qui
m'ont donné la vie source de mon courage et mon
inspiration.*

A mon Père

A ma mère

A mes frères abdenour & sid ali

*A la mémoire de ma grand-mère que dieu l'accueille dans
son vaste paradis*

*A toutes la famille **ALILECHE***

*A toutes les personnes que je porte dans mon cœur et qui se
reconnaîtront car elles en font autant.*

*Je vous dédie ce travail en guise de reconnaissance car vous
m'êtes si chers que je ne peux que vous offrir ce que j'ai
appris de mieux dans ma vie*

KAMEL...

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Les réactifs utilisés dans le traitement de solidification [1].	39
Tableau 2 : les résultats d'analyses des 2 échantillons de bourbiers avant et après Traitement, stabilisation/solidification (société MESP S/S analyse)	43
Tableau 3 : les résultats d'analyses des deux échantillons de bourbiers avant et après le Traitement désorption thermique (société AVA Algerie)	45
Tableau 4 : tableau récapitulatif sur la performance des méthodes de traitement	48
Tableau 5 : résultats de l'échantillon bentonite n°1 des testes de flexion et compression	57
Tableau 6 : résultats de l'échantillon bentonite n°2 des tests de flexion et compression.	58
Tableau 7 : résultats de l'échantillon bentonite n°3 des tests de flexion et compression	59
Tableau 8 : résultats des teste de résistance a la flexion	60
Tableau 9 : résultats des teste de résistance a la compression	61

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Localisation géographique de Sidi aissa sur la carte satelitaire.	3
Figure 2: Itinéraire d'accès au sondage Tp206	4
Figure 3: (1) entonnoir de préparation de boue, (2) bac à boue.....	8
Figure 4: Pompe à boue alimente la sonde de forage tp206.	9
Figure 5: schéma du circuit de boue et d'équipement du procédé de forage.....	10
Figure 6: Site de stockage des boues de forage Tp206 SIDI AISSA.....	18
Figure 7: situation géographique du forage tp206 et du Oued Djenane	23
Figure 8 : L'eutrophisation des eaux et la sédimentation des calcaires.....	23
Figure 9 : Hiérarchie d'actions pour le management environnemental des boues de foragr...	24
Figure 10 : Tamis vibrant (TP206,SIDI AISSA).....	35
Figure 11: schéma tamis vibrant	36
Figure 12 : Principe de fonctionnement de Verti-G.....	36
Figure 13 : comparaison typique de déblais entre le tamis et la centrifugeuse VertiG.....	37
Figure 14 : shema d'encapsulation des metaux lourds.....	38
Figure 15 : : schéma simplifié de traitement par solidification stabilisation	39
Figure 16 : unité de solidification.	40
Figure 17 : déblais après solidification	40
Figure 18 : bournier saturé après traitement et séchage TP206.....	41
Figure 19 : schéma du procédé traitement thermique	42
Figure 20 : Histogrammes des résultats d'analyses OOC% avant et après traitement des échantillons (1) et (2), traitement par (S/S).....	44
Figure 21 : Histogramme des résultats d'analyse (échantillon 1 et 2), traitement par (S/S)...	44
Figure 22: Histogramme des resultats d'analyse OOC% (échantillon 1 et 2),traitement TDU.....	45
Figure 23: Histogrammes des résultats d'analyses avant et après traitement des échantillons (1) et (2), traitement par TDU	46
Figure 24: La force du troisième point sur l'éprouvette.....	52
Figure 25: éprouvette pour l'essai de flexion et compression	52

Figure n°26: presse hydraulique, IBERTEST piloté par un micro-ordinateur.....	51
Figure 27 : photos montrant la fissuration de l'éprouvette sous l'effet de la force des 3 points.	53
Figure 28: Ordinateur connecté à la machine de flexion et compression.	54
Figure 29: Test de compression simple.....	54
Figure 30: échantillons pour l'essai de compression.	55
Figure 31: Echantillon entre deux plaques métalliques prêt a la compression.....	56
Figure 32 : représentation graphique des testes Flexion, compression échantillon n°1.....	57
Figure 33: représentation graphique des testes Flexion, compression échantillon n°2.....	58
Figure 34: représentation graphique des testes Flexion, compression échantillon n°3.....	59

ABREVIATION UTILISEES

API: (*American Petroleum Institute*)

CMC: (*Carboxy Méthyl Cellulose*)

CRD : (*centre recherche développement*)

EPI : (*équipement des protections individuel*)

ENTP : (*Entreprise Nationale des Travaux aux Puits*)

HAP : *hydrocarbure aromatiques polycyclique* **E&P :** (*Exploration et Production*)

HC: *hydrocarbure*

HSEHC : (*hygiène sécurité environnemental*)

HP/HT : (*Haute pression et haute température*)

OBM : (*boues à base huileuse*)

OOC : (*oil on cuttings*)

S/S : (*Stabilisation/solidification*)

TDU: (*Thermol disorption unit*)

WBM : (*boues à Base d'eau*)

Sommaire

Sommaire

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

Chapitre I : Présentation du champ pétrolier

I. Introduction :	3
II. Situation de la zone de SIDI AISSA :	3
III. Itinéraire d'accès au sondage :.....	4
IV. La sécurité dans le chantier (HSE) :	4
IV.1 Service Prévention :	4
IV.2. Service Intervention :	5
IV.3. Cellule environnement :	5
IV.4 Règles de sécurité :.....	5
IV.5 Responsabilité :	6

Chapitre II : Procédé de forage pétrolier et équipement

Introduction:.....	8
I. Procédés et équipements :	8

CHAPITRE III : Généralités sur les fluides de forages

I. Introduction :	11
II. Généralités sur les fluides de forage.....	11
II.1.Définition :.....	11
II.2 Fonctions des fluides de forage:	12
II.3 Classification des fluides de forage :	12
II.3.1 Les fluides à base d'eau – WBM (Water based muds) :.....	13
II.3.2 Les fluides à base d'huiles – OBM (Oil based muds) :.....	13
II.3.3 Les fluides de forage gazeux :.....	13
II.4 formulation des fluides de forage :	14
II.4.1 Colloïdes argileux :	14
II.4.2 les colloïdes organiques :	14
II.4.3. Les fluidifiants et défloculants :	15
II.4.4. Les additifs minéraux :.....	15
II.5 Synthèse :	17
III. Management environnemental des boues de forage :	17
III.1 Introduction :	17

III.2 Réglementations sur le rejet d'effluents industriels :	18
III.2.1 Réglementation Algérienne :	18
III.2.2 Réglementation Américaine.....	20
III.3 Impacts environnementaux du rejet des boues de forage :	20
III.3.1 Phénomènes de pollution :	20
b. Émulsification :	21
c. Sédimentation	21
d. Biodégradation	21
III.3.2 Exemple d'impacts :	21
III.4 Planning du management environnemental des boues de forage	23
III.5 Projets de management environnemental développés par les compagnies pétrolières :	25
III.6 Analyse du cycle de vie des boues de forages :	26
III.6.1 Notion générale sur l'analyse du cycle de vie :	26
III.6.2 Exemple ACV / des boues de forages dans la région de SIDI AISSA :	26
III.7 Synthèse :	27
IV.PROCEDES DE TRAITEMENT DES BOUES DE FORAGES :	28
IV.1 Introduction.....	28
IV.2 traitement biologique-bioremediation:	28
IV.3 Traitement physico-chimique :	28
IV.4 Traitement thermique :	28
IV.4.1 Incinération.....	29
IV.4.2 Désorption thermique	29
IV.5 Travaux antérieur sur la désorption thermique :	30

CHAPITRE IV : Traitement et Analyse des boues

I. Introduction :	34
II. les principales étapes de traitement :	34
II.1 La séparation déblais-boue :	34
II.2 Le traitement des déblais :	34
III. Les équipements du traitement de la boue de forage :	34
III.1 Le tamis vibrant :	34
III.2 Bac de décantation :	35
IV. Traitement Primaire online (au cours du forage) :	35
1 .Le tamis vibrant (shale shaker) :	35
2.La centrifugeuse verticale (Verti-G drayer):.....	36
V. Traitement Offline (à la fin du forage) :	37

V.1 Les procédés de traitement des déblais :	
Il y a plusieurs procédés pour le traitement parmi eux citons :	37
V.1.2 Désorption Thermique :	41
VI. Analyse :	43
VI.1. Traitement par stabilisation/solidification :	43
VI.1.2. traitement désorption thermique :	44
VI.1.3. Interprétation des résultats d'analyse par deux traitements :	46
VI.1.4. Comparaison de performance entre les deux traitements stabilisation/solidification et désorption thermique	47

Chapitre V : Essai de recyclage des boues

I. Introduction :	49
II. Explication du procédé :	49
III. Explication des tests effectués :	50
III.1 Test de flexion trois points :	51
III.2 Essai de compression :	54
IV. Résultats obtenue :	57
Conclusion Générale	62

Introduction générale

Introduction générale

De nos jours l'utilisation intensive et abusive des ressources naturelles notamment le pétrole et le gaz, et le rejet des déchets dans l'environnement contribuent à détériorer notre milieu. Ces rejets ont un impact sur la société, la santé humaine, l'économie, les espèces vivantes, la production alimentaire, le tourisme et l'écologie. ^[15] Chaque jour la pollution de notre environnement augmente, la santé humaine est de plus en plus mise en danger, mais nous nous n'en préoccupons pas. Comme l'on ne voit pas directement les conséquences de nos actes, on s'en préoccupe peu, C'est pourquoi nous ne pourrions pas diminuer le rejet des déchets tant que l'on n'exploiteront pas les ressources d'une façon intelligente et en prévenant le gaspillage inutile. ^[12]

L'industrie algérienne se base essentiellement sur les hydrocarbures. Actuellement l'engouement aux richesses souterraines à dévier l'investissement algérien sur l'exploitation de ces énergies fossiles aveuglement sans prendre en comptes le coté environnement bien comme il faut, ^[17] Donc le développement de l'industrie pétrolière a engendrée beaucoup de problèmes environnementaux. Ce qui exigent des traitements adéquats de ses déchets afin d'éviter une éventuelle dégradation.

Depuis 1990 l'état algérien et SONATRACH soulignent une stratégie pour la protection de l'environnement à partir des législations nationales et dépensent de grands budgets dans ce but ^[1], mais jusqu'à maintenant il y a certaines quantités de rejets qui à ce jour causent des problèmes qu'on ne peut pas négliger où les éléments toxiques ne sont pas définitivement éliminées. ^[1]

Durant les opérations de forage et d'exploitation des unités de production et de raffinage, une quantité importante de rejets industriels solides et liquides est générée. Ces rejets renferment des produits toxiques tels que les huiles, les métaux lourds et les polluants organiques, qui provoquent des problèmes qui menacent l'homme, les animaux et les plantes.

L'activité de forage qui est le responsable majeur générant ces déchets par l'utilisation des fluides appelés fluides de forage ou boues de forage. Celles-ci renferment dans ses compositions une gamme diversifiée des produits chimiques utilisables lors d'une telle opération de forage. La boue sortant d'un perçage, armée conventionnellement des éléments

Introduction générale

(HC, métaux lourds) néfastes pour l'environnement notamment les huiles qui sont à une certaine concentration, cancérigènes pour l'homme et tueurs pour la faune et la flore parallèlement. Et pour remédier à ce problème on se penche sur la valorisation.

Notre objectif d'étude est de confirmer la possibilité de recycler et de valoriser les déchets de forage générés par la société SONATRACH et aussi de faire ressortir l'efficacité de la valorisation et de son impacte sur l'environnement.

La partie théorique de ce travail est constituée de 03 chapitres :

- Le premier chapitre est une présentation du champ pétrolier de SIDI AISSA.
- Le deuxième chapitre illustre le procédé de forage.
- Le troisième chapitre prend la boue en étude par connaissance des différents types de boue ainsi que leurs caractéristiques et compositions chimiques.

En revanche notre étude expérimentale est constituée :

- D'une partie d'analyse des teneurs en métaux lourds et hydrocarbures.
- D'une partie concernant l'appareillage et les méthodes d'analyses utilisés.
- D'une partie d'essais de recyclage de la bentonite et les équipements utilisés.

Problématique :

Dans le fait que la boue reste nécessaire et importante pour une telle opération de forage. Quelles sont les incidences et les conséquences environnementales générées par la boue de forage ? est-ce qu'il ya un vrai problème sur l'environnement à cause des borbiers où s'accumule une grande quantité des rejets notamment les huiles et les métaux lourds ? Est-ce que nous pouvons faire face à ce problème? Est-ce qu'il y a une vraie tentative qui a été entreprise par l'état algérien et la société SONATRACH pour minimiser ou pourquoi ne pas valoriser ces rejets pour protéger l'environnement ? Nous essaierons par la suite dans notre travail de répondre à ces questions.

Revue bibliographique

CHAPITRE I

I. Introduction :

Pour faciliter l'exploitation des gisements d'hydrocarbures dans le grand Sahara Algérien. Ces richesses sous-terraines sont divisées à des champs pétroliers et gaziers. Ces derniers sont subdivisés en blocs et chaque bloc peut contenir plusieurs puits. Notre étude sur les boues de forage est réalisée sur le champ de SIDI AISSA TP206.

II. Situation de la zone de SIDI AISSA :

La ville de Sidi Aïssa est située sur les Hauts Plateaux, à une altitude de 640 m, à 30 km au sud de Sour El Ghozlane, elle est à 180km au sud Est de la capitale Alger, considéré comme Carrefour entre plusieurs wilayas, M'Sila, Bouira et Médéa, c'est une voie de communication importante entre le Nord et le Sud de l'Algérie et une plaque tournante du commerce de la région.

Son climat est de type continental, froid en hiver et très chaud en été.

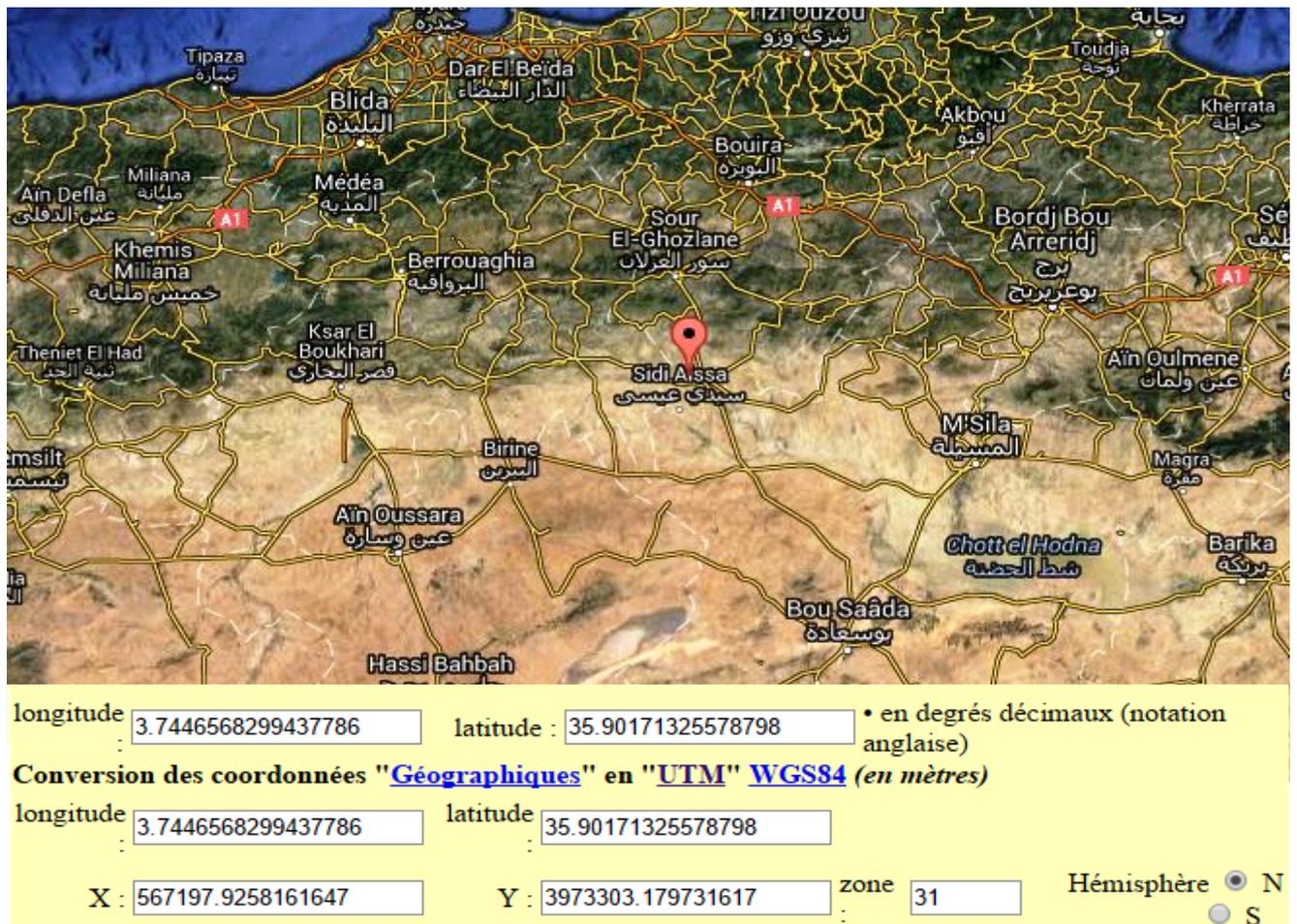


Figure n° 1 : Localisation géographique de Sidi Aïssa sur carte satellitaire (Google Earth, 2016)

III. Itinéraire d'accès au sondage :

A partir de BOUIRA Est, prendre la route nationale N8 vers BOUSAADA sur une distance de 70 Km jusqu'à l'arrivée au TP206. de la prendre la route menant a la base de vie sur une distance de 3 Km, puis en suivant la route menant au puits suivant l'itinéraire jalonné a 300m se trouve le forage TP 206.

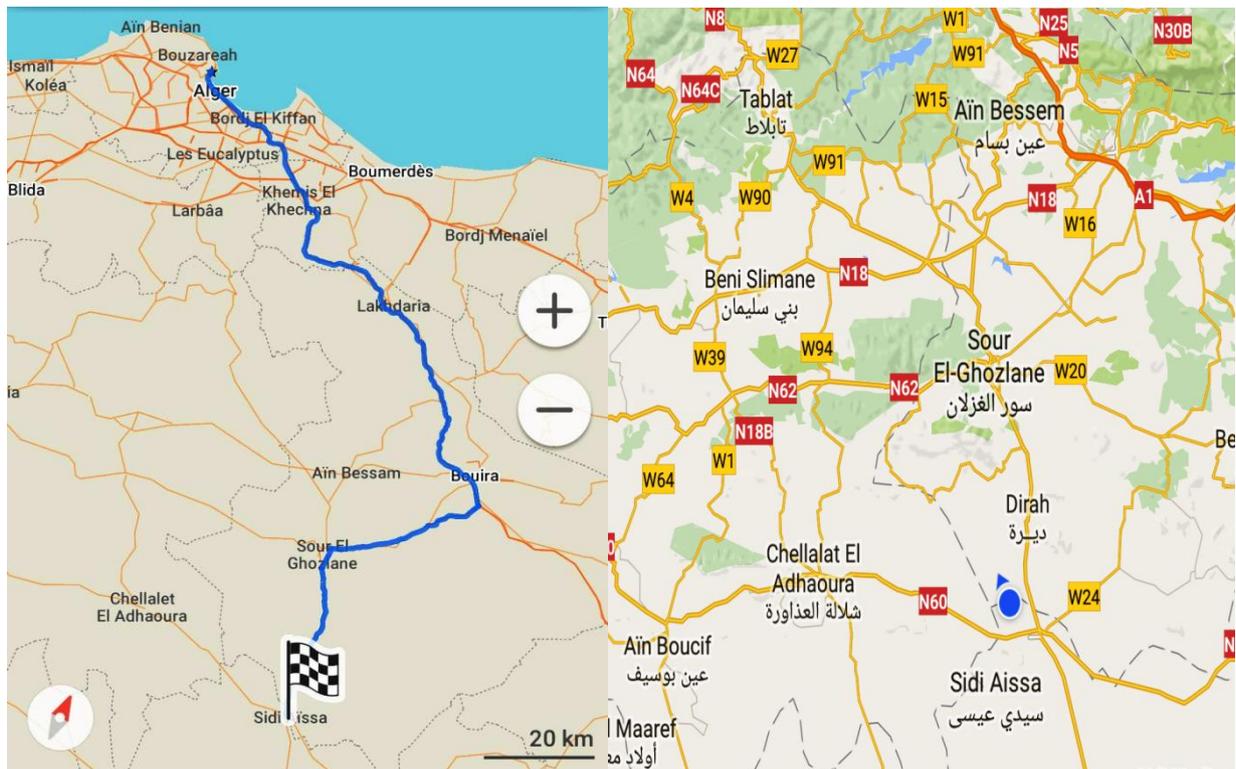


Figure n°2 : Itinéraire d'accès au sondage TP206, carte satellitaire (Google Earth 2016).

IV. La sécurité dans le chantier (HSE) :

IV.1 Service Prévention :

Le service prévention a pour tâche principale :

- Rédiger des consignes de sécurité générale et particulière.
- Participer à la politique globale de prévention de l'entreprise à travers les bureaux de prévention, la commission d'hygiène et sécurité et les différentes compagnes de prévention.
- Prévenir les accidents et les incidents.
- Suivre les travaux d'intervention sur le site et veiller sur l'application des consignes de sécurité.
- Etudier les dangers industriels et les accidents de la vie professionnelle.

- Etudier les statistiques des accidents et des maladies professionnelles.
- Etablir les rapports des accidents et mener des enquêtes sur les raisons de celui-ci.
- Participer à l'étude et aux modifications concernant les installations.
- Travailler en collaboration avec les médecins de travail.

IV.2. Service Intervention :

Ce service a pour tâche principale l'intervention rapide en cas d'accidents ou d'incendies, il possède un ensemble de moyens humains et matériels mobiles et opère avec trois équipes sur 24 heures.

- Intervenir en cas d'incendie ou d'explosion.
- Assister aux travaux dangereux en y apportant la couverture de sécurité nécessaire.
- Assurer l'entretien préventif de systèmes de protection et des équipements et des matériels anti-incendie.
- Assurer l'entraînement du personnel aux exercices d'interventions.
- Etablir, actualiser et appliquer les plans d'intervention de la Direction Régionale et d'autres.
- Faire appliquer les consignes générales et particulières de la sécurité.

IV.3. Cellule environnement :

Cette cellule a pour tâche principale :

- Vérifier la conformité des différents rejets avec la réglementation en vigueur et aux bonnes pratiques
- Assure la surveillance environnementale des activités de l'exploitation
- Minimiser les risques d'atteinte à la santé et à l'environnement
- Préparer les rapports environnementaux nécessaires

IV.4 Règles de sécurité :

Les règles de sécurité peuvent être générales ou particulières, Elles sont générales lorsqu'elles sont valables à toute personne se trouvant dans l'unité et particulières si elles concernent seulement un poste de travail bien défini.

Les règles générales de sécurité sont souvent développées et prescrites par la section prévention. Elles comportent des consignes d'hygiène, de protection individuelle.

La section prévention procède aussi aux contrôles périodiques de toutes les installations pétrolières et non pétrolières de la région.

Les risques dans l'industrie du pétrole sont souvent des risques d'inflammations ou d'explosion qui nous mettent à exclure l'un des trois éléments principaux de la flamme qui sont la source, l'oxygène et le combustible.

