

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE
LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université Kasdi Merbah Ouargla

Faculté des sciences appliquée
Département D'hydraulique Et Geni Civil

Mémoire de fin étude

MASTER PROFESSIONNEL

Option : Forage d'eau

THEME

**Étude et traitement des boues de forage
Pétrolier dans les phases 26'' et 16''**

Soutenue le : 30 -05- 2017

Présenté par:

✚ BERHANE Salah Eddine.

✚ GUENDOUZ Soufiane.

Devant le jury composé de :

REZAGUI Djihad	MA(B)	Université kasdi Merbah Ouargla	Président.
NETTARI Kamel	MA(A)	Université kasdi Merbah Ouargla	Examineur.
MANSOURI Zina	MA(A)	Université kasdi Merbah Ouargla	Encadreuse.

Année universitaire : 2016 - 2017



Dédicas

« Louange au Bon Dieu, le seul, l'unique et le tout puissant »

A ma très chère mère,

A mon très cher père,

A mes oncles

A mes frères

A ma sœur

Mes deux grands - pères et ma grand - mère

Toute la famille BERHANE

A mes proches grands et petits

Tous mes amis

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail

BERHANE Salah Eddine

Dédicas

« Louange au Bon Dieu, le seul, l'unique et le tout puissant »

A ma très chère mère,

A mon très cher père,

A mes oncles

A mes frères

A ma sœur

Mes deux grands - pères et ma grand - mère

Toute la famille GUENDOZ

A mes proches grands et petits

Tous mes amis

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans la réalisation de ce travail

Remercient

En premier lieu, nous tenons à remercier notre ALLAH, notre créateur pour nous donner la chance d'étudier et la force pour accomplir ce travail.

Nous adressons nos vifs remerciements à notre professeur consultant:

Ainsi nos parents qui nous aident.

Nous tenons à remercier en premier lieu et très chaleureusement Notre promoteur M^{elle}. MANSOURI

Pour avoir accepté de diriger notre travail, pour ses précieux Conseils, pour leurs esprits d'ouverture et leurs disponibilités. Grâce à lui, notre travail s'est déroulé.

Nos remerciements s'adressent également aux membres de jury qui nous font l'honneur de juger notre travail

Nous tenons à remercier Mr. KBAILI NABIL

Nous remercions toutes personnes qui nous ont

la finalisation de ce travail, nous tenons à leur exprimer notre vive gratitude.

Berhane et Guendouz

ABBREVIATION UTILISEES

- WBM :** (*boues à Base d'eau*)
- OBM :** (*boues à base huileuse*)
- SG :** (*gravité spécifique*)
- CMC:** (*Carboxy Méthyl Cellulose*)
- API:** (*American Petroleum Institute*)
- OOO :** (*oil on cuttings*)
- HP/HT :** (*Haute pression et haute température*)
- HMD :** (*HASSI MESSAOUD*)
- S/S :** (*Stabilisation/solidification*)
- CC :** *centimeter cube*
- LGS :** *low gravity solide*
- HC:** *hydraucarbure*
- Cp:** *centipoise*
- Yp:** *Yield point*
- Vp:** *viscosité plastique*
- PM :** *Phénolphtaleine – Mud*
- Va:** *Viscosité apparente*
-

SOMMAIRE

CHAPITRE I LES FLUIDES DE FORAGE

Historique :	1
I.1.Généralités Sur les fluides de forage.....	2
I.2.Définition d'un fluide de forage.....	2
I.3. Les fonctions du fluide de forage.....	3
I.3.1. Nettoyage du puits.....	3
I.3.2. Maintien des déblais en suspension	3
I.3.3. Sédimentation des déblais fins en surface	3
I.3.4. Refroidissement et lubrification de l'outil et du train de sonde	3
I.3.5. Prévention du cavage et des resserrements des parois du puits.....	3
I.3.6. Dépôt d'un cake imperméable.....	4
I.3.7. Prévention des venues d'eau, de gaz, ou d'huile.....	4
I.3.8. Augmentation de la vitesse d'avancement	4
I.3.9. Entraînement de l'outil.....	4
I.3.10. Diminution du poids apparent du matériel de sondage	5
I.3.11. Apport de renseignements sur le sondage	5
I.3.12. Contamination des formations productrices	5
I.3.13. Corrosion et usure du matériel.....	5
I.4. Circulation du fluide de forage	5
I.5. Classification des fluides de forage.....	6
I.6. Les fluides à base d'huile (OBM).....	6
I.6.1. Les fluides à base d'eau (WBM).....	7
I.7. Les fluides de forage gazeux	7
I.8. Composition des fluides de forage.....	8
I.9. Les composants de la boue de forage et leur rôle	8
2. Formulation des boues de forage.	9

CHAPITRE II CARACTÉRISTIQUES DES FLUIDES DE FORAGE

II.1. Rôle de La filtration :	12
II. 1 .1. Vitesse d'avancement du forage :	12
II.1.2. Tenue des terrains :	12
II.1.3. Envahissement des couches perméables :	13

II.2. Teneur en solides, en eau et en huile :	13
II.2.1 . Importance de la teneur en solide :.....	14
II.3. Densité et masse volumique :	14
II.3.1. Rôle de la densité :	15
3. Rhéologie :.....	15
4. Viscosité plastique :	16

CHAPITRE III CONTAMINATIONS ET EQUIPEMENT DE TRAITEMENT

1.2 - Sel (Na Cl)	19
1.3 - Ciment	20
1.4 - Gaz carbonique (CO ₂).....	20
1.5 - Hydrogène sulfuré (H ₂ S).....	20
1.6 - Eau.....	21
1.7 - Huile	21

ANALYSE ET TRAITEMENT

8.5.1 boue a base d'eau.....	45
9.3 Tests chimiques pour une boue à base l'huile.....	48
Résultats des analyses boue a base huile :	50

Annexe

CONCLUSION

Bébliographie

Listes des figures

Figure I. 1: Schéma de circulation de fluide de forage	6
Figure III. 1: Le tamis vibrante	23
Figure III. 2: Bac décantation.....	23
Figure III. 3: Séparateur vertical	24
Figure III. 4: Dégazeur.....	25
Figure III. 5: L'hydro cyclone	26
Figure III. 6: Mud Cleaner	26
Figure III. 7: Centrifugeuse Horizontale.....	27
Figure III. 8: Circulation du la boue de forage.....	28
Figure III. 9: Bourbiers étanche avant le forage.....	28
Figure III. 10: Bourbiers étanche en cours de forage	29
Figure III. 11: Centrifugeuse verticale (verti-G).....	32
Figure III. 12: Bourbier conventionnel.....	32
Figure III. 13: Bourbier wet pit	33

Listes des Photos

Photo 1: Appareil de mesure densimètre	35
Photo 2: Distillateur Fann	37
Photo 3: Viscosimètre.....	39
Photo 4: Viscosimètre Marsh.....	40
Photo 5: Filtre presse	41
Photo 6: Stabilité électrique	42
Photo 7: Equipement de solidification.....	55
Photo 8: Unité de Solidification.....	55
Photo 9: Unité de Solidification.....	56
Photo 10: Schéma simplifié de l'unité de traitement par solidification stabilisation	57
Photo 11: Solidification de borbier.....	57
Photo 12: Schéma du procédé traitement thermique.....	58

Listes des Tableaux

Tableau 1: L'historique les fluides de forage.....	1
Tableau 2: Les catégories des composants utilisés dans les fluides de forage.....	8
Tableau 3: Contaminations et traitements	22
Tableau 4: Essai Oil on cutting.....	38
Tableau 5: Composition de boue à base d'eau	43
Tableau 6: Caractéristique chimique.....	46
Tableau 7: Caractéristiques physiques	46
Tableau 8: Composition boue a base huile.....	47
Tableau 9 : Résultats des analyses physique de boue a base huile	50
Tableau 10: Résultats des analyses chimique de boue a base huile.....	50

ملخص:

سائل الحفر هو العنصر الاساسي في الحفر البترولي وباختلاف الاراضي المحفورة (طبيعة الأرض المحفورة درجة الحرارة والرطوبة) يجب علينا تغيير خصائص بعض من خصائصها لهذا سيتمحور بحثنا حول دراسة هذه الخصائص وكيفية تغييرها ودورة سائل الحفر لتحقيق حفر جيد.

الكلمات المفتاحية : سائل الحفر

Résumé :

Les fluides de forage est l'élément clé dans les forages pétroliers et en fonction de la terre Excavée (creusé la terre gérable. Température et humidité ...), nous devons-nous changer les Propriétés de quelques-unes des caractéristiques de cette étude seront concentrer notre Recherche sur ces propriétés et la façon de les changer et le cycle de fluides de forage pour le Forage de puits...

Mots clés : Fluides de forage.

Summary:

Drilling fluids is the key element in petroleum drilling and depending on soil excavated (dug earth manageable. Temperature and humidity ...) we must we change the properties of some of the characteristics of this study will focus our research on these properties and how to change them and the cycle of drilling fluids for drilling well.

Keys word: Drilling fluid

INTRODUCTION

L'industrie algérienne se base essentiellement sur les hydrocarbures. Actuellement l'engouement aux richesses sous terrain à dévier l'investissement algérien sur l'exploitation de ces énergies faucille.

Les gisements de pétrole et de gaz sont bien plus profonds, ce que nécessitent des opérations délicates.

Le forage est le premier moyen qui nous permet d'avoir ces gisements exploitables, pour réaliser un puits pétrolier un enchaînement d'opérations permettant d'attendre les roches poreuses et perméables du sous-sol susceptible de contenir des hydrocarbures liquides ou gazeux.

Le forage est fait par trois paramètres essentiellement son levage, rotation, l'injection d'un fluide, Ces derniers est changé à la variation des couches qui vous forez, qui nécessaire des pompes pour injecter la boue dans le puits, puis récupéré avec les déblais qui passé à un traitement spécial qui isole la boue vers les bacs actifs et les déchets vers le borbier, ces derniers provoquent des problèmes qui menacent la faune et la flore.

Notre mémoire est devise en deux parties, la première partie est théorique qui est constitué de trois chapitres le premier est les fluides de forage , Un deuxième chapitre est les caractéristique des fluides de forage et le troixième chapitre sur les contamination et leur traitements.

Une autre partie pratique est l'analyse laboratoire de la boue, et les traitements et, on termine avec une conclusion générale sur notre travail.

CHAPITRE I

Généralité sur les fluides de forage

LES FLUIDES DE FORAGE

Historique :

La tradition rapporte que c'est sur le champ de **SPINDLETO**, près de **BEAUMONT (Texas)** que la boue de forage fût utilisée pour la première fois par le capitaine **LUCAS**, l'évolution s'est faite au fur et à mesure des problèmes rencontrés et déjà un mélange d'eau et d'argiles.

On peut diviser l'histoire de la boue en quatre périodes :

- Avant 1901 : période artisanale.
- De 1901 à 1928 : période empirique.
- De 1928 à 1955 : période expérimentale.
- A partir de 1955 : période technique.

Ce tableau résume l'histoire des fluides de forage :

Phase liquide		Date et type de boue
Eau	Ordinaire	L'eau en 1901
		Traitements chimique 1929
	Spéciale	Boue à la chaux 1945
		Silicate de soude 1930
Mixte		Emulsionnée ordinaire 1943
		Emulsionnée Saturée en sel
Huile		Boue à l'huile lourde 1935

Tableau 1: l'histoire des fluides de forage

Le forage pétrolier fait partie de l'ensemble des opérations nécessaires pour localiser et extraire de la roche réservoir les hydrocarbures présents dans le sous-sol. Plusieurs forages sont nécessaires pour aboutir à l'exploitation d'un gisement : forages d'exploitation pour confirmer la présence d'hydrocarbures, forages d'évaluation qui permettent d'estimer la viabilité économique du développement, et enfin les puits de développement qui aboutissent à la mise en production.

Le succès d'une opération de forage est assuré par plusieurs facteurs dont le choix du fluide de forage lesquels sont classés dans la famille des fluides complexes du fait de leur nature même (ces fluides peuvent être des émulsions/suspensions de divers constituants) dont les fonctions sont multiples (refroidir et lubrifier l'outil au cours du forage, maintenir les parois du puits, maintenir les déblais en suspension, assurer la remontée des déblais, ...). La connaissance et le contrôle des propriétés rhéologiques des fluides de forage ont donc une incidence majeure sur le bon déroulement d'une opération de forage. Ces fluides appelés classiquement « boues » présentent un comportement non newtonien ; ils sont habituellement rhéofluidifiants, thixotropes et fortement thermos dépendants, et ceci à différents niveaux suivant le type de boue et les conditions d'utilisation.

