

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche Scientifique



Université de Ghardaïa



Faculté des Sciences et Technologies
Département de Génie des procédés

N° d'Ordre :
N° de série :

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Domaine : Sciences et Technologies

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

Par : OULAD LAID Assia

REZGUI Halima

Thème

***L'étude des procédés de déshuilage des eaux
huileuse dans l'industrie pétrolière***

Soutenu publiquement le : 27/09/2020

Devant le jury :

TOUAITI Farid	MCB	Univ. Ghardaïa	Président
MANSOURI Khaled	MCB	Univ. Ghardaïa	Examineur
BENARIMA Zine El Abidine	MAB	Univ. Ghardaïa	Examineur
RAACHE Imane	MCB	Univ. Ghardaïa	Encadreur

Année universitaire 2019/2020

Dédicace

Avec gratitude et sincérités je dédie ce modeste Travail à :

** À mes très chers parents fond du cœur. Qu'ils trouvent ici l'hommage de ma gratitude qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera jamais à la hauteur de leur éloquence et leur dévouement. Aucune dédicace ne pourra exprimer la profondeur de mes sentiments*

** A mon frère Abd Elouaheb en témoignage et en gratitude de son soutien permanent , son réconfort moral, et son encouragement sans cesse pour me voir atteindre ce but, pour tout cela et pour ce qui ne peut être dit, mes affectations sans limite.*

** A Mes frères: BOUAMAMA, MOUKHTAR,*

ABD ELHADI

** A Mes Sœurs : FELLA, SOUAD, NOUR ELHODA,*

FATIMA, OM HANI, SARA

** A mes amis : HALIMA, KHADRA, ZAHRA, DJIHED*

** A tout ce qui a contribues à la réalisation de ce travail.*

** A toute la famille: OULA LAID, BITOUR*

** Et pour tout qui me connais de près ou de loin*

" Assia "

Dédicace

Avec gratitude et sincérités je dédie ce modeste Travail à :

** À mes très chers parents fond du cœur. Qu'ils trouvent ici l'hommage de ma gratitude qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera jamais à la hauteur de leur éloquence et leur dévouement. Aucune dédicace ne pourra exprimer la profondeur de mes sentiments*

** Mes frères : SMAHI, KHAMED*

** Mes sœurs : HANAN, ANFEL, BOUCHRA, YOUSRA, MIRA, WISSAM, RADJAA, HANAA*

** A mes amis : ASSIA, KHADRA, MANEL ZADJIA, HANAN, RADIA, HADJER, ZAHRA, IKRAM, RANDA*

** A tout ce qui a contribues à la réalisation de ce travail.*

** A toute la famille : REZGUI, BOUSSIHA*

** Et pour tout qui me connais de près ou de loin*

"Halima"

Remerciement:

Avant tout, nous remercions notre Bon Dieu tout puissant de nous avoir accordé la force, le courage et les moyens afin de pouvoir réaliser ce travail.

Ce travail a été réalisé au niveau de service d'exploitation des unités de "OUED NOUMER " et " HAUOD BERKAOUI " société de SONATRACH. Ce travail doit beaucoup à l'aide précieuse de membres de service, Nous voudrais saluer et remercier tous les membres de ce service, et en particulier ; citant:

Mr. CHEHIMA Moussa, Mr. HAKEM Lakhdar.

*Nous aimerions exprimer notre admiration sans limite pour Madame le Docteur **RAACHE Imane**, directeur de ce thème. Grâce à sa bonté et sa gentillesse. Sans elle, ce thème n'aurait jamais été. Elle nous a fait une grande confiance en nous proposant cette étude et en acceptant d'encadrer notre travail. Nous lui sommes extrêmement reconnaissants pour nous avoir consacré du temps, surtout dans la correction de ce manuscrit.*

*Nous adressons sincère remerciement aux membres de jury Mr **TOUAITI Farid**, Mr **MANSOURI Khaled** et Mr **BENARIMA Zine El Abidine** qui ont accepté de juger notre travail.*

A Nos Enseignants de la Faculté de Science et Technologies à l'Université de GHARDAIA. Nous adressons tous nos sincères remerciements.

Enfin, Nous ne pourrions oublier de remercier du fond du cœur nos parents pour nous avoir toujours permis de suivre le chemin des études. Merci pour leurs soutiens, leurs encouragements et sur tout leur amour qui a toujours été une source motivante.

LISTE DES ABREVIATIONS

API	American Petroleum Institute
BP	Base Pression.
C-101	Bac tampon
C-102	Cuve CPI
C-103	Décanteur lamellaire
C-104	Flottateur à turbines cyclones
C-105	Epaississeur
C-106	Cuve de récupération d'huiles
C-107	Cuve de relevage d'eau huileuse
C-108	Fosse d'huiles
C-109	Cuve d'eau traitée
C-110	Cuve d'eau filtrée
C-111	Fosses de trop plein (regards de collecte)
C-112A/B/C/D	Lits de séchages des eaux de lavage des filtres et des boues
CFP	compagnie française de Pétrole
CPI	Corrugated Plate Interceptor
DCS	Distributed Control system
ERI	Eaux Résiduaires Industrielles
F-101 A/B	Filtre en céramique
H-101	Hangar
HBK	Haoud Berkaou
HC	Hydrocarbure(s)
HP	Haut Pression
MCE	Mixed Cellulose Ester
MES	Matières En Suspension
MF	Microfiltration
MP	Moyenne Pression
MS-105	Racleur
MS-106	Disque rotatif pour récupération d'huile

LISTE DES ABREVIATIONS

MS-107	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
ONR	Oued Noumer
P-101A/B	Pompes d'expédition d'huile
P-101C/D	Pompes de relevage d'huile
P-102 A/ B	Pompes de relevage des eaux huileuses
P-103A/B	Pompes d'expédition de boues
P-104A/B	Pompes d'alimentation des filtres
P-105A/B	Pompes de lavage des filtres
P-106A/B	Pompes booster (eau de service)
P-107A/B	Pompes booster (eau potable)
PEHD	Polyéthylène Haut Densité
Ppm	Partie par million
R-103	Ballons de saturation à air
Rpm	Tour par minute
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	Cuve à boues
S-108	Cuve d'huile
UF	Ultrafiltration
XV-101	Vanne automatique

LISTE DE FIGURES

Chapitre I

Figure I-1	Organigramme de différentes classes des eaux usées industriel	5
Figure I-2	Traitement des eaux usées huileuses	10
Figure I-3	Principe de la coagulation et flocculation	12
Figure I-4	Mécanisme d'interaction entre les bulles de gaz et les gouttelettes d'huile pendant la flottation.....	13
Figure I-5	Les principaux procédés d'oxydation avancés.....	17
Figure I-6	les étapes de photocatalyse hétérogène.....	19
Figure I-7	Principe de Photocatalyse.....	20

Chapitre II

Figure II-1	Carte Géographique Du Section Oued-Noumer.....	25
Figure II-2	Unité de Déshuilage d'OUED NOUMER.....	26
FigureII-3	Ballon Flash.....	27
Figure II-4	Bac Tampon C-101.....	28
Figure II-5	Cuve CPI C-102.....	29
Figure II-6	Décanteur Lamellaire C-103.....	30
Figure II-7	Cuve de flottation C 104	30
Figure II-8	Cuve d'eau traitée C-109.....	31
Figure II-9	Les filtres F-101 A /B.....	31
Figure II-10	Cuve d'eau filtrées C-110.....	32
Figure II-11	Cuve de relevage des eaux de purge, de trop plein et des by-pass ...	32
Figure II-12	Fosse d'huile C-108.....	33
Figure II-13	Cuve de recuperation des huiles C-106.....	33
Figure II-14	L'épaississeur C-105.....	34
Figure II-15	Lits de séchage.....	34

LISTE DE FIGURES

Figure II-16	Situation géographique de HAOUUD BERKAOUI.....	35
Figure II-17	station de déshuilage du champ de HBK.....	36
Figure II-18	Ballons flache.....	37
Figure II-19	Bac tampon.....	37
Figure II-20	la cuve C.P.I S-102.....	38
Figure II-21	Cuve de floculation S-103.....	38
Figure II-22	Cuve de flottation S-104.....	39
Figure II-23	Cuve d'épaississement de boues.....	40
Figure II-24	Centrifugeuse et pelleteuse.....	40

Chapitre III

Figure III-1	Organigramme général de la procédure expérimentale.....	42
Figure III-2	Un organigramme qui simplifie les procédés de traitement de station déshuilage champ ONR indiquant les points d'échantillonnage.....	44
Figure III-3	Un organigramme qui simplifie des procédés de traitement de station déshuilage champ HBK indiquant les points d'échantillonnage.....	45

Chapitre IV

Figure IV-1	La teneur en HC et en MES des eaux à l'entrée et à la sortie de l'unité ONR.....	54
Figure IV-2	La teneur en HC et en MES des eaux à l'entrée et à la sortie de l'unité HBK.....	55
Figure IV-3	Efficacité de traitement des unités de déshuilage ONR et HBK.....	57
Figure IV-4	Evolution du MES, HC et pH en fonction du temps d'irradiation.....	58
Figure IV-5	Variation journalière de MES avant et après le traitement par photocatalyse	61
Figure IV-6	Variation journalière du teneur en HC avant et après le traitement par photocatalyse	62
Figure IV-7	Échantillon des eaux huileuse avant et après la photocatalyse.....	63

LISTE DE TABLEAUX

Chapitre I

Tableau I-1	Les sources des effluents huileux.....	5
Tableau I-2	Taille des gouttelettes dans le mélange E/H.....	6

Chapitre III

Tableau III-1	Les matériels utilisés dans les teste photocataytique.....	46
Tableau III-2	Les produits et matériels utilisés dans les analyses des HC	48
Tableau III-3	Les matériels utilisés dans les analyses de MES.....	49

Chapitre IV

Tableau IV-1	paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau d'entrée aux unités.....	52
Tableau IV-2	Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau de rejet ONR.....	53
Tableau IV-3	Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau de rejet HBK.....	55
Tableau IV-4	Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau brute et traitée par photocatalyse.....	60

TABLE DE MATIERES

<i>Dédicace</i>	I
<i>Remerciement</i>	III
<i>Liste d'abréviation</i>	IV
<i>Liste de figures</i>	VI
<i>Liste de tableaux</i>	VIII
Introduction générale.....	1

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées et les techniques de traitement

I.1. Introduction	4
I.2. Pollutions de l'eau	4
I.2.1. Domestique	4
I.2.2. Agricole	4
I.2.3. Industrielle	5
I.3. Les eaux usées industrielles	5
I.3.1. Les différents types d'eaux usées industrielles.....	6
I.4. Les eaux huileuses	6
I.4.1. Définition des eaux huileuses	6
I.4.2. Les eaux huileuses pétrolières	7
I.4.2.1. Caractérisation des eaux huileuse pétrolières	8
1.Paramètres Organoleptiques.....	8
2.Paramètres Physiques-chimiques.....	8
I.4.3. L'impact des eaux huileuses.....	9
I.4.4.Normes de rejet	10
I.4.5. Les techniques de traitement des eaux huileuses.....	10
I.4.5. 1.Traitement primaire.....	11
I.4.5. 1.1.Séparation par gravité.....	12
I.4.5. 1.2.Séparations par centrifuges	12
I.4.5. 2.Traitement Secondaire	12
I.4.5. 2.1.Traitement chimique: coagulation et floculation.....	12
I.4.5. 2.2.La Flottation.....	14
I.4.5. 2.3. La filtration.....	15

TABLE DE MATIERES

I.4.5. 2.4.Traitement membranaire	15
I.4.5. 2.5.Photocatalyse	16
I.4.5. 3.Le traitement tertiaire.....	16
I.4.5. 3.1.Evaporation.....	16
I.4.5. 3.2.Adsorption par Charbon Actif	16
I.4.5. 3.3.Traitement biologique.....	17
I.4.5. 3.4.L'osmose inverse.....	17
I.5. La photocatalyse.....	18
I.5.1 Introduction	18
I.5.2 Les Procédés d'Oxydation Avancées (POAs).....	18
I.5.3 La photocatalyse hétérogène	19
I.5.4 Photocatalyseur.....	19
I.5.5 Historique.....	19
I.5.6 Principe	20
I.5.7 Choix du photocatalyseur.....	22
I.5.8 La photocatalyseur TiO ₂	22
I.5.Conclusion	22

