



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
Université M'Hamed Bougara Boumerdes

FACULTE DES HYDROCARBURES ET DE CHIMIE
DEPARTEMENT GENIE DES PROCÉDES

SPECIALITE : GENIE DE L'ENVIRONNEMENT APPLIQUEE AUX
HYDROCARBURES

**Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention
du diplôme**

MASTER

THEME

TRAITEMENT DES EAUX HUILEUSES PAR LE PROCÉDÉ PHYSICO-
CHIMIQUE SOUS COAGULATION-FLOCCULATION AU SEIN DE LA
STATION DE DÉSHUILAGE DE HAUD BERKAOUI

Présentée et Soutenue par

GHOUMRASSI ZINEB & SADOUKI KHEDIDJA

Promotrice

M^{me}. HAMMOUDI

**Année universitaire
2015 / 2016**

REMERCIEMENTS

A tout, nous exprimons notre gratitude envers Dieu qui nous a aidés à finaliser ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer nos vifs remerciements à notre promotrice M^{me}. HAMMOUDI pour nous avoir encadré durant notre projet de fin d'études et nous conseillé avec ses aides précieuses tout au long de notre travail.

On tient à exprimer aussi, nos remerciements à notre encadreur, Mr. CHIKH SAMIR pour avoir accepté de diriger notre travail au sein de L'entreprise SONATRACH, pour ses précieux conseils, pour son esprit d'ouverture et sa disponibilité, grâce à lui, notre travail s'est déroulé dans les meilleures conditions.

Nous remercions aussi chaleureusement les membres de jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter le jugement de notre travail.

Notre sincère reconnaissance à nos enseignants du département: Génie des procédés en particulier chef département Mr. BOUCENNA et chef option

Mr. NABIEV

Nos remerciements s'adressent aussi, à tous les travailleurs de SONATRACH (Haoud Berkaoui).

Enfin nous remercions nos parents et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail, trouvent ici l'expression de nos profondes grâces et respects.

DEDICACES

Avec une grande tendresse et beaucoup d'affection, je dédie ce travail à Ma très chère et douce mère qui m'a transmis la vie, l'amour, le courage, Mon très cher père pour l'éducation qu'il ma prodigué; avec tous les moyens et au prix de tous les sacrifices qu'il a consentis à mon égard, pour le sens du devoir qu'il ma enseigné depuis mon enfance.

A mes sœurs : Louiza, Kheira, Chahra, Samiya et Fayzaqui seront toujours présentes dans ma pensée

A mes frères: Mouhamed, Abdellah, Bellale et Kamel

Sans oublier mon très Cher grand père qui n'as pas pus être avec moi aujourd'hui mais qui restera toujours dans mon cœur.

A mes amies : Khaoula, Lydia, Rima, Amina, waznaet Hadjer

A tous mes collègues de la promotion

A mon binôme Kamilia et toute sa famille

A Tous Ceux Qui M'ont Aidé De Près Ou De Loin Même Avec Un Sourire

Et Enfin, Je Dédie Ce Travail A Tous Ceux Que J'aime.



DÉDICACE

Au nom de Dieu, le tout Miséricordieux, Le très Miséricordieux

Pour m'avoir permis d'être ce que je suis devenu aujourd'hui,

Je voudrais remercier le SEIGN EUR des mondes par qui tout est possible : DIEU

Je dédie ce mémoire:

*À le soleil qu'illumine ma vie, la lune qui éclaire mes nuits
Afin qu'il n'y ait pas d'ombre sur mon chemin, mon diamant tout en argent,
mon trésor tout en or, à la pierre la plus précieuse celle qui est la plus merveilleuse
celle qui est la plus bleue et qui fait briller mes yeux, c'est à toi maman*

*A la mémoire de mon père ALI aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour,
l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour toi.
Rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être
Ce travail est le fruit de vos sacrifices*

À mes braves frères : Mhamed & Belkacem

À mes adorables sœurs : Nora, Samira, Nawel, Hanane et Assia et ses époux

À mes neveux : Abd El Hamid, Sid Ali, Seif Ali, Djawed, Anas, Amir et Wail et à ma cher nièce Maria

À la personne qui est toujours là pour moi et que je serais toujours là pour elle, à toi Nesrine

À la complice de mes fous rire, la confidente de mes tourments, ma meilleure amie Khadidja

*À mes collègues et à ceux qui méritent d'être nommés ami(e)s, en particulier : mon binôme Khedidja , Merieme,
Naima, Zahia, Oussama, Islam, Amine et Khoula*

À toute ma promo MAGE 11 & STH11

*Sans oublier tout les professeurs que ce soit du primaire, du moyen, du secondaire ou du l'enseignement
supérieur.*

ZINEB.KAMILIA



Sommaire

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

Partie théorique

Présentation le lieu de stage

Introduction.....	3
I.1.Situation géographique.....	3
I.2.Historique de la direction régional HBK.....	3
I.3. Présentation de champs de Haoud Berkaoui.....	4
I.4.Diagramme de la direction régionale de Haoud Berkaoui	5

Chapitre I : Notion sur la pollution des eaux

Introduction.....	9
II.1. Origine de la pollution des eaux	9
II.2. Définition de la pollution de l'eau et ses impacts.....	9
II.3. Caractéristiques des eaux usées.....	11
II.4. Les principales sources de pollution	11
II.4.1. Les pollutions ponctuelles.....	11
II.4.2. Les pollutions diffuses	11
II.5. Les eaux les différents types des eaux usées.....	11
II.5.1. Les eaux usées domestiques	12
II.5.2. Les eaux pluviales.....	12
II.5.3. Les matières de vidange.....	12
II.5.4. Les eaux usées industrielles.....	12
II.5.4.1. Classification des eaux résiduaires industrielles.....	12
II.5.4.2. Les différents types d'eaux résiduaires industrielles.....	14
II.6. Classification de pollution	14
II.6.1. La pollution biologique.....	14
II.6.2. La pollution microbiologique.....	15

II.6.3. La pollution physique.....	15
II.6.4. La pollution chimique.....	15

Chapitre II : La pollution des eaux par les hydrocarbures

Introduction.....	18
III.1. La pollution des eaux et l'activité pétrolière	18
III.2. Nature de la pollution.....	18
III.2.1. Pollution minérale	18
III.2.2. Pollution organique.....	18
III.2.3. Pollution par les hydrocarbures.....	18
III.3. Composition de la pollution	20
III.4. Impact de la pollution par les hydrocarbures.....	20
III.4.1. Pollution surnageant par nappe d'huile.....	20
III.4.2. Pollution dissoute.....	21
III.4.3. Formation des bourbiers.....	21
III.5. Les paramètres indicateurs de pollution	23
III.6. Législation algériennes sur les eaux usées.....	24

Chapitre III : Techniques de traitement des eaux huileuses

Introduction.....	26
IV.1. Définition des eaux huileuses	26
IV.2. Présence des hydrocarbures dans l'eau.....	27
IV.3. Paramètres indicateurs de la pollution des eaux huileuses.....	29
IV.3.1. Paramètres organoleptiques.....	29
IV.3.2. Paramètres physiques.....	29
IV.4. Traitement des eaux huileuses.....	30
IV.4.1. Traitement primaire : décantation	30
IV.4.2. Traitement secondaire : rupture des émulsions.....	31
IV.4.2.1. Coagulation.....	31
IV.4.2.1.1. Facteurs influençant sur la coagulation.....	34

IV.4.2.2. Flocculation	34
IV.4.2.2.1. Flocculation péri-cinétique (le mouvement Brownien).....	35
IV.4.2.2.2. Flocculation Ortho-cinétique.....	35
IV.4.3. Séparation	36
IV.4.3.1. Décantation.....	36
IV.4.3.2. Flottation.....	36
IV.4.3.3.Filtration sur sable.....	38
IV.4.4. Traitement tertiaire : Stripage à l'air.....	38
IV.5. Séparateurs gravitaireseau- huile.....	39
IV.5.1.1. Type de séparateurs gravitaire eau-huile.....	39
IV.5.1.1.1. Séparateurs lamellaire.....	39
IV.5.1.1.2.Séparateur lamellaire coalescent.....	40
IV.5.1.1.3.Séparateurs American Petroleum Institue (API).....	40
IV.5.1.1.4.Séparateur CPI (Corrugated Plates Interceptors).....	40
IV.5.2. Domaine d'application.....	40

Partie Pratique

Introduction.....	42
I.procédé de déshuilage.....	42
I.1. Définition et fonctionnement des équipements de la station de déshuilage de HBK.....	42
II.Procédure expérimentale.....	47
II.1. Méthode de prélèvement.....	47
II.2.Détermination de la dose optimale de coagulant.....	48
II.2.1.Matériel et appareillage utilisés.....	48
II.2.2.Préparation des solutions.....	49
II.2.3.Procédure d'analyse des eaux.....	50
II.3.Résultats et discussion.....	56
II.3.1. Résultats des essais de coagulation-flocculation Jar-test.....	56
Conclusion et recommandation.....	70
Conclusion générale.....	71

Liste des figures

N°	Figure	Page
Partie théorique		
Présentation de lieu de stage		
1	Carte géographique de HBK	3
Chapitre I		
2	Un bournier	22
Chapitre III		
3	Représentation des trois formes d'hydrocarbure dans l'eau	27
4	Schématisation des deux phases d'une émulsion	28
5	Décantation des gouttelettes d'huiles de différents diamètres dans une eau huileuse	30
6	Schématisation de la double couche d'une particule colloïdale.	32
7	Représentation schématique de la flottation à air dissous	37
8	Schéma générale du procédé de stripage	39
Partie pratique		
1	Station déshuilage de Haoud Berkaoui	41
2	Schéma représentatif d'une station de déshuilage	42
3	Ballon flash	43
4	Bac tampon	43
5	Le CPI	44
6	La cuve de floculation	45

Liste des figures

7	La cuve de flottation	45
8	Purge de prise d'échantillon	47
9	Purge ouverte à fort débit	47
10	Floculateur ISCO (Jar test)	48
11	Spectrophotomètre DR/2000	53
12	L'extraction liquide-liquide	54
13	PH mètre type HANNA	55
14	Les valeurs exigées par la réglementation algériennes pour les MES et HCT	62
15	Variation de MES pour 4% Na ₂ SiO ₃ avec 1.2% de H ₂ SO ₄	63
16	Variation de PH et le teneur en HC pour 4% de Na ₂ SiO ₃ avec 1.2% de H ₂ SO ₄	63
17	Variation de PH et le teneur en HC pour 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.2% de H ₂ SO ₄	64
18	Variation de PH et le teneur en HC pour 4% Na ₂ SiO ₃ avec 1.5% de H ₂ SO ₄	64
19	Variation de MES pour 4% Na ₂ SiO ₃ avec 1.8% de H ₂ SO ₄	65
20	Variation de PH et le teneur en HC pour 4% Na ₂ SiO ₃ avec 1.8% de H ₂ SO ₄	65
21	Variation de MES pour 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.2% de H ₂ SO ₄	66
22	Variation de PH et le teneur en HC pour 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.2% de H ₂ SO ₄	66
23	Variation de MES pour 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.5% de H ₂ SO ₄	67
24	Variation de PH et le teneur en HC pour 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.5% de H ₂ SO ₄	67
25	Variation de MES pour 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.8% de H ₂ SO ₄	68
26	Variation de PH et le teneur en HC pour 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.8% de H ₂ SO ₄	68

List des tableaux

N°	Tableau	Page
Partie théorique		
Chapitre I		
1	Classification générale des eaux résiduaires	16
2	Les principales sources de pollution	17
Chapitre II		
3	Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles.	25
Chapitre III		
4	Les avantages et les inconvénients de coagulation- floculation	35
Partie pratique		
1	Méthode d'analyse pour le contrôle qualité des eaux des stations de déshuilage	50
2	Conditions d'analyse avec un Spectrophotomètre DR/2000	55
3	Résultat Jar-test de 4% Na ₂ SiO ₃ avec 1.2% de H ₂ SO ₄	56
4	Résultat Jar-test de 4% Na ₂ SiO ₃ avec 1.5% de H ₂ SO ₄	57
5	Résultat Jar-test de 4% Na ₂ SiO ₃ avec 1.8% de H ₂ SO ₄	58
6	Résultat Jar-test de 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.2% de H ₂ SO ₄	59
7	Résultat Jar-test de 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.5% de H ₂ SO ₄	60
8	Résultat Jar-test de 5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.8% de H ₂ SO ₄	61

Liste des abréviations

Les Abréviations

API	American Petroleum Institute
CPI	Corrugated Plates Interceptors
MES	Matière en Suspension
HC	Hydrocarbure
PH	potentiel hydrogène
DCO	Demande Chimique en Oxygène
DBO	Demande Biochimique en Oxygène
HBK	Haoud Berkaoui
GLA	Guellala
BKH	Benkahla
FWKO	Free Water Knock Out
HP	Haut Pression
MP	Moyen Pression
BP	Base Pression
DAF	Disloved Air Fottation
PHD	Polyéthylène Haute Densité
CFP	Compagnie française de Pétrole
RGA	Récupération de gaz associes
STEP	Station d'épuration d'eaux usées
CET	Centre d'enfouissement technique
PPM	Partie par million

Introduction

La protection de l'environnement est définie comme l'ensemble de mesures d'atténuation afin de réduire et minimiser les impacts de toute activité permettant de préserver ainsi les différentes ressources naturelles tels que l'eau, l'air, les sols et sous-sols.

En effet, la protection de l'environnement est devenue un des enjeux majeurs du développement économique. De plus, à travers une prise de conscience, la protection de l'environnement est un sujet sensible où l'industrie pétrolière fait souvent figure d'accusée.

L'activité pétrolière au niveau du périmètre du champ Haoud Berkaoui est génératrice d'une quantité importante des eaux de séparation comportant des traces d'hydrocarbures. Ces effluents liquides industriels sont considérés comme une source de pollution qui peut nuire à l'environnement et qui devraient être traités en vue de répondre aux exigences réglementaires nationales relatives à cet aspect.

Afin de répondre aux exigences inscrites dans le cadre de la politique de l'Entreprise en matière de protection de l'environnement, une station de déshuilage a été réalisée au niveau de Haoud Berkaoui (HBK), afin d'assurer d'une part le traitement de ces effluents liquides par la récupération des hydrocarbures et d'autre part la réutilisation de ces eaux traitées à des fins de réinjection pour le maintien de pression.

Le champ de Haoud Berkaoui constitue une richesse nationale importante pour l'Algérie, elle doit être protégée pour en tirer le maximum de bénéfice sans nuire à l'environnement.

Techniquement, Le mode de traitement, afin de réduire le taux des hydrocarbures libres et émulsionnés ainsi que les matières en suspension dans l'eau huileuse, adopté au niveau de la station de déshuilage du HBK se base essentiellement sur les deux procédés :

- Procédé physique
- Procédé physico-chimique : coagulation-floculation

Alors quels sont les paramètres qui influent sur l'efficacité sur le traitement des eaux huileuse et est-ce que ces procédés nous permet à ramener le taux des hydrocarbures (HCT) à un niveau inférieure à 10 mg/l et les taux des matières en suspension (MES) inférieur à 30 mg/l ?

Et est-ce que on peut rejeter ces eaux traites dans la nature sans danger environnementale ?

Afin de répondre à ces problématiques on a étudié l'influence de coagulants-floculants sur le traitement des eaux huileuse afin d'aboutir à des résultats d'analyse conforme aux normes.

Le présent travail comporte deux parties principales, partie théorique et partie pratique.

La Partie théorique comporte une présentation de lieu de stage,

Le premier chapitre permettra de mieux comprendre les notions sur la pollution de l'eau, ses impacts sur l'environnement, les activités productrices de cette pollution, ainsi que ses classifications.

Dans le deuxième chapitre, nous aborderons la pollution de l'eau par les hydrocarbures, les types de cette pollution ainsi que son impact sur l'environnement. Nous ferons ensuite le point sur les différents paramètres indicateurs de pollution.

Enfin dans le dernier chapitre et dans le cadre du traitement des eaux chargées en hydrocarbures, nous présenterons différentes techniques de traitement des eaux huileuses.

La Partie pratique Comporte deux parties :

La première partie présentera le procédé de fonctionnement des équipements de la station de déshuilage de HBK.

La deuxième partie on détermine et recommande les doses optimales des produits chimiques à injecter en effectuant des essais au laboratoire.

I.1 Situation géographique :

Sur la route RN49, reliant Ghardaïa à HASSI MESSAOUD à 35 km d'Ouargla, un carrefour indique la présence d'un champ pétrolier. Il s'agit de la Direction Régionale HAUD BERKAOUI, située à :

- 772 km au sud d'Alger
- 35 km au nord-ouest d'Ouargla
- 100 km à l'ouest de HASSI MESSAOUD.

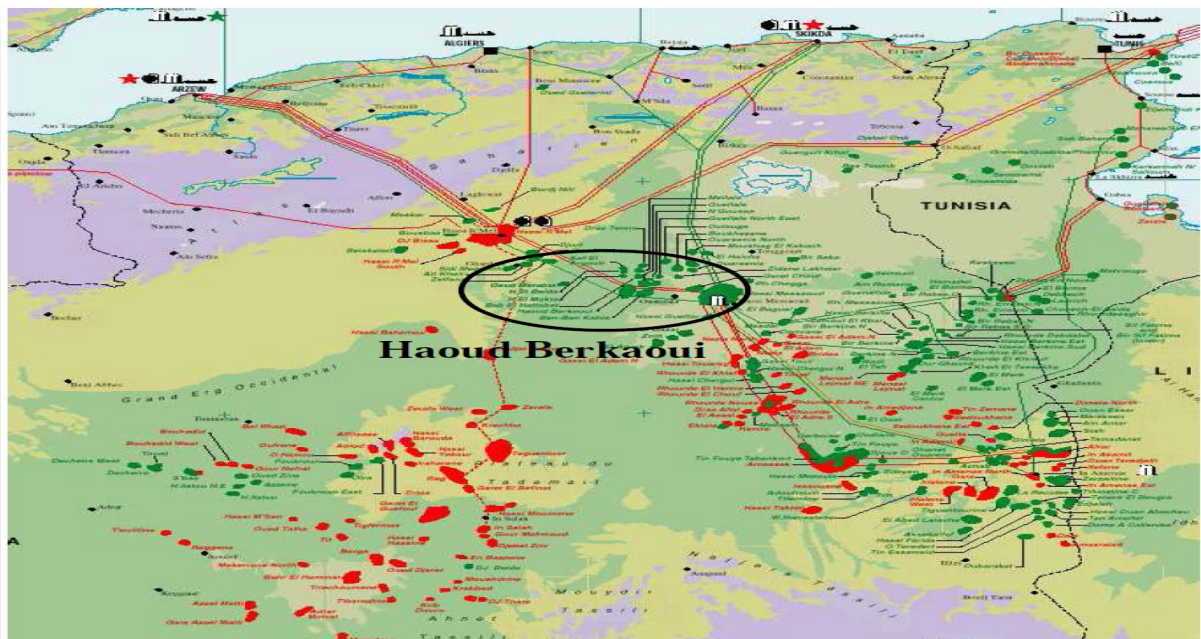


Figure1: Carte géographique de HBK

I.2 Historique de la direction régionale HBK :

Les études géologiques réalisées à Ouargla ont permis de connaître l'existence de trois structures appelées HAUD BERKAOUI (HBK), et BENKAHLA (BKH) et GUELLALA.