I.1.Généralités Sur les fluides de forage.

Depuis le siècle dernier, le développement des exploitations pétrolières s'avère d'une grande importance d'exploitation d'un gisement pétrolier nécessite plusieurs opérations.

- Localisation de la roche réservoir et confirmation de la présence des hydrocarbures.
- Evaluation de la viabilité économique du développement.
- Le forage et la mise en production des puits de pétrole et de gaz.

Par ailleurs, le succès d'une opération de forage est assuré en grande partie par le bon choix du fluide de forage.

Dans ce chapitre, nous présenterons les principaux rôles et caractéristiques des fluides de forage.

I.2.Définition d'un fluide de forage.

Un fluide de forage ou boue de forage est un système composé de différentes combinaisons liquides (eau, huile, ...), gazeuses (air ou gaz naturel) contenant en suspension une phase solide (argile, déblais, ciments, ...). C'est un fluide non newtonien, visqueux ou viscoélastiques, le plus souvent thixotrope.

I.3. Les fonctions du fluide de forage.

La plupart des manuels de fluide de forage listent entre 10 à 20 fonctions que le fluide de forage exécute tout en forant un puits. En général, les principaux rôles du fluide de forage sont :

I.3.1. Nettoyage du puits

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

I.3.2. Maintien des déblais en suspension

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

I.3.3. Sédimentation des déblais fins en surface

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

I.3.4. Refroidissement et lubrification de l'outil et du train de sonde

Du fait de son passage en surface, la boue en circulation se trouve à une température inférieure à celle des formations ce qui lui permet de réduire efficacement l'échauffement de la garniture de forage et de l'outil.

Cet échauffement est dû à la transformation d'une partie de l'énergie mécanique en énergie calorifique.

I.3.5. Prévention du cavage et des resserments des parois du puits

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

Le cavage est causé par des éboulements, par la dissolution du sel, par la dispersion des argiles, par une érosion due à la circulation de la boue au droit des formations fragiles,

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

I.3.6. Dépôt d'un cake imperméable

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

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

I.3.7. Prévention des venues d'eau, de gaz, ou d'huile

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

La pression hydrostatique souhaitée est maintenue en ajustant la densité entre des valeurs maximum et minimum.

I.3.8. Augmentation de la vitesse d'avancement

Au même titre que le poids sur l'outil, la vitesse de rotation et le débit du fluide, le choix du type et les caractéristiques de la boue conditionnent les vitesses d'avancement

Instantanées, la durée de vie des outils, le temps de manœuvre, en un mot, les performances du forage.

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

I.3.9. Entraînement de l'outil

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

I.3.10. Diminution du poids apparent du matériel de sondage

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

I.3.11. Apport de renseignements sur le sondage

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

- ❖ Les cuttings remontés par la circulation de boue
- ❖ L'évolution des caractéristiques physiques et/ou chimiques de la boue
- ❖ La détection des gaz ou autres fluides mélangés à la boue

I.3.12. Contamination des formations productrices

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

I.3.13. Corrosion et usure du matériel

La boue peut accélérer l'usure du matériel de sondage, par une action mécanique, si elle contient des matériaux abrasifs.

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

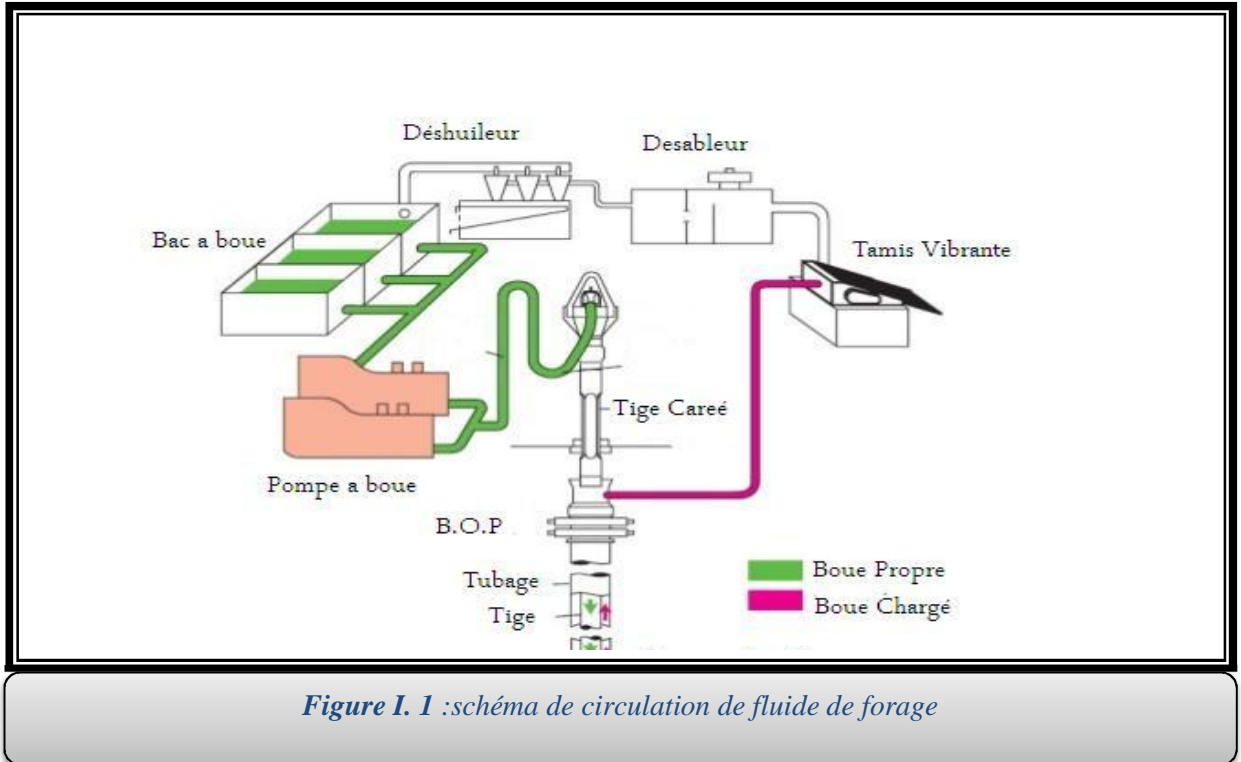
I.4. Circulation du fluide de forage

La boue de forage est en circulation continue durant toute la durée du forage aussi bien dans le sondage qu'en surface.

Le fluide est préparé dans les bacs à boues ; il est injecté à l'intérieur des tiges jusqu'à l'outil, ensuite, il remonte par l'espace annulaire chargé de déblais formés au front

de taille. A la sortie du puits, il subit divers traitements, (tamisage, dilution, ajout de produit.)

De telle façon à éliminer les déblais transportés et à réajuster ses caractéristiques physico-chimiques et rhéologiques par rapport aux valeurs importantes (avant injection)



I.5. Classification des fluides de forage.

Traditionnellement, les fluides de forage sont classés en trois catégories en accord avec le fluide de base utilisé dans leur préparation. C'est à dire : l'air, l'eau et l'huile.

I.6. Les fluides à base d'huile (OBM)

Les boues à l'huile sont choisies pour leur stabilité à des hautes températures, lubrification et attributs stabilisants le trou de puits, bien qu'elles aient des propriétés particulières, il est difficile de les assurer qu'avec des boues à l'eau, leur utilisation occasionnent quelques difficultés, tels que la manipulation spéciale et les problèmes environnementaux.

Les boues à base d'huile sont des émulsions inverses dont la phase continue est une huile organique ou minérale (pétrole brut, gaz oil, ...) et la phase dispersée (discontinue) est une solution aqueuse de 50% en volume au maximum qui garde l'avantage d'une

phase externe constituée par l'huile. Des agents viscosifiants, émulsifiants, stabilisants fluidifiants et alourdissants sont alors additionnés. Ces fluides présentent une insensibilité aux contaminants (NaCl, KCl, argile, ...), une réduction du frottement de la garniture sur les parois du puits et un endommagement limité de la formation, d'où une meilleure productivité, à moins qu'ils posent des problèmes écologiques (pollution), ils peuvent contaminer le laitier de ciment et ils sont très coûteux.

Actuellement, des fluides à base d'huile non toxique (huiles végétales) sont de plus en plus utilisés ainsi que les fluides à base d'eau.

I.6.1. Les fluides à base d'eau (WBM)

Ces fluides sont les plus utilisés dans le domaine du forage. Ils sont généralement constitués par des suspensions d'argile (bentonite, ...), des solides inertes (carbonates,) dont les caractéristiques rhéologiques sont corrigées par addition de polymères viscosifiants (Xanthane, ...). Des réducteurs de filtrat entre également dans la composition (carboxyméthylcellulose, polymères synthétiques)

Ces fluides sont moins coûteux et moins polluants ; cependant, la dégradation thermique des polymères utilisés dans ces formulations présente un inconvénient majeur pour le bon déroulement d'une opération de forage (domaine de stabilité thermique du xanthane 120 °C – 138 °C).

Il est possible de classer ce type de fluides en trois catégories :

- Boues douces (boues bentonitiques).
- Boues salées.
- Boues salées saturées.

I.7. Les fluides de forage gazeux

Ce sont des fluides dont la phase continue est du gaz mélangé avec de l'eau en proportions variables provenant de la formation traversée (inévitablement) ou ajoutés intentionnellement. Le gaz peut être de l'air, du gaz naturel, de la mousse ou du brouillard.

I.8. Composition des fluides de forage.

Le choix de la formulation à utiliser va dépendre de la formation rocheuse à traverser, des contraintes environnementales et économiques ainsi que des possibilités d'approvisionnement sur place des produits à boue. Différentes formulations peuvent être utilisées sur un même forage selon les couches géologiques traversées. Les boues à l'huile donnent généralement de meilleurs résultats (meilleures lubrifications, minimisation de l'endommagement des formations productrices, résistances aux hautes températures) mais sont généralement plus chères et posent des problèmes écologiques.

I.9. Les composants de la boue de forage et leur rôle

Les propriétés que l'on exige des boues de forage sont multiples et peuvent parfois même être contradictoires. Les boues doivent, par exemple, être très visqueuses pour assurer la remontée des déblais, mais la viscosité ne doit pas être trop élevée afin de diminuer les pertes de charge dues à l'écoulement et éviter la fracturation de la formation.

De nombreux composants multi-fonction sont donc ajoutés à la boue pour obtenir les propriétés désirées.

Il est possible de classer grossièrement ces composants en 20 catégories représentées dans le tableau (1) :

Tableau 2: Les catégories des composants utilisés dans les fluides de forage

1	Contrôleur d'alcalinité	11	Lubrifiant
2	Bacéricides	12	«Décoiçant »
3	Anti-calcium	13	Inhibiteur de gonflement des argiles
4	Inhibiteur de corrosion	14	Produits facilitant la séparation
5	Anti-mousse	15	Stabilisateur haute température
6	Agent moussant	16	Défloculant
7	Emulsifiant	17	Viscosifiant
8	Réducteur de filtrat	18	Alourdissant
9	Floculant	19	Fluide de base aqueux (saumure)
10	Colmatant	20	Fluide de base oléagineux

On peut trouver, par exemple, dans la famille des viscosifiants des argiles (Bentonites, organophiles) et de polymères : PAC, HEC, Biopolymères (Xanthane, Guar) pour les allourdissants : de la baryte ($BaSO_4$) ou de Carbonate ($CaCO_3$), pour les réducteurs de filtrat (servant à consolider le cake de filtration pour limiter l'invasion par le filtrat) : des amidons, des CMC ou des résines, pour les inhibiteurs de gonflement des argiles, du KCl, du Glycérol et divers polymères, et enfin, pour les colmatants, il est possible de trouver des additifs exotiques comme des granuleux (Coquilles de noix), des fibreux (fibres de bois, Canne à sucre), des lamellaires (Coquilles d'huîtres, céréales)

2. Formulation des boues de forage.

Les boues de forage sont donc des formulations extrêmement complexes comprenant des additifs de fonctions multiples. Pour éviter des problèmes de reproductibilité sur chantier, la profession a normalisé la préparation et la caractérisation des fluides de forage par les normes éditées par l'API (American Petroleum Institute), pour la formulation sur site et au laboratoire pour la caractérisation des propriétés.