Chapitre II : Présentation de la station de déshuilage des régions HBK et ONR

II.1.Introduction.....	23
II.2. Présentation Générale de la Direction d'OUED NOUMER.....	24
II.3. Présentation de la station de déshuilage d'ONR.....	25
II.3. 1.Descriptif et philosophie de fonctionnement des équipements.....	26
II.3.1.1- Ballon flash.....	26
II.3.1.2-Bac Tampon C-101.....	26
II.3.1.3-Cuve CPI C-102	27
II.3.1.4- Décanteur Lamellaire C-103.....	28
II.3.1.5- Cuve de flottation C-104.....	29
II.3.1.6- Cuve d'eau traitée C-109.....	30
II.3.1.7- Les filtres F-101 A /B.....	30

TABLE DE MATIERES

II.3.1.8- Cuve d'eau filtrées C-110.....	31
II.3.1.9- Cuve de relevage des eaux de purge, de trop plein et des by-pass C-207.....	31
II.3.1.10- Fosse d'huile C-108.....	32
II.3.1.11- Cuve de récupération des huiles C-106.....	32
II.3.1.12- L'épaississeur C-105.....	32
II.3.1.13- Lits de séchage.....	33
II.4. Présentation générale de la région de HAOUD BERKAOUI.....	34
II.5. Présentation de la station de déshuilage du champ de HBK	35
II.5. 1.Descriptif et philosophie de fonctionnement des équipements.....	36
II.5.1. 1-Ballons flache.....	36
II.5.1. 2- Bac tampon S-101.....	36
II.5.1. 3 - Cuve C.P.I S-102.....	37
II.5.1. 4- Cuve de floculation S-103.....	37
II.5.1. 5 - Cuve de flottation S-104.....	38
II.5.1. 6 - Cuve d'eau traitée S-106	38
II.5.1. 7 - Cuve d'huile S-108.....	38
II.5.1. 8 - Cuve à boues S-107.....	38
II.5.1. 9 - Cuve d'épaississement de boues S-105.....	39
II.5.1. 10 - Centrifugeuse MS-110.....	39
II.5.1. 11- Station de préparation et dosage de la silice active SAC MS-112.1/2	40
II.5.1.12- Station de préparation et dosage du polyélectrolyt MS-113.1/2.....	40
II .6. Conclusion.....	40

Partie II: Etude Expérimentale

Chapitre III : Matériels et Méthodes

III.1. Echantillonnage.....	42
III.1.1 Unité de déshuilage d'Oued Noumer.....	42
III.1.2 Unité de déshuilage de Haoud Berkaoui.....	43
III.1.3 Le prélèvement pour le traitement photocatalytique.....	44
III.2. Partie laboratoire.....	45

TABLE DE MATIERES

III.2.1 Les tests photocatalytique.....	45
III.2.1.1 Matériels et produits utilisés pour le traitement.....	45
III.2.1.2 Méthode de traitement.....	46
III.2.2 Analyse physico-chimique.....	46
III.2.2.1. Détermination de la teneur en Hydrocarbure HC.....	46
III.2.2.2. Mesure de la quantité des matières en suspension (M.E.S).....	48
III.2.2.3. Mesure de Potentiel d'hydrogène (pH).....	49
Chapitre IV : Résultats et discussion	
IV.1 Introduction.....	50
IV.2 Analyses de performance de l'unité de déshuilage.....	50
IV.2.1 Caractérisation des échantillons de l'eau à épurer.....	50
IV.2.1 Caractérisation des échantillons de l'eau à épurer.....	51
IV.2.2 Evaluation de l'efficacité du traitement de l'unité.....	52
IV.2.2.1 Caractérisation de l'eau de rejet.....	52
IV.2.2.1.1 Unité de ONR.....	52
IV.2.2.1.2 Unité de HBK.....	53
IV.2.2.2 Le taux d'abattement des paramètres étudiés dans les unités de déshuilage.....	55
IV.3 Traitement par photocatalyse.....	56
IV.3.1. Optimisation de temps de traitement	56
IV.3.2. Analyse des caractéristiques de l'échantillon.....	57
IV.3.2.1 La température	57
IV.3.2.2 Le potentiel hydrogène (pH)	58
IV.3.2.3 Les matières en suspension (MES).....	60
IV.3.2.4 Les hydrocarbures (HC).....	61
IV.4 Conclusion.....	62
Conclusion Générale.....	63
Références bibliographiques.....	66
Annexes	
Résumé	

Introduction Générale

Introduction générale

Les activités humaines ont un effet néfaste sur l'environnement en polluant l'eau que nous buvons, l'air que nous respirons et le sol dans lequel poussent les plantes. Bien que la révolution industrielle ait été un grand succès en termes de technologie, de société et de fourniture de services multiples, elle a également introduit la production d'énormes quantités de polluants émis dans l'air, le sol et l'eau. Ce dernier est l'un des types de pollution les plus dangereux car les gens dépendent de l'eau dans tous les domaines de leur vie pour survivre.

La pollution est définie comme l'introduction dans l'environnement de substances nocives pour l'homme et d'autres organismes vivants. Les polluants sont des solides, des liquides ou des gaz nocifs produits à des concentrations plus élevées que d'habitude qui réduisent la qualité de notre environnement.

La pollution de l'eau est le changement qui se produit dans les éléments internes de sa composition, ce qui nuit à la santé publique et à la vie aquatique et rend l'eau inutilisable, et ce type de pollution a de nombreuses sources dont: l'agriculture (à cause des pesticides et des engrais), des rejets ménagers, les marées noires, l'eau usée et l'eau usée de diverses industries.

L'industrie pétrolière et gazière génère aussi beaucoup d'eau polluée (eaux huileuses) issue de l'extraction du pétrole et du gaz, les principaux polluants de ces eaux sont classés en plusieurs catégories : les métaux lourds, les toxines organiques, les matières azotées, les huiles et les graisses, les matières phosphorées, les matières organiques et matières en suspension. Ces industries rejettent leurs eaux polluées (eaux huileuses) souvent directement dans l'environnement (rivières, nappes, mer) et il est donc impératif pour elles de traiter ces effluents afin de prévenir toute pollution.[1]

Dans le domaine de l'environnement, les institutions concernées par la protection de l'environnement cherchent à créer un équilibre entre le développement durable, les personnes et l'environnement. C'est ce qui lui a fait déterminer Les valeurs limites de rejets en fonction de valeurs limites fixées par la réglementation en vigueur et des capacités d'acceptation du milieu récepteur.[2]

Introduction générale

Dans le cadre de la concrétisation de la politique de l'entreprise relative à la protection de l'environnement, la direction régionale de SONATRACH a mis en place une station de déshuilage dans chaque centre producteur. La capacité de traitement de ces stations de déshuilage dépend de la capacité de production.[3]

De nombreux procédés chimiques ou encore physiques sont en application. Cependant, chacune de ces méthodes présente des avantages et des inconvénients. La recherche de méthodes alternatives ou complémentaires pour le traitement des eaux usées a conduit depuis quelques années à l'émergence de nouvelles technologies. Parmi ces technologies, les procédés dits d'oxydation avancés (POA) . Il s'agit de technologies basées sur la production d'espèces réactives oxydantes qui vont permettre l'oxydation d'un grand nombre de polluants organiques. L'oxydant le plus utilisé est le radical hydroxyle en raison de sa haute réactivité. [4] L'un des objectifs de ce travail est d'étudier la technique photocatalytique hétérogène

La photocatalyse hétérogène a déjà montré une certaine faisabilité dans plusieurs publications et études de dégradation de certains polluants connus ou dans le domaine de traitement des eaux synthétiques, mais rarement en ce qui concerne l'abattement de l'indice d'hydrocarbures d'une eau réelle.[5]

Notre mémoire de fin d'étude est basé sur l'étude de procédés de traitement des eaux huileuses au niveau de deux l'unité de déshuilage " stations d'Oued Noumer" et " Haoud Berkaoui " et d'évaluer l'efficacité de leur traitement, ainsi que l'étude de la faisabilité d'appliquer le traitement par photocatalyse hétérogène solaire sur les eaux huileuses de cette station de Haoud Berkaoui.

Notre étude comporte deux principales parties :

La première partie est une synthèse bibliographique, elle comporte deux chapitres:

- Le premier chapitre concerne les données théoriques qui déterminent les propriétés des eaux huileuses produites par les industries pétrolières et leur caractéristique, et d'étudier les différents techniques de traitement appliqués sur ces eaux (primaire, secondaire et tertiaire) et la technique sur laquelle nous nous sommes concentrés dans ce chapitre c'est la technique photocatalytique, qui est classée dans le traitement secondaire.

Introduction générale

- La deuxième chapitre abordera une description générale du lieu de notre stage " les zones industrielles : OUED NOUMER et HAUOD BERKAOUI ", et on va voir principe de fonctionnement des équipements et toutes les étapes que l'eau huileuse va suivre dans les deux stations.

La deuxième partie est la partie pratique elle contient les deux derniers chapitres de cette étude:

-Le premier chapitre sera réservé aux matériels et méthodes utilisés lors des expérimentations

- la deuxième chapitre est consacré à présenter la discussion des résultats obtenus au cours des diverses expérimentations a été réalisées:

*L'évaluation de performance des deux l'unité de déshuilage (ONR et HBK) où sera nous présentons l'ensemble des résultats de caractérisations physico-chimiques obtenues et évaluation du rendement des deux l'unité après caractérisation de ses eaux de rejet.

*Application de traitement par photocatalyse hétérogène solaire aux eaux huileuses d'unité HBK"

Une conclusion générale synthétisant les principaux résultats obtenus dans cette étude, et des recommandations qui ouvrent de nouvelles perspectives afin d'améliorer le traitement des eaux huileuses

PARTIE I :
Synthèse bibliographique

Chapitre I :

Généralités sur les eaux usées huileuses et les techniques de traitement

I.1. Introduction :

L'eau est une denrée rare en Algérie et moins renouvelable. Elle fait actuellement l'objet d'une exploitation concurrentielle entre les besoins de la population, ceux de l'industrie et de l'agriculture qui se disputent une disponibilité limitée.[6]

Les ressources en eau existantes sont menacées par une pollution causée par les rejets d'eaux urbaines et industrielles dans les milieux récepteurs, par exemple, les eaux usées industrielles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute[7], et la matière organique en provenance généralement des eaux usées domestiques. Certaines substances précieuses, telles que la farine, l'huile, le sucre, vont devenir de gros polluants lorsqu'ils sont rejetés dans les plans d'eau. Les hydrocarbures et les huiles sont parmi les plus importants polluants en raison de ses propriétés intrinsèques.[5]

Alors, il est nécessaire de traiter les eaux usées avant leur évacuation dans le milieu récepteur, afin de lutter contre leurs effets nocifs.

I.2. Pollutions de l'eau :

On appelle pollution de l'eau toute modification des caractéristiques de l'eau ayant un caractère gênant ou nuisible pour les usages humains, la faune ou la flore.[8]

Il existe trois sources principales de pollution :

I.2.1. Domestique :

Résulte les eaux ménagères qui se composent surtout de pollution organique (matières fécales, urines, graisses, déchets organiques, papier, ...), microbiologique ('microbes' dans les eaux vannes principalement) et chimique (détergents, produits domestiques divers, ...).[9]

I.2.2. Agricole :

Engendre des rejets de matières organiques (fumiers), d'engrais chimiques (nitrates et phosphates) et de pesticides très divers.

