

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE CHIMIE
N° :



SPECIALITE: CHIMIE
OPTION : CHIMIE DE
L'ENVIRONNEMENT

Pour l'obtenir de diplôme du:
MASTER ACADEMIQUE

Thème :

Soutenu le : () Devant la commission d'examen Jury:

Benhayia.A	Université de M'sila	Président
Dakhouche.A	Université de M'sila	Promoteur
Djechiche.M	Université de M'sila	Examineur

Année universitaire : 2019/2020

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Avant tout je remercie « Allah » qui m'a donnée la force, la patience, la santé, le courage et la volonté pour élaborer ce travail.

*J'adresse mes vifs remerciements à mon promoteur consultant **M^r ACHOUR DAKHOUCHE** pour m'avoir diligenté tout au long de ce travail, pour sa Compréhension, sa compétence, et ces remarques qui nous ont été précieuses. Ma profonde gratitude à Monsieur **Benyahia Azzedine** pour avoir accepté de présider ce jury. Et Monsieur **Djhaiche Mokhtar** de bien vouloir accepter d'examiner ce travail.*

*Ce travail à été réalisé au niveau de service d'exploitation d'unité de Haoud Berkaoui société de **SONATRACH**. Ce travail doit beaucoup à l'aide précieuse de membres de service, je voudrais saluer et remercier tous les membres de ce service, je tiens à exprimer mes remerciements à tout le personnel de laboratoire de la région Haoud Berkaoui,*

*J'adresse mon respect et mes remerciements **M^{me} Rekia Khouiled**, pour son suivi et ses conseils tous au long de la période de stage.*

Je ne pourrais oublier de remercier du fond du cœur mes parents pour m'avoir toujours permis de suivre le chemin des études. Merci pour leurs soutiens, leurs encouragements et surtout leur amour qui a toujours été une source motivante.

*Enfin, Je remercie profondément à tous mes professeurs de département de chimie à l'**Université de Mohamed Boudiaf Msila**, qui ont contribué à me transmettre l'incalculable trésor qui est le savoir.*

SALOUA



Dédicace

J'ai le grand plaisir de dédier ce modeste travail :

A mes très chers parents qui me sont très chers dans cette vie, à qui je dois ce que je suis. Tous Ce que je réalise, merci de m'avoir soutenu et aimé durant Toutes ces années d'être si fiers de moi.

A mon très cher père, Je leur dis merci papa du fond de mon cœur pour ton éducation, ton sacrifice, ton assistance et pour ce que tu m'as fait et qui m'a permis d'avoir cette réussite et ce bonheur.

Je te dis merci et mille fois merci maman pour ta patience, ton courage et ton sacrifice pour moi. Avec toute ma fidélité et tout mon amour pour vous, mes parents, Je ne pourrai jamais égaler votre mérite.

A mes sœurs: Samia, Siham, Sabah

A mes meilleurs amis : R.Khalida, A.Sayah, K.Amina, L.Ziyad, A.Maayouf

A tous mes enseignants et camarades de promotion de chimie d'environnement



Hellali Saloua

*TABLES DES
MATIERES*



TABLES DES MATIERES

T ABLES D ES M ATIERES

Remerciement

Dédicace

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction générale17

Chapitre I : Présentation de la région de Haoud Berkaoui

Introduction.....20

I. Présentation de la direction SONATRACH.....20

II. Présentations de la direction régionale de Haoud Berkaoui (HBK).....21

II.1-Situation Géographique De La Région.....21

II .2- Protection de l'environnement à Haoud Berkaoui.....22

II.3- Schéma technologique de la station de déshuilage23

III. Principe fonctionnement des équipements de traitement.....24

III.1-Ballons de flache24

III.2- Bac tampon S-10125

III. 3-Cuve C.P.I S-102.....25

III.4- La cuve de floculation S-103.....26

III.5- La cuve de flottation S-104.....27

III.6-cuve d'eau traitée S-10627

III.7-cuve à boues S-10728

III.8- cuve d'huile S-10828

III.9 -Cuve d'épaississement de boues S-105.....28

III.10 –Centrifugeuse MS-110.....29

III.11- Décharge de boues S-111A/B/C.....29

III.12-Station de préparation et dosage de la silice activée SAC MS-112 .1/2.....29

III.13-Unité de préparation et dosage du kurifix MS-113.1/2.....31

Chapitre II : les procédures de traitement dans la station de HBK

Introduction.....	33
I. Généralité sur les eaux usées.....	33
I.1. Définition des eaux usées	33
I.2. Origine des eaux usées	33
I.2.1. Les eaux usées domestiques	34
I.2.2. Les eaux usées agricoles.....	34
I.2.3. Eaux pluviales.....	35
I.2.4. Les eaux usées urbaines.....	35
I.2.5. Les eaux usées industrielles.....	35
I.3. la pollution des eaux usées industrielles.....	36
I.3.1. Classification des eaux résiduaires industrielles.....	36
I.3.1.1. La pollution minérale.....	36
I.3.1.2. La pollution organique.....	37
I.3.1.3. La pollution par les hydrocarbures.....	37
I.3.1.4. La pollution thermique.....	37
I.3.1.5. La pollution chimique.....	35
I.3.2. Caractérisation des eaux usées industrielles	38
I.4. Paramètres globaux de qualité.....	38
4.1. Les paramètres physiques.....	38
4.1.1. Température.....	38
4.1. 2. Matières en suspension (M.E.S)	38
4 .2-Paramètres Organoleptiques.....	39
4 .2.1. La Turbidité.....	39
4 .2.2. La couleur	39
4 .3- Les paramètres chimiques	39
4.3.1. PH.....	39
4.3.2. La Demande Biochimique en Oxygène (DBO).....	40
4.3.3. Demande chimique en oxygène (DCO).....	40
4.3.4. Les micropolluants.....	40
4.3.5. Les hydrocarbures.....	41
I.5-Impacts de rejet des eaux usées industrielles sur les milieux naturels.....	41
I.5.1. Impacts positifs.....	41

I.5.2. Impacts négatifs.....	41
II-Généralité sur les eaux huileuses.....	41
II.1. Définition des eaux huileuses.....	41
II.1.1. Eau normalement huileuse.....	42
II.1.2 .Eau accidentellement huileuse.....	42
II.2. Origine des eaux huileuses.....	42
III- La technique de traitement physico-chimique des eaux huileuses en HBK.....	42
III.1. Aperçu sur le procédé de coagulation – floculation	43
III.1.1. Coagulation	44
III.1.1.1. Mécanismes de déstabilisation des particules colloïdales.....	45
III.1.1.2. Principe de la coagulation.....	46
III.1.1.3. Coagulant et processus de coagulation	46
III.1.2. Généralité sur les colloïdes.....	46
III.1.2.1. Les particules colloïdales.....	47
III.1.2.2. Les type de colloïdes.....	47
a. Les colloïdes hydrophiles.....	47
b. Les colloïdes hydrophobes.....	48
III.1.2.3. Structure des colloïdes	48
III.1.2.4. Déstabilisation.....	49
III.1.2.5. Potentiel Zéta et son principe.....	49
III.1.3. la floculation	51
III.1.4. Décantation.....	51
III.2. Paramètres influençant la coagulation-floculation.....	52
a. Influence du paramètre pH	52
b. La température.....	52
c. Influence de la turbidité.....	52
d. Influence de la vitesse d’agitation	52
e. Les sels dissous	53
f. Influence du coagulant et sa dose	53
III. 3. Les avantages et les inconvénients de la coagulation-floculation.....	54
III. 3.1. Les avantages.....	54
III. 3.2. Les inconvénients.....	55

Chapitre III : Matériels et méthodes expérimentales

Introduction.....	57
Objectif de notre travail.....	57
III.1-Appareillages et Matériels.....	58
III.1.1. Spectrophotomètre type DR/2000.....	58
III.1.2. PH-mètre type HANNA.....	59
III.1.3. Turbidité.....	60
III.1.4. Jar test: (Floculateur type ISCO).....	60
III.2. Produits chimiques	63
a. Silice activée « Coagulant ».....	63
b. Kurifix « floculant ».....	64
III. 3. Méthode de prélèvement	64
III.3.1. Les tests effectués pour la mesure le degré de la pollution.....	65
III.3.2. Analyse faite in-situ pour l'eau de l'entrée.....	65
III.4. Mesures au laboratoire.....	65
III.4.1. Détermination de la teneur des hydrocarbures (HC).....	65
↳ Réactifs.....	65
↳ Matériels nécessaires.....	66
↳ Mode opératoire.....	66
↳ Mesure de la concentration des hydrocarbures extraits.....	66
III.4.2. Détermination des matières en suspension par filtration.....	67
↳ Matériels utilisés.....	67
↳ Réactifs	68
↳ Mode opératoire.....	68
III.4.3. Mesure de PH.....	69
III.4.4. Mesure de la turbidité.....	69
III.5. Technique de coagulation, floculation et décantation	70
III.5.1. Préparation des produits chimiques	70
↳ Matériels nécessaires.....	70
↳ Mode opératoire	70
↳ Préparation du coagulant	70
↳ Préparation du floculant	71
III.5.2. Détermination de la concentration optimale de coagulants	71

Chapitre IV : Résultats expérimentaux et discussions

Introduction.....	74
IV.1-Caractéristiques des eaux huileuses.....	74
IV.2-Résultat de l'influence de la dose optimale de coagulant sur les paramètres.....	74
IV.3- Les résultats obtenus.....	75
❖ Interprétations du résultat.....	76
IV.4-Interprétation des résultats des indicateurs environnementaux	80
IV.5-Conclusion.....	81
IV.6-Recommandation	81
Conclusion générale.....	83
Bibliographie	84
Résumé.....	89
Annexe.....	91

Liste des figures

Chapitre I :

Figure (I-1) : Situation géographique Haoud Berkaoui

Figure (I-2) : Station de déshuilage du champ de Haoud Berkaoui.

Figure (I-3): Procédé de traitement de la Station de déshuilage du champ de HBK.

Figure (I-4) : Ballons de flache

Figure (I-5): Bac tampon S-101

Figure (I-6) : La cuve **CPI**

Figure (I-7): disques rotatifs (Disc-oil)

Figure (I-8) : Cuve de floculation **S-103**

Figure (I-9) : Cuve de flottation **S-104**

Figure (I-10): Cuve d'épaississement de boues

Figure (I-11) - Centrifugeuse et emballage de boues

Figure (I-12): Station de préparation et dosage de la silice activée "SILIDOX"

Figure (I-13) : Schéma représentatif d'une station de déshuilage en HBK

Figure (I-14) : Station de préparation et dosage du polyélectrolyte "POLIDOX" MS-1

Chapitre II :

Figure II. 1 : Coagulation – floculation

Figure (II-2) : Emprisonnement des particules dans les floccs pendant la décantation

Figure (II-3): Nature et gamme de taille des particules colloïdales dans l'environnement.

Figure (II-4): Structure des colloïdes «théorie de la double couche ».

Figure (II-5): Potentiel Zéta.

Figure (II-6): Appareil jar-test

Chapitre III :

Figure (III-1): Spectrophotomètre DR 2000.

Figure (III-2): pH-mètre type HANNA

Figure (III-3): Turbidimètre (HACH 21000)

Figure (III-4): Jar Test de type ISCO

Figure (III-5) : Dispositif de filtration

Figure (III-6): Extraction liquide-liquide

Figure (III-7): Extraction des HC

Figure (III-8): Balance Dessiccateur en verre et creuset

Figure (III-9): Préparation de silice activée

Figure (III-10): Les échantillons avant et après le traitement

Chapitre IV :

Figure (IV-1): Evolution des valeurs des MES en fonction de la concentration de la silice activée.

Figure (IV-2): Evolution de teneur des hydrocarbures en fonction de la concentration de la silice activée

Figure (IV-3): Evolution des valeurs du Turbidité en fonction de la concentration de la silice activée

Figure (IV-4): Evolution des valeurs de température en fonction de la concentration de la silice activée.

Figure (IV-5): Evolution des valeurs de PH en fonction de la concentration de la silice activée.

Figure (IV-6): Eau huileuse : avant et après le traitement

Liste des tableaux

N°	Designation	Page
II.01	Dérivés des sels d'aluminium et de fer.	46
III.01	Programmes d'analyse avec le Spectrophotomètre DR/2000.	59
III.02	Propriété physico-chimique de silicate de sodium.	63
III.03	Propriété physico-chimique de l'acide sulfurique.	64
III.04	propriété physico-chimique de Kurifix.	64
IV.01	Caractéristiques des eaux usées au niveau de la station H.B.K (Entrée de la station).	75
IV.02	Caractéristiques des eaux après traitement.	75
IV.03	Caractéristiques des eaux après traitement (dose optimale 10ml)	75

Liste des abréviations

ASTM: American Society for Testing Material.

BKH: Benkahla

C.P.I: Corrugated Plate Interceptor

CFP : compagnie française de Pétrole

DBO : Demande Biochimique en Oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

DO: densité optique

FTU: Formazine Turbidity Unit

GLA : Guellala

GNL : Gaz naturel liquéfié

GPL : Gaz parfait liquide

HBK: Haoud Berkaoui

HC: teneur des hydrocarbures

JTU: Jackson Turbidity Unit

M.e.p : mobilité électrophorétique

MES : Matières En Suspension

MS-107 : disque rotatif pour récupération d'huile

MS-106 : disque rotatif pour récupération d'huile

MS-110 : Centrifugeuse

MS-112 : Unité de préparation et dosage de la silice activée

MS-113 : Unité de préparation et dosage du kurifix

NTU: Nephelometric Turbidity.

PH : Potentiel d'hydrogène

PH_{pcn} : PH de point de charge nulle Ppm (ppm) : Partie par million

R-103 : ballons de saturation à air

S-101 : Bac tampon

S-102 : Cuve C.P.I

S-103 : La cuve de floculation

S-104 : Cuve de flottation

S-105 : Cuve d'épaississement de boues

S-106 : Cuve d'eau traitée

S-107: la cuve a boues

S-108 : la cuve d'huile

SONATRACH : Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures

T: température

TAG : Trias Argilo Graisseux

INTRODUCTION

GENERALE

*Introduction
Générale*



Introduction générale :

La terre est l'unique planète de système solaire, dont la surface est recouverte de grandes parties d'eau à l'état liquide environ 70%. L'eau revêt de nombreux aspects importants dans la vie des êtres vivants, elle nécessaire à la vie et constitue un moyen de nettoyage. Dans l'industrie de refroidissement et de substance primaire ou de solvant et de milieu réactionnel.

Les puits producteurs de pétrole, les usines de traitement de gaz et les raffineries produisent quotidiennement de grandes quantités d'eaux contaminées par des hydrocarbures, des particules solides et des matières en suspension. La minimisation de l'impact de l'industrie pétrolière sur l'homme et l'environnement est devenue une des principales préoccupations des pays producteurs de pétrole. Elle constitue actuellement une composante essentielle dans la stratégie de développement des entreprises. Au cours de leurs opérations de production et de raffinage, les industries pétrolières et pétrochimiques génèrent d'importantes quantités des eaux huileuses chargées de matières polluantes de différents types : organique, minérale, physique...etc. Le rejet de tels effluents dans l'environnement est à l'origine de nombreuses contaminations des eaux de surface et souterraine : érosion des sols, perturbation de l'écosystème et risque pour la santé humaine. En effet, la protection de l'environnement est devenue un des enjeux majeurs de développement économique. De plus, à travers une prise de conscience mondiale, les émissions polluantes, les déchets industriels, la contamination des cours d'eau, les perturbations climatiques, les incidences sur la santé, constituent désormais autant de sujets sensibles, où l'industrie pétrolière fait souvent figure d'accusée. De ce fait la SONATRACH doit prendre les dispositions qui s'imposent afin de remédier à ce phénomène de pollution.

Dans le cadre de la mise en application de la politique de l'entreprise relative à la protection de l'environnement, le groupe SONATRACH s'est attelé très tôt à la mise en œuvre d'un programme ambitieux visant à éliminer sinon réduire au maximum tous les impacts environnementaux significatifs liés à ses activités et services, conformément aux textes législatifs en vigueur (**Loi n° 03-10 du 19 /07/2003, relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable**) [1].

En effet, le groupe **SONATRACH DP HBK** dispose de trois (03) stations de traitement des eaux huileuses installées comme suit : **BKH, HBK, GLA**. Ces stations traitent la totalité des eaux huileuses provenant des stations de production sur champ ainsi que les eaux huileuses des unités de traitement de brute, unité de compression et les purges des bacs de stockage au niveau de chaque centre industriel sur la région de **HBK**, assurant la récupération d'huile contenue dans la charge d'eau et la mise en valeur des eaux récupérées pour la réinjection dans le gisement dont les seuils des valeurs des caractéristiques doivent être en dessous de 10 mg/l pour la teneur en hydrocarbures, de 30mg/l pour les matières en suspensions (MES) et un pH varient entre 6,5 et 8,5 d'après la réglementation exigée par le groupe SONATRACH.

L'objectif de notre stage de fin d'études consiste à analyser et contrôler la qualité de l'eau usée de station de déshuilage de la zone Haoud Berkaoui et d'évaluer les paramètres physico-chimiques reflétant la qualité de cette eau.

Présentation du travail réalisé :

Ce mémoire de fin d'étude est scindé en deux parties et chaque partie comprenant deux chapitres sera consacrée :

Partie (A) : Partie bibliographique

Chapitre 01 : Descriptif général, Principe et fonctionnement de tous les équipements et exploitation des deux procédés de déshuilage.

Chapitre 02 : Les procédés de traitement des eaux huileuses dans la station de déshuilage HBK.

Partie (B) : Partie expérimentale

Chapitre03 : les analyses essentielles réalisées pendant notre période de stage caractérisant la qualité des eaux à l'entrée et à la sortie de l'unité de traitement des eaux huileuse que nous avons effectuées au sein du laboratoire de « Contrôle Qualité Des Eaux Traitées De Stations De Déshuilage De La Région De HBK »

Chapitre 04 : la discussion et l'interprétation des résultats obtenus

En termine par une conclusion générale.



Chapitre I :
Présentation de la région
de Saoud Berknoui

LE PREMIER CHAPITRE

Présentation de la région de Haoud Berkaoui

Introduction :

Le sud Algérien possède des richesses naturelles, parmi lesquelles nous citons les réserves en hydrocarbures d'où la présence d'une large gamme de produits relatifs aux gisements de pétrole et de gaz. Pour la séparation de ces produits et de leurs dérivés, notre pays a investi dans ce domaine dont la nécessité est d'acquérir et installer ces grands complexes de traitement qui sont répartis en plusieurs unités de Haoud Berkaoui représente l'une des principales zones de production d'hydrocarbures du Sahara algérien qui est découvert 1965. La Direction Régionale de HBK fait un rôle dans le développement important de l'activité industrielle a conduit à un accroissement démographique, qui génère une production importante d'eaux usées huileuses.

I-Présentation de la direction SONATRACH:

SONATRACH est une compagnie algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer. Elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde où des opportunités se présentent.