La formulation proprement dite de la boue est optimisée (généralement par le fournisseur des produits), le temps et l'ordre d'agitation de chaque produit étant défini. Au laboratoire, sont utilisés des agitateurs normalisés (exemple, Hamilton Beach mixer pour les boues à base d'eau) alors que sur site, le mélange se fait dans des bacs à boues soumis à agitation.

Chaque formulation spécifique est caractérisée et optimisée en laboratoire avant d'être utilisée, toutefois, la boue subit, au cours de sa circulation dans le puits, de nombreuses contraintes et peut être affectée par des événements liés au forage (venues d'eau, venues de gaz...) ; il est donc important de contrôler les propriétés en cours de forage et en particulier les propriétés rhéologiques, à savoir, la viscosité et la yield point.

CHAPITRE II

Caractéristique des Fluides

Caractéristiques des fluides de forage

Pour remplir correctement son rôle la boue de forage doit posséder un certain nombre de caractéristiques physiques et chimiques bien précises. Ce sont ces propriétés qui font l'objet d'un contrôle Constant.

II.1. Filtration

Le mécanisme de la filtration peut être schématisé de la manière suivante : Nous avons d'une part une formation poreuse et perméable et d'autre part une suspension argileuse dans de l'eau qui sous l'effet d'une pression différentielle tendra à pénétrer dans la formation.

a) Si toute les particules de la boue sont plus petites que les pores du milieu

Perméable, toute la suspension traversera le milieu perméable et se comportera comme un système mono phasique. Ce cas extrême est entre autres celui des pertes de circulation. Les caractéristiques rhéologiques peuvent freiner ou même arrêter le phénomène, si la pression motrice est faible.

b) Si une partie des particules est plus grosse que les pores du milieu perméable

Elle sera retenue tandis que le liquide et les particules les plus fines pénétreront dans la formation. Après un temps plus ou moins long les particules les plus fines colmateront le dépôt déjà formé par les particules grossières et ainsi sera formé un film plus ou moins imperméable qui laissera filtrer peu ou pas de phase liquide. Ce phénomène est appelé filtration, le liquide qui passe filtrat et Le dépôt solide sur la paroi cake.

c) Si toutes les particules sont plus grosses que les pores du milieu perméable,

Seul le liquide ou filtrat pénètre dans la formation.

Ce cas diffère peu du précédent car c'est la perméabilité du cake qui intervient dans la valeur de filtration.

En pratique les opérations de mise en production, de diagraphies différées dans les puits montrent que la phase liquide de la boue et parfois la boue elle-même envahissent les formations perméables sur un rayon plus ou moins important.

On schématise ces phénomènes au laboratoire par la filtration de la boue sur un milieu filtrant standard constitué par un papier filtre normalisé.

En pratique les opérations de mise en production, de diagraphies différées dans les puits montrent que la phase liquide de la boue et parfois la boue elle-même envahissent les formations perméables sur un rayon plus ou moins important.

On schématise ces phénomènes au laboratoire par la filtration de la boue sur un Milieu filtrant standard constitué par un papier filtre normalisé.

II.1. Rôle de La filtration :

Les phénomènes de filtration de la boue sont extrêmement importants car ils conditionnent

- La vitesse d'avancement du forage.
- La tenue des terrains forés.
- L'envahissement des couches perméables.

II. 1 .1. Vitesse d'avancement du forage :

En maintenant constants les paramètres de forage, on constate que dans bien des cas, en particulier dans les formations marneuses, perméables ou mal consolidées, la vitesse d'avancement est plus importante avec les filtrats élevés. Ceci s'explique du fait que le filtrat aide à la désagrégation des roches et facilite ainsi le travail de l'outil.

Malheureusement, comme nous allons le voir, des valeurs élevées de filtrat ne sont pas compatibles avec d'autres impératifs.

II.1.2. Tenue des terrains :

S'il n'y a pas ou peu de problèmes de ce type au droit de formations consolidées (grès ou calcaire) il n'en est pas de même dans des zones mal consolidées telles que marnes et sables par exemple. L'invasion de telles zones par un filtrat important créera une instabilité des parois du fait de l'hydratation des marnes et argiles ou du délitage des sables.

De plus à un filtrat élevé correspond un cake épais qui en réduisant le diamètre du sondage peut créer en manœuvre des surpressions et / ou dépressions nuisibles à la tenue du forage et à l'équilibre des couches.

De plus, un cake épais possède de mauvaise caractéristique mécanique qui - rendent aisée sa destruction par les manœuvres et la rotation de la garniture Il ne remplit donc plus son rôle de consolidation des parois.

Enfin un cake épais rend difficile la réalisation de cimentation de bonne qualité derrière les tubages mis en place. Un cake de bonne qualité doit permettre de réduire au minimum le nombre des colonnes techniques de tubage.

II.1.3. Envahissement des couches perméables :

Il faut considérer le cas d'envahissement des couches perméables contenant ou non des hydrocarbures. Si la couche ne contient pas des hydrocarbures, l'invasion par le filtrat n'a, en plus des inconvénients déjà signalés (tenue des terrains), Que celui de gêner l'interprétation de certaines diagaphies différées. Si la couche contient des hydrocarbures liquides, l'invasion par le filtrat contenant une certaine quantité de particules colloïdales provoque une réduction de la perméabilité effective à l'huile pour les raisons suivantes :

' Les matières colloïdales peuvent être adsorbées sur les parois solides ou être piégées dans les petits pores et ainsi réduire la section offerte au passage de l'huile.

Le filtrat aqueux peut former, avec l'huile en place, des émulsions plus visqueuses que l'huile et réduire ainsi la mobilité de l'huile.

La phase eau du filtrat peut enfin bloquer les pores en restant piégée sous forme de gouttelettes qui ne peuvent être déplacées par l'huile en raison de la tension interfaciale entre l'eau et l'huile et des forces capillaires qui résultent de la formation de ces interfaces.

II.2. Teneur en solides, en eau et en huile :

La connaissance de la concentration en solides, en eau et en huile d'une boue est d'une importance considérable, tout particulièrement dans les boues alourdis et dans les boues émulsionnées.

II.2.1 . Importance de la teneur en solide :

Lorsque les caractéristiques de la boue doivent être modifiées ou ramenées aux valeurs prévues initialement, deux types de traitements sont toujours à envisager :

1. Un traitement chimique adapté qui sera déterminé après essais-pilote au laboratoire du chantier.
2. Un traitement par dilution permettant de réduire la teneur solide de la

Boue. En générale la première solution est la moins onéreuse, à condition qu'elle soit efficace rapidement car le facteur temps est un facteur économique de première importance.

La seconde solution ne fait aucun doute sur le plan de l'efficacité mais son prix est souvent tel qu'il est nécessaire de s'assurer de sa nécessité avant mise en pratique C'est la teneur de solide ou eau qui nous permettra de prendre cette décision.- Sur une boue très chargée en solide , les traitements chimiques sont soit inefficaces soit très temporaires.

II.3. Densité et masse volumique :

La densité est le rapport de la masse volumique d'un corps à la masse volumique d'un corps de référence dans des conditions qui doivent être spécifiées pour les deux corps (l'eau à 40c pour les liquides et les solides et l'air pour les gaz), Elle s'exprime par un nombre sans dimension.

La masse volumique est le rapport de la masse d'un corps à son volume dans des conditions définies de pression et température, elle s'exprime en grammes par centimètre cube ou en kilogrammes par mètre cube dans le système décimal. Dans les pays anglo-saxans , [a densité s'exprime par le même nombre Sans dimension que chez nous et se nomme « specific gravity » La densité des boues de forage se principe est analogue à celui de la permettent de lire directement.

Où :

P : pression en (Pa) / **H** : profondeur (m)

ρ : masse volumique (kg/m³) / **G** : Pesanteur (m²/s)

$$P = \rho G H$$

II.3.1. Rôle de la densité :

La densité est un paramètre important des boues de forage ' elle doit être suffisamment élevée pour que la pression hydrostatique exercée par la boue sur les formations empêche les venues d'eau, d'huile et de gaz et par conséquent les éruptions, mais il ne faut pas qu'elle dépasse la limite de résistance des roches pour ne pas fracturer et amener des pertes de circulation.

Un accroissement de la densité pendant le forage de terrains argileux ou marneux est un indice de l'enrichissement de la boue en solides ' Une diminution de densité non consécutive à un ajout d'eau est l'indice d'une venue d'eau, de gaz ou plus rarement d'huile ce peut être aussi la conséquence d'une prise d'air [fuit., aux aspirations des pompes) ou d'un déséquilibre chimique (dans le cas des fluides traités aux dérivés ligneux) causant un microbullage de la boue faut réagir très vite lorsque la densité d'une boue diminue et effectuer le traitement correcteur adéquat.

- pour calculer la pression P , exercée h , on appliquera la relation :

$$P = \rho G H$$

Par une boue de densité d à une profondeur h étant exprimé en mètre et P en kilogrammes par centimètre carré.

3. Rhéologie :

La rhéologie est la science consacrée à l'étude des déformations et l'écoulement de la matière. Dans ce domaine les boues de forage vont être définies par un certains nombres de caractéristiques : viscosité, gels...etc, dont le contrôle et la mesure ont une grande importance pratique car elles conditionnent : mesure à l'aide d'un densimètre dont la balance romaine à curseur ces densimètres densités ou les masses volumiques exercées' Le bon rendement des pompes et la pression de refoulement.

Le maintien des zones fragiles soumises à l'action de la circulation.

L'élimination des cuttings en surface, ... etc. Le nettoyage du puits.

Signification des paramètres rhéologiques :

4. Viscosité plastique :

Elle dépend avant tout de la teneur en solides contenus dans la boue. Une augmentation de viscosité plastique ne pourra être donc combattue que par l'élimination des solides. Par ailleurs, la viscosité plastique est également liée à la taille des particules et à leur forme.

$$VA = L600 / 2$$

$$VP = L600 - L300$$

5. Yield-value :

Les solides présents dans la boue de forage influencent un autre paramètre autre que la viscosité plastique ; c'est la contrainte seuil plus connus sous le nom de yield value ou yield point. La contrainte seuil est la mesure de résistance initiale à franchir pour que le fluide s'écoule. Cette résistance est due aux forces électrostatiques attractives localisées sur ou près de la surface des particules. C'est une mesure dynamique.

La contrainte seuil dépend des types des solides présents, de leurs charges de surface, respectives, de la concentration de ces solides, du type et la concentration des autres ions ou sels qui peuvent être présents.

$$YP = L300 - Vp \text{ (lb/100ft}^2\text{)}$$

L600 et L300 sont les lectures respectives à 600 rpm et 300 rpm sur le rhéomètre FANN 35.

6. Gels

Une boue de forage laissé au repos édifie progressivement une structure qui augmente sa rigidité et qui peut être réduite par agitation. On appelle thixotropie le fait que ce phénomène soit réversible et non instantané.

Le caractère thixotropique d'une boue est évalué en mesurant d'une part le gel 0 et d'autre part le couple après un repos de la boue de 10 min, ce qui est appelé le gel 10.

Le gel 0 varie pratiquement comme la viscosité plastique et le gel 10 comme la contrainte seuil avec cependant, pour ce dernier, une sensibilité particulière au traitement chimique.

a) Le gel 0

Il représente la résistance du gel aussitôt après agitation de la boue. Il est mesuré à l'aide du viscosimètre du type FANN35 à une vitesse de 3 tr/min. il est exprimé en lb/100ft².

b) Le gel 10.

Il représente la résistance du gel après un repos de la boue de 10 minutes, la mesure est faite de la même manière que pour le gel 0. Il est exprimé en lb/100ft².

CHAPITRE III

Contaminants et traitement

CONTAMINATIONS ET TRAITEMENT

L'équilibre réalisé entre d'une part, le filtrat du fluide de forage et, d'autre part, l'argile dispersée dans la boue et celle des parois, peut être perturbé par des contaminants rencontrés dans le puits soit : sous forme gazeuse (CO₂ - H₂S),

- Soit sous forme solide (Ca SO₄ - Na Cl - Ciment),
- Soit en solution (eau chlorurée calcique).