- Généralement, on pense à exclure le premier qui peut être :
 - Des étincelles (briquets, allumettes, soudage non autorisé)
 - Des particules chaudes provenant de l'échappement des véhicules... etc.
- Afin de minimiser les risques, la réglementation établie les consignes préventives suivantes :
 - Interdiction de fumer.
 - Interdiction d'effectuer tous les travaux de nettoyage à l'aide des produits pétroliers (essence, gas-oil...) sans autorisation du service de sécurité.
 - Permis de travail, délivré pour effectuer tous les travaux ou modification dans l'usine (câbles souterrains, canalisation, travaux en surface...) et spécifie la disposition et les mesures de sécurité à prendre.
 - Port obligatoire des tenues réglementaires, chaussures de sécurité, combinaison, casques lunettes, gants... à l'entrée de l'unité.

IV.5 Responsabilité :

Le superviseur forage est chargé de veiller au respect des mesures prises pour la protection de l'environnement, d'hygiène et de sécurité et de leur application.

- Il doit, en collaboration avec le chef de chantier, et avant le démarrage des travaux de forage, convenir des emplacements pour l'incinération des déchets combustibles et le stockage des déchets métalliques.
- L'ingénieur chargé de la sécurité doit à chaque réunion de briefing rappeler quotidiennement les obligations de chaque partie intervenante au forage en termes d'HSE. Il doit aussi rappeler les faits marquants d'HSE de la journée précédente.
- Il est également chargé, avec l'aide du chef de chantier, d'informer le personnel des dispositions prises pour la sauvegarde de l'environnement du site du forage. Ils désigneront conjointement les tâches qui incombent à chacun du personnel de l'entreprise et doivent veiller à ce qu'elles s'effectuent correctement.

- Avant chaque opération à risque (tests, torche, etc...), prévoir une minute HSE, afin de sensibiliser le personnel sur les risques et les mesures de préventions dont il faut tenir compte.
- Une fois par semaine, un temps suffisant sera pris pour une inspection des plateformes de forage et du champ, ainsi que les emplacements prévus pour les rejets. Les imperfections seront notées et les mesures correctives prises immédiatement.

CHAPITRE II

I. Introduction:

Le forage est le premier moyen qui nous permet d'avoir des gisements exploitables. Pour réaliser un puits pétrolier, un enchaînement d'opérations permettant d'atteindre les roches poreuses et perméables du sous-sol susceptible de contenir des hydrocarbures liquides ou gazeux. ^[2] Les gisements de pétrole et de gaz sont bien plus profonds, ce qui nécessitent des opérations délicates le levage, la rotation et l'injection d'un fluide, Ce dernier change avec la variation des couches forées et il nécessite des pompes pour l'injecter dans le puits, puis il est récupéré chargé en déblais ce qui exige son traitement afin de récupérer la boue vers les bacs actifs et les déchets vers le borbier, ces derniers provoquent des problèmes qui menacent la faune et la flore. ^[17]

II. Procédés et équipements :

Une fois l'installation est réalisée et les équipements sont mis en place, le forage ou le sondage débute par l'étape de préparation de boue de forage, ou elle sera malaxé dans le bac a boue a fin d'assuré son homogénéité (Figure n°3), grâce a des tiges rotatoire incluse dans le bac, Ensuite la boue est véhiculée par des grosses pompes vers la sonde de forage (Figure n°4), pour atteindre l'outil de forage (l'extrémité des tiges enfoncées dans le sol).



Figure n°3: (1) entonnoir de préparation de boue, (2) bac à boue



Figure n°4 : Pompe à boue alimente la sonde de forage tp206.

A la fin par le biais de la pression d'injection de la boue elle remonte en surface une nouvelle fois toute en charriant avec elle les déblais, ou elle sera dirigé vers le tamis vibrant pour bute de récupérer une partie de la boue et pouvoir la réutiliser, mais aussi sa permet de traité la fraction solide charrie du front de taille.

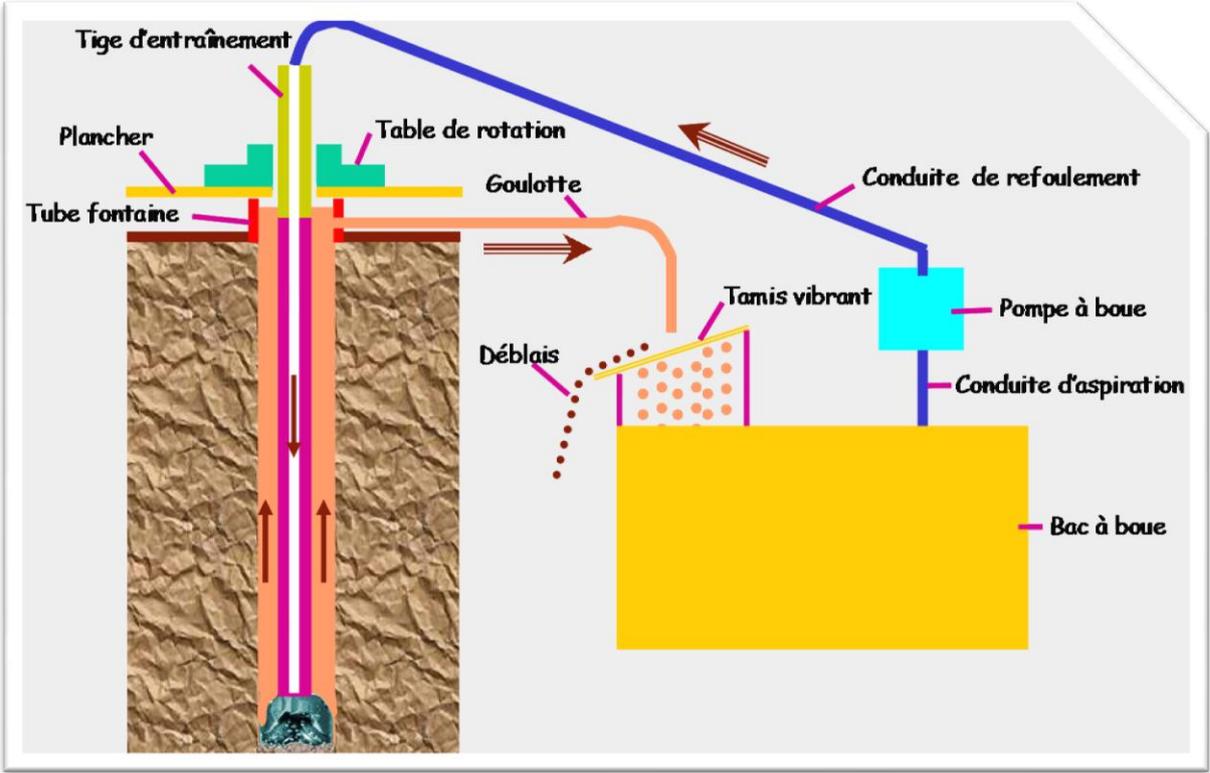


Figure n°5 : schéma du circuit de boue et d'équipement du procédé de forage [10]

CHAPITRE III

I. Introduction :

Le secteur des hydrocarbures est pour plusieurs économies, un maillon essentiel dans toute stratégie énergétique, et une filière incontournable pour le développement d'autres industries (*ex, industrie chimique, automobile, etc.*).

Dans cette dynamique ,les compagnies pétrolière ont entrepris des mesures importantes pour inscrire leurs activités dans une perspective de développement durable ,de façon à garantir des services de qualité pour un marché très exigeant ,et aussi protéger l'environnement des effets de pollution engendrés par ces activités.

A propos de l'environnement ,les activités d'exploration et de production (*E&P*) génèrent des déchets comme la fraction solide des boues de forage , dont le rejet en pleine nature sans le moindre traitement, sera à l'origine de graves impacts mettant en péril l'état de l'environnement et la sécurité de la population .Cette fraction solide est obtenue en aval du procès de forage, après le passage de la boue à travers des unités de recyclage du fluide de forage, pour qu'elles soit réinjecter dans le sondage.

Concernant le traitement de la fraction solide des boues de forages, les compagnies pétrolières ont mises en œuvre divers procédés de traitement : solidification/stabilisation, désorption thermique, incinération. L'objet de ce travail c'est de recycler et valoriser les cuttings issus du forage pétrolier.

II. Généralités sur les fluides de forage**II.1.Définition :**

Le fluide de forage, appelé aussi « boue de forage », est un système composé de différents constituants liquides (eau, huile) et/ou gazeux (air ou gaz naturel) contenant en suspension d'autres additifs minéraux et organiques (argiles, polymères, tensioactifs, déblais, ciments...).

Le fluide de forage était déjà présenté en 1933 lors du premier Congrès Mondial du pétrole, où il a fait l'objet de cinq communications, Le premier traité sur les fluides de forage a été publié en 1936.

En 1979, l'American Petroleum Institute (API) définit le fluide de forage Comme un fluide en circulation continue durant toute la durée du forage, aussi bien dans le Sondage qu'en surface. Le fluide est préparé dans des bacs à boues, il est injecté à l'intérieur des tiges jusqu'à l'outil d'où il remonte dans l'annulaire, chargé des déblais. A la sortie du puits, il

subit différents traitements : tamisage, dilution, Ajout de produits, de façon à éliminer les déblais transportés et à réajuster ses caractéristiques physico-chimiques à leurs valeurs initiales. Il est ensuite réutilisé [1].

II.2 Fonctions des fluides de forage:

L'utilisation des fluides de forage assure le bon fonctionnement d'une opération de forage, en vue de l'extraction du pétrole ou du gaz .Leurs fonctions sont multiples et répondent à des besoins précis. Leur utilisation a pour objectifs d'assurer plusieurs fonctions lesquels:

- Nettoyage du puits,
- Maintien des déblais en suspension,
- Sédimentation des déblais fins en surface,
- Prévention du cavage et des resserrements des parois du puits,
- Dépôt d'un cake imperméable,
- Prévention des venues d'eau, de gaz, ou d'huile,
- Entraînement de l'outil,
- Apport de renseignements sur le sondage,
- Augmentation de la vitesse d'avancement,
- Refroidissement et lubrification de l'outil et du train de sonde,
- Contamination des formations productrices,
- Corrosion et usure du matériel,
- Toxicité et sécurité,
- Diminution du poids apparent du matériel de sondage. [4]

II.3 Classification des fluides de forage :

La composition des fluides de forage est passée d'un simple mélange d'eau et d'argile vers des combinaisons de plusieurs éléments, ayant une formulation adaptée pour chaque forage. Ces combinaisons s'associent l'eau, les huiles, et une multitude d'additifs à chacun une fonction bien précise (viscosifiant, réducteur de filtrat, alourdissant, colmatant, lubrifiant, etc.).

En général, les fluides de forages sont identifiés par les classes suivantes : WBM, OBM, fluides de forage gazeux.

II.3.1 Les fluides à base d'eau – WBM (Water based muds) :

Ces fluides sont composés d'un mélange d'eau (*eau douce, eau de mer, eau saumâtre*) et d'argile (*bentonite*), en plus d'autres additifs. Ils sont généralement employés pendant les premières étapes du forage.

Exemple d'une formulation de WBM:

76% d'eau, 14% de Barite (alourdissant), 6% d'argile, 4% d'additifs.

II.3.2 Les fluides à base d'huiles – OBM (Oil based muds) :

Ces fluides sont constitués d'une phase continue qui peut être une huile minérale ou organique (*gazole*), et d'une phase dispersée qui est l'eau. Si l'eau se trouve avec une concentration de moins de 5%, le système (*le fluide de forage*) est dit fluide à base d'huile, si non le système est dit fluide émulsionné inverse.

Les OBM sont utilisés lorsque le forage atteint certaines profondeurs où les WBM n'affichent pas d'excellentes performances.

Exemple d'une formulation d'OBM:

46% d'huile, 33% de Barite, 18% d'eau saumâtre, 2% d'émulsifiant, 1% de gélifiant.

II.3.3 Les fluides de forage gazeux :

Ces fluides sont constitués d'une phase continue (*air, mousse, boue aérée*) mélangée avec de l'eau [7]. Leur utilisation est indispensable dans le cas où différents problèmes aient lieu pendant le forage, par exemple:

- Les fluides à base d'air : Utilisés pour éviter des problèmes de perte de boues lors de leur circulation, ou dans le forage de formations sous pression, ainsi que du fait qu'ils soient légers.
- Les fluides à base de mousse : Dans le cas où les formations à forer sont fracturées, ou quand le forage à l'air est impossible du fait des faibles pressions développées par ce dernier.[2]

II.4 formulation des fluides de forage [4] :**II.4.1 Colloïdes argileux :****II .4.1.1. Les bentonites :**

Les bentonites sont des argiles sodiques du type montmorillonite qui présentent la propriété de se disperser dans l'eau douce en absorbant de grandes quantités d'eau.

Les bentonites sont employées pour augmenter la viscosité et les gels des boues douces et diminuer leur filtrat. En milieu salé (plus de 35 g/l de Na Cl), les bentonites sont inefficaces et ne servent alors que de support colloïdal.

II.4.1.2. Les attapulgites

Les attapulgites sont des argiles du type Sépiolite qui présentent la propriété de gonfler et de rester en suspension en milieu salé. Cette propriété est employée pour augmenter la viscosité et les gels des boues salées (> 35 g/l de Na Cl). Cependant, ces argiles ne présentent aucune capacité à réduire le filtrat

II.4.2 les colloïdes organiques :**II.4.2.1 l'amidon :**

Les amidons pour boues de forage sont extraits des pommes de terre, du riz, du maïs, du blé et traités spécialement pour gonfler rapidement même dans l'eau froide et non alcaline.

L'amidon est ajouté dans les boues douces ou salées pour réduire le filtrat. Son emploi exige cependant que l'une de ces trois conditions soit satisfaite :

- pH > 12,
- présence anti-ferment,
- salinité supérieure à 200/250 g/l.

Un bon amidon doit réduire le filtrat sans trop augmenter la viscosité de la boue et il doit résister à une température de 150 °C.

II.4.2.2. CMC (Carboxyle Méthyle Cellulose) :

La C.M.C., abréviation de carboxyméthylcellulose, est un colloïde organique infermentescible à longue chaîne.

Les C.M.C. sont classées en deux catégories, fonction de la viscosité qu'elles confèrent au fluide :

- basse viscosité (L.V.),

- haute viscosité (H.V. ou Regular).

Elles sont qualifiées de «technique» ou «purifiée» suivant la concentration en produit actif (C.M.C. T ou P). Généralement, les C.M.C. techniques sont employées pour réduire le filtrat des boues réunissant les deux conditions suivantes : salinité inférieure à 30/35 g/l et une concentration en calcium inférieure à 500 mg/l.

Pour des concentrations supérieures, on préfère employer les C.M.C. « purifiées » qui, bien que plus chères, possèdent un rendement nettement meilleur.

Les C.M.C. haute viscosité sont employées pour augmenter la viscosité autrement que par addition d'argile.

Le rendement d'une C.M.C. diminue lorsque la salinité augmente et on lui préfère l'amidon pour contrôler le filtrat des boues salées saturées.

Cependant, les C.M.C. possèdent encore un bon rendement en milieu salé saturé sous réserve de maintenir la concentration en calcium au-dessous de 400/500 mg/l. Dans ce cas là, la boue possèdera des viscosités plus basses qu'avec l'amidon.

Tout comme l'amidon, les C.M.C. se dégradent lorsque la température atteint 150 °C, certaines peuvent résister jusqu'à 180 °C.

II.4.3. Les fluidifiants et défloculants :

II.4.3.1 Les lignosulfonates :

Les lignosulfonates sont extraits de la pâte à papier de conifères par traitement de la pulpe à l'aide d'un acide sulfurique de métal lourd.

Les lignosulfonates de ferrochrome fonctionnent pratiquement, dans toutes les boues à base d'eau. Ces produits possèdent la particularité de se comporter, comme un fluidifiant entre 2 et 8 g/l de concentration, et comme un inhibiteur de gonflement et de dispersion des argiles à des doses plus élevées.

Une boue traitée à l'aide de lignosulfonates résiste à de hautes concentrations en calcium et en Na Cl et à des températures de 190 °C.

II.4.4. Les additifs minéraux :

II.4.4.1. La soude caustique (NaOH) :

La soude est employée pour :

- accroître le rendement des argiles : 1 à 2 kg par mètre cube de boue, 3 à 4 kg/m³ pour les boues à l'eau de mer,

- augmenter le pH et accroître le rendement des produits organiques (fluidifiants et réducteurs du filtrat).
- Présentation : paillettes blanches livrées généralement en fûts métalliques ou sac polyéthylène - Poids net 25 ou 50 kg.

La soude s'ajoute rarement au mixer (danger de projection) et le plus souvent par le fût de traitement chimique en solution aqueuse associée aux dérivés ligneux éventuels

II.4.4.2. Le carbonate de soude (Na_2CO_3) :

Le carbonate de soude est employé pour :

- accroître le rendement des argiles : 1 à 2 kg par mètre cube de boue,
- précipiter le calcium.

II.4.4.3. Le bicarbonate de soude (NaHCO_3) :

Le bicarbonate de soude est employé lors des reforages ciment pour précipiter la chaux libérée par le ciment (il faut approximativement ajouter 500 kg de bicarbonate de soude à la boue pour traiter 1 m³ de ciment à reforer).

II.4.4.4. Le gypse ($\text{Ca SO}_4, 2\text{H}_2\text{O}$)

Le gypse est employé pour :

Fabriquer les boues au gypse (utilisés lors du forage de gypse ou d'anhydrite). La Solubilité du gypse est de 2,14 g/l en eau douce à la température de 20 °C. Les ions calcium Apportés par le gypse empêchent le gonflement des argiles forées, ce qui permet de travailler Avec des viscosités plus faibles.

Traiter les contaminations à base de carbonate.

II.4.4.5. La chaux éteinte (Ca (OH)_2)

La chaux éteinte est employée pour :

- augmenter la viscosité d'une suspension d'argile préalablement hydratée dans de l'eau (ceci entraîne une augmentation de filtrat) ;
- fluidifier certains types de boues salées saturées (Na Cl).

II.4.4.6. Le chlorure de calcium (CaCl_2) :

Le chlorure de calcium est employé lorsque l'on désire confectionner des boues contenant une concentration en calcium dans le filtrat plus élevée que celle que peut fournir le gypse. Il est utilisé, pour certaines boues à émulsion inverse.

II.5 Synthèse [2] :

Les fluides ou boues de forages, qu'ils soient à base d'eau ou à base d'huile, regroupent différentes substances chimiques dont le caractère toxique et les impacts sur l'environnement ne peuvent être négligés, surtout si au terme de leur cycle de vie, aucune procédure de traitement d'envergure ne leur est destinée.

Dans certains cas, la seule action entreprise quant au devenir des boues de forage enfin de cycle de vie, consiste en un rejet dans des bourbiers ou en pleine mer (pour les forages offshore), laquelle pratique, sera à l'origine de multiples conséquences nuisibles pour l'environnement, la population, ainsi que la faune et la flore.

La mise en place de stratégies de management environnemental est indispensable afin de prévenir les conséquences du non-traitement des boues de forage, et qui seront une excellente opportunité pour réduire l'empreinte écologique des boues de forage.

III. Management environnemental des boues de forage :**III.1 Introduction :**

Les opérations de forage peuvent avoir de sérieux impacts sur l'environnement, si certaines mesures ne sont pas prises en compte ou ne sont pas appliquées. Ces impacts peuvent être réduits si une particulière attention est accordée quant au management des déchets produits à la fin de ces opérations.

Pour cela, l'industrie des hydrocarbures a su développer de nouveaux outils dans ses activités d'exploration et de production, par l'intégration de mesures entrant dans le cadre du développement durable et la sensibilisation aux problématiques environnementales courantes, ainsi que l'établissement de stratégies pour le management des boues de forage.

En effet, deux points importants en rapport avec le non-traitement ou le rejet des boues de forage méritent d'être cités:

- Le premier point concerne la non-application, des réglementations en matière de traitement et de rejets d'effluents industriels.
- Le deuxième point concerne le rejet des boues dans des sites appelés bourbiers ou en mer, qui sera par conséquent, à l'origine de beaucoup d'impacts néfastes mettant en danger l'environnement.



Figure n°6 : Site de stockage des boues de forage (bourbier) Tp206 SIDI AISSA.

III.2 Réglementations sur le rejet d'effluents industriels :

Pour nombre de cas, c'est souvent les réglementations en vigueur, établis par les gouvernements Sur la base d'expertises scientifiques, et de processus de concertation avec les différentes parties

Prenantes (*législateurs, industriels, populations, etc.*), qui pousseront les industriels à prendre des mesures et des initiatives en matière de protection de l'environnement, et pour être en totale conformité avec ces restrictions. En parlant de restriction, faisons une comparaison entre la législation Algérienne et Américaine, nous allons constater, que c'est parfois, la rigueur des réglementations qui pousse les industriels à mettre en place des dispositifs pour la gestion de leurs déchets.

III.2.1 Réglementation Algérienne :

La réglementation Algérienne dispose de lois strictes en rapport avec le traitement des effluents industriels quoique ces lois ne soient pas vraiment applicables par manque de contrôle et de suivis. Les textes légaux existants à ce jour ,parle seulement du contrôle des rejets comme le stipule le Décret exécutif n°06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 (**voir annexe n° 01**),définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels ,de façon à:

- Contrôler les valeurs limites de leurs rejets par moyen d'unités spécifiques destinées à faire leur traitement, comme l'indique l'article 4 du même décret :

« Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets, et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée. » Obliger les opérateurs à effectuer des procédures de contrôle et d'analyse de leurs rejets, et même fournir des explications en cas de non-respect des limites indiquées.

Récemment, la loi 01-19, du 12/12/2001 (**voir annexe n° 02**), 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 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 la même condition 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".

III.2.2 Réglementation Américaine

Les Etats Unis ont par le passé décrétés plusieurs textes législatifs sur la base d'expertises et de recommandations établis par son agence de protection de l'environnement (*EPA*), quant au devenir des déchets industriels, et des limites de leurs rejets dans l'environnement.

Pour les activités E&P de l'industrie pétrolière, le CERCLA (*Comprehensive Environmental Response, Compensation and Liability Act*), adoptait depuis le début des années 80, a pour objectif l'identification des sites de rejets (*ou stockage*) des déchets dangereux, et la mise en place de mécanismes pour l'assainissement de ces sites, et les procédures de traitement des déchets (*ex: produits chimiques, boues de forage*) stockés dans ces sites.

Cette loi identifie aussi, tout responsable potentiel, individu(s) ou entité, propriétaire d'un site, ayant procédé ou non au rejet d'effluents, qu'ils appartiennent à la classe des déchets dangereux ou à quelconque classe de déchets.

III.3 Impacts environnementaux du rejet des boues de forage :[2]

Le rejet des boues de forage en pleine nature est considéré comme un vecteur de pollution, et il faut compter de longues périodes (*des mois, voire des années*) pour constater leur dégradation.

En vue de faire un aperçu sur les impacts du rejet des boues de forage, il est important de connaître les phénomènes de diffusion des polluants dans la nature.