SONATRACH est la première entreprise du continent africain. Elle est classée 12^{ème} parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2^{ème} exportateur du GNL et du GPL et 3^{ème} exportateur du gaz naturel. Cette entreprise citoyenne, œuvre à resserrer les liens sociaux, aider les populations dans le besoin, promouvoir la recherche et les activités scientifiques, contribuer à la préservation de la nature et à la sauvegarde du patrimoine culturel et historique. Aujourd'hui, elle ne conçoit pas un développement économique sans le développement durable. [2]

II- Présentations De La Direction Régionale De Haoud Berkaoui :



II.1 Situation Géographique De La Région :

En mars 1965, un gisement d'huile fut localisé dans la série inférieure, Trias Argilo Graisseux (TAG), plus exactement à Haoud Berkaoui, par la compagnie CFP (compagnie française de Pétrole). Le champs de GLA a été découvert et mis en production par SONATRACH en 1971[3].

La Direction Régionale Haoud Berkaoui fait partie de la Division Production de l'activité Amont de Sonatrach et représente l'une des dix zones principales productrices des hydrocarbures du Sahara algérien. Sur la route RN° 49 dite des pétroliers reliant Ghardaïa à Hassi Messaoud, et à 35Km au sud-ouest d'Ouargla, un carrefour indique la présence d'un champ pétrolier, il s'agit de la région de HAOUD BERKAOUI. Cette région est située à 142Km de HASSI Messaoud, à 770Km au sud de la Capitale (ALGER), elle est importante en raison de sa part de production des Hydrocarbures du pays. Elle s'étend du sud est de Ghardaïa jusqu'au champ extrême de Boukhzana, près de la route de Touggourt.

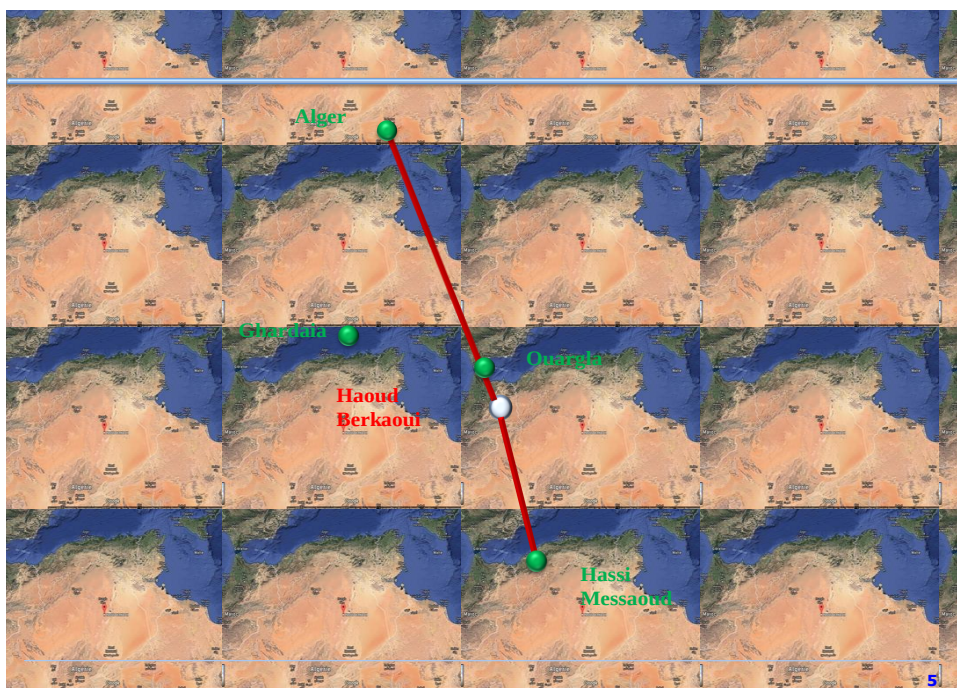


Figure (I-1) : Situation géographique Haoud Berkaoui [4]

A ce jour, 118 puits sont en exploitation, répartis sur l'ensemble des champs, dont 68 puits en gaz lift, et 29 éruptifs. Puits injecteurs l'eau : 21 puits. La production cumulée depuis l'origine est de 86 millions de m^3 , pour des réservoirs globaux en place de 472 millions de m^3 . Toutes les quantités d'huiles et de gaz récupérés sont acheminées vers les différents centres de production de la région. [5]

Les activités principales de la région (HBK) se résument essentiellement en :

- Centre de production et traitement de brut.
- Unité de récupération des gaz torchés avec production de : Gas-lift, GPL, condensat et gaz de vent.
- Station de réinjection de l'eau.

II .2- Protection de l'environnement à Haoud Berkaoui :

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

Les trois stations d'une capacité de traitement ($4800 m^3/j$) sont en service depuis septembre 2000. Le projet consiste à récupérer toutes les eaux huileuses de rejets industriels des champs précités et de les traiter de manière à ramener le taux d'hydrocarbures à un niveau inférieur à 5 mg /l et les MES inférieures à 20 mg/l.

-La capacité de traitement de la station de Haoud Berkaoui est de $100 m^3/h$. [6]



Figure (I-2) : Station de déshuilage du champ de Haoud Berkaoui.

II.3- Schéma technologique de la station de déshuilage :

Le schéma technologique du procédé de traitement des eaux au niveau de la station de déshuilage est présenté dans la figure (I-3) ci- après :

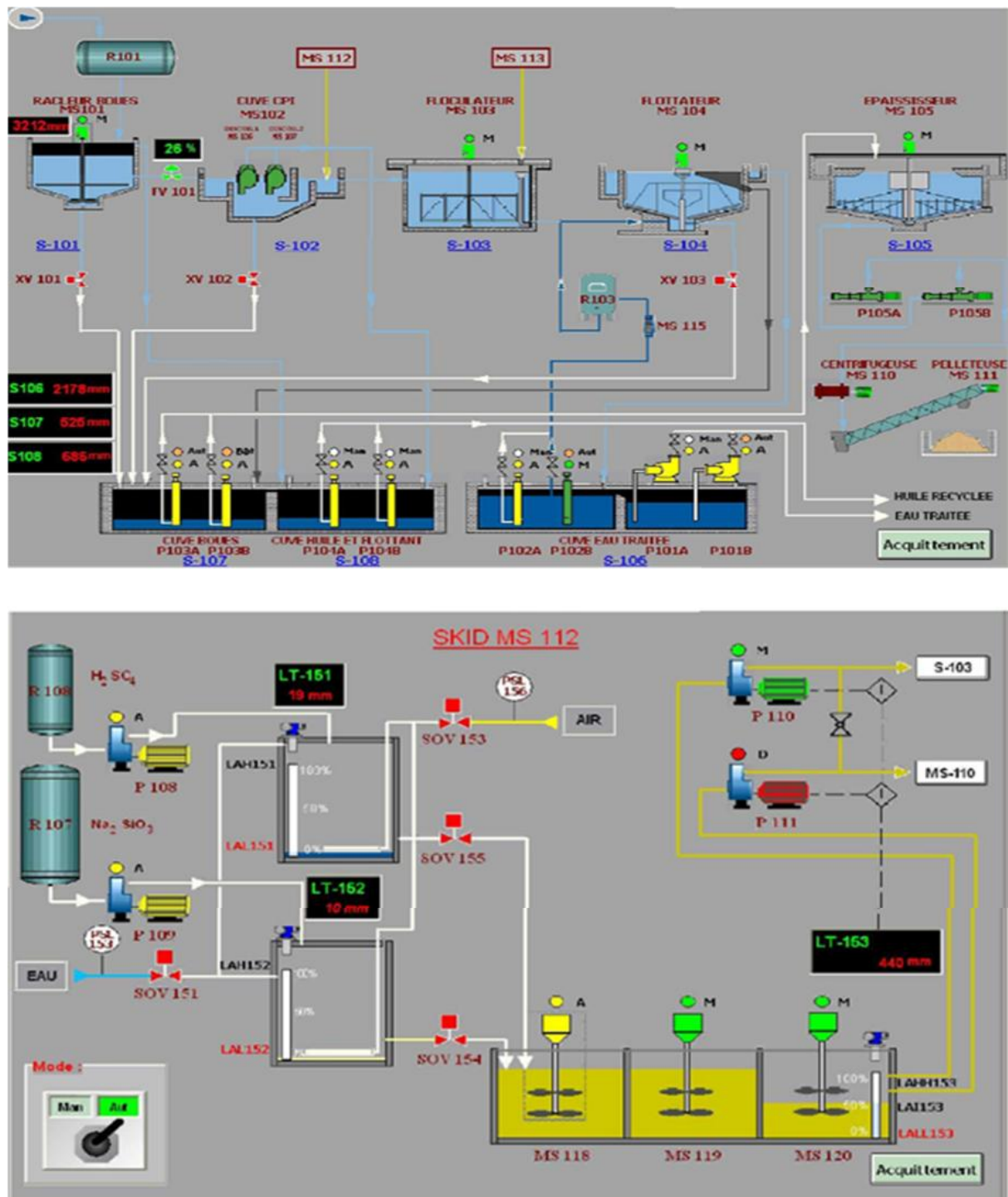


Figure (I-3): Procédé de traitement de la Station de déshuilage du champ de HBK. [7]

Le schéma de traitement employé au niveau de la station montre que l'élimination des hydrocarbures et des matières en suspension (**MES**) est effectuée par des méthodes purement physicochimique au niveau de la cuve **CPI**. Les particules fines sont séparées par coagulation et floculation. L'huile surnageant est récupérée par le déshuileur à disques rotatifs **MS-126** à $5\text{ m}^3/\text{h}$ et 4 bars puis envoyée vers la cuve d'huile **S-108** par les pompes **P-104 A/B** à raison de $100\text{ m}^3/\text{h}$. Les matières solides régénérées sous forme de boues sont déshydratées puis enterrées dans des tranchées de décharge de boues imperméables.

II.4- Principe fonctionnement des équipements de traitement :

III.1-Ballons de flache :

Ce séparateur d'une Capacité de $40\text{ m}^3/\text{h}$ reçoit les eaux huileuses par gravité, des séparateurs de l'unité de production haute-moyenne-base pression et de bac de Stockage. Les eaux huileuses dégazées à la pression d'un bar sont dirigées vers le bac tampon et le gaz dégagé sera brûlé à la torche.



Figure (I-4) : Ballons de flache

III.2- Bac tampon S-101 :

Ce bac d'une capacité de $500 \text{ m}^3/\text{h}$ et d'un diamètre de 12m, reçoit les effluents du ballon de flache. Un racleur de boues **MS-101** collecte les boues à envoyer vers la cuve à boues **S-107** à travers la vanne automatique **XV-101** réglée à s'ouvrir chaque huit heures pendant huit secondes. L'huile surnageant est récupérée par un système écrème puis envoyée vers la cuve d'huile **S-108**.



Figure (I-5): Bac tampon S-101

III. 3-Cuve C.P.I (Corrugated Plate Interceptor/ Intercepteur à tôles gaufrées) S-102 :

La cuve **CPI** d'une capacité de 30 m^3 reçoit les effluents du bac tampon **S-101**, le drainage des eaux de centrifugeuse **S-110**, le trop plein de l'épaississeur **S-105** et l'eau de drainage des boues **P-107A/B**. La séparation se fait au moyen de tôles gaufrées en **PEHD** entre l'eau, l'huile et les solides en suspension d'un diamètre supérieur ou égal à 60 ppm. L'huile surnageant est récupérée puis envoyée par le déshuileur à disques rotatifs (Disc oil-1et2) **MS-107** et **MS-106** $5 \text{ m}^3/\text{h}$ et 4 bars vers la cuve d'huile **S-108**, la boue est évacuée en gravité de fond de la cuve à travers la vanne automatique **XV-102** réglée à s'ouvrir toutes les huit heures pendant huit secondes vers la cuve à boues **S-107** et l'eau chargée en **MES** à laquelle

est additionné un flocculant (la silice activée) à la sortie du **CPI**, est envoyée vers la cuve de floculation **S-103**. En cas de problèmes au niveau de traitement chimique, l'eau débarrassée des hydrocarbures peut être envoyée vers la cuve d'eau traitée **S-106** par l'ouverture de la vanne.



Figure (I-6) : La cuve CPI



Figure (I-7): disques rotatifs (Discoil)

III.4- La cuve de floculation S-103 :

La cuve de floculation d'une capacité de 15 m^3 reçoit l'effluent du S- 102 auquel sont additionnées deux agents chimiques de floculation (silice activée et polyétyrolyte), le premier a l'entrée **S-103** (ou sortie **CPI**) et la deuxième a la sortie du flocculateur, ces deux agents chimiques sont fournis par les unités de dosage chimiques **MS-112** et **MS-113** pour augmenter le pouvoir de traitement flottateur **S-104**.



Figure (I-8) : Cuve de floculation S-103

III.5- La cuve de flottation S-104 (avec saturation par air comprimé) :

D'une capacité de 49 m^3 et de diamètre 5 m, l'eau arrive par gravité vers la cuve de flottation **S-104** qui se mélange à l'eau saturée en air. L'eau traitée est envoyée vers la cuve d'eau traitée **S-106**, les flocons sont raclés à la surface de l'eau vers la cuve à boues et la boue par la vanne automatique de fond **XV-103** réglée à s'ouvrir toutes les quatre heures pendant douze secondes vers la cuve à boue également

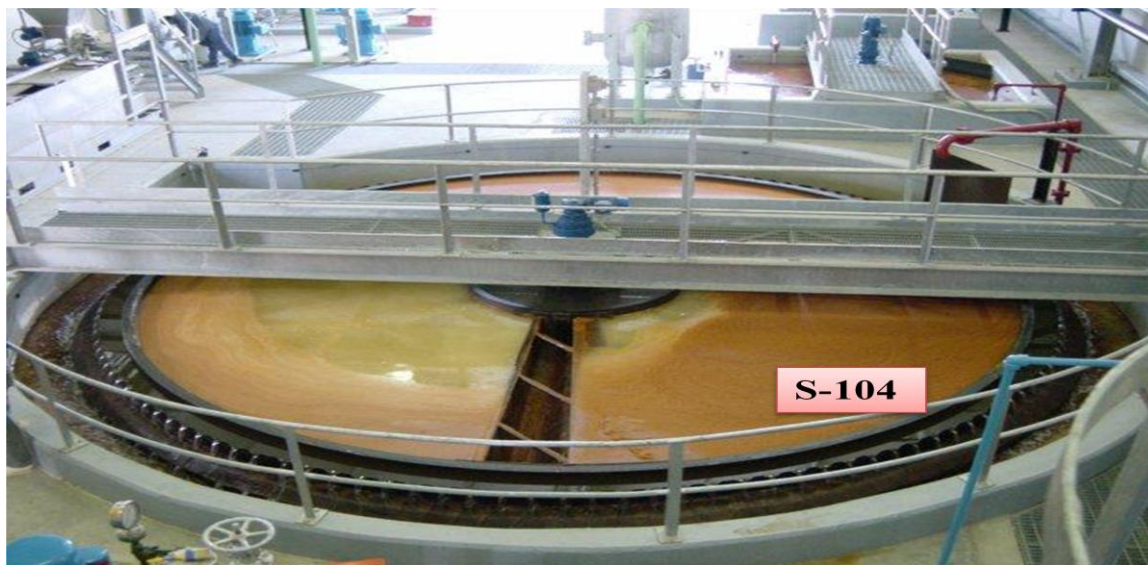


Figure (I-9) : Cuve de flottation S-104

III.6-cuve d'eau traitée S-106 :

Cette cuve de dimensions $(2,5 \times 5,5 \times 2,5)$ et d'une capacité de $34 \text{ m}^3/\text{h}$. Elle est composée de deux compartiments, chacun d'eux est muni de deux pompes. Les **P-101 A/B** refoulant l'eau traitée vers les puits injecteurs d'eau à $60 \text{ m}^3/\text{h}$ et 15 bars. Les **P-102 A/B** recyclent une partie de l'eau traitée vers les ballons de saturation à air **R-103** à $30 \text{ m}^3/\text{h}$ et 5 bars, pour être mélangée au fluide sortant de la cuve de floculation S-103, ceci favorise la montée en surface des flocons et colloïdes (processus de flottation).

III.7-cuve à boues S-107 :

D'une capacité de 8 m³ et de dimensions (2 x 2,75 x 1,5 m). Elle est alimentée à partir des vannes automatiques **XV-101**, **XV-102** et **XV-103** respectivement des fonds des **S-101**, **S-102** et **S-104**. Ces boues sont refoulées par les pompes **P-103A/B** à 10³ m/h et 1,5 bar vers l'épaississeur de boues **S-105**.

III.8- cuve d'huile S-108 :

Cette cuve d'une capacité de 11 m³ et de dimension (2 x 2,75 x 2 m), elle est alimentée par les déshuileurs à disques rotatifs **MS-106** et **MS-107** respectivement du bac tampon **S-101** et de la **CPI S-102**. L'huile récupérée est recyclée par les pompes **P-104 A/B** à 10³ m/h avec une pression de 2 bars aux pieds de bacs de stockages **R22**, **R23** sous l'action automatique des interrupteurs de niveau **LSHL-109/110**.

III.9-Cuve d'épaississement de boues S-105 :

Les boues issues des différentes cuves sont rassemblées dans la cuve **S-107** puis pompées par les **P-103A/B** à 10³ m/h et 1,5 bar vers l'épaississeur de boue **S-105** dans lequel le racleur **MS-105** assure l'homogénéité de la concentration des boues à envoyer vers la centrifugeuse **MS-110** par les pompes **P-105A/B** à 6 m³/h et 2,5 bars pour être déshydratées.



Figure (I-10): Cuve d'épaississement de boues

III.10 –Centrifugeuse MS-110 :

Les boues auxquelles sont ajoutés les deux agents chimiques de dosage de floculation de boues, sont déshydratées à la centrifugeuse puis récupérer par la pelleuse à $4\text{m}^3/\text{h}$ et envoyée à l'extérieur du hangar H-101 pour être ensuite enlevées par une pelle mécanique et enterrées dans des tranchées imperméables **S-111 A/B/C** spécialement construites à cet effet. La station de déshuilage sera by-passée au besoin vers bournier dans les cas de fonctionnement anormal et d'arrêt programmé.

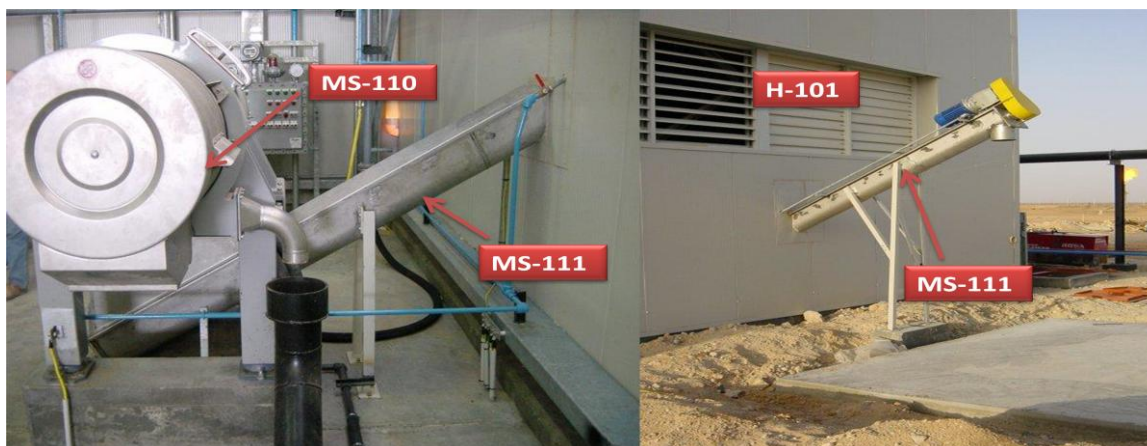


Figure (I-11) - Centrifugeuse et emballage de boues

III.11- Décharge de boues S-111A/B/C :

Les boues produits seront enlevées au fur et à mesure, elles seront mises sur des bâches en **PEHD** dans des tranchées aménagées en béton, l'eau drainée par les conduites en **PVC** de diamètre 100 mm est envoyée par gravité dans la cuve **S-110** pour être recyclée vers **CPI** par les pompes **P-106A/B**. Les tranchées **S-111A/B/C** sont réalisées en parallèle et de dimension 30 m chacune pour deux ans de production de boues déshydratées environ $219 \times 2 = 438\text{m}^3$. D'autres tranchées seront réalisées avant le remplissage total des trois tranchées **S-111A/B/C**.