1. Les Contaminants

La contamination résulte ici de l'apport d'ion sulfate, surtout gênant pour les caractéristiques rhéologiques, et d'ion calcium. Ce dernier est beaucoup plus nocif puisqu'en excès il peut rendre instable les colloïdes organiques et déplacer l'équilibre échange de cation dans l'argile. Filtrat et rhéologie seront donc ainsi perturbés. Cette contamination par le calcium va être traitée par : ajout de produit précipitant le calcium (principalement des carbonates),

- Diminution de la solubilité du Ca⁺⁺ (en augmentant le pH),
- Ajout de colloïdes qui vont protéger l'argile par maintien dans le filtrat et dans la
- Boue d'un équilibre ionique, conversion en boue calcique.

N.B: Les boues salées saturées, ou l'argile, sont par définition sous forme essentiellement sodique, restent insensibles aux variations de calcium soluble puisque celui-ci est presque toujours en quantité négligeable par rapport au sodium.

1.2 - Sel (Na Cl)

Le sel peut se présenter sous la forme soit d'inclusions dans les argiles, soit de venues d'eau salée, soit de bancs plus ou moins massifs. Dans ce dernier cas, le maintien d'une géométrie correcte des parois impose la conversion en boue salée saturée, même si la boue semble pouvoir résister facilement à la contamination.

Le cavage est finalement plus dangereux dans de fines intercalations de sel et argile par exemple, que dans un banc massif de sel, où la saturation du fluide de forage

Provoquera plus rarement des éboulements. Dans le cas de faibles contaminations, il n'existe aucun procédé pratique et économique de diminution de la teneur en chlorures, excepté bien entendu la dilution à l'eau douce.

Par ailleurs, il n'est pas possible de fixer une limite précise de résistance au Na Cl pour chaque type de boue puisque celle-ci va dépendre essentiellement de la concentration et de la résistivité des argiles présentes dans la boue. Le seul traitement réellement efficace, consistera à transformer notre fluide en fluides salés saturés.

1.3 - Ciment

Le reforge de ciment mis en place pour un tubage, des pertes, un "side track", etc se traduit par l'apport de chaux contenue dans le ciment au moment de la prise (20 % pour le classe G). Cette chaux peut être neutralisée par ajout de bicarbonate de soude à des doses de 400 kg/m³ de ciment à reforer. L'ajout se fait directement au mixer, ou en solution dans la boue. Dans le cas de ciment dur, l'utilisation des dessableurs ou desilteurs permettra d'éliminer une part importante de particules de ciment qui, sans cela, sous l'effet du rebroyage auraient peu à peu relargué leur chaux et augmenté ainsi la durée et l'importance de la contamination.

1.4 - Gaz carbonique (CO₂)

Le CO₂ se rencontre quelquefois seul, mais le plus souvent associé à de l'eau, telle l'eau chlorurée calcique d'Hassi Messaoud. Après dégazage de la boue par passage dans un dégazeur ou brassage et repos dans un bassin, l'alcalinité détruite doit être rétablie par traitement à la soude ou à la chaux suivant le type de boue, y compris les boues à émulsion inverse.

1.5 - Hydrogène sulfuré (H₂S)

Cette contamination extrêmement dangereuse pour l'homme se traite, en principe, par ajout de soude et de produit spécifique à base de zinc qui vont précipiter le soufre. Une attention particulière sera portée à ce genre de contamination compte tenu de sa dangerosité.

1.6 - Eau

Une venue d'eau douce n'est un contaminant au sens strict que pour les boues émulsionnées inverses. Le seul traitement consiste à ramener le rapport eau/huile à la valeur prescrite par ajout d'huile en maintenant constante la teneur en émulsifiants.

Les venues d'eau salées (Na Cl) équivalentes à une contamination par le sel se traitent comme telles. Il faut noter que, dans le cas de gisement à faible perméabilité, il peut y avoir contamination par osmose sans débit réel d'eau ni augmentation du volume. Plus complexes sont les contaminations par l'eau chlorurée calcique (Ca Cl₂) du Sahara car celle-ci contient en plus du CO₂ ; en boue salée saturée c'est ce dernier qui est tout compte fait le plus gênant et doit être traité d'abord. En boue à l'huile ou inverse, une telle venue est donc particulièrement dangereuse, puisqu'elle entraîne à la fois une augmentation néfaste du rapport eau/huile et une dégradation par le CO₂ des émulsifiants alcalins.

1.7 - Huile

Une venue de brut de la formation ou, ce qui revient au même, un ajout volontaire de gasoil, va entraîner dans une boue à l'eau une augmentation de la viscosité plastique et souvent une chute du filtrat. En général une émulsion de ce type « huile dans eau » se stabilise spontanément grâce à la présence dans la boue de produits favorisant cette émulsion : bentonite, C.M.C.

- Le tableau suivant représente les qualités des contaminations et comment détecté Puis le traitement de ce dernier :

Tableau 3: contaminations et traitements

Contaminants	Principal indicateur de propriété	Traitement
Ciment	PH $\uparrow\uparrow$. Pm $\uparrow\uparrow$ Pm : phénolphthaléine - Mud	<ul style="list-style-type: none"> Bicarbonate de sodium Boue déflagrante Enlever le ciment dur avec l'élimination des solides <ul style="list-style-type: none"> agent fcl Réduire la ph et l'alcalinité si nécessaire
Gypse / anhydrite	Ca ⁺⁺ $\uparrow\uparrow$	<ul style="list-style-type: none"> Soda Ash (précipité Ca⁺⁺ (excessif)) <ul style="list-style-type: none"> agent fcl Augmentation du ph et de l'alcalinité <ul style="list-style-type: none"> Boue déflagrante
Magnésium		<ul style="list-style-type: none"> Soda caustique (source d'hydroxyle)
Sel	Cl ⁻ $\uparrow\uparrow$	<ul style="list-style-type: none"> Ajouter un défoliant (lignosulfonate) contrôle "YP" <ul style="list-style-type: none"> Diluer agent fcl ajouter de la soude caustique au contrôle
CO₃⁻ / HCO₃⁻	Gels (10 min) $\uparrow\uparrow$ Mf $\uparrow\uparrow$	<p>Ph < 10 \rightarrow Ajouter Lime</p> <p>Ph 10 -11 \rightarrow Ajouter Lime et gypse</p> <p>Ph > 10 \rightarrow Ajouter gypse</p>
H₂S		<ul style="list-style-type: none"> Oxyde de zinc " Z_nO " Sulf-x 1ppb de " Z_nO " Élimine 1100 mg / l de s2-
Solides	Solids $\uparrow\uparrow$ / VP $\uparrow\uparrow$ Vp :viscosité plastique	<ul style="list-style-type: none"> Dilution Équipement de contrôle des solides

Source : Laboratoire AVA.2017

 \uparrow : Augmentation

III. Les équipements du traitement de la boue de forage :

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.

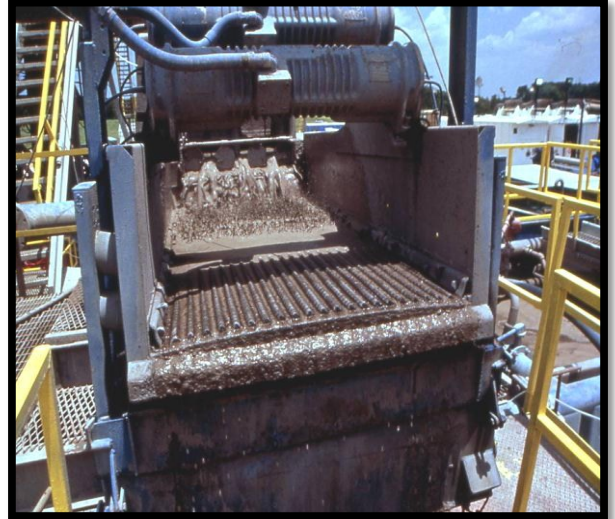


Figure III. 1: Le tamis vibrante

2. Décantation

En général aujourd'hui, la décantation n'est effectuée que dans un petit bassin de 4 à 5 m³, appelé "sablière" et situé sous les vibreurs ou juste en aval de ceux-ci. Il est également favorisé par l'inclinaison à 45⁰ 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.



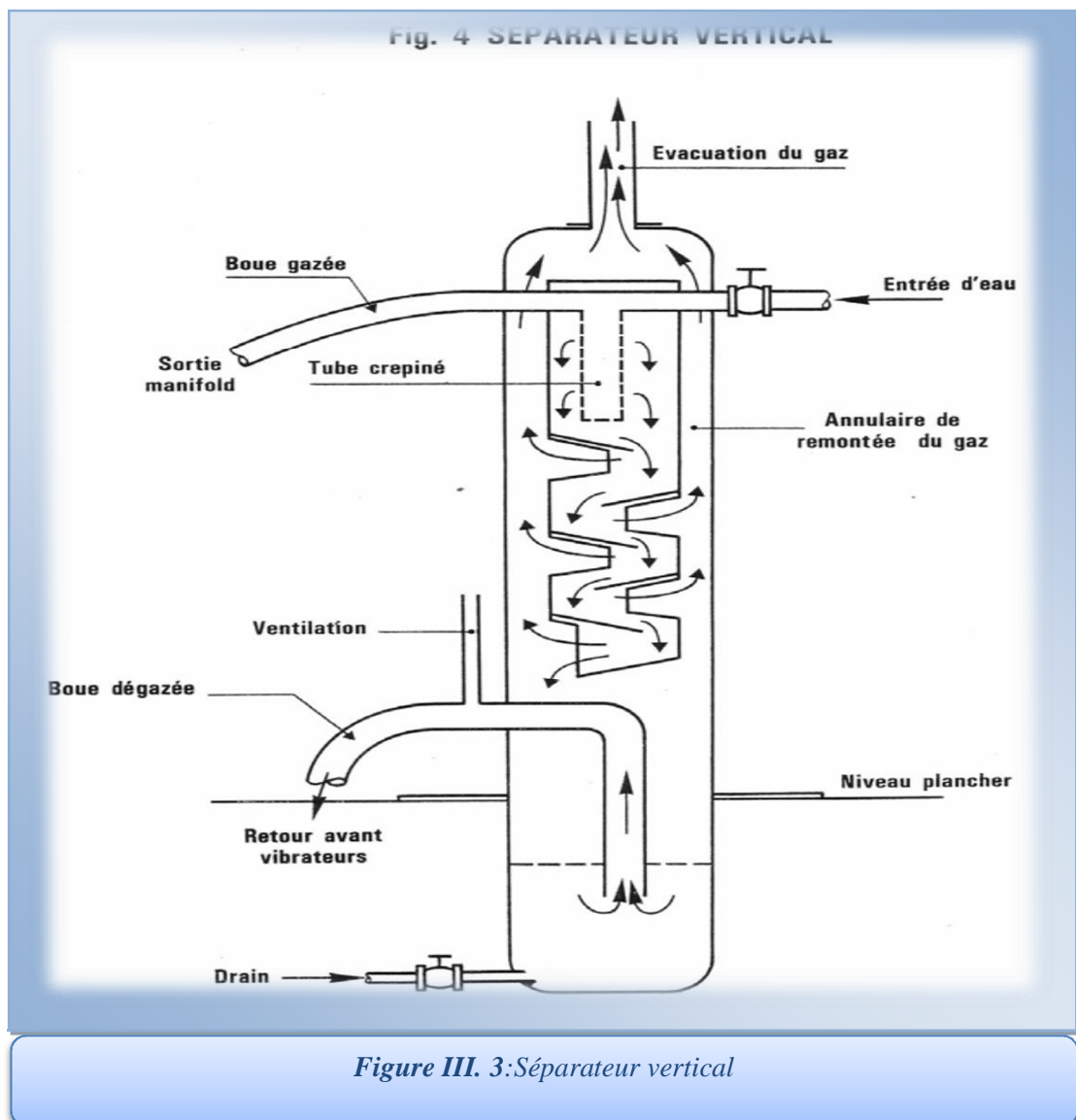
Figure III. 2: Bac décantation

3. Dégazage

Suivant l'importance de la venue de gaz, deux types de circuit peuvent être établis à la sortie du puits.