III.3.1 Phénomènes de pollution :

a. Évaporation :

C'est la conséquence de la volatilisation de composés chimiques légers (*de faible masse molaire*), comme les HAP, dont leur volatilisation s'avère très contraignante pour l'environnement, du fait de leurs caractères toxiques.

b. Émulsification :

Une émulsion est formée par l'action d'agents tensioactifs entre les phases d'huile (*ou d'autres matières organiques*) et d'eau, produisant ainsi une couche visqueuse et très persistante dans le temps, d'où sa dégradation prendra beaucoup de temps.

c. Sédimentation

Elle concerne les composés de haute densité. On observe à partir de ce phénomène la formation d'une couche semi-solide (*agrégat*) difficilement biodégradable.

d. Biodégradation

Puisque les boues sont généralement stockées dans des bourbiers (*à l'air libre*), ce milieu favorise l'action de microorganismes microbiens pour la dégradation de ces substances, d'où il y aura émission de CO₂ vers l'atmosphère.

e. Dispersion

Ce phénomène est observé pour le cas du rejet des boues en mer. L'action du vent et la faible viscosité des huiles, ne feront qu'augmenter la vitesse de dispersion des boues et agrandir le périmètre couvert par celles-ci, comme c'était le cas pour la marée noire dans le golfe du Mexique (été 2010).

III.3.2 Exemple d'impacts :

Les nombreux impacts associés aux rejets des boues de forage sont directement liés à la présence de composés toxiques dans les boues, qui sont très solubles une fois en contact avec l'eau, et peuvent migrer pour couvrir de grands espaces. [7]

À titre d'exemple, les effets des métaux lourds, sels, et autres composés organiques sont à l'origine de sérieux impacts:

1-Les métaux lourds:

C'est la texture du sol qui rend possible la migration des métaux lourds. En effet, un sol poreux favorise ou rend excessive, la migration de métaux lourds jusqu'à contaminer les sources d'eaux souterraines et intégrer.

2-gas-oil :

La stabilité des hydrocarbures est assez élevée, leur dégradation dans l'environnement, sous l'effet de la lumière ou des bactéries étant très lente, mais l'exposition très lente à l'air libre puisque le borbier de forage sans toit et des hautes températures connus au désert algérien cause l'évaporation du gas-oil il donne naissance à

des vapeurs de benzène et du toluène qui sont dangereux même à faible concentration.

Dans le cas des hydrocarbures plus légers que l'eau, la quantité déversée doit être suffisante pour qu'il ait constitution d'une phase continue. Sinon, la pollution se manifestera sous forme de gouttelettes d'huile piégées dans les pores constituant autant de micro-sources de pollution, par relâchement dans la phase eau de composants solubles.

L'effet des déchets isolé dans le borbier se manifeste pas rapidement leur impact apparait après leur transformation. Des procédures sont mise en place pour protéger environnement par le traitement des borbiers, avec des méthodes modernes en modes online et offline, distillation pour récupérer l'eau et le gasoil. ^{[1], [18]}

3-Les sels :

La diffusion des sels dans le sol en fortes concentrations, ira jusqu'à contaminer les eaux

Souterraines et intégrer la chaine alimentaire, d'où une contamination de la faune et de la flore.

4-Les composes organiques:

Ces substances peuvent altérer le cycle de végétation des plantes et de revégétation des sols. Il a été constaté des effets cancérigènes ou même mortelles, c'est le cas du benzène et des HAP, aussi leurs effets sur la santé des espèces vivantes méritent toute attention:

- Concernant l'homme et la faune, il a été constaté des irritations dermiques, des problèmes respiratoires, ainsi que des effets cancérigènes, du fait de l'émanation des gaz provenant de la décomposition de ces composés.
- La flore n'est pas épargnée: l'adsorption des métaux lourds par la flore (*plus connus par le phénomène de bioaccumulation*), aura pour résultat la diminution des quantités d'oxygène nécessaires pour leur subsistance.

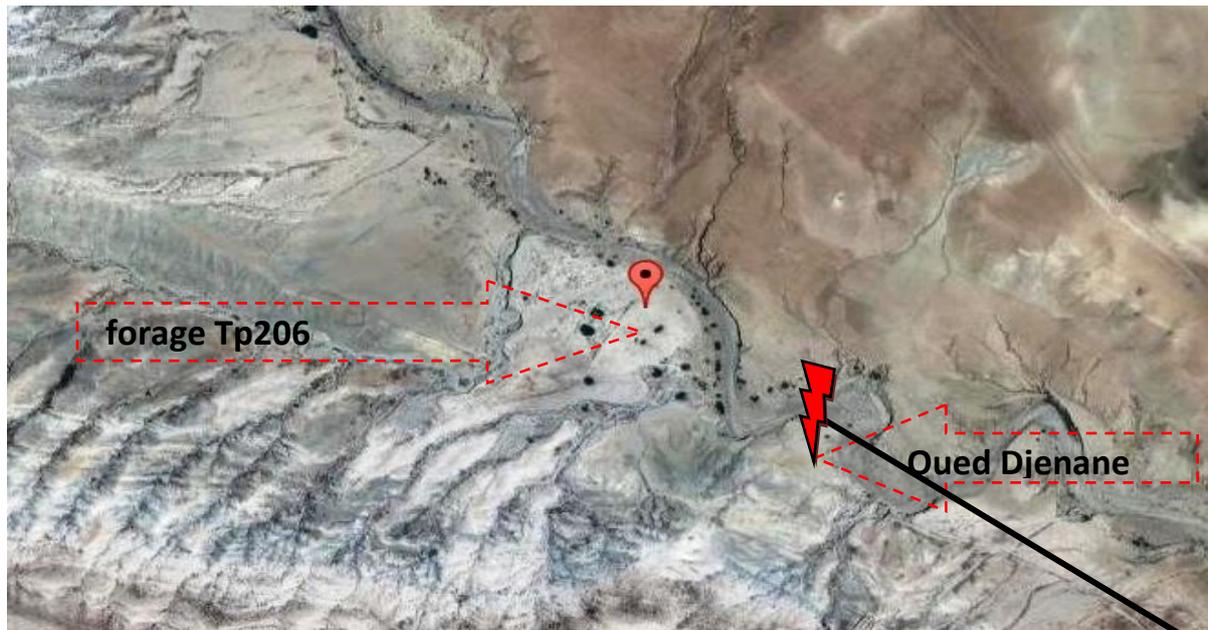


Figure n°7 : situation géographique du forage tp206 et du Oued Djenane .



Figure n°8 : L'eutrophisation des eaux et la sédimentation des calcaires.

III.4 Planning du management environnemental des boues de forage [2]

Le management environnemental est devenu un outil essentiel dans toute stratégie industriel. Son introduction dans l'industrie d'hydrocarbure a pour mission d'améliorer et d'optimiser les performances environnementales des activités E&P.

La mise en place d'une stratégie ou d'un plan de management pour le traitement des

boues de forage, entre dans le cadre de la politique HSE de chaque entreprise en matière de gestion de déchets, et dépend du contexte environnemental et des restrictions légales auxquelles est soumise une entreprise quant aux limites du rejet des effluents, et de ses capacités techniques pour remédier au problème des boues.

Les modèles de management qui ont été développés par les compagnies pétrolières suivent généralement la procédure suivante, où les actions mises en œuvre pour le management des boues, sont

Organisées en hiérarchie comme le montre la figure suivante :

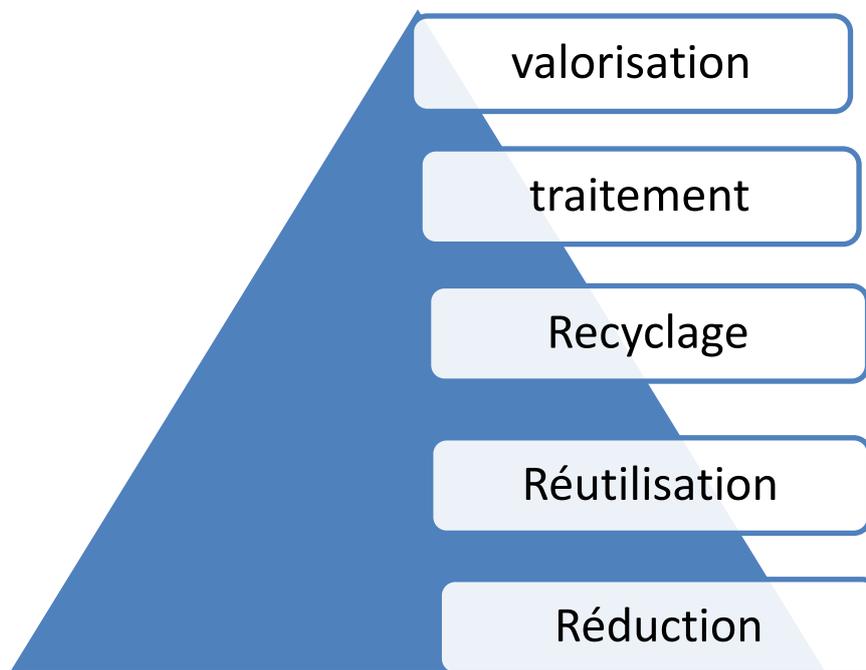


Figure n°9: Hiérarchie d'actions pour le management environnemental des boues de forage.

➤ **Réduction**

Cette mesure signifie la minimisation, voir la réduction des quantités de boues produites en aval du procès de forage, par le recours à certains type de forage tels que les forages directionnels, ainsi que la diminution de leurs impacts sur l'environnement par la formulation de nouveaux systèmes de fluides de forage plus respectueux de l'environnement.

➤ **Recyclage/Réutilisation**

Dans la majeure partie des cas, le recyclage des fluides de forage, ainsi que la réutilisation de la fraction solide des boues de forage demeurent souhaitables pour des raisons économiques.

Le recyclage des fluides de forages effectuée par la récupération des quantités de fluides recueillies à travers différents systèmes disponibles sur les plateformes de forage, de manière à les réinjecter dans le procès de forage.

En ce qui concerne la réutilisation des fractions solides, diverses expérimentations sont été menées en Grande Bretagne, pour l'emploi de ses fractions comme combustible dans les centrales à charbon.

➤ **Traitement/Revalorisation**

Si le cadre légal en matière de gestion d'effluents exige le traitement des boues de forage, diverses séries de traitements peuvent être appliqués, comme les traitements biologiques, physico-chimiques, ou thermiques.

De plus, différentes voies de valorisation peuvent être réalisées en ce qui concerne les sous-produits de chaque traitement. Par exemple, les résidus solides peuvent être exploités comme des matières premières dans le secteur de la construction, ou pour le terrassement des routes, ou comme substrats pour la réhabilitation des sols.

III.5 Projets de management environnemental développés par les compagnies pétrolières :

Les exemples suivants témoignent des projets initiés par certaines compagnies pétrolières, pas exclusivement pour le traitement des boues de forage, mais aussi pour la réduction des coûts et impacts environnementaux liés à leurs cycles de vie.[8]

- La compagnie Shell a établi en 2001 un projet pilote appelé « *Rig Waste Reduction* » pour identifier les potentielles possibilités quant à la réduction des quantités de déchets produites dans les opérations de forage (Dada, 2011).
- L'utilisation des fluides de forage a été réduite de 20%, et les autres types de déchets rencontrés dans les opérations de forage (*eaux usées*) ont connu une diminution de 90%, tout ça par la combinaison de modules de recyclage des boues, intégrés dans les plateformes de forage.
- Schlumberger a introduit un programme de managements des déchets appelé « *Total Waste Management* », afin de limiter les quantités de déchets destinés à la décharge. Les bénéfices tirés de ce programme ont été notés par une amélioration globale en matière HSE, et une implication générale de toutes ses structures dans les préoccupations ayant pour sujet l'environnement.

- Mobil, a pour sa part développé une stratégie de management pour le champ gazier
- de Hugoton (*Kansas USA*), et qui a conduit à une diminution remarquable des coûts liés au cycle de vie des boues de forage.
- BP a de son côté, réduit les quantités de déchets produites en 2003, dans ses activités d'exploration et de production, de 28% par rapport à 2002, et les performances affichées en 2004 ont évolué de 7% par rapport à l'année 2003, soit une réduction de 9800 tonnes de déchets.
- ChevronTexaco a appliqué avec succès plusieurs procédés de bioremédiation pour le traitement des boues de forage.

III.6 Analyse du cycle de vie des boues de forages :

III.6.1 Notion générale sur l'analyse du cycle de vie :

L'analyse du cycle de vie (ACV) d'un produit, est l'évaluation de ses impacts sur l'environnement durant toute sa durée de vie, jusqu'à ce qu'il devienne un déchet, c'est-à-dire, depuis les premières opérations impliquées dans sa production jusqu'à sa destination finale. Ce concept est très utile lors qu'il s'agit du management des déchets. Ils appuient sur la quantification

Des matières premières et des énergies utilisées, et aussi, sur l'évaluation des flux d'énergies perdus et des différents effluents générés (*liquides, solides, gazeux*), durant tout le cycle de vie d'un produit.

Pour ce qui est du traitement de la fraction solide des boues de forage, cet outil d'analyse est un excellent moyen pour faire le bilan de toutes les étapes liées à la conception et à l'utilisation d'un fluide de forage jusqu'à sa destination finale (*enfouissement, traitement, etc.*). L'ACV peut aussi aider au choix du type de procédé de traitement à envisager. (Dada, 2011).

III.6.2 Exemple ACV / des boues de forages dans la région de SIDI AISSA :

Une étude a été menée par Ghazi *et col*, pour la caractérisation des émissions toxiques vers les réserves hydriques souterraines, à partir d'une ACV de la fraction solide des boues de forage (*cuttings*) dans la région de Hassi Messaoud, en fonction de 5 scénarios distincts:

- **Scénario1** : Rejet direct dans un bourbier.
- **Scénario2** : Traitement par un simple séchage.
- **Scénario3**: Traitement par solidification in situ.
- **Scénario4** : Traitement par solidification ex situ.

➤ **Scénario5** : Traitement par désorption thermique.

Cette étude prend en considération toutes les étapes du cycle de vie des fluides de forages, mais aussi la consommation énergétique et les impacts sur l'environnement de chaque scénario.

Les étapes qui caractérisent le cycle de vie des fluides de forage dans cette étude, sont les suivantes:

- Forage du puits.
- Recyclage du fluide de forage à l'aide des équipements suivants: Shale shakers, centrifugeuses, mud cleaner.
- Séchage de la fraction solide.
- Stockage temporaire de la fraction solide dans un borbier avant traitement.
- Traitement de la fraction solide comme définit par les scénarios 2 jusqu'à 5.
- Stockage final des sous-produits de chaque traitement dans un site spécifique.

Le résultat final de cette étude a indiqué en premier lieu, les avantages du traitement de la fraction solide des boues de forage au lieu d'un éventuel rejet ou stockage dans des borbiers. Dans un second lieu, le scénario 1 suivit du scénario 2 sont ceux dont les impacts sur l'environnement sont les plus néfastes. Tandis-que le scénario 5, est celui qui présente le moins d'impact sur l'environnement, malgré le fait qu'il consomme une quantité importante d'énergie.

III.7 Synthèse :

Les raisons pour les quelles des stratégies pour le management environnemental des boues de forage soient introduites dans les activités E&P, ne laissent nul doute sur leurs bien-fondés.

Durant les paragraphes précédents, il a été clairement établi que le rejet des boues de forage sans aucun traitement, est à l'origine de tant de méfaits, et que le choix d'une méthode de traitement ne se fait pas de manière aléatoire, mais généralement sur la base d'un processus managérial bien structuré, capable d'analyser toutes les étapes du cycle de vie des boues de forage.

Dans le cas où, l'option de traitement apparait évidente, un nombre varié de procédés est disponible pour effectuer le traitement des boues, comme les procédés biologiques,

physico-chimiques, ou thermiques.

IV. PROCÉDES DE TRAITEMENT DES BOUES DE FORAGES :

IV.1 Introduction

Dans ce chapitre, il sera question de l'état de l'art des traitements réservés à la fraction solide des boues de forage, qui sont connus dans le jargon technique sous le terme «drill cuttings» ou «Cuttings », suivit par des travaux de recherche sur le traitement par désorption thermique.

IV.2 traitement biologique-bioremediation:

Les traitements biologiques permettent la dégradation des substances organiques (*huiles*) contenues dans les particules solides, par l'intermédiaire de microorganismes spécifiques (*bactéries, fungis*) qui se développent naturellement et dans des conditions aérobies. [3]

Quelques conditions doivent être satisfaites pour favoriser l'action de ces microorganismes et augmenter la cinétique de biodégradation des composés organiques, à savoir: la température, la DBO (*demande biologique en oxygène*), l'humidité, le pH, les nutriments (*phosphore, azote*). [3]

IV.3 Traitement physico-chimique :

L'inertage des substances toxiques contenues dans la fraction solide des boues de forage, peut se faire par une série de traitements physico-chimiques, comme la solidification.

La solidification renvoie à l'ensemble des procédés d'encapsulation des particules solides par l'intermédiaire d'additifs (*liants hydrauliques*) comme le ciment, de sorte d'inertier les substances toxiques, et de les rendre moins solubles une fois en contact avec le milieu extérieur. [9]

L'encapsulation des substances toxiques ne nécessite pas forcément des réactions chimiques avec ces additifs, mais s'opère à l'aide de réactions d'hydratation produite par action mécanique, jusqu'à obtenir une matrice solide (*un solidifiât*), imperméable et d'une bonne qualité structurelle. Les additifs généralement utilisés sont: le ciment, la chaux, la pouzzolane, les silicates. [3]

IV.4 Traitement thermique :

Les traitements thermiques sont employés durant le traitement de la fraction solide des

boues de forage, soit pour une dégradation complète par incinération, soit pour la récupération de certaines substances (*eau, huiles*) par désorption thermique.

Ces deux procédés sont très efficaces en comparaison avec les traitements précédents (*biologiques, physico-chimiques*), si on prend en compte la durée du traitement, ce pendant ils demeurent très coûteux.

Les sous-produits obtenus à la fin des traitements thermiques sont des:

- Résidues solides.
- Fumées (*dans le cas de l'incinération*).
- Gaz condensables (*vapeur d'eau, hydrocarbures*) et incondensables (*qui sont le résultat D'un craquage thermique*), dans le cas d'un traitement par désorption thermique.
- Les installations conçues pour le traitement par désorption thermique, sont assez développées pour des applications on shore et off-shore, ainsi que pour des unités mobiles.

IV.4.1 Incinération

L'incinération est un procédé caractérisé par des hautes températures (*1200 à 1500°C*), pour le traitement de la fraction solide, considérée, le plus souvent, comme toxique et très résistante aux attaques biologiques. [3]

On pourra constater à la fin de ce procédé, une dégradation complète des matières organiques adsorbées dans les particules solides, et ses sous-produits sont généralement des gaz chauds (*fumées*) et des résidus solides. [9]

L'utilisation de ce procédé présente les avantages suivants:

- Réduction du volume des déchets.
- Dégradation complète de la pollution organique.
- Récupération d'énergie sous forme de chaleur (*chaleur des fumées*).

Les incinérateurs commerciaux sont généralement prédisposés dans des unités fixes, et la technologie actuelle permet l'optimisation des performances de l'incinération, par le contrôle de plusieurs paramètres (*débit d'air, temps de traitement, température de combustion*), et aussi le contrôle de la pollution (*émissions des SOx et des NOx*). [3]

IV.4.2 Désorption thermique

La désorption thermique est un traitement qui prend place dans une atmosphère inerte, et qui consiste à faire chauffer les particules solides (*par contact direct ou indirect*) pour provoquer la volatilisation des fractions d'huiles et d'eau qui y sont contenues. [3]

Les fractions récupérées peuvent être valorisées de plusieurs façons :

- Emploi des huiles récupérées comme fioul de substitution, pour produire la chaleur nécessaire à la thermo-désorption, ou pour la formulation des fluides de forage.
- Utilisation de l'eau récupérée dans les circuits de refroidissement.
- Valorisation des sous-produits solides: ces résidus pourront être employés comme matières premières dans le secteur de la construction et des travaux publics (*bâtiments, réalisation des routes et chaussées, les travaux de terrassement*).

IV.5 Travaux antérieur sur la désorption thermique :

Les articles scientifiques portant sur l'état de la recherche du traitement par désorption thermique la fraction solide des boues de forage, sont dirigés vers l'étude d'un nouveau genre de procédé de traitement par micro-ondes. Ce type de traitement a fait l'objet, ces dernières années, de plusieurs études dans le domaine du traitement des déchets. Les avantages attribués à ce procédé.

- La chaleur fournie par rayonnement électromagnétique est appliquée uniquement sur des substances réceptrices de rayonnement, tels que l'eau ou le charbon actif.
- Un temps de traitement parfaitement court en comparaison avec les procédés classiques de désorption thermique.

Dans ce cadre, Robinson & coll. ont étudié l'influence, de la puissance délivrée pendant le traitement, du temps de traitement, et de la concentration de l'eau dans la fraction solide, sur les performances du procédé.

L'étude consistait à faire chauffer un échantillon de particules de 40 grammes (*16% d'huile, 6% d'eau*) placé à l'intérieur d'un réacteur, par l'aide d'un générateur de micro-ondes (*2.45GHz*) et dont la puissance de chauffage est de l'ordre de 0–15 kW. Une pompe à vide a été utilisée pour assurer un flux d'azote afin de rendre le milieu inerte, et pour évacuer les fractions évaporées vers l'extérieur. Les fractions volatiles d'huiles et d'eau récupérées ont été ensuite condensées, et analysées par CG afin de déterminer la

composition des huiles récupérées.

Cette recherche avait conclu que pour certaines conditions opératoires (*optimales*), la quantité d'huiles résiduelle dans les solides était d'environ 1%, bien inférieur aux 5% établit par les limites de rejet relatives à la législation britannique. Ces conditions optimales sont les suivantes:

- Temps de traitement: de 20 à 40s.
- Puissance de chauffage: 11kW.
- Teneur en eau: >1%.

Dans une autre étude, Robinson & coll, ont étudié les conditions qui permettraient une bonne transmission de la chaleur au sein de la fraction solide, toujours par le biais d'un chauffage par micro-ondes. Un échantillon de 50 grammes (10% d'huile, 10 % d'eau) a été placé dans

Réacteur d'une puissance de chauffe variant de 0-1 kW, et sous une atmosphère azoté.

Lors de la comparaison d'une série d'expériences réalisées sous différentes vitesses de chauffe, les résultats obtenus avaient montré qu'un traitement rapide permettait un chauffage intense de la fraction solide malgré que l'évaporation de l'eau se fasse très rapidement (*l'eau étant un récepteur de rayonnement*).

De plus, le chauffage des grosses particules était plus rapide en comparaison avec les petites particules, ceci a été en partie expliqué par le fait que le champ magnétique est concentré dans toute la masse des grosses particules, à l'instar des petites particules où ce champ reste déployé sur leur périphérie. Li & coll ont expérimenté un procédé pour le traitement des sols pollués par des hydrocarbures, par rayonnement micro-onde. Des fibres de carbone qui jouent le rôle d'absorbeurs de rayonnement, ont été mélangées avec les particules du sol dans le but de convertir l'énergie micro-onde en énergie thermique, et par la suite chauffer les particules du sol.

Un échantillon de particules de 20g (*teneur en eau de 3%, teneur en huile est de 8%*) mélangé avec des fibres de carbone, a été placé dans un four micro-onde et soumis à divers puissances de rayonnement (200-800W) et de pressions (0.04-0.1 MPa). A la fin, la condensation des vapeurs d'eau et d'huiles était réalisée au niveau d'un bain à glaçons.

Les résultats expriment aux avaient conclu que l'ajout de fibres de carbone

augmentait

Considérablement le chauffage des particules du sol jusqu'à une température de 700°C, en un temps de 4 minutes et par l'application d'une puissance de rayonnement de 800 Watts. En plus, ces essais ont permis de noter qu'en aval de ce procédé, 94% des huiles récupérées avaient la même composition chimique, comparativement aux huiles de départ.