III.12-Station de préparation et dosage de la silice activée SAC MS-112 .1/2:

Comporte le stockage, la dilution et le mélange des réactifs. L'acide sulfurique (**H₂SO₄**) et le silicate de sodium (**Na₂SiO₃**) sont dilués séparément dans les cuves **S-112/1** et **S-112/2** et ensuite les deux produits dirigent vers la cuve **S-112/3** qui se compose de trois compartiments reliés entre eux par des siphons : d'une **cuve de réaction**, d'une **cuve de maturation** et d'une **cuve tampon**.



Figure (I-12): Station de préparation et dosage de la silice activée "SILIDOX"

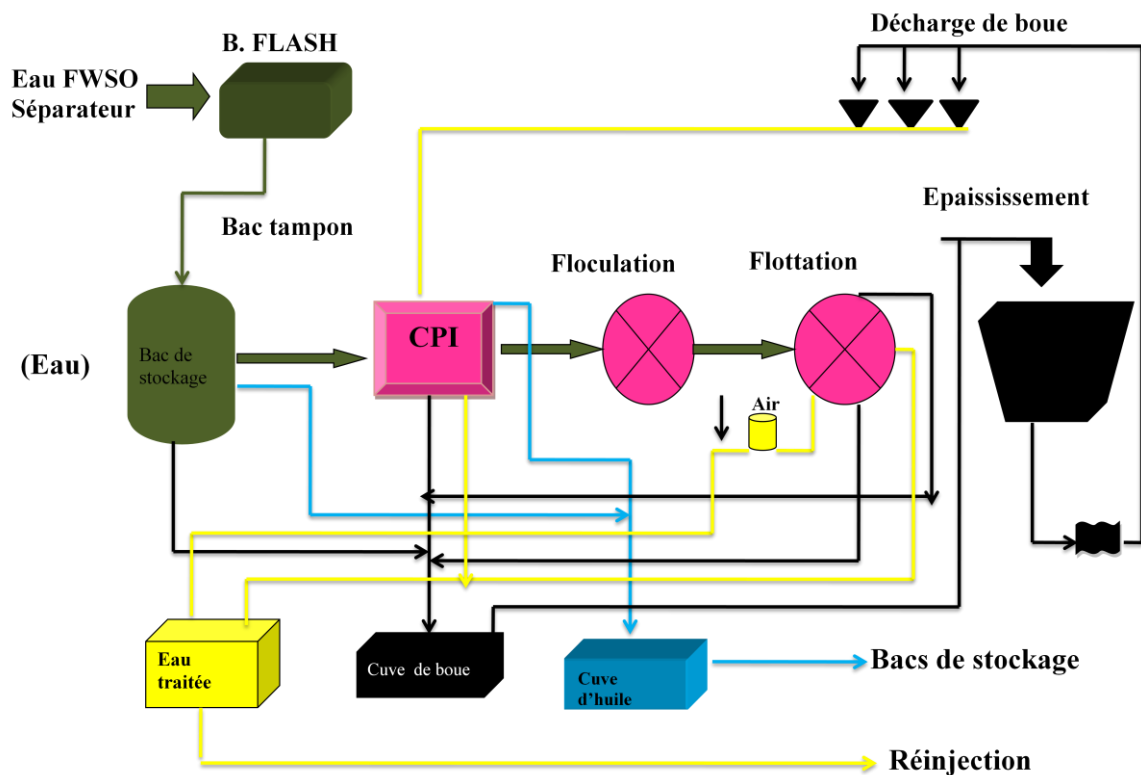


Figure (I-13) : Schéma représentatif d'une station de déshuilage en HBK

Trois agitateurs **MS-118,119, 120** assurant la circulation du compartiment de réaction vers celui de maturation puis de tampon. La silice activée préparée (SAC) est pompée à un débit maxi de 360 l/h vers la cuve de floculation **S-103**.

Silice activée :

On exprime les doses en poids de SiO_2 , la préparation en continu en mélangeant une solution de silicate de sodium, une solution d'acide sulfurique et en diluant de façon à obtenir une concentration de 1 % en SiO_2 . Le temps de maturation étant de 30mn.

L'équation de réaction :



III.13-Unité de préparation et dosage du kurifix MS-113.1/2 :

Le polyélectrolyte kurifix est fourni en poudre dans des sacs de 15 kg, il est vers dans une trémie de 50 l de capacité, puis à l'aide d'une pelleteuse de dosage il est envoyée dans la cuve de dilution, ensuite dans le compartiment de réaction, il passe dans le compartiment de maturation et enfin dans la cuve tampon. Deux pompes **MP-112/113** refoulent le kurifix à un débit de 271 l/h. [8]

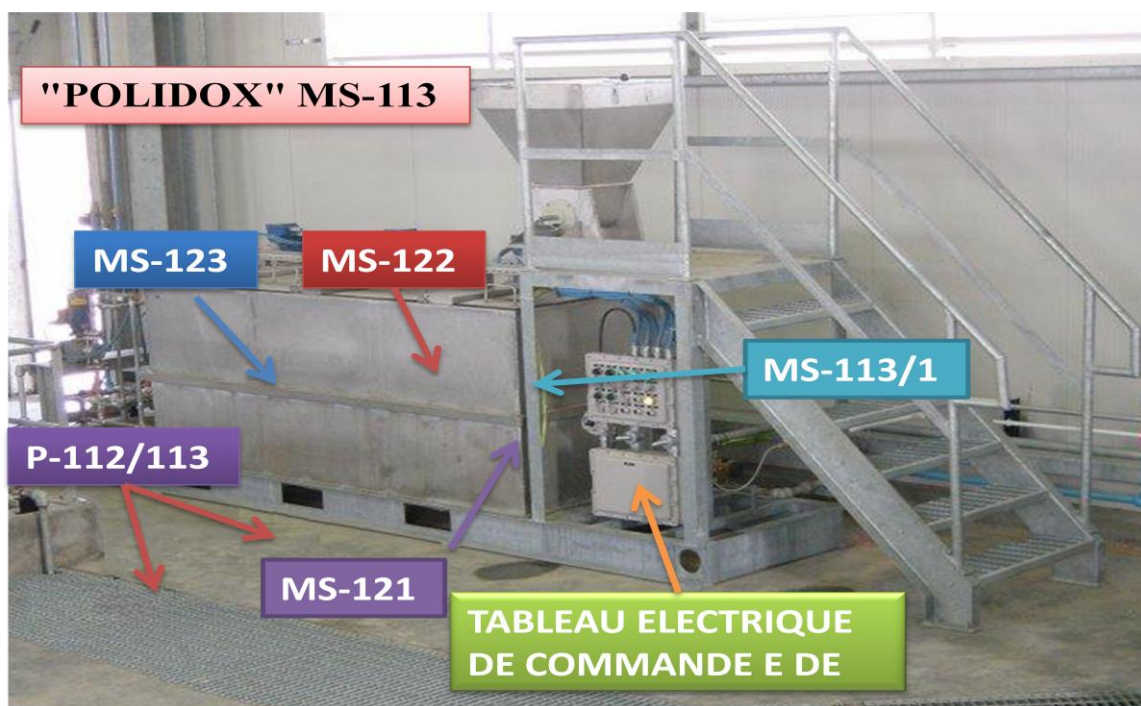


Figure (I-14) : Station de préparation et dosage du polyélectrolyte "POLIDOX" MS-1

Chapitre II :

Les procédures de traitement dans la station de SBR

Chapitre II



LE DEUXIEME CHAPITRE

Les procédures de traitement dans la station de HBK

Introduction :

Les eaux usées (huileuses) industrielles contiennent des composés organiques (hydrocarbures) de nature différente et de concentrations variables. Le rejet de tels effluents dans l'environnement est indésirable et est à l'origine de nombreuses contaminations des eaux de surface et souterraine. Les recherches actuelles visent donc à limiter cette contamination d'origine industrielle en proposant des technologies simples et moins coûteuses dans le but de protection de l'environnement.

I-Généralité sur les eaux usées :

Les eaux de surface constituent un écosystème où règne une communauté d'êtres vivants qui établissent des relations et interactions entre eux et leur milieu. Les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants. Ces polluants s'ils se retrouvent directement dans les milieux naturels perturbent les écosystèmes.

Les eaux usées nécessitent d'être traitées avant leur évacuation dans le milieu récepteur, la protection de l'environnement en dépend.[9]

I.1- Définition des eaux usées :

Définie les eaux usées comme étant des eaux ayant été utilisées pour des usages domestiques, industriels ou même agricole, sont des eaux chargées des polluants, solubles ou non, constituant donc un effluent pollué et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout.[10]

Ils sont susceptibles d'engendrer différentes sortes de pollutions et de nuisance dans le milieu récepteur.[11]Elles doivent être traitées avant d'être réintroduite vers les autres sources d'eaux pour qu'ils ne causent pas de pollution de ces autres sources.

I.2- Origine des eaux usées :

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe le milieu aquatique et l'ensemble des organismes vivants dans ce milieu (ou écosystème

aquatique). Elle peut concerner les eaux superficielles et/ou les eaux souterraines. Elle a pour principales origines : [12]

I.2.1-Les eaux usées domestiques :

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères).

Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains. Elles proviennent essentiellement :

- ☞ Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour le lavage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses ;
- ☞ Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents ;
- ☞ Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées ;
- ☞ Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme. [13]

I.2.2- Les eaux usées agricoles :

Il s'agit de rejets liquides et agricoles issus du ruissellement d'eaux d'irrigation qui entraîne des engrais et des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important.

Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

- ✓ Apport aux eaux de surface de nitrates et de phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues (phénomène d'eutrophisation) qui en abaissant la teneur en oxygène des eaux courantes, compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques.
- ✓ Apport des pesticides chlorés ou phosphorés, de désherbants et d'insecticides.
- ✓ En région viticole, apport de sulfates de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes. [14]

I.2.3- Eaux pluviales:

Elles peuvent aussi constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, ...).

En outre, lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques. En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement de ce "mélange" très pollué dans le milieu naturel. Enfin, dans les zones urbaines, les surfaces construites rendent les sols imperméables et ajoutent le risque d'inondation à celui de la pollution.[15]

I.2.4- Les eaux usées urbaines :

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours).

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins, détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, débris microscopique de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules, Plomb venant du plomb tétra-éthyle contenu dans l'essence, retombées diverses de l'atmosphère, provenant notamment des cheminées domestiques et des cheminées d'usines[16].

I.2.5- Les eaux usées industrielles:

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme.

Les eaux résiduaire sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications.

Les liquides résiduaire sont des liquides résultant des fabrications ; c'est le cas des solutions

de produits chimiques, des solutions de sous-produits, ou le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux. C'est ce type d'eau qui nous intéresse. [17]

Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement :

- ils sont directement rejetés dans le réseau domestique.
- ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique.
- ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel. [18]

Elles peuvent également contenir :

- ❖ des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage)
- ❖ des hydrocarbures (raffineries) ;
- ❖ des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- ❖ des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries)
- ❖ de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;
- ❖ des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).[19]

I.3-la pollution des eaux usées industrielles

Une eau polluée est une eau qui a subi du fait de l'activité humaine, directement ou indirectement ou sous l'action d'un effet biologique ou géologique, une modification de son état ou de sa composition qui a pour conséquence de la rendre impropre à l'utilisation à laquelle elle est destinée.[20]

I.3.1-Classification des eaux résiduaires industrielles

I.3.1.1-La pollution minérale:

La pollution minérale due essentiellement aux rejets industriels modifie la composition minérale de l'eau. Si certains éléments sont naturellement présents et sont indispensables au développement de la vie, un déséquilibre de ces mêmes éléments provoque le dérèglement de la croissance végétale ou des troubles physiologiques chez les animaux.

D'autres comme les métaux lourds hautement toxiques, ont la fâcheuse propriété de s'accumuler dans certains tissus vivants et constituent une pollution différée pour les espèces situées en fin de la chaîne alimentaire.

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 demande biologique en oxygène après 5 jours (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.[21]

I.3.1.2- La pollution organique:

La pollution organique est la plus répandue. Elle peut être absorbée par le milieu récepteur tant que la limite d'autoépuration n'est pas atteinte. Au-delà de cette limite, la respiration de divers organismes aquatiques prend le pas sur la production d'oxygène. 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.[22]

I.3.1.3-La pollution par les hydrocarbures:

Les hydrocarbures sont des substances peu solubles dans l'eau est difficilement biodégradable, leurs densités inférieures à celle de l'eau les fait surnager et leurs vitesses de propagation dans le sol sont 5 à 7 fois supérieure à celle de l'eau. Ils constituent un redoutable danger pour les nappes aquifères. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère.

I.3.1.4-La pollution thermique:

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

I.3.1.5. La pollution chimique:

La pollution chimique génère des pollutions souvent dramatiques pour les écosystèmes par leur concentration dans le milieu naturel à certaines époques de l'année. C'est le cas des herbicides et des sels d'épandage par exemple.

On distingue parmi les polluants chimiques ; les métaux lourds, les pesticides et les détergents, ils comprennent en particulier le plomb, le mercure, le cadmium qui sont les plus dangereux en plus d'autres métaux lourds.

Toutes ces formes de pollutions sont rencontrées dans les eaux de rejets des unités pétrolières.

I.3.2-Caractérisation des eaux usées industrielles :

L'objectif principal du traitement est de produire des effluents traités à un niveau approprié et acceptable du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement. Pour résoudre le problème de pollution des eaux usées industrielles destinées au rejet vers l'environnement ou pour un éventuel recyclage, il est nécessaire de définir et d'évaluer les facteurs susceptibles d'altérer la qualité de ces eaux ainsi que les paramètres caractérisant la pollution de ces eaux.

I.4-Paramètres globaux de qualité

4.1. Les paramètres physiques

4.1.1. Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Certains rejets présentent des écarts de température importants avec le milieu récepteur : ce sont par exemple, les eaux de refroidissement des centrales nucléaires thermique induisant ainsi une forte perturbation du milieu. Il est important de connaître la température de l'eau avec précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. [15]

Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures variant 28° - 32 °C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12°-15 °C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5 °C.

4.1. 2. Matières en suspension (M.E.S) :

Les matières en suspension ne sont des particules solides véritablement en suspension que dans des conditions moyenne d'écoulement des effluents correspondant à une vitesse minimale de 0,5 m/s. En fonction de la taille des particules, on distingue les matières

grossières ou décantables (diamètre supérieur à 100 μm) et les matières en suspension.

On peut également prendre en compte une partie des matières colloïdales, de dimension inférieure, qui constitue la limite entre la phase solide et la phase dissoute.

4.2-Paramètres Organoleptiques:

4.2.1-La Turbidité :

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables : Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité NTU (Nephelometric Turbidity Unit). [23]

4.2.2-La couleur :

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. [24]

4.3- Les paramètres chimiques

4.3.1. PH :

Le pH mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14; 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples, dont l'origine de l'eau.

Le pH exprime le potentiel en hydrogène, il joue un rôle important dans:

- Les propriétés physico-chimiques (l'acidité et l'alcalinité) ;
- L'efficacité de certains procédés (coagulation-floculation) ;
- Le processus biologique.

Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie. [25]

La mesure de pH doit s'effectuer sur place de préférence, par la méthode potentiométrique ; la mesure électrique quoique délicate peut seul donner une valeur exacte car elle est indépendante du potentiel d'oxydoréduction, de la couleur du milieu, de la turbidité et des matières colloïdales.

La différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence (au calomel saturé à (KCl) plongeant dans une même solution, est fonction linéaire du pH de celle-ci : [26]

$$PH = \log 1/ [H^+]$$

4.3.2-La Demande Biochimique en Oxygène (DBO) :

La demande biochimique en oxygène après 5 jours (DBO) d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommé par les microorganismes aérobie présents dans cet échantillon pour l'oxydation biochimique des composés organiques et inorganique.

Elle représente la quantité de pollution biodégradable ; cette méthode d'analyse de pollution correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pendant cinq jours aux microorganismes (bactéries) contenus dans l'eau pour oxyder une partie des matières carbonées. Cette mesure permet une certaine évolution des nuisances provoquées par les rejets de matières organiques biodégradables en mesurant une consommation d'oxygène. [27]

4.3.3 Demande chimique en oxygène (DCO) :

La DCO correspond à la consommation globale à chaud de l'oxygène du dichromate de potassium et est représentative de la majeure partie des composés organiques ainsi que des sels minéraux oxydables. On utilise parfois la DCOAD qui correspond à la demande chimique en oxygène de l'échantillon après une décantation de 2 heures. Généralement, la valeur de la DCO est:

- ☞ DCO = 1,5 à 2 fois DBO : eaux usées urbaines
- ☞ DCO = 1 à 10 fois DBO : ensemble des eaux résiduaires
- ☞ DCO > 2,5 fois DBO : eaux usées industrielles. [28]

4.3.4-les micropolluants:

Les micropolluants sont représentés essentiellement par des micropolluants minéraux (métaux lourds et métalloïdes) et des micropolluants organiques.

Les métaux lourds sont les éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires. [24]

4.3.5-Les hydrocarbures :

L'eau entraîne différents hydrocarbures, lors de son utilisation. Les hydrocarbures, par leur densité relativement faible par rapport à l'eau, forment des films de surface et empêchent toute oxygénation de celle-ci, occasionnant des asphyxies de la faune et de la flore.

Leur élimination fera appel à des procédés aussi bien physiques que biochimiques. Ils proviennent aussi bien de rejets domestiques qu'industriels. [29]

I.5-Impacts de rejet des eaux usées industrielles sur les milieux naturels

I.5.1-Impacts positifs :

Le rejet des eaux usées peuvent avoir des impacts positifs que nous citons, entre autres :

- L'alimentation des zones humides ;
- Le soutien d'étiage des cours d'eau.
- La création de zones humides surtout en régions arides et semi-arides.