3.1-Séparateur vertical :

Dans le cas de fortes venues, le puits est circulé sous duse. Après le manifold de duses, la boue passe dans un séparateur vertical, ce dernier est séparé le gaz vers le manifold et boue dégazée vers les bacs actifs.

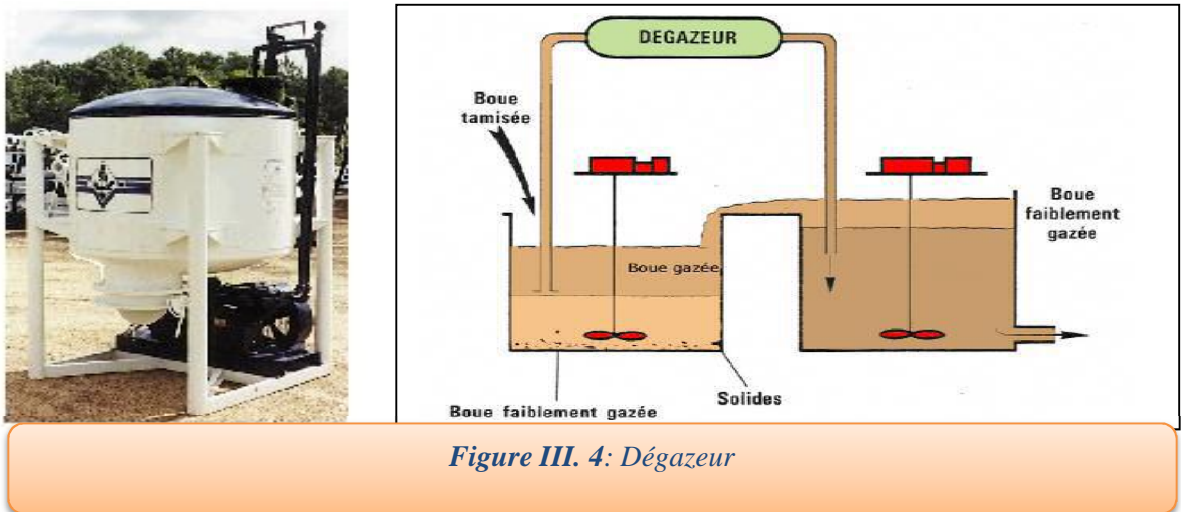


3.2-Dégazeur :

Dans le cas où la teneur en gaz n'est pas trop élevée, soit parce que la venue de la formation est faible, soit parce qu'il s'agit de gaz résiduel après séparateur ou de gaz recyclé, la boue gazée est passée dans un dégazeur installé en parallèle sur le circuit.

La boue est injectée dans une enceinte où elle est en général soumise à un vide partiel.

La boue se dégaze par ruissellement sur des chicanes et retourne dans le circuit.



3.3- L'hydro cyclone

L'hydro cyclone est dispositif mécanique ayant pour objet d'accélérer le processus normal de la sédimentation.

La boue de forage est injectée sous pression tangentielle à la paroi.

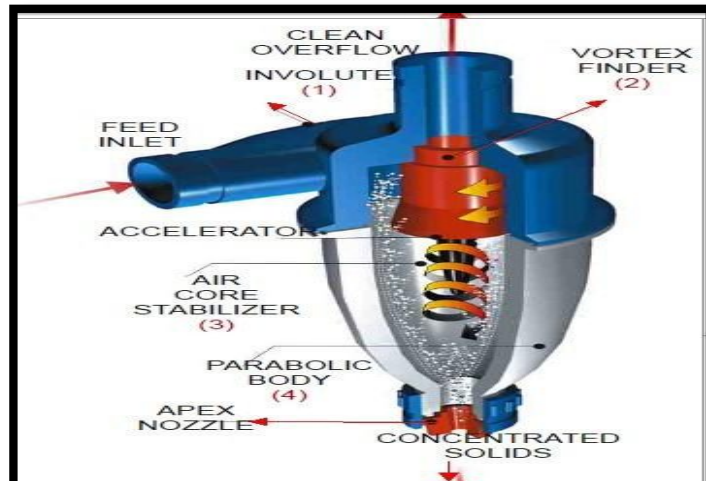


Figure III. 5: L'hydro cyclone

3.4 - Mud Cleaner:

Est un appareil indépendant monté en parallèle sur le circuit et comporte sa pompe d'alimentation,

Sa batterie de cônes 4" et son tamis vibrant. Ce système n'est rentable que dans le cas de boue chère et/ou polluante.

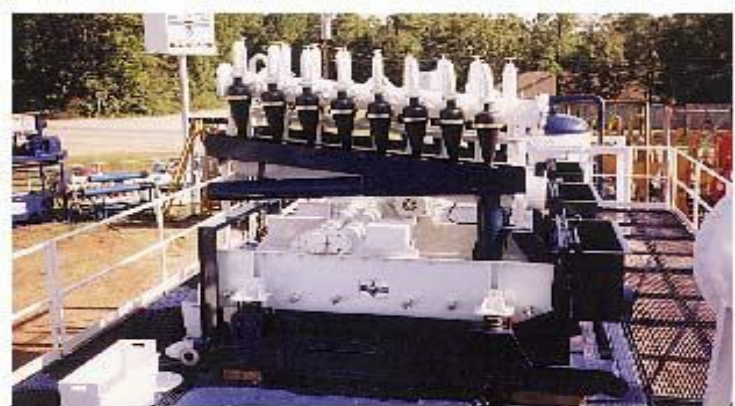


Figure III. 6: Mud Cleaner

3.5- Centrifugeuse :

Les centrifugeuses actuelles permettent d'éliminer les solides ayant une taille $> 4''$. Elles ont été utilisées avec une excellente rentabilité pour récupérer la boue perdue avec les effluents lourds dessableurs – désilteurs.

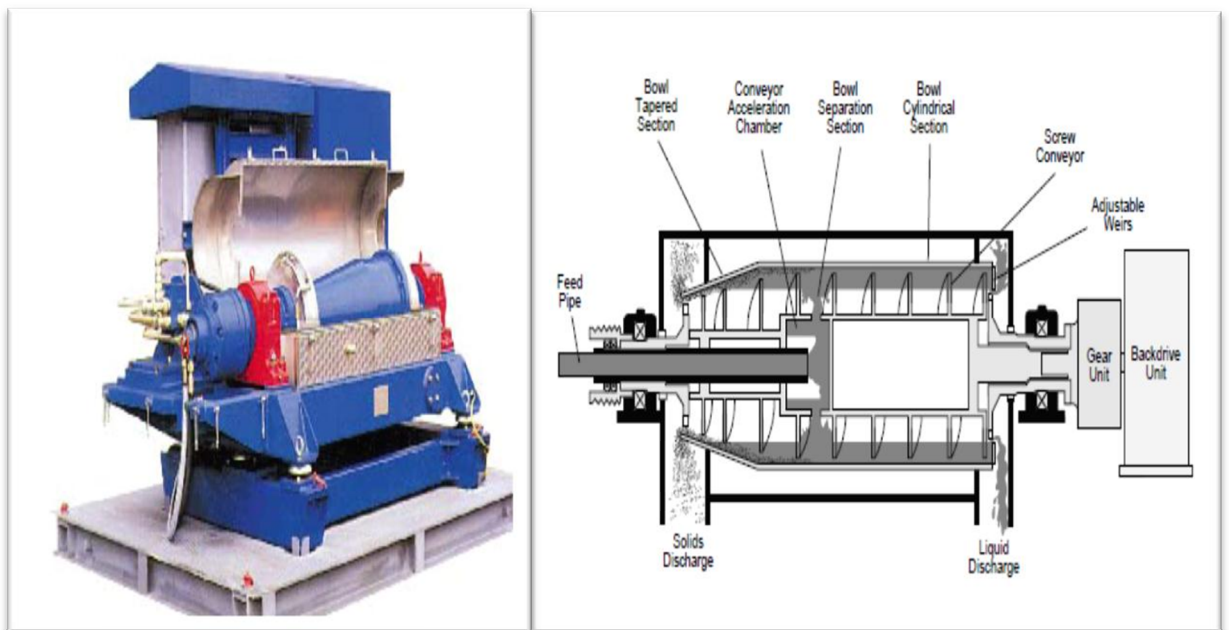


Figure III. 7: Centrifugeuse Horizontale

La boue 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 formés au front de taille

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 physicochimiques à leurs valeurs initiales.

4- Le bourbier

Les déchets qui sortent de traitement mécanique (voir annexe 1, figure 2) s'accumulent dans un lieu qui s'appelle bourbier.

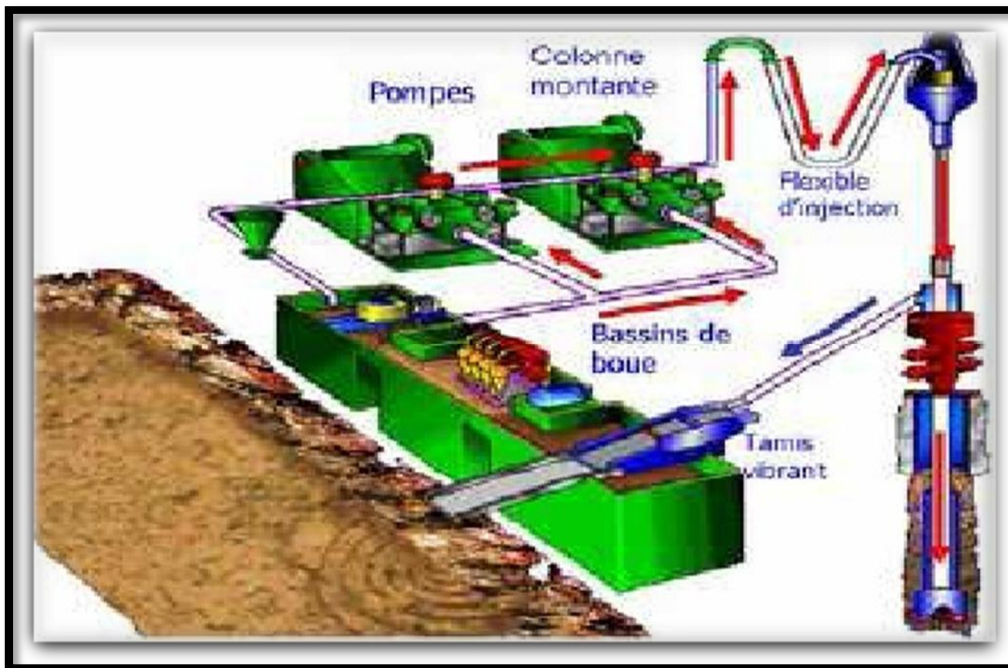


Figure III. 8: circulation du la boue de forage

4.1- L'architecture d'un bourbier:

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



Figure III. 9: Bourbiers étanche avant le forage

4.2- Définition des bourbiers:

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



Figure III. 10: Bourbiers étanche en cours de forage

4.3- Influences des bourbiers sur l'environnement :

Le bourbier est un lieu d'isolement des déchets de boue du forage les éléments essentiel qui constitues ces déchet sont des hydrocarbures (gasoil), l'eau, et les solide que contient des métaux lourds.

a. Métaux lourds :

Certains contaminants tels que les métaux, sont susceptibles d'être toxiques de façon immédiate envers un être vivant. En raison de leurs propriétés chimiques (solubilité, état d'oxydation) les métaux se présentent sous différentes formes (ions, complexes) et liés à divers ligands. Leur spéciation influe directement sur leurs toxicités et leurs biodisponibilités. La présence simultanée de plusieurs métaux peut engendrer une toxicité supérieure à celle de chaque métal séparé. Par exemple, le zinc, le cadmium

et le cuivre sont toxiques faibles pH et agissent en synergie pour inhiber la croissance des algues et affecter les poissons.

b. gas-oil :

La stabilité des hydrocarbures aliphatiques est assez élevée, leur dégradation dans l'environnement, sous l'effet de la lumière ou des bactéries étant très lent, mais l'exposition très lente à l'air libre puisque les borbier de forage sans toit et des haute température connu 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.

Dans SONATRACH-division forage a consenti des investissements conséquents dans le but de prendre en charge les rejets inhérents à l'activité. Pour ce qui est du traitement, deux modes distincts sont adoptés :

- 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.