Dans une autre étude, Vagliasindi & coll ont étudié l'influence de la température du traitement, et de la texture des sols, sur l'adsorption et la volatilisation des fractions qui compose le gasoil. Leurs étude a aussi permis d'établir des modèles cinétiques quant à la désorption du gasoil pour chaque type de sol.

Différentes expérimentations avaient été menées, pour des températures allant de 100 à 300°C et des temps de traitement variant entre 5 à 30 minutes. Les résultats obtenues indiquaient que:

➤ La texture du sol influençait significativement l'adsorption du gasoil, tels que les sols argileux qui sont 6 fois plus vulnérables que les sols sableux (*d'une granulométrie grossière*) de point de vue contamination. Ainsi, une relation entre la concentration des polluants et la surface spécifique de chaque sol, avait été observée, ce qui pourrait être intéressant pour prévoir la quantité des fractions adsorbées.

➤ La température et le temps de traitement étaient influencés par la granulométrie de chaque sol.

Pour les sols sableux, une température de 175°C et un temps traitement de 18 minutes étaient

Suffisants pour la volatilisation des substances adsorbées par les sols sableux, à l'instar des sols Argileux qui ont nécessité une température minimale de 250°C.

Toujours sur la thématique du traitement des sols, Biache & coll. Se sont intéressés à l'influence du traitement par désorption thermique, sur la dégradation de quelques hydrocarbures (*naphtalènes, benzofluoranthène, pyrène, anthracène, etc.*) ,à partir des plusieurs échantillons de sols provenant de 2 sites différents.

Ils ont pu constater que ce traitement permettait l'élimination de plus de 90% des hydrocarbures. D'autre part, la composition finale des matières récupérées enfin du traitement était très différente de la composition d'hydrocarbures de départ, du fait de la présence de gaz incondensables qui sont le résultat du craquage thermique de certaines fractions.

Mercader & coll. Ont appliqué un traitement HPTT (*High Pressure Thermal*

Treatment), afin de déterminer les conditions pour lesquelles les huiles obtenues en aval de ce procédé auront une excellente valeur énergétique. En comparaison avec les procédés classiques de désorption thermique, le procédé HPPT s'effectue dans une atmosphère caractérisée par une pression de 140 bars et une température de traitement variant entre 300 et 340°C. Ce haut niveau de pression maintiendrait l'eau à l'état liquide, la quelle si elle se trouvait à l'état vapeur, pourrait mener à la carbonisation des fractions d'huiles.

Durant leurs expérimentations, ces chercheurs avaient noté que le traitement HPHT permettait de réduire la quantité d'eau produite pendant le traitement, ainsi que la teneur en oxygène dans les huiles récupérées. Ils avaient aussi notés que pour des temps de traitement variant entre 1,7 et 3,5 minutes et des températures allant de 300 à 340°C, la teneur en oxygène dans les huiles récupérées était minime. De plus, le pouvoir calorifique supérieure des huiles récupérées variait entre 14 et 28 MJ/kg.

Partie pratique

CHAPITRE IV

I. Introduction :

Il existe deux modes très distincts de traitement de la boue de forage sur lesquels la division forage de la SONATRACH a placé un investissement assez important, qui sont :

- Les traitements en modes online : ou le prestataire de service de traitement intervient en parallèle avec les travaux de construction du puits.
- Les traitements en mode offline : ou le prestataire de service de traitement intervient après la fin des travaux sur un puits donné et le déménagement de l'appareil de forage.

II. les principales étapes de traitement :**II.1 La séparation déblais-boue :**

Elle s'effectue principalement par les tamis vibrants afin de séparer la phase boueuse des déblais de forage, dont la majorité des boues à base d'eau (WBM) sont rejetées après la fin des opérations de forage, par contre les boues à base d'huile(OBM) ou à base d'huile synthétique (SBM) sont recyclées le plus souvent possible. Selon les propriétés physico-chimiques de la boue, celle-ci subit un réajustement de ses caractéristiques afin de sa réutilisation le plus longtemps possible.

II.2 Le traitement des déblais :

S'effectue principalement par la centrifugeuse Verti-G Drayer (voire figure n° 12) afin de réduire la teneur en huile dans les déblais au bout de la norme en vigueur. La boue est rejetée, lorsqu'elle atteint un stade avancé de dégradation sous deux sortes de boue :

- Boue à base d'eau, contenant des additifs comme les polymères, glycol, etc...
- Boue à base d'huile, comprenant aussi bien des huiles minérales que du diesel.

III. Les équipements du traitement de la boue de forage :**III.1 Le tamis vibrant :**

Est le premier appareil de traitement des solides.

Il peut évacuer les solides jusqu'à 50 % de Solides avec des tamis de 100 mesh.

- **Les qualités nécessaires sont :**
 - Robustesse et fiabilité de l'équipement ;
 - Bon pouvoir de séparation ;
 - Accès et maintenance facile ;
 - Capacité de traitement suffisante pour toutes les phases du forage.



Figure n°10: Tamis vibrant (TP206,SIDI AISSA)

III.2 Bac de décantation :

En général aujourd'hui, la décantation n'est effectuée que dans un petit bassin de 4 à 5 m³, appelé "sablière" et situé en dessous ou en aval des vibreurs. Il est également favorisé par l'inclinaison à 45° du fond du bassin. Pendant les phases de démarrage, cette sablière (ou "Sand trap") est nettoyée au moins à chaque manœuvre et même à chaque ajout de tige lors d'avancement très rapide dans les sables par exemple.

IV. Traitement Primaire online (au cours du forage) :

Il est utilisé depuis 2008 par la SONATRACH est définit par un schéma de gestion des rejets de forage au cours de la construction du puits. Son objectif est de minimiser les rejets et les réduire en amont.

La prestation est réalisée par des sociétés de service spécialisées sous la supervision de SONATRACH (BASP, MESP/SPA et autres) ,Le package essentiel de traitement de déblais est composé de :

1. Le tamis vibrant (shale shaker) :

L'appareil le plus important qui permet de séparer les grandes particules solides de boue sortante du puits, il minimise la teneur en huile jusqu'à 30-20%. La boue séparée est expédié vers le purificateur de boue et les déblais vers la centrifugeuse verticale pour l'essorage.

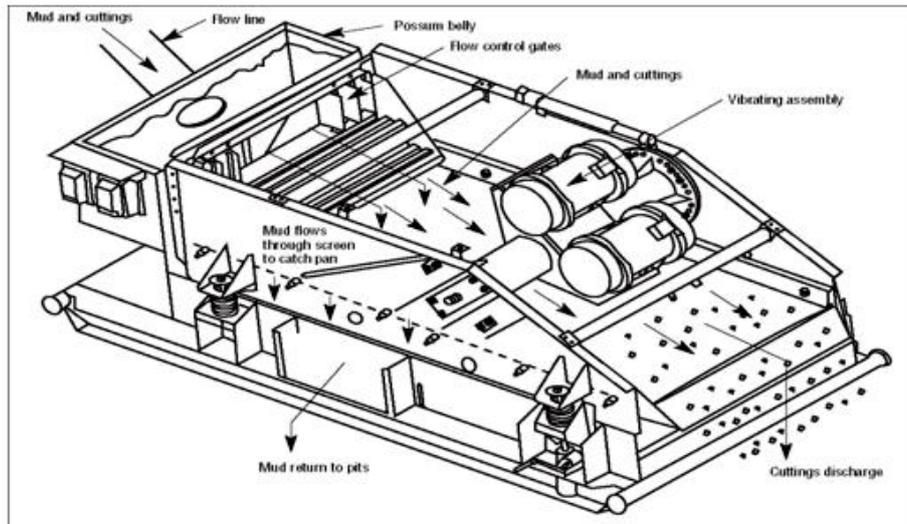


Figure n°11: schéma tamis vibrant

2. La centrifugeuse verticale (Verti-G drayer):

Consigne les différents diamètres obtenus par le traitement mécanique des déblais. Les déblais passent du tamis vibrant vers le Verti-G à l'aide des vis infinies appelé Auger ; ces déblais entrent par l'admission supérieure du cône et tombent sur un rotor conique qui tourne à 980tr/mn.

Les déblais sont séparées 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 (Dray) et leur teneur en huile est inférieur à 5% (oïl on cuttings < 5%) 5% OOC.

Le liquide précédent est dirigé vers la centrifugeuse horizontale (centrifuge 414 de 1900 tr/mn) pour récupérer le fluide vers les bacs a boue a fin de la réutiliser

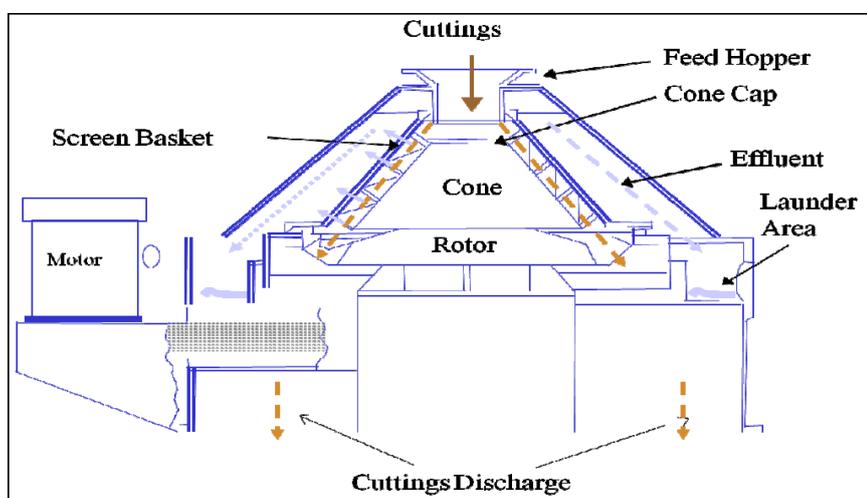


Figure n°12: Principe de fonctionnement de Verti-G



Figure n°13: comparaison typique de déblais entre le tamis et la centrifugeuse VertiG

Il est noté que parfois, ces cuttings seront rejetés après ce traitement mécanique dans la nature sans aller directement vers l'unité de désorption thermique pour la dépollution totale des rejets et sans ségréguer dans les liners ce qui menace réellement l'environnement surtout dans les champs isolés.

V. Traitement Offline (à la fin du forage) :

V.1 Les procédés de traitement des déblais :

Il y a plusieurs procédés pour le traitement parmi eux citons :

- les procédés physiques : comme la solidification/stabilisation ;
- les procédés thermiques : comme l'incinération - la désorption thermique ;
- les procédés biologiques : comme la bioremédiation-land farming.

Les procédés solidification/stabilisation et la désorption thermique sont les seuls utilisables et autorisés par la société SONATRACH lors d'un tel traitement de rejets au sein de la division régionale SIDI AISSA et pour les champs isolés, il n'y a que la solidification/stabilisation même si ces chantiers de forage sont annexés à DF/HMD.

V.1.1 Procédé de traitement par Stabilisation / Solidification :

A. Stabilisation :

Elle se rapporte aux techniques d'encapsulation des déblais de forage en utilisant du silicate de sodium ($\text{SiO}_2\text{Na}_2\text{O}$) pour transformer les substances chimiques polluantes en composés stables ayant un potentiel polluant faible ou en composés retenus par mécanisme d'adsorption ou d'échange d'ion grâce à la transformation de liaisons chimiques entre les

polluants et les composés de la matrice.

B. Solidification :

C'est un processus additionnel permettant de renforcer la qualité du film de silicate suite à la réaction avec le calcium pour obtenir un mélange insoluble à la fin de cette opération qui se durcit avec le temps.

➤ Description du procédé :

Ce procédé consiste à stabiliser au moyen d'un produit chimique (Dissilicate de sodium) toute les concentrations d'hydrocarbures et de métaux lourds contenus dans les déblais et a solidifié ces déblais par du laitier de ciment. Ce procédé de traitement est opéré au moyen d'un équipement approprié.

Après traitement, et une fois que le processus de durcissement est atteint, nous obtenons une matrice qui les incorpore en une pierre synthétique. Ce processus est particulièrement faible en présence de métaux lourds dans les déblais, du fait qu'à un certain niveau de PH donné, les métaux sont précipités tels les hydroxydes, et demeurent encapsulés à l'intérieur de la matrice de l'amalgame ou partiellement insérés dans la structure cristallisée, ce phénomène est appelé l'encapsulation.

L'utilisation du silicate de sodium ($\text{SiO}_2 \text{ Na}_2\text{O}$) permet d'assurer une plus grande cristallisation, rendant le film silicaté plus imperméable autour du mélange obtenu à partir des particules déblais/ciment.

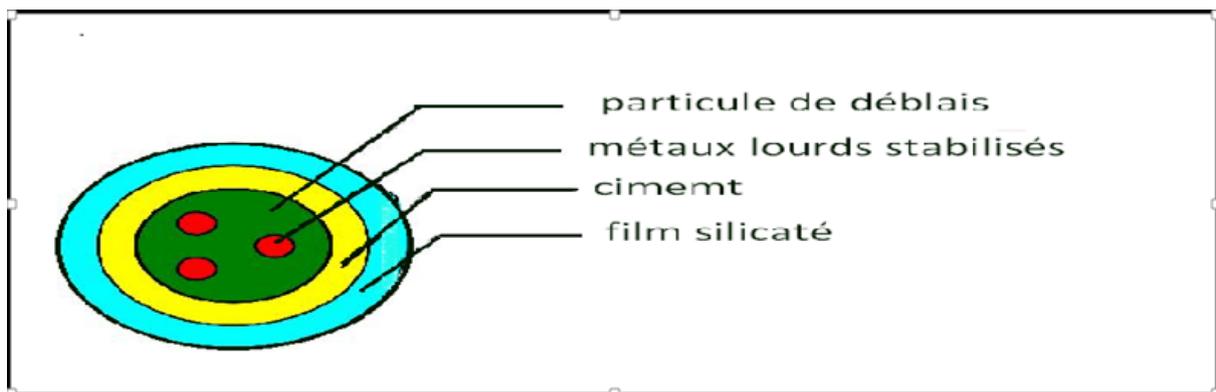


Figure n°14: shema d encapsulation des metaux lourds

Le Di silicate de sodium étant livré sous forme de granulés solides que l'on solubilise dans l'eau, sa concentration à l'usage varie selon le taux de pollution des sols à traiter. Les réactifs utilisés dans le traitement d'un mètre cube des déblais par le procédé Stabilisation/solidification sur le champ sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau n°1 : Les réactifs utilisés dans le traitement de solidification [1]

Fonction du Produit	Nature (composé)	Nom Commercial	Concentration (kg/m ³)
Réactifs	Oxyde de calcium 64% Oxyde de silicium 21% Oxyde d'aluminium 5,5% Oxyde de fer 4,5% Oxyde de magnésium 2,4% Sulfates 1,6% Autres 1%	Ciments portland CPJ 45	160-170 kg/m ³ 160 Selon la nature des cuttings
Réactif	Sodium silicate 1,6 < rapport molaire < 2,6% > 80%	Dissilicate de sodium	9-15kg/m ³ de solution de Dissilicate de sodium à 25-30%

➤ Descriptions du processus d'opérations :

Les déblais sont chargés à l'aide d'une pelle mécanique, et déchargés la trémie d'alimentation de l'unité, lequel est muni d'un double convoyeur

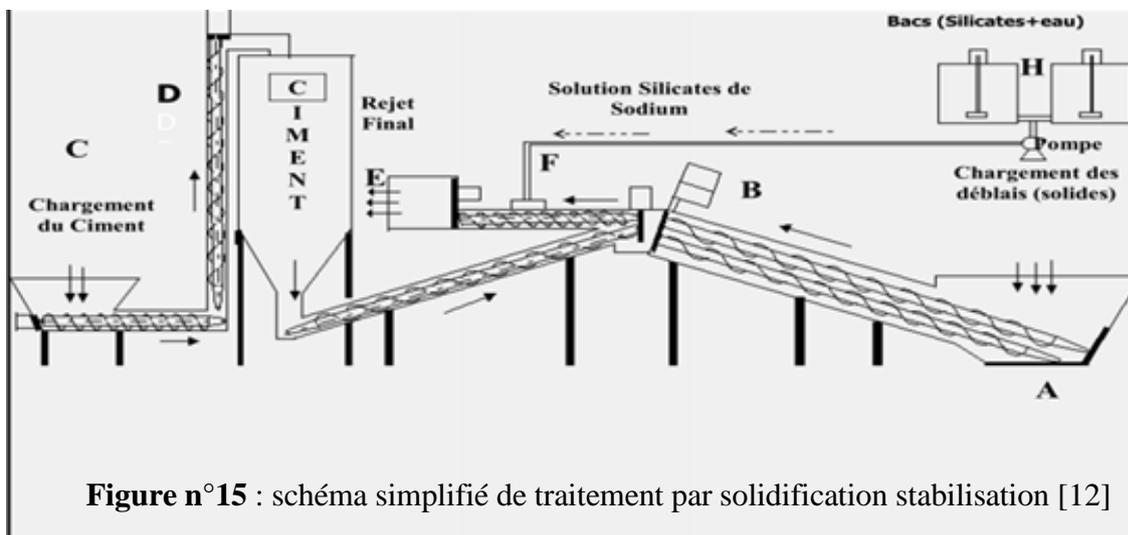


Figure n°15 : schéma simplifié de traitement par solidification stabilisation [12]

De là, les déblais sont conduits mécaniquement par un autre convoyeur oblique vers le mixeur, où s'effectue le mélange avec le laitier de ciment et la solution silicatée ;



Figure n°16 : unité de solidification [12]

- le laitier de ciment est préalablement préparé dans un mixeur spécial pour fixer la densité requise en régulant la quantité de ciment nécessaire par rapport à la typologie des sols à traiter. Le laitier de ciment est convoyé par une vis sans fin vers le mixeur ;
- la solution silicatée est préalablement préparée dans deux bacs mixeurs spéciaux qui fonctionnent par alternance, et dont le débit est contrôlé par une valve. La solution silicatée est pompée vers le mixeur et l'ajout avec les déblais et le laitier de ciment est effectué par un système de vaporisation ;
- Le mélange (déblais /laitier de ciment/solution silicatée) rejeté par le mixeur



Figure n°17 : déblais après solidification [12]

- le produit traité est chargé par pelle mécanique puis déposé sur une aire de séchage.
- après trois jours de séchage, le produit traité ayant atteint le stade de maturation, est prêt à être remblayé vers les bourbiers vidés au moyen d'une pelle mécanique ,cette opération ne peut toutefois être effectuée qu'après la réalisation des analyses sur échantillons traités



Figure n°18 : bourbier saturé après traitement et séchage TP206

V.1.2 Désorption Thermique :

- **Le procédé de Désorption Thermique :**

- a) **Présentation du procédé : [6]**

La désorption thermique est une technique de traitement de terres contaminées par des composés organiques (hydrocarbures, HAP). Ce procédé consiste à chauffer les terres polluées dans un four rotatif dans lequel un bruleur produit la chaleur entre 250 et 550 C°. Cette dernière permet la volatilisation des polluants sous forme des gaz qui seront dépoussiérés et épurés par filtre à manche.

Ce type de traitement permet de traiter les déblais, de récupérer le gasoil, et l'eau, en revanche La qualité essentielle du procédé est la décontamination totale des terres,

indépendamment des concentrations en entrée. Le four rotatif permet un traitement homogène du matériau, d'où une grande fiabilité dans les résultats.

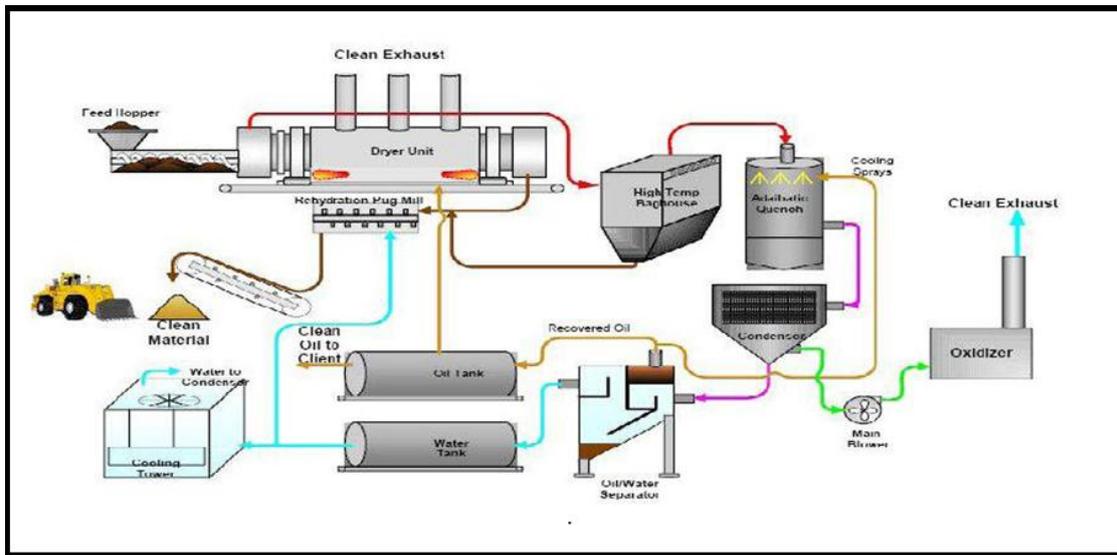


Figure n°19: schéma du procédé traitement thermique [13]

b) Fonctionnement du procédé :

Les rejets (déblais de forage) sont transportés à partir des bourbiers vers l'unité de traitement à l'aide des camions, et stockés dans un bassin bétonné pour éviter la contamination des sols.

Les déblais sont transportés à l'aide d'un rétro chargeur vers une grille qui retient tout élément dont le diamètre est supérieur à 10 cm tels que (le plastique, les pierres...). Les déblais sont, ensuite, convoyés vers le débourber, four rotatif (adiabatic quench) alimentés au gasoil (souvent récupéré du processus).

Les déblais de forage sont portés à des températures comprises entre 250°C et 550°C, selon les types de contaminants en présence.

Elles séjournent une vingtaine de minutes en moyenne dans le four et 2 à 3 minutes à des températures supérieures à la température de volatilisation des polluants organiques présents dans les déblais contaminés.

Dans ces conditions, les polluants organiques sont transformés en phase gazeuse et, donc, séparés des terres. Les terres traitées sont recueillies en aval du four.

VI. Analyse :

Les résultats d'analyse de la teneur en hydrocarbures et métaux lourds après traitement sont résumés dans les tableaux suivant :

VI.1. Traitement par stabilisation/solidification :

Tableau n°2: les résultats d'analyses des 2 échantillons de bourbiers avant et après Traitement, stabilisation/solidification (société MESP S/S analyse)

Paramètre	échantillon 1		échantillon 2		Norme	méthode
	Avant	après	avant	après		
OOO %	12,11	1,6	6	1,4	5	Distillation
Pb (mg/l)	4,3	0	0,6	0	0,5	Absorption atomique
Cr (mg/l)	0,2	0,001	0,3	0,001	0,5	Absorption atomique
Cd (mg/l)	0,1	0	0,1	0	0,2	Absorption atomique
Zn (mg/l)	0.1	0	2	0	3	Absorption atomique

*Les autres paramètres ne sont pas mesurés par manque de réactifs.