I.5.2-Impacts négatifs:

Les rejets des eaux usées même épurées dans certains milieux sensibles peuvent causer des problèmes environnementaux graves, parmi lesquels, nous citons :

- L'eutrophisation des écosystèmes aquatiques causée par l'excès de l'azote et du phosphore;
- L'augmentation de la turbidité des eaux réceptrices ;
- La contamination des zones destinées à la baignade par des microorganismes pathogènes ou par des substances chimiques ;
- La pollution des sols par l'accumulation des éléments traces métalliques à long terme ;
- La salinisation ou la sodisation des sols si l'eau usée épurée rejetée est salée ou présente un pouvoir alcalinisant élevé ;
- La génération des certaines nuisances si les sols récepteurs présentent un pouvoir faible à épurer les matières organiques. [29]

II-Généralité sur les eaux huileuses :

II.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. Elle représente la pollution la plus importante rencontrée dans ce type d'industries. Les eaux huileuses peuvent être subdivisées en deux groupes :

II.1.1- 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 de :

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

II.1.2- 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. [30]

II.2- Origine des eaux huileuses :

Les eaux huileuses traitées au niveau de station de déshuilage HBK viennent de plusieurs sections de l'installation de production pétrolière elles sont des natures différentes en générale de cinq origines :

- Les eaux produites avec le brut et qui se sont séparées dans les différentes unités de traitement spécialement la séparation et le stockage ou des quantités importantes des eaux huileuses sont récupérées et envoyées au bassin CPI.
- Les eaux de lavage du brut qui constituent environ 5% de la charge de chaque dessaleur et qui ont pour objectif de baisser la salinité du pétrole brut jusqu'à une valeur admissible.
- Les eaux de refroidissement des différents effluents au niveau des échangeurs thermiques.
- Les eaux destinées à l'humidification de l'air au niveau des aéro-réfrigérants et qui sont régénérés en continu.
- Les eaux de purge (de drainage) provenant des différentes autres unités et surtout les unités de compression de gaz ou les liquides entraînés par ce gaz sont condensés pendant la phase de refroidissement et séparés dans des ballons dits de refoulement puis ils rejoignent le bassin CPI. [31]

III-La technique de traitement physico-chimique des eaux huileuses en HBK:

L'eau qui arrivante à la station de déshuilage passe par une plusieurs ouvrages et d'équipement peut être traitée et déshuillée par les méthodes physico-chimique, si la séparation physique joue sur la différence des densités entre les différentes phases, la séparation par voie chimique permet de modifier les caractéristiques de la couche externe des particules (matière en suspension) existantes dans l'eau afin de faciliter son élimination.

III.1-Aperçu sur le procédé de coagulation – floculation :

Ce procédé représente la phase de traitement intermédiaire des effluents qui contiennent encore des hydrocarbures en émulsion fine (30 à 100 mg/l), des matières colloïdales ou en suspensions et des métaux dissous ou en suspension.

Les objectifs attendus de traitement physico-chimique est d'abord d'éliminer les HC insolubles jusqu'à des teneurs résiduelles admissibles de 2 à 30 mg/l suivant les législations et les méthodes. Ensuite assurer plusieurs opérations importantes.

- ☞ Elimination des résidus d'HC et d'huiles/grasses ayant échappés au déshuilage.
- ☞ Neutralisation du pH.
- ☞ Précipitation des métaux lourds toxiques.
- ☞ Clarification des eaux en éliminant les matières colloïdales en suspension.[32]

-coagulation – floculation :

Coagulation - floculation sont les processus physicochimiques qui permettent l'élimination des colloïdes. La coagulation consiste à les déstabiliser. Il s'agit de neutraliser leurs charges électrostatiques de répulsion pour permettre leur rencontre. Les particules colloïdales ou des solides en fine suspension sont transformés par des flocculant chimiques en espèces plus visibles et séparables (les floccs). Les floccs formés sont ensuite séparés par décantation et filtration puis évacués. Les coagulants inorganiques tels que l'alun donnent des résultats les plus satisfaisants pour la décoloration des effluents textiles contenant des colorants dispersés, de cuve et au soufre, mais sont totalement inefficace pour les colorants réactifs, azoïques, acides et basiques. Par ailleurs, la coagulation- floculation ne peut être utilisée pour les colorants fortement solubles dans l'eau.

D'importantes quantités de boue sont formées avec ce procédé : leur régénération ou réutilisation reste la seule issue mais demande des investissements supplémentaires le schéma qui illustre ce phénomène est présenté sur la figure (II-1).

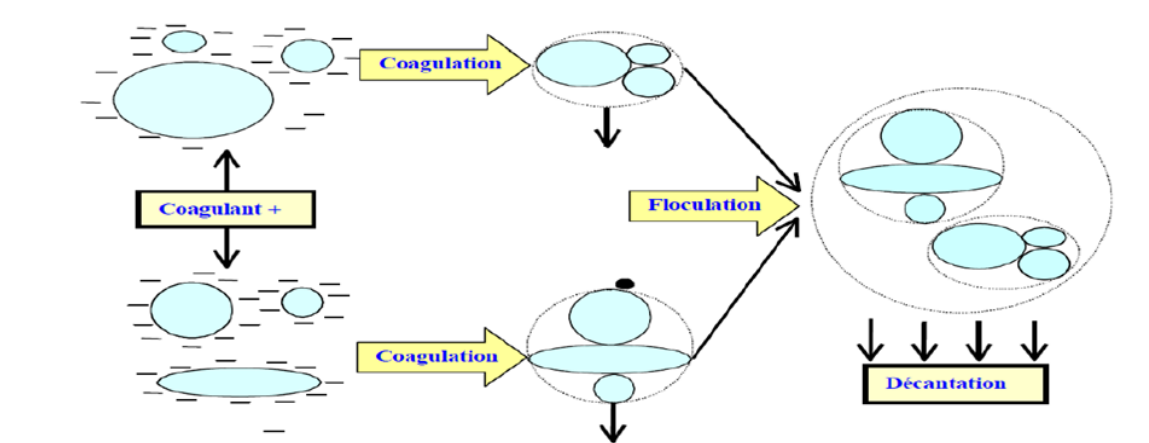


Figure II. 1 : Coagulation – floculation [33].

III.1.1- Coagulation :

Le mot coagulation vient du latin coagulare qui signifie « agglomérer ». La coagulation consiste à ajouter à l'eau un réactif permettant la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives qui sont à l'origine du maintien en suspension stable c'est-à-dire à l'annulation du potentiel zêta.

Il faut noter que la coagulation n'est correcte qu'à l'intérieur d'une zone de pH bien déterminée (un pH supérieur à 4 pour les chlorures de fer et un pH compris entre 6 et 7 pour le sulfate d'aluminium); elle demande aussi une dispersion immédiate du coagulant dans l'eau afin que les charges électriques des colloïdes soient déchargés uniformément, cela permet aux particules de s'agglomérer et de décanter plus rapidement. Quatre mécanismes sont proposés pour expliquer la déstabilisation des particules et leur agglomération :

- Compression de la double couche : coagulation non spécifique ou électrostatique par diminution des forces de répulsion électrostatique, provoquée par des électrolytes quelconques, qui compriment le nuage ionique autour des particules.
- Adsorption et neutralisation des charges : coagulation par adsorption d'ions de signe contraire fortement chargés, qui diminuent le potentiel à la limite de la couche de STREN.
- Emprisonnement des particules dans un précipité, présenté sur la figure (II-2) coagulation par entraînement "Sweep coagulation", pour les suspensions diluées dont les particules sont captées et entraînées dans un précipité de formation rapide.
- Adsorption et pontage entre les particules schématisé sur la figure floculation ou adsorption de macromolécules ou de poly électrolytes, susceptibles de former des ponts interparticulaires. [34]

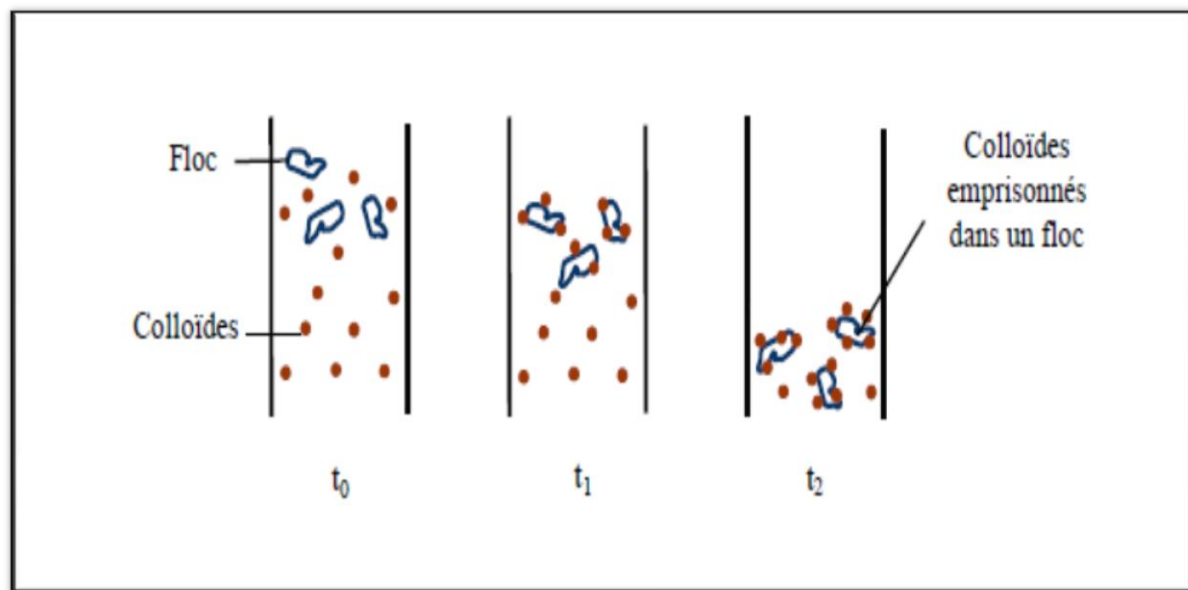


Figure (II-2) : Emprisonnement des particules dans les floccs pendant la décantation

III.1.1.1- Mécanismes de déstabilisation des particules colloïdales : Quatre mécanismes sont proposés pour expliquer la déstabilisation des particules et leur agglomération :

- ❖ **Compression de la double couche :** l'agglomération des particules peut être favorisée soit par la diminution du potentiel de répulsion entre les particules (augmentation de la force ionique), soit par l'augmentation de l'énergie cinétique.
- ❖ **Adsorption et neutralisation des charges :** le phénomène de rentabilisation pourrait s'expliquer par un surdosage de coagulant qui entraînerait l'adsorption de cations (issus du coagulant) et inverserait la charge des particules qui deviendrait positive.
- ❖ **Emprisonnement des particules dans un précipité :** l'ajout de coagulants qui sont des sels métalliques trivalents ($Al_2(SO_3)_3$ ou $FeCl_3$) permet d'obtenir un précipité nommé floc ($Al(OH)_3$ ou $Fe(OH)_3$) à pH neutre ou acide. Le floc formé emprisonnerait les particules négatives et les entraînerait durant l'étape de décantation.
- ❖ **Adsorption et pontage :** l'utilisation de polymères anioniques, cationiques ou non-anioniques possédant une masse moléculaire élevée et une longue chaîne permet l'adsorption d'un colloïde à une extrémité tandis que l'autre extrémité demeurera libre pour d'autres colloïdes formant ainsi des ponts entre les particules. Le phénomène de rentabilisation pourrait être observé s'il y a surdosage de polymère [35]

III.1.1.2-Principe de la coagulation :

Les particules en suspension dans une eau de surface proviennent de l'érosion du sol, de la dissolution de substances minérales et de la décomposition de matière organique. A cet apport naturel, s'ajoutent les eaux d'égouts domestiques, industriels ou agricoles. En général, la turbidité est causée par des particules de matière inorganique, alors que la couleur est imputable aux particules de matière organique et aux hydroxydes de métaux. [36]

III.1.1.3-Coagulant et processus de coagulation :

Produits chimique ou organiques utilisés afin de favoriser la coagulation des colloïdes contenus dans l'eau à traiter. Ils doivent vérifiés dans la mesure du possible les critères suivants:

- Cation trivalent.
- Non toxique.
- Insoluble dans un pH relativement neutre ;

L'efficacité de la clarification dépend d'abord du coagulant utilisé. Les plus efficaces sont des sels de métaux, à base d'aluminium ou de fer. Ils sont cités dans le tableau II.1

Tableau II.1. Dérivés des sels d'aluminium et de fer. [37]

Sels d'aluminium	Formule chimique	Sels de fer	Formule chimique
Sulfate d'aluminium	$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$	Sulfate ferrique	$\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$
Chlorure d'aluminium	AlCl_3	Chlorure ferrique	Fe_2Cl_3
Aluminate de sodium	NaAlO_2	Sulfate ferreux	FeSO_4

III .1.2-Généralité sur les colloïdes:

Les matières existantes dans l'eau peuvent se présenter sous les trois états suivants :

- État de suspension qui regroupe les plus grosses particules.
- État colloïdal.
- État dissous des sels minéraux et des molécules organiques.

Cette classification résulte de la taille des particules. Les colloïdes présentent un diamètre compris entre $1\mu\text{m}$ et 1nm . Ils possèdent deux autres caractéristiques très importantes/ Leur rapport surface/volume leur confère des propriétés d'adsorption des ions présents dans l'eau. Ce phénomène explique en partie l'existence de charges électriques à leur surface. Ces charges, souvent négatives, engendrent des forces de répulsion inter colloïdales.

Celles-ci permettent d'expliquer la grande stabilité de ces particules mises en solution.

III.1.2.1- Les particules colloïdales :

Les particules colloïdales sont caractérisées par deux points essentiels : d'une part, elles ont un diamètre très faible (de 1 μm à 1 nm) - d'autre part, elles ont la particularité d'être chargées électro-négativement, engendrant des forces de répulsions inter-colloïdales. Ces deux points confèrent aux colloïdes une vitesse de sédimentation extrêmement faible (que l'on peut même considérer comme nulle dans le cadre du traitement de l'eau).

La coagulation est un procédé permettant, en deux temps, de s'affranchir de cette absence de sédimentation [38]

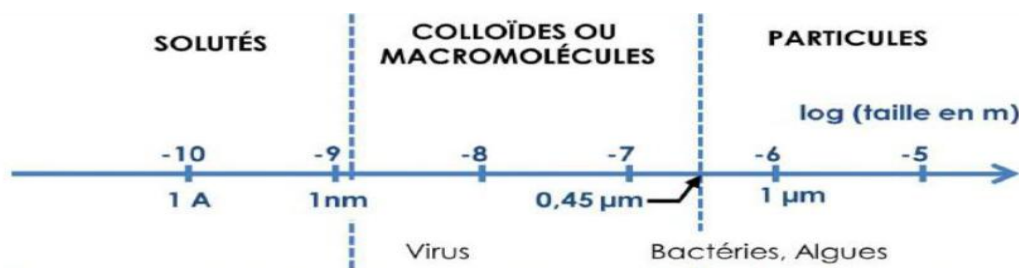


Figure (II-3): Nature et gamme de taille des particules colloïdales dans l'environnement.
[39]

III.1.2.2- Les types de colloïdes :

Les particules colloïdales sont classées en deux catégories suivant leur comportement vis-à-vis de l'eau. Il s'agit des particules hydrophobes et hydrophiles. [40]

- Les colloïdes hydrophiles:

Les hydrophiles sont des micromolécules complexes à nombre élevé d'atomes, et qui englobent la plupart des corps de la chimie organique. [41]

Les particules hydrophiles déshydratées se dispersent spontanément dans l'eau et sont entourées de molécules d'eau qui préviennent tout contact ultérieur entre ces particules. [42]

Parmi les substances de cette nature, on peut citer les protéines, les savons, la gélatine et la matière organique naturelle. Les colloïdes hydrophiles sont plus difficiles à déstabiliser que les solutions hydrophobes. En effet, il faut agir d'abord sur les molécules d'eau qui les entourent pour permettre leur agglomération. [40]

- Les colloïdes hydrophobes:

Les hydrophobes sont des micelles ou agrégats de molécules simples, dissoutes et qui comprennent la plupart des corps de la chimie minérale. [41]

Les particules hydrophobes ne sont pas entourées de molécules d'eau, leur dispersion dans l'eau n'étant pas spontanée. On doit la faciliter à l'aide de moyens chimiques ou physiques. [42]

Ce sont en général des particules minérales telles que la silice et les argiles. [43]

III.1.2.3-Structure des colloïdes :

Les colloïdes portent des charges électriques négatives situées à leur surface. L'ensemble constitue la charge primaire de la particule qui a pour origine l'ionisation de groupements chimiques tels qu' OH , COOH et NH_2 et l'adsorption d'anions présents dans l'eau. Ces charges négatives attirent les ions positifs en solution dans l'eau. Ceux-ci sont étroitement collés au colloïde et forment la couche liée ou de Stern. Cette couronne accompagne la particule lors de ces déplacements dans l'élément liquide. La couche de Stern attire à son tour des anions accompagnés d'une faible quantité de cations. Cette nouvelle formation comporte une alternance d'anions et de cations. C'est la couche diffuse ou couche de Gouy. Il y a donc formation d'une double couche ionique, présente au niveau de tout colloïde.

Il se crée entre ces deux couches un potentiel électrostatique ou de Nernst qui est fonction de la température. Ce potentiel s'exprime en fonction de la quantité de charges positives et négatives présentes au niveau de la double couche. La figure (II-4) indique la variation de ce potentiel à partir de la surface vers la périphérie.

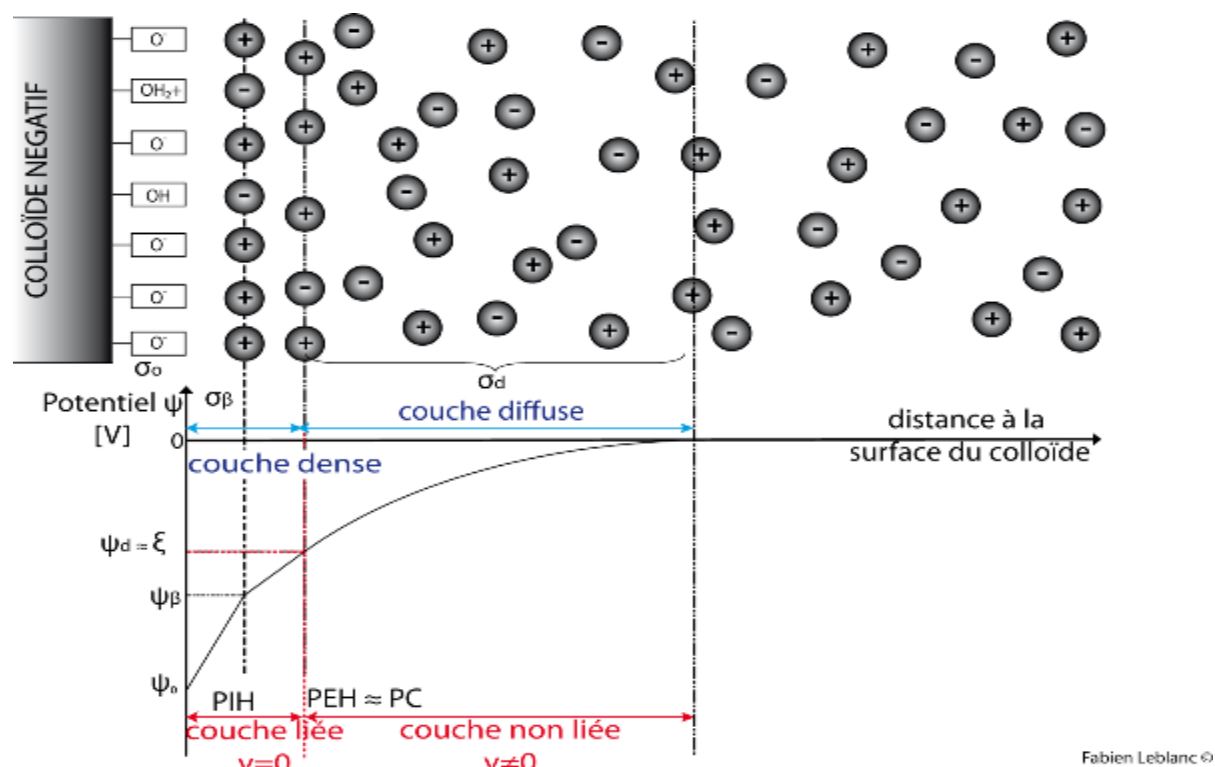


Figure (II-4): Structure des colloïdes «théorie de la double couche ». [44]

III.1.2.4-Déstabilisation:

Neutralisation de la surface de la charge des colloïdes par l'addition d'ions à charge positive, sels métalliques ou minéraux.