Ces produits sont très rarement rejetés directement dans les eaux de surface, mais leur épandage en excès (pour des raisons d'agriculture intensive) entraîne leur lessivage par les eaux de pluie et une pollution diffuse des eaux de surface et des eaux souterraines.[9]

I.2.3. Industrielle :

Reflète la diversité des usages, elle peut se composer principalement des déchets organiques (industrie agro-alimentaire,...), mais également de multiples polluants chimiques tels que hydrocarbures (e.a. pétro-chimie), métaux lourds (pétro-chimie, métallurgie, construction mécanique, teinturerie, tannerie,...), de dissolvants (e.a phénols ...), de produits azotés (industrie des engrais, explosifs, ...).[9]

I.3. Les eaux usées industrielles :

Les eaux usées industrielles regroupent toutes les eaux qui sont en principe rejetées par les usines dans l'environnement[10] , leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre, Elles peuvent être soit à caractère organique dominant (résidus des industries alimentaires et conserveries, abattoirs ou élevages industriels, laiteries et fromageries,...), à caractère minéral dominant (eaux de lavage des graviers, des carrières, de l'industrie sidérurgique, de l'industrie chimique minérale lourde,...) ou à caractère mixte[5] , dont elles peuvent contenir:

- Des graisses (industries agroalimentaires).
- Des hydrocarbures (raffineries, et unités pétrochimique).
- Des métaux (métallurgie).
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimique diverses,Tanneries).
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermique).
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

I.3.1. Les différents types d'eaux usées industrielles :

On peut classer les eaux usées industrielles selon leur utilisation :

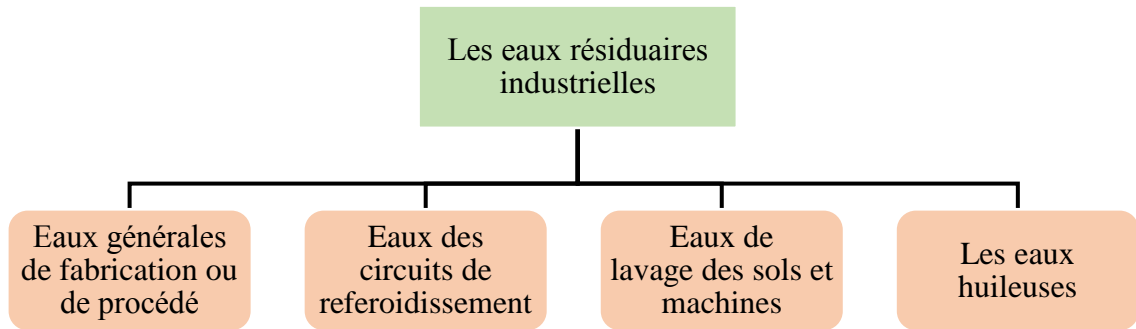


Figure I-1 : Organigramme de différentes classes des eaux usées industrielles [11]

I.4. Les eaux huileuses :

I.4.1. Définition des eaux huileuses:

Les eaux usées contenant des émulsions huile-dans-eau (H / E) sont générées dans de nombreux procédés industriels.

Le tableau I.1 regroupe les concentrations des effluents huileux dans les principaux procédés industriels.[12]

Tableau I-1 : Les sources des effluents huileux [12]

Processus industriel	Concentration d'huile (mg / L)
Raffinage du pétrole	20–4000
Traitement et finition des métaux	100–20000
laminage d'aluminium	5000–50000
Etirage de fil de cuivre	1000–10000
la transformation des aliments (poissons et fruits de mer)	500–14000
Raffinage d'huiles comestibles	4000–6000
Fabrication de peinture	1000–2000
Nettoyage des eaux de cale des navires	30–2000
Lavage de voiture	50–2000
Maintenance d'aéronefs	500–1500
Le traitement du cuir (effluents de tannerie)	200–40000
Récirage de la laine	1500–12500
Préservation du bois	50–1500

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées huileuses et les techniques de traitement

Les eaux huileuses sont généralement sous forme émulsifiée. La rupture de l'émulsion et de l'élimination des huiles nécessite une compréhension de ses propriétés physiques et de sa composition chimique. L'huile dans les eaux usées peut être d'origine minérale, animale ou végétale. La teneur en huile est généralement classée en quatre catégories en fonction de sa forme physique, comme l'illustre le tableau I-2 ci-dessous.[12]

Tableau I-2 : Taille des gouttelettes dans le mélange E/H [12]

Type d'huile	Diamètre des gouttelettes D_g (μm)
Huile libre (flottante)	≥ 150
Huile dispersée	20-150
Huile émulsifiée	≤ 20
Huile dissoute	≤ 5

- 1. Huile libre (flottante) :** elle remonte rapidement à la surface de l'eau dans des conditions de repos.
- 2. Huile dispersée :** c'est un ensemble de fines gouttelettes stabilisées par leurs charges électriques sans présence de tensioactifs.
- 3. Huile émulsifiée :** elle a une distribution similaire à celle de l'huile dispersée, mais sa stabilité est améliorée en raison des interactions avec les émulsifiants (principalement les tensioactifs) présents à l'interface H / E.
- 4. Huile dissoute :** l'huile n'est pas présente sous forme de gouttelettes visibles, mais vraiment dissoute chimiquement ou dispersée en gouttelettes extrêmement fines.[12]

I.4.2. Les eaux huileuses pétrolières :

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.[11]

I.4.2.1. Caractérisation des eaux huileuse pétrolières :

Pour traiter un problème de pollution des eaux usées industrielles rejetées vers l'environnement ou destinées pour un éventuel recyclage, il est nécessaire de définir et d'évaluer les éléments susceptibles d'altérer la qualité de ces eaux ainsi que les paramètres caractéristiques de la pollution de ces eaux.[13]

1. Paramètres Organoleptiques :

a. Couleur :

Généralement les eaux de production ont la couleur marron sombre qui tend vers le noir, signe de présence des hydrocarbures libres et en émulsion ainsi que des matières colloïdale en suspension.[11]

b. Odeur :

Les eaux industrielles ont une odeur de moisi, signe la présence des matières organiques en décomposition.[14]

c. Turbidité :

La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).[13]

2. Paramètres Physiques-chimiques :

a. Hydrocarbures (HC) :

Ces composés C_xH_y ont pour propriétés d'être apolaires ou peu apolaires.[11] Il désigne le pétrole sous toutes ses formes (pétrole brut, le fuel-oil, les résidus d'hydrocarbures et les produits raffinés: (condensats, huiles minérales, gasoils, essences...).[15]

L'hydrocarbure peut être présent dans l'eau sous plusieurs formes, il peut avoir une solubilité variable dans l'eau ainsi qu'il exige des traitements différents et son élimination est très complexe.[11]

b. Matières en suspension (MES):

Les matières en suspension sont exprimées en mg/l. Ce sont les matières non dissoutes contenues dans l'eau. Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques. Elles donnent à l'eau une apparence trouble et souvent un mauvais goût et une mauvaise odeur. [6]

Les techniques d'analyses font appel à la séparation directe par filtration ou centrifugation.

c. Potentiel d'hydrogène (pH):

Le pH est un indicateur de la pollution par excellence, est une mesure de l'acidité de l'eau c'est-à-dire de la concentration en ions d'hydrogène (H^+). Le pH des eaux usées varie suite à la nature des effluents basiques ou acide. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau. [16]

d. Température :

La température de l'eau est un facteur écologique important, elle agit comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau. La température des eaux usées variera d'une saison à l'autre et également selon l'emplacement géographique.[17]

I.4.3. L'impact des eaux huileuses :

Les eaux usées huileuses constituent une menace importante pour le sol, l'eau, l'air et les êtres humains en raison de la nature dangereuse de leur contenu huileux.[18]

1- Ces eaux contenant des graisses et des huiles peuvent par formation de films ou de couches superficielles, empêcher l'accès de l'air dans les cours d'eau, et causer des intoxications aux organismes vivants aquatiques (la destruction de la faune et de la flore aquatiques) et par conséquent, rendre impossible toute autre utilisation bénéfique des cours d'eau (par exemple la pêche et l'agriculture).[19]

2- La présence de plusieurs constituants dans les différents rejets d'eaux usées huileuses peut entraîner une détérioration de la qualité du sol, une érosion du sol et une pollution de l'air avec émission d'odeurs nauséabondes.[20]

3- Si les eaux usées ne sont pas traitées et éliminées dans des conditions d'hygiène satisfaisantes, elles peuvent entraîner des nuisances par infiltration et altérer la qualité de l'eau souterraine par une pollution organique, une salinisation, une acidification, une augmentation de la teneur en fer, une coloration, ou un empoisonnement. Cela provoque de nombreuses maladies telles que le choléra et d'autres infections intestinales.[19]

Pour cela, il est nécessaire de traiter ces eaux afin qu'elles puissent être réutilisées pour économiser les ressources en eau et préserver la santé humaine et l'environnement.

I.4.4. Normes de rejet :

Les rejets industriels pétroliers peuvent être l'origine des différents types de pollution de l'eau qui causent des problèmes environnementaux graves.[21]

Pour qu'un écosystème aquatique puisse se développer de façon équilibré, et pour éviter de causer des problèmes environnementaux, plusieurs pays établissent des normes de rejet afin d'atténuer les impacts négatifs de rejet des eaux usées industrielles épurées dans les milieux récepteurs.[13]

A l'échelle nationale, La réglementation algérienne a consacré un seul texte qui spécifie les normes de rejets concernant les effluents liquides industriels citées au sein du décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006, définissant les valeurs limites des constituants des rejets d'effluents liquides industriels. [13] (Voire Annxe 01)

I.4.5. Les techniques de traitement des eaux huileuses :

Les émulsions d'eau grasse sont les principaux polluants émis dans l'eau par l'industrie pétrolière. Elles constituent le principal problème de pollution car l'eau produite par les champs pétroliers présente des caractéristiques distinctives en raison de la matière organique et inorganique. Elle comprend principalement du sel et des hydrocarbures, qui peuvent être toxiques pour l'environnement.[12]

Jusqu'à présent, les stations d'épuration des eaux usées huileuses, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général. [22]

Les différents degrés de traitements conventionnels sont : traitement primaire, traitement Secondaire et traitement tertiaire.

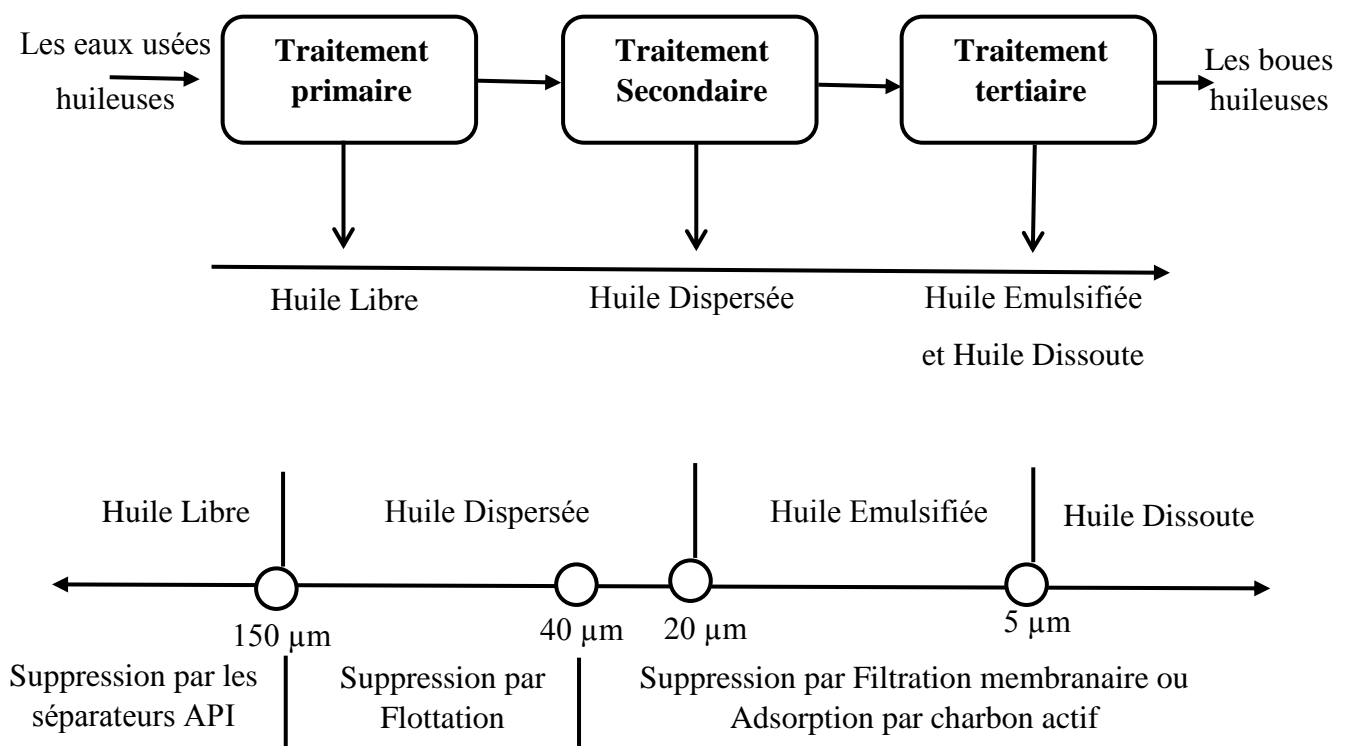


Figure I-2 : Traitement des eaux usées huileuses [12]

I.4.5.1 Traitement primaire :

Cette étape consiste à des étapes de séparation physique utilisées principalement pour éliminer l'huile libre et certains des solides présents, basant sur les différences de densité. Les techniques courantes utilisées sont la gravité et les séparations centrifuges.[12]

1.4.5.1.1- Séparation par gravité :

Il s'agit la méthode la moins chère et la plus couramment utilisée pour éliminer l'huile libre ($D_p \geq 150 \mu\text{m}$) dans les eaux usées huileuses. Elle est basée sur la différence de densité entre les deux phases l'huile et l'eau. L'huile remonte à la surface d'un réservoir et elle est ensuite écrémée. L'efficacité d'un séparateur par gravité dépend de la conception hydraulique appropriée et du temps de rétention des eaux usées.