➤ **Interprétation des résultats :**

Les courbes qui suit illustre les valeurs du paramètre avant et après traitement, et la norme conventionnelle en Algérie (**voir Annexe n° 01**) ;

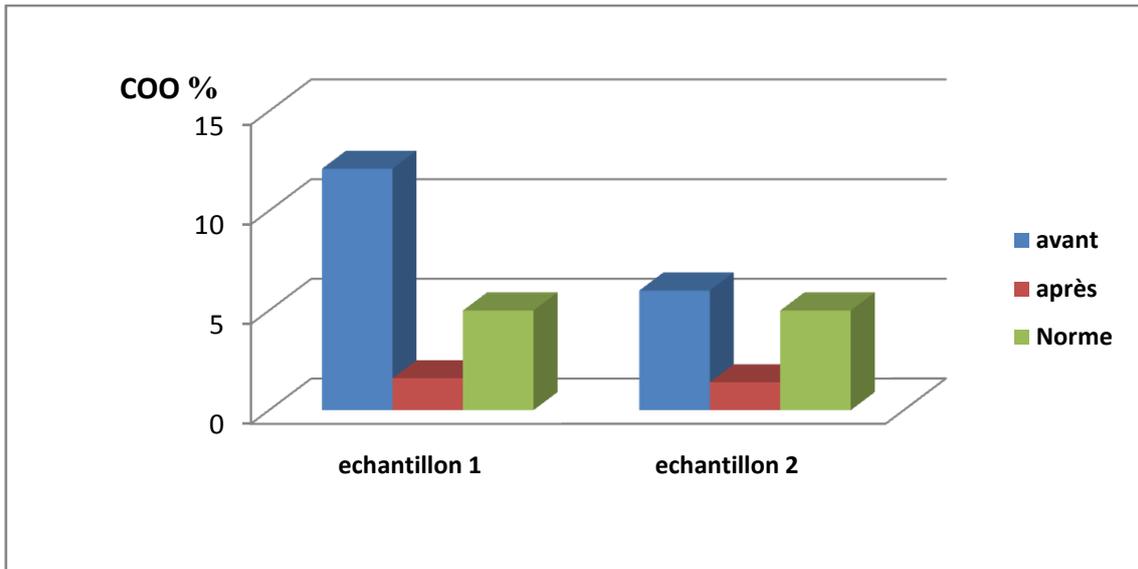


Figure n°20 : Histogramme des résultats d'analyse OOC% (échantillon 1 et 2) ,traitement par (S/S)

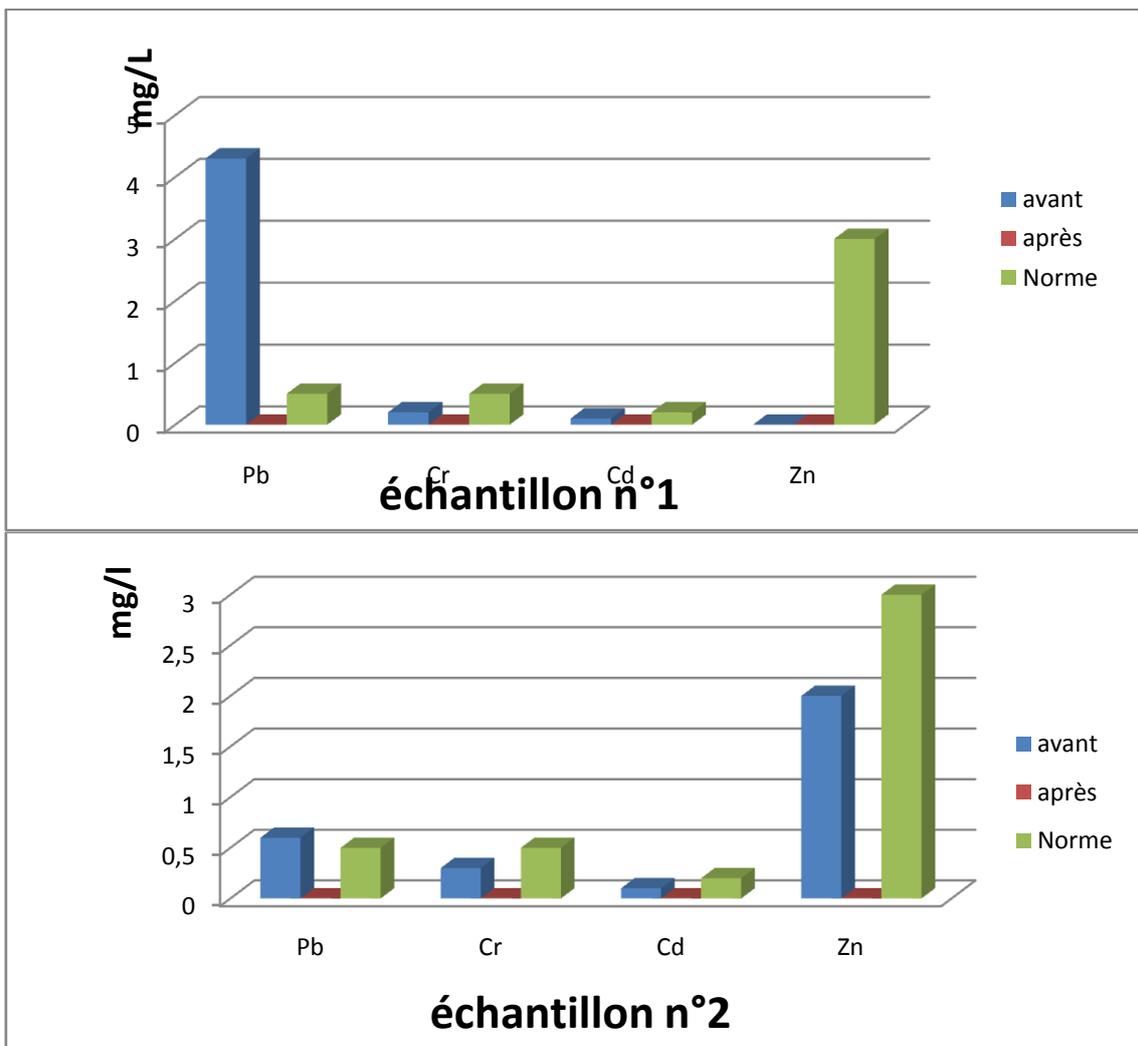


Figure n°21: Histogramme des résultats d'analyse des dosages des métaux lourds (échantillon 1 et 2), traitement par (S/S)

VI.1.2. traitement désorption thermique :

Tableau n° 3 : Résultats d'analyses des deux échantillons de boues avant et après le traitement désorption thermique (société AVA Algerie)

paramètre	échantillon 1		échantillon 2		Norme	Méthode
	avant	après	avant	après		
OOC %	6,72	0,45	6,13	0,45	5%	Distillation
Pb (mg/l)	4,3	1	14,9	1	0,5	Absorption atomique
Cr (mg/l)	0,11	0	0	0	0,5	Absorption atomique
Cd (mg/l)	0,1	0,1	0,062	0,036	0,2	Absorption atomique
Zn (mg/l)	4	1,4	5	0,86	3	Absorption atomique

*Les autres paramètres ne sont pas mesurés par manque de réactifs.

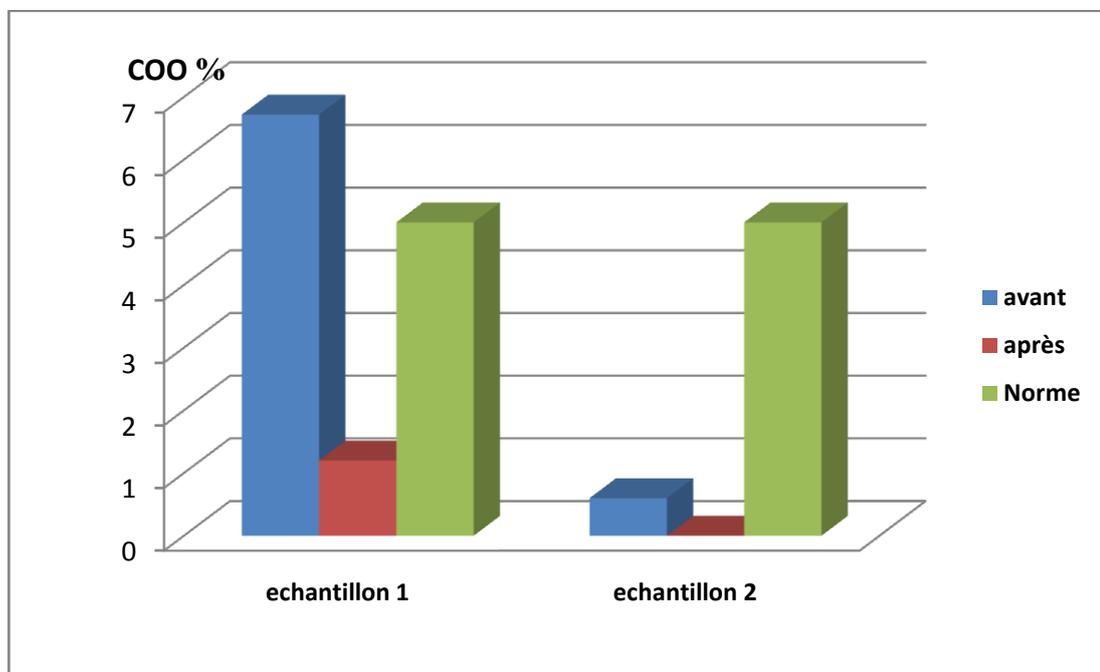


Figure n°22: Histogramme des résultats d'analyse OOC% (échantillon 1 et 2), traitement TDU

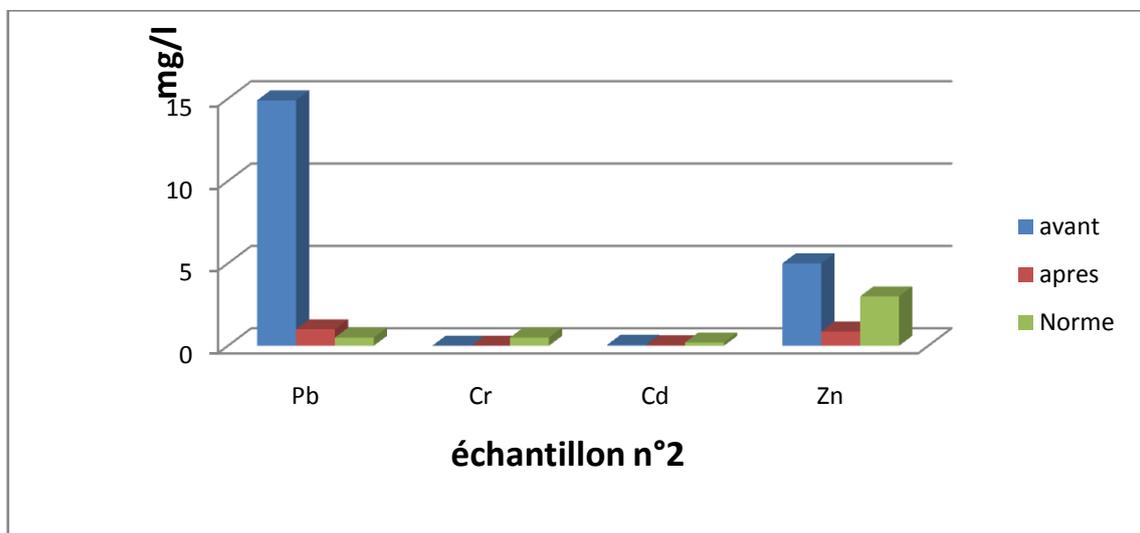
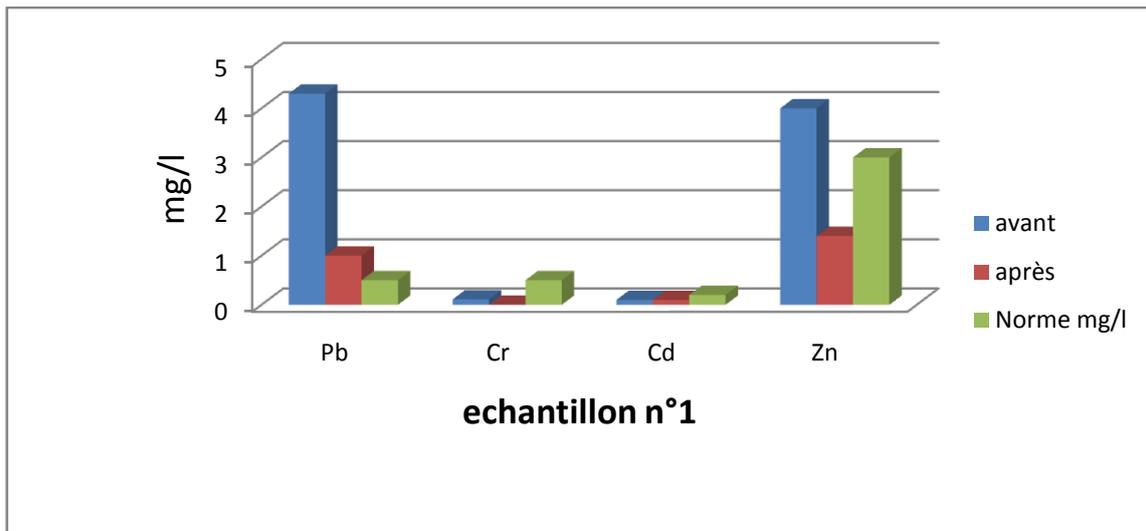


Figure n°23 : Histogramme des résultats d'analyse des dosages des métaux lourds (échantillon 1 et 2), traitement par TDU

VI.1.3. Interprétation des résultats d'analyse par deux traitements :

Le niveau de présence de métaux lourds n'est pas très important dans tous les échantillons des borbiers de forage avant traitement (sous la valeur limite maximale des normes, (voir annexe n° 01). Par conséquent, la présence de métaux lourds dans les déchets de forage ne présente pas de grand impact sur le terrain de forage.

Malgré la basse présence des métaux lourds dans les borbiers de forage, mais elle est réduite par le traitement stabilisation/solidification comme pour le traitement désorption thermique, les résultats obtenus par Dosage des métaux lourds par la Spectroscopie d'absorption atomique (voir annexe n° 04), pour le calcul de teneur des huiles en déblais par voie de Distillation (voir annexe n° 05),

- La quantité d'hydrocarbures « oil in cuttings » OOC% est très élevée dans tous les échantillons des bourbiers de forage (plus de la valeur maximale limitée par les normes, (**voir annexe n° 01**), 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 bourbiers de forage est réduite par les deux traitements stabilisation/solidification et désorption thermique.

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

VI.1.4. Comparaison de performance entre les deux traitements stabilisation/solidification et désorption thermique

Tableau n°4: tableau récapitulatif sur la performance des méthodes de traitement

Les paramètres		Unités	S/S	TDU	Interprétation
Efficacité	OOC	%	82	93	Le processus de S/S est plus efficace que la Désorption thermique en ce qui concerne l'élimination des métaux lourds mais moins efficace dans l'élimination des OOC%.
	Pb	%	100	85	
	Cr	%	99,5	100	
	Cd	%	100	20.96	
	Zn	%	100	73.9	
Recyclage et récupération	Eau	m ³ sur un V d'eau consommé = 191m ³	0	77	Le procédé de désorption thermique est avantageux que S/S en matière de récupération des eaux et Huile huiles et même du gasoil
	Huile	m ³ sur un V d'huile consommé = 18000m ³	0	8 000	
	Gasoil	m ³ dans un V consommé de 24m ³	0	14	
Taux de traitement		m ³ /jour	120-140	80	La S/S a une capacité de traitement plus élevée de celle de la désorption thermique (TDU)
Consommation d'énergie		m ³ /24h sur un V traité de 110m ³	0.6	24	La désorption thermique consomme 40 fois plus d'énergie que S/S

CHAPITRE V

I. Introduction :

A partir des résultats obtenue d'élimination des métaux lourds et Hydrocarbure qui respecte les normes présent dans la réglementation algérienne, la valorisation de ces déchets s'impose, afin de rendre notre travail plus concret en donnant un aspect pratique à ce dernier, ce qui va se faire en réutilisant la bentonite dans le domaine de construction.

II. Explication du procédé :

Les matériaux de construction subissent en tout premier lieu les effets du poids qu'ils supportent...et en particulier de leur propre poids, la qualité première des matériaux de construction est donc de résister à la pression sans se déformer.

-dans ce qui suit on va soumettre nos échantillons à deux tests de résistance, Flexion et Compression.

➤ Préparation de nos échantillons :**Confection des éprouvettes :****Matériels utilisés :**

- ❖ bentonite de forage
- ❖ Ciment portland
- ❖ Gravelette 3 /8
- ❖ Sable lavé 0/3
- ❖ Eau du robinet
- ❖ Huile

Nous avons confectionné 3 éprouvettes de différents dosages de matières :

- ❖ le poids de l'éprouvette fait 600g.
- ❖ le mortier se compose de:
- ❖ 1 volume de ciment = 100g
- ❖ 2 volumes de sables=200g
- ❖ 3 volumes d'agrégats=300g
- ❖ 1/2 volume d'eau= 55g

Notre expérience a consisté à intégrer la bentonite comme substitut est liant de la fraction fine du sable, nous avons essayé différents dosages, pour les tests nous avons fait deux échantillons pour chaque éprouvette.

Explication des étapes de préparation des échantillons :

Après avoir défini les mesures des matériaux utilisées, on prépare les échantillons comme suit :

- ❖ On a mélangé les matériaux déjà mesuré dans un pétrin.(voire annexe 6)
- ❖ On a démarré le pétrin et on ajoute l'eau au fur et a mesure.
- ❖ On a déversé le mortier dans les moules graissés. (voire annexe 7)
- ❖ On a posé chaque éprouvette sur la table vibrante, afin d'évacuer les bulles de gaz contenus dans la pâte. (voire annexe 8)
- ❖ On a laissé nos échantillons tirer pendant 4 jours.
- ❖ On a démoulé nos échantillons, puis on a mit dans une bassine d'eau pour éviter les fissurations par évaporation. (voire annexe 9)
- ❖ On a mit nos échantillons dans une étuve à 150 °C afin de les sécher totalement. (voire annexe 10)
 - Chaque éprouvette contient :
- ❖ 1ère éprouvette 10% de Bentonite en remplacement le sable
- ❖ 2ème éprouvette 20% de Bentonite en remplacement le sable
- ❖ 3ème éprouvette 45% de Bentonite en remplacement le sable

III. Explication des tests effectués :

Les essais de flexion et de compression ont été réalisés au niveau du laboratoire de génie civil, et l'essai de micro-dureté a été réalisé au niveau du laboratoire de génie mécanique de la faculté de génie de construction de l'université M. Mammeri de Tizi-Ouzou.

L'effet des forces sur différents matériaux est expliqué par Hooke (1635-1703), de façon empirique à l'échelle macroscopique : *un matériau à l'état solide ne résiste à une force appliquée qu'en se déformant sous l'action de cette force*. Les matériaux sont élastiques. Il établit une règle, la loi de HOOKE, selon laquelle l'allongement est toujours proportionnel à la force appliquée. Cette loi n'est rigoureusement vraie que pour les céramiques, le verre, la plupart des minéraux et les métaux les plus durs.

Mais, dans quelle mesure le comportement d'une structure dépend de son matériau constitutif plutôt que de ses dimensions et de sa forme ? Nous avons besoin de standards objectifs de comparaison qui soient indépendant de la taille et de la forme du matériau.

La considération des conditions qui règnent en chaque point d'un matériau soumis à des forces mécaniques conduit aux notions de contrainte et de déformation. La définition claire et utilisable de ces deux notions est due à Augustin CAUCHY (1789-1857). Quand on

soumet un corps à l'action de forces extérieures, des contraintes s'établissent par réaction, à l'intérieur de ce corps. À ces contraintes sont associées des déformations.

Pour s'affranchir de la dépendance des dimensions du matériau, les paramètres contraintes et déformation sont utilisés.

La contrainte détermine avec quelle intensité les atomes du matériau sont écartés les uns des autres ou comprimés les uns sur les autres. Cette contrainte est, pour une traction simple, la force qui agit sur une unité de surface du matériau.

$$\sigma = F/S$$

F: force

S: surface

Elle se mesure en Pascal (Pa).

Les trois principales contraintes sont la traction, la compression et le cisaillement qui sont définies plus loin.

La déformation indique dans quelles proportions les liaisons inter atomiques (à l'échelle microscopique) et la structure elle-même (l'objet, à l'échelle macroscopique) ont été déformées. La déformation, pour une traction simple, est le rapport de l'allongement à la longueur initiale. L'allongement est sans unité.

$$\varepsilon = (L-L_0)/L_0$$

L_0 : longueur initiale

L : l'allongement

III.1 Test de flexion trois points :

L'essai de flexion à 3 points permet également de mesurer la résistance à la rupture d'un matériau. Une barrette du matériau à tester est placée sur deux appuis et l'on applique au centre de cette barrette une force croissante jusqu'à rupture. Comme l'essai de compression, l'essai de flexion ne permet généralement pas d'atteindre la rupture des matériaux ductiles. L'essai de flexion est surtout adapté aux matériaux fragiles. Cet essai se caractérise par la simplicité du montage de l'éprouvette et sa géométrie simple (peu ou pas d'usinage). Lors du test, la partie supérieure est en compression et la partie inférieure en traction

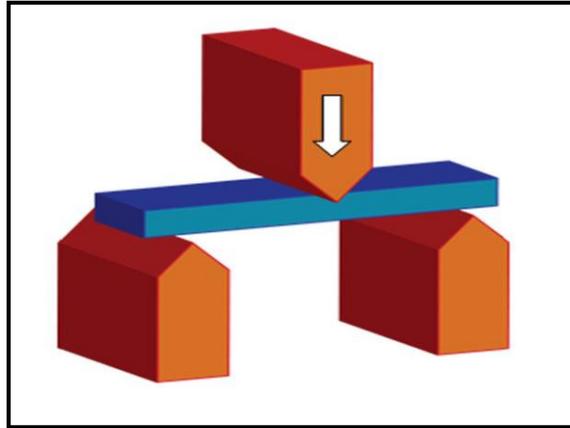


Figure 24 : la force du troisième point sur l'éprouvette

Il existe d'autres types d'essais de flexion comme le test de flexion 4 points, similaire à l'essai de flexion 3 points avec l'avantage de ne pas positionner l'appui au niveau de la zone de rupture. Ceci est en effet une limitation du système à trois points où l'appui central peut endommager l'éprouvette et fausser ainsi les résultats en entraînant une rupture précoce de celle-ci



Figure 25: éprouvette pour l'essai de flexion et compression

Les essais de flexion ont été réalisés au laboratoire du génie-civil, sur une presse hydraulique, IBERTEST, pilotée par un micro-ordinateur. Sa capacité maximale est de 200 KN, elle est programmée pour les essais de flexion et les essais de compression



Figure 26: presse hydraulique, IBERTEST piloté par un micro-ordinateur

- Le troisième point doit tomber exactement sur le trais du milieu de l'éprouvette. La machine doit être lancée tout doucement pour caler les plaques avec l'éprouvette puis à grande vitesse pour commencer le test, commencer l'expérience jusqu'à la rupture de l'éprouvette.



Figure 27 : photos montrant la fissuration de l'éprouvette sous l'effet de la force des 3 point

- On continue ainsi avec tout les autre échantillons, et on enregistre les donnés et les résultats sur un ordinateur programmé pour ce test.