III.1.2.5-Potentiel Zéta :

Le potentiel Zéta se situe à la limite extérieure de la couche liée. C'est ce potentiel qui persiste lorsque la particule se déplace. Le potentiel Zéta est important car il définit le comportement électrocinétique des particules et par voie de conséquence leur stabilité dans la solution. L'annulation du potentiel Zéta est l'objectif de la coagulation. Cela permet de déstabiliser les particules et de favoriser leur agglomération. En déduit donc que l'élimination des colloïdes passe par l'annulation du potentiel zéta afin d'annuler les forces de répulsion.[35]

❖ Principe de potentiel zéta :

Toute particule solide dans l'eau présente à sa surface solide-liquide une charge primaire négative ou positive, voire nulle (au pH de point de charge nulle ou PH_{pcn}). À l'interface, dans le liquide (sur quelques dizaines d'Angstrom d'épaisseur), il existe une double couche électrique (couche de STERN à proximité de la surface, puis couche diffuse de GOUYCHAPMAN) dont la charge nette est de signe opposé à celui de la charge primaire

Cet ensemble de charges est à l'origine d'un potentiel de surface (potentiel de NERNST) dont la valeur décroît avec la distance à l'interface.

Ce phénomène revêt une importance particulière pour les particules colloïdales, en les empêchant de décanter et de s'agglomérer.

À l'intérieur de la double couche, il existe un plan de rupture (souvent considéré comme étant localisé entre les deux couches de STERN et de GOUY-CHAPMAN) au niveau duquel le potentiel de NERNST prend une valeur particulière appelée, potentiel ZETA.

Le potentiel ZETA peut être calculé à partir de la mesure de mobilité électrophorétique (m.e.p.) des particules en suspension, notamment colloïdales. La m.e.p. d'une particule correspond à une vitesse de déplacement (vers une anode ou une cathode) sous l'action d'un champ électrique.

$$\zeta = k \cdot \mu \cdot mep / \varepsilon$$

ζ : potentiel ZETA (V).

μ : viscosité dynamique (Pa. s).

ε : constante diélectrique du milieu (C. V⁻¹.m).

Le signe du potentiel ZETA est, par convention, le même que celui de la charge primaire de la particule. Il se mesure à l'aide d'un zêta mètre et est parfois très utile pour déterminer les bonnes conditions d'une coagulation-floculation d'une eau naturelle. [24]

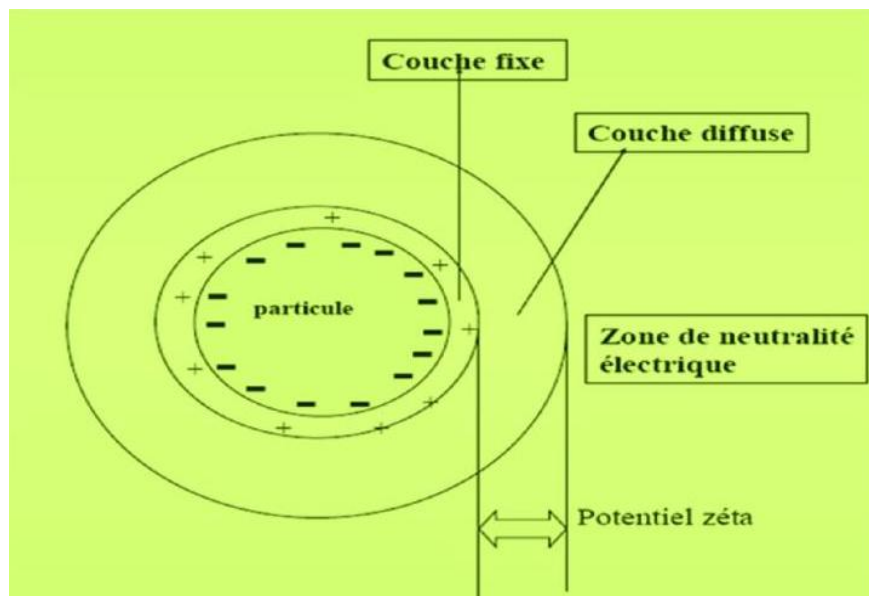


Figure (II-5): Potentiel Zéta.

III.1.3- la floculation :

Sous le terme de floculation on entend tous les processus physico-chimiques, par lesquels des particules colloïdes ou des solides en fine suspension qui ne peuvent pas être séparés par la filtration- car ils sont trop fins ou qui ne sédimentent que lentement, sont transformées en espèces plus visibles et séparables, qu'on appelle des floccs.

Très souvent, dans les eaux de surface, dans les nappes phréatiques ou dans les eaux usées, on trouve de solides finement divisés, d'aspect trouble, qui ne peuvent pas être séparés par sédimentation pu par d'autres procédés comme la filtration ou la flottation.

Pour épurer les eaux ainsi que dans les techniques mises en œuvre pour traiter les eaux usées. On utilise des flocculants chimiques, les flocculants chimiques inorganiques sont avant tout constitués de sels de fer III ou d'aluminium.

Les flocculants organique sont aussi appelés parfois auxiliaires de floculation. Ce sont des polymères organiques solubles, qui peuvent s'agglomérer avec plusieurs particules en suspension et de cette manière là, les lier à des particules plus grosses. Les premiers de ces polymères furent des produits naturels purs ou modifiés comme l'amidon ou le caoutchouc. Aujourd'hui, comme auxiliaires de floculation, on utilise des polyélectrolytes synthétiques anioniques, cationiques ou non ioniques; selon le type d'eaux à traiter. [45]

III.1.4-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). [46]

C'est un procédé utilisé pratiquement dans toutes les stations de traitement des eaux .Lors de la décantation, les particules, dont la densité est supérieure à l'eau, vont avoir tendance à s'accumuler au fond du décanteur sous l'effet de la pesanteur. Les particules seront éliminées du fond du bassin périodiquement. L'eau clarifiée se situant à la surface du décanteur est ensuite redirigé vers un filtre.

Selon la concentration en solide et la nature des particules (densité et forme), on distingue quatre types de décantation:

- La décantation de particules discrètes;
- La décantation de particules flocculantes;

—La décantation freinée;

—La décantation en compression de boues. [40]

III.2-Paramètres influençant la coagulation-floculation :

Dans le but d'optimiser le procédé de coagulation-floculation, il faut tenir compte de plusieurs variables en relation, comme le pH, la dose de coagulant, les conditions de mélange et la température.

➤ Influence du paramètre pH :

Ce paramètre influe considérablement sur le processus de coagulation, en effet pour chaque eau. Il est d'ailleurs important de remarquer que l'ajout d'un coagulant modifie souvent le pH de l'eau. Cette variation est à prendre en compte afin de ne pas sortir de la plage optimale de précipitation du coagulant.[47]

La plage du pH optimal est la plage à l'intérieur de laquelle la coagulation a lieu suffisamment rapidement[48]. En effet, une coagulation réalisée à un pH non optimal peut entraîner une augmentation significative du temps de coagulation. En général, le temps de coagulation est compris entre 15 secondes et 3 minutes. Le pH a également une influence sur l'élimination des matières organiques. [49]

➤ La température :

Une basse température, entraîne une augmentation de la viscosité de l'eau, alors le floc se décante plus difficilement et a tendance à pénétrer plus profondément dans les filtres. La coagulation et la décantation du floc sont ralenties et la plage du pH optimal diminue. Pour éviter ces difficultés, une solution pratique consiste à changer de coagulant en fonction des saisons. [50].

➤ Influence de la turbidité :

La turbidité est, elle aussi, un paramètre influant sur le bon fonctionnement du procédé de coagulation. Dans une certaine plage de turbidité, l'augmentation de la concentration en particules doit être suivie d'une augmentation de la dose de coagulant.

Quand la turbidité de l'eau est trop faible, on peut augmenter la concentration en particules par addition d'argiles ou de la silice activée, enfin, pour grossir et alourdir le floc, on ajoute un adjuvant de floculation [49,51]

➤Influence de la vitesse d'agitation :

Le processus de coagulation floculation se déroule généralement en deux étapes : [40]

-La première étape c'est l'agitation énergique rapide de courte durée (2 minutes au maximum). Elle a pour but de favoriser la dispersion et l'homogénéisation des produits

injectés dans la totalité du volume d'eau à traiter; mais une agitation intense peut empêcher l'agrégation des particules.

-La deuxième étape c'est l'agitation lente (30 à 60 min) et elle a pour but de provoquer les contacts entre les particules pour former des floccs décantables tandis qu'une agitation prolongée conduit systématiquement à la déstabilisation du système agrégé et à l'effraction des liaisons entre coagulant et la surface des particules. [52]

➤ **Les sels dissous :**

Les sels contenus dans une eau exercent les influences suivantes sur la coagulation et la floculation:

- ☞ Modification de la plage de pH optimale;
- ☞ Modification du temps requis pour la floculation;
- ☞ Modification de la quantité de coagulant requis;
- ☞ Modification de la quantité résiduelle de coagulant dans l'effluent. [42]

➤ **Influence du coagulant et sa dose :**

Le choix du coagulant influence les caractéristiques de la coagulation, autrement dit, les finalités de traitement, même si l'alun est le coagulant le plus utilisé. Il peut être avantageux de le remplacer par un autre coagulant ou de mettre de l'adjuvant selon les caractéristiques de l'eau à traiter. [43] On ne peut choisir un coagulant et en déterminer la concentration optimale pour une eau donnée, qui après avoir effectués des essais en laboratoire la théorie qui explique les différents mécanismes de déstabilisation des particules colloïdales n'est pas suffisamment développée pour qu'on puisse résoudre un problème aussi complexe. Cette théorie est cependant très utile aux moments de la planification des essais de laboratoire et de l'interprétation des résultats obtenus.

La dose de réactif est un paramètre à prendre en compte, le coagulant qui est habituellement fortement acide a tendance à abaisser le pH de l'eau. Pour se placer au Ph optimal, il est possible d'ajouter un acide ou une base. Une dose de coagulant excessive entraîne une restalinisation des particules et augmentation du coût d'exploitation, tandis qu'un dosage insuffisant conduit à une qualité de l'eau traitée insuffisante.[49]

La quantité de réactifs ne peut se déterminer facilement, pratiquement, la dose optimale de coagulant peut être déterminée soit par l'emploi de la mesure du potentiel zêta (nécessite un matériel très coûteux), soit par un test au laboratoire, connu sous le nom de "Jar-Test" (Figure (II-6)) [47,48].

La difficulté principale est de déterminer la quantité optimale de réactif à injecter en fonction des caractéristiques de l'eau brute. A l'heure actuelle, il n'existe pas de modèle de connaissance simple qui permet de déterminer le taux de coagulant en fonction des différentes variables affectant le procédé. Cet essai consiste à mettre des doses croissantes de coagulant dans des récipients contenant le même échantillon. Après quelques instants. La dose optimale est donc déterminée en fonction de certains paramètres.



Figure (II-6)): Appareil jar-test

III. 3- Les avantages et les inconvénients de la coagulation-floculation:

III. 3.1-Les avantages:

- L'utilisation de ce procédé chimique est très répandue, il y a donc beaucoup d'équipement déjà existant et une multitude d'agents chimiques disponibles;
- Les systèmes de coagulation-floculation chimique sont généralement automatisés et demandent donc peu de surveillance et d'entretien. Une main d'œuvre hautement qualifiée n'est souvent pas nécessaire;
- Contrairement aux systèmes biologiques, ce système requiert moins d'espace et les coûts d'installation sont moins importants;
- Une réduction significative est obtenue en terme de micropolluants, de métaux lourds, de bactéries et de virus;
- Les systèmes chimiques de coagulation-floculation peuvent être conçus afin d'obtenir un produit à valeur ajoutée. [53]

III. 3.2-Les inconvénients:

- Puisqu'il y a plusieurs réactions en compétition dans ce type de système chimique et plusieurs degrés d'alcalinité en plus des autres facteurs influençant le procédé, il est particulièrement difficile d'établir les bons dosages. Beaucoup d'essais à l'échelle laboratoire sont donc nécessaires pour trouver un traitement optimal. Une surdose de coagulant chimique peut diminuer l'efficacité du système;
- Les coagulants utilisés sont souvent corrosifs, des normes de sécurité doivent être respectées afin que les travailleurs manipulent ces substances avec précaution;
- La présence d'aluminium résiduel peut entraîner des problèmes importants pour la santé comme l'Alzheimer et autres pathologies de ce genre. Il est donc toxique pour les écosystèmes. Le fer aussi est toxique pour la faune. Cette toxicité génère plusieurs inquiétudes au niveau du grand public;
- En eau froide, le processus est peu efficace;
- Pour les pays en voie de développement, les coagulants chimiques peuvent être trop coûteux. [53]

Chapitre III :

Matériels et méthodes expérimentales

Chapitre III



LE TROISIEME CHAPITRE

Matériels et méthodes expérimentales

Introduction :

Les essais pratiques de ce travail ont été effectués au niveau de laboratoire de « **Contrôle Qualité Des Eaux Traitées De Stations De Déshuilage De La Région De HBK** ». Nous avons effectué les analyses physico-chimiques des eaux usées industrielles à l'entrée et à la sortie de la station de déshuilage HBK pour pouvoir juger de la qualité d'une eau et son degré de pollution, Les valeurs limites de rejets sont déterminées en fonction de valeurs limites fixées par la réglementation algérienne en vigueur et des capacités d'acceptation du milieu récepteur, en l'occurrence les stations de déshuilages. Leurs teneurs en hydrocarbures et matières en suspension sont imposées dans le cadre de la procédure d'autorisation et de déclaration de certaines installations industrielles dites installations classées pour la protection de l'environnement.

Objectif de notre travail :

Le travail faisant l'objet d'améliorer le processus de traitement appliqué au niveau de l'unité de traitement des eaux huileuses HBK.

Dans ce chapitre, nous présenterons les différents protocoles des études réalisées et matériels utilisés. En général, cette partie du travail se décompose en deux parties principales:

Dans la première partie, il sera décrit l'échantillonnage et prélèvement des échantillons d'eau huileuse.

La deuxième partie est présente les matériaux et les produits utilisés, et le protocole des tests procédure de coagulation-floculation, décantation. Consacrée aux analyses réalisées pour la caractérisation des échantillons d'eaux huileuse et évaluer leur degré de pollution

1^{ier} Partie : Matériels et échantillonnage :

III.1-Appareillages et Matériels:

Les appareils utilisés dans cette étude ainsi que leur principe de fonctionnement sont présentés comme suit :

III.1.1-Spectrophotomètre type DR/2000:

L'analyse par 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 Beer– Lambert:

$$DO = \log I / I_0 = \varepsilon.l.C \text{ [54]}$$

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 : épaisseur 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) [55].



Figure (III-1): Spectrophotomètre DR 2000.

Tableau (III-1): Programmes d'analyse avec le Spectrophotomètre DR/2000

Paramètres	Programme	Longueur d'onde (nm)
M.E.S (mg/l)	630	810
Turbidité(NTU)	750	860
Hydrocarbures (ppm)	410	450

III.1.2-Ph-mètre type HANNA:

La différence de potentiel entre une électrode de verre et une électrode de référence plongée dans une même solution est fonction linéaire du pH de celle-ci selon la loi de NERST: Après avoir étalonné le pH-mètre, plonger l'électrode dans l'échantillon et attendre jusqu'à ce que la valeur du pH se stabilise.

$$E = E_0 + 2,3RT/n F \log a_h(56)$$

Avec:

- E: potentiel mesuré (Volt) ;
- E0: constante dépendant de l'électrode de référence et de la solution interne ;
- R: constant des gaz parfait (J/mole. K) ;
- T: température absolue (K) ;
- n : charge des ions ;
- F : constante de Faraday 96500 c ;
- ah: activité de l'ion H^+ dans l'échantillon



Figure (III-2): pH-mètre type HANNA

III.1.3-Turbidité:

Le turbidimètre que nous avons utilisé est de type (HACH 21000 AN IS TURBIDIMETER). Nous avons réalisé les mesures dans des cellules spéciales. On remplit la cellule à la ligne (environ 15 ml). On essuyé la cellule avec le morceau tissu pour enlever les traces d'eau et les empreintes. On pressé le bouton I/O pour allumer le turbidimètre et placer la cellule. On pressé le bouton « READ » La turbidité est exprimée en NTU, lire la valeur après l'extinction du symbole de la lampe.



Figure (III-3): Turbidimètre (HACH 21000)

III.1.4-Jar test: (Floculateur type ISCO)

Le Jar-Test est la méthode la plus ancienne, la moins onéreuse, la plus simple et, de ce fait, la plus utilisée. Depuis plus de 50 ans, le Jar Test est la technique standard utilisée pour optimiser l'addition de coagulants et de floculants dans le domaine du traitement de l'eau. Elle consiste à remplir 4 à 6 béchers de l'eau à traiter et à ajouter à chacun d'entre eux une dose croissante de coagulant et à attendre le temps nécessaire à l'eau pour traverser l'installation de traitement. [57]

Le Jar-test que nous avons utilisé, de marque floculateur de type ISCO, 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/min.



Figure (III-4): Jar Test de type ISCO

❖ **Unité de filtration :**

La filtration est la barrière ultime et obligatoire de la filière de traitement des eaux dans la majeure partie des cas. Elle vise à réaliser ou à compléter, à travers un lit filtrant, la réduction des particules en suspension.

❖ **Principe :**

L'eau est filtrée et le poids des matières solides retenues par le papier filtre est déterminé par pesée différentielle

❖ **Matériels utilisés :**

- Papier filtre Millipore de $0,45\mu\text{m}$
- Eau distillée.
- Pompe à vide
- Creusets
- Etuve de séchage
- Pincette
- Balance de précision



Figure (III-5) : Dispositif de filtration

❖ **Unité d'extraction :**

L'extraction liquide-liquide est une opération fondamentale de transfert de matière entre deux phases liquides non miscibles. Elle consiste à extraire une ou plusieurs molécules (les solutés) d'un milieu liquide (la solution) au contact d'un solvant dans lequel les solutés sont solubles. [25,58]

❖ **Principe :**

L'extraction liquide-liquide est réalisée par le contact intime du solvant avec la solution dans des appareils destinés à mélanger les deux phases (ampoules à décanter, colonnes, mélangeurs...). La séparation des phases s'obtient ensuite par décantation gravimétrique ou centrifuge. Les vitesses d'extraction sont d'autant plus grandes que les différences de concentration en soluté des deux phases sont importantes et que la surface d'échange entre les phases est grande. On utilise habituellement un solvant organique. [58]

❖ **Matériels nécessaires :**

- Ampoules à décanter de 250ml.
- Fioles de 500ml.
- Entonnoir.
- Pipette.
- Spectrophotomètre DR2000. UV- Visible.