Il existe plusieurs types d'équipements pour mettre en œuvre la séparation par gravité. Les principaux systèmes commerciaux sont : les séparateurs API, les coalesceurs à plaques et les unités de flottation.[12]

1.4.5.1.2- Séparations par centrifuges :

La centrifugation est une méthode très efficace par rapport à la séparation par gravité car moins d'espace et de temps de fonctionnement sont nécessaires. La centrifugation permet de traiter de grands volumes d'eaux usées à faible coût d'exploitation.

Dans les centrifugeuses, le liquide s'écoule dans un chemin circulaire en raison du mouvement de rotation de l'appareil : la phase aqueuse plus lourde est projetée vers la région extérieure par la force centrifuge, tandis que la phase huileuse plus légère est collectée près du noyau vortex et elle est ensuite éliminée.[12]

1.4.5.2 Traitement Secondaire :

Le but de cette étape est de casser les émulsions H / E et d'éliminer l'huile dispersée. Ces opérations peuvent être largement classées comme des méthodes chimiques, physiques ou électriques.[12]

1.4.5.2.1- Traitement chimique : coagulation et floculation

Le traitement chimique peut être utilisé avec des eaux usées huileuses pour éliminer l'huile en suspension ou colloïdale. Le dosage chimique dans les systèmes huile-eau ne génère pas de séparation en soi, mais peut conduire à des meilleures performances de l'équipement de séparation physique en générant des gouttelettes d'huile plus grandes. Les gouttelettes d'huile dans un milieu aqueux portent une charge de surface, et lorsque deux gouttelettes se rapprochent, la répulsion électrostatique les empêche de former des agrégats

plus gros. L'utilisation d'additifs chimiques déstabilise la phase dispersée en réduisant la charge à la surface des gouttelettes d'huile, servant à briser l'émulsion et à favoriser la coalescence des gouttelettes. La collecte en phase dispersée (huile) peut être réalisée par deux mécanismes : la coagulation et la floculation.[12]

➤ **Coagulation :**

Parfois les solides en suspension ne se déposent pas selon la méthode de sédimentation et de gravité et, par conséquent, les solides non décantables sont autorisés à se déposer par l'addition de certains produits chimiques, ce processus est appelé coagulation. Le pH, la température et le temps de contact sont les facteurs de contrôle les plus importants dans le processus de coagulation.[23]

➤ **Floculation:**

La floculation est le processus de grossissement et d'uniformisation des petits flocons formés lors de l'introduction du coagulant. Elle a pour but d'augmenter la probabilité des contacts entre les particules colloïdales déstabilisées et leur agglomération, pour accroître son volume, sa masse et sa cohésion.[24]

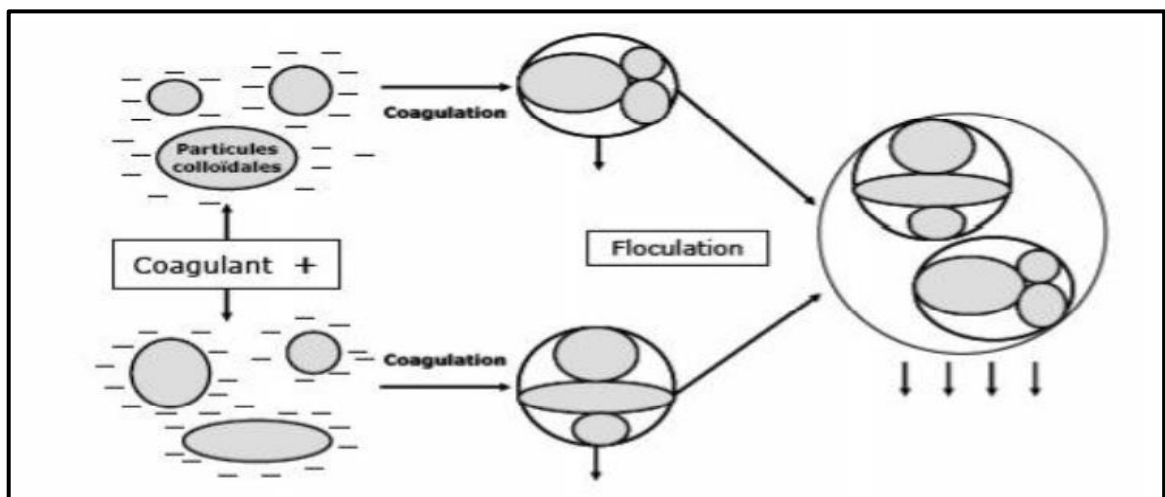


Figure I-3 : Principe de la coagulation et floculation.[24]

Dans tous les cas, le traitement chimique favorise la coalescence des gouttelettes d'huile, qui peuvent ensuite être éliminées mécaniquement par plusieurs techniques. [12]

1.4.5.2.2- La Flottation :

Elle peut être considérée comme une méthode physico-chimique pour l'élimination de l'huile émulsionnée. De fines bulles d'air sont introduites dans les eaux usées, et leur adhérence aux gouttelettes d'huile ou même aux solides légers en suspension les rend plus flottantes.

L'huile ou les solides peuvent alors remonter plus rapidement à la surface du réservoir où ils sont éliminés sous forme de mousse aérée. La flottation nécessite généralement l'utilisation de produits chimiques qui agissent principalement comme coagulants ou flocculants. [12]

Le mécanisme d'interaction entre les bulles d'air et les gouttelettes d'huile est illustré à la Figure I-4 et suit ces étapes :

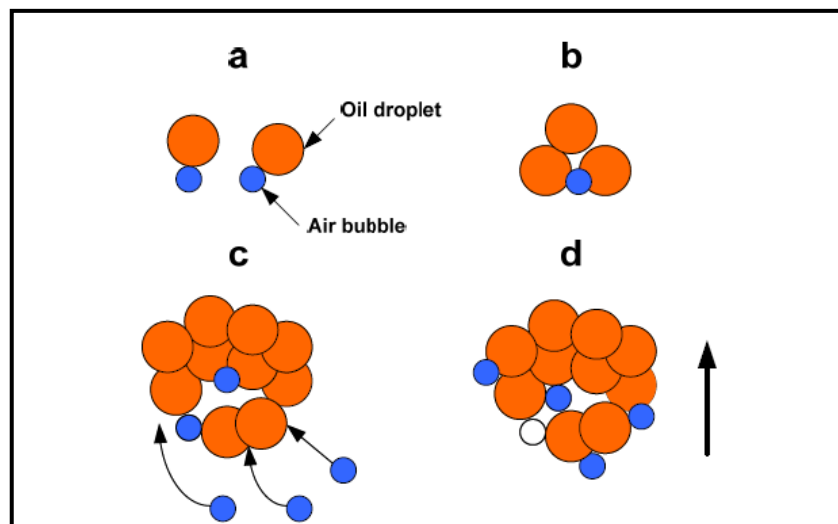


Figure I-4 : Mécanisme d'interaction entre les bulles de gaz et les gouttelettes d'huile pendant la flottation [12]

- a.** Collision et fixation de fines bulles d'air à la surface des gouttelettes d'huile.
- b.** Collision entre des gouttelettes fixées au gaz avec formation d'agglomérats.
- c.** Piégeage de plus de bulles de gaz dans la structure flocculée des gouttelettes d'huile à mesure qu'elle monte.
- d.** Élévation vers le haut des structures de flocons dans une action de balayage appelée flocculation par balayage.[12]

1.4.5.2.3- La filtration :

La filtration a été largement utilisée pour la séparation des huiles libres et émulsionnées. Dans ce processus les eaux usées huileuses passent à travers un lit filtrant de matériau granulaire qui adsorbe les gouttelettes d'huile ou améliore la coalescence des gouttelettes (filtration-coalescence). Normalement une configuration avec une taille de pore d'environ 0,1 à 0,5 μm est utilisée à cet effet[23]. Il est utilisé pour éliminer les solides en suspension, les graisses, les huiles, les bactéries...etc.

Les effluents purifiés peuvent être collectés à la sortie du filtre. Le mécanisme d'élimination de l'huile implique une filtration directe basée sur la taille des gouttelettes, la coalescence induite, qui favorise la croissance des gouttelettes d'huile et l'adsorption physique de l'huile sur le matériau filtrant.[12]

1.4.5.2.4- Traitement membranaire :

Une membrane est simplement une barrière synthétique qui empêche le transport de certains composants en fonction de diverses caractéristiques. Les membranes sont très diverses dans leur nature avec le seul thème unificateur à séparer. Les membranes ont l'avantage d'être de simples dispositifs de séparation efficaces pour retenir l'huile, la graisse, les métaux ... etc.

Les membranes peuvent être liquides ou solides, homogènes ou hétérogènes et peuvent varier en épaisseur. Ils peuvent être fabriqués pour être électriquement neutres, positifs, négatifs ou bipolaires. Ces différentes caractéristiques permettent aux membranes d'effectuer de nombreuses séparations différentes.[25]

Les avantages des procédés à membrane sont le moindre coût en capital et l'absence d'addition chimique. [26]En outre, une technologie de séparation à membrane unique n'est pas une bonne solution au problème du traitement des eaux usées huileuses. Elle doit être différente ou être une technologie de séparation par membrane combinée avec les méthodes traditionnelles de la technologie de séparation par membrane traitement combiné des eaux usées.[27]

1.4.5.2.5- Photocatalyse :

La photocatalyse est un procédé d'oxydation avancé qui a montré un fort potentiel pour le traitement des eaux usées huileuses.

La photocatalyse est l'accélération de la photolyse en ajoutant des semi-conducteurs photosensibles (lumière UV ou solaire), les semi-conducteurs les plus courants pour la photocatalyse comprennent le TiO₂, l'oxyde de zinc (ZnO), le sulfure de cadmium, l'arséniure de gallium, le phosphore de gallium et le trioxyde de tungstène. Parmi ceux-ci, TiO₂ s'est avéré être un semi-conducteur idéal pour la photocatalyse en raison de sa stabilité élevée, de son faible coût et de sa sécurité pour les humains et l'environnement.[28]

1.4.5.3 Le traitement tertiaire :

C'est la dernière étape et n'est pas toujours nécessaire où c'est un processus physico-chimique visant à réduire les niveaux de composés organiques et inorganiques dissous. Ce procédé est utilisé avec les eaux usées huileuses pour éliminer les fractions d'huile finement dispersées, émulsionnées et solubles.