En mars 1965, un gisement d'huile fut localisé dans la série du trias argilo gréseux (TAG) plus exactement à HAUD BERKAOUI par la compagnie CFP (compagnie française de Pétrole), la zone pétrolière de HAUD BERKAOUI, est constituée de près de 20 champs pétroliers, répartis sur 63 Km² sur le bord oriental de la dépression OUED MYA, les plus importants de cette région sont ceux de HAUD BERKAOUI, BENKAHLA, GUELLALA.

Elle forme les accumulations d'huiles essentielle de cette zone la série inférieure du trias argileux Gréseux (TAG) situé à une profondeur moyenne de 3350 m, est le

principal réservoir, productif d'huile dont le bloc 438 parmi les autres champs constituant la périphérie de cette région figurent DRAA TAMRA (DRT) GUELALA–Nord-est.

HAOUD BERKAOUI est devenue une région autonome en 1976, alors qu'elle dépendait de la région de HASSI MESSAOUD, depuis le début de son exploitation.

I.3 Présentation de champs de Haoud Berkaoui :

La région de Haoud Berkaoui se compose de trois principaux centres de production :

➤ **Champ de Haoud Berkaoui :**

Le centre de production de Haoud Berkaoui se compose d'une unité de séparation d'huile avec une capacité de 8000 m³/j, d'une autonomie de stockage de 13000 m³, d'une unité de compression du gaz de 1000000 m³/j et d'une unité d'injection d'eau de 2000 m³/j et d'une station de déshuilage de capacité de traitement de 2400 m³/j.

➤ **Champ de Benkehla :**

Découvert en 1966 sur une superficielle de 72 m², le champ de Benkehla a été mis en production en 1967. Il est composé d'une unité de séparation d'huile de 5000 m³/j, d'une unité de compression de gaz de capacité 560000 m³/j, d'une unité d'injection d'eau de capacité de 2000 m³/j et d'une station de déshuilage de capacité de traitement de 480 m³/j, toute la production d'huile est expédiée vers le centre de production de Haoud Berkaoui.

➤ **Champ de Guellala :**

Découvert en 1969, le champ de Guellala s'étend sur une superficielle de 35 km². Il a été mis en production en 1973. Actuellement, le centre de production se décompose d'une unité de séparation d'huile d'une capacité de 7000 m³/j, d'une unité de stockage de 15000 m³, d'une unité de compression de gaz de 762000 m³/j, d'une unité d'injection d'eau de 2000 m³/j et d'une station de déshuilage de capacité de traitement de 720 m³/j. En 1993, le centre de production de Guellala est doté d'une unité de traitement de gaz d'environ de 2.4 millions m³/j. Sa capacité de récupération estimée à 500 tonnes/j pour le GPL et de 90 tonnes/j pour les condensats. L'unité de traitement de gaz est accompagnée d'une unité de compression de gaz à 75 bars, d'une capacité de 1660000 m³/j dont 56000 m³/j sont comprimés à 140 bars pour les besoins en gaz-lift des puits de la région, les volumes restants sont expédiés vers Hassi R'mel.

I.4 Diagramme de la direction régionale de Haoud Berkaoui :

La direction régionale de Haoud Berkaoui se trouve à 35 km d'Ouargla route de Ghardaïa. Elle fait partie de la division de production de SONATRACH. Elle est dirigée par un directeur régional assisté par :

- Un chargé de mission
- Un assistant de sécurité et de prévention
- Une cellule informatique
- Un secrétaire assistant

Elle se compose de neuf (9) divisions qui sont :

➤ **Division personnelle**

Elle est composée des services suivants :

- Service gestion et paie
- Service planification
- Service administration générale

➤ **Division finance:**

Elle est composée des services suivants :

- Service comptabilité générale
- Service trésorerie
- Service comptabilité de gestion cellule juridique

➤ **Division intendance:**

Elle est composée des services suivant :

- Service restauration.
- Service hébergement.
- Service gestion.
- Service économat.
- Service maintenance.

➤ **Division engineering et production:**

Elle est composée des services suivant :

- Service géologie.
- Service essai et mesure.
- Service technique puits.
- Services intervention.
- Service corrosion.

➤ **Division exploitation:**

Elle est composée des services suivant :

- Service exploitation HBK
- Service exploitation GLA

➤ **Division maintenance :**

Elle est composée des services suivants :

- Service méthodes.
- Service instrumentation.
- Service électricité.
- Service mécanique industriel.

➤ **Division approvisionnement et transport :**

Elle est composée des services suivants :

- Service chat.
- Service transport.
- Service maintenance véhicules.
- Services matériel.

➤ **Division réalisation :**

Elle est composée des services suivants :

- Service travaux neufs.
- Service construction.
- Service entretien.
- Service électromécanique.

➤ **Division Sécurité :**

« *Etre en sécurité c'est être à l'abri du danger* », c'est pour cela il est raisonnable de penser à la prévention avant l'intervention. La Division Sécurité est divisée en trois (3) Services : Prévention, Intervention et une Cellule Environnement.

- **Service Prévention :**

Travail en collaboration avec les autres structures, les principales tâches de ce service sont :

- Assurer le suivi des travaux dans des conditions de sécurité.
- Participer à l'étude et aux modifications concernant les installations.
- S'assurer de l'application des divers contrôles et inspection réglementaires des équipements.
- Rédiger des consignes de sécurité générales et particulières.
- Elaborer et étudier les statistiques d'accidents du travail.

- **Service intervention :**

Il a pour but d'intervenir, en cas d'alerte sur toute la région et assure la surveillance des accès aux centres de productions. Pour bien accomplir sa mission il est appelé à :

- Entretien et vérifier périodiquement les moyens d'intervention (les camions anti incendie, le réseau anti-incendie...)
- Surveiller les accès, des centres de production, et procède au contrôle des véhicules et les par flamme
- Assister aux travaux dangereux
- Les interventions en cas d'accidents et incendie.

- faire appliquer les consignes générales et particulières de sécurité.

- **Service protection de l'environnement** :

La Direction Régionale HBK à fournis beaucoup d'efforts dans le domaine de la protection de l'environnement, cette région est dotée de trois stations de déshuilage, d'une unité de récupération de gaz associés (RGA), d'une station d'épuration d'eaux usées (STEP) et un centre d'enfouissement technique(CET).

- Les principaux plans d'action de la Cellule Environnement sont :
 - Gestion et traitement des rejets liquides.
 - Gestion déchets.
 - Gestion des produits chimiques
 - Emissions atmosphériques
 - Traitement des borbiers
- Les principales taches de l'ingénieur Environnement :
 - ✓ Gestion et traitement des différents types de pollution
 - ✓ La veille réglementaire. Garantir l'application de la réglementation relative à l'environnement dans l'entreprise.
 - ✓ Faire des inspections et des constats environnementaux sur toutes les Installations de la direction Régionale.
 - ✓ Organisation et suivi continue de la gestion déchets
 - ✓ Faire des rapports d'inspection en photographiant le problème après réaliser
 - ✓ Suivi des installations relatives à l'environnement.
 - ✓ Proposer des solutions pour réduire la pollution.

Partie théorique

1

Notion sur la pollution des eaux

Introduction

La dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'eau de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu entraîne une pollution qui va perturber l'écosystème aquatique dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement. Souvent anthropique, c'est à dire due directement ou indirectement à l'activité humaine, cette pollution peut être biologique, physique ou chimique.

II.1. Origine de la pollution des eaux :

La pollution d'une eau possède essentiellement quatre origines dans trois courantes :

- Les rejets des eaux usées d'origine animale (fumier, étables etc.) ou humaine, dont les eaux résiduaires domestiques qui polluent les eaux de surface soit par déversement direct, soit par la fraction non dégradable des effluents des stations d'épuration. Ces rejets apportent une pollution en matière en suspension, détergent, matières organiques, phosphates, bactéries et virus éventuellement
- Les rejets des eaux ou liquides résiduaires industriels dans les eaux d'égouts urbains, en mer et dans les rivières et lacs.
- Les eaux de ruissellement entraînant les polluants d'origine agricole (engrais, pesticides, etc.....).
- La contamination accidentelle provenant d'un rejet concentré en matières polluantes.

[1]

II.2. Définition de la pollution de l'eau et ses impacts

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et/ou perturbe l'écosystème aquatique. Elle peut concerner les eaux superficielles (rivières, plans d'eau) et/ou les eaux souterraines. Elle a pour origines principales :

- l'activité humaine, les industries, l'agriculture et les décharges des déchets domestiques et industriels. [2]

Selon la loi N°03-10 du journal officiel algérien n°43 du 19 juillet 2003 sur la protection de l'environnement :

La pollution des eaux est « l'introduction dans le milieu aquatique, de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques, chimiques et/ou biologiques de l'eau et de créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire à la faune et à la flore terrestres et aquatiques, de porter atteinte à l'agrément des sites ou de gêner toute autre utilisation normale des eaux ».

Elle se manifeste principalement :

- dans les eaux de surface, par une diminution de la teneur en oxygène dissous (due en particulier aux sous-produits rejetés par l'industrie laitière, au sang rejeté par l'industrie de la

viande, aux déchets contenus dans les eaux usées domestiques...), qui peut provoquer dans certains cas des mortalités importantes de poissons.

- La présence de produits toxiques provenant, le plus souvent, de l'industrie chimique, de l'industrie des métaux, de l'activité agricole et les décharges des déchets domestiques ou industriels. Rejetées sous différentes formes, ces substances provoquent des effets qui peuvent être de deux formes :

- ✓ Effet immédiat ou à court terme conduisant à une toxicité brutale et donc à la mort rapide de différents organismes,
- ✓ Effet différé ou à long terme, par accumulation au cours du temps, des substances chez certains organismes.

Une prolifération d'algues, essentiellement liée aux activités humaines, à l'agriculture et à l'industrie,

Une modification physique du milieu récepteur, qui peut être perturbé par des apports aux effets divers :

- ✓ Augmentation de la turbidité de l'eau (ex. lavage de matériaux de sablière ou de carrière)
- ✓ Modification de la salinité (ex. eaux d'exhaure des mines de sel)
- ✓ Augmentation de la température (ex. eaux de refroidissement des centrales nucléaires).

La présence de bactéries ou virus dangereux, provenant de foyers domestiques, d'hôpitaux, d'élevages et de certaines industries agro-alimentaires.

Les éléments perturbateurs décrits ci-dessus parviennent au milieu naturel de deux façons différentes :

- ✓ Par rejets bien localisés (villes et industries) à l'extrémité d'un réseau d'égout
- ✓ Par des rejets diffus (lessivage des sols agricoles, des aires d'infiltration dans les élevages, décharges...).

L'introduction de rejets dans le sous-sol provoque une pollution des eaux souterraines qui est caractérisée par :

- ✓ Une propagation lente et durable (une nappe est contaminée pour plusieurs dizaines d'années).
- ✓ Une grande difficulté de résorption ou de traitement. [2]

II.3. Caractéristiques des eaux usées :

On distingue trois grandes catégories d'eaux usées : les eaux domestiques, les eaux industrielles, les eaux pluviales. Les cours d'eau ont une capacité naturelle d'épuration. Mais cette capacité a pour effet de consommer l'oxygène de la rivière et n'est pas sans conséquences sur la faune et la flore aquatiques. Lorsque l'importance du rejet excède la capacité d'autoépuration de la rivière, la détérioration de l'environnement peut être durable. Les zones privées d'oxygène par la pollution entraînent la mort de la faune et la flore ou créent des barrières infranchissables empêchant notamment la migration des poissons. La présence excessive de phosphates, en particulier, favorise le phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'algues qui nuisent à la faune aquatique, peuvent rendre la baignade dangereuse et perturbent la production d'eau potable.

II.4. Les principales sources de pollution

On distingue deux grandes formes de pollution :

II.4.1. Les pollutions ponctuelles :

Dépôt ou épandage de polluant sur une surface restreinte que l'on peut assimiler à la source

L'origine de cette pollution peut être :

- Les effluents industriels : caractère organique, mixte et minérale.
- Les effluents domestiques : zone industrielle et ruissellement. [3]

II.4.2. Les pollutions diffuses :

Épandage ou retombée de polluant sur une grande surface, les origines de cette pollution sont :

Pollution agricole, lessivage réseau routière et transfert pollution atmosphérique. [3]

II.5. Les différents types des eaux usées

Quatre types de pollution sont généralement définis contre lesquels des moyens de lutte doivent être mis en œuvre :

- la pollution traditionnelle des eaux usées domestiques.
- la pollution drainée par les eaux pluviales.
- la pollution des matières de vidange issues de l'assainissement autonome des habitations non raccordées au réseau d'assainissement collectif.
- la pollution des sites industriels. [4]

II.5.1. Les eaux usées domestiques

Constituant généralement l'essentiel de la pollution, elles se composent :

- des eaux vannes d'évacuation des toilettes.
- des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bain.

Les déchets présents dans ces eaux souillées sont constitués par des matières organiques dégradables et des matières minérales. Ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension.

II.5.2. Les eaux pluviales

Les eaux de ruissellement peuvent être particulièrement polluées surtout en début de pluie par:

- lessivage des sols, des surfaces imperméabilisées,
- remise en suspension des dépôts des collecteurs,...

Les eaux pluviales sont de même nature que les eaux domestiques et peuvent contenir en plus, des métaux lourds et des toxiques : plomb, zinc, hydrocarbures, ... Suivant le contexte local, des dispositions devront être prises pour en limiter l'impact : bassins d'orage, bassins d'étalement, chaussées filtrantes, ...

II.5.3. Les matières de vidange

Dans toutes les communes, il existe des habitants non raccordés ou non raccordables à l'égout public. Or, toute fosse septique produit obligatoirement des matières de vidange. L'évacuation et le traitement de ces matières domestiques font partie intégrante de l'assainissement.

II.5.4. Les eaux usées industrielles

Les caractéristiques des eaux usées d'origine industrielle sont bien évidemment directement liées aux types d'industries. La pollution de ces eaux peut être organique, ou minérale.

II.5.4.1. Classification des eaux résiduaires industrielles

On peut répartir les effluents industriels en trois grandes classes :

a)-Les eaux résiduaires à caractère minéral dominant :

Les principales eaux résiduaires représentantes de ce groupe sont :

- Les eaux de lavage de gravières et des activités d'extraction des minéraux ;
- Les eaux des industries sidérurgiques ;
- Les eaux de l'industrie chimique minérale ;

- les eaux de traitement de surface des métaux.

Ces eaux sont caractérisées par :

- Une charge importante en matières en suspension et/ou en sels dissous ;
- Une demande chimique en oxygène d'origine minérale variable en fonction de la nature des composés minéraux en solution ;
- La présence possible de toxiques ou d'inhibiteurs de la croissance bactérienne;
- Une très faible valeur de la DBO5.

Les traitements les mieux appropriés à ce type d'effluents sont :

- Les traitements physiques de clarification : floculation, décantation et filtration;
- Les traitements chimiques d'élimination des toxiques et/ou de neutralisation du pH.

[5]

b) Les eaux résiduaires à caractère organique dominant :

Ce sont surtout les effluents des industries agro-alimentaires comme :

- ✓ Les abattoirs ;
- ✓ Les conserveries ;
- ✓ Les laiteries et fromageries.

Leur composition, bien que très variable, comprend presque toujours :

- ✓ Les matières minérales et des débris végétaux en suspension ;
- ✓ Des graisses ;
- ✓ Des protéines.

Elles sont caractérisées par une biodégradabilité importante.

c)-Les eaux résiduaires à caractère mixte :

Ce sont des effluents qui ne sont pas directement biodégradables à cause de l'absence d'éléments de croissance ou de la présence d'inhibiteurs de croissance. Dans ce groupe, nous trouverons par exemple les effluents :

- ✓ Des industries textiles ;
- ✓ Des papeteries et des industries du bois ;
- ✓ Des raffineries et des usines pétrochimiques ;
- ✓ Des industries pharmaceutiques.

Dans ces effluents, on peut trouver :

- ✓ Des matières en suspension diverses (sables, fibres de cellulose, etc.) ;
- ✓ Des hydrocarbures dissous, émulsionnés ou en film superficiel ;
- ✓ Des tensioactifs, des colorants, des phénols, etc.

II.5.4.2. Les différents types d'eaux résiduaires industrielles

Les eaux résiduaires industrielles se différencient, en diverses catégories selon l'utilisation de l'eau :

a)- Eaux générales de fabrication ou de procédé

La plupart des procédés conduisent à des rejets polluants de diverses natures.

b)-Eaux des circuits de refroidissement

Ce sont des eaux abondantes et généralement non pollués, car elles n'ont pas de contact avec les produits fabriqués. Elles peuvent être recyclées.

c)-Eaux de lavage des sols et machines

Le degré de pollution et le débit des eaux de lavage sont très variables et particulièrement importants en fin de journée, au cours des nettoyages de week-ends, et des périodes de congés. [6]

II.6. La classification de pollution

La pollution peut être classée selon la nature de l'agent polluant en pollution biologique, physique et chimique. Nous citerons des exemples de chaque classe :

II.6.1. La pollution biologique

Par définition, une pollution biologique est issue du milieu lui-même. C'est par le surdéveloppement de micro-organismes ou de végétaux micro ou macroscopiques qu'un déséquilibre du milieu environnant peut entraîner une mortalité élevée chez les autres organismes présents. Ce surdéveloppement est généralement la conséquence d'une action humaine: enrichissement en nitrates d'un milieu (rejets organiques), développement de virus, de bactéries, modification de la température d'un milieu (rejet d'eau chaude), introduction d'espèces invasives, etc. [7]

II.6.2.La pollution microbiologique

La pollution microbiologique des eaux est le terme utilisé pour désigner la présence de bactéries et virus. Invisibles à l'œil nu, ces microorganismes à l'origine de contamination des eaux, proviennent d'hommes ou d'animaux qui hébergent dans leur appareil digestif, une quantité considérable de bactéries, voire de virus.

II.6.3.La pollution physique

On parle de pollution physique lorsque le milieu naturel est modifié dans sa structure physique par divers facteurs.

a. La pollution thermique

Par l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution.

b.La pollution radioactive

A un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements.

II.6.4.La pollution chimique

C'est une pollution engendrée par des substances chimiques normalement absentes, ou présentes dans l'environnement dans des concentrations naturelles (beaucoup) plus faibles.

- **La pollution par les hydrocarbures**

Ce sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère. Lorsque ces derniers se trouvent émulsionnés en présence d'agents tensioactifs, leur pouvoir de pénétration dans le sol est important entraînant la pollution des nappes aquifères.

L'hydrocarbure ou l'huile est l'un des polluants de l'eau les plus importants. Une petite quantité de l'huile peut produire le film vastement couvrant la surface de l'eau, lequel affecte le transfert de l'oxygène et par conséquent ruine l'écosystème. En plus, étant donné ses propriétés, à la haute concentration, il cause l'effet nuisible dans le procédé de traitement biologique. Toutefois, l'hydrocarbure ou l'huile peut avoir une valeur ou être récupérée ou recyclée à condition où il peut être séparé de l'eau.