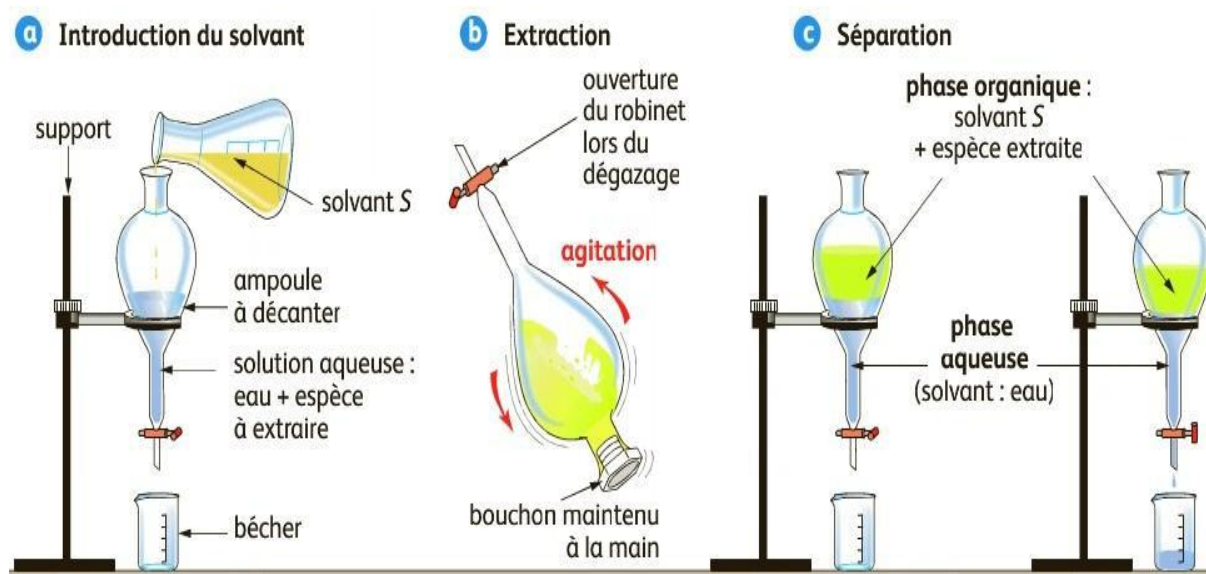


Figure (III-6): Extraction liquide-liquide

III.2-Produits chimiques :

Les réactifs employés dans cette étude sont présentés dans le tableau suivant :

III.2.1- Produits chimiques purs :

Les fiches de données des produits chimiques actuellement employés sont présentées dans ce qui suit :

❖ **Silice activée (silicate de soude + acide sulfurique) : coagulant**

Tableau (III-2): Propriété physico-chimique de silicate de sodium [59]

Silicate de sodium	
Nom commercial	SNa5 « silicate de sodium liquide »
Formule chimique	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
Pourcentage : $\text{Na}_2\text{O} \cdot 2\text{SiO}_2$	37 %
Densité relative	1,357 – 1383 kg /l
Viscosité	180 – 220

Tableau (III-3): Propriété physico-chimique de l'acide sulfurique [59].

Acide sulfurique	
Nom commercial	Acide sulfurique
Formule chimique	H ₂ SO ₄
Teneur	96- 98%
Point de fusion	-15°C
Densité	1,84
Point d'ébullition	330°C

❖ **Kurifix « flocculant »****Tableau (III-4):** propriété physico-chimique de Kurifix [59]

Kurifix	
Nom commercial	Kurifix CP 606
Formule chimique	C ₈ H ₁₅ NO ₂
Densité	0.945 g/cm ³
Point d'ébullition	187°C à 760mmH

III. 3- Méthode de prélèvement :

Pour obtenir des résultats d'analyse représentatifs de la qualité de l'eau usée, il est important que les échantillons soient prélevés dans des conditions d'asepsie rigoureuse pour éviter toute contamination accidentelle durant la manipulation. 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 ;
- 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 de l'huiles 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.

III.3.1-Les tests effectués pour la mesure le degré de la pollution :

Après avoir fait le prélèvement des échantillons, nous avons pris ces derniers au laboratoire afin d'entamer les tests et la mesure de la pollution. Les mesures dont on avait besoin pour nos tests sont celles:

- De la teneur des matières en suspension ;
- De la teneur d'hydrocarbure ;
- Du PH ;
- De la température ;
- De la turbidité.

III.3.2-Analyse faite in-situ pour l'eau de l'entrée :

Un certain nombre de mesures sont pratiqués sur place : tel que la température, Ph. En effet, ces paramètres sont très sensibles aux conditions du milieu et sont susceptibles de varier dans des proportions importantes s'ils ne sont pas mesurés in situ.

❖ Conservation

- Les flacons remplis complètement sont fermées hermétiquement puis recouverts avec du papier aluminium pour assurer une double protection contre toute contamination probable.
- Soigneusement étiquetées, les flacons remplis sont conservés dans une glacière à basse température (4°C) et transportés.

III.4-Mesures au laboratoire

Les méthodes d'analyses utilisées par le laboratoire de contrôle qualité de HBK sont les suivantes :

III.4.1-Détermination de la teneur des hydrocarbures (HC) :

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 teneur 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 n-Hexane, 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 :

- ✓ n-Hexane
- ✓ Eau distillée : rinçage de la verrerie.

❖ Matériels nécessaires :

- spectrophotomètre DR2000.
- Flacons d'échantillonnage.
- Une ampoule à décanter de 500ml.
- Une éprouvette de 50 ml. Becher de 250 ml.
- Bécher de 100 ml

❖ Mode opératoire :

- On prend 100ml de l'échantillon d'eau analysée dans une burette et transvaser dans l'ampoule à décantation.
- On rince la burette par 250ml d'eau distillée (par portion de 50 et 100 ml), et transvaser l'eau de rinçage dans l'ampoule de décantation. Puis on fait extraction et décantation
- On ajoute 35ml de n-Hexane utilisé un volume pour rincer les parois de l'éprouvette, puis verser le total dans l'ampoule de décantation.
- On ferme et 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 10minutes jusqu'à ce que la séparation entre la phase aqueuse(en dessus) et la phase organique(en dessous) soit nette..
- On place un coton dans le robinet de décantation de l'ampoule et l'ouvrir doucement pour séparer la phase solvant dans un récipient
- Récupérer la phase organique, verser dans la cuve de mesure de l'appareil

❖ Mesure de la concentration des hydrocarbures extraits (par le spectrophotomètre DR2000) : 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 410 préalablement enregistrée'' Hydrocarbures'' ; et règle la longueur d'onde à 450nm puis appuyer sur 'démarrer' ; une interface d'analyse sera affichée.
4. Pour commencer l'analyse fait en utilise des cellules de mesure lavées et sèches .remplir une cellule de 25 ml de solvant n-Hexane.insérer la cellule dans le DR2000 et 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'.



Figure (III-7): Extraction des HC

III.4.2-Détermination des matières en suspension par filtration :

Les matières en suspension correspondent à la concentration en éléments non dissous d'un échantillon. Cette méthode passer une portion d'un échantillon à travers un filtre préalablement séché à 105°C et pesé. Les solides retenus sur le filtre sont séchés à 105°C, puis pesés de nouveau. Le poids des solides en suspension est obtenu en faisant la différence entre le poids du filtre et des solides séchés et le poids initial du filtre tout en tenant compte du volume filtre.

❖ Matériels utilisés :

- Rampe de filtration sous vide.
- Balance de précision.
- Etuve (0-105+/-5 0c).
- Filtre en fibre de verre 74 mm (degré de filtration 25 µm).
- Eprouvette en verre de classe à de diverses capacités.
- Nacelle en aluminium.
- Pince à extrémités plates.
- Dessiccateur à cilicagel.
- Pissette d'eau distillée 1000 ml.
- Spatule.
- Cristalliseur en verre (100 ml).[60]

❖ **Réactifs** : eau distillée

❖ **Mode opératoire** :

- Prendre 250 ml de l'échantillon.
- A la sortie de la chambre froide, laisser l'échantillon au repos jusqu'à la température ambiante.
- Sécher le papier filtre dans l'étuve à 105°C° pendant 1h.
- 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 papier filtre dans le dispositif de filtration.
- Fonctionner le système d'aspiration.
- Mettre la prise d'essai de 250 ml dans l'entonnoir de filtration.
- Mettre en marche la pompe à vide. La filtration commence et les MES sont retenues sur le papier filtre.
- 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.
- Sécher le papier filtre dans l'étuve à 105°C.
- 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 interne 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 :

$$\text{MES} = [m_2 - m_1] / v \times 1000 \text{ (mg/l)} \quad [60]$$

Avec :

- MES : matière en suspension.
- m_2 : masse du filtre après filtration.
- m_1 : masse du filtre avant filtration.
- v : volume de l'échantillon filtré



Figure (III-8): Balance Dessiccateur en verre et creuset

III.4.3-Mesure de PH :

La méthode de mesure du PH est la suivante:

- Rincer abondamment l'extrémité de l'électrode avec de l'eau distillée ;
- Immerger l'électrode avec précaution dans la solution dont on veut mesurer le PH ;
- Appuyer sur le bouton mesure et attendre quelques minutes, puis lire directement la valeur du PH lorsqu'elle s'est stabilisée ;
- Retirer l'électrode, la rincer avec de l'eau distillée et l'essuyer.

III.4.4-Mesure de la turbidité;

Elle permet de déterminer la qualité de l'eau, la clarté et la transparence de celle-ci.

❖ Principe

L'interaction entre une onde lumineuse incidente et une particule en suspension engendre principalement des phénomènes de diffusion, réflexion, absorption et réfraction.

Elle se mesure en NTU (Nephelometric Turbidity Unit). Cette unité est utilisée lorsque la

mesure s'effectue en lumière diffusée à 90°, à une longueur d'onde de 860 nm. L'appareil utilisé est un turbidimètre de type HACH 21000.

❖ **Mode Opérateur :**

On verse l'échantillon à analyser (15ml) dans une cuve transparente et placée dans le réceptacle de l'appareil. La valeur de la turbidité se lie directement à l'écran.

2^{ème} Partie : Préparations des réactifs et le protocole des tests expérimentaux

III.5-Technique de coagulation, floculation et décantation :

III.5.1-Préparation des produits chimiques :

❖ **Matériels nécessaires**

Pour la préparation des produits chimiques (coagulant et floculant) nous avons besoin du matériel suivant:

- Deux béciers de 250 ml (un pour la coagulant et l'autre pour le floculant);
- Trois Pipettes (1ml, 2 ml, et 10ml) ;
- Une pro-pipette ;
- Des étiquettes ;
- Un PH mètre

❖ **Mode opératoire :**

C'est la préparation avec une des deux solutions :

- ✓ Une solution de silicate de sodium (4%) pour un volume de 110 ml
- ✓ Une solution de l'acide sulfurique (1.2%) pour un volume de 43ml
- ✓ L'agitation doit être en continue pendant 30 mn pour obtenir une solution homogène de silice activé d un $\text{pH} \geq 8$ (solution optimal).

☺ **Préparation du coagulant**

- ☞ Verser 100 ml d'eau distillée dans le premier bécier de 250 ml ;
- ☞ Etiqueter le bécier (coagulant);
- ☞ Pipeter 2 ml de silicate activée et la mettre dans le bécier;





Figure (III-9): Préparation de silice activée

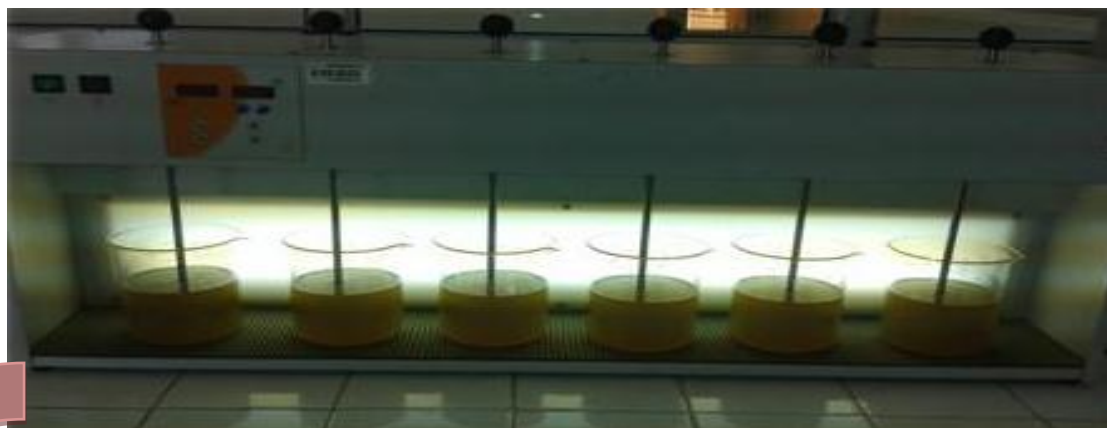
☺ **Préparation du floculant :**

- Verser 100 ml d'eau distillée dans le deuxième b cher de 250 ml ;
- Etiqueter le b cher (floculant);
- Peser 0,2 g de KURIFIX et le mettre dans le b cher du floculant ;
- Laisser le floculant en agitation ;
- Pipeter une quantité x d'acide sulfurique et la mettre dans le b cher du coagulant (la quantité x dépend du PH et elle est déterminée après optimisation de ce dernier)
- Laisser le floculant et le coagulant en agitation.

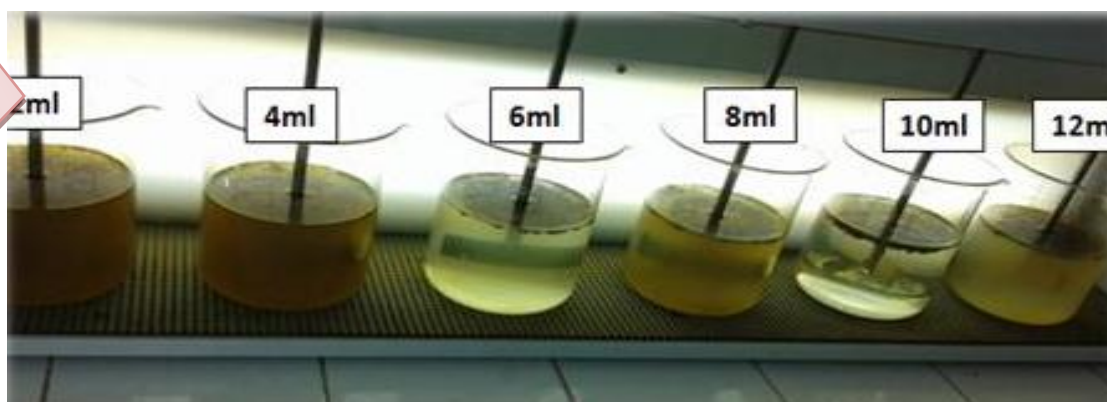
III.5.2- Détermination de la concentration optimale de coagulants :

Pour déterminée de la dose optimale de la silice activée on réalise selon le protocole suivant :

- Prendre la même quantité d'échantillon et remplir les 6 b chers de la floculation avec 500 ml d'eau prélevée de station HBK (Jar Test ISCO)
- Régler la vitesse d'agitation à 80 tr/mn pendant 15minutes
- Ajouter des doses croissantes (2ml, 4ml, 6ml, 8ml, 10ml, 12ml) de silice activée précédemment préparées
- Réduire la vitesse d'agitation à 30tr/mn pendant 10minutes,
- Ajouter 2 ml de kurifix;
- Cette agitation favorise la formation de floc.
- Arrêt de l'agitation.
- Sédimentation des floccs de 30,45 minutes (Décantation)
- M surer les paramètres suivants : pH, MES, turbidité et hydrocarbures et la température.



Avant le traitement



Après le traitement

Figure (III-10): Les échantillons avant et après le traitement

Chapitre IV :

Résultats expérimentaux et discussions

Chapitre IV



LE QUATERIEME CHAPITRE

Résultats expérimentaux et discussions

Introduction

Dans ce chapitre, j'exposerai les résultats et d discussions des analyses effectuées pour évaluer l'efficacité de la station de déshuilage HBK, nous allons caractériser l'échantillon de l'eau d'entrée de la station en analysant plusieurs paramètres physicochimiques pour présenter la qualité des eaux usées dans la station de déshuilage HBK et on interprète les résultats obtenus pour les paramètres de pollution (pH, T, MES, HC, turbidité).

IV.1-Caractéristiques des eaux huileuses :

Les caractéristiques d'un échantillon d'eau usée prélevé à la sortie du bac tampon **S-101** sont regroupées dans le tableau suivant :

Tableau (IV-1): Caractéristiques des eaux usées au niveau de la station H.B.K (Entrée de la station) :

Paramètres	Teneur
pH	5,80
MES (mg/l)	380,00
Turbidité (NTU)	461,00
HC (mg/l)	280,00
T (C°)	23,00

IV.2-Résultat de l'influence de la dose optimale de coagulant sur les paramètres (MES, PH, T, HC, Turbidité):

Tableau (IV-2): Caractéristiques des eaux après traitement

Echantillon	PH	HC (ppm)	MES (mg/l)	Température (C°)	La turbidité (NTU)
2 _{ppm}	5.72	122,50	330.00	22,60	323.00
4 _{ppm}	5,80	91,00	210.00	22,10	264.00
6 _{ppm}	5,96	52,50	170.00	21,60	187.1
8 _{ppm}	6,08	24,50	90.00	20,90	73.2
10 _{ppm}	6,15	7.00	32.00	20,10	29.00
12 _{ppm}	6.34	17,00	37.00	21,20	31

Tableau (IV-3): Caractéristiques des eaux après traitement (dose optimale 10ml)

Echantillon	PH	HC (mg/l)	MES (mg/l)	Température (C°)	La turbidité (NTU)
Entrée station	5,8	280,00	380,00	20,60	461,00
Après traitement	6,15	7	32	20.10	29
Norme	6.5 - 8.5	10	35	30	-

On observe d'après le tableau (IV-2) que les résultats obtenues (pH, T, MES, HC, et Turbidité) sont variables et dépendent des conditions d'exploitations des puits et des unités de traitements des hydrocarbures à s'avoir :

- PH : selon la maîtrise du procédé de traitement.
- T : selon le climat.
- Matières en suspensions (MES) : dépendent de la quantité huileuses à traiter (puits, séparateurs, bac de stockage, etc....
- Hydrocarbures (HC) : dépendent de la fiabilité du processus.
- Turbidité : selon la couleur et la troublement, ainsi qu'une odeur et un goût déplaisants

IV.3- Les résultats obtenus :

Les résultats obtenus pour les différents essais de coagulant sont représentés sous forme des courbes :

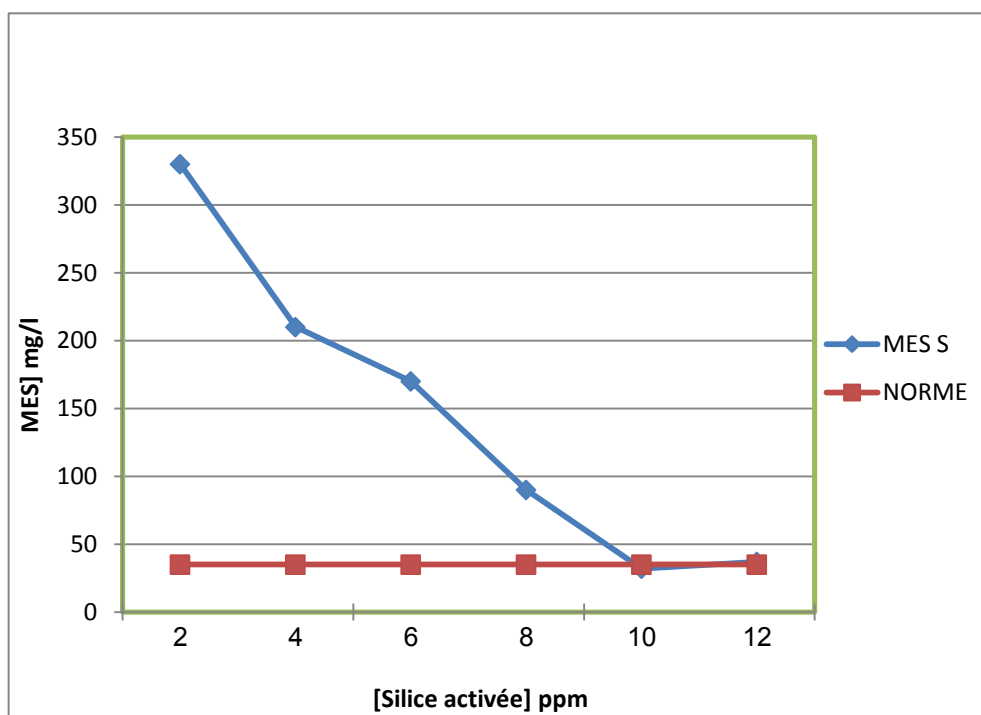


Figure (IV-1): Evolution des valeurs des MES en fonction de la concentration de la silice activée.