L'évaporation, l'adsorption par charbon actif, le traitement biologique et l'osmose inverse sont les principaux traitements utilisés.[12]

1.4.5.3.1- Evaporation :

L'évaporation est un processus de transfert de chaleur qui produit un changement de phase d'au moins l'un des composants d'un mélange liquide. Il est utilisé pour la récupération d'un liquide volatil à partir d'un mélange, et le produit résiduel pourrait être un liquide, un solide ou une combinaison des deux. Les évaporateurs conviennent à des faibles volumes de déchets en raison de la grande quantité d'énergie requise.

Les évaporateurs ne retirent pas l'huile usagée du flux liquide, ils ne font que réduire le volume de déchets réduisant les coûts d'élimination. Ils sont faciles à utiliser, ils nécessitent peu d'espace et le type d'huile n'est pas critique. Cependant, leur nettoyage demande beaucoup de travail et leur utilisation ne doit donc être envisagée que lorsque les autres systèmes de traitement ne fonctionnent pas.[12]

I.4.5.3.2- Adsorption par Charbon Actif :

Cette technique est basée sur l'adsorption des contaminants sur un lit de charbon actif. Le charbon actif peut être utilisé pour polir les effluents des usines de traitement des eaux usées huileuses afin d'éliminer les composés organiques dissous résiduels restant après les traitements primaires et secondaires.[12]

I.4.5.3.3- Traitement biologique :

L'utilisation de traitements biologiques devient de plus en plus populaire dans le domaine des eaux usées huileuses caractérisées par une forte teneur en matières organiques et des hydrocarbures pétroliers, même si la présence de fortes concentrations d'une phase huileuse séparée nécessite généralement des prétraitements appropriés.[29]

➤ Traitement biologique par boues actives :

Les boues activées dans les bassins d'aération utilisent le vecteur de l'état actuel comme microorganismes purificateurs, par adsorption, et concentrées à la surface des microorganismes des boues activées pour décomposer la matière organique. [27]

➤ Les bio-filtres :

La méthode du filtre biologique à bio-filtre est à l'intérieur de sorte que les microorganismes adhèrent au filtre, les eaux usées du haut descendent à travers la surface du filtre et les polluants organiques adsorbés sont décomposés par les micro-organismes[27]

I.4.5.3.4- L'osmose inverse :

L'osmose inverse est l'un des processus membranaires entraînés par la pression et se caractérise par sa faible taille des pores de la membrane (moins de 0,5 nm) et ses pressions de fonctionnement élevées (30–50 bar). L'osmose inverse permet une élimination du sel qui ne peut pas être atteinte par des procédés MF ou UF. De plus, il s'agit de la meilleure technologie disponible pour séparer les solides dissous totaux (TDS), et des taux d'élimination de plus de 95% peuvent être atteints.[30] Comme pour les autres processus membranaires, le principal inconvénient est la baisse du flux de perméat due à l'encrassement de la membrane. L'osmose inverse est couramment appliqué comme étape finale d'un processus hybride afin d'obtenir des effluents de bonne qualité.[12]

I.5. La photocatalyse :

I.5.1 Introduction :

De nos jours, avec la quantité croissante d'eaux usées huileuses rejetées par notre vie quotidienne et les différentes industries, y compris l'industrie pétrolière, la séparation huile / eau est devenue un défi mondial urgent. Plus d'attention et d'efforts ont été consacrés au développement de nouvelles méthodes et à la conception de nouveaux matériaux pour séparer les mélanges huile / eau à faible coût, propriété stable et rendement élevé[31], parmi les méthodes proposées, le photocatalytique, il a reçu une grande attention au cours de la dernière décennie, principalement en raison de sa grande efficacité pour éliminer les micropolluants organiques récalcitrants, toxiques et non biodégradables des eaux usées[32]

Donc: Qu'est-ce que le processus de photocatalyse et comment fonctionne-t-il?

I.5.2 Les Procédés d'Oxydation Avancées (POAs):

Les procédés d'Oxydation Avancées (POAs) émergent comme une nouvelle technologie alternative et prometteuse dans le domaine de la dépollution des eaux usées. Les procédés d'oxydation avancée sont définis comme des procédés mettant en jeu la formation des radicaux hydroxyles OH^\bullet en quantité suffisante et à température ambiante, ces radicaux sont capables de décomposer les molécules organiques les plus récalcitrantes en molécules biologiquement dégradables ou en composés minéraux tels CO_2 et H_2O .

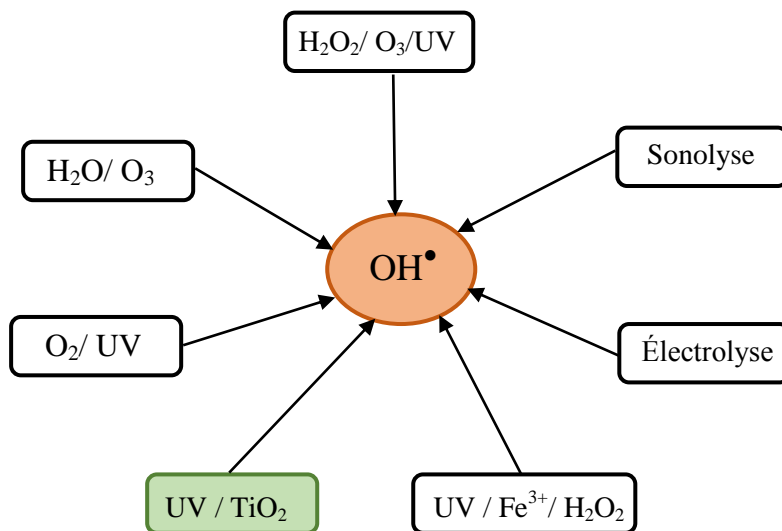


Figure I-5 : Les principaux procédés d'oxydation avancés.[5]

I.5.3 La photocatalyse hétérogène :

La photocatalyse est une technique de dépollution qui se classe parmi les procédés d'oxydation avancés (POA). [33]

La photocatalyse hétérogène est un processus catalytique qui se repose sur l'excitation d'un photocatalyseur (semi-conducteur) par un rayonnement lumineux conduisant à l'accélération de la photo réaction en faisant intervenir des réactions entre les paires électron/trou et les produits organiques adsorbés à la surface du semi-conducteur [34], à pour but la minéralisation complète des polluants organiques en CO₂ et autres composés minéraux.[35]

Où le qualificatif « hétérogène » signifie que le catalyseur est solide tandis que le milieu fluidique où il travaille peut-être soit gazeux, soit liquide, voire aqueux. [36]

I.5.4 Photocatalyseur :

Les photocatalyseurs sont des matériaux semi-conducteurs dont l'absorption de photons permet de promouvoir un électron depuis la bande de valence vers la bande de conduction alors séparées énergétiquement par une bande interdite appelée band gap. De cette promotion naît alors au sein du matériau une paire dite électron-trou qui sera à l'origine de réactions d'oxydo-réduction des composés adsorbés à sa surface, générant de fait des espèces radicalaires dont OH[•] au fort pouvoir oxydant.[35]

I.5.5 Historique :

L'étude de la photocatalyse est une discipline scientifique dont les premières publications datent du XX^{ème} siècle, La première d'entre en 1911 où le terme photocatalyse est apparu dans plusieurs communications scientifiques. En Allemagne, Eibner a intégré ce concept dans ses études sur l'effet de l'illumination de ZnO sur le blanchiment du bleu de Prusse.[35, 37]

En 1924 cette observation a inspiré des expériences ultérieures d'utilisation de ZnO comme photocatalyseur pour d'autres réactions telles que la réduction d'Ag⁺ en Ag sous irradiation. Puis, en 1938, le TiO₂ a été étudié comme photosensibilisateur pour blanchir

les colorants en présence d'O₂, En 1972, Fujishima et Honda ont signalé une oxydation de H₂O photo-assistée avec production de H₂ à l'aide d'électrodes TiO₂ sous irradiation UV.

En 1983, Fox et Chen ont étudié l'oxydation photocatalytique des amines aliphatiques en utilisant le TiO₂ en suspension. Par la suite, la photocatalyse au TiO₂ a été appliquée pour la dégradation des divers polluant comme les pesticides, les insecticides, les composés azotés, les colorants qui sont susceptibles d'être complètement oxydés en CO₂ et H₂O. [34]

I.5.6 Principe :

Parmi les diverses applications de la photocatalyse est le traitement des eaux. Le processus de la photocatalyse hétérogène peut être décrite à travers cinq étapes .

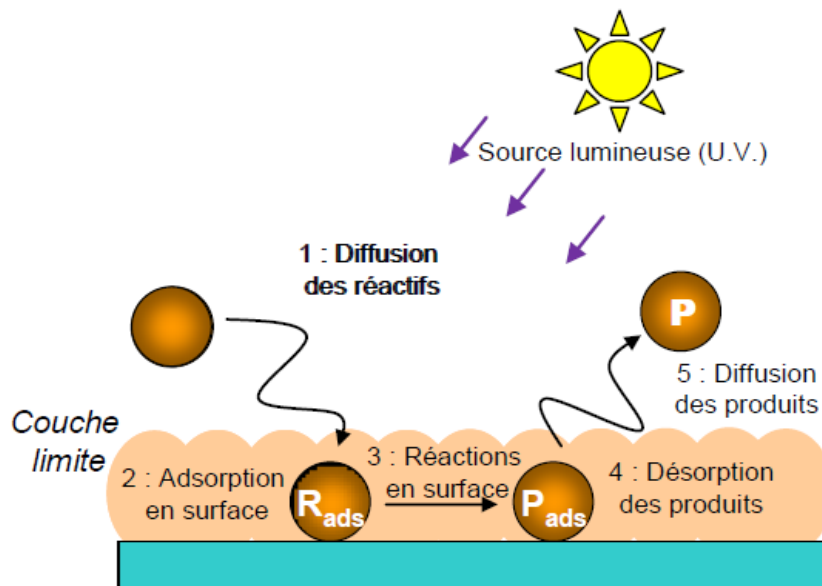
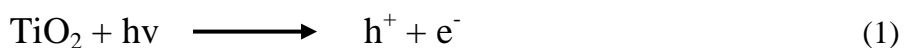


Figure I-6: les étapes de photocatalyse hétérogène. [38]

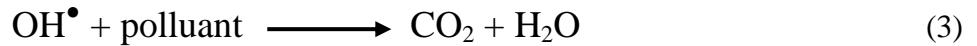
Le processus photocatalytique repose sur l'excitation de TiO₂ par un rayonnement lumineux de longueur d'onde inférieure à 387 nm, ce qui correspond à une énergie supérieure ou égale à la largeur de la bande interdite (3,2 eV). [39] Sous excitation lumineuse, les électrons (e⁻) de la bande de valence (BV) du semi-conducteur passent vers la bande de conduction (BC), laissant une charge positive ou trou (noté h⁺) dans la BV.[40]



Un électron de la bande de valence est promu à la bande de conduction avec formation d'un trou positif (h^+). Les trous réagissent avec l'eau et les polluants organiques adsorbés sur la surface de TiO_2 , suivant la réactions (2):



Les radicaux hydroxyles formés participent également à la dégradation des polluants :



Les électrons quant à eux réagissent avec des accepteurs d'électrons tels que le dioxygène pour former alors des radicaux superoxydes. Cette réaction (4) est très importante car c'est elle qui limite la recombinaison des charges:



En l'absence d'accepteur et de donneur d'électrons appropriés, on assiste alors à la recombinaison e^-/h^+ , cette réaction est très rapide.