5- Traitement Primaire online (au cours du forage) :

Le système online que SONATRACH-division de forage a commencé depuis 2008 est un schéma de gestion intégrée des rejets de forage en cours de la construction du puits.

L'objectif de la gestion online 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.

Le package est composé de :

*tamis vibrants qui permettent de séparer les grandes particules solides trouvant dans la boue sortante du puits, des petites particules

*centrifugeuse verticale en aval des équipements de traitement mécanique de l'appareil de forage. La centrifugeuse permet d'essorer les cuttings et de réduire le Oil on cuttings massique de 30-35% à moins de 5%.

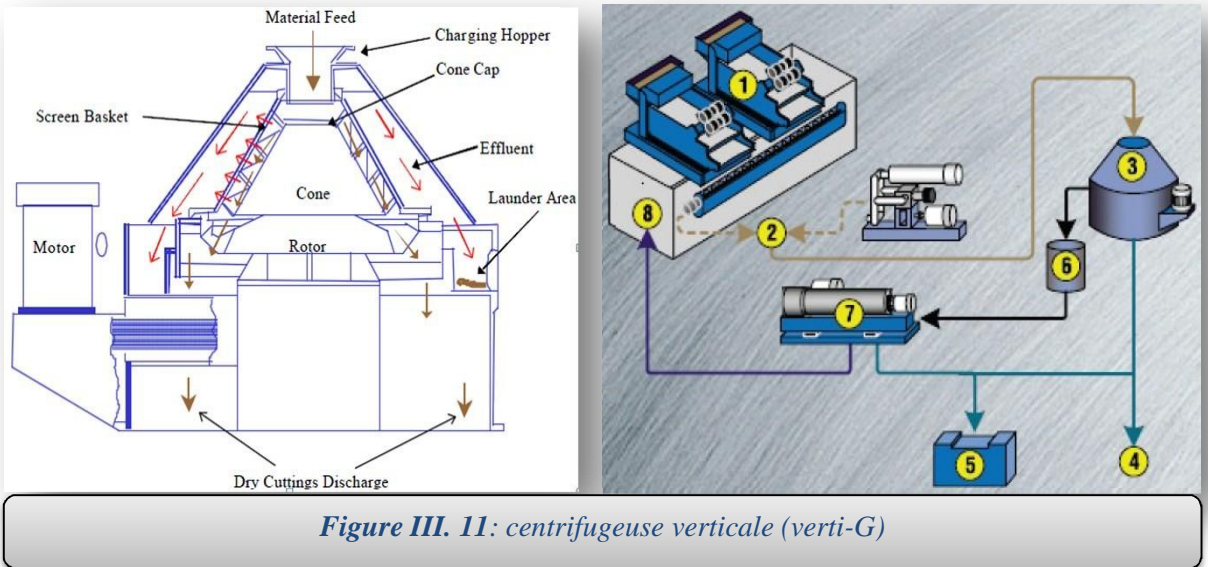
5.1- Les centrifuges verticales (verti-G drayer):

Consigne les différents diamètres obtenus par le traitement mécanique des déblais

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

Les cuttings sont séparés grâce à cette vitesse différentielle par centrifugation (vitesse de rotor conique) donc le liquide traverse le tamis (screen) et les solides sont entraînés vers la base du cône à l'état poudre (figure III.11) : centrifugeuse verticale (verti-G Dray) et leur teneur en huile est inférieure à 5%. (**Oil On Cuttings <5%**) 5% OOC.

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



Photos de comparaison entre un bourbier conventionnel et un wet pit (traitement online)



Figure III. 12:bourbier conventionnel



Figure III. 13:bourbier wet pit

6- Traitement Offline (à la fin du forage) :

Deux méthodes différentes de traitement sont utilisées en offline à Hassi Messaoud :

- Stabilisation par solidification. **(Voir annexe.Photo 11)**
- Désorption thermique. **(Voir annexe.Photo 12)**

6.1- Procédé de traitement par Stabilisation / Solidification :

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'a un certain niveau de PH donné, les métaux sont précipités tels les hydroxydes, et demeurent en capsulés a l'intérieur de la matrice de l'amalgame ou partiellement insérés dans la structure cristallisée, ce phénomène est appelé l'encapsulation.

L'utilisation du dissilicate de sodium permet d'assurer une plus grande cristallisation, rendant le film silicaté plus imperméable autour du mélange obtenu à partir des particules déblais/ciment.

Analyse et Traitement

1- Teste physiques:

1.1- Mesure de la densité :



Photo 1:Appareil de mesure densimètre

Si on dit densité on dit pression, ce paramètre est capital en forage parce qu'il permet le contrôle du puits et la prévention des venues. La densité a un effet sur la vitesse d'avancement de forage en effet plus la densité augmente plus la vitesse d'avance diminuée.

1.2 Mode d'emploi

1. Remplir le godet de boue à mesurer mettre le couvercle et évacuer l'excès de boue qui sort par le trou central du couvercle prévu à cet effet
2. Nettoyer à l'eau et sécher en prenant soin de maintenir le trou du couvercle obstrué en permanence
3. Placer les couteaux du fléau dans les porte-couteaux du socle
4. Déplacer le curseur jusqu'à obtention de l'horizontalité du fléau. Cette horizontalité doit être contrôlée à l'aide du niveau à bulle situé au-dessus des couteaux
5. Lire la densité directement sur le bras du fléau, au droit de la position du curseur

1.3- Distillateur Fann:

l'appareil utilisé pour la distillation des solides est un distillateur de Technologie API (American Petr oléum Institut). La température de distillation peut aller jusqu'à 800°C.

i. Principe

Pour déterminer les pourcentages en volume des différents constituants, on emploie un distillateur à boue dont le principe est le suivant

On chauffe un certain volume de boue, la vapeur passe dans un condenseur et l'on récupère l'huile et l'eau dans une éprouvette graduée. Par différence de densité l'huile surnage au-dessous de l'eau. On effectue directement la lecture et on détermine la teneur en solides par différence, soit :

$$\text{Volume Solides} = 100 - (\text{Volume Eau} + \text{Volume Huile})$$

On connaîtra ainsi les trois constituants de la boue (en volume)

- L'eau pure
- L'huile
- Les solides

Deux types d'appareils de distillation sont sur le marché, leur différence réside dans le système de chauffage de la boue.

Dans un cas la boue est dans une cellule chauffée extérieurement. Dans l'autre cas, la boue chauffée à l'aide d'une résistance immergée. C'est ce deuxième type d'appareil que nous présentons ici.

1.3.2- Mode d'emploi

- Désaccoupler la cellule.
- Remplir le godet de boue.
- Mettre doucement le couvercle du godet et essuyer la boue qui sort par le trou central (même principe que pour le densimètre)
- Remplir la cellule avec la laine d'acier.
- Visser le godet sur la cellule.
- Placer le condenseur sur la cellule.
- Mettre la cellule dans la chambre de chauffage.
- Placer une éprouvette graduée sous le tube de la sortie du condenseur.
- Relier à une source de courant appropriée.

- Lorsqu'il ne sort plus de liquide du condenseur (après 30 à 60 minutes environ couper le courant).
- Lire le % en volume d'eau
- Lire le % en volume d'huile
- Pour connaître le % en solides en volume, appliquer :

$$\% \text{Solides} = 100 - (\% \text{Eau} + \% \text{Huile})$$

Nettoyer la cellule après usage en grattant (à l'aide du grattoir prévu à cet usage) les solides collés aux parois



2- Procédure de mesure du oil on cuttings (OCC%):

Les mesures du OCC% se font par distillation est utilisé à cet effet. La cellule et l'éprouvette graduée De cette expérience, nous calculons le rapport de l'huile à l'intérieur de cutting et la même expérience, nous calcule les rapports d'eau et de solide .

- Le tableau suivant représente les résultats de cette expérience (oil on cutting).

Tableau 4:essai Oil on cutting

les matières	Poids (g)
Poids de la cellule	815.6 g
Poids de la cellule + cutting humide	883.2 g
Poids de cutting humide	67.6 g
Poids d'éprouvette vide	46.9 g
Poids d'éprouvette plein	51.5 g
Poids d'huile + l'eau	4.6 g
Volume d'eau	2.6 ml
Poids d'huile	2.075 g
Poids de cutting sec	63 g

Source : laboratoire AVA.2017

Poids de huile + l'eau = Poids d'éprouvette plein – Poids d'éprouvette vide

Poids d'huile = Poids d'éprouvette plein – (Poids d'éprouvette vide + Veau * 1/100)

Poids de cutting sec = (Poids de cutting humide - Poids de huile + l'eau)

NB : si le rapport d'huile qui dépasse le 5% c'est-à-dire les appareils de traitement ne fonctionnent pas à 100%

- Technique est utilisée aussi pour mesurer le pourcentage de fluide dans des échantillons de solides (cuttings). Son incertitude est importante pour des pourcentages faibles.

3- Caractéristiques rhéologiques :

3.1- La rhéologie influe sur :

Les pertes de charges la tenue des parois du puits.

la remontée des déblais et le nettoyage

du puits l'avancement en cours de forage.



Photo 3:Viscosimètre

4- Viscosimètre FANN:

4.1- Principe de viscosimètre Fann :

Le viscosimètre Fann est composé de deux cylindres coaxiaux; Un stator et un rotor. Ces deux cylindres sont immergés dans la boue qui seront entraînée en mouvement par le rotor, ce mouvement va exercer un couple sur le rotor fixé par un ressort et par suite un léger mouvement du disque gradué.

Mode d'emploi:

- Tamiser la boue sur le tamis de l'entonnoir de Marsh
- Agiter pendant 5 min
- Immerger les cylindres coaxiaux jusqu'à ce que le trait repère du rotor affleure la surface de la boue
- Remplir le godet du viscosimètre
- Faire tourner le rotor à 600 tr/min et lire la déviation sur le cadran
- Régler la vitesse de 300 tr/min et lire la déviation sur le cadran

➤ Faire de même pour les autres vitesses

a) Résultat:

On détermine le modèle du fluide ainsi que ses paramètres rhéologiques:

b) Yield point : le point de rendement, c'est-à-dire la valeur pour laquelle la boue de forage peut nettoyer complètement le puits (l'annulaire est vide des déblais).

$YP=2. \theta 300-\theta 600$ (yield point en lbs/100 ft²)

c) La viscosité plastique : c'est une contrainte à l'écoulement, c'est la résistance de fluxant des couches des fluides entre eux.

Cet est influé par les LGS (low gravity solide)

$VP= \theta 600-\theta 300$ (viscosité plastique en Cp)

d) La viscosité apparente :

$Va=\theta 600 /2$ (viscosité apparente en Cp)

5. Viscosimètre Marsh:

On mesure le temps en secondes que met une certaine quantité de boue pour s'écouler à travers l'ajutage de l'appareil qui n'est autre qu'un entonnoir normalisé. La boue s'écoule dans un godet gradué.



Photo 4: Viscosimètre Marsh

5.1 Mode d'emploi :

- Prendre l'entonnoir et fermer l'ajutage à l'aide du doigt
- Prélever de la boue dans la goulotte et verser sur le tamis de l'entonnoir jusqu'à ce que le niveau de boue affleure la surface de ce tamis
- Déclencher un chronomètre et laisser couler dans le godet gradué Stopper le chronomètre lorsque le niveau de boue atteint 946 cm³ le nombre de secondes lu au chronomètre représente la viscosité Marsh

6. Filtration (filtrat) :

La filtration de la boue influe directement sur :

- La vitesse d'avancement
- La tenue des terrains forés
- L'envahissement des couches perméables



Photo 5: Filtre presse

6.1 Principe filtre presse :

La boue est placée dans une cellule dont le couvercle contient un papier-filtre et un tamis. Elle est soumise à une pression et une contre pression cela va causer la filtration

du filtrat dans l'éprouvette et la formation d'un cake au niveau du papier-filtre. Une plaque chauffant fixée sur l'enceinte afin d'obtenir la température voulue.

6.2 Mode d'emploi:

- Chauffer l'enceinte à la température souhaitée de 250 °F
- Préparer et placer la cellule de filtration
- Mise sous pression 600 psi et sous contre pression de 100 psi.
- Recueillir le filtrat pendant 30 minutes
- Purger et décompresser les unités de pression et de décompression
- Sortir la cellule et la laisser refroidir avant ouverture pour récupération du cake , Le filtrat sera le volume récupéré par 30 minutes.