Interprétations du résultat:

La concentration en matière solide en suspension en fonction de la concentration du coagulant Silice activée. On remarque que l'addition de **2 ppm** du coagulant (silice activée) a provoqué la diminution de la valeur des MES et génère une réduction du taux de MES de **330 à 210 mg/l** et avec l'augmentation de la concentration du coagulant ces valeurs augmentent jusqu'à **32mg/l**.

Cela est dû au fait que les particules du coagulant déstabilisent les colloïdes négativement chargés présents dans l'eau huileuse, en neutralisant les charges qui génèrent les forces de répulsion entre colloïdes.

D'après la représentation graphique il en résulte une zone d'intersection entre la courbe des normes et celle des valeurs mesurées, s'agrégent en formant des flocons qui tiennent beaucoup plus de particules en suspension

Les valeurs des MES doivent être maintenues à des valeurs correspondantes aux normes ni plus grandes ni plus basses afin de maintenir l'équilibre de la matrice.

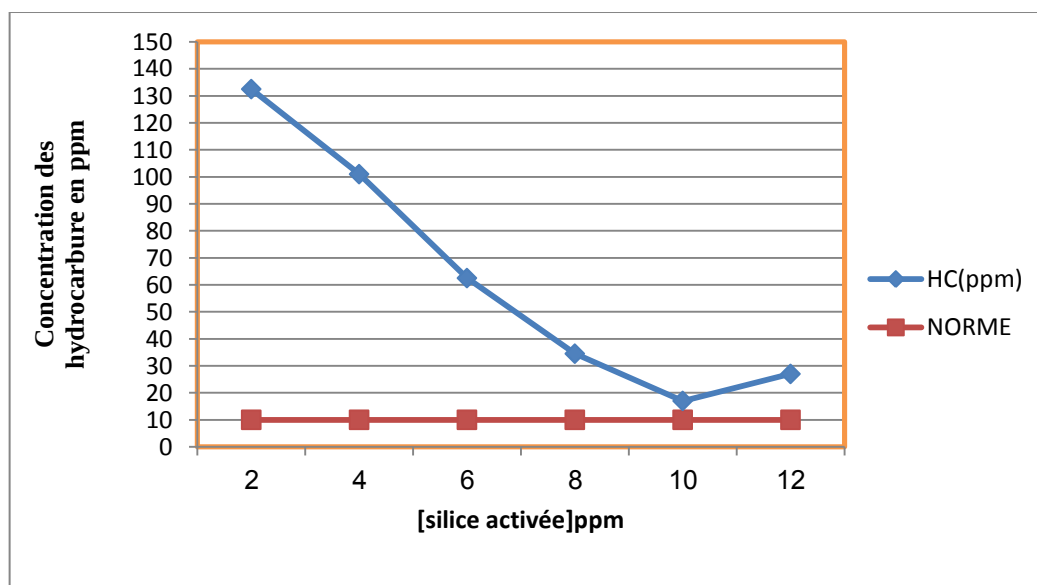


Figure (IV-2): Evolution de teneur des hydrocarbures en fonction de la concentration de la silice activée.

Interprétations :

Teneur en hydrocarbure en fonction de la concentration en coagulant «la Silice activée ». On constate clairement l'effet du coagulant sur l'élimination des hydrocarbures. En effet, à une dose de **2ppm** du coagulant, le taux des hydrocarbures a diminué en allant de la valeur **122,50mg/l** à la valeur de **52,50mg/l** puis on remarque une augmentation progressive à partir de cette valeur jusqu'à **7mg/l**.

Les hydrocarbures affichent une évolution répartie en deux phases, une première qui représente une diminution progressive entre la valeur **122,5 mg/l** et la valeur **24,5mg/l** suite à laquelle s'amorce une augmentation progressive jusqu'à la valeur maximale de **7 mg/l**. Cette attitude est due à l'impact des composants des flocculant sur les hydrocarbures, ces derniers se dégradent, se détachent et forment des agglomérations (des floes), puis élimination facile de matière organique présente dans l'échantillon.

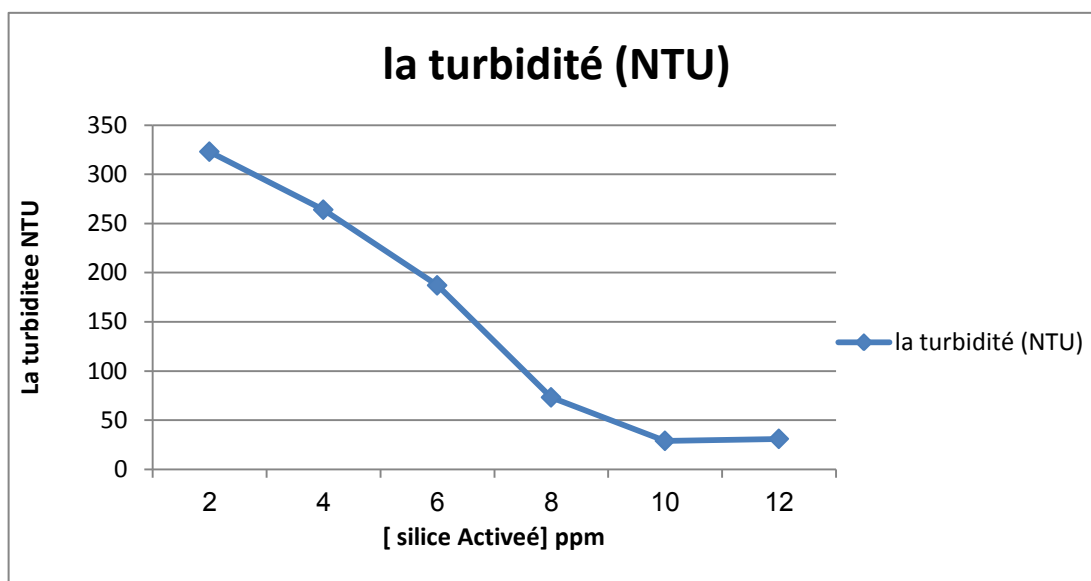


Figure (IV-3): Evolution des valeurs du Turbidité en fonction de la concentration de la silice activée

Interprétations :

La turbidité en fonction de la concentration du coagulant Silice activée ; la turbidité de l'eau est causée par la présence de particules assez grosses pouvant se décanter. En tenant compte de l'influence du paramètre de la dose de coagulant de contact sur les rendements d'élimination.

La turbidité initiale relevée est caractéristique d'une eau fortement polluée **461NTU**, l'abattement de la turbidité constitue l'objectif traditionnel de l'optimisation du processus de coagulation/floculation pour le traitement des eaux. Cependant, l'attention s'est attachée aussi sur l'élimination de la matière organique

Le taux de la turbidité est donné par la formule suivante :

$$\% \text{ Turbidité} = (\text{Turbidité initiale} - \text{Turbidité finale}) \times 100 / \text{Turbidité initiale}$$

Turbidité initiale : Turbidité avant traitement

Turbidité finale: Turbidité après traitement

D'après ce courbe, on constate que l'enlèvement du taux de turbidité varie en fonction de l'augmentation des doses des coagulants d'une façon non linéaire.

On remarque bien que l'addition de **2ppm** du coagulant a provoqué la diminution de la valeur de la turbidité **323.00 NTU** à **187.1NTU**.

Avec l'augmentation progressive de la concentration de coagulant ces valeurs continuent à diminuer jusqu'à la valeur maximale de **29NTU**; cela la coagulation du fait de l'effet lié à l'augmentation de la force ionique (compression de la couche diffuse), le mécanisme de la coagulation repose sur la neutralisation de la charge négative des particules stables par adsorption des cations sur leur surface. Pour une concentration optimale de la silice activée le pourcentage de réduction de la turbidité est supérieur, Par contre, la surdose de coagulant, source de cations, peut résulter en une adsorption trop importante de cations et inverser la charge des particules qui deviennent alors positive. Les particules seraient ainsi déstabilisées [40]

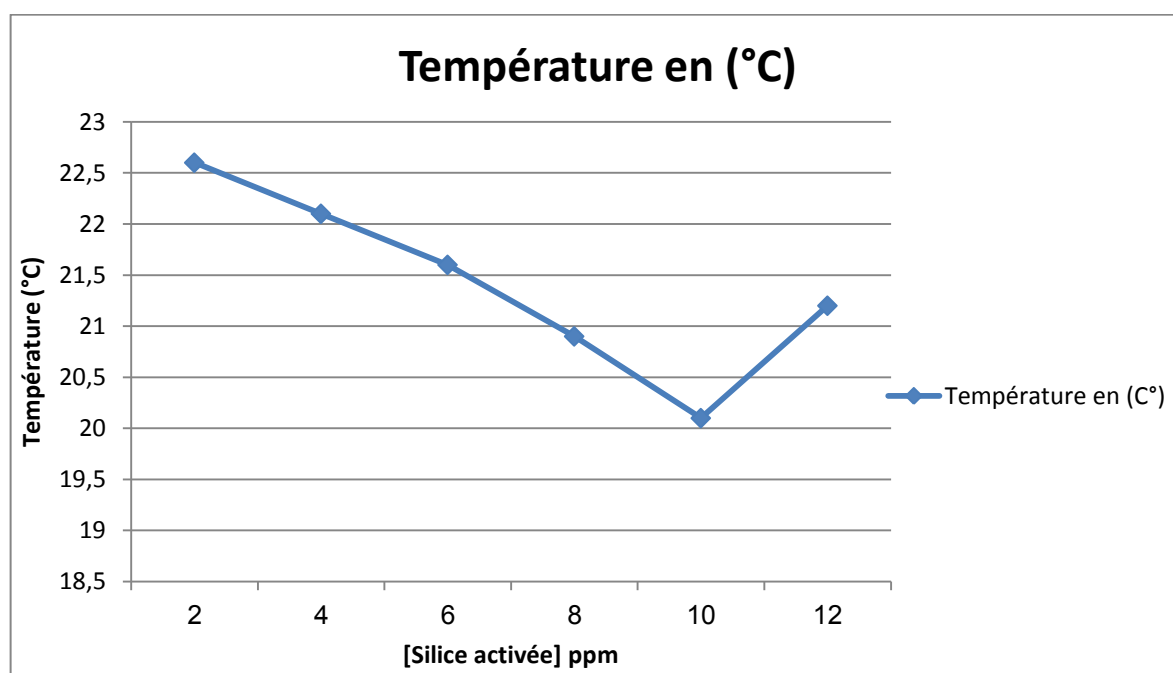


Figure (IV-4): Evolution des valeurs de température en fonction de la concentration de la silice activée.

Interprétations :

Variation de température en fonction de la concentration de la silice activée ; la figure (IV-4) montre qu'il n'y a pas de différence notable entre les températures des eaux usées traitées avec les différentes doses de coagulants testés.

Les températures des eaux traitées varient entre **22,60 °C** et **20,10°C**. Dans le cas des autres

coagulants testés, On constate que les valeurs de températures varient avec le climat et on remarque qu'elle n'a jamais dépassé les valeurs normes au cours de la procédure de traitement ; l'augmentation progressive de la température cette attitude est due de mouvement des charges puis la formation des floccs.

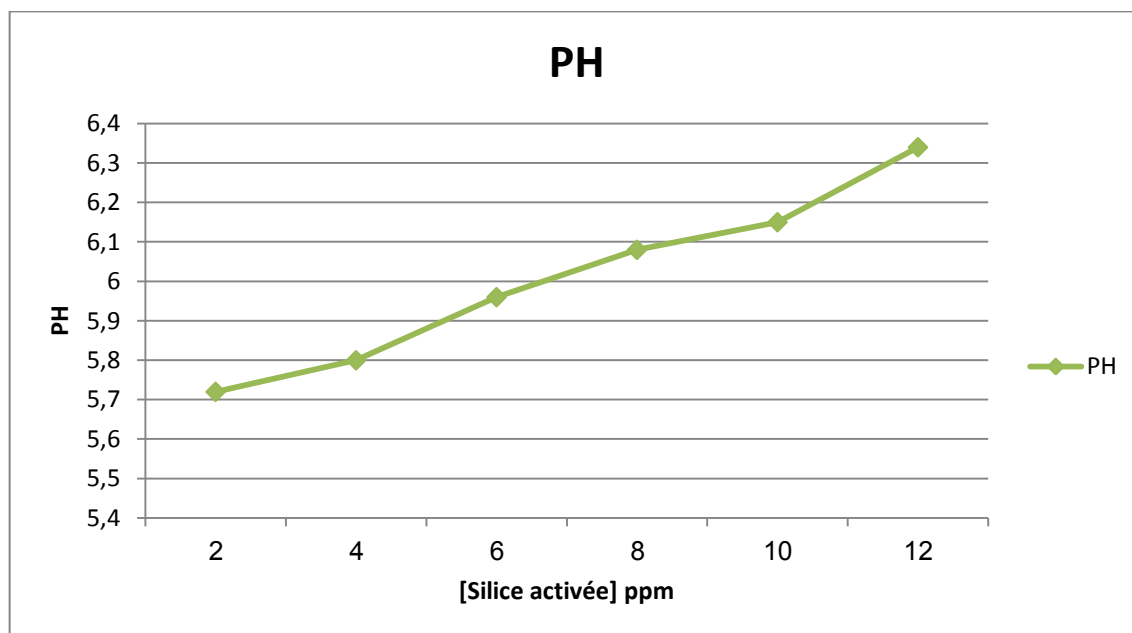


Figure (IV-5): Evolution des valeurs de PH en fonction de la concentration de la silice activée.

Interprétations :

Variation des valeurs de PH en fonction de la concentration de la silice activée, les phénomènes ayant lieu durant l'étape de coagulation sont donc les hydrolyses du coagulant, la compression de la double couche et enfin l'adsorption du coagulant à la surface du colloïde. On remarque bien que l'addition de **2ppm** de coagulant a provoqué l'augmentation de pH de **5.72** à **5,96**

L'adsorption des produits d'hydrolyse du coagulant permet la neutralisation du milieu par annulation du potentiel Zêta (ceci peut également être dû au pontage de polymères). Enfin, il peut également y avoir coagulation par entrainement avec précipitation lors de la décantation du floculant Kurifix qui possède une grande surface spécifique.

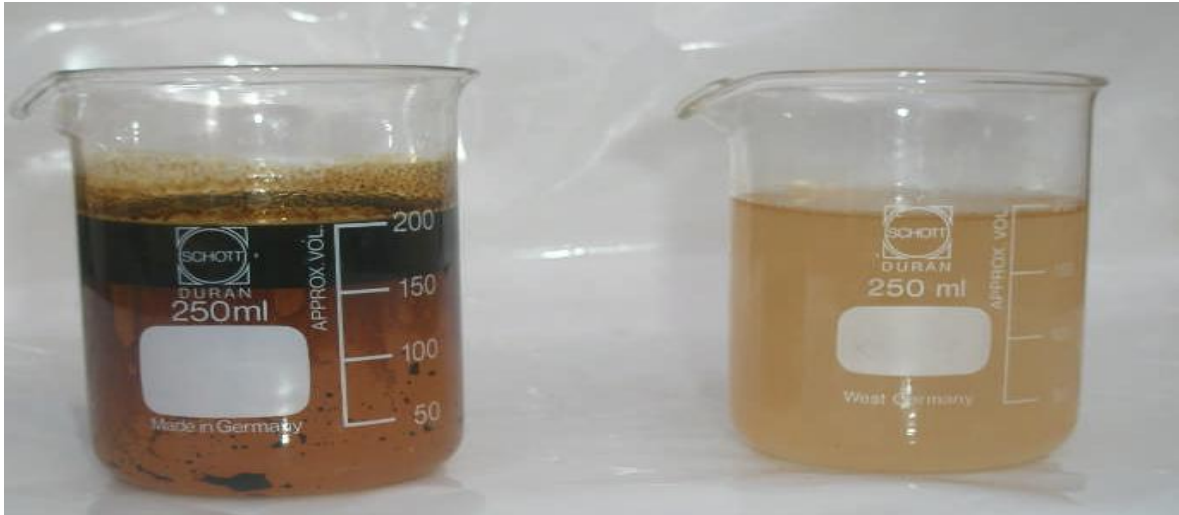


Figure (IV-6): Eau huileuse : avant et après le traitement

IV.4-Interprétation des résultats des indicateurs environnementaux :

Les résultats représentés sur la figure (III.10) ; montrent que :

- ✓ Les béchers de 2 ml et 4 ml de silice activée ne donne aucun résultat : pas de formation de coagulation à faible dose.
- ✓ Les béchers de 6ml jusqu'à 12ml, on a une formation de coagulation remarquable.
- ✓ La dose de la silice activée est proportionnelle avec la formation des coagulants.
- ✓ Le bécher de 12ml montre qu'on est en sur dose.
- ✓ La dose optimale de la silice activée préparée est celle de 10 ml dans 500 ml d'eau elle permet de donner :

- ☺ Une augmentation de pH de **5,80 à 6,15 ;**
- ☺ Une réduction de **MES de 380mg/l à 32mg/l.**
- ☺ Une réduction de la turbidité de **461 NTU à 29 NTU.**
- ☺ Une réduction de la teneur HC de **280 ppm à 7ppm.**
- ☺ Une réduction de la température de **23C° à 20**

Les résultats obtenus sont dans les normes imposés par l'entreprise

IV.5-Conclusion :

- Silice activée composée de 4% de silicate de sodium et 1,2 % d'acide sulfurique permet de donner un bon résultat dont la dose optimale est 10 ml de solution dans 500 ml d'eau à traiter à l'échelle laboratoire mais pour l'application sur site (station) cette dose dépend des conditions d'exploitation.
- Notre traitement donne une eau, conforme aux normes des rejets industriels peut être rejetée sans danger pour l'environnement.
- Pour avoir un bon traitement il faut optimiser les consommations d'eau et rejets huileux des centres de production (débit stable à l'entrée de station).