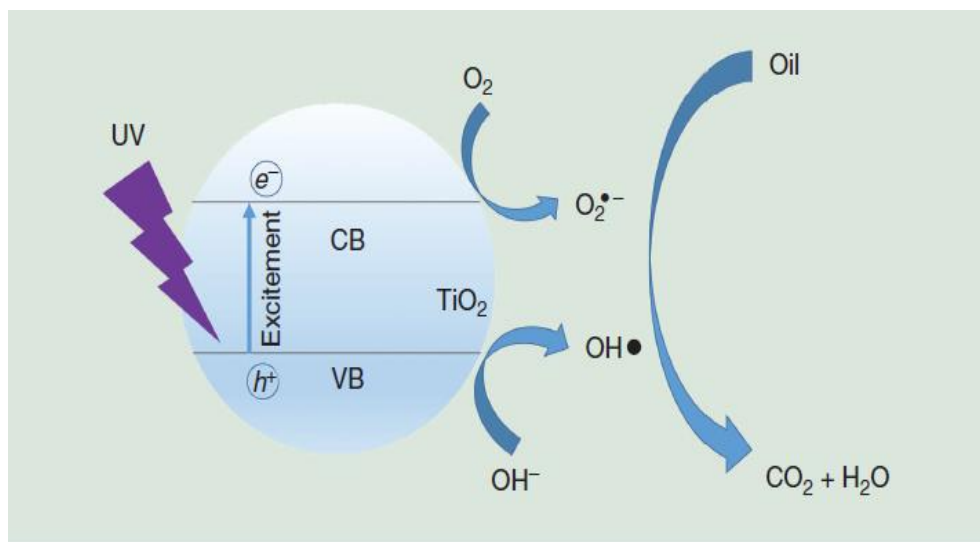


Figure I-7 : Principe de Photocatalyse [28]

I.5.7 Choix du photocatalyseur :

Le choix d'un semi-conducteur dans le procédé photocatalytique apparaît limité par suite des critères très sélectifs comme l'activité catalytique, l'insolubilité, la non toxicité au contact du milieu réactionnel et sous irradiation. Le TiO_2 s'impose donc comme le meilleur compromis entre l'activité photo catalytique et l'inertie chimique.

De plus, le TiO_2 n'est pas coûteux, il est non toxique et peut être utilisé avec la lumière solaire, ce qui réduit le coût du traitement.[5]

I.5.8 La photocatalyseur TiO_2 :

L'oxyde de titane est le photocatalyseur le plus étudié, car c'est un semi-conducteur relativement sûr et peu coûteux, non toxique et biocompatible, semble être le plus efficace et combine d'une part de bonnes propriétés d'adsorption vis-à-vis du réactif et d'autre part une capacité d'absorption des photons, Il présente une stabilité photochimique et une activité photocatalytique favorable au traitement des pollutions.[41]

Les avantages du dioxyde de titane ont permis le développement des applications dans des procédés de purification de l'eau et de l'air, le TiO_2 est aussi utilisé dans la production de matériaux autonettoyants et/ou antibactérien: vitres, armatures de tunnels, dalles en céramique et à la prévention de la formation d'odeurs. [41]

I.6. Conclusion :

Ce chapitre a fait ressortir que les eaux usées huileuse industrielles ont des compositions particulières en fonction du process industriel et des produits utilisés.

S'agissant des eaux usées huileuse d'industrie pétrolière en particulier, ils contiennent des composés organiques (hydrocarbures) de nature différente et de concentrations variables, ce qui rend leur rejet dans l'environnement indésirable car elles sont à l'origine de nombreuses contaminations des eaux de surface et souterraine.

Dans cette partie, il a également été mis en évidence les différents types de traitement des eaux usées huileuses (primaire, secondaire et tertiaire) où ces eaux sont traitées selon le degré et le type de la pollution afin d'améliorer leur qualité et les rendre conforme aux normes de rejet ou aux spécifications de réutilisation.

Chapitre II :

*Présentation de la station de déshuilage
des régions HBK et ONR*

1. Introduction :

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.

Dans le cadre de la protection de l'environnement, SONATRACH s'est attelée très tôt à la mise en œuvre d'un programme ambitieux visant la prise en compte des significations environnementales liées à ses activités et ses services en réalisant des stations de déshuilage ou traitement des eaux de rejets industriels sur toutes ses installations. Parmi eux, OUED NOUMER et HAOUD BERKAOUI, qui sont au centre de notre étude pour ce chapitre.

Dans ce chapitre, on va parler d'une façon générale sur les champs de notre étude (HAOUD BERKAOUI et site d' Oued Noumer) et bien détaillée sur les unités de traitement de déshuilage et on va voir tous les équipements et toutes les étapes que l'eau huileuse va suivre dans les deux stations.

II.2. Présentation Générale de la Direction d'OUED NOUMER :

Les gisements d'Oued Noumer sont situés dans le Sahara septentrional entre les régions de Hassi R'mel, Haoud Berkaoui et localisés sur des fermetures structurales plus ou moins faillées. Le site d'Oued Noumer est parmi les plus anciens sites pétroliers en Algérie il a été découvert en 1969 par SONATRACH et mis en production 1972.

La direction d'Oued Noumer est située à 140 km au sud-est de champ gazier de Hassi R'mel et à 220km au nord-ouest du champ pétrolier de Hassi Messaoud. IL est rattaché à la direction Régionale de Hassi R'mel. Son siège administratif et sa base de vie sont installés à 5km au nord de la route national 49, axe routière relie Ghardaïa à Ouargla et à environ 45km de la ville de Ghardaïa et 20km de la ville de Zelfana.

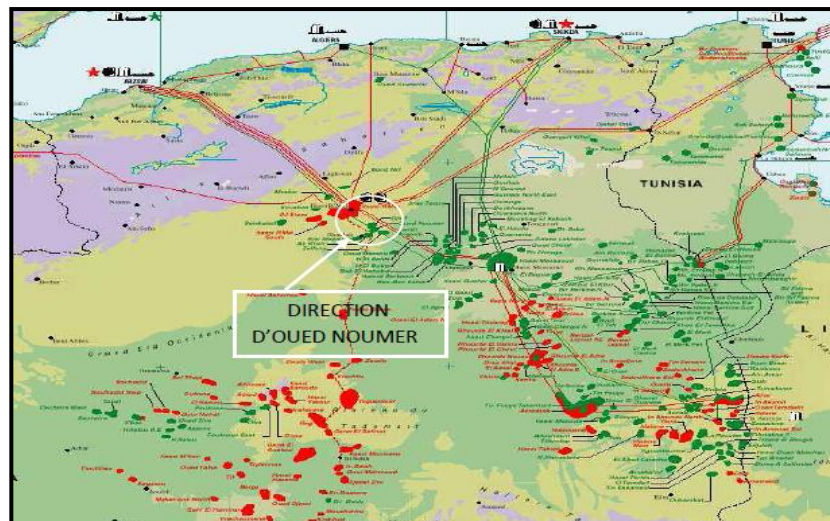


Figure II-1: Carte Géographique Du Section Oued-Noumer[42]

Dans le cadre de la mise en application de la politique de l'Entreprise relative à la protection de l'environnement, la Direction Régionale de Hassi R'mel s'est attelée très tôt à la mise en oeuvre d'un programme ambitieux visant l'élimination sinon la réduction au maximum des impacts environnementaux significatifs liés à ses activités et ses services en réalisant deux stations de traitements des eaux de rejets industriels au niveau d'Oued Noumer et Ait Kheir (Wilaya de Ghardaïa – Algérie). [42]

II.3. Présentation de la station de déshuilage d'ONR:

La capacité unitaire de traitement de station d'Oued Noumer est de 500 m³/j. L'élimination des hydrocarbures et des matières en suspension (MES) est effectuée par des méthodes purement physiques telles que la séparation CPI (Corrugated Plate Interceptor), la décantation, la filtration, la flottation.

Les huiles surnageantes sont récupérées à l'aide des déshuileurs ou d'écumeurs, sont ensuite envoyées vers une cuve de récupération des huiles et puis expédiées à l'aide d'une pompe vers le centre de production. Les matières solides sont récupérées sous forme de boues liquides qui seront envoyés vers un épaisseur puis envoyées vers des lits de séchage par une pompe à vis.

L'eau traitée, ayant débarrassée des huiles et des particules solides, sera envoyée vers la cuve d'eau traitée puis expédiée vers des filtres à 25 microns. Une partie de l'eau filtrée servira au lavage des filtres pendant l'étape de régénération de ces derniers, l'autre partie sera envoyée vers les lits de séchage pour améliorer la décantation des boues et sera ensuite récupérée à l'entrée de la station de déshuilage. [42]

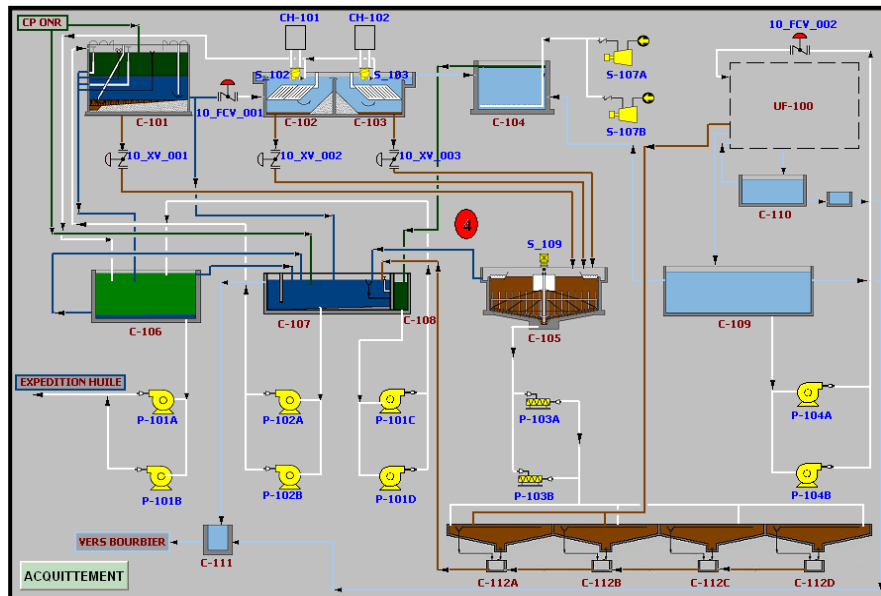


Figure II-2 : Unité de Déshuilage d'OUED NOUMER[42]

II.3. 1.Descriptif et philosophie de fonctionnement des équipements :

II.3.1.1- Ballon flash :

Il s'agit d'un séparateur horizontal d'une capacité maximale de 400 m³ /hr. Il reçoit les eaux de rejet huileuses provenant des séparateurs et des manifolds. Ce ballon est placé en amont de la station de déshuilage et sert à séparer le mélange liquide / gaz à 0.5 bar et à la température ambiante. Il récupère au maximum le gaz qui accompagne les eaux de rejet l'envoi vers la torche. Les eaux huileuses, sont collectées en bas du ballon et seront acheminées, par gravité, vers le bac tampon C-101.[42]



FigureII-3 : Ballon Flash[42]

II.3.1.2-Bac Tampon C-101:

C'est un bac réalisé en béton et de forme rectangulaire a un volume de 500 m³ reçoit les effluents du ballon flash B-101 et les eaux huileuses provenant de la cuve des eaux du trop-plein, des purges et de by pass C-107. La conception du bac tampon est basée sur la différence de densité entre l'huile, l'eau usée et les solides. Le bac tampon effectuer Une séparation préliminaire pour réduire le contenu d'huile et favoriser la précipitation des matériaux en suspension. Le temps du séjour est de 24 heures, la plupart des solides en suspension seront collectées au fond du bassin comme couche de sédiments. [42]

Les huiles surnageâtes dans le premier compartiment seront récupérées par un écrémeur flottant S-101A. Ce dernier est secouru par une vanne télescopique. Dans le deuxième compartiment, les huiles seront récupérées par un écrémeur fixe S-101B secouru aussi par une vanne télescopique. Les huiles récupérées seront envoyées vers la cuve de récupération des huiles C-106, les eaux seront évacuées vers la cuve CPI C-102 à travers une boucle de réglage commandée par le DCS , tandis que les boues seront envoyées vers la cuve d'épaississement des boues C-105 à travers la vanne automatique 10XV001 réglée à s'ouvrir toutes les huit heures pendant huit secondes vers l'épaississeur C-105.[42]

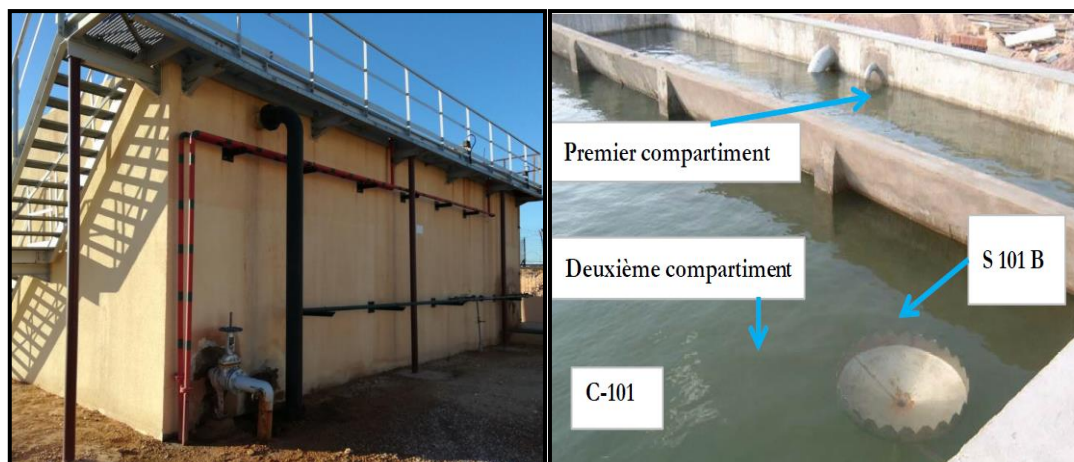


Figure II-4 : Bac Tampon C-101.[42]

II.3.1.3 -Cuve CPI C-102 (Corrugated Plate Interceptor/intercepteur à tôles gaufrées):

C'est un dispositif de séparation par gravité d'une capacité de 23 m³ reçoit les effluents du bac tampon C-101. La plupart des solides en suspension seront collectés au fond du séparateur comme une couche de sédiment, l'huile surnagera dans la partie supérieure du séparateur, et l'eau usée sera au niveau de la couche moyenne entre l'huile et les solides. La séparation se fait au moyen de tôles gaufrées en PEHD entre l'eau, l'huile et les solides en suspension. Chaque plaque fournit plus de surface pour les gouttelettes d'huile suspendues pour fusionner en des gouttelettes de plus en plus grandes engendrant leur montée rapide à la surface de l'eau. [42]

En outre, ces tôles gaufrées encouragent les particules solides d'être collectées et glissées plus rapidement au fond du séparateur. Les huiles surnageantes seront récupérées par un déshuileur à disques rotatifs (Discoil) S-102 puis envoyées vers la cuve de récupération des huiles C-106.

Les boues seront collectées au fond de la cuve et évacuées vers l'épaississeur C-105 à travers une vanne automatique 10XV002 réglée à s'ouvrir chaque huit heures pendant huit secondes, tandis que les eaux chargées en MES seront envoyées vers le décanteur lamellaire C-103.[42]

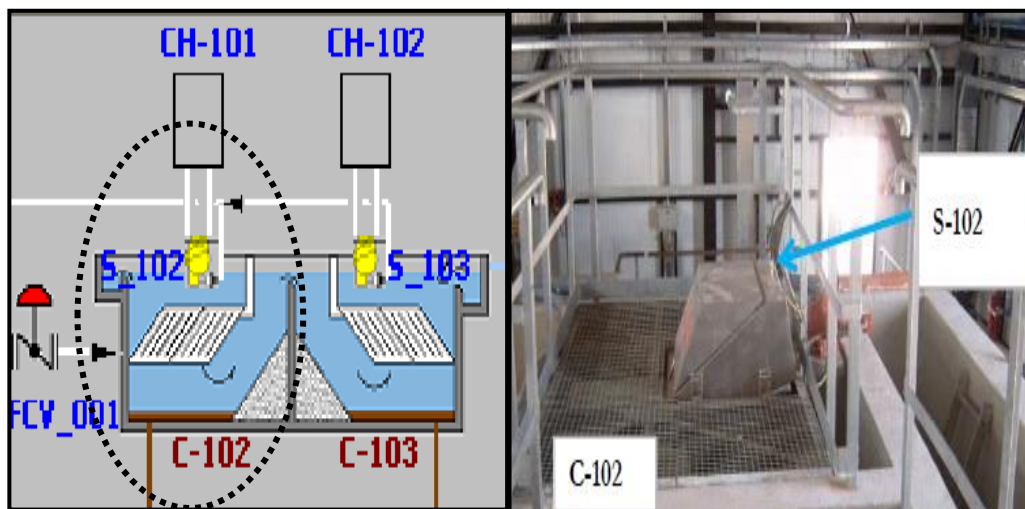


Figure II-5 : Cuve CPI C-102.[42]

II.3.1.4- Décanteur Lamellaire C-103:

Le décanteur lamellaire C-103 d'une capacité de 23 m³ reçoit l'effluent du CPI. La conception de ce séparateur est basée de même sur la différence de densité entre l'huile, l'eau usée et les matières en suspension. Cette séparation se fait au moyen des lamelles constituées de plaques en PEHD. Les huiles surnageantes seront récupérées par un déshuileur à disques rotatifs (Discoil) S-103 puis envoyées vers la cuve de récupération des huiles C-106. Les boues seront collectées au fond de la cuve et évacuées vers l'épaississeur C-105 à travers une vanne automatique 10XV003 réglée à s'ouvrir chaque huit heures pendant huit secondes. Les eaux seront acheminées vers la cuve de flottation C-104. [42]

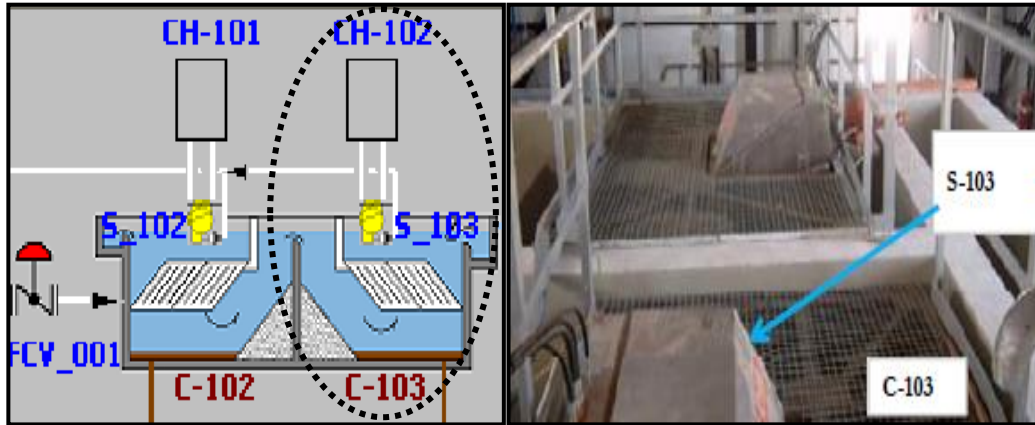


Figure II-6: Décanteur Lamellaire C-103.[42]

II.3.1.5- Cuve de flottation C-104:

L'eau arrive par gravité vers le flottateur C-104 de capacité 27 m³. Ce flottateur permet de réduire encore la teneur en huiles libres des eaux décantées. Cette cuve est équipée d'une raquette submergée sur laquelle sont fixés des disques diffuseurs d'air. Cette raquette de diffuseurs sera équipée à l'amont d'un manomètre pour le contrôle de débit d'air et d'une vanne d'isolement pour la régulation de ce débit d'air. Les fines bulles d'air sont introduites dans le liquide à traiter par l'intermédiaire de compresseur d'air.

L'huile entoure les bulles d'air et remonte à la surface sous formes d'écumes. Ces écumes sont récupérées par une goulotte S-104 auto stable, et sont ensuite évacuées gravitairement vers la fosse des huiles C-108 puis acheminées vers la cuve de récupération des huiles C-106. L'eau traitée est envoyée vers la cuve d'eau traitée C-109.[42]

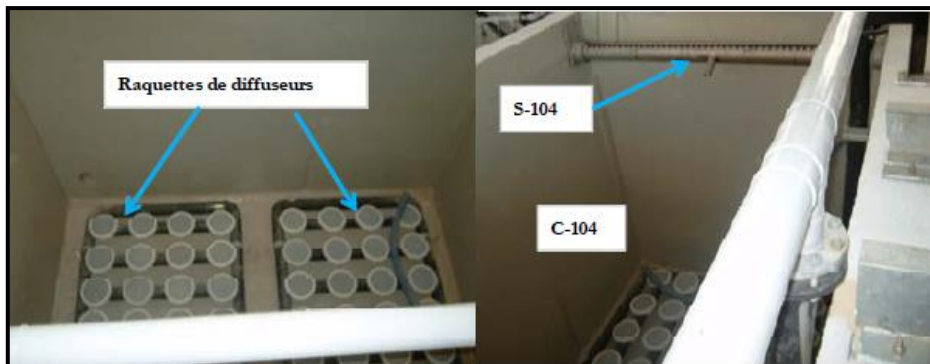


Figure II-7 : Cuve de flottation C-104.[42]

II.3.1.6- Cuve d'eau traitée C-109:

La cuve C-109 de capacité 35 m³ reçoit l'eau traitée qui provient du flottateur C-104 et l'eau de trop plein des filtres F-101 A/B. L'eau traitée sera envoyée vers les filtres à travers les pompes P-104 A /B.[42]

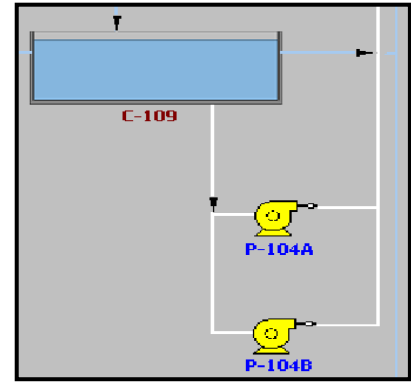


Figure II-8 : Cuve d'eau traitée C-109.[42]

II.3.1.7- Les filtres F-101 A /B:

Le filtre F-101 est un filtre vertical à couche homogène de céramique oléophile adapté au traitement des émulsions eau/huile avec présence de matières en suspensions.

L'eau traitée provenant des pompes P-104 A/B entre par la partie supérieure du filtre. L'eau percole de haut en bas sur le lit de céramique en fixant les sphérules d'huile et les fines particules de matières en suspension qui grossissent et viennent combler les intervalles, créant ainsi une augmentation progressive de la perte de charge.