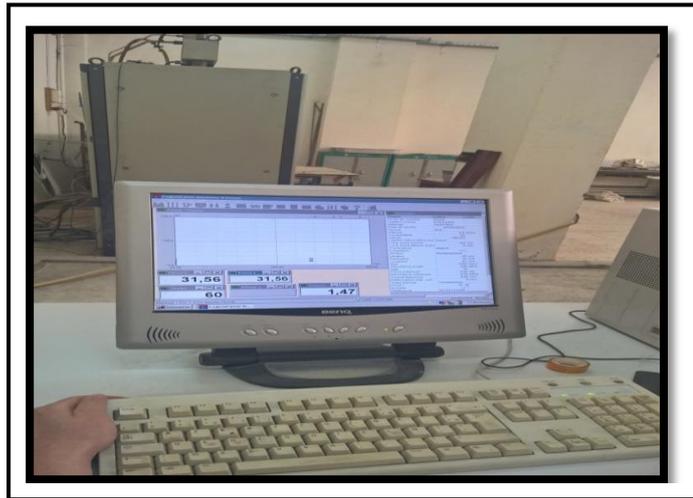


Figure 28: Ordinateur connecté à la machine de flexion et compression.

III.2 Essai de compression :

L'essai de compression consiste à soumettre une éprouvette de forme cylindrique, placée entre les plateaux d'une presse, à deux forces axiales opposées. Si le matériau étudié est ductile, la rupture ne peut être atteinte avec ce test. L'essai de compression est surtout utilisé pour déterminer la contrainte de rupture des matériaux fragiles (comme les céramiques) qui sont difficiles à usiner pour un essai de traction

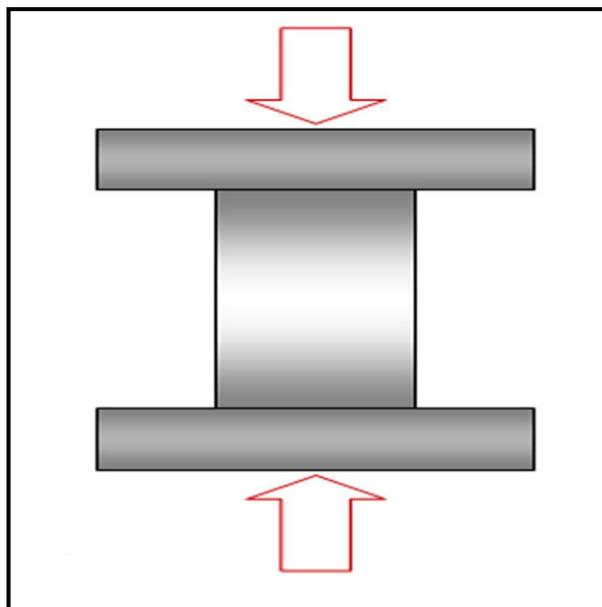


Figure 29: Test de compression simple

- Pour le test de compression, les dimensions des éprouvette change, 16cm de longueur et 4 cm de largeur.

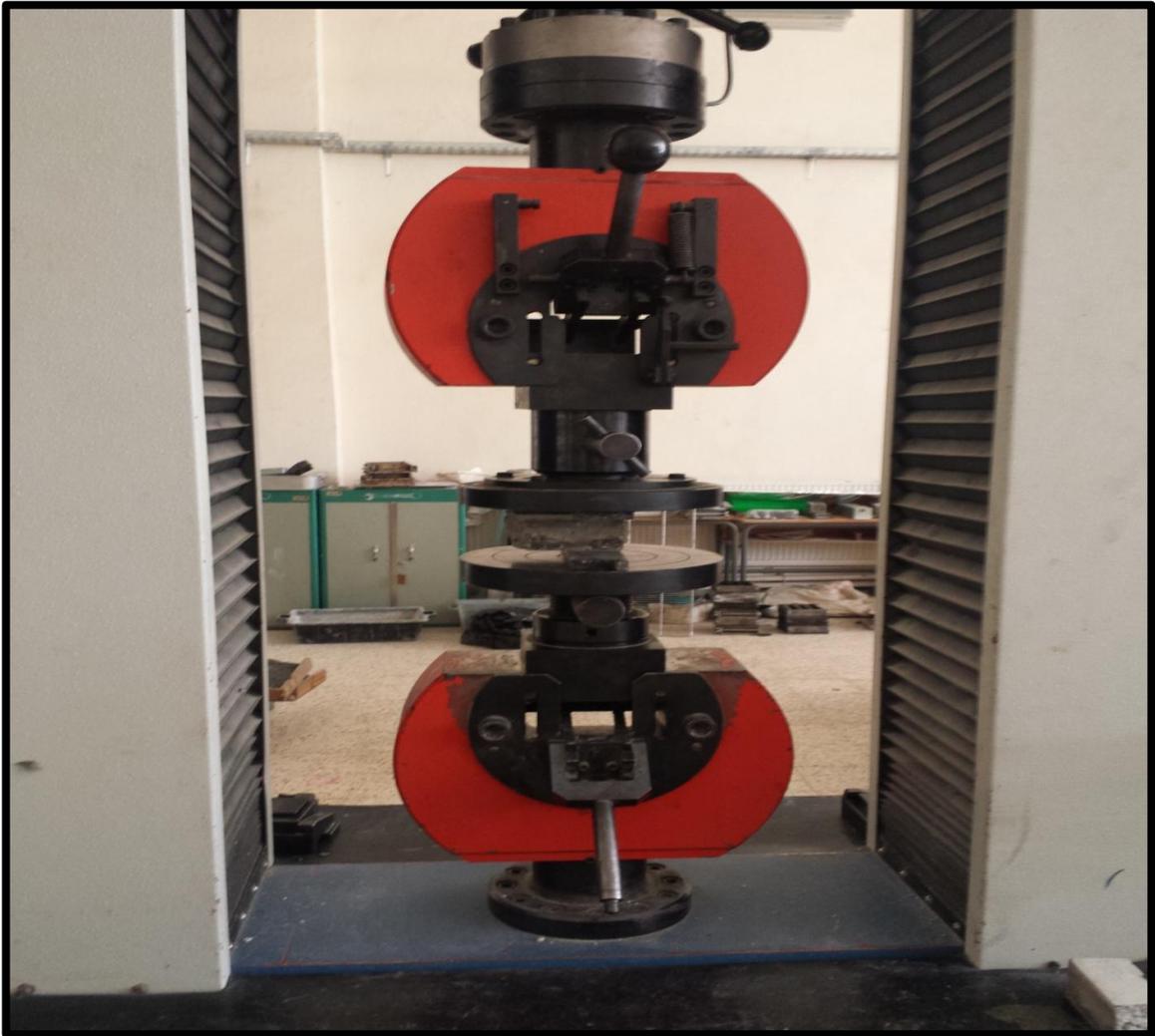


Figure30 : échantillons pour l'essai de compression.

- Le test de compression est fait sur la même machine IBERTEST. On place l'éprouvette entre deux barres métalliques pour que les deux plateaux fixes ne se touchent pas lors de l'écrasement de l'échantillon, sinon la machine risque de ne plus être fonctionnelle.



Figure 31: Echantillon entre deux plaques métalliques prêt à la compression.

- Puis on lance la machine pour commencer le test de compression jusqu'à la phase de rupture qui apparaît aussi sur l'écran de l'ordinateur prévu pour ce test.

IV. Résultats obtenue :

❖ Echantillon n°1 :

Tableau n°5 : résultats de l'échantillon bentonite n°1 des testes de flexion et compression

Flexion		
Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/07/2016	
Vitesse	0.1	kN/s
Echantillon	1	
Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm
Épaisseur	40	mm
Longueur	160	mm
Distance entre appuis (inf)	100	mm
Aire	1600	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	28	J
Force maximum	1.10	KN
Résistance maximum	2.57	MPa
Course maximum	4.01	mm
Type d'essai	Flexion	
Référence	EP-BENTO-1	

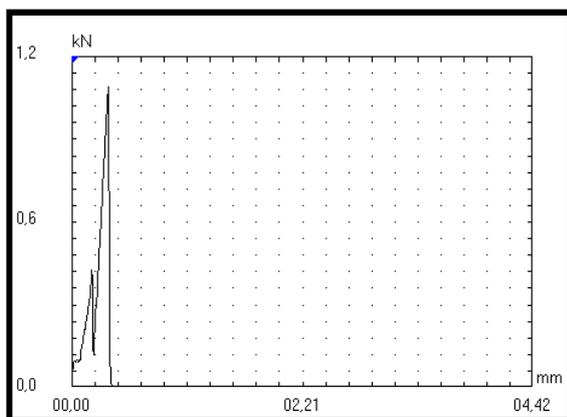
Compression		
Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/07/2016	
Vitesse	2.4	kN/s
Echantillon	1	
Section	Rectangulaire	
Largeur	40	Mm
Épaisseur	40	Mm
Longueur	160	Mm
Long.base course	30	Mm
Aire	1600	Mm2
Résistance projet	200	MPa
Age	28	J
Force maximum	25.54	KN
Résistance maximum	15.96	MPa
Course maximum	2.92	Mm
Type d'essai	Compression	
Référence	EP-BENTO-1-C	

Ref:EP-BENTO-1

Ref:EP-BENTO-1-C

➤ Représentation graphique des résultats:

Flexion



Compression

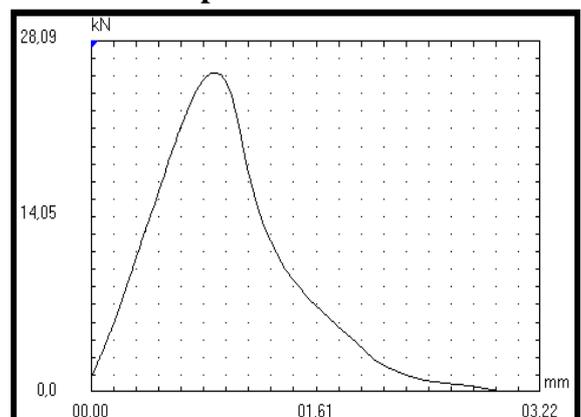


Figure n°32: représentation graphique des testes Flexion, compression échantillon n°1.

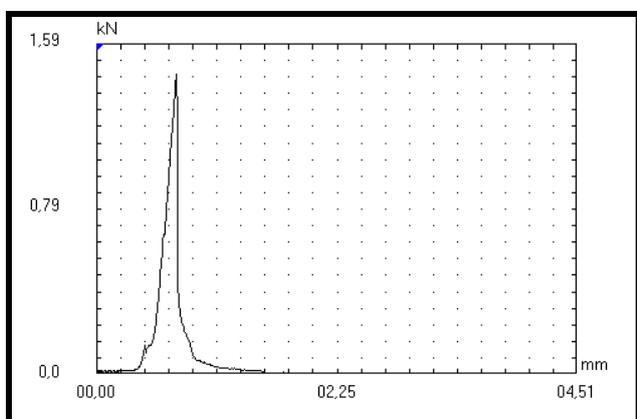
❖ Echantillon n°2:

Tableau n°6 : résultats de l'échantillon bentonite n°2 des tests de flexion et compression.

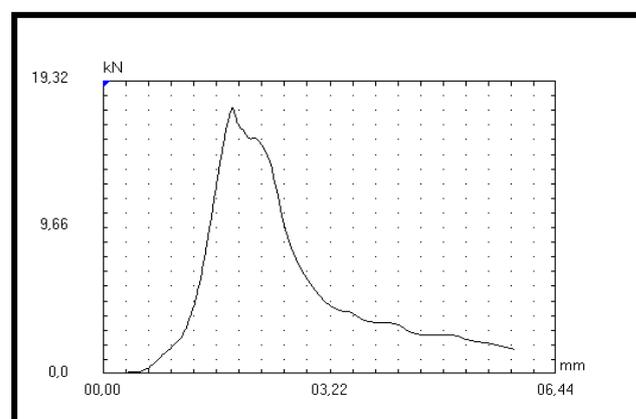
Flexion			Compression		
Champ	Valeur	Unité	Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force		Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER		Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/07/2016		Date de l'essai	11/07/2016	
Vitesse	0.1	kN/s	Vitesse	2.4	kN/s
Echantillon	2		Echantillon	2	
Section	Rectangulaire		Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm	Largeur	40	mm
Épaisseur	40	mm	Épaisseur	40	mm
Longueur	160	mm	Longueur	160	mm
Distance entre appuis (inf)	100	mm	Long.base course	30	mm
Aire	1600	Mm2	Aire	1600	Mm2
Résistance projet	200	MPa	Résistance projet	200	MPa
Age	7	J	Age	7	J
Force maximum	1.44	KN	Force maximum	17.56	KN
Résistance maximum	200	MPa	Résistance maximum	10.98	MPa
Course maximum	4.10	mm	Course maximum	5.85	mm
Type d'essai	Flexion		Type d'essai	Compression	
Référence	EP-BENTO-2		Référence	EP-BENTO-2-C	

➤ **Representation graphique des résultats:**

Flexion



Compression



Ref: EP-BENTO-2

Ref: EP-BENTO-2-C

Figure n°33: représentation graphique des testes Flexion, compression échantillon n°2

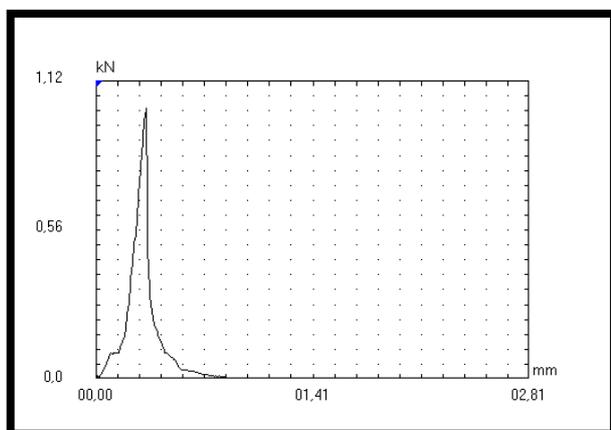
❖ Echantillon n°3 :

Tableau n°7 : résultats de l'échantillon bentonite n°3 des tests de flexion et compression

Flexion			Compression		
Champ	Valeur	Unité	Champ	Valeur	Unité
Mode de contrôle	Force		Mode de contrôle	Force	
Matériau	MORTIER		Matériau	MORTIER	
Date de l'essai	11/07/2016		Date de l'essai	11/07/2016	
Vitesse	0.1	kN/s	Vitesse	2.4	kN/s
Echantillon	3		Echantillon	3	
Section	Rectangulaire		Section	Rectangulaire	
Largeur	40	mm	Largeur	40	mm
Épaisseur	40	mm	Épaisseur	40	mm
Longueur	160	mm	Longueur	160	mm
Distance entre appuis (inf)	100	mm	Long.base course	30	mm
Aire	1600	Mm2	Aire	1600	Mm2
Résistance projet	200	MPa	Résistance projet	200	MPa
Age	28	J	Age	28	J
Force maximum	1.01	KN	Force maximum	24.33	KN
Résistance maximum	2.38	MPa	Résistance maximum	15.21	MPa
Course maximum	2.56	mm	Course maximum	5.60	mm
Type d'essai	Flexion		Type d'essai	Compression	
Référence	EP-BENTO-3		Référence	EP-BENTO-3-C	

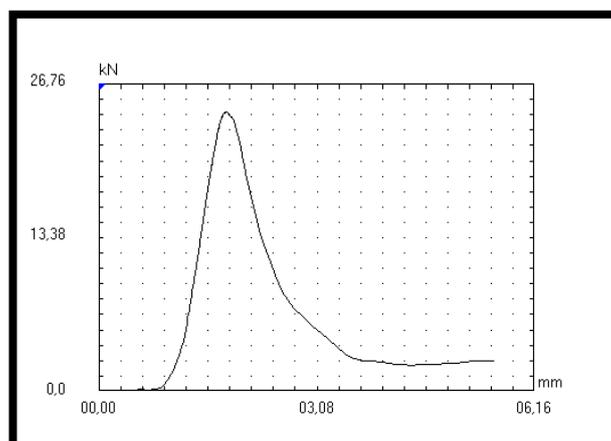
➤ Représentation graphique des résultats:

Flexion



Ref: EP-BENTO-3

Compression



Ref: EP-BENTO-3-C

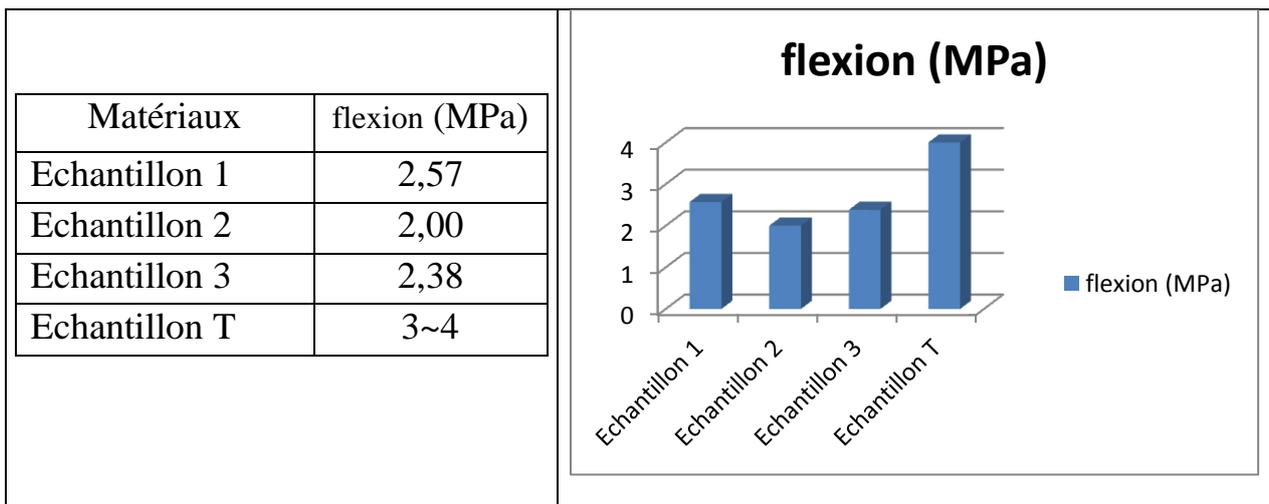
Figure n°34: représentation graphique des testes Flexion, compression échantillon n°3.

V. Résultats et discussions :

D’après les 3 tests effectués on remarque que :

Pour la flexion, l’échantillon numéro 1 présente une résistance élevée comparé aux deux autres échantillons faisant de lui le meilleur échantillon avec 2,57MPa de résistance, tandis que pour les tests de compression on trouve que l’échantillon 1 propose une plus grande résistance à la compression que les autres. En tenant compte des deux tests on conclut que l’échantillon 1 peut faire un bon béton.

Tableau 8 : résultats des teste de résistance a la flexion



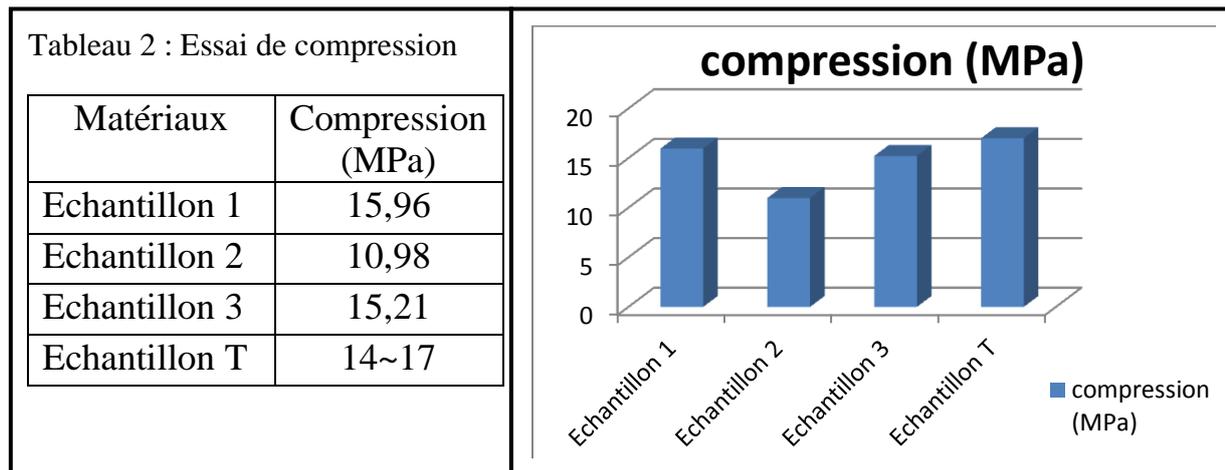
• **Discussion des résultats :**

La Flexion c'est une application d' une force sur un matériau sur trois points, il y a d'abord déformation élastique suivie parfois (en fonction de la ductilité du matériau) d'une déformation plastique et enfin rupture (la sollicitation dépasse la résistance intrinsèque du matériau).

La résistance à la flexion dépend de la résistance intrinsèque du matériau. Les tests effectués on donnés des résultats concluant.

Ces échantillons donnent un seuil de résistance à la contrainte moyenne, a cause de l'argile qui a été intégré qui se déforme mais ne résiste pas à la contrainte, c'est un matériau plastique et ductile.

Tableau 9 : résultats des teste de résistance a la compression



Le test de compression s’applique sur toute la surface d’un matériau, l’écrasement dépend du vides interstitiels, moins y a de porosités plus la résistance à la compression est importante

La résistance à la compression dépend de la porosité intrinsèque du matériau. Les tests effectués on donnés des résultats concluant.

L’argile bentonite a joué un rôle de ciment et liant fin qui a colmaté toutes les porosités, les vides sont comblés d’ou la résistance à la compression.

Ceci dit le seuil de compression reste bon pour un mortier de béton .

Les testes montrent un seuil de comparaison avec l’échantillon témoin, positif pour la flexion et la compression les éprouvette on donné des résultats aux normes du standard du mortier algérien.

En attendant de confirmer par d’autre testes géotechnique ce mortier, nous préconisons son classement comme mortier de béton léger a orienter beaucoup plus pour le gâchage de façade.

Conclusion générale

Conclusion Générale

Les rejets pétroliers les plus désastreux sur l'environnement sont les (HC) à cause de leurs fortes toxicités. La méthode de solidification/stabilisation est avantageuse en le comparant à méthode de désorption thermique qui est destinée à la dépollution des sols.

L'utilisation seule de la méthode de solidification/stabilisation ne suffit pas pour traiter définitivement les rejets de forage, c'est plutôt un inertage ou piégeage des éléments toxiques. Il est préférable de faire un jumelage des deux traitements pour accéder à des sols dépollués en surface et en profondeur a un niveau élevé, et malgré son excellente efficacité cette dernière reste ignorée pour des raisons purement économiques ou l'unité de désorption thermique coute très cher.

Après traitement de ces déchets ils restent néanmoins toujours encombrant en occupant de grandes surfaces donc il est essentiel de les réutiliser pour leurs donner une seconde vie, on tente un recyclage de ces déchets dans un matériau de construction, dans le mortier, les caractéristiques géotechnique to (flexion, compression) réalisés sur les différents essais ont donn2 des résultats encourageant, donc on proposer une stratégie de recyclage.

même dans les domaines les plus sensible et critique, en suivant des perspective bien plus visible, voir essentiellement l'adoption des deux type de traitement en même temps si bien que nos ingénieurs peuvent avancer dans le domaine du machinisme a fin de rendre possible la mobilité des station de traitement ce qui se jouera pour la faveur a la fois environnementale et économique de notre pays.