Il y a plusieurs études sur les techniques, les procédés et les innovations de la séparation d'huile. Chaque étude peut être appropriée à certaines conditions d'opérations ou certaines caractéristiques des eaux résiduaires.

Tableau N°1 :Classification générale des eaux résiduaires

Types d'eau résiduaire	Localisation – origine	Caractéristique
Domestique	Habitation Individuelle	Assez connues, type peut fréquent, présence de micro-organisme
Industrielle	Industries, entreprise	Très variables avec la nature des productions et des activités
Urbain (réseau unitaire)	Agglomération (prise en compte du réseau pluviale).	Très variable avec la charge et dilution.
Urbaine (réseau séparatif)	Agglomérations.	Variable.

Tableau N°2 :les principales sources de pollution

Substances	Origines	Effets
Hydrocarbures Essences, huiles, fioul	Transports routiers, industries, accidents pétroliers, fuites lors des déchargements des pétroliers, lessivage par la pluie des zones urbaines (parking, route)	Altération des mécanismes physiologiques de tous les organismes vivants
Métaux lourds	Transports routiers, industries métallurgiques et pétrochimiques, peinture et carénage des bateaux	Affectent surtout les animaux
Pesticides et Insecticides	Utilisation domestique, agriculture	Trouble du métabolisme et du système neurologique Altération des processus enzymatiques
Composés azotés et phosphatés	Agriculture, aquaculture, industries agroalimentaires, eaux usées domestiques	Phénomène d'anoxie et d'eutrophisation
Détergents	Eaux usées domestiques, industries	Affectent les plantes et les algues Effet amplifié si combinaison avec des hydrocarbures
Les matières en suspensions	Eaux usées domestiques, lessivages des sols, industries.	Diminution apport de lumière

2

La pollution des eaux par les hydrocarbures

Introduction

L'exploitation des hydrocarbures tant au niveau de la production que du raffinage produit des quantités importantes de résidus huileux. Le déversement de ces quantités est une problématique environnementale fréquente dans le monde entier, ces déversements entraînent une dégradation dans les écosystèmes et représentent un risque pour la santé humaine.

III.1. La pollution de l'eau et l'activité pétrolière

Lors de la production des hydrocarbures, il y a une génération d'eaux huileuses (eau contaminée par les hydrocarbures) vu que ce dernier est déjà présent dans les réservoirs où elle était en contact avec l'huile et le gaz et les roches.

La pollution de l'eau par les hydrocarbures peut être sous forme d'huile libre ou bien une huile émulsionnée, l'émulsion est causée par les équilibres de pression qui se font dans le réservoir.

L'eau est utilisée en quantité massive pour les besoins de traitement et de production d'hydrocarbures ainsi que pour les besoins de forage. Elle est contaminée par plusieurs produits chimiques vu qu'elle est utilisée dans leur préparation.[8]

III.2. Nature de la pollution

Cette pollution n'est pas constituée uniquement par les hydrocarbures et l'on doit distinguer une pollution minérale et une pollution organique.

III.2.1. Pollution minérale

Elle est constituée principalement de :

- matières en suspension (sable, argiles, etc.).
- matières dissoutes (sels, Cl, Na, ammoniacque, métaux lourds, etc.).

III.2.2. Pollution organique

Elle est constituée essentiellement par les hydrocarbures, les composés oxygénés, ou ammoniacaux et les composés azotés.

III.2.3. Pollution par les hydrocarbures

Les hydrocarbures se présentent sous plusieurs états qu'il est difficile de les caractériser analytiquement, néanmoins on cite les quatre formes suivantes :

- les hydrocarbures libres
- les émulsions mécaniques
- les émulsions chimiques

- les hydrocarbures en solution ou dissous

a. Les hydrocarbures libres

Ces hydrocarbures flottent en nappe et forment un film d'huile sur le plan d'eau.

b. Hydrocarbures en émulsion mécanique

N'importe quel dispositif susceptible de créer des turbulences (pompes, clapets, changement brusque de section de conduite) peut provoquer la dispersion de l'huile dans l'eau et génère une émulsion dont la granulométrie est plus ou moins fine et plus ou moins stable.

Les facteurs qui conditionnent le diamètre moyen des gouttelettes de l'émulsion en question sont la quantité d'énergie dissipée pour créer la turbulence et la tension inter faciale huile-eau.

En général on peut faire la distinction entre une émulsion primaire dont le diamètre moyen des gouttelettes est supérieur à 100 μm , ayant une apparence limpide que l'on peut séparer aisément par décantation dans les zones calmes, et les hydrocarbures en émulsion mécanique dites secondaires dont le diamètre moyen des gouttelettes est inférieur à 20 μm ; ce type d'émulsion a une apparence trouble et dont la stabilité peut être obtenue au bout de quelques semaines à quelques mois, ce qui rend leur séparation impossible par décantation.

c. Les hydrocarbures en émulsion chimique

Les hydrocarbures dispersés en présence d'un tiers polluant ou certains hydrocarbures, modifient la tension superficielle et stabilisent chimiquement la dispersion.

➤ Emulsion d'hydrocarbure dans l'eau en présence d'un tensioactif :

L'agent de surface actif est composé d'une molécule dissymétrique ayant un groupement hydrophobe (groupe aliphatique ou aromatique en général), et un groupement hydrophile (groupe cationique ou anionique et même non ionique).

Leur nature dissymétrique fait que les molécules se localise préférentiellement à l'interface huile-eau, avec une orientation telle que, la partie hydrophobe se trouve en contact avec la phase huileuse, tandis que la partie hydrophile est à l'opposé en contact avec l'eau.

d. Les hydrocarbures dissous

Ce type d'hydrocarbures (les aromatiques par exemple) malgré leur faible solubilité dans l'eau, on remarque que leur degré de solubilité diffère. En général si on considère les hydrocarbures de la même série, on constate que la solubilité augmente avec la diminution du poids moléculaire. La volatilité et la solubilité varient donc dans le même sens.

Les hydrocarbures les plus légers sont les plus solubles et les plus volatils .Les hydrocarbures les plus solubles sont ceux qui ont une forte polarité et un poids moléculaire bas, ceci est plus

évident pour les hydrocarbures aromatiques, c'est le cas par exemple du benzène qui a une solubilité de 1650 mg/l. [8]

Il est à signaler que les solutions vraies d'hydrocarbures dans l'eau sont parfaitement limpides, ce qui signifie que les hydrocarbures en question ne peuvent pas être détectés visuellement, leur présence ne peut donc être décelée que par leur odeur et saveur.

Il existe également des hydrocarbures solubilisés de par leurs origines particulières (acides naphthéniques, liés à l'acidité organique du pétrole brut) et les hydrocarbures insolubles enrobés sous forme de film au tour des matières en suspension grossières dont ils peuvent sensiblement modifier l'aptitude à la décantation ou à la flottation, en constituant des agglomérats non décantables.

III.3. Composition de la pollution

La composition de la pollution ainsi que son volume est variable selon son origine et les types de pétrole brut. La proportion de chacune des trois phases eau-huile-solide est très variable d'une eau à une autre. Cependant la phase aqueuse est souvent majoritaire représentant 40-80% du mélange, de 20-50% d'hydrocarbures et de 1-10% de matières en suspension de type minérale ou organique. [8]

III.4. Impact de la pollution par les hydrocarbures

Le déversement dans un milieu récepteur d'eaux usées provoque diverses réactions susceptibles de transformer l'équilibre écologique du milieu.

La pollution de l'eau peut être surnageante ou dissoute selon la composition de la substance huileuse.

III.4.1. Pollution surnageante par nappe d'huile

Les dommages sont liés à la présence de nappes plus ou moins épaisses, mais imperméables à l'air, ce qui empêche l'aération des eaux par transfert gaz-liquide, à l'interface. Dans le cas des eaux chaudes ($T > 20^{\circ}\text{C}$), celles-ci deviennent rapidement abiotiques. Ce type de pollution est caractérisé par le fait qu'une quantité infime d'hydrocarbures est suffisante pour polluer une grande surface d'eau. Ces couches très fines d'hydrocarbures suffisent pour empêcher la pénétration de la lumière et le transfert d'oxygène de l'air vers les couches d'eau, chaudes. Le comportement des hydrocarbures dans l'eau diffère selon la nature de l'hydrocarbure considéré. En effet on remarque :

Les fractions lourdes qui ne se dégradent pas facilement s'hydratent et s'agglomèrent en formant des boules de goudron que l'on retrouve généralement au niveau des plages, elles provoquent également :

- ✓ des salissures des rives, aspects et odeurs désagréables,
- ✓ des risques d'inflammation,
- ✓ des obstructions des branchies des poissons et engluage des oiseaux.

- ✓ agglutination des algues et des planctons rendus inutilisables.

Les fractions légères des hydrocarbures s'évaporent plus ou moins rapidement spécialement dans les pays chauds, en provoquant la pollution atmosphérique.

Les fractions intermédiaires sont biodégradables mais nécessitent des grandes quantités d'oxygène nécessaires au processus de dégradation, ce qui appauvrit les eaux superficielles en oxygène dissous et par voie de conséquence compromet la vie et le cycle de reproduction de la faune aquatique, particulièrement les poissons.

III.4.2. Pollution dissoute

Les hydrocarbures les plus solubles tels que les aromatiques dont la présence sous forme dissoute dans l'eau donne à cette dernière un aspect limpide et ne sont pas détectables visuellement.

Ce type de pollution est particulièrement dangereux, car les hydrocarbures les plus solubles sont plus cancérigènes.

III.4.3.formation des bourbiers

1. Définition d'un bourbier

Dans le domaine d'hydrocarbure, une panoplie de produits chimiques est employée dans la formulation des boues de forage. Ces composés de nature différentes et dont la toxicité et la biodégradabilité sont des paramètres mal définis sont cependant déversés dans la nature. En plus des hydrocarbures, constituants majeur de boue à base d'huile, on note le déversement accidentel du pétrole ainsi qu'une variété de produits chimiques et additifs spéciaux qui peuvent exister sur les sites de forage. Ces rejets sont généralement stockés dans des endroits appelés « bourbier ».



Figure 2:un bourbier

2. Les opérations de production

Lors des opérations de production des risques majeurs de pollution et de contamination de la nappe peuvent survenir :

- ✓ Lors des déversement et fuites d'hydrocarbures en surface ;
- ✓ Des rejets de divers produits utilisés pour l'entretien des puits et des installations de production ;
- ✓ Des détériorations des tubages et casing des puits.

3. L'impact des bourbiers sur l'environnement

L'impact sur l'environnement peut se définir comme l'effet, pendant un temps donné et sur un espace défini, d'une activité humaine sur une composante de l'environnement. En fait on peut considérer que "l'impact sur l'environnement" comporte deux composantes :

- Les écosystèmes naturels subissent des agressions qui portent atteinte à l'environnement tels que les polluants, le bruit ou les espèces exogènes ;

- La nature du milieu récepteur détermine les incidences sur l'environnement de l'ensemble des facteurs d'agression. Les spécificités du milieu ambiant telles que les caractéristiques physiques de l'écosystème, la densité de population humaine touchée et le fait de savoir si l'écosystème récepteur passe pour un milieu sensible ou abritant des espèces en voie de disparition détermineront à la fois l'impact physique de l'agression et la volonté de payer pour s'en protéger.

Une substance qui est toxique à des basses concentrations chimiques peut être dangereuse mais cela ne suffit pas pour dire qu'elle présente un danger éco-toxicologique. Afin d'estimer le danger éco-toxicologique d'une substance, il importe de comparer sa concentration chimique maximale observée dans l'environnement et sa concentration toxique minimale mesurée dans des bio-essais.

Lorsque la concentration maximale dans l'environnement est supérieure à la concentration toxique minimale, il y a présence d'un danger éco-toxicologique. Trois types de dangers doivent être envisagés : les dangers létaux, sublétaux et insidieux qui sont regroupés en deux catégories, les dangers à court terme et les dangers à long terme.

III.5. Les paramètres indicateurs de la pollution

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, aussi se réfère-t-on à quelques paramètres pour les caractériser. Ils sont généralement exprimés en mg/L. [9]

- **La température**

C'est un paramètre souvent négligé dans les collecteurs urbains, mais qui devrait être plus souvent mesuré surtout dans le cas des rejets industriels. Elle joue un rôle très important dans la solubilité des sels et des gaz et a une influence directe sur la concentration de saturation de l'oxygène qui diminue avec l'augmentation de la température. Le fonctionnement de certains ouvrages d'épuration est très sensible à la haute température, ainsi tout rejet doit être inférieur à 30°C.

- **Le pH**

C'est un paramètre qui permet d'exprimer le degré d'acidité des eaux usées. Sa mesure est très importante pour juger du bon fonctionnement d'une étape de traitement.

- **La conductivité**

Elle est proportionnelle à la concentration en minéraux dissous dans l'eau. Plus une eau aura une conductivité importante plus elle comportera de sels minéraux.

- **Les Matières en suspension (MES)**

Elles représentent les matières qui ne sont ni à l'état soluble ni à l'état colloïdal, donc retenues par un filtre. Les MES, qui comportent des matières organiques et minérales, constituent un paramètre important qui marque bien le degré de pollution de l'effluent.

➤ **La teneur en hydrocarbures (HCT)**

Toxiques et peu biodégradables, les hydrocarbures s'accumulent et enrobent les plantes, limitant les échanges vitaux et empêchant le développement de la faune et de la flore. Formant un film à la surface de l'eau, ils s'opposent à l'oxygénation naturelle de l'eau et empêchent les rayons lumineux de passer.

➤ **La demande chimique en oxygène (DCO)**

C'est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau dans des conditions opératoires définies.

➤ **La demande biologique en oxygène (DBO)**

Elle représente la quantité d'oxygène dépensée par les phénomènes d'oxydation chimique, d'une part, et d'autre part la dégradation des matières organiques par voie aérobie, nécessaire à la destruction des composés organiques.

➤ **L'azote**

Peut se trouver sous forme minérale (ammoniacal, nitrate) ou organique. La présence d'azote organique ou ammoniacal se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel.

➤ **Le phosphore**

Peut également se trouver sous forme minérale (en provenance des lessives ou des rejets industriels) ou organique.

III.6.Législation algériennes sur les eaux usées

Le déversement des eaux usées domestiques et industrielles est soumis à diverses dispositions de nature législative ou réglementaire visant notamment la protection de la santé publique.

En Algérie, les normes de rejet ont été promulguées en **1993(décret exécutif n°93- 160 du 10juillet 1993)** uniquement pour les installations industrielles. Les normes dépendent de l'usage de l'effluent .Si les eaux usées sont destinées à l'irrigation, alors les normes doivent être plus sévères sont décrits dans tableau suivante :

Tableau N°3: Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industrielles.

Paramètres	Unités	Valeurs maximales
Température	°C	30
PH	-	5.5 – 8.5
MES	mg/l	30
DBO5	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Azote	mg/l	40
Phosphates	mg/l	0.2
Teneur en hydrocarbures	mg/l	10
Cuivre	mg/l	3
Zinc	mg/l	5
Manganèse	mg/l	1
Chrome	mg/l	0.3
Cadmium	mg/l	0.2

3

Techniques de traitement des eaux huileuses

Introduction

Pour certains, la production des hydrocarbures est rarement associée à une utilisation massive de l'eau. En réalité, l'eau est déjà présente dans le réservoir (eau de formation). Elle est ensuite utilisée pour les besoins de forage, de fracturation hydraulique, et de traitement des puits. Enfin, elle est l'un des fluides le plus souvent injecté dans les réservoirs, par des puits spécifiques (puits injecteurs) afin de compenser la diminution de pression du réservoir consécutive à sa mise en production.

La plus grande partie des eaux injectées pour les besoins de la production est normalement récupérée avec les hydrocarbures. En effet, au cours de la vie d'un puits, le rapport eau/huile (Water/Oil) ne cesse d'augmenter.

Les pressions et débits à l'intérieur des puits varient considérablement et les équilibres établis au sein du réservoir sont fortement perturbés ; ce qui a un impact direct sur la composition des eaux et c'est pour cela que les eaux de production contiennent des hydrocarbures sous plusieurs formes.

IV.1.Définition des eaux huileuses

Dans le cas des industries pétrolières, toute eau contenant une quantité importante ou des traces d'hydrocarbure est considérée comme une eau huileuse.

Les eaux huileuses peuvent être subdivisées en deux groupes : eau normalement huileuse et accidentellement huileuse.

a. Eau normalement huileuse

Ce type de contamination des eaux par les hydrocarbures est inévitable. L'apport de plusieurs grammes en litre d'hydrocarbure peut découler du :

- Drainage des bacs de stockage de brut ;
- Champ pétrolier ;
- Lavage des équipements utilisés lors de la production et de traitement d'huile.

b. Eau accidentellement huileuse

Cette catégorie d'eau huileuse est présente généralement en faible quantité. Elle provient des fuites et des eaux pluviales tombées à l'extérieur de l'unité de production.

IV.2.Présence des hydrocarbures dans l'eau

L'hydrocarbure est présent dans l'eau sous trois formes différentes

- Insoluble décantable : huile libre ;
- Insoluble non décantable : émulsion ;
- Soluble : oléfine et paraffine légère.