L'eau de trop plein est envoyée vers la cuve d'eau traitée C-109. Une fois le lit filtrant est saturé à un certain seuil, le cycle de régénération déclenche. Après l'arrêt de l'alimentation de l'oléofiltre, une injection d'eau propre, depuis la cuve d'eau filtrée C-110, en partie inférieure du filtre, assure l'expansion du lit filtrant et l'entraînement des sphérules d'huiles vers la sortie d'eau de lavage qui sera acheminée vers les lits de séchage C112 A/B/C/D.[42]

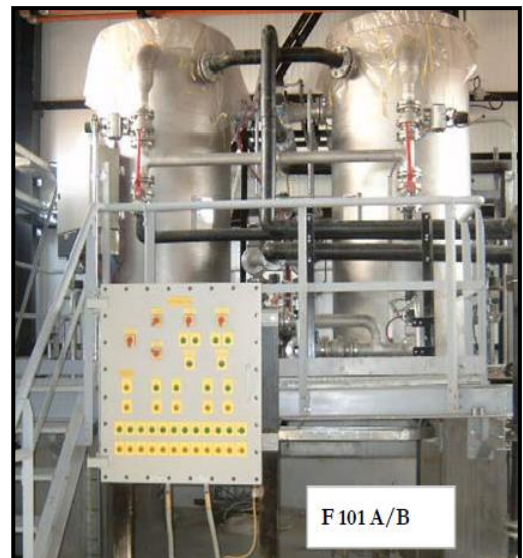


Figure II-9 : Les filtres F-101 A/B.[42]

II.3.1.8- Cuve d'eau filtrées C-110:

De capacité 16 m³, elle reçoit l'eau filtrée provenant de l'oléo-filtre. L'eau filtrée sert à laver le filtre dans le cycle de régénération.[42]

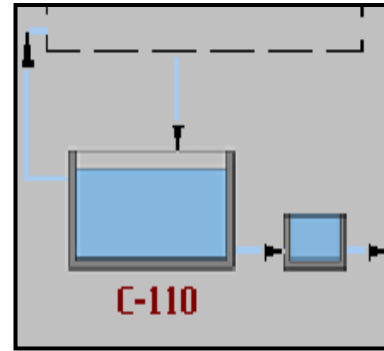


Figure II-10 : Cuve d'eau filtrées C-110.[42]

II.3.1.9- Cuve de relevage des eaux de purge, de trop plein et des by-pass C-107:

Cette cuve de capacité 50m³ récupère les eaux des purges, de trop-plein, de by-pass et reçoit aussi les eaux huileuses provenant des ateliers de maintenance. Ce bassin est équipé de pompes de reprise des eaux chargées vers le bassin tampon (P-102 A/B) et d'un écrémeur S-105 pour récupérer les huiles dans la fosse C-108. Ces huiles récupérées seront ensuite envoyées vers la cuve de récupération des huiles à travers les pompes P 101 C/D.[42]

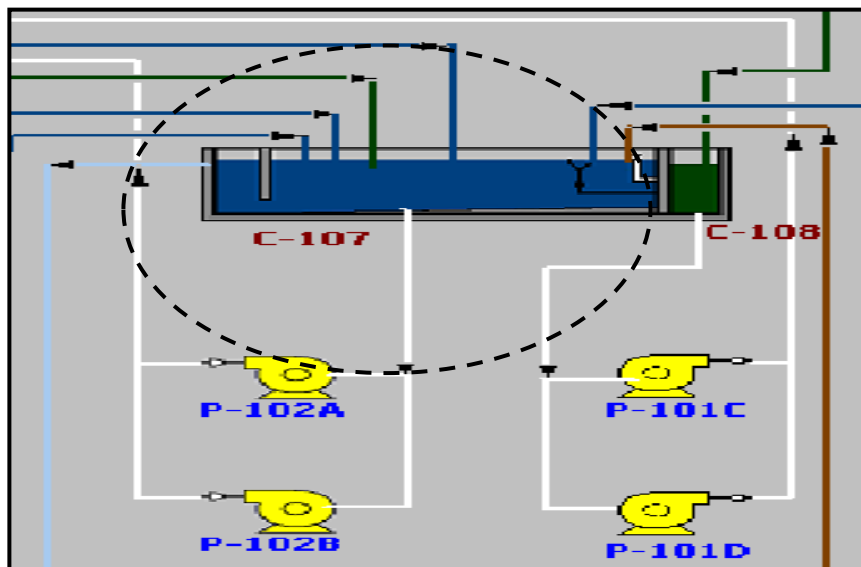


Figure II-11: Cuve de relevage des eaux de purge, de trop plein et des by-pass C-107.[42]

II.3.1.10- Fosse d'huile C-108:

Le réglage de la vanne télescopique installée dans la cuve C-107 permet la récupération des huiles dans la fosse d'huile C-108 de capacité 1m³. Cette cuve reçoit aussi les flottants du bassin C-104. Les huiles sont transférées vers la cuve C-106 via deux pompes P-101C/D dont l'une est en fonctionnement et l'autre en stand-by.[42]

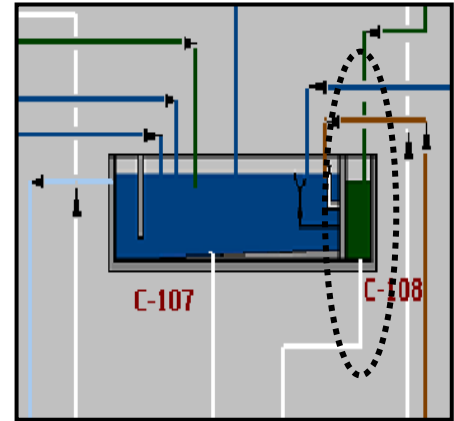


Figure II-12: Fosse d'huile C-108.[42]

II.3.1.11- Cuve de récupération des huiles C-106:

D'une capacité de 5 m³. Cette cuve est alimentée par les huiles provenant du bac tampon, du CPI et du décanteur lamellaire ainsi qu'à partir de la fosse des huiles. Les huiles récupérées sont envoyées par les pompes P-101A/B à 18 bars vers le centre de production.[42]

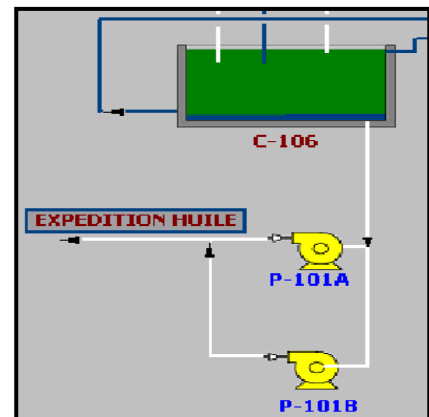


Figure II-13 : Cuve de récupération des huiles C-106.[42]

II.3.1.12- L'épaississeur C-105:

L'épaississeur est alimenté en boues à travers des vannes automatiques 10XV001, 10XV002 et 10XV003 Respectivement des fonds des cuves C-101, C-102 et C-103. Dans cette cuve C-105, est installé un système de brassage mécanique pour assurer l'homogénéité de la concentration des boues qui seront envoyées à l'extérieur du hangar par deux pompes à vis (1+1) P-103A/B à 4 bars vers les lits de séchage des boues, tandis que, l'eau flottante sera recyclée par gravité vers la cuve C-107 pour être recyclée vers la bac tampon.[42]

Le système de brassage mécanique, installé dans la cuve et permettant l'homogénéité des boues, est assuré par un agitateur S-109 qui est actionné par un ensemble électromécanique composé d'un réducteur de vitesse et d'un moteur électrique.[42]

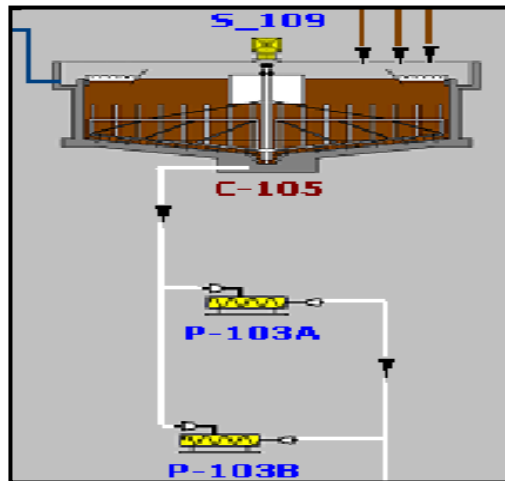


Figure II-14: L'épaisseur C-105.[42]

II.3.1.13- Lits de séchage:

Les boues épaissies seront envoyées à partir de l'épaisseur C-105 vers les lits de séchage C112 A/B/C/D via les deux pompes à vis (1+1) P-103 A/B.

Les eaux de lavage des filtres seront aussi acheminées gravitairement vers ces lits de séchage.[42]

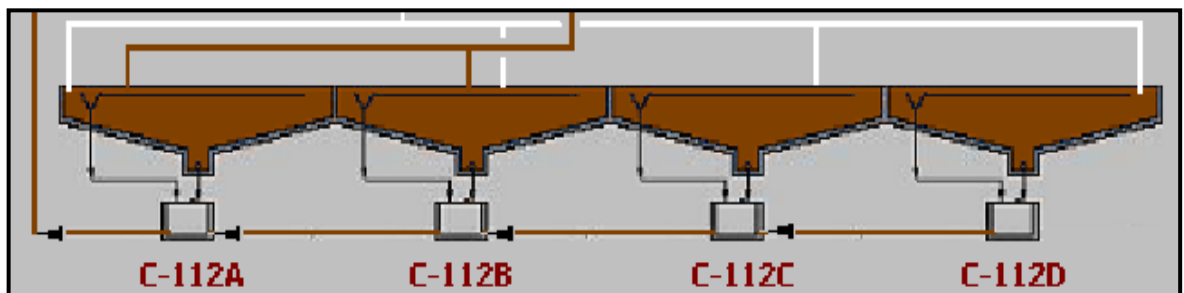


Figure II-15 : Lits de séchage.[42]

II.4. Présentation générale de la région de HAUD BERKAOUI :

La région de HAUD BERKAOUI s'étend sur une superficie de 175 Km², ce champ est découvert en 1965, et mis en production. En Janvier 1967. C'est l'une des dix (10) principales zones productrices d'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 HAUD 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. Il existe 3 centres principaux de production situés à Haoud Berkaoui, Benkahla et Guellala.

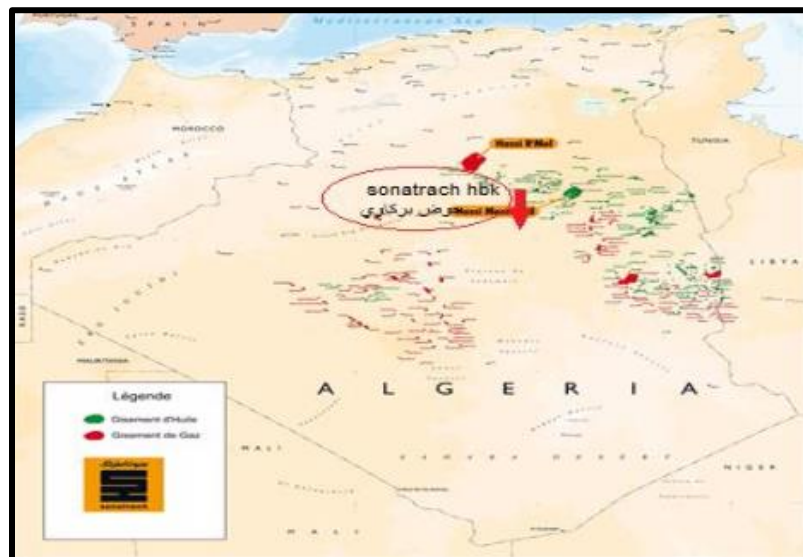


Figure II-16 : Situation géographique de HAUD BERKAOUI.[43]

Le centre de production de HBK se compose de :

- Une unité de séparation d'huile avec une capacité de 8000 m³/jour.
- Une unité de stockage d'une capacité de 13000 m³/jour.
- Une unité de boosting gaz d'un million de m³/jour.
- Les unités de boosting gaz basse pression (BP), l'unité de gaz (U.T.G) à GUELLELA Le gaz (HP, MP, BP) est récupéré à partir des lignes des torches existantes.
- Unité de station d'injection d'eau à raison de 6000 m³/jour.
- Unité de station de déshuilage.[44]

II.5. Présentation de la station de déshuilage du champ de HBK :

La direction de Haoud-Berkaoui a réalisé une station de déshuilage en septembre 2000, d'une capacité de 100m³/h. Leur rôle consiste à :

- *Purifier l'eau qui est la phase dominante d'un côté.
- *Récupérer le plus que possible d'huile hydrocarbure d'un autre côté.
- *le traitement de manière à ramener le taux d'hydrocarbures à un niveau inférieur à 10 mg /l et les MES inférieures à 30mg/l.

Cette station de déshuilage consiste plusieurs procédés de séparation sont mis en application et sont commercialisés à l'échelle mondiale. Ces procédés se ressemblent tous dans la technique séparative utilisée basée sur une alternance entre la séparation physique telles que la séparation CPI (différence de densité), la décantation, la filtration et la centrifugation, et la séparation par voie chimique (coagulation-floculation).

- * L'huile récupérée par station de déshuilage est recyclée vers les bacs de stockage.
- * Les matières solides en suspension sont récupérées sous forme de boue puis envoyées vers les tranchées.
- * L'eau traitée envoyée vers les bourbiers.[44]



Figure II-17: station de déshuilage du champ de HBK.[44]

II.5. 1.Descriptif et philosophie de fonctionnement des équipements :

II.5.1. 1-Ballons flache :

C'est un séparateur horizontal d'une capacité de 40 m³ reçoit les eaux huileuses de FWKO et les