7. Stabilité électrique :

L'appareil de mesure est un voltmètre qui indique le voltage nécessaire pour établir un courant électrique entre deux électrodes plongées dans la boue. Plus ce voltage est élevé, et plus l'émulsion est forte.



Photo 6: Stabilité électrique

7.1 Analyses de laboratoires :

Les analyses et les tests sont réalisés sur la même boue à des différentes cotes de forage. Lors de notre étude, nous avons pris trois échantillons de boue avant entrée dans le puits (bac active), et après sortie (Mud box).

Dans notre étude nous avons vu les analyses chimiques qu'il faut faire pour contrôler notre boue de forage à partir de mesures de filtrat et densité et la rhéologie pour forer en toute sécurité, Alor dans cette phase on utilise une boue à base d'eau car Ces fluides sont les plus utilisés dans le domaine du forage. Ils sont généralement constitués par des suspensions d'argile (bentonite, ...), des solides inertes (carbonates, ...) dont les caractéristiques rhéologiques sont corrigées par addition de polymères viscosifiants (Xanthane, ...). Des réducteurs de filtrat entre également dans la composition (carboxyméthylcellulose, polymères. synthétiques)

8. Programme fabrication de boue :

8.1 La phase 26^{1/4} :

But : Forage vertical depuis la surface jusqu'à 30 à 40m dans le Sénonien anhydritique, soit à une profondeur de 494 m.

Composition : Pour 1 M³ De Boue: la boue à base d'eau c'est une boue composé essentiellement avec des éléments suivants :

Tableau 5: composition de boue à base d'eau

N°	Produit	Unité	Formulation
1	EAU	l	486
2	CAUSTIQUE SODA	kg	0.25
3	SODA ASH	kg	0.75
4	BENTONIE	kg	40

Source : laboratoire AVA.2017

8.2.Procédé de mélange

Il est facile de construire et maintenir système inverse d'Avoil d'émulsion

Après calcul de la quantité des différents produits pour s'ajouter, du rapport et de la densité d'huile/eau requise. Opérer comme suit:

1. Dans un back propre, mélanger l'eau avec le bentonite .
2. Au back de mélange ajouter la quantité soda ASH, puis ajouter CAUSTIQUE SODA

8.3 But de choix

La boue bentonitique présente les avantages suivants :

- S'infiltrer entre les grains de sable et forme un cake interne provoquant la Solidification des parois de trou dont le but est de minimiser les pertes ;
- Faible pression hydrostatique et bonnes caractéristiques rhéologiques, ce qui donne respectivement moins de perte et bon nettoyage du trou ;
- Coût négligeable environ 400 DA pour le m³.

8.4 -Tests chimiques pour une boue à l'eau

PM : P :Phénolphtaleine – M : Mud

Analyse : Dans un erlenmeyer de 250 cc, Ajouter :

- 1 cc de boue
- 30 à 40 cc de Toluène Propanol-250/50 (Briser l'émulsion)
- Agiter jusqu'à l'obtention d'une séparation des deux phases.
- Environ 100 cc d'eau distillée
- 4 à 5 gouttes de Phénolphtaléine à 1%

Après addition de Phénolphtaléine la couleur vire au rose, titrer avec l'Acide sulfurique 0.1 N (H₂SO₄ 0.1 N) jusqu'à la décoloration de la phase aqueuse.

Pm= Volume d'acide sulfurique utilisé pour titrer

a) L'excès de chaux :

L'excès de chaux g/l = Pm x 3.69

b) Cl⁻ : Chlorure :

Analyse : Ajouter à l'échantillon précédent :

- 2 cc d'acide sulfurique 0.1 N
- 4 à 5 gouttes de Chromate de Potassium à 5% (K₂CrO₄), virage de la couleur au jaune, titrer avec le Nitrate d'argent 0.1 N (AgNO₃ N/10), jusqu'à ce que la couleur vire au rouge brique dans la phase aqueuse.

$$[\text{Cl}^-] \text{ g/l} = 35.5 \times V_{\text{AgNO}_3} \times 0.1$$

$$[\text{NaCl}] \text{ g/l} = [\text{Cl}^-] \text{ g/l} \times 1.65$$

Ou

$$[\text{NaCl}] \text{ g/l} = 58.5 \times V_{\text{AgNO}_3} \times 0.1$$

c). Ca⁺⁺ : Calcium

Analyse : Dans un erlenmeyer de 250 cc, Ajouter :

- 1 cc de boue
- 30 à 40 cc de Toluène Propanol-250/50 (Briser l'émulsion)
- Agiter jusqu'à l'obtention d'une séparation des deux phases.
- Environ 100 cc d'eau distillée
- 20 gouttes d'Hydroxyde de sodium 5 N (NaOH 5 N pour un pH_{solution} =14)
- Une pincée de Noir bleu au chrome R, quand la couleur vire au mauve, titrer avec l'EDTA 0.1 M (M : molaire), jusqu'à ce que la couleur vire au bleu dans la phase aqueuse.

$$[\text{Ca}^{++}] \text{ g/l} = 40 \times V_{\text{EDTA}0.1\text{M}} \times 0.1$$

8.5 -Résultats des analyses

8.5.1 boue a base d'eau

Les résultats des analyses de boue à base l'eau elle donnée les caractéristiques suivant :

Tableau 6:Caractéristique chimique

N	Caractéristiques	Unité	Résultats
1	Pb ou bm (cc 0,1 N H ₂ SO ₄)	ml	0.5
2	L'excès de chaux	g/l	1,84
3	Volume AgNO ₃ (0 ,1)	ml	0.6
4	[Cl ⁻]	g/l	0.17
5	[NaCl]	g/l	0.28
6	Volume EDTA (0,1 M)	ml	0.3
7	[Ca ⁺⁺]	g/l	0.12

Source : laboratoire AVA.2017

8.5.2 Proprieties:

les resultas des analyses de physique de boue a base eau elle donne le Tableau suivant:

Tableau 7:Caractéristiques physiques

N°	Caractéristiques	Unité	Résultats
1	Densité	SG	1,25
2	YP	lb/100ft ²	21
3	FT 200 psi	cc/30min	20
4	Stabilité Électrique	volt	626

Source : laboratoire AVA.2017

Interprétation de tableau :

D'après les résultats enregistrés dans le tableau précédent, nous trouvons que la valeur de la densité dans l'échantillon égale **1.25** cest à dire dans les normaes

Pour la valeur de filtrat dans l'échantillon **cc/30min** dépasse la norme de filtrat **20 cc/30 mins**.

La valeur de yield point dans l'échantillon égale **21 lb/100ft²** qu'il ne dépasse pas les normes .

Dans notre étude nous avons vu les analyses chimiques qu'il faut faire pour contrôler notre boue de forage à partir de mesures d'émulsion, de filtrat et la rhéologie et le rapport

huile-eau pour forer en toute sécurité. Donc dans cette phase on utilise des boues dont la phase continue est l'huile.

On distingue les boues à l'huile contenant 5 à 15 % d'eau et, les boues à émulsion inverser pouvant contenir jusqu'à plus de 50 % d'eau. Pour ces deux types de boues,

L'émulsion se formée est toujours du types eau dans l'huile

9. Programme fabrication de boue a base huile (OBM) :

9.1) La phase 16" : (488 - 2391m) L'objectif de cette phase intermédiaire est de tuber en 13''3/8 les formations du Crétacé et une partie du Jurassique (l'Argileux et le Lagunaire).

Composition de 1m³ de boue a base huile : Les formulations peuvent contenir également des agents réducteurs de filtrat (composés asphalténiques et polymères) et d'autres additifs spéciaux dans le tableau suivant :

Tableau 8: composition boue a base huile

N°	Produit	Unité	Formulation
1	EAU INDUSTRIELLE	Lt /m ³	40,36
2	AVA BIOFIL HT	Kg /m ³	10,00
3	INTAFLOW	Kg/m ³	250,00
4	AVA BENTOIL ECT	Kg/m ³	16,00
5	DIESEL (GASOIL)	Lt/m ³	739,80
6	SAUMURE AU NAACL 1.20 SG	Lt /m ³	46,65
7	Emulsion Primaire (AVOIL PE)	Kg/m ³	8,00
8	Emulsion secondaire (AVOIL SE)	Kg/m ³	8,00
9	LIME(CHAUX)	Kg/m ³	20,00
10	CHLORURE DE SODIUM	Kg/m ³	15,61
11	AVOIL WA	Kg/m ³	1,00
12	AVABENTOIL HT	Kg/m ³	20,00
13	Réducteur filtrat (AVOIL FC)	Kg/m ³	15,00

Source : laboratoire AVA.2017

9.2. But de choix de la boue :

- Densité plus élevée pour éviter le rétrécissement du trou
- Densité plus élevée pour maintenir les fluides de formations en place
- Boue à émulsion inverse pour éviter le gonflement des argiles.

a). Procédé de mélange

Il est facile de construire et maintenir le système inversé d'huile d'émulsion. Après calcul de la quantité des différents produits pour s'ajouter, le rapport et la densité d'huile/eau exigée, opèrent comme suit. Au puits de mélange ajouter la quantité de diesel, puis ajouter d'ATTAPULGITE (AVABENTOIL HY).

Ajouter successivement émulsion primaire (d'huile PE), émulsion secondaire (d'huile SE) et de la chaux, et le mélange sur le cisaillement maximum pendant 20 minutes.

- Ajouter lentement de saumure NaCl au mélange d'huile et laisser au mélange sur le cisaillement maximum pendant 20 minutes.
- Ajouter Réducteur filtrat (d'huile FC).
- Ajouter enfin la quantité de matière de charge pour la densité (1,01 - 1,25).

9.3 Tests chimiques pour une boue à base d'huile

a) **PM** : P : Phénolphtaléine – M : Mud

Analyse : Dans un erlenmeyer de 250 ml, Ajouter :

- 1 ml de boue
- 30 à 40 cc de Toluène Propanol-2 50/50 (Briser l'émulsion)
- Agiter jusqu'à l'obtention d'une séparation des deux phases.
- Environ 100 ml d'eau distillée
- 4 à 5 gouttes de Phénolphtaléine à 1% puis Agiter.

Après addition de Phénolphtaléine la couleur vire au rose, titrer avec l'Acide sulfurique 0.1 N (H_2SO_4 0.1 N) jusqu'à la décoloration de la phase aqueuse.

V_m = Volume d'acide sulfurique utilisé pour titrer

b) L'excès de chaux :

$$\text{L'excès de chaux g/l} = P_m \times 3.69$$

c) Cl⁻ : Chlorure :

Analyse : Ajouter à l'échantillon précédent :

- 2 ml d'acide sulfurique 0.1 N
- 4 à 5 gouttes de Chromate de Potassium à 5% (K₂CrO₄), virage de la couleur au jaune, titrer avec le Nitrate d'argent 0.1 N (AgNO₃ N/10), jusqu'à ce que la couleur vire au rouge brique dans la phase aqueuse.

$$[\text{Cl}^-] \text{ g/l} = 35.5 \times V_{\text{AgNO}_3} \times 0.1$$

$$[\text{NaCl}] \text{ g/l} = [\text{Cl}^-] \text{ g/l} \times 1.65$$

Ou

$$[\text{NaCl}] \text{ g/l} = 58.5 \times V_{\text{AgNO}_3} \times 0.1$$

d) Ca⁺⁺ : Calcium

Analyse : Dans un erlenmeyer de 250 ml, Ajouter :

- 1 ml de boue
- 30 à 40 cc de Toluène Propanol-2 50/50 (Briser l'émulsion)
- Agiter jusqu'à l'obtention d'une séparation des deux phases.
- Environ 100 ml d'eau distillée
- 20 gouttes d'Hydroxyde de sodium 5 N (NaOH 5 N pour un pH_{solution} =14)
- Une pincée de Noir bleu au chrome R, quand la couleur vire au mauve, titrer avec l'EDTA 0.1 M (M : molaire), jusqu'à ce que la couleur vire au bleu dans la phase aqueuse.

$$[\text{Ca}^{++}] \text{ g/l} = 40 \times V_{\text{EDTA}0.1\text{M}} \times 0.1$$

Résultats des analyses boue a base huile :Après la mésuration des paramètre physique tel que la densité, yield point, filtrat et la stabilité électrique.le tableau suivant résumer ces paramètre.