IV.6-Recommandation :

- réinjecter cette eau de production dans le gisement pour maintenir la pression et augmenter la récupération des hydrocarbures. Il suffit de pomper les eaux traitées vers la station de réinjection d'eau existante déjà dans notre région.
- changer le mode de traitement chimique par un autre procédé pour protéger l'environnement et favorises les énergies propres.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale



Conclusion générale :

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. Les eaux usées de l'industrie pétrolière influencent négativement sur l'environnement vu la toxicité des éléments hydrocarbure qu'elles contiennent, leur traitements s'avèrent être difficile, les normes de rejets, est devenue une priorité pour la réglementation Algérienne.

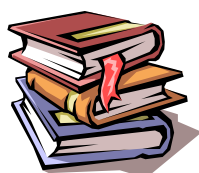
Dans ce contexte cette étude a pour objectif principal l'amélioration du procédé de traitement employé au niveau de l'unité de traitement des eaux huileuses HBK dans le but de leur réinjection pour maintenir la pression du gisement si l'expansion de l'aquifère ne fournit pas suffisamment d'énergie ou de les rejeter dans le milieu naturel, par un procédé physico – chimique de coagulation et la floculation suivi par une étape de décantation. Ces essais sont effectués au niveau de laboratoire de « Contrôle Qualité Des Eaux Traitées De Stations De Déshuilage De La Région De HBK ». Dans la station de déshuilage HAOUD BRKAOUI, ils procèdent a la méthode coagulation-floculation inutilement car le potentiel zêta de l'eau traitée est d'emblée nul.

Avoir de bons résultats de réduction ou d'élimination des paramètres de pollution du l'eau huileuse en fonction de l'ajout des doses des produits chimiques effectuées, nous avons remarqué que les résultats obtenus correspondent généralement aux normes adoptées par la réglementation Algérienne tel que :

- ☺ Une augmentation de pH de **5,80** à **6,15** ;
- ☺ Une réduction de **MES** de **380mg/l** à **32mg/l**.
- ☺ Une réduction de la turbidité de **461 NTU** à **29 NTU**.
- ☺ Une réduction de la teneur HC de **280 ppm** à **7ppm**.
- ☺ Une réduction de la température de **23C°** à **20**

Les résultats obtenus sont dans les normes imposés par l'entreprise et après ce travail nous a montré que le traitement physico-chimique de ce type d'eau est efficace pour éliminer tous les produits indésirables au lieu de la rejeter dans les nappes phréatiques

Cela permettra à SONATRACH de respecté sa politique qui vise la protection de l'environnement et la minimisation des risques liés à ses activités



Bibliographie

- [1] Journal officiel de la république algérienne n° 43, Dimanche 20 Joumada El Oula 1424
Correspondant au 20 juillet 2003
- [2] SONATRACH revue n°64, rapport trimestriel, bilan et perspective. Décembre 2014.
- [3] Historique direction Haoud Berkaoui
- [4] GABRIELLIC, KEDDAM, FAKENOUTHIIH, J.APPL. ELECTROTECHNIQUE.
- [5] MERZOUGUE Selma, « Le **dépôt sulfate de baryum BaSO₄** », rapport de formation/induction, 2015.
- [6] B.Chadi (2007), **Substitution d'un coagulant flocculant des eaux huileuse de Haoud Berkaoui**, Mémoire Ingénieur Chimie industriels, Université de Mostaganem, p 18-22.
- [7] I.Chihani ,I et S. Karoui (2010), **Optimisation des produits de traitement de la station de déshuilage de Haoud Berkaoui**. Mémoire licence Génie des procédés, Université d'Ouargla.
- [8] Manuel opératoire de la station de déshuilage de HAOUD BERKAOUI centre. Document N° 5.739-RP-Z-101
- [9] Mr. Rahou Kada Boubakeur (2014), **Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d'El-kerma ORAN**, mémoire de master, département de génie chimie, université d'Oran.
- [10] Ramade F. (2000)., Dictionnaire encyclopédique des pollutions. Ed. Ediscience international, Paris, 689p.
- [11] GROSCLAUDE, (1999), L'eau : usage et polluant, Tome II, 4^{ème} Edition. INRA, Paris.
- [12] Adel BALASKA, « **Traitement de l'eau usée de la laiterie Edough-Annaba par des procédés physicochimiques et biologiques** », mémoire de Magister, université Badji Mokhtar Annaba, 2005.
- [13] REJSEK, (2002), **analyse des eaux, aspect réglementaire et techniques**, édition scrérén CPDP A quitaine, Bordeaux.

- [14] GAUJOUS D. **La pollution des milieux aquatique** : aide-mémoire. Edition technique et Documentation Lavoisier, P 220. 1995.
- [15] Y. Libes : Les eaux usées et leur épuration, pdf
- [16] Desjardins R. (1997), « **Le traitement des eaux** ». 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique de Montréal, Canada, 303p.
- [17] Edline F,(1979). « **L'épuration biologique des eaux résiduaires** » Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
- [18] **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A**, (2004), Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- [19]- Belahmadi Mohamed Seddik Oussama **Etude de la biodégradation du 2,4 dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn Ziad** ; mémoire de Magister, Université Mentouri Constantine,(2011).
- [20] Bulletin Officiel n° 4325 du 24 Rabii II 1416/20 septembre 1995.
- [21] : C.CARDOT «**Traitement de L'eau**», édit. Ellipses, Technosup, France(1999).
- [22] : Traitement physicochimique de la pollution soluble. Technique de l'ingénieur. Volume G1270.
- [23] Franck Rejsek, Analyse des eaux - Aspects réglementaires et techniques, Tome I. Edition Scrérén CRDPA (Centre régional de documentation pédagogique **Aquitaine**), Bordeaux France. 71, 144p.2002.
- [24] : Rodier, J., **L'analyse de l'eau**, 9^{ème} édition, DUNOD (éditeur). Paris, France, 2009.
- [25] : Claudine buess-herman, josette dauchot-weymers et freddy dumont, **Chimie analytique skoog-west-holler**, la 7^{ème} édition américaine, 421p.1997
- [26]- Rodier J, Bazin C, Broutin J.P, Chambon P, Champsaur H et Rodi L **L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer** DUNOD (éditeur).Paris, France, (2005).
- [27] : Aminot A. Chaussepied M. 1983 : Manuel les analyses chimiques en milieu marin CNEXO.395p

- [28] : RODIER J. **L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer** 6^{ème}, édition. Année 1978.
- [29] : Melle. BRAIK Meriem 2016 (**Analyse de la performance du traitement de l'unité de déshuilage de Hassi R'mel et application du traitement par photocatalyse hétérogène solaire aux eaux huileuses**, mémoire de master, Chimie et environnement, Université M'hamed Bougara – Boumerdès, 10-11p
- [30] : LENGU, K.M. **Effets comparés de divers coagulants sur l'enlèvement de la matière organique des eaux à potabilité**. Ecole polytechnique de Montréal 1994
- [31] Proceedings of International Symposium on Environmental Pollution Control and Waste Management 7-10 January 2002, Tunis (EPCOWM'2002), p.847-856.
- [32] Anonyme, Séminaire traitement des eaux industrielles huileuses du 09 au 14 juin 2011 SH – HMD.
- [33]- Alaounia Nadjette. **Dégradation photocatalytique de polluants organiques (Méthyle orange, Pentachlorophénol et Acide benzoïque) en présence du dioxyde de titane nanocristallin élaboré par la méthode sol-gel** ; mémoire de magister, Université Badji mokhtar-Annaba, (2009).
- [34]- Faiza Mekhalif, **Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement** ; mémoire de Magister, l'Université du Août 1955 SKIKDA, (2009).
- [35] S. Necib: « **Valorisation et traitement des eaux huileuses dans l'industrie pétrolière** ». Mémoire de Master, Université Mohamed Khider, Biskra, 2015, PP. 24 – 29
- [36] : Document de SONATRACH « RHOURE NOUSS ».
- [37] L. CITEAU: « Etude des colloïdes naturels présents dans les eaux gravitaires des sols contaminés », Unité de science du sol, Versailles et INA-PG. 2004.
- [38] : **Claude Cardot**, Génie de l'environnement, Les traitements de l'eau pour l'ingénieur: Procédés physico-chimiques et biologiques - cours et problèmes résolus - Paris : Ellipses, (2010).
- [39] H. Moulai Hadj: Etude de l'influence des particules argileuses sur traitement des eaux, Mémoire de Master, Université de Abou Bekr Belkaid, Tlemcen, 2015, P. 19 – 36

- [40]: EzzianeS., 2007:**Traitement des eaux de rejets de l'unité CERAMIT «TENES»**, Mémoire de Magister, Département de génie des procédés, Faculté des sciences et sciences de l'ingénieur; Université Hassiba Ben Bouali.
- [41] Kettab A., 1992:**Traitement des eaux (les eaux potables)**; Office des publications universitaires (OPU), Alger.
- [42] Desjardins R., 1997:**Traitement des eaux**; Edition de l'école polytechnique de Montréal, 2ème édition revue et améliorée.
- [43] BoursaliI., 2011: **Etude expérimentale de la coagulation-floculation par le sulfate ferrique et le chlorure ferrique des matières en suspension**. Mémoire d'ingénieur d'états en géologie; Département des sciences de la terre et de l'univers. Faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers; Université AbouBekr Belkaïd, Tlemcen, Juin 2011.
- [44] F. Mekhalif : « **réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement** », Mémoire de Magister, Université du 20 aout 1955, Skikda, 2009, PP.11 – 23
- [45] : Claus bliefert et robert perraud, **chimie de l'environnement (air, eau, sols, déchets)** 1^{re} édition, p282.
- [46] : M.DESIRE DIHANG «**Mécanisme de coagulation et de Flocculation de Suspension D'argiles Diluées Rencontrées En Traitement Des Eaux**», Thèse de doctorat, université de Paul Sabatier(2007).
- [47] Larakeb Manal, « **Elimination du Zinc par adsorption et par coagulation-floculation**» thèse de doctorat LMD en hydraulique, université de Biskra, 2015
- [48] J. P. Beaudry, « **Traitement des eaux** », Ed. Le Griff on d'argile INC, Canada. P27-41, 1984.
- [49] Fatima Moussaoui, « **Essais du traitement des lixiviats de la décharge de Wilaya de Saida par coagulation – floculation** ». Mémoire d'ingénieur en chimie industrielle, option : génie de l'environnement, université de Saida, 2009.
- [50] M.H.ERNEST: « Dans fundamental problems instatistical mechanics ». Vol.VI. Edit par E. G. D. Cohen, Noeth Holland Publishing Company, Amsterdam, 1985
- [51] CIDF « **Principes généraux de traitement des eaux** », Centre International De Formation., Lyonnaise des Eaux, 2000.

- [52] Bachi M. et Abdelli R., 2005: « **L'influence des paramètres physiques et chimiques sur la coagulation-floculation et décantation** », Mémoire pour l'obtention du diplôme DEUA en Hydraulique, Département d'Hydraulique, Faculté des sciences de l'Ingénieur, Université AbouBekr Belkaïd, Tlemcen, juillet 2005.
- [53] Colin L et all., 2008 : « **Évaluation d'un procédé de coagulation-floculation au chitosane pour l'enlèvement du phosphore dans les effluents piscicoles** ». Université du Québec; Ecole de technologie supérieure.
- [54] V. Pallier : « **Elimination de l'arsenic par coagulation floculation et électrocoagulation d'eaux faiblement minéralisées** ». Thèse de Doctorat en Chimie et microbiologie de l'eau. Université de Limoges, 2008, 241p.
- [55] Jean Rodier: Analyse de l'eau, 8^{ème} édition, 1996, pp 1208-1230.
- [56] H.R.Hernandez : « **Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable.** » Thèse de Doctorat en Systèmes Automatiques. Institut national polytechnique de Toulouse, 2006, 151p.
- [57] Colin L et all., 2008: « **Évaluation d'un procédé de coagulation-floculation au chitosane pour l'enlèvement du phosphore dans les effluents piscicoles** ». Université du Québec; Ecole de technologie supérieur
- [58] **Rhode R.** Extraction Liquide/Liquide. Cours du Lycée Pradeau la Sède, Tarbes, **1998**
- [59] Document de la bibliothèque de Haoud Berkaoui.
- [60] Mode opératoire de station de déshuilage Haoud Berkaoui.

Résumé :

Dans le but d'éliminer ou de réduire au maximum les impacts environnementaux liés aux activités industrielles, la réglementation Algérienne a exigé aux industries pétrolière de contrôler leurs rejets d'effluents vers la nature, l'industrie pétrolière en général et l'activité de raffinage en particulier sont désignées comme source de pollution. La pollution par les produits pétroliers est essentiellement une pollution par les hydrocarbures, la direction régionale de Haoud Berkaoui a mis en place une station de déshuilage dans chaque centre producteur pour assurer à la fois la récupération des hydrocarbures et la production d'eau de réinjection.

Le traitement des eaux huileuses est de réduire ou éliminer les contaminants présents dans les effluents avant leurs rejets dans le milieu récepteur et respecter ainsi les exigences de rejet environnemental. Le but de notre travail consiste à analyser et améliorer le procédé de traitement des eaux huileuses de l'unité de déshuilage HBK. C'est le traitement physique-chimique par l'utilisation des coagulants (la silice activée) et les floculant (Kurifix).

Mots clés : les eaux huileuse, coagulant (la silice activée), floculant (Kurifix), hydrocarbures, MES, Potentiel Zéta, unité de traitement des eaux huileuses HBK

Abstract

In order to eliminate or minimize as much as possible the environmental impacts of industrial activities, the Algerian regulations required to control their petroleum industries effluent discharges to nature. In general the petroleum industry and the activity of refining particular are designated as a source of pollution. The Pollution by petroleum products is essentially pollution by hydrocarbons. The regional management of Haoud Berkaoui has set up a de-oiling station in each production center to ensure both the recovery of hydrocarbons and the production of reinjection water.

The treatment of oily waters is to reduce or eliminate the contaminants present in the effluents before their discharges into the receiving environment and thus comply with the environmental discharge requirements. The aim of our work is to analyze and ameliorate the process of treatment of the oily waters from the oil removal HBK station, it is a physical-chemical treatment based on (activated silica) and (Kurifix).

Keywords: The oily waters, coagulant (activated silica), flocculants (Kurifix), the hydrocarbons, suspended solids, Potential Zeta, the unit of the oily water treatment HBK,

ملخص:

يهدف القضاء على الآثار البيئية المرتبطة بالأنشطة الصناعية أو تقليلها قدر الإمكان ، طلبت اللوائح الجزائرية من الصناعات البترولية التحكم في تصريف نفاياتها السائلة إلى الطبيعة ، يشكل عام صناعة البترول ونشاط التكرير لهم خاصية باعتبارهم مصدر للتلوث. التلوث بالمنتجات البترولية واهمها تلوث بالهيدروكربونات ، وقد أنشأت الإدارة الإقليمية لحوض البركاوي محطة لإزالة الزيوت في كل مركز إنتاج لضمان استعادة الهيدروكربونات وإنتاج المياه المعاد حقنها.

تهدف معالجة المياه الزيتية إلى تقليل الملوثات الموجودة في النفايات السائلة أو إزالتها قبل إطلاقها في البيئة المستقبلية وبالتالي الامتثال لمتطلبات التصريف البيئي. الهدف من عملنا هو تحليل وتحسين عملية معالجة المياه الزيتية لوحدة إزالة الزيوت HBK. وذلك بالعلاج الفيزيائي كيميائي عن طريق استخدام مواد التخثر (السيليكا المنشطة) والمواد الندفية (كوريفيكس).

الكلمات المفتاحية : المياه الزيتية ، مادة التخثر (السيليكا المنشطة) ، مادة الندف (Kurifix) ، الهيدروكربونات ، MES ، Zeta Potential ، وحدة معالجة المياه الزيتية HBK

Annexe n°1

• **Normes de rejet :**

- Décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels.
- Décret exécutif n° 6-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels

Tableau(2) : Valeurs limites des paramètres de rejets Des effluents liquides industriels selon le journal officiel du décret exécutif N° 06-141 du 19 avril 2006.

Paramètre	Unité	Valeur limite
Température	°C	30
pH	-	6.5 - 8.5
MES	mg/l	35
Azote Kjeldhal	mg/l	30
Phosphates total	mg/l	10
DCO	mg/l	120
DBO5	mg/l	35
Aluminium	mg/l	3
Substances toxiques bioaccumulables	mg/l	0.005
Cyanures	mg/l	0.1
Fluor et composés	mg/l	15
Indice de phénols	mg/l	0.3
Hydrocarbures totaux	mg/l	10
Huiles et graisses	mg/l	20
Cadmium	mg/l	0.2
Cuivre total	mg/l	0.5
Mercure total	mg/l	0.01
Plomb total	mg/l	0.5
Chrome total	mg/l	0.5
Etain total	mg/l	2
Manganèse	mg/l	1
Nickel total	mg/l	0.5
Zinc total	mg/l	3
Fer	mg/l	3
Composés organiques chlorés	mg/l	5

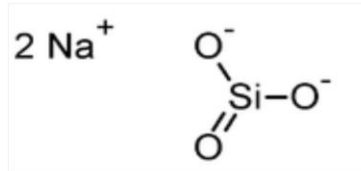
Tableau (2) : législations sur l'environnement en Algérie :

Loi n°	Loi	Date de	signé
Décret n083-03	Relatif à la protection de l'environnement	05/02/1983	C.Benjedid
Décret n090-78	Relatif aux études d'impact sur l'environnement	27/02/1990	M.Hamrouche
Décret n093-68	Relatif aux modalités d'application du texte sur les activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement	01/03/1993	B.Abdesslem
Décret n093-160	Réglémentant les rejets d'effluents liquides industriels	10/07/1993	B.Abdesslem
Décret exécutif n0 93-161	Réglémentant le déversement des huiles et lubrifiants dans le milieu naturel.	10/07/1993	B.Abdesslem
Décret exécutif n0 93-162	Fixant les conditions et modalités de récupération et de traitement des huiles usagées.	10/07/1993	B.Abdesslem
Décret exécutif n0 93-165	Réglémentant les émissions Atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides des installations fixes	10/07/1993	B.Abdesslem
Décret exécutif n0 94-43	Fixant les règles de conservation des gisements d'hydrocarbures et de protection aquifères associés.	30/01/1994	R.Malek
Décret exécutif n0 2000-73	Complétant le décret exécutif n093-165 du 10/07/1993 Réglémentant les émissions atmosphériques de fumées, gaz, poussières, odeurs et particules solides des installations fixes	01/04/2000	A. Benbitour
Loi n0 01/19	Relatif à la gestion, au control et à l'élimination des déchets	12/12/2001	A.Boutiflika

Annexe n°2

Les Produits chimiques Utilisés :

1- Silicate de sodium :



C'est une base forte et réagit violemment avec les acides en développant de la chaleur. Incolore (de limpide à peu opalescent).



Figure (1) : Silicate de sodium

2- Acide Sulfurique : H₂SO₄



Composé chimique corrosif de formule H₂SO₄.

C'est un déshydratant vigoureux, réagit violemment avec NaOH, NH₄OH et EAU en développant de la chaleur. Réagit violemment avec les métaux: Na et K.

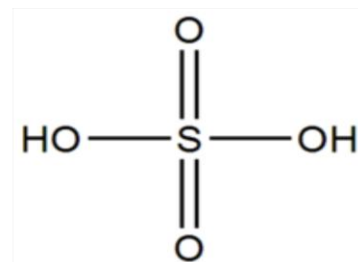


Figure (2) : Acide Sulfurique(H₂SO₄).

3-Silice Activée :



Figure(5): Bourbier artificiel



Figure(6): Rejets eaux huileuses après le traitement