Références bibliographiques

Bibliographie

- [1] **Hadj Abbas, A** ; *Les bourbiers des forages pétroliers et des unités de Production : Impacts sur l'environnement et technique de traitement*. Mémoire de Magister de l'Université Kasdi Merbah, 2011, Ouargla.
- [2] ARGONNE NATIONAL LABORATORY, Chevron Texaco & Marathon. *Drilling waste management technology descriptions*. Washington, USA: US department of energy, September 2008.
- [3] DOC. Journée technique sur les procédés de traitement des cuttings de forage et production STAH les 27 & 28 juin 2011.
- [4] **Dada, M.A** ; *Optimisation d'un procédé de traitement des boues de forage*. Mémoire de magister de l'Université M'Hamed BOUGARA, 2011, Boumerdes.
- [5] **BIACH, C et MANSUI-HUAULT**. Effects of thermal desorption on the composition of two coking plants soils. *Journal Of Environmental pollution*. Elsevier, 2008, vol. 156.
- [6] **ENSPM**. Formation industrie, 2006.
- [7] **E&P FROM-UNEP Technical Publication**. *Environmental management in oil and gas exploration and production: an overview of issues and management approaches*. London, UK: E&P Forum, 1997 .2 .72/254.
- [8] E.SLOUGUI, Etude de l'impact sur l'environnement pour l'implantation d'un puit de forage-mémoire de fin d'étude (option génie de l'environnement promotion 2005/2006). Université Kasdi Merbah Ouargla.
- [9] ENAFOR (Entreprise Nationale de Forage) rapport de chantier TP, 2015.
- [10] J.F MILLARD, « forage et sondage », technique de l'ingénieur, traité construction.
- [11] **Khodja, M** ; *Les fluides de forage : Etude des performances et considérations Environnementales*. Thèse de doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, février 2008, France.
- [12] **Khemri, Leila** ; *apport du management stratégique dans le management des risques environnementaux*. Mémoire de magister de l'université Hadj Lakhder, 2015, BATNA.
- [13] LABRAG YUCEF & GUENOUAI MOHAMED, les boues de forage pétrolier leur considération sur l'environnement, mémoire de fin d'étude option génie pétrolier, Université de KASDI MERBAH de Ouargla, 2013/2013.
- [14] Manuel technique des fluides de forage, MILPARK-CKKS, Edition 1993.

Bibliographie

- [15] MESP (solidification analyses use the treatment of Drill cuttings in HASSI MESSOUD), 2013.
- [16] MESSOUDI AMIR FAYSAL, Evaluation des impacts de l'activité forage sur le champ de HASSI MESSOUD, 2010/2011-université M'hamed Bougara Boumerdès.
- [17] MI-SWACO (thermal desorption use the treatment of Drill cuttings in HASSI MESSOUD, 2013.
- [18] **DE MIGUEL MERCADER, F ET GROENEVELD, M.** Pyrolysis oil upgrading by high pressure thermal treatment. *Journal of fuel*. Elsevier, 2010, vol. 89.
- [19] **OGP (international association of oil and gas producers).** *Guide lines for waste management with special focus on areas with limited infrastructure* –Report NO.413, rev 1.1. London, UK: OGP PUBLICATIONS, March 2009.
- [20] SONATRACH-Activité Amont-division production direction régionale RHOUORD ENOUSS, BP N° 27 HASSI MESSOUD.
- [21] SONATRACH-Division Sécurité RHOURD ENOUSS, rapport technique hebdomadaire des déchets industriels, cellule d'environnement.
- [22] A.SLIMANI « forage pour non foreurs », division forage, département formation, SONATRACH, septembre 2003.

Annexes

DECRETS

Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

Décrète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mises à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixés en annexe du présent décret.

Art. 9. — Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

23 avril 2006

Art. II. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,

— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,

— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au Journal officiel de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercuré total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension

ANNEXE II

TOLERANCE A CERTAINES VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS
LIQUIDES INDUSTRIELS SELON LES CATEGORIES D'INSTALLATIONS

1 - INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE :

a - Abattoirs et transformation de la viande :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Volume /quantité	m3/t carcasse traitée	6	8
PH	-	5,5 - 8,5	6-9
DBO ₅	g/t	250	300
DCO	"	800	1 000
Matière décantable	"	200	250

b - Sucrierie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	6-9	6-9
DBO ₅	mg/l	200	400
DCO	"	200	250
MES	"	300	350
Huiles et graisses	"	5	10

c - Levurerie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	35
PH	-	5,5 - 8,5	6,5 - 8,5
DBO ₅	mg/l	100	120
DCO	"	7 000	8 000
MES	"	30	50

d - Brasserie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	9 - 10,5
DBO ₅	g/t de malt produit	250	300
DCO	"	700	750
MES	"	250	300

PH : Potentiel d'hydrogène**DBO₅** : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours**DCO** : Demande chimique en oxygène**MES** : Matière en suspension

e - Corps Gras :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	6-9
DBO ⁵	g/t	200	250
DCO	"	700	800
MES	"	150	200

2 - Industrie de l'Énergie :

a - Raffinage de pétrole :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Débit d'eau	m ³ /t	1	1,2
Température	°C	30	35
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DBO ₅	g/t	25	30
DCO	"	100	120
MES	"	25	30
Azote total	"	20	25
Huiles et graisses	mg/l	15	20
Phénol	g/t	0,25	0,5
Hydrocarbures	g/t	5	10
Plomb	mg/l	0,5	1
Chrome 3+	"	0,05	0,3
Chrome 6+	"	0,1	0,5

b - Cokéfaction :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
DBO ₅	mg/l	30	40
DCO	"	120	200
Phosphores	"	2	2
Cyanures	"	0,1	0,1
Composés d'Azote	"	35	40
Indice Phénols	"	0,3	0,5
Benzène, Toluène, Xylène	"	0,08	0,1
Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques	"	0,08	0,1
Sulfure	"	0,08	0,1
Substances filtrables	-	40	50

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

3 - Industrie mécanique :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5- 8,5	5,5- 8,5
DCO	mg/l	300	350
Cyanure	"	0,1	0,15
Cuivre	"	0,7	1
Nickel	"	0,7	1
Zinc	"	2,5	3
Plomb	"	0,7	1
Cadmium	"	0,5	1
Hydrocarbures	"	15	20
Phénol	"	0,5	1
Métaux totaux	"	20	25

4 - Industrie de transformation des métaux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Cuivre	mg/l	1.5	2
Nickel	"	2	2,5
Chrome	"	1,5	2
Fer	"	5	7,5
Aluminium	"	5	7,5

5 - Industrie de minerais non métallique :**a - Céramique :**

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
Matière décantable	"	0,5	1
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2

b - Verre :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES INDUSTRIES ANCIENNES
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
MES	"	0,3	0,5
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2
Chrome	"	0,1	0,1
Cobalt	"	0,1	0,1
Cuivre	"	0,1	0,3
Nickel	"	0,1	0,5
Zinc	"	2	5

PH : Potentiel d'hydrogène**DCO** : Demande chimique en oxygène**MES** : Matière en suspension

c - Ciment, plâtre et chaux :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DCO	mg/l	80	120
Matière décantable	"	0,5	1
Plomb	"	0,5	1
Cadmium	"	0,07	0,2
Chrome	"	0,1	0,1
Cobalt	"	0,1	0,1
Cuivre	"	0,1	0,3
Nickel	"	0,1	0,5
Zinc	"	2	5

6 - Industrie de textile :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	35
PH	-	6,5-8,5	6-9
DBO ₅	mg/l	150	200
DCO	"	250	300
Matière décantable	"	0,4	0,5
Matière non dissoute	"	30	40
Oxydabilité	"	100	120
Permanganate	"	20	25

7 - Industrie de tannerie et mégisserie :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES INDUSTRIES ANCIENNES
DBO ₅	mg/l	350	400
DCO	"	850	1000
MES	"	400	500
Chrome total	"	3	4

PH : Potentiel d'hydrogène
DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours
DCO : Demande chimique en oxygène
MES : Matière en suspension

Chapitre 4

Du développement du système d'information économique sur les P.M.E

Art. 22. — Les organismes, les entreprises et les administrations sous-mentionnés doivent fournir, au système d'information économique sur les P.M.E, les différentes informations figurant dans les fichiers dont ils disposent.

Il s'agit notamment de fichiers :

- du Centre national du registre de commerce,
- de la Caisse nationale des assurances sociales,
- de la Caisse d'assurance sociale des non salariés,
- de l'administration fiscale,
- de l'Office national des statistiques,
- de l'administration des douanes,
- des petites et moyennes entreprises et tout autre organisme susceptible d'alimenter ce système en données nécessaires.

Art. 23. — Les données visées à l'article 22 ci-dessus portent notamment sur :

- l'identification et la localisation des entreprises,
- leur taille, selon les critères définis à l'article 4 ci-dessus,
- leur secteur d'activité, selon la nomenclature en vigueur,
- leur démographie en termes de création, de cessation et leur modification d'activité,
- les différents agrégats économiques qui les caractérisent.

Les modalités d'accès et de mise à disposition des informations contenues dans ces fichiers sont fixées conjointement par le ministère chargé de la P.M.E et les administrations et organismes visés à l'article 22 ci-dessus.

Art. 24. — Il est institué une banque de données pour les P.M.E adaptée aux technologies informatiques modernes, et ce afin de servir d'appui à ces entreprises.

Les modalités d'application du présent article sont déterminées par voie réglementaire.

Art. 25. — Dans le cadre de l'information et de la concertation et en vue de développer les P.M.E, il est créé auprès du ministère chargé des P.M.E, un organisme consultatif composé d'organisations et d'associations professionnelles spécialisées et expérimentées.

Les modalités d'application du présent article sont déterminées par voie réglementaire.

TITRE III

DES DISPOSITIONS FINALES

Art. 26. — Les P.M.E, objet de la présente loi, bénéficient d'autres avantages et incitations prévus par la législation en vigueur.

Art. 27. — Sont exclus du champ d'application de la présente loi :

- les banques et les établissements financiers,
- les compagnies d'assurances,
- les sociétés cotées en Bourse,
- les agences immobilières,

— les sociétés d'import/export, à l'exception de celles destinées à la production nationale, quand le chiffre d'affaires annuel réalisé au titre des importations est inférieur ou égal aux deux tiers (2/3) du chiffre d'affaires global.

Art. 28. — La présente loi sera publiée au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001.

Abdelaziz BOUTEFLIKA.



Loi n° 01-19 du 27 Ramadhan 1422 correspondant au 12 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

Le Président de la République,

Vu la Constitution, notamment ses articles 122 et 126 ;

Vu le décret présidentiel n° 98-158 du 19 Moharram 1419 correspondant au 16 mai 1998 portant adhésion, avec réserve, de la République algérienne démocratique et populaire, à la convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontières de déchets dangereux et de leur élimination ;

Vu l'ordonnance n° 66-03 du 26 mars 1966 relative aux zones et aux sites touristiques ;

Vu l'ordonnance n° 66-154 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code de procédure civile ;

Vu l'ordonnance n° 66-155 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code de procédure pénale ;

Vu l'ordonnance n° 66-156 du 8 juin 1966, modifiée et complétée, portant code pénal ;

Vu l'ordonnance n° 76-80 du 23 octobre 1976, modifiée et complétée, portant code maritime ;

Vu la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement ;

Vu la loi n° 83-17 du 16 juillet 1983, modifiée et complétée, portant code des eaux ;

Vu la loi n° 84-12 du 23 juillet 1984, modifiée et complétée, portant régime général des forêts ;

Vu la loi n° 84-17 du 7 juillet 1984, modifiée et complétée, relative aux lois de finances ;

Vu la loi n° 85-05 du 16 février 1985, modifiée et complétée, relative à la protection et à la promotion de la santé ;

Vu la loi n° 87-05 du 27 janvier 1987 relative à l'aménagement du territoire ;

Vu la loi n° 87-17 du 1er août 1987 relative à la protection phytosanitaire ;

Vu la loi n° 88-08 du 26 janvier 1988 relative aux activités de médecine vétérinaire et à la protection de la santé animale ;

Vu la loi n° 89-02 du 7 février 1989 relative aux règles générales de protection du consommateur ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990 relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990 relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 90-29 du 1er décembre 1990 relative à l'aménagement et l'urbanisme ;

Vu la loi n° 98-04 du 20 Safar 1419 correspondant au 15 juillet 1998 relative à la protection du patrimoine culturel ;

Vu la loi n° 01-13 du 17 Joumada El Oula 1422 correspondant au 7 août 2001 portant orientation et organisation des transports terrestres ;

Après adoption par le Parlement ;

Promulgue la loi dont la teneur suit :

TITRE I

DISPOSITIONS GENERALES

Chapitre 1

Objet et champ d'application

Article 1er. — La présente loi a pour objet de fixer les modalités de gestion, de contrôle et de traitement des déchets.

Art. 2. — La gestion, le contrôle et l'élimination des déchets reposent sur les principes suivants :

— la prévention et la réduction de la production et de la nocivité des déchets à la source ;

— l'organisation du tri, de la collecte, du transport et du traitement des déchets ;

— la valorisation des déchets par leur réemploi, leur recyclage ou toute autre action visant à obtenir, à partir de ces déchets, des matériaux réutilisables ou de l'énergie ;

— le traitement écologiquement rationnel des déchets ;

— l'information et la sensibilisation des citoyens sur les risques présentés par les déchets et leur impact sur la santé et l'environnement, ainsi que les mesures prises pour prévenir, réduire ou compenser ces risques.

Art. 3. — Au sens de la présente loi on entend par :

Déchets : tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer.

Déchets ménagers et assimilés : tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers.

Déchets encombrants : tous déchets issus des ménages qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés.

Déchets spéciaux : tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et 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.

Déchets spéciaux dangereux : tous déchets spéciaux 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.

Déchets d'activité de soins : tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.

Déchets inertes : tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et/ou à l'environnement.

Générateur de déchets : toute personne physique ou morale dont l'activité génère des déchets.

Détenteur des déchets : toute personne physique ou morale qui détient des déchets.

Gestion des déchets : toute opération relative à la collecte, au tri, au transport, au stockage, à la valorisation et à l'élimination des déchets, y compris le contrôle de ces opérations.

Collecte des déchets : le ramassage et/ou le regroupement des déchets en vue de leur transfert vers un lieu de traitement.

Tri des déchets : toutes les opérations de séparation des déchets selon leur nature en vue de leur traitement.

Traitement écologiquement rationnel des déchets : toute mesure pratique permettant d'assurer que les déchets sont valorisés, stockés et éliminés d'une manière garantissant la protection de la santé publique et/ou de l'environnement contre les effets nuisibles que peuvent avoir ces déchets.

Valorisation des déchets : toutes les opérations de réutilisation, de recyclage ou de compostage des déchets.

Elimination des déchets : toutes les opérations de traitement thermique, physico-chimique et biologique, de mise en décharge, d'enfouissement, d'immersion et de stockage des déchets, ainsi que toutes autres opérations ne débouchant pas sur une possibilité de valorisation ou autre utilisation du déchet.

Immersion des déchets : tout rejet de déchets dans le milieu aquatique.

Enfouissement des déchets : tout stockage des déchets en sous-sol.

Installation de traitement des déchets : toute installation de valorisation, de stockage, de transport et d'élimination des déchets.

Mouvement des déchets : toute opération de transport, de transit, d'importation et d'exportation des déchets.

Art. 4. — Les dispositions de la présente loi s'appliquent à tous les déchets au sens de l'article 3 ci-dessus, à l'exception des déchets radioactifs, des effluents gazeux, des eaux usées, des explosifs déclassés, des épaves d'aéronefs et des épaves maritimes.

Art. 5. — Les déchets au sens de la présente loi sont classifiés comme suit :

— les déchets spéciaux y compris les déchets spéciaux dangereux.

— les déchets ménagers et assimilés.

— les déchets inertes.

La nomenclature des déchets, y compris les déchets spéciaux dangereux, est fixée par voie réglementaire.

CHAPITRE II

OBLIGATIONS GENERALES

Art. 6. — 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 des techniques 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.

Art. 7. — Tout générateur et/ou détenteur de déchets est tenu d'assurer ou de faire assurer la valorisation des déchets engendrés par les matières qu'il importe ou écoule et les produits qu'il fabrique.

Art. 8. — 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 aux dispositions de la présente loi et de ses textes d'application.

Art. 9. — La réutilisation d'emballages de produits chimiques pour contenir directement des produits alimentaires est interdite.

Cette interdiction doit être obligatoirement indiquée sur les emballages de produits chimiques, par des signaux apparents avertissant des risques qui menacent la santé des personnes, du fait de la réutilisation de ces emballages pour le stockage de produits alimentaires.

Art. 10. — L'utilisation de produits recyclés susceptibles de créer des risques pour les personnes dans la fabrication d'emballages destinés à contenir directement des produits alimentaires ou des objets destinés à être manipulés par les enfants est interdite.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 11. — La valorisation et/ou l'élimination des déchets doivent s'effectuer dans des conditions conformes aux normes de l'environnement, et ce notamment sans :

— mettre en danger la santé des personnes, des animaux et sans constituer des risques pour les ressources en eau, le sol ou l'air, ni pour la faune et la flore ;

— provoquer des incommodités par le bruit ou les odeurs ;

— porter atteinte aux paysages et aux sites présentant un intérêt particulier.

TITRE II

DECHETS SPECIAUX

Chapitre 1

Obligations des générateurs et détenteurs

Art. 12. — Il est institué un plan national de gestion des déchets spéciaux.

Art. 13. — Le plan national de gestion des déchets spéciaux porte notamment sur :

— l'inventaire des quantités de déchets spéciaux, particulièrement ceux présentant un caractère dangereux, produites annuellement sur le territoire national,

— le volume global des déchets en stock provisoire et en stock définitif, en les classifiant par catégorie de déchets,

— le choix des options concernant les modes de traitement pour les différentes catégories de déchets,

— l'emplacement des sites et des installations de traitement existants,

— les besoins en capacité de traitement des déchets, en tenant compte des capacités installées, des priorités retenues pour la création de nouvelles installations ainsi que des moyens économiques et financiers nécessaires à leur mise en oeuvre.

Art. 14. — 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, de l'aménagement du territoire, des ressources en eau, de l'urbanisme, des finances et de la défense nationale, et tout autre organisme ou établissement concernés.

Les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision de ce plan sont définies par voie réglementaire.

Art. 15. — Les déchets spéciaux ne peuvent être traités que dans des installations autorisées par le ministre chargé de l'environnement conformément aux dispositions réglementaires en vigueur.

Art. 16. — Les générateurs et/ou les détenteurs des déchets spéciaux sont tenus d'assurer ou de faire assurer, à leur charge, la gestion de leurs déchets.

Ils peuvent à cet effet, décider de s'associer dans des groupements agréés chargés de remplir les obligations qui leur incombent.

Les modalités d'agrément de ces groupements sont fixées par voie réglementaire.

Art. 17. — Le mélange de déchets spéciaux dangereux avec d'autres déchets est interdit.

Art. 18. — Les déchets issus des activités de soins doivent obéir à une gestion spécifique. Leur élimination est à la charge des établissements qui les génèrent et doit être pratiquée de manière à éviter toute atteinte à la santé publique et/ou à l'environnement .

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 19. — Il est interdit à tout générateur et/ou détenteur de déchets spéciaux dangereux de les remettre ou de les faire remettre à :

— toute autre personne que l'exploitant d'une installation autorisée pour le traitement de cette catégorie de déchets,

— tout exploitant d'une installation non-autorisée pour le traitement desdits déchets.

Toute personne qui remet ou fait remettre des déchets spéciaux dangereux est responsable des dégâts et dommages induits par la violation des dispositions du présent article autant que la personne ayant accepté lesdits déchets.

Art. 20. — 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.

Art. 21. — Les générateurs et/ou les détenteurs des déchets spéciaux dangereux sont tenus de déclarer au ministre chargé de l'environnement les informations relatives à la nature, la quantité et aux caractéristiques des déchets.

Ils sont également tenus de fournir périodiquement les informations ayant trait au traitement de ces déchets, ainsi qu'aux mesures pratiques prises et à prévoir pour éviter autant que faire se peut la production de ces déchets.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont définies par voie réglementaire.

Art. 22. — En cas de non admission des déchets spéciaux dans une installation autorisée pour le traitement de cette catégorie de déchets, l'exploitant de ladite installation est tenu de notifier, par écrit, au détenteur des déchets les raisons ayant motivé son refus et d'en informer le ministre chargé de l'environnement.

En cas de refus non fondé, le ministre chargé de l'environnement prend une décision imposant à l'exploitant de ladite installation le traitement de ces déchets aux frais du détenteur.

La décision précise la nature et la quantité des déchets à traiter et la durée de la prestation imposée.

Art. 23. — Au cas où les déchets sont abandonnés, déposés ou traités contrairement aux prescriptions de la présente loi et de ses textes d'application, la juridiction compétente peut, après mise en demeure du contrevenant, ordonner d'assurer d'office l'élimination desdits déchets à la charge de celui-ci.

Chapitre 2

Mouvement des déchets

Art. 24. — Le transport des déchets spéciaux dangereux est soumis à autorisation du ministre chargé de l'environnement après avis du ministre chargé des transports.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont définies par voie réglementaire.

Art. 25. — L'importation des déchets spéciaux dangereux est strictement interdite.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont définies par voie réglementaire.

Art. 26. — L'exportation et le transit des déchets spéciaux dangereux sont prohibés vers les pays qui en interdisent l'importation et vers les pays qui n'ont pas interdit cette importation en l'absence de leurs accords spécifiques et écrits.

Dans tous les cas, les opérations mentionnées au présent article sont soumises à l'autorisation préalable du ministre chargé de l'environnement. Cette autorisation n'est attribuée que si les conditions suivantes sont remplies :

— le respect des règles et des normes de conditionnement et d'étiquetage internationalement convenus,

— la présentation d'un contrat écrit entre l'opérateur économique exportateur et le centre de traitement,

— la présentation d'un contrat d'assurances présentant toutes les garanties financières nécessaires,

— la présentation d'un document de mouvement signé par la personne chargée de l'opération de transport transfrontières,

— la présentation d'un document de notification signé confirmant le consentement préalable de l'autorité compétente du pays d'importation.

L'autorisation de transit est assortie de l'apposition de scellés sur les conteneurs à l'entrée du territoire national.

Les modalités d'application des dispositions du présent article sont définies par voie réglementaire.

Art. 27. — Lorsque des déchets sont introduits sur le territoire national d'une manière illicite, le ministre chargé de l'environnement doit enjoindre à leur détenteur ou leur transporteur d'assurer leur retour vers le pays d'origine dans un délai fixé par le ministre.

Si le contrevenant ne s'exécute pas, le ministre chargé de l'environnement peut prendre toutes dispositions utiles pour assurer le retour de ces déchets à la charge du contrevenant.

Art. 28. — Lorsque des déchets sont exportés de manière contraire aux dispositions de la présente loi, le ministre chargé de l'environnement doit enjoindre au producteur ou aux personnes ayant contribué à l'exportation d'assurer leur retour sur le territoire national.

En cas d'inexécution, il prend toutes dispositions utiles pour assurer ce retour à la charge des participants à l'opération.

TITRE III

DECHETS MENAGERS ET ASSIMILES

Chapitre 1

Organe de gestion

Art. 29. — Il est institué un schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés.

Art. 30. — Le schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés porte notamment sur :

— l'inventaire des quantités des déchets ménagers et assimilés et des déchets inertes produites sur le territoire de la commune ainsi que leur composition et leurs caractéristiques,

— l'inventaire et l'emplacement des sites et installations de traitement existant sur le territoire de la commune,

— les besoins en capacité de traitement des déchets, notamment les installations répondant aux besoins communs de deux communes ou groupement de communes, en tenant compte des capacités installées,

— les priorités à retenir pour la réalisation de nouvelles installations,

— le choix des options concernant les systèmes de collecte, de transport et de tri des déchets, en tenant compte des moyens économiques et financiers nécessaires à leur mise en oeuvre.