Tableau 9 :Résultats des analyses physique de boue a base huile

N°	Caractéristiques	Unité		Objectif	Résultats	
1	Densité	Spécifique gravité	SG	1,16	1,12	1,14
2	YP	Kg/m ²	lb/100ft ²	14	12	13
3	FT HPHT 200°/ 500 psi	ml/ 30min	cc/30min	4	3	57
4	Stabilité Électrique	Volt	volt	2000	>2000	>2000

Source : laboratoire AVA.2017

Interprétation de tableau :

D'après les résultats enregistrés dans le tableau précédent, nous trouvons que la valeur de la densité dans l'échantillon égale **1.14** cest à dire dans les normes

Pour la valeur de filtrat dans l'échantillon **cc/30min** dépasse la norme de filtrat **57 cc/30 mins**,c'est pour ça on fait le traitement par la viscosifion pour marcher avec les normes de fabrication.

La valeur de yield point dans l'échantillon égale 13 lb/100ft² qu'il ne dépasse pas les normes .

Tableau 10:Résultats des analyses chimique de boue a base huile

N	Caractéristiques	Unité		Objectif	Résultats	
1	Pb ou bm (cc 0,1 N H ₂ SO ₄)	ml	cc	/	3,9	1,1
2	Rapport H/E	/	/	95/5	95/5	95/5
3	L'excès de chaux	g/l	g/l	/	14,39	4,06
4	Volume AgNO ₃ (0,1)	ml	cc	/	3	2,5
5	[Cl ⁻]	g/l	g/l	/	10,65	8,87
6	[NaCl]	g/l	g/l	/	17,57	14,63
7	Volume EDTA (0,1 M)	ml	cc	/	2,2	1,2
8	[Ca ⁺⁺]	g/l	g/l	/	8,8	4,8
9	Température Hot Rolling	°C	°C	165	Avant HR	Après HR 165°

Source : laboratoire AVA.2017

Interprétation de tableau :

D'après les résultats enregistrés dans le tableau précédent, nous trouvons que les valeurs avant et après haut rolling: les valeurs sont acceptables et dans les normes

Tel que chaux avant hot rolling **14.39g/l** et après hot rolling **4.06g/l**

de la chaux dans l'échantillon 2 égale 10 cc 0.1H₂SO₄ est moins la norme de la chaux

ANNEXE



PRÉSENTATION



AVA est une entreprise de « Drilling fluids & Services ». Ayant son siège social à Hassi-Messaoud, elle opère à l'échelle nationale et régionale. Grâce à ses dix-neuf (19) années d'expérience, l'entreprise a une renommée incontestable auprès de ses clients nationaux et étrangers.

Historique

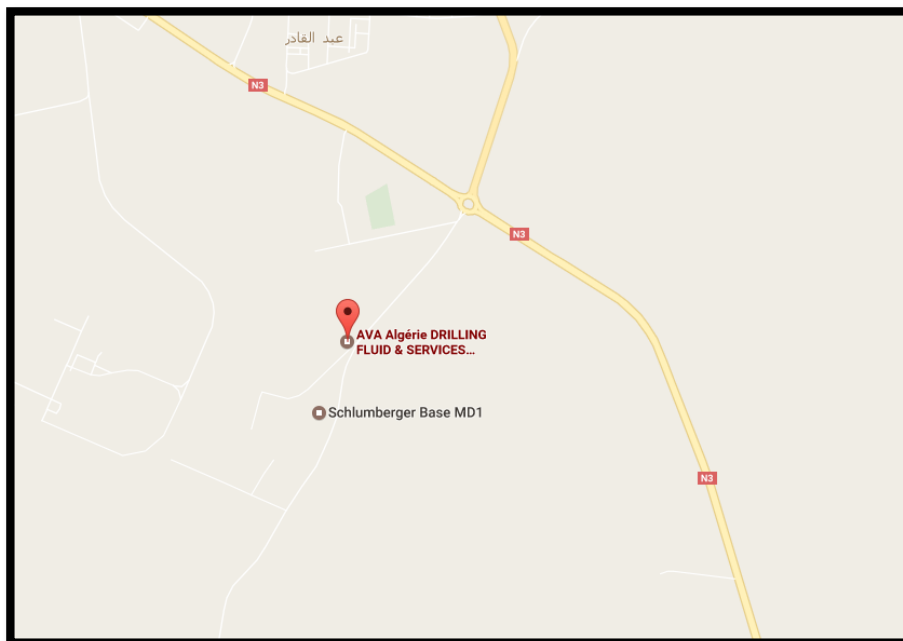
AVA est une société familiale créée en 1998 pour répondre aux besoins d'un marché demandeur de services relatifs à l'industrie pétrolière et gazière. Grâce au bon sens de ses managers

Les deux principes fondamentaux sur lesquels était basée :

- La fidélisation des clients
- Le respect des engagements pris

Entreprise AVA est caractérisée par sa vision, ses missions et ses valeurs qui sont un référentiel pour chacun de son collectif.

Situation Géographique



AVA Algérie,EURL
Zone d'Activité n°2
BP 561
30500 Hassi Messaoud
Algérie

Informations générales

Année de création	1998
Nature de l'établissement	Etablissement secondaire : Agence
Fax	+213 29 731501
Site web	http://www.ava.com.dz

Marques

- AVA SPA
- VIA SALARIA 1313
- 00138-ROME-ITALY

Banques

- BEA Hassi Messaoud-Emir Abdelkader

Effectifs

Entreprise De 250 à 499 Employés

Activités

- Producteur
 - Distributeur
 - Prestataire De Services

 - Matériel pour plateformes offshore
 - Matériel de forage pour puits d'eau
 - Matériel de forage pour la production d'hydrocarbures
 - Matériel pour puits d'extraction des hydrocarbures
 - Matériel de contrôle de l'extraction des hydrocarbures
 - Matériel de pompage d'hydrocarbures
 - Matériel de sondage et de forage pour le génie civil
 - Travaux de prospection et de forage pour le pétrole et le gaz
-

I. Descriptions du processus d'opérations :

1. 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



Photo 7: Equipement de solidification

2- 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



Photo 8: Unité de Solidification

3. 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.

4. 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 ;

5. Le mélange (déblais /laitier de ciment/solution silicatée) rejeté par le mixeur.

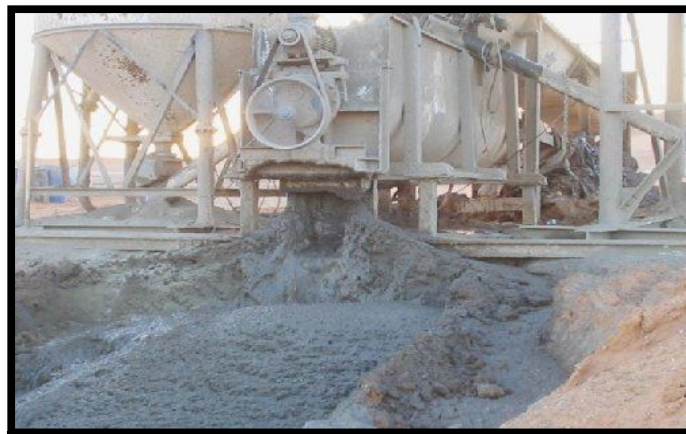


Photo 9: Unité de Solidification

le produit traité est chargé par pelle mécanique puis déposé sur une aire de séchage.

6. 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.

7. Après trois jours de séchage, le produit traité ayant atteint le stade de maturation.



Photo 11: Solidification de bourbier

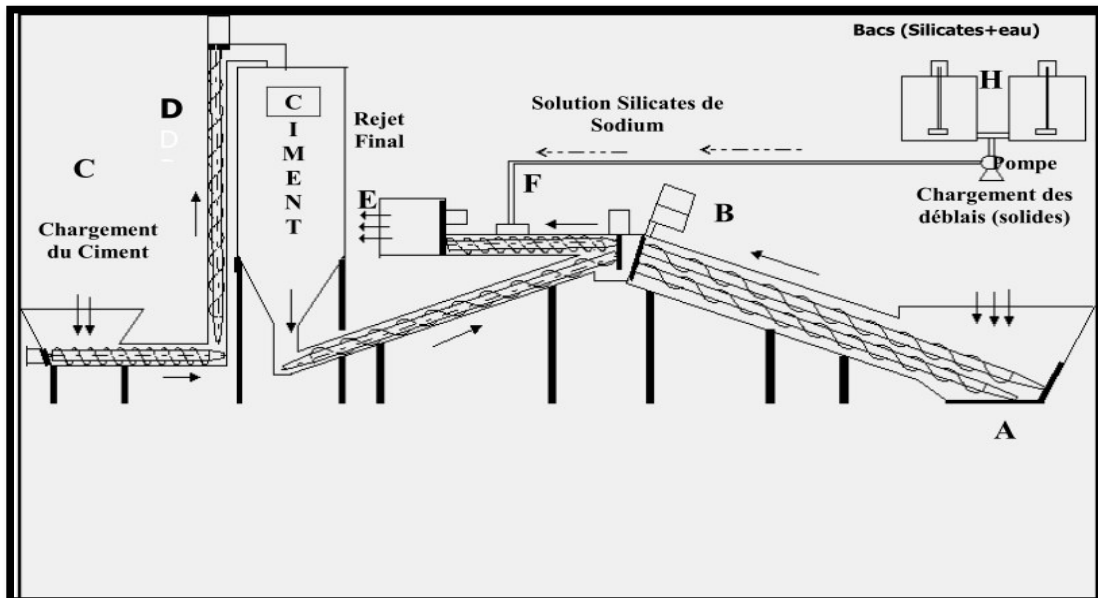


Photo 10: schéma simplifié de l'unité de traitement par solidification stabilisation

CONCLUSION

Avant de procéder à tout type de traitement de la boue, il est indispensable de commencer par faire une étude complète, à savoir l'historique du puits, ainsi que l'analyse des échantillons des fluides et des différents dépôts récupérés.

D'après les résultats obtenus au terme de notre étude, on a constaté que les déblais pétroliers sont très dangereux à l'environnement, à cause de leurs compositions qui peuvent se passer les limites maximales des normes algériennes.

Les traitements actuellement mis en œuvre sur le champ d'HASSI-MASSOUD, dans le but de réduire l'impact des rejets de forage, désorptions thermiques et stabilisation /solidification sont évaluées par rapport à leur efficacité .ces évaluations montrent que sur le plan de performance technique ces traitements sont équivalents par rapport au plan écologique qui sont différents.

À partir des méthodes de traitement que nous avons fait, on a trouvé que la méthode de solidification est efficace pour les pièges des métaux lourds par contre le traitement devient efficace à la dépollution des hydrocarbures.

À la fin de notre étude, on a constaté que pour ne pas influencer l'environnement il est obligatoire de faire des traitements de borbier soient des traitements thermiques ou de solidification.



BIBLIOGRAPHIE

A

[1] -ABBAS HADJ ABBAS, impact sur l'environnement et technique de traitement, mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme du magister génie pétrolière de 2010/2011 – l'université Kasdi Merbah Ouargla.

B

[2] -BELHABIB ABDELOUAHAB, Les fluide de forage a base huile impact sur l'environnement et technique de traitement, mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme du magister génie pétrolière de 2012/2013 – université Kasdi Merbah Ouargla.

[3] -BENAIDA Ahmed –drilling wast management for environnemental protection in HASSI Messaoud Field

E

[4] -Etude de l'impact sur l'environnement pour l'implantation d'un puits de forage – mémoire de fin d'étude (option génie de l'environnement promotion 2005/2006)

F

[5] (Les boues de forage) Formation AVA Algérie, 2011

K

[6] KHODJA Med, Etude des performances et Considérations environnementales». Université Louis Pasteur Strasbourg œ France, 2008

M

[7] Manuel technique des fluides de forage, MILPARK-CKS, Edition 1993

[8] MESSOUDI Amir Faysal, Évaluation des impacts de l'activité forage sur le champ de HASSI MESSOUD, 2010/2011- université M'hamed Bougara Boumerdas.

[9] MESP (solidification analyses use the Treatment of Drill Cuttings in HASSI MESSAOU), 2013