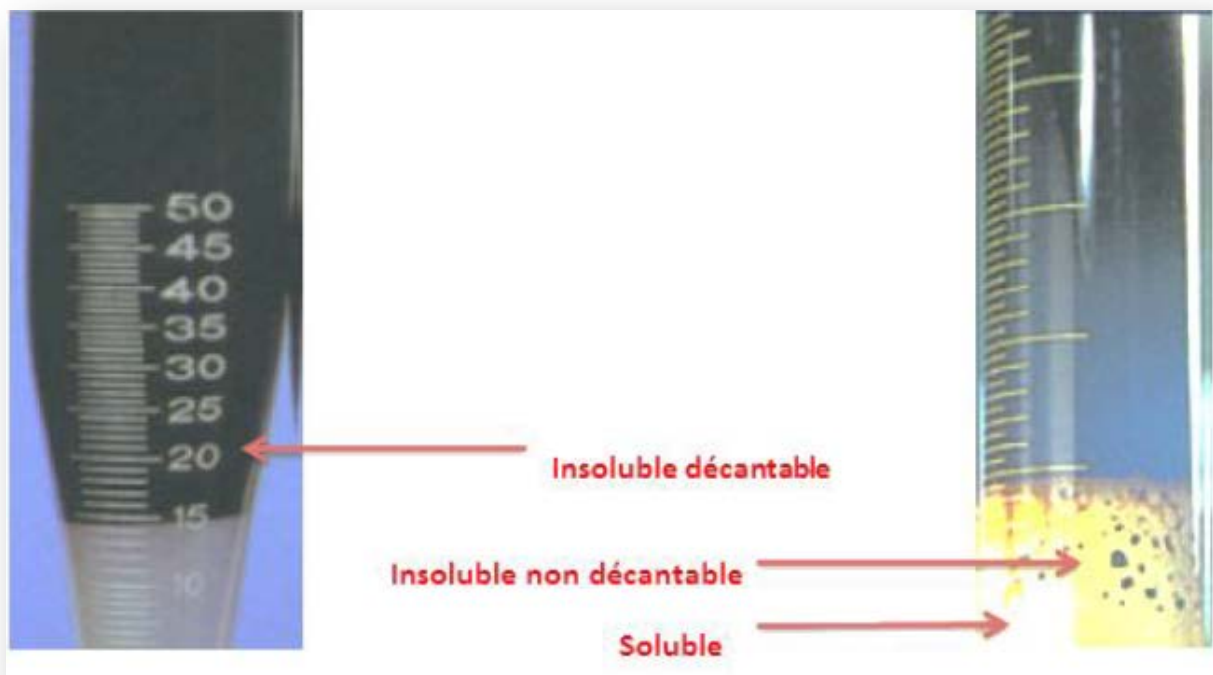


Figure 3: Représentation des trois formes d'hydrocarbure dans l'eau

a. Insoluble décantable

C'est une huile libre qui surnage rapidement à la surface de l'effluent sous l'effet de la densité.

b. Insoluble non décantable : émulsion

Une émulsion est un mélange entre deux liquides non miscibles, ce qui donne une dispersion d'un de ces liquides en fines gouttelettes dans l'autre. L'émulsion est caractérisée par la présence de deux phases :

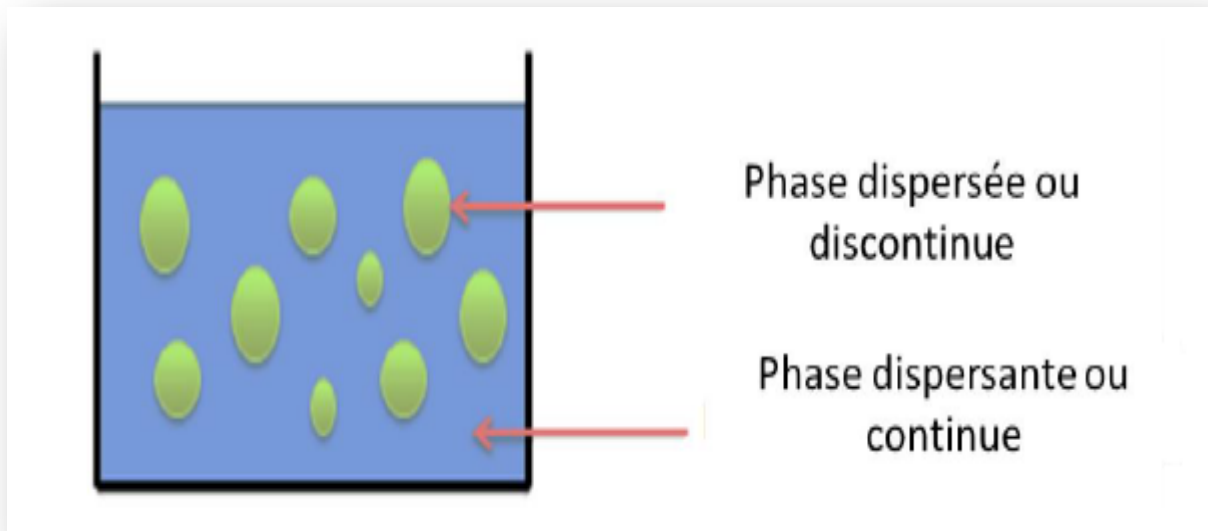


Figure 4. Schématisation des deux phases d'une émulsion

- Une phase dispersée ou discontinue (liquide sous forme de gouttelettes) ;
- Une phase dispersante ou continue (le deuxième liquide).

Les émulsions peuvent se former à plusieurs étapes de la production du pétrole :

- Au fond du puits, au niveau du gisement ;
- Dans les installations de surface (le manifold, les pompe,...etc.) ;
- A la tête de puits.

Les trois paramètres essentiels qui influent sur la formation des émulsions sont :

- La nature du pétrole brut ;
- Les conditions du mélange ;
- La température

c. Soluble, oléfine et paraffine légère

Ce sont des sous-produits de la distillation du pétrole qui s'évaporent à des températures élevées. Ces vapeurs peuvent avoir des effets très nocifs car elles sont facilement absorbées par les tissus humains.

IV.3.Paramètres de mesure de la pollution des eaux huileuses

L'estimation du taux de pollution est un problème complexe et délicat. Elle nécessite des tests, dosages et appareils servant à caractériser de manière globale le niveau de pollution présent dans l'eau.

IV.3.1.Paramètres organoleptiques**➤ La couleur**

La couleur des eaux de production est généralement marron sombre qui tend vers le noir, signe de présence des hydrocarbures libres et en émulsion ainsi que des matières en suspension et colloïdes.

➤ Odeur

Toute odeur est signe de pollution due à la présence de matières organiques en décomposition.

IV.3.2.Paramètres physiques

Les paramètres physiques sont les plus importants et on distingue :

➤ Température

La température joue un rôle très important dans les réactions chimiques et influe remarquablement sur la viscosité de l'effluent.

➤ Turbidité

La turbidité est le non transparence de l'eau qui se traduit par la présence des matières en suspension, soit la teneur de l'eau en matières insolubles (particules solides, colloïdes, micro-algues). La turbidité influe sur la température de l'eau, du fait qu'un liquide foncé absorbe la chaleur mieux qu'un liquide claire, et diminue la pénétration des ultra-violets qui jouent un rôle important de limiteur de développement de la flore

➤ Matière en suspension (MES)

La présence des MES dans l'eau pose une série de problèmes importants. Ce sont les particules stables dans l'eau, exprimées en mg/l, qui provoquent des colmatages (le cas des pompes et des crépines) par dépôt et sédimentation à long terme et empêchent même les huiles libres à remonter jusqu'à la surface libre de l'effluent.

➤ Hydrocarbures(HCT)

Ces composés C_xH_y ont pour propriétés d'être apolaires ou peu apolaires, d'avoir une solubilité variable dans l'eau, et d'être plus au moins réactifs vis-à-vis de l'acide sulfurique.

L'hydrocarbure peut être présent dans l'eau sous plusieurs formes, il exige des traitements différents et son élimination est très complexe.

IV.4.Traitement des eaux huileuse

IV.4.1.Traitement primaire : décantation

A l'arrivée de ces eaux huileuses à la station de déshuilage, la partie libre des hydrocarbures peut être enlevée par décantation dans un ouvrage de séparation gravitaire.

Le dimensionnement de cet ouvrage repose sur la loi de Stokes qui exprime la vitesse ascensionnelle des gouttelettes d'huiles. Cette vitesse peut être accrue par l'intermédiaire de procédés de traitement qui modifient certains paramètres. La température de l'eau est importante car elle influe sur la viscosité et la densité. Par exemple dans une eau à 10°C l'huile monte deux fois plus rapidement que dans une eau à 30°C



Figure 5 : Décantation des gouttelettes d'huiles de différents diamètres dans une eau huileuse

IV.4.2.Traitement secondaire : rupture des émulsions

On trouve dans l'eau des particules en suspension, qui vont des matières dont la structure est assez grossière, aux particules très fines qui ne se décantent que si elles s'agglomèrent d'abord entre elles, ou si on ajoute à l'eau des produits qui génèrent cette agglomération.

Ce traitement a pour but l'élimination des fines matières en suspension, la rupture de la fraction résiduelle des émulsions mécaniques et la totalité des émulsions chimiques.

Pour éliminer les fines particules, on a recours aux procédés de coagulation et floculation.

La coagulation a pour but la déstabilisation des particules en suspension fines et la facilitation de leur agglomération. La floculation favorise le contact entre les particules déstabilisées. A la fin, on aura des floccs qu'on pourra éliminer par décantation ou filtration.

IV.4.2.1.Coagulation

La coagulation représente la première étape du processus physico-chimique. Elle consiste essentiellement en la favorisation du rapprochement des particules dans le but de leur agglomération. Ce processus se fait en déstabilisant la dispersion colloïdale et en formant des floccs pouvant se décanter ou se filtrer.

Les colloïdes possèdent une charge de surface caractérisée par le potentiel zêta majoritairement négatif, et par conséquent les répulsions électrostatiques favorisent la stabilité du système colloïdale.

Le colloïde est entouré d'une double couche

-Une couche fixe (couche de Stern) où seuls les ions adsorbés peuvent pénétrer.

-Une couche diffuse (couche de Gouy-Chapman) influencée par la force ionique de la solution.

La stabilité de la suspension colloïdale est influencée par deux types de forces :

Celles de répulsions liées aux charges superficielles des colloïdes et celles d'attractions liées à la surface spécifique et à la masse des colloïdes. Le rapprochement et l'agglomération des particules sont favorisés ou non suivant la résultante de ces forces.

Un système colloïdal est stable si la force de répulsion des colloïdes est supérieure à la force d'attraction. Le coagulant a donc pour rôle la déstabilisation de la suspension colloïdale en pénétrant la double couche pour s'adsorber dans la couche fixe.

La coagulation se fait donc par l'ajout de produits chimiques (sels minéraux) qui ont pour effet l'augmentation du potentiel zêta des particules (initialement négatif), ainsi que la force ionique du milieu, favorisant la compression de la double couche. Par conséquent, la force de répulsion s'abaisse, ce qui permet aux particules colloïdales de s'agréger.

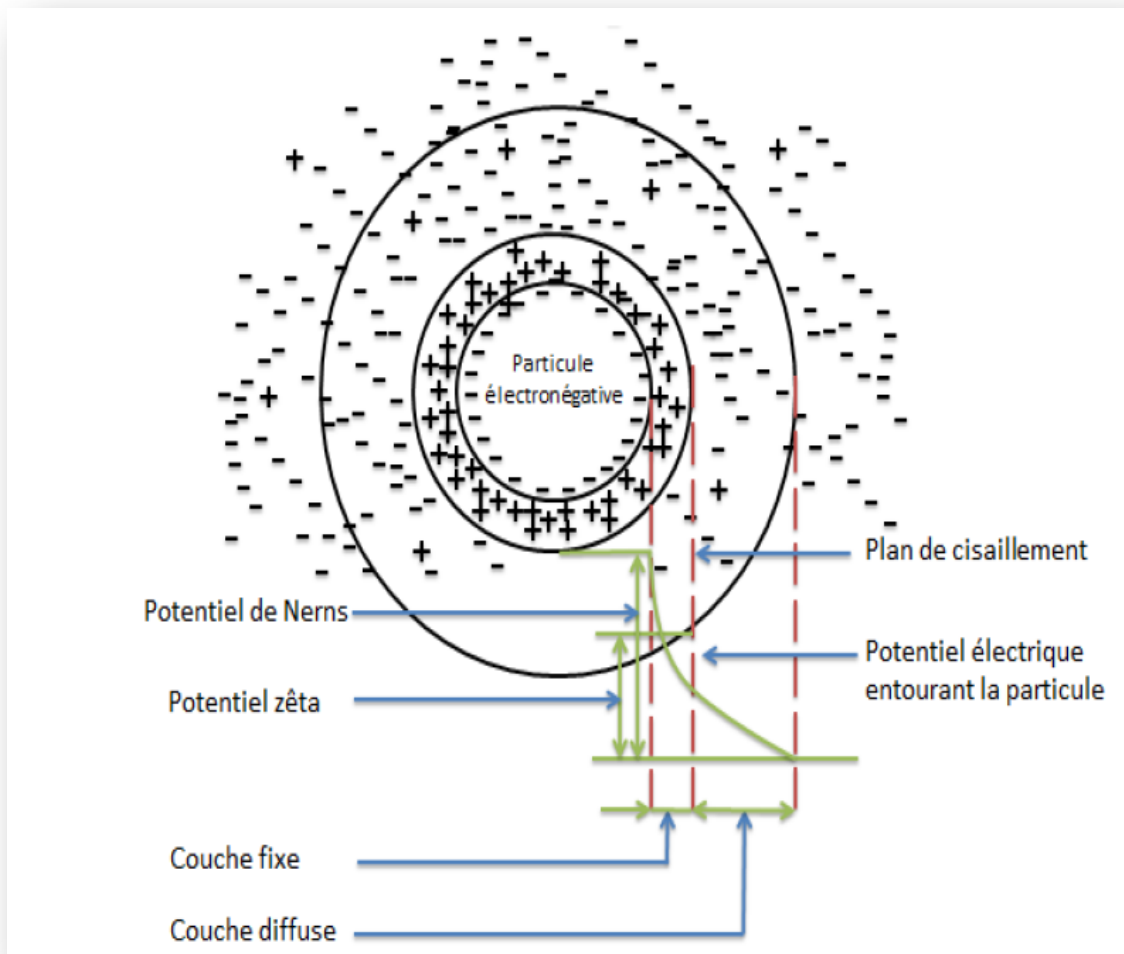


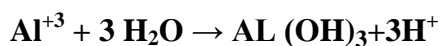
Figure 6 : Schématisation de la double couche d'une particule colloïdale

A. Coagulant minéraux

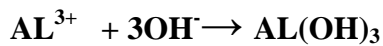
Sont des cations trivalents tels que l'aluminium ou le fer. Ils nécessitent une utilisation à des PH bien déterminés.

1) Sels d'aluminium

PH = 6- 7



On ajoute un produit alcalin (soude, chaux, carbonate de sodium...) pour composer les H^+

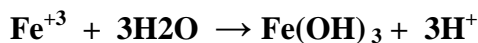


Les principaux sels utilisés sont :

- Le sulfate d'aluminium (liquide ou solide)
- Le chlorure d'aluminium (liquide)
- L'aluminium de sodium
- Les polymères d'Al
- Des composés mixtes

2) Sels de fer

PH > 5



Les principaux sels utilisés sont :

- ✓ Le chlorure ferrique (liquide)
- ✓ Le sulfate ferrique (solide)
- ✓ Des composés mixtes $\text{Al}^{+3}/\text{Fe}^{3+}$

B. Coagulants organiques

Les coagulants organiques sont de forme liquide. Ils annulent directement les charges négatives des colloïdes. Ils n'augmentent pas des volumes des boues sont généralement collantes avec les coagulants minéraux, ce qui peut restreindre leur domaine d'utilisation et nécessite toujours des essais d'orientation.

IV.4.2.1.1. Facteurs influençant sur la coagulation

Plusieurs facteurs influent sur la coagulation. Certains sont liés à la nature de l'eau (PH, température, MES...), d'autres au traitement (dose du coagulant, mode d'injection...).

➤ PH

Le PH est la variable la plus importante à prendre en compte dans le processus de coagulation. Pour avoir donc une bonne coagulation, il faut choisir un PH de manière à ce qu'il soit inclus dans la plage du PH optimal. Cette dernière est fonction de la composition de l'eau à traiter, le coagulant utilisé, etc...

➤ La température

La température est un paramètre, qui en changeant, peut faire varier la viscosité du fluide, et par conséquent il peut y avoir des difficultés de décantation des floccs en diminuant la taille de ces derniers. Elle peut aussi changer la plage du PH optimal.

➤ Le choix du coagulant

Les caractéristiques de la coagulation sont influencées par le choix du coagulant utilisé, ce choix dépend des caractéristiques de l'eau à traiter. Le choix du coagulant et la détermination de la dose optimale ne peuvent avoir lieu qu'après essais au laboratoire vu la complexité du phénomène.

➤ L'agitation

Le processus de coagulation floculation se fait généralement en deux étapes :

- Une agitation forte qui permet la mise en contact du coagulant et de l'eau à traiter ;
- Une agitation lente qui permet la croissance des floccs.

L'énergie d'agitation influe sur la coagulation et la floculation, il faut choisir donc des vitesses d'agitation convenables pour le bon déroulement du processus et éviter ainsi la désagrégation des floccs.

IV.4.2.2.Floculation

La floculation vient en second lieu pour l'agrégation des particules déjà déstabilisées et pour la formation des floccs de tailles plus importantes qui engendre une diminution des particules en suspension.

La floculation est provoquée par deux mécanismes qui sont :

IV.4.2.2.1.Floculation péri-cinétique (le mouvement Brownien)

Cette floculation intervient sur les colloïdes, elle est liée au mouvement Brownien qui correspond au déplacement désordonné des colloïdes.

L'effet du mouvement Brownien sur le mouvement des particules diminue avec l'augmentation progressive de la taille des particules.

IV.4.2.2.2.Floculation ortho-cinétique

Elle permet d'obtenir des floccs volumineux, l'écoulement du fluide donne un gradient de vitesse qui permet de mettre en contact des particules se déplaçant à des vitesses différentes.

❖ **Floculation par électrolyte cationique:**

- ✓ Description du poly-électrolyte cationique liquide c.-à-d. la neutralisation partielle des charges électro-négatives de l'émulsion
- ✓ Agglomération des micelles déstabilisées par coalescence
- ✓ Floculation des agglomérats huileux entre eux, par addition d'un floculant ou par contact sur une masse granulaire.

Tableau N° 4 : Les avantages et les inconvénients de coagulation-floculation

AVANTAGES	INCONVENIENTS
<ul style="list-style-type: none"> - Excellente séparation des MES (décantables et colloïdales). - Accepte des fluctuations de charge (débit-concentration). - Consommation énergie faible. - Faible encombrement. - Action sur une partie des produits soluble (adsorption sur les flocs). 	<ul style="list-style-type: none"> - Consommation des produits. - Ne diminue pas la salinité. - Formation des boues.

IV.4.3.Séparation

La séparation des divers floes formés permet d'obtenir une eau traitée débarrassée de la majeure partie des polluants présentés au départ. Cette séparation peut être réalisée par :

IV.4.3.1. Décantation

Le principe repose sur la séparation sous l'action de la force de gravité. La décantation peut être réalisée dans des décanteurs circulaires ou rectangulaires, munis d'un dispositif mécanique de raclage pour collecter les boues. Pour ces ouvrages, la théorie montre que la hauteur du bassin n'a aucune influence sur la séparation des particules, celle-ci ne dépend que du débit et de l'air de décantation (une hauteur minimale est nécessaire pour assurer un volume tampon minimal pour la séparation).

IV.4.3.2. Flottation

C'est en quelque sorte une décantation inversée qui consiste à amener les substances solides en suspension, ou huiles ou graisses généralement finement dispersées dans l'eau, dans un complexe plus léger. Elle est constituée essentiellement par une mousse d'air, qui flotte à la surface de l'eau que l'on sépare soit par débordement soit par raclage mécanique. La technologie la plus utilisée est l'aéro-flottation (flottation par air dissous, flottation à air induit) produisant des microbulles d'air selon le processus de pressurisation-détente. Un nuage de microbulles d'air se forme, en se fixant sur les particules, les allèges en provoquant leur flottation.

1. Séparation par flottation à air dissous

Cette technique est devenue la plus utilisée dans le domaine d'hydrocarbure, et souvent la plus intéressante du point de vue production et manutention de boues.

Le processus consiste en un entrainement d'air, ensuite un accrochage se produira entre les particules en suspension et les bulles d'air pour former un ensemble d'agrégats très légers ayant des vitesses ascensionnelles considérables. La production des bulles d'air est assurée par l'augmentation de la solubilité de l'air dans l'eau de recirculation sous une pression, puis en la détendant suite au contact avec l'eau brute floclée.

Le flotteur est un ouvrage rectangulaire ou cylindrique, équipé d'un dispositif de compression d'air comprenant une pompe de recirculation d'eau et un racleur des écumes superficielles.

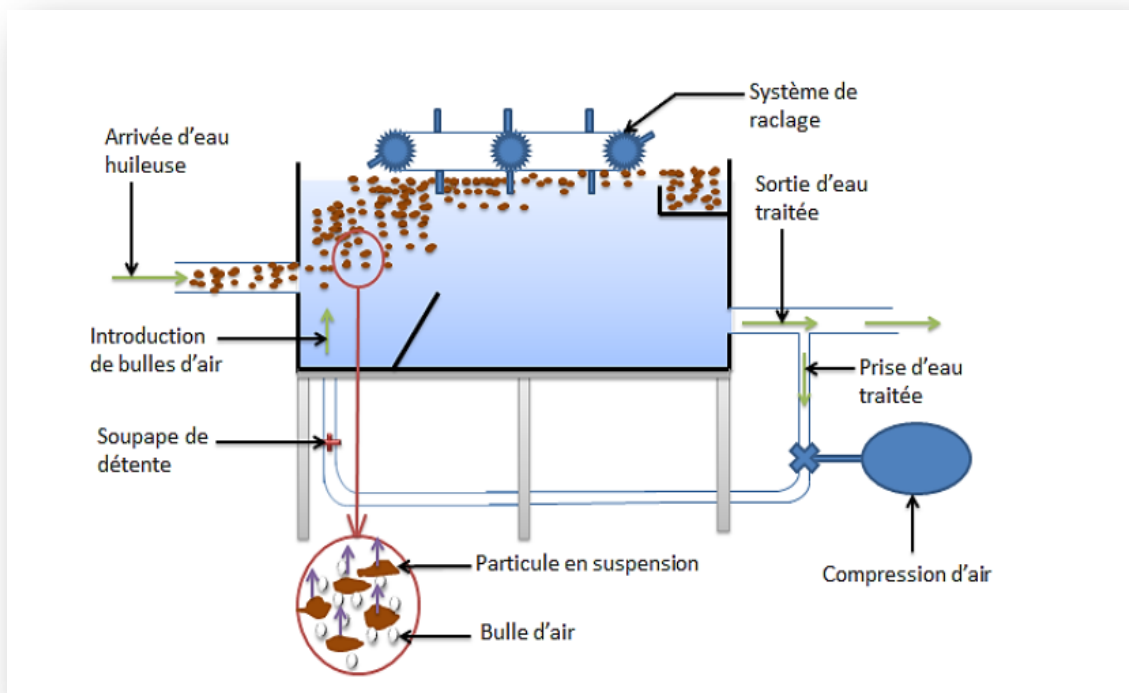


Figure 7: Représentation schématique de la flottation à air dissous

La conduite d'eau brute débouche dans la partie centrale de l'ouvrage de flottation par contre la sortie est dans la partie inférieure. Une portion de l'eau clarifiée est acheminée pour être réintroduite dans l'ouvrage de flottation en passant par un système de pressurisation comportant :

- Une ou deux pompes de réintroduction d'eau clarifiée;
- Un dispositif servant à saturer l'eau en air;
- Une soupape de détente d'eau sursaturée en air.

La taille et la formation des bulles sont les paramètres les plus importants dans la flottation. Une bonne maîtrise du dispositif de détente ainsi qu'une bonne dissolution d'air sont nécessaires pour avoir un bon rendement de l'ouvrage.

2. Séparation par flottation à air induit

La séparation par flottation à air induit est un procédé utilisé dans le traitement des eaux huileuses, après une phase de traitement par décantation. Ce processus se fait par une introduction d'air, qui est assurée par une forte énergie d'agitation, développée par un ensemble de réacteurs qui induit mécaniquement une formation de très grosses bulles d'air, entraînant avec elle les impuretés à la surface qui seront récupérées par des goulottes.

Le processus consiste donc en une dispersion d'air sous forme de bulles, cette dispersion peut être réalisée comme suit :

Agitation mécanique : une forte agitation turbulente permettant la création de grosses bulles d'air

Distributeur poreux : introduction d'air dans la cellule de flottation en traversant des orifices (membrane percé, céramique poreux).

IV.4.3.3. Filtration sur sable

Il s'agit de faire percoler l'eau conditionnée après coagulation-floculation à travers un lit filtrant composé de sable calibré. La hauteur du filtre est composée entre 0,8 m et 1,15 m. la percolation de l'eau à travers le média filtrant entraîne un colmatage progressif lié aux MES retenues dans la masse. Pour retrouver la capacité de filtration du filtre, il faut procéder régulièrement au lavage du matériau. Pour pallier à cette contrainte, certains fournisseurs proposent des filtres autonettoyants dans lesquels le lavage est réalisé en continu par l'injection d'air (système d'air lift), ce qui assure un mouvement continu du matériau et débarrasse le média des MES.

IV.4.4. Traitement tertiaire : Stripage à l'air

Il s'agit d'une opération où un soluté gazeux est chassé de l'eau par l'action d'un gaz appelé gaz laveur dont le rôle est de provoquer dans la phase gazeuse une chute de pression partielle du constituant à éliminer et d'entraîner ainsi son dégazage.

Réalisé à température ambiante ou à des températures supérieures à 100°C (en utilisant la vapeur d'eau comme gaz laveur), le stripage réalisé dans des colonnes à garnissage peut concerner l'élimination des composés volatiles en suspension MVS. L'effluent chargé de composés volatils est introduit en partie haute de la colonne de stripage.

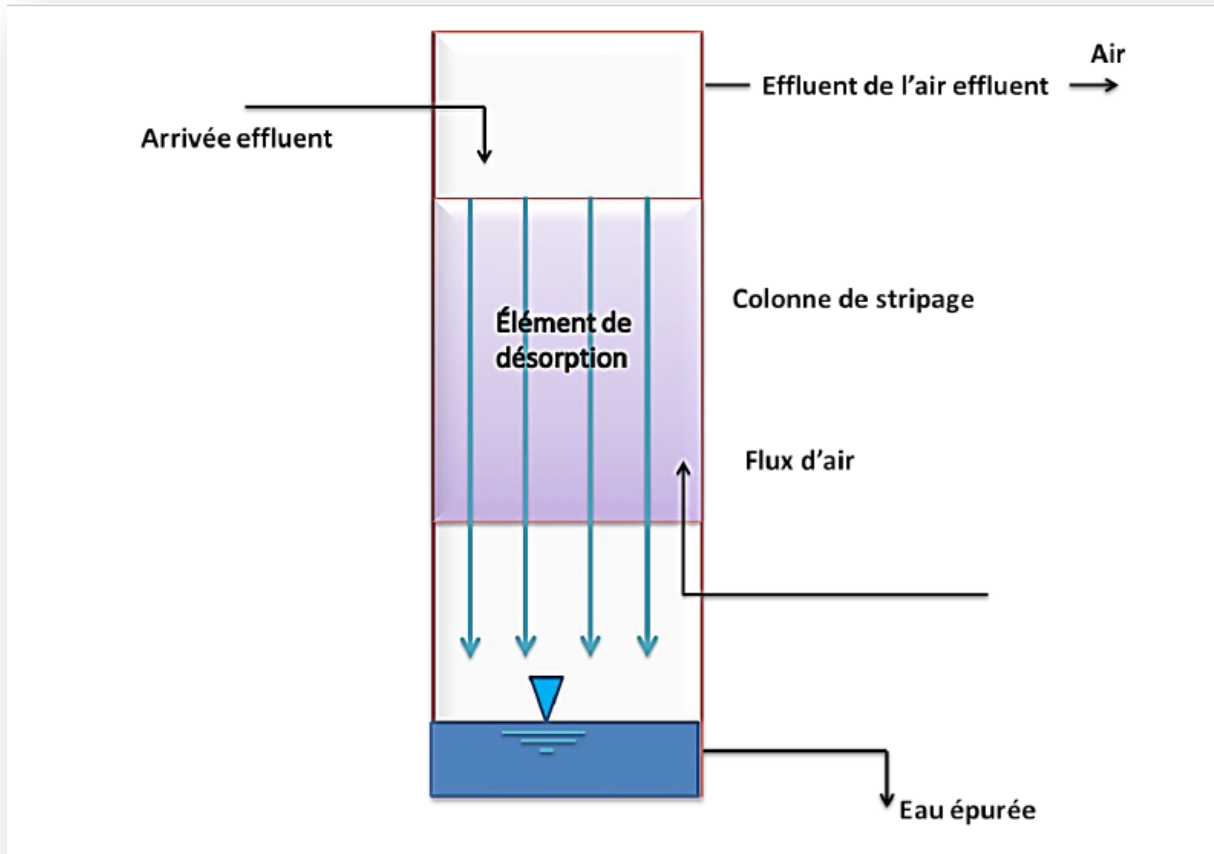


Figure 8: Schéma générale du procédé de stripage

IV.5. Séparateur gravitaire eau- huile

IV.5.1.Type de séparateurs gravitaires eau-huile

Les types des séparateurs gravitaires eau-huile les plus utilisés dans le domaine de l'industrie sont :

IV.5.1.1.Séparateur lamellaire

Ce type de séparateur présente l'avantage d'une meilleure efficacité sur les gouttelettes les plus fines (60 microns). Les lamelles augmentent la zone de séparation et réduisent le volume du séparateur, et les gouttelettes n'ont à parcourir qu'une courte distance avant d'être captées. Selon les fabricants, un séparateur lamellaire peut fournir des performances allant jusqu'à 10mg/l d'hydrocarbure.

Il faut préciser toutefois que les séparateurs lamellaires ont des composantes internes qui exigent un entretien régulier.

IV.5.1.2.Séparateur lamellaire coalescent

C'est un séparateur dans lequel sont ajoutées des lamelles coalescentes en utilisant un matériau qui présente une forte affinité pour les huiles (PVC généralement) afin d'agglomérer les gouttelettes d'huile les plus fines.

IV.5.1.3.Séparateur American Petroleum Institute (API)

Généralement dans les stations de déshuilage, la séparation gravitaire se fait dans un bassin API. Il y a plus de trente ans, American Petroleum Institute (API) a établi des normes précises pour le calcul et le dimensionnement des séparateurs eau-huile gravitaires dans l'industrie pétrolière. Ces normes sont encore aujourd'hui reconnues par l'industrie.

Soulignons que les séparateurs gravitaires permettent d'éliminer les huiles qui ne sont ni solubles dans l'eau, ni présentes sous forme d'émulsion. Cette partie du traitement ne concerne que les huiles insolubles décantables.

IV.5.1.4.Séparateurs CPI (Corrugated Plates Interceptors)

Ces appareils de type CPI utilise un ensemble de plaques parallèles, inclinées de 45° à 60° insérées dans un séparateur déshuileur.

Ce système présente l'avantage de la capacité et de l'efficacité de déshuilage, les plaque parallèles divisent la hauteur de parcours de moyen de remontée des globules d'huile,et diminuent le chemin parcouru par un globule avant sa capture .les plaques parallèles apportent également une meilleur distribution de l'eau et favorisent un processus de coalescence des globules d'huile. [10]

IV.5.2. Domaine d'application

Les principaux endroits où l'on utilise les séparateurs eau-huile pour traiter les eaux contaminées par des hydrocarbures sont les suivants :

- ✓ garages ou ateliers mécaniques (industriels, commerciales);
- ✓ stations-services;
- ✓ stationnements à grande superficie;
- ✓ postes de transformation électrique stations de lavage de véhicules lourds;
- ✓ raffineries de pétrole;
- ✓ (compagnies d'électricité, industries);
- ✓ centrales hydroélectriques;
- ✓ aires de stockage de produits pétroliers.[9]

II. Procédure expérimentale :

II.1 Méthode de prélèvement :

Pour obtenir des résultats d'analyse représentatifs de la qualité de l'eau, il est important que l'échantillonnage soit fait avec méthode et rigueur. Les étapes suivies lors de l'échantillonnage sont :

- Se laver les mains avant d'effectuer le prélèvement ;
- Nettoyer l'intérieur et l'extérieur du bec de la purge de prise d'échantillon ;
- Ouvrir la purge et laissez couler à fort débit pendant au moins 5 minutes ;
- Rincer la bouteille avec l'échantillon;
- Remplir la bouteille en l'inclinant par rapport à l'écoulement de l'eau pour éviter l'émulsifiassions d'huile et l'intrusion des bulles d'air;
- Eviter au maximum de contaminer l'échantillon en touchant avec les doigts l'intérieur du contenant et du bouchon.



Figure 8 : purge de prise d'échantillon



Figure 9: purge ouverte à fort débit

II.2 Détermination de la dose optimale de coagulant :

Afin d'augmenter l'efficacité de traitement on a étudié l'effet de différents doses de coagulant sur le traitement.

II.2.1. Matérielle et appareillage utilisés :

- Les béchers (6 béchers mesurée 500 ml, 250 ml et 100 ml)
- Injecteur en ppm
- Eprouvette
- Pipette (0.2 ml, 10 ml)

Appareillage :

- Agitateur magnétique
- Flocculation ISCO :

Le flocculateur est un appareil couramment utilisé pour les essais de coagulation flocculation et décantation. Cet appareil est composé de six béchers de un litre de capacité et de six agitateurs mécaniques comprenant des pales de 1.5 x 8.5 cm qui tournent de 20 à 250 tr/mn.



Figure 10 : flocculateur ISCO (Jar test)

II.2.2. Préparation des solutions

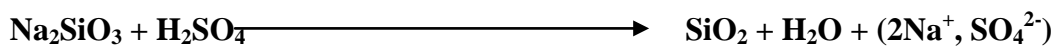
Les produits chimiques :

- L'eau distillée
- Silicate de sodium (Na_2SiO_3)
- Acide sulfurique (H_2SO_4)

Préparation des solutions de SILICEE ACTIVEE :

La solution a été préparée à partir de H_2SO_4 concentrée en diluant jusqu'à obtenir une concentration de 1% en SiO_2 .

L'équation de réaction :



- Volume total $\text{H}_2\text{SO}_4 = 43\text{ml}$
- Volume total $\text{Na}_2\text{SiO}_3 = 110\text{ml}$

Essai de coagulation-floculation Jar-test :

Les essais de Jar-test ont été réalisés sur un flocculateur à 6 agitateurs avec une vitesse de rotation individuelle entre 0 et 260 tr/min. Cet appareil permet d'agiter simultanément le liquide contenu dans une série de béciers remplis chacun de 500 ml d'eau et on pratique cet essai comme suite :

- Remplir les béciers (500 ml) par l'eau brute à traiter.
- Mettre en route les agitateurs 80 tr/min.
- Au temps $t=0$, ajouter le coagulant le plus rapidement possible avec une pipette et de façon identique dans chaque béciers. Ajouter des doses croissantes de façon à encadrer la dose optimum présumée.
- Après 15 min, ajouter l'adjuvant en mettant une dose constante telle que le rapport adjuvant/coagulant (taux optimum supposé) constante 1/50 pour la silice active, 1/100 pour les alginates, et 1/20 pour l'amidon puis on réduire la vitesse d'agitation à 30 tr/min, c'est la phase d'agitation lente.
- Laisser 10 mn d'agitation lente et laisser décanter tout en ayant arrêté et lever les pales.
- Après les 20 minutes de décantation, prélever par siphonage 25 ml dans chaque bécier
- Mélanger et mesurer les paramètres de rendement choisis, en général, PH, MES et taux d'hydrocarbures.

II.2.3.Procédure d'analyse des eaux :

Tableau N°1 : méthode d'analyse pour le contrôle de qualité des eaux des stations de déshuilage :

Paramètres de contrôle	Concentration des hydrocarbures	Teneur en MES	PH
Méthodes d'analyse	Spectrophotométrie visible	Filtration sur filtre fibre de verre	pH-mètre

Dosage de la matière solide en suspension, méthode par filtration sur filtres en fibre de verre :

Les matières en suspension correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon.

Cette méthode permet de mesurer la teneur en matière solide en suspension dans l'eau.

La filtration d'une prise de l'échantillon sur filtre en fibre de verre puis séchage du filtre et détermination par pesée la masse du résidu sur le filtre.

Matériels utilisés :

- Rampe de filtration sous vide
- Balance de précision
- Etuve (105°C)
- Filtre en fibre de verre 74 mm (degré de filtration 25 µm)
- Eprovette en verre
- Nacelle en aluminium
- Pince à extrémités plates
- Dessiccateur à Silicagel
- Pissette d'eau distillée 1000 ml
- Spatule
- Cristalliseur en verre (100 ml)

Réactifs :

- Eau huileuse
- L'eau traitée
- L'eau distillée

Mode opératoire :

- A la sortie de la chambre froide, laisser l'échantillon au repos jusqu'à la température ambiante ;
- Rincer les filtres dans un cristalliseur en verre de 100 ml pendant 2 heures
- Mettre les filtres dans l'étuve à 105°C ;
- Laisser l'échantillon se reposer à la température ambiante ;
- Prendre les filtres de l'étuve à l'aide d'une pince à extrémité plate et les mettre dans les nacelles en aluminium les placer dans le dessiccateur ;
- Peser les filtres et noter m_1 ;
- S'assurer que la perte de masse du filtre ne dépasse pas 0.3 mg/l ;
- Placer le filtre (la partie lisse en bas) dans le dispositif de filtration ;
- Fonctionner le système d'aspiration ;
- Rincer les filtres avec de l'eau distillée ;
- Agiter soigneusement le flacon et transférer immédiatement et d'un seul trait un volume ;
- convenable d'échantillon dans une éprouvette graduée ;
- Filtrer jusqu'à colmatage des filtres ;
- Lire le volume de l'échantillon avec précision ;
- Rincer l'éprouvette avec de l'eau distillée environ 20 ml et utiliser cette proportion pour laver les filtres et les parois internes de l'entonnoir ;
- Libérer le dispositif sous pression et retirer les filtres avec précaution à l'aide de pince à extrémité plates et les mettre dans des creusés en aluminium ;
- Placer ces nacelles dans l'étuve et les placer dans le dessiccateur jusqu'à refroidissement ;
- Peser les filtres secs et noter m_2 .

La concentration en matière solide en suspension peut être calculée à partir de la relation suivante :

$$\text{MES} = [m_2 - m_1] / v \times 1000 \text{ (mg/l)}$$

Avec :

- **MES** : matière en suspension.
- **m₂**: masse du filtre après filtration.
- **m₁**: masse du filtre avant filtration.
- **v**: volume de l'échantillon filtré.

Détermination de la concentration en hydrocarbures par la méthode Spectrophotométrie :

Dans le cadre du contrôle qualité des eaux des stations de déshuilage, les analyses journalières de la concentration en hydrocarbures sont effectuées à l'entrée et à la sortie.

- Mesurer la concentration des hydrocarbures dans les eaux huileuses et les eaux traitées.
- Extraction liquide-liquide des hydrocarbures libres et en émulsion de l'échantillon d'eau par le solvant 38, qui permet de dissoudre la quasi –totalité des molécules organique grâce à son pouvoir d'extraction important (l'appareil DR 2000 nous donne directement la concentration en hydrocarbures).

Réactifs :

- Solvant 38 (hexane)
- Eau distillée

Matériels nécessaires :

- Flacons d'échantillonnage.
- Une ampoule à décanter de 500ml.
- Une éprouvette de 50 ml.
- Becher de 250 ml.
- Becher de 100 ml.

- **Spectrophotomètre DR/2000 :**

L'analyse sur cet instrument s'appuie sur le fait que toute solution colorée traversée par un faisceau de lumière laisse passer une fraction de lumière incidente ; la quantité de lumière absorbée est proportionnelle à la concentration du composé coloré recherché comme le montre la loi de B er-Lambert :

$$DO = \log I / I_0 = \epsilon \cdot L \cdot C$$

Avec:

- **DO** : densité optique.
- **I et I₀** : intensité du faisceau de lumière monochromatique de longueur d'onde λ à l'entrée et à la sortie de la cellule de référence.
- **l** :  paisseur de la cellule de référence (cm).
- **C** : concentration de l'élément recherché (mg/l ou mole/l).
- **ϵ** : coefficient d'extinction molaire (l/mg.cm ou l/mole.cm).

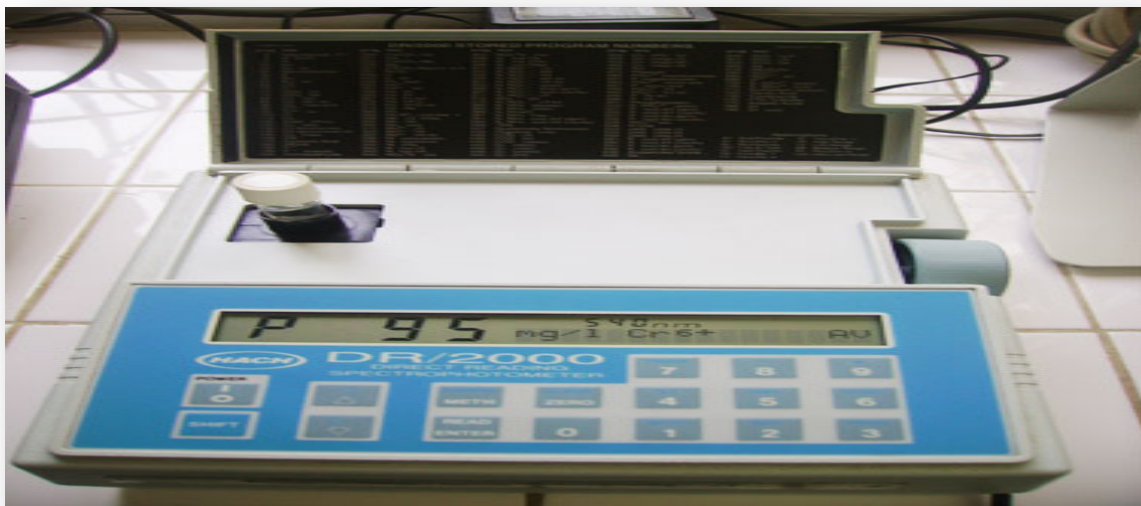


Figure 11 : spectrophotomètre DR/2000

Extraction et analyse :

✓ Extraction liquide-liquide :

Cette étape va permettre la séparation entre et les molécules d'hydrocarbures qui se transfèrent par dissolution sélective dans le solvant 38.

Le mode opératoire de cette extraction est le suivant :

- Agiter soigneusement l'échantillon à analyser ;
- Verser rapidement 300 ml de l'échantillon dans une éprouvette graduée de 500ml ;
- Verser le volume prélevé dans l'ampoule à décanter de 500 ml ;
- prélever 30 ml de solvant 38, utiliser un volume pour rincer les parois de l'éprouvette, puis verser le total dans l'ampoule à décanter ;
- Agiter l'ampoule selon un mouvement circulaire pour permettre une bonne surface de contact entre les deux phases, une agitation de deux minutes avec des purges éventuelles de gaz sera suffisante ;
- Laisser le mélange se reposer pendant 5 à 10 minutes jusqu'à ce que la séparation entre la phase aqueuse(en dessus) et la phase organique(en dessous) soit nette. ;
- Récupérer la phase organique, verser dans la cuve de mesure de l'appareil.



Figure 12: L'extraction liquide-liquide

✓ Analyse par DR2000 :

Tableau N°2 : conditions d'analyse avec un Spectrophotomètre DR/2000.

Paramètres	Longueur d'onde (nm)
Matières en suspension	810
Turbidité	750
Hydrocarbures	410

L'utilisation du Spectrophotomètre est simple et pratique :

1. Allumer le Spectrophotomètre par le bouton **marche/arrêt** ;
2. Dans le menu principal, sélectionner la touche **Programmes utilisateur** ;
3. Sélectionner la méthode d'analyse préalablement enregistrée **HYDROCARBURE** puis appuyer sur **démarrer** ; une interface d'analyse sera affichée ;
4. Pour commencer l'analyse faite passer le blanc initialement et appuyer **Zéro**;
5. Ensuite, mettre la phase organique (l'extrait), et appuyer sur **mesurer** ; vous pouvez lire directement le résultat en unité ppm.

Mesure de PH par PH-mètre type de HANNA :



Figure 13 : PH mètre type HANNA

II.3 Résultats et discussion :

II.3.1. Résultats des essais de coagulation-floculation Jar-test:

Les résultats sont exprimés dans les tableaux suivants : mesurer les MES, PH, et teneur en hydrocarbures HC.

Résultats Jar-test de 4% Na₂SiO₃ avec 1.2%, 1.5% et 1.8% de H₂SO₄ :

Tableau N°3: Résultat Jar-test de 4% Na₂SiO₃ avec 1.2% de H₂SO₄ :

Silice Activée (4% Na₂SiO₃ avec 1.2% de H₂SO₄)							
Bécher	Avant	1	2	3	4	5	6
Volume silice activée (ml)	0	2	4	6	8	10	12
Kurifix (ml)	0	1	1	1	1	1	1
MES (mg/l)	327	236	125	108	66	12	17
PH	6.28	6.81	6.34	6.30	6.28	6.27	6.27
Température (°C)	26.27	27.8	27.6	27.9	27.8	27.7	27.6
HC (ppm)	189	6.51	5.80	5.24	4.32	3.83	3.22

Partie pratique

Tableau N°4 : Résultats Jar-test de 4% Na₂SiO₃ avec 1.5 de H₂SO₄ :

Silice Activée (4% Na₂SiO₃ avec 1.5% de H₂SO₄)							
Bécher	Avant	1	2	3	4	5	6
Volume silice activée (ml)	0	2	4	6	8	10	12
Kurifix (ml)	0	1	1	1	1	1	1
MES (mg/l)	220	24	09	06	10	92	21
PH	6.15	6.81	6.87	6.92	6.98	7.11	7.23
Température (C°)	25.8	25.5	25.6	25.6	27	27.1	26.5
HC (ppm)	189	6	5.2	4.9	5.3	4.1	4

Partie pratique

Tableau N°5 : Résultats Jar-test de 4% Na₂SiO₃ avec 1.8 de H₂SO₄

Silice Activée (4% Na ₂ SiO ₃ avec 1.8% de H ₂ SO ₄)							
Bécher	Avant	1	2	3	4	5	6
Volume silice activée (ml)	0	2	4	6	8	10	12
Kurifix (ml)	0	1	1	1	1	1	1
MES (mg/l)	625	80	112	100	40	8.2	13
PH	6.02	6.05	6.15	6.20	6.18	6.24	6.35
Température (C°)	26.0	27.8	27.8	27.6	27.5	27.6	27.8
HC (ppm)	189	05	6.1	4.3	3.5	3.8	3

Partie pratique

1.1 Résultats Jar-test de 5% Na₂SiO₃ avec 1.2%, 1.5% et 1.8% de H₂SO₄ :

Tableau N°6 : Résultats Jar-test de 5% Na₂SiO₃ avec 1.2 de H₂SO₄ :

Silice Activée (5% Na ₂ SiO ₃ avec 1.2% de H ₂ SO ₄)							
Bécher	Avant	1	2	3	4	5	6
Volume silice activée (ml)	0	2	4	6	8	10	12
Kurifix (ml)	0	1	1	1	1	1	1
MES (mg/l)	490	120	41	22	38	20	17
PH	6.28	6.91	6.66	6.53	6.85	6.42	6.32
Température (C°)	26.7	29.8	29.6	29.9	29.8	29.7	29.6
HC (ppm)	189	5	4.5	5.2	4.3	3.1	6

Partie pratique

Tableau N°7: Résultats Jar-test de 5% Na₂SiO₃ avec 1.5 de H₂SO₄ :

Silice Activée (5% Na₂SiO₃ avec 1.5% de H₂SO₄)							
Bécher	Avant	1	2	3	4	5	6
Volume silice activée (ml)	0	2	4	6	8	10	12
Kurifix (ml)	0	1	1	1	1	1	1
MES (mg/l)	460	4	3	5	0.54	1.2	6
PH	6.15	6.90	6.71	6.66	6.51	6.46	6.34
Température (C°)	25.8	29.6	29.3	29.4	29.3	29.2	29
HC (ppm)	189	6	5.4	4.9	3.5	8.2	5.1

Partie pratique

Tableau N°8: Résultats Jar-test de 5% Na₂SiO₃ avec 1.8 de H₂SO₄ :

Silice Activée (5% Na₂SiO₃ avec 1.8% de H₂SO₄)							
Bécher	Avant	1	2	3	4	5	6
Volume silice activée (ml)	0	2	4	6	8	10	12
Kurifix (ml)	0	1	1	1	1	1	1
MES (mg/l)	355	02	0.19	01	4.9	02	0.11
PH	6.1	7.45	7.41	7.33	7.35	7.22	7.15
Température (C°)	28.7	29.8	29.9	29.8	29.6	29.9	29.8
HC (ppm)	189	4	3.5	3.7	3.2	2.1	1.25

Les histogrammes de la variation de taux en hydrocarbures totaux HCT, les MES et PH :

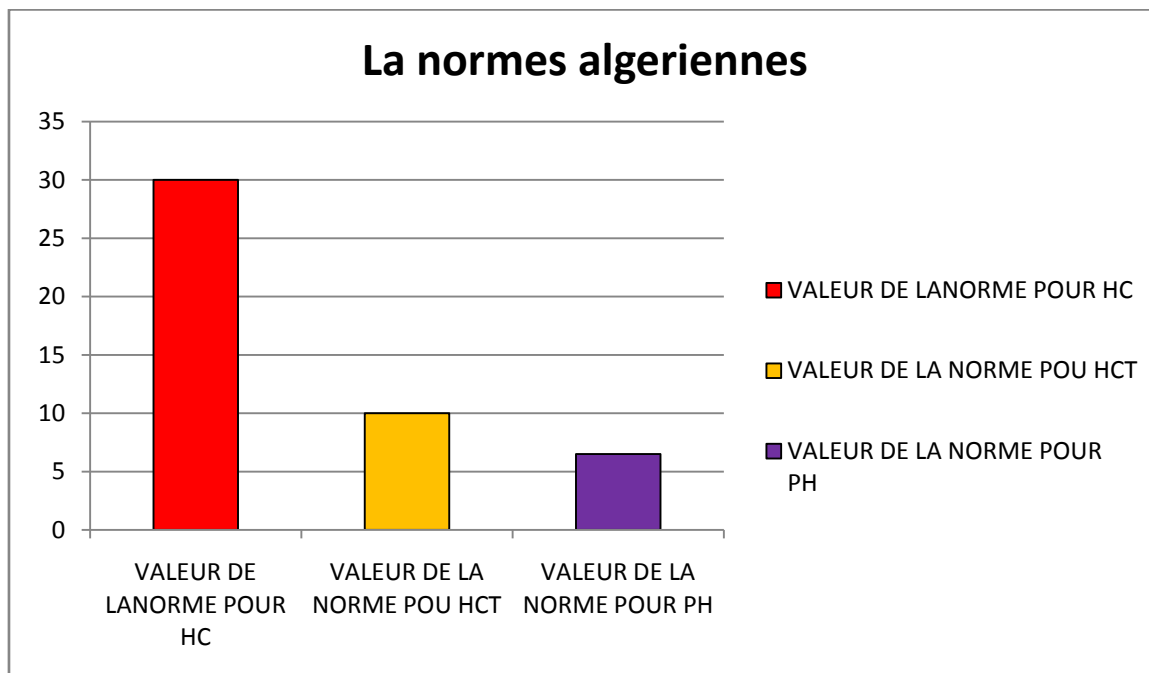


Figure 14: les valeurs exigées par la réglementation algériennes pour les MES et HCT.

- L'histogramme représente les valeurs limites exigées par la réglementation algérienne de tel sorte que les valeurs de taux de MES ne dépassent pas les 30 mg/l et que les valeurs de taux des hydrocarbures totaux HCT doivent être inférieure à 10 ppm.
- Pour les valeurs de PH, ils sont acceptables entre pour $5.5 \leq PH \leq 8.5$.

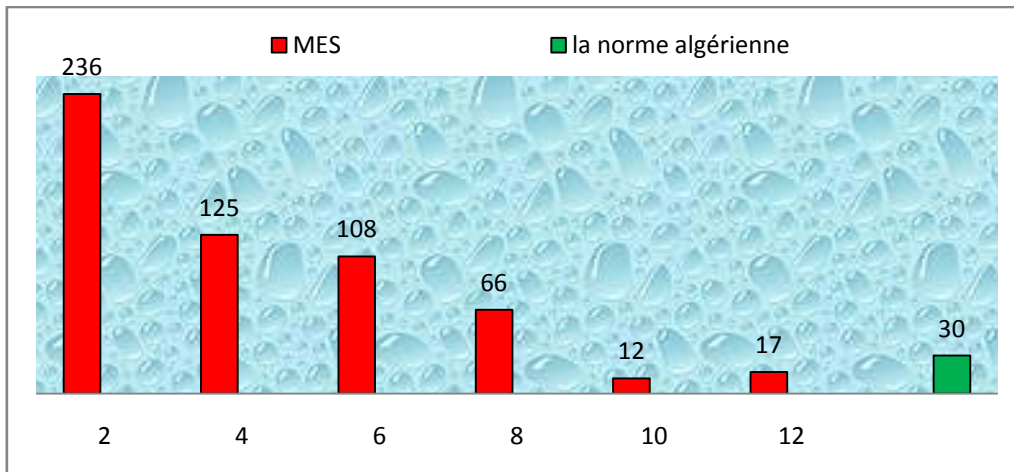


Figure 15: Variation de MES pour 4% Na_2SiO_3 avec 1.2% de H_2SO_4

- on remarque que la valeur maximale de MES pour 2 ml de silice active est de 236 mg/l et la valeur minimale pour de 10 ml est de 12 mg/l
- Par comparaison avec la valeur exigée par la réglementation algérienne on remarque que les valeurs de MES pour : 2 ml, 4 ml, 6 ml et 8 ml de silice activée dépassent les 30 mg/l et que les valeurs de MES pour 10 ml et 12 ml sont < à 30 mg/l.

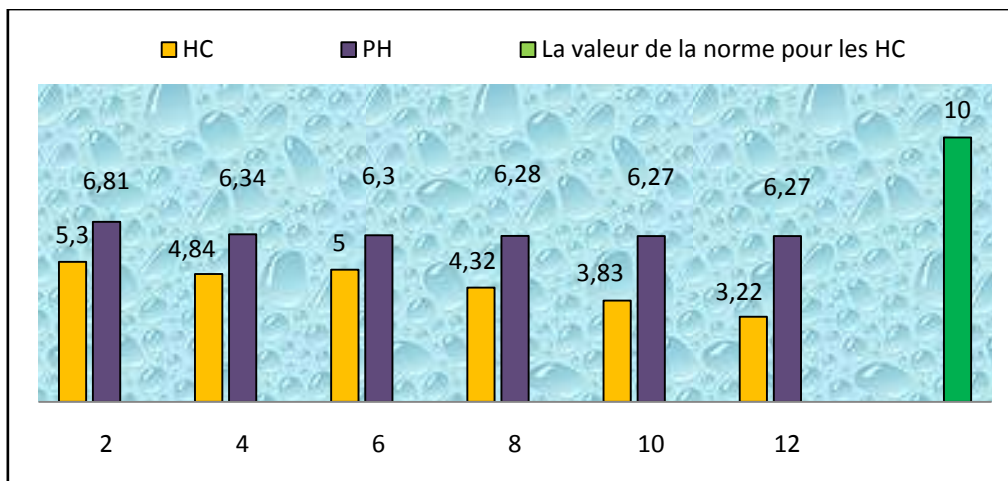


Figure 16: Variation de PH et le teneur en HC pour 4% de Na_2SiO_3 avec 1.2% de H_2SO_4

- L'histogramme indique les valeurs des PH et de HCT tel que pour 2 ml de silice activée on a une valeur maximale de PH et de HC, la valeur minimale de PH est de 6.27 correspond à la concentration de 10 ml et 20 ml de silice activée. pour le teneur en HC la valeur minimale est de 3.22 pour 12 ml de silice activée.
- Par comparaison avec les valeurs limites de la norme algérienne, les valeurs de PH sont dans l'intervalle défini par la réglementation algérienne et celles de teneurs en HCT sont inférieures à 10 mg/l.

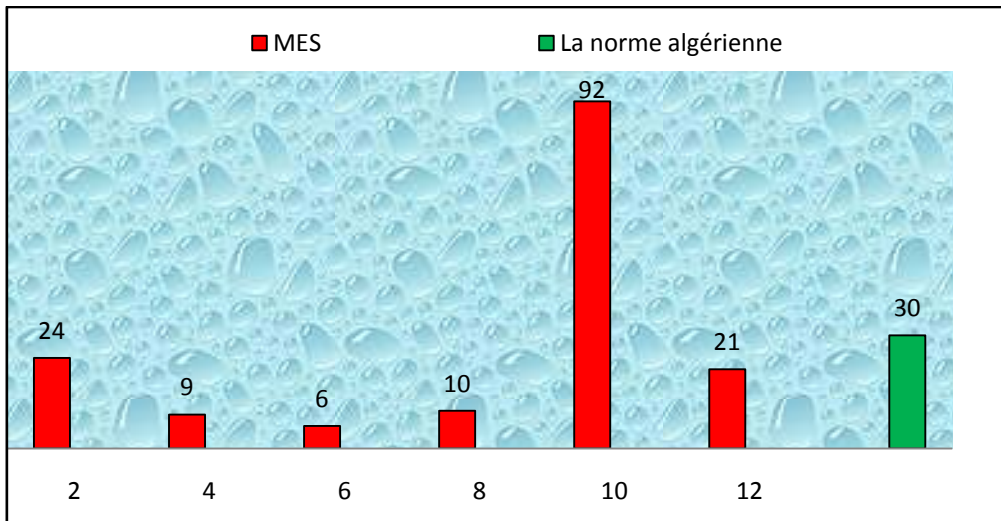


Figure 17: Variation de MES pour 4% Na_2SiO_3 avec 1.5% de H_2SO_4

- L'histogramme indique que la valeur maximale des MES est de 92 mg/l pour 10 ml de silice activée et on remarque que cette valeur dépasse la valeur limite de MES exigée par la réglementation algérienne.
- La valeur minimale est de 6 mg/l pour 6 ml de silice activée.

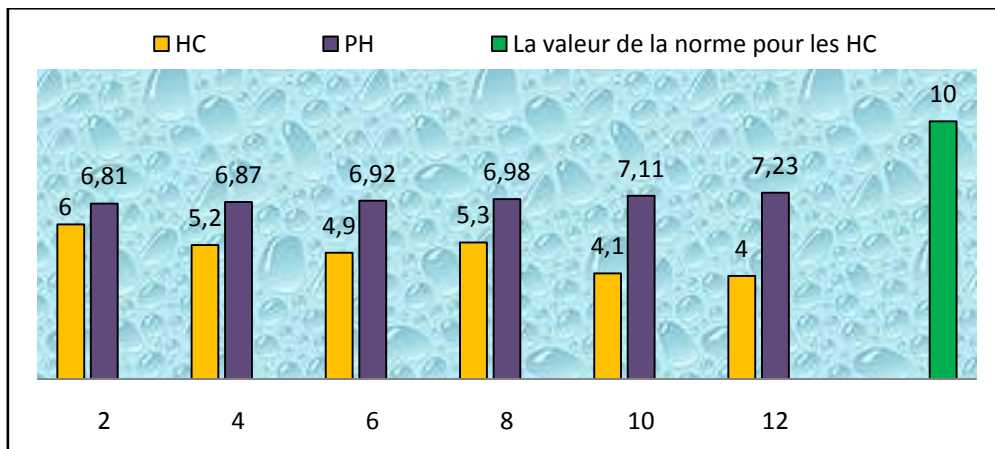


Figure 18: Variation de PH et le teneur en HC pour 4% Na_2SiO_3 avec 1.5% de H_2SO_4

- L'histogramme indique les valeurs des PH et de HC tel que pour 2 ml de silice activée on a une valeur minimale de PH et une valeur maximale de HC, la valeur maximale de PH est de 7.23 correspond à la concentration de 12 ml de silice activée. pour le teneur en HC la valeur minimale est de 4 mg/l pour 12 ml de silice activée.
- Par comparaison avec les valeurs limites on remarque que les valeurs de PH sont dans l'intervalle définie par la réglementation algérienne et celles de teneurs en HCT sont inférieures à 10 mg/l.

Partie pratique

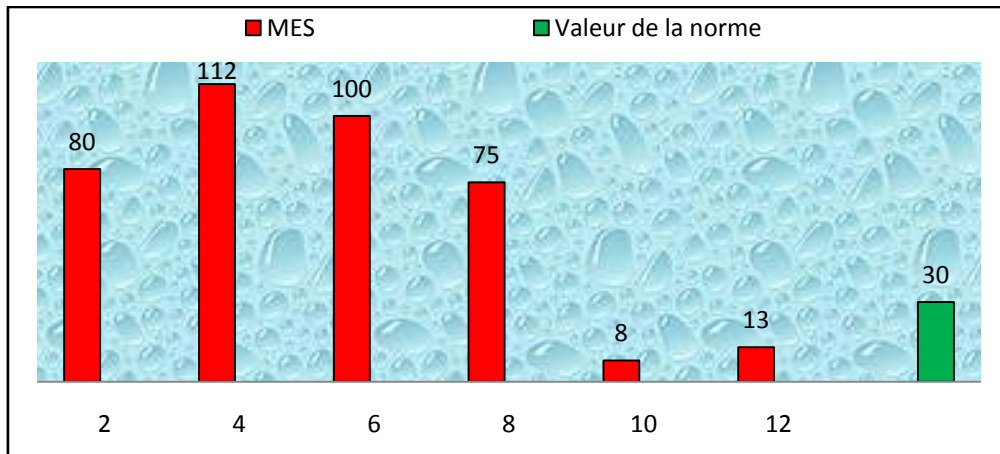


Figure 19: Variation de MES pour 4% Na_2SiO_3 avec 1.8% de H_2SO_4

- L'histogramme indique que la valeur maximale de MES est de 112 mg/l pour 4 ml de silice activée et la valeur minimale est de 8 mg/l qui correspond à 10 ml de silice activée.
- On remarque que les valeurs obtenues pour 2 ml, 4 ml, 6 ml et 8 ml sont supérieures à la valeur limite exigée par la réglementation 30 mg/l et pour les 10 ml et 12 ml de silice activée on a les deux valeurs obtenues sont inférieures à 30 mg/l.

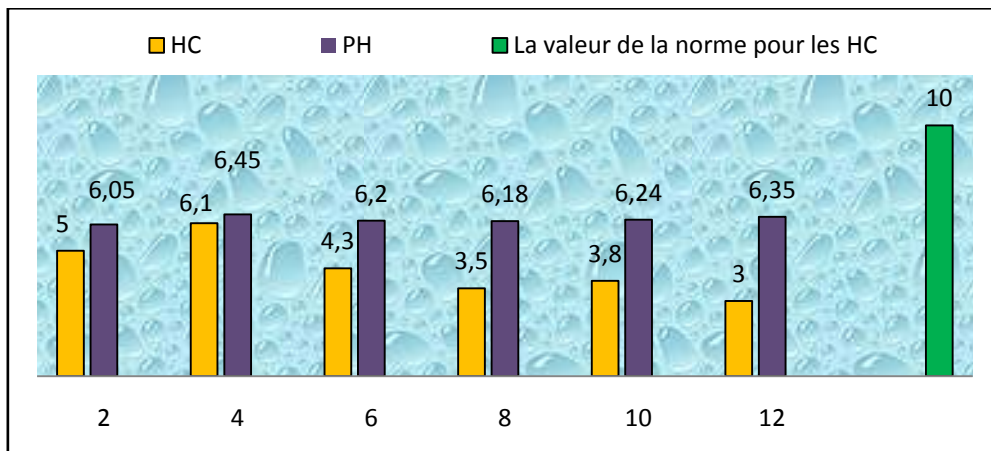


Figure 20: Variation de PH et le teneur en HC pour 4% Na_2SiO_3 avec 1.8% de H_2SO_4

- L'histogramme indique les valeurs des PH et de HC tel que pour 12 ml de silice activée on a une valeur maximale de PH est de 6.35 et une valeur minimale de HC 3 mg/l, la valeur minimale de PH est de 6.05 correspond à la concentration de 2ml de silice activée. Pour le teneur en HC la valeur maximale est de 6.1 ml pour 4 ml de silice activée.
- Par comparaison avec les valeurs limites on remarque que les valeurs de PH sont dans l'intervalle définie par la réglementation algérienne et celles de teneurs en HCT sont inférieurs à 10 ppm donc ils sont dans la norme.

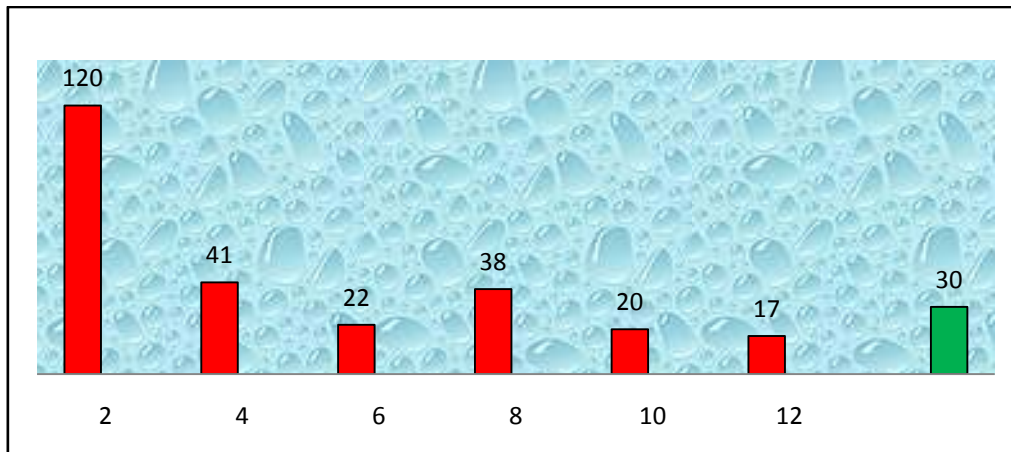


Figure 21: Variation de MES pour 5% Na_2SiO_3 avec 1.2% de H_2SO_4

- L'histogramme indique que la valeur maximale de MES est de 120 mg/l pour 2 ml de silice activée et la valeur minimale est de 17 mg/l pour 12 ml.
- On remarque que les valeurs de MES pour les 2 ml, 4 ml et 8 ml de silice activée sont supérieures à 30 mg/l et les valeurs pour les 6 ml, 10 ml et 12 ml inférieures à la valeur limite.

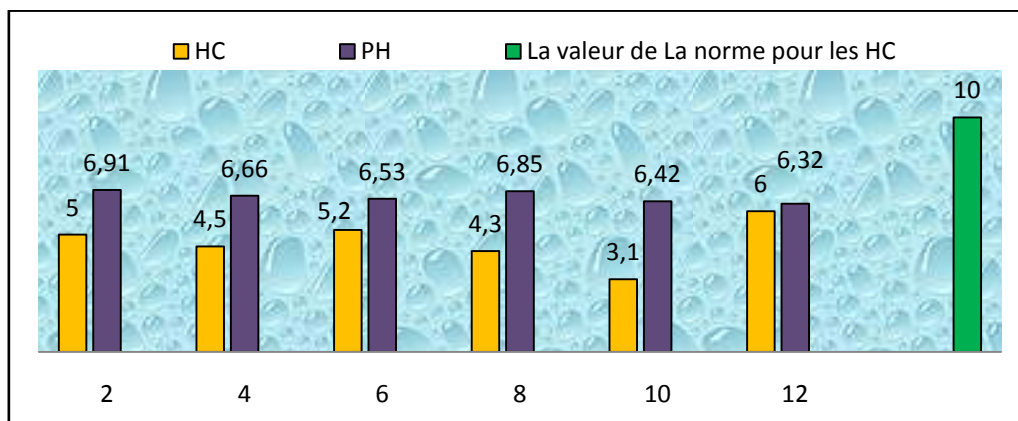


Figure 22: Variation de PH et le teneur en HC pour 5% Na_2SiO_3 avec 1.2% de H_2SO_4

- L'histogramme indique les valeurs des PH et de HC, tel que :
 - pour 12 ml de silice activée on a une valeur minimale de PH est de 6.32 et une valeur maximale de HC (6 mg/l), la valeur maximale de PH est de 6.91 correspond à la concentration de 2ml de silice activée. pour le teneur en HC la valeur minimale est de 3.1 mg/l pour 10 ml de silice activée.
- Par comparaison avec les valeurs limites représentées on remarque que les valeurs de PH sont dans l'intervalle définie par la réglementation algérienne $5.5 \leq \text{PH} \leq 8.5$ et celles de teneurs en HCT sont inférieures à 10 mg/l.

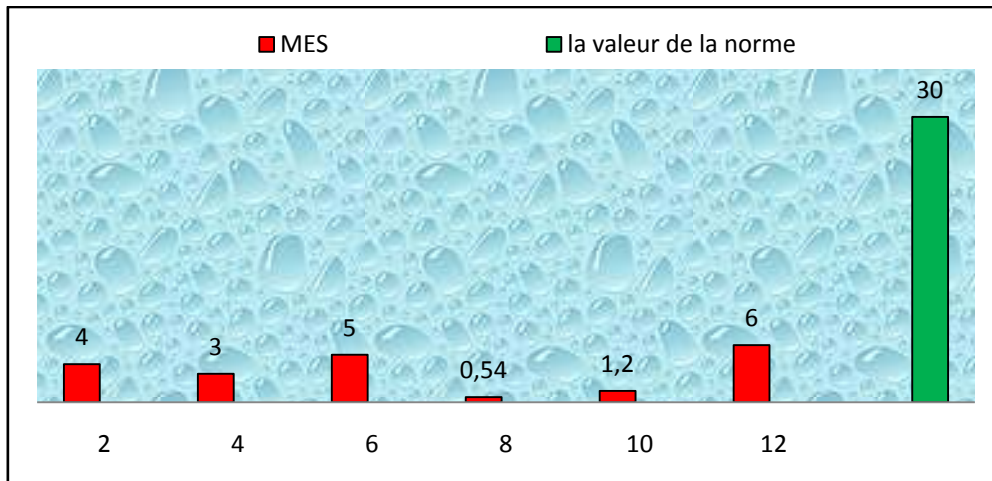


Figure 23: Variation de MES pour 5% Na_2SiO_3 avec 1.5% de H_2SO_4

- L'histogramme indique que la valeur maximale de MES est 6 mg/l pour 12ml de silice activée et la valeur minimale correspond à 8 ml est de 0.54 mg/l.
- On remarque que tous les résultats obtenus sont inférieurs à la valeur limite 30 mg/l.

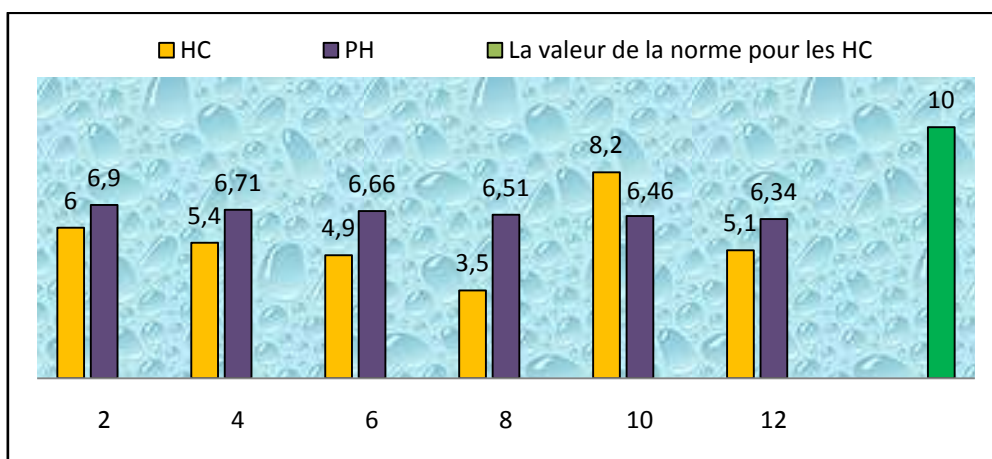


Figure 24: Variation de PH et le teneur en HC pour 5% Na_2SiO_3 avec 1.5% de H_2SO_4

- L'histogramme indique les valeurs des PH et de HC, tel que :
- pour 12 ml de silice activée on a une valeur minimale de PH est de 6.34 et une valeur maximale de PH est de 6.9 correspond à la concentration de 2ml de silice activée. pour le teneur en HC est de 8.2 mg/l pour 10 ml de silice activée et la valeur minimale est de 3.5 mg/l pour 8 ml de silice activée.
- Par comparaison avec les valeurs limites on remarque que les résultats obtenus (le teneur en HCT et les valeurs de PH) sont dans la norme exigée par la réglementation algérienne.

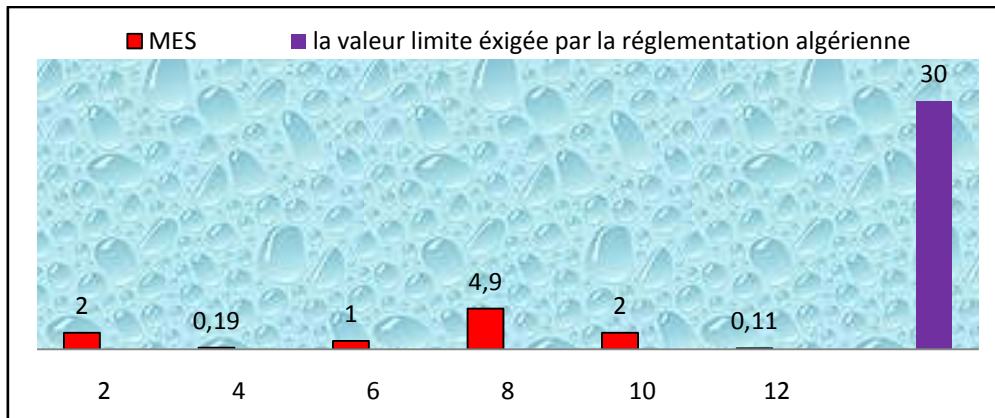


Figure 25: Variation de MES pour 5% Na₂SiO₃ avec 1.8% de H₂SO₄

L'histogramme indique que la valeur maximale de MES est de 4.9 mg/l pour 8 ml de silice activée et que la valeur minimale est de 0.11 mg/l pour 12 ml de silice activée. On remarque que les valeurs obtenues sont inférieures à 30 mg/l

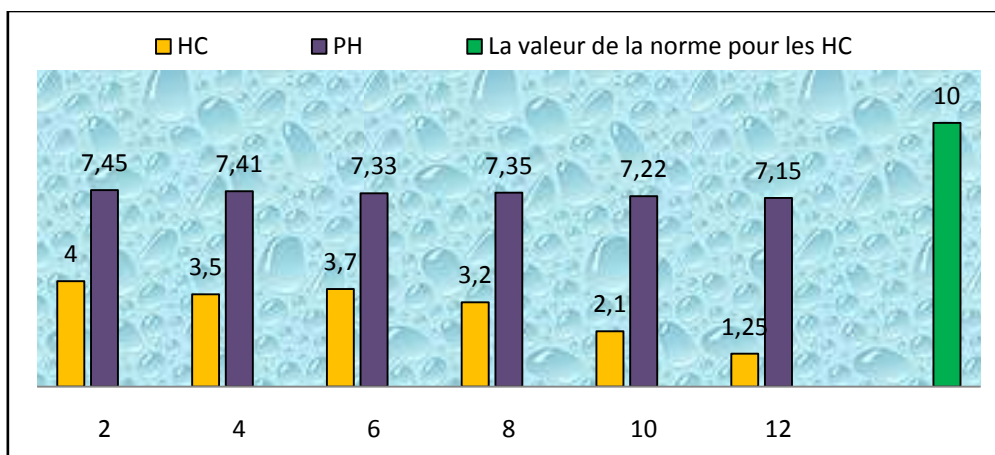


Figure 26: Variation de PH et le teneur en HC pour 5% Na₂SiO₃ avec 1.8% de H₂SO₄

- L'histogramme indique les valeurs des PH et de HC tel que pour 12 ml de silice activée on a une valeur minimale de PH est de 7.15 et une valeur minimale de HC (1.25 mg/l), la valeur maximale de PH est de 7.45 pour 2ml de silice activée. Pour le teneur en HC la valeur maximale est indiquée est de 4 mg/l pour 2 ml de silice activée.
- Par comparaison avec les valeurs limites exigées par réglementation algérienne on remarque que les résultats obtenus pour :
 - le teneur en HCT < 10 mg/l.
 - les valeurs de PH sont dans l'intervalle [5.5 ; 8.5].

Partie pratique

- Les différentes doses de coagulants préparés permettent de :
 - augmenter le PH
 - réduire le taux de MES jusqu'à 0.11 mg/l.
 - réduire le taux des hydrocarbures jusqu'à 1.25 ppm.
- Selon les différents résultats obtenus l'hors de coagulation floculation on constate que les valeurs de MES, HC sont minimales pour la concentration de la silice activée de 5% de Na_2SiO_3 et de 1.5% et 1.8% de H_2SO_4 . On remarque que pour ces doses les résultats obtenu sont :
 - $\text{MES} < 30 \text{ mg/l}$
 - $\text{HC} < 10 \text{ mg/l}$
 - $5.5 \leq \text{PH} \leq 8.5$

Donc ils sont conformes aux normes algériennes et on remarque qu'ils sont aussi conformes aux normes internationales ($\text{MES} \leq 20 \text{ mg/l}$; $\text{HC} \leq 10 \text{ mg/l}$; $6.5 \leq \text{PH} \leq 8.5$).

Interprétation et recommandation

Cette partie est un descriptif général des principes de fonctionnement de la station de déshuilage de HBK. Le traitement effectuée par la station nous permet de réduire le taux en HC et MES.

Vue la variabilité du taux de la pollution à l'entrée de la station, il n'est pas possible de garder cette dose et l'injecter sur site quel que soit le taux de pollution à l'entrée sans avoir fait au préalable des essais au laboratoire. Pour cela, nous recommandons de faire des jars tests régulièrement afin de déterminer la bonne dose qui permet d'atteindre la norme.

La dose optimale au laboratoire donne des résultats qui conforment aux normes algérienne alors que cette dose doit être vérifiée sur site

A la station de déshuilage du HBK, les analyses de vérification de la conformité de la qualité de l'eau aux normes algériennes ne se font que sur le taux des matières en suspension et le taux des hydrocarbures dans l'eau, or que dans la réglementation les exigences inclus d'autres facteurs tels que la DCO, la DBO, le phosphore total ... etc.

Les résultats obtenue par la station de déshuilage ne répond pas vraiment aux normes comme celui obtenue au laboratoire, donc on propose de contrôler d'autre paramètres qui dysfonctionnent le traitement tel que la température, l'injection des produits chimique, la fiabilité des équipements.

Introduction

Dans le cadre des objectifs fixés par la branche hydrocarbures en matière de protection de l'environnement, la direction de Haoud- Berkaoui a réalisé trois (3) stations de déshuilage pour les champs principaux de Haoud-Berkaoui (HBK), Guellala(GLA) et Benkehla (BKH).

Leur mis en service en septembre 2000. Le projet consiste à récupérer toutes les eaux de rejet industrielles rejetées des champs précités et les traiter de manière à ramener le taux d'hydrocarbures à un niveau inférieure à 10mg/l et MES inférieure à 30mg/l.



Figure 1 : station déshuilage de HaoudBerkaoui

I. Le procédé de déshuilage :

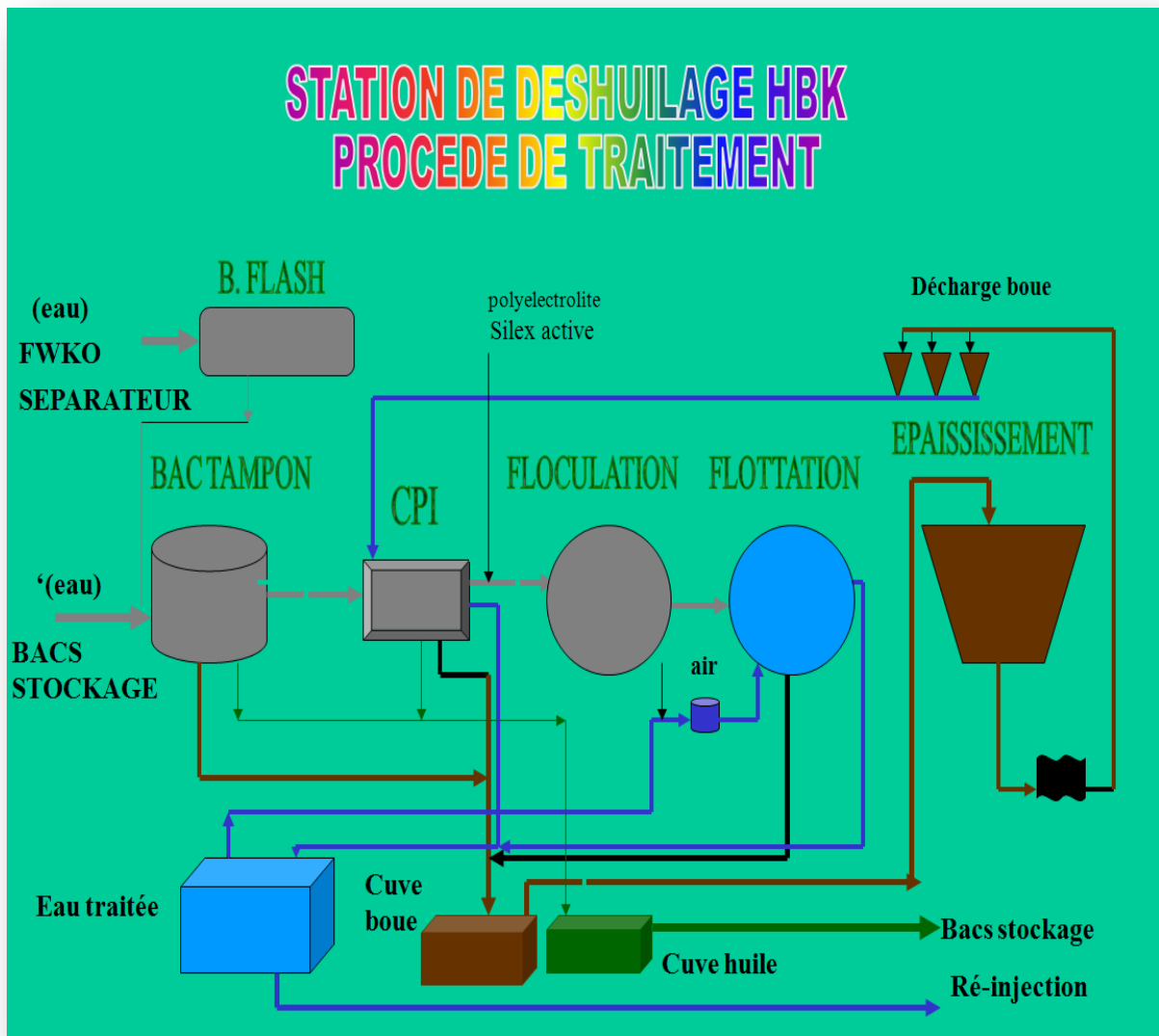


Figure 2 : Schéma représentatif d'une station de déshuilage

I.1. Définition et fonctionnement des équipements de la station de déshuilage de HBK

1. ballon de flash

Ce séparateur horizontal d'une capacité de $40\text{m}^3/\text{h}$ recevra les eaux huileuses des séparateurs sur champs FWKO (Free Water Knock Out) et celle des séparateurs de unité de production HP-MP-BP. Les eaux huileuses dégazées à la pression d'un bar seront dirigées par gravité vers bac tampon et le gaz dégagé sera brûlé à la torche.



Figure 3 : Ballon flash

2. Le bac tampon

Le prétraitement est réalisé dans le bac tampon d'une capacité de **200m³/h**, ou une première récupération d'huile est faite à l'aide d'un appareil discoil flottant. Le disque de ce dernier sont immergés dans l'eau pour environ un quart dans leur diamètre.

La couche d'huile est extraite de l'eau par adhésion à la surface des disques, est séparée de ceux -ci au moyen de patins racleurs. Le racleur des boues collectes les boues et l'envoyer vers la cuve à boues.



Figure 4 : Bac tampon

3. Le CPI (Corrugated Plate /Intercepteur à tôles gauffrées)

La cuve CPI d'une capacité de 26m^3 reçoit les effluents du bac tampon, du ballon de flash, le drainage des eaux de la centrifugeuse, le trop-plein de l'épaississeur et l'eau de drainage des boues.

Les eaux subissent ensuite un traitement physique dans le bassin CPI ou par l'intermédiaire d'un paquet de tôles gauffrées inclinées, l'huile est séparée de l'eau grâce à la différence de densité et est récupérée par un autre appareil discoil.



Figure 5: Le CPI

Les huiles provenant du bac tampon et du CPI sont recueillies dans une cuve à huile et ensuite recyclées dans les bacs de stockage du centre de production.

La boue est évacuée en gravitaire du fond de la cuve à travers d'une vanne automatique réglée à s'ouvrir chaque huit heures pendant huit secondes vers la cuve à boues.

L'eau chargée en MES à laquelle est additionné un coagulant (la silice activée + acide sulfurique H_2SO_4) à la sortie du CPI, est envoyée vers la cuve de floculation.

4. Lafloculation

La cuve de floculation d'une capacité de $25\text{m}^3/\text{h}$ reçoit l'effluent auquel sont additionnés deux agents chimiques de coagulation /floculation (silice activée et poly-électrolyte (kurifix), le premier à la sortie CPI et le deuxième à la sortie du flocculer, ces deux agents chimiques pour augmenter le pouvoir de traitement du flocculeur.

Un agitateur permet de mélanger intimement ces produits à l'eau pour agglomérer les MES et former un floc.



Figure 6 : La cuve de floculation

5. La flottation (avec saturation par air comprimé)

Ensuite, cette eau subit un traitement physique dans une cuve de flottation à l'air dissous DAF (Dissolved Air Flotation) d'une capacité de $75\text{m}^3/\text{h}$.

Une partie de l'eau traitée est recyclée à travers un saturateur d'air dans la cuve de flottation par le bas. Cette eau libère les bulles d'air qui en remontant en surface entraînent les matières légères agglomérées en floccs huileux.



Figure 7 : La cuve de flottation

Ces matières sous formes de mousses sont raclées en surface et déversées dans une cuve à boues. Les matières les plus denses raclées dans un entonnoir et dirigées vers la cuve à boues. L'eau déshuilée est envoyée dans une cuve à eau traitée.

6. Les boues

Les boues sont récupérées à tous les niveaux de process : le bac tampon, le CPI et le flotteur.

Elles sont déversées dans une cuve. À partir de là, elles sont pompées dans un épaisseur, où elles sont consolidées mécaniquement à l'aide d'une grille tournante à très faible vitesse. L'huile surnageant dans l'épaisseur est recyclée en tête de station dans le CPI.

À la sortie de l'épaisseur, les boues à l'état liquide sont injectées dans une centrifugeuse avec addition de flocculant et poly-électrolyte. La centrifugation permet la déshydratation des boues.

Ainsi, l'eau est recyclée dans la cuve à boues. Les boues consolidées sont éjectées à l'aide d'une pelleuse hélicoïdale, à l'extérieur du hangar de protection. Ces boues sont évacuées à l'aide d'un engin vers des décharges aménagées.

Les décharges ont été aménagées dans des tranchées imperméabilisées par une bâche en polyéthylène haute densité (PHD). Elles sont fermées à l'aide de couvercles étanches, les boues dans les décharges, décantent. L'eau est récupérée dans un regard et envoyée en tête de station.

7. L'eau traitée :

Les analyses effectuées sur l'eau traitée, faites par le laboratoire du HBK, ont montré que la teneur en huile était inférieure à 10 mg/l et les matières en suspension (MES) de l'ordre de 30 mg/l.

Conclusion générale

. Les eaux résiduaires rejetées par l'industrie pétrolière ont toujours constitués des préoccupations majeures pour les institutions responsables.

Alors, ces eaux dit être traiter par la station de déshuilage de centre pour récupérer du brut sans qu'il soit rejeté vers le milieu naturel, cette technique n'est pas un acte purement économique, mais plutôt comme une action environnementale visant à lutter contre la dégradation des sols, du sous-sol et des paysages désertiques.

En traitant l'eau par la méthode de coagulation/floculation, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

- ✓ La quantité optimale de silicate activée retenus lors du traitement de l'eau pour des résultats conforme aux normes Algérienne et international est de 5% de Na_2SiO_3 et 1.8% de H_2SO_4 .
- ✓ L'efficacité de la station de déshuilage de HBK dépend de l'injection des produits chimique mais aussi d'autre facteurs difficile à contrôler.
- ✓ En adoptant ce type de traitement, SONATRACH aura respecté sa politique HSE qui vise la protection de l'environnement et la minimisation des risques liés à ses activités sans pour autant porter atteinte à la production.

En fin, le travail réalisé au sein de la station de déshuilage de Haoud Berkaoui, nous a permis d'acquérir de bonnes connaissances du processus, en particulier et d'avoir une bonne base pratique au niveau des manipulations des différents appareil du laboratoire et aussi d'avoir une bonne adhérence avec le personnel du laboratoire et de service HSE qui nous a beaucoup aidé en domaine pratique et théorique par leur expérience.

Références Bibliographiques

- [1] DEGREMONT ; Mémento de technique de l'eau, édition du cinquantenaire 1989
- [2] Anne-Marie Denat, Pascal Denat, Françoise Sammut: L'EPURATION DE L'EAU.
- [3] CLAUDE Villeneuve ; " l'eau problématique clé de l'environnement", L'AGON, Mars 1994.
- [4] Mlle. SELHANI SOUMIA : Etude des possibilités d'utilisation des eaux et boues d'épuration dans l'agriculture : Cas de la station d'épuration de BENI MESSOUS : thèse : Ecole Nationale Supérieure Polytechnique Département Hydraulique 2009
- [5] MARCEL DORE, "Chimie des oxydants & Traitement des eaux", Edition Lavoisier, 1989.
- [6] BOEGLIN.JC, "Analyse des eaux résiduaires, mesure de pollution", Edition technique de l'ingénieur, traiter de l'environnement. Article P 4200, 1988,
- [7] Adrian RODRIGUEZ GARCIA : ETUDE DE LA CONGELATION COMME TECHNIQUE DE TRAITEMENT DES EAUX : APPLICATIONS SPECIFIQUES : thèse en vue de l'obtention du Grade de : Doctorat: Spécialité : Génie des Procédés et de l'Environnement /Ecole Doctorale Sciences des Procédés. décembre 2004
- [8] F.BORNE et J.CORDONNIER: traitement des eaux (épuration des eaux résiduaires du raffinage) ; (conditionnement des eaux de réfrigération) : livre : Ecole Nationale supérieure du pétrole et des moteurs 1991.
- [9] GUIDE SUR LES SÉPARATEURS EAU-HUILE : Québec : développement durables, environnement et parcs : OCTOBRE 2008
- [10] M^{mes} DERMOUCH .F et CHERID-TILIOUINE.S ;
"Protection de l'environnement dans l'exploitation des unités de raffinage", Séminaire, IAP, Boumerdés, ALGERIE 2003

Article9

Il est inséré au niveau des dispositions de la loi n°83-17 du 16 juillet 1983 portant code des eaux, un article 102 bis rédigé comme suit : " Art. 102 bis.- Sans préjudice des dispositions de l'article précédent, les unités industrielles, quel que soit leur domaine, doivent procéder à la mise en conformité de leurs installations aux normes de rejet, telles que fixée par la réglementation en vigueur. Elles doivent dans tous les cas, procéder au traitement adéquat de leurs effluents, conformément à la réglementation en vigueur. "

Article 10

Lorsque les conditions de rejet sont jugées par l'inspecteur de l'environnement non conformes à celles prévues pour l'autorisation de rejet à sa demande le wali territorialement compétent met en demeure le propriétaire de l'installation de prendre dans le délai qu'il lui aura fixé, l'ensemble des mesures et actions à même rendre le rejet conforme aux prescriptions de l'acte autorisant le rejet.

Article15

Il est institué des contrôles périodiques et inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets. Les contrôles sont effectués soit à l'occasion des visites et vérifications prévues par le présent décret soit en vue de constater les infractions aux dispositions des lois N°83- 03 du 4 février 1983-17 du 16 juillet 1983 susvisées hygiène et salubrité publique (loi N90 –09 du 07 avril 1990).

Article83

Les conditions et normes techniques d'études, de réalisation, de contrôle, d'exploitation et d'entretien des ouvrages de mobilisation sont fixés par voie réglementaire.

Article89

Est obligatoire le prétraitement des eaux résiduaires avant leur rejet dans le cas où, à l'état brut, elles peuvent affecter le bon fonctionnement du réseau public d'assainissement et des installations d'épuration.

Article137

Les eaux usées épurées peuvent être utilisées, soit pour certains besoins du secteur industriel, soit les besoins de l'irrigation de certaines cultures dans le secteur agricoles. L'utilisation des eaux usées, même épurées, pour l'irrigation de crudités est interdite.

Annexes

Tableau : caractéristiques des stations HBK, GLA, BKH

Désignation	HBK	GLA	BKH
Capacité traitement (m ³ /h)	100	60	40
Récupération d'huile(m ³ /j)	120	72	48
Récupération de boues(m ³ /j)	1	0.6	0.4
Teneur en huile max entrée station (%)	5	5	5
Teneur en huile résiduelle (mg/l)	< 10	<10	<10

La loi de stockes

La loi de stockes est formulée de la manière suivante :

$$V_t = [(g \times D^2 \times (\rho_e - \rho_h)] / 18 \mu_c$$

V_t: vitesse ascensionnelle d'une goutte d'huile en (cm/s)

g: accélération de la pesanteur qui est égale à 981 cm/s²

D : diamètre de la particule d'huile en cm

μ_c : viscosité absolue de la phase aqueuse en Poise (g/cm/s)

ρ_e : masse volumique de l'eau en g/cm³

ρ_h : masse volumique de l'huile en g/cm³

Annexes

Tableau: Résultats des analyses des eaux de la station de déshuilage

Date	MES (ppm)		HC (ppm)		PH	
	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée
01/06/2014	154	10	174.6	4.5	5.85	6.12
02/06/2014	108	08	314.8	5.3	5.8	6.05
03/06/2014	183	11	164.7	5.0	5.86	6.10
04/06/2014	200	13	181.7	4.7	6.25	6.51
05/06/2014	108	10	170.0	3.4	6.08	6.34
06/06/2014	146	14	164.8	4.5	6.17	6.20
07/06/2014	123	10	164.5	6.0	6.06	6.10
08/06/2014	150	14	317.0	6.1	6.10	6.49
09/06/2014	196	18	170.5	4.7	6.17	6.55
10/06/2014	236	18	208.7	4.0	5.79	6.14
11/06/2014	225	15	534.6	12.3	6.01	6.18
12/06/2014	316	20	126.3	5.6	5.95	6.23
13/06/2014	208	10	254.7	4.1	6.14	6.61
14/06/2014	186	12	209.6	5.1	6.04	6.13
15/06/2014	204	18	107.3	5.0	6.25	6.39
16/06/2014	182	13	220.0	4.6	5.81	6.14
17/06/2014	160	16	149.0	3.0	6.28	6.65
18/06/2014	145	19	386.5	4.0	6.11	6.34
19/06/2014	238	18	138.0	4.9	6.15	6.43
20/06/2014	175	16	122.0	3.0	6.05	6.18
21/06/2014	121	11	136.6	5.2	5.97	6.20
22/06/2014	219	19	155.0	3.8	6.50	6.81
23/06/2014	302	20	430.7	11	6.19	6.21
24/06/2014	409	33	310.2	6.2	6.12	6.32
25/06/2014	321	31	504.8	10.5	6.41	6.57
26/06/2014	198	11	201.0	7.5	5.80	6.22
27/06/2014	314	18	316.9	5.8	6.20	6.71
28/06/2014	410	36	256.1	4.6	6.34	6.86
29/06/2014	168	10	186.4	5.2	5.81	6.25
30/06/2014	251	21	389.5	9.2	6.09	6.41

Annexes

Tableau : normes des rejets internationales

Paramètres	Unités	Valeurslimites
PH	-	6.5 – 8.5
DBO5	mg/l	30
DCO	mg/l	90
MES	mg/l	20
HCT	mg/l	10
NH4	mg/l	0.5
NO2	mg/l	1
NO3	mg/l	1
P2O5	mg/l	2
Température	°C	30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Incolore