Art. 31. — Le schéma communal de gestion des déchets ménagers et assimilés est élaboré sous l'autorité du président de l'assemblée populaire communale.

Ce schéma, qui doit couvrir l'ensemble du territoire de la commune, doit être en accord avec le plan d'aménagement de wilaya (PAW) et approuvé par le wali territorialement compétent.

Les modalités et procédures d'élaboration, de publication et de révision de ce schéma sont définies par voie réglementaire.

Art. 32. — La gestion des déchets ménagers et assimilés relève de la responsabilité de la commune conformément à la législation régissant les collectivités locales.

La commune organise, sur son territoire, un service public en vue de satisfaire les besoins collectifs des habitants en matière de collecte, de transport et, le cas échéant, de traitement des déchets ménagers et assimilés.

Le groupement de deux ou plusieurs communes peut décider de s'associer pour une partie ou la totalité de la gestion des déchets ménagers et assimilés.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par voie réglementaire.

Art. 33. — La commune peut concéder, selon un cahier des charges type, tout ou partie de la gestion des déchets ménagers et assimilés ainsi que les déchets encombrants et les déchets spéciaux générés en petite quantité par les ménages, à des personnes physiques ou morales de droit public ou de droit privé, conformément à la législation en vigueur régissant les collectivités locales.

Chapitre 2

Dispositions générales

Art. 34. — Les services publics désignés à l'article 32 de la présente loi comprennent :

— la mise en place d'un système de tri des déchets ménagers et assimilés en vue de leur valorisation ;

— l'organisation de la collecte séparée, le transport et le traitement approprié des déchets spéciaux générés en petite quantité par les ménages, des déchets encombrants, des cadavres d'animaux et des produits du nettoyage des voies publiques des halles et des marchés ;

— la mise en place d'un dispositif permanent d'information et de sensibilisation des habitants sur les effets nocifs des déchets sur la santé publique et/ou l'environnement et sur les mesures destinées à prévenir lesdits effets ;

— la mise en oeuvre de mesures incitatives visant le développement et la promotion de systèmes de tri des déchets ménagers et assimilés.

Art. 35. — Tout détenteur de déchets ménagers et assimilés est tenu d'utiliser le système de tri, de collecte et de transport, mis à sa disposition par les organes désignés à l'article 32 de la présente loi.

Art. 36. — La collecte, le transport et le traitement des déchets ménagers et assimilés issus des activités industrielles, commerciales, artisanales, de soins ou autres activités constituent des prestations rémunérées.

Les modalités d'application du présent article sont fixées par voie réglementaire.

TITRE IV

DECHETS INERTES

Art. 37. — La collecte, le tri, le transport et la mise en décharge des déchets inertes sont à la charge de leurs générateurs.

Le dépôt, le rejet et l'abandon des déchets inertes sont interdits sur tout site non désigné à cet effet et notamment sur la voie publique.

Art. 38. — Dans le cadre de son plan d'aménagement et de développement et conformément au schéma de gestion approuvé, la commune initie toute action et mesure visant l'implantation, l'aménagement et la gestion des sites des décharges désignés pour recevoir les déchets inertes.

Art. 39. — Les déchets inertes non valorisables ne peuvent être déposés que dans des sites aménagés à cet effet.

Art. 40. — Les modalités d'application des dispositions du présent titre sont fixées par voie réglementaire.

TITRE V

INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES DECHETS

Chapitre 1

Aménagement et exploitation

Art. 41. — Les conditions de choix de sites d'implantation, d'aménagement, de réalisation, de modification, de process et d'extension des installations de traitement des déchets sont régies par la réglementation relative aux études d'impact sur l'environnement et par les dispositions de la présente loi et de ses textes d'application.

Dans le cas où l'installation de traitement est à implanter sur un terrain en location ou en jouissance, la demande tendant à l'obtention de la décision de prise en considération de l'étude d'impact sur l'environnement comporte obligatoirement une pièce attestant que le propriétaire du terrain connaît la nature des activités projetées.

Art. 42. — Toute installation de traitement des déchets est soumise, préalablement à sa mise en service, à :

— une autorisation du ministre chargé de l'environnement pour les déchets spéciaux ;

— une autorisation du wali territorialement compétent pour les déchets ménagers et assimilés ;

— une autorisation du président de l'Assemblée populaire communale territorialement compétent pour les déchets inertes.

Art. 43. — En cas de fin d'exploitation ou de fermeture définitive d'une installation de traitement des déchets, l'exploitant est tenu de réhabiliter le site en vue de le remettre dans son état initial ou dans l'état fixé par l'autorité compétente.

L'exploitant est tenu d'assurer la surveillance du site pendant une période fixée par la notification de fin d'exploitation afin d'éviter toute atteinte à la santé publique et/ou à l'environnement.

Sans préjudice des poursuites pénales qui peuvent être exercées et lorsque l'exploitant refuse de procéder à la remise en état du site, l'autorité administrative compétente effectue d'office et aux frais de l'exploitant les travaux nécessaires à la réhabilitation du site.

Art. 44. — Les prescriptions techniques fixant les règles générales d'aménagement et d'exploitation des installations de traitement des déchets et les conditions d'admission des déchets au niveau de ces installations de traitement sont fixées par voie réglementaire.

Art. 45. — La mise en activité des installations de traitement des déchets est conditionnée par la souscription d'une assurance couvrant tous les risques y compris les risques d'accidents de pollution.

Chapitre 2

Surveillance et contrôle

Art. 46. — Outre les organes habilités en la matière par les lois et règlements en vigueur, la surveillance et le contrôle des installations de traitement des déchets sont exercés conformément aux dispositions de la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement.

Art. 47. — Les exploitants des installations de traitement de déchets sont tenus de fournir toutes les informations requises aux autorités de surveillance et de contrôle.

Art. 48. — Lorsque l'exploitation d'une installation de traitement des déchets présente des dangers ou des inconvénients graves sur la santé publique et/ou l'environnement, l'autorité administrative compétente ordonne à l'exploitant de prendre immédiatement les mesures nécessaires pour remédier à de telles situations.

Si l'intéressé n'obtempère pas, ladite autorité prend d'office les mesures conservatoires nécessaires aux frais du responsable et/ou suspend tout ou partie de l'activité incriminée.

Art. 49. — Pour l'exercice de la surveillance sus-mentionnée, l'autorité désignée à l'article 46 ci-dessus peut, en cas de besoin, faire appel à une expertise pour effectuer les analyses nécessaires à l'évaluation des nuisances et de leurs impacts sur la santé publique et /ou l'environnement.

TITRE VI

DISPOSITIONS FINANCIERES

Art. 50. — Les coûts inhérents au transport et au traitement des déchets spéciaux et inertes sont à la charge de leurs générateurs et/ou de leurs détenteurs.

La gestion des sites des décharges de déchets inertes constitue selon les modalités de l'article 39 de la présente loi une ressource pour les communes.

Art. 51. — Au sens de la présente loi, la collecte, le transport, le stockage et l'élimination des déchets ou tous autres services se rapportant à la gestion des déchets ménagers et assimilés, donnent lieu à la perception d'impôts, de taxes et de redevances dont la nomenclature et le montant sont fixés par la législation en vigueur.

Art. 52. — Outre les avantages prévus par la législation en vigueur, des mesures incitatives sont octroyées par l'Etat pour encourager le développement des activités de collecte, de tri, de transport, de valorisation et d'élimination des déchets selon des modalités qui sont fixées par la réglementation.

TITRE VII

DISPOSITIONS PENALES

Art. 53. — Est chargée de la recherche et de la constatation des infractions aux dispositions de la présente loi, la police chargée de la protection de l'environnement et ce, conformément aux dispositions de la loi n° 83-03 du 5 février 1983 relative à la protection de l'environnement.

Art. 54. — Les infractions aux dispositions de la présente loi sont constatées par des procès-verbaux conformément aux règles prévues par le code de procédure pénale.

Art. 55. — Toute personne physique qui jette, abandonne des déchets ménagers et assimilés ou refuse d'utiliser le système de collecte et de tri mis à sa disposition par les organes désignés à l'article 32 de la présente loi est puni d'une amende de cinq cents (500) à cinq mille dinars (5.000) dinars.

En cas de récidive, l' amende est portée au double.

Art. 56. — Toute personne physique exerçant une activité industrielle, commerciale, artisanale ou toute autre activité, qui jette, abandonne des déchets ménagers et assimilés, ou refuse d'utiliser le système de collecte et de tri mis à sa disposition par les organes désignés à l'article 32 de la présente loi, est punie d'une amende de dix mille (10.000) à cinquante mille (50.000) dinars.

En cas de récidive, l'amende est portée au double.

Art. 57. — Quiconque dépose, jette ou abandonne des déchets inertes sur tout site non désigné à cet effet et notamment sur la voie publique est puni d'une amende de dix mille (10.000) à cinquante mille (50.000) dinars.

En cas de récidive, l'amende est portée au double.

Art. 58. — Toute infraction aux dispositions de l'article 21 de la présente loi est punie d'une amende de cinquante mille (50.000) à cent mille (100.000) dinars.

En cas de récidive, l'amende est portée au double.

Art. 59. — Toute infraction aux dispositions de l'article 10 de la présente loi est punie d'une amende de cent mille (100.000) à deux cent mille (200.000) dinars.

En cas de récidive, l'amende est portée au double .

Art. 60. — Toute infraction aux dispositions de l'article 9 de la présente loi, est punie d'un emprisonnement de deux (2) mois à un (1) an et d'une amende de deux cent mille (200.000) à quatre cent mille (400.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double .

Art. 61. — Toute infraction aux dispositions de l'article 17 de la présente loi est punie d'un emprisonnement de trois (3) mois à deux (2) ans et d'une amende de trois cent mille (300.000) à cinq cent mille (500.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 62. — Quiconque remet ou fait remettre des déchets spéciaux dangereux en vue de leur traitement, à une personne exploitant une installation non autorisée pour le traitement de cette catégorie de déchets, est punie d'un emprisonnement de six (6) mois à deux (2) ans et d'une amende de quatre cent mille (400.000) à huit cent mille (800.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 63. — Quiconque exploite une installation de traitement des déchets sans se conformer aux dispositions de la présente loi est puni d'un emprisonnement de huit (8) mois à trois (3) ans et d'une amende de cinq cent mille (500.000) à neuf cent mille (900.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 64. — Quiconque dépose, jette, enfouit, abandonne ou immerge des déchets spéciaux dangereux dans des lieux non réservés à cet effet, est puni d'un emprisonnement de 1 (un) an à trois (3) ans et d'une amende de six cent mille (600.000) à neuf cent mille (900.000) dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 65. — Toute infraction aux dispositions de l'article 43 de la présente loi est punie d'un emprisonnement de six (6) mois à dix huit (18) mois et d'une amende de sept cent mille (700.000) à un million (1.000.000) de dinars ou de l'une de ces deux peines seulement.

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

Art. 66. — Quiconque importe, exporte ou fait transiter des déchets spéciaux dangereux en infraction aux dispositions de la présente loi est puni d'un emprisonnement de cinq (5) ans à huit (8) ans et d'une amende d'un million (1.000.000) à cinq millions (5.000.000) de dinars ou de l'une de ces deux peines seulement .

En cas de récidive, les peines sont portées au double.

TITRE VIII

DISPOSITION PARTICULIERE

Art. 67. — Il est créé un organisme public chargé de promouvoir les activités de collecte, de tri, de transport, de traitement, de valorisation et d'élimination des déchets.

Ses missions ainsi que les modalités de son organisation et de son fonctionnement sont fixées par voie réglementaire.

DECRETS

DÉCRET exÉCUTIF n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006 DÉFINISSANT les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

óóóó

Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03 -10 du 19 Jomada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Jomada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exÉCUTIF n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

DÉCRÊTE :

Article 1er. ó En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. ó Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. ó Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 4. ó Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. ó Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 6. ó Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. ó Les résultats des analyses doivent être mis à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. ó Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixées en annexe du présent décret.

Art. 9. ó Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

Art. 10. ó L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

Art. 11. ó Les opÈrations de contrÙle, telles que dÈfinies ci-dessus, donnent lieu † la rÈdaction d'un procÈs-verbal Ètabli † cet effet.

Le procÈs-verbal comporte :

ó les noms, prÈnoms et qualitÈ des personnes ayant effectuÈ le contrÙle,

ó la dÈsignation du ou des gÈnÈrateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activitÈ,

ó la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

ó les constatations relatives † l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'Ètat apparent de la faune et de la flore † proximitÈ du lieu de rejet et les rÈsultats des mesures et des analyses opÈrÈes sur place,

ó l'identification de chaque Èchantillon prÈlevÈ, accompagnÈ de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prÈlÈvement,

ó le nom du ou des laboratoires destinataires de l'Èchantillon prÈlevÈ.

Art. 12. ó Les mÈthodes d'Èchantillonnage, de conservation et de manipulation des Èchantillons ainsi que les modalitÈs d'analyses sont effectuÈes selon les normes algÈriennes en vigueur.

Art. 13. ó Toutes dispositions contraires au prÈsent d'Ècret et notamment les dispositions du d'Ècret exÈcutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisÈ, sont abrogÈes.

Art. 14. ó Le prÈsent d'Ècret sera publiÈ au *Journal officiel* de la RÈpublique algÈrienne d'Èmocratique et populaire.

Fait † Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS DIEFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	TempÈrature	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composÈs	"	15	20
12	Indice de pHÈnols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Etain total	"	2	2,5
21	ManganÈse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	ComposÈs organiques chlorÈs	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogÈne

DBO5 : Demande biologique en oxygÈne pour une pÈriode de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygÈne

MES : MatiÈre en suspension

Annexe n° 04 : Dosage des métaux lourds par la Spectroscopie d'absorption atomique

Principe

Le principe consiste à aspirer l'échantillon sous forme liquide dans une flamme à une température de l'ordre de 1 700 à 2 550 °C, de sorte qu'il se forme une vapeur atomique (atomes neutres, libres et à l'état fondamental). On irradie cette vapeur avec une lampe spectrale à cathode creuse. Ces lampes émettent des raies de transition des atomes recherchés. Seuls les atomes recherchés absorbent la radiation excitatrice. Ce qui nous permet de lier l'absorption lumineuse à la concentration des atomes étudiées. Cependant il y a toujours une absorption non spécifique si minime soit-elle. Cette dernière est significativement diminuée par l'emploi d'une lampe au Deutérium (correcteur de bruit de fond). En plus de la simple dilution ou de la minéralisation par voie humide souvent décrite, on préconise l'utilisation d'une solution de modificateur de matrice qui permet de transformer l'élément à doser en ses formes les plus stable thermiquement : composés oxydes, formes réduites ou phosphates, La formation des atomes neutres est réalisée par la vaporisation et l'atomisation dans une flamme air-acétylène.

III.1. Appareillage et réactifs

- Solution standard à 1,000 g/l de chaque élément à doser (Cd, Fe, Pb, Zn, Mn, Cu).
- Solution d'acide Nitrique 65% pour l'analyse des traces (V.W.R).
- Solution acide Nitrique > 69% pour l'analyse par four (V.W.R).
- Solution d'acide Chlorhydrique 37%.
- Eau de lixiviation (solution de l'échantillon) minéralisée.
- Eau pure.
- Eau ultra pure (conductivité égale à 0,0054µS/Cm).
- Nitrate d'Ammonium (NH₄NO₃).
- Chlorure de Palladium (PdCl₂).
- Chlorure Stanneux (SnCl₂) (M = 225,63 g.mol⁻¹) (MERCK).
- Micropipettes réglable, de capacité 1 ml.

- Fioles jaugées classe A.
- Le spectrophotomètre utilisé est un (**Thermo AAS-Spectrometer Solaar MQZ Zeeman**.

Double beam optic).programmé par un ordinateur et comprend :

- une source d'émission primaire : une tourelle qui peut contenir six lampes pour un dosage successif
- une source d'atomisation constituant la cellule d'absorption (aspirateur d'échantillon, nébuliseur, une flamme).
- un sélecteur de radiations : monochromateur.

Un four à graphite à injection et dilution intelligente avec correcteur par effet Zeeman (effet Zeeman inverse + effet Zeeman transversal).

Les conditions opératoires du spectromètre sont présentées dans le tableau ci-après :

Eléments	Cd	Pb	Zn	Fe	Mn	Cu
Paramètres						
Longueur d'onde (nm)	228,8	217,0	213,9	248,3	279,5	324,8
Fente (nm)	0,5	0,5	0,2	0,2	0,2	0,5
Temps de lecture en (S)	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Flamme	Air-acétylène	Air-acétylène	Air-acétylène	Air-acétylène	Air acétylène	Air acétylène

Type	stœchiométrique	stœchiométrique	stœchiométrique	stœchiométrique	Oxydante	Oxydante
-------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	----------	----------

Tableau(1) : Les conditions standards du spectromètre avec les différents éléments à doser [5]

Annexe n° 05 : Calcul de teneur des huiles en déblais

Mode opératoire :

On désaccouple la cellule, du godet qu'on remplit de notre échantillon à distiller
D'autre part on remplit la cellule avec la laine de fer, Ensuite on visse le godet sur cette dernière. Une fois le couple godet-cellule monté, on place le condenseur.

Après cette étape, on met le couple godet-cellule à l'intérieur de la chambre de chauffage et le condenseur à l'extérieur. Sous le tube de sortie du condenseur on place une éprouvette graduée pour récupérer le distillat et on relie le distillateur à une source de courant appropriée.

Lorsque ne sort plus de liquide du condenseur, après 30 à 60 minutes environ, on coupe le courant et lisons le volume de d'eau et d'huile.

Procédure de mesure de l'huile en déblais (OCC%) : [04]

Les mesures du OCC% faits par distillation sont calculées comme suit :

La cellule doit avoir une capacité de 50cm³ et l'éprouvette graduée de 50 cm³ de capacité et aussi avec de graduation 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.

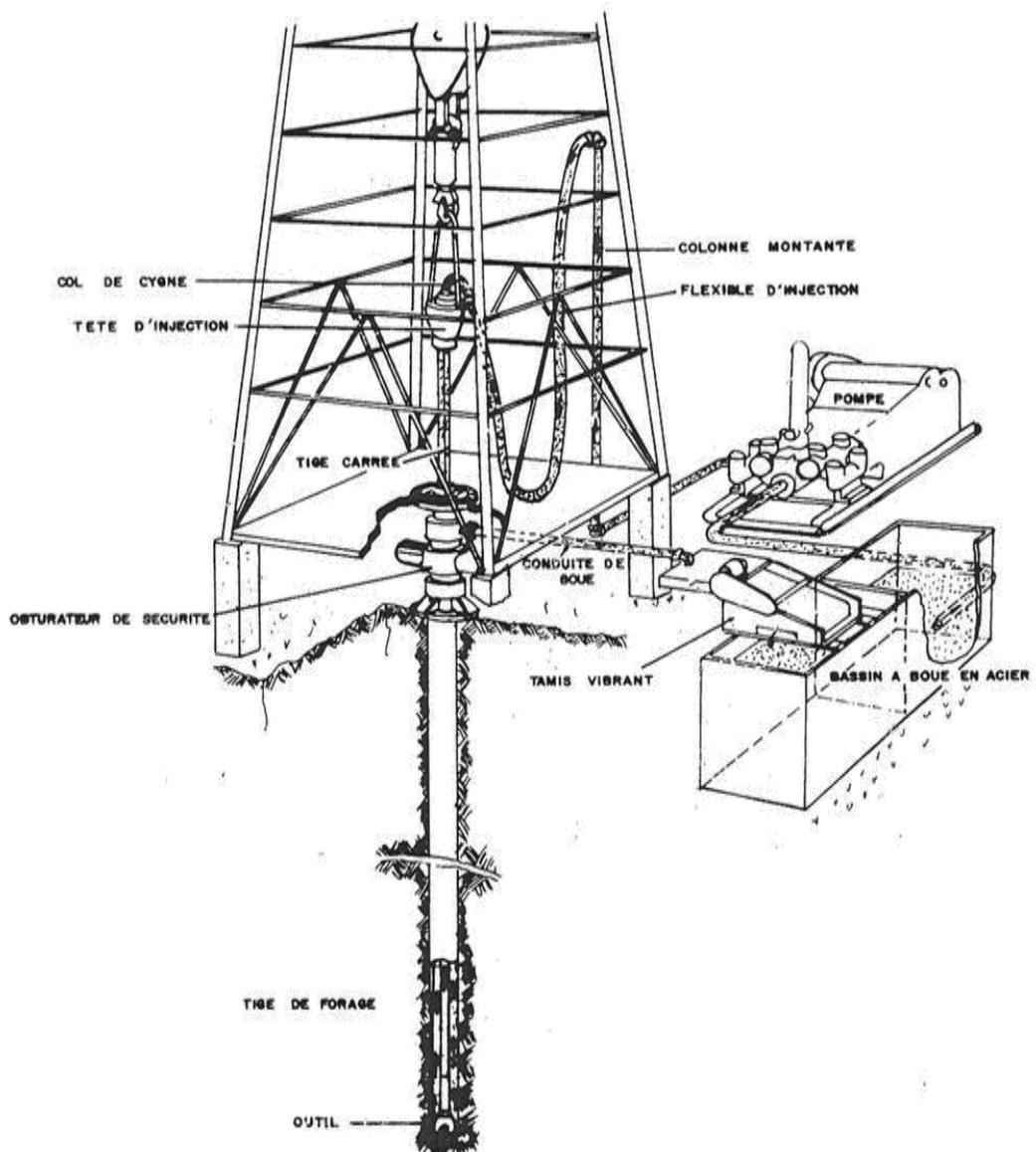
11. peser l'éprouvette remplie de fluide. Noter cette valeur P_4

12. la masse de l'échantillon brut $= P_2 - P_1$

13. la masse d'huile $= P_4 - (P_3 + V)$, la densité de l'eau étant de 1.

14. la somme des masses huiles, l'eau et dry cuttings doivent être entre 95% et 105% de la valeur de wet cuttings.

le OOC% massique $= [P_4 - (P_3 + V)] / (P_2 - P_1)$.



Annexes N° 6 :



Malaxeur pate de ciment

Annexes N°7 :



Les moules graissés pour les éprouvettes de mortier

Annexes N°8 :



Table vibrante

Annexes N°9 :



Démoulage des éprouvettes

Annexes N°10 :



Etuve

Résumé

Le développement de l'industrie pétrolière dans la zone de SIDI AISSA et les rejets qui sont résultés à cause des forages pétroliers et de l'exploitation des unités de production, provoquent de grands problèmes sur l'écosystème.

En ce cas l'état Algérien souligne une stratégie pour la gestion de ces rejets à partir des méthodes mécaniques, chimiques et thermiques.

Dans ce mémoire nous avons fait une étude sur l'efficacité de ces méthodes et nous avons proposé une voie de recyclage et de valorisation qui peut donner une solution pour la gestion de ces rejets.

Summary

The development of the oil industry in the area of Sidi Aissa and releases that resulted from it because of oil drilling and operation of production units, cause big problems on the ecosystem.

In case the Algerian state emphasized a strategy for managing these releases from mechanical, chemical and thermal methods.

In this brief we did a study on the effectiveness of these methods and we have proposed a way of recycling and recovery that can give a solution for the management of such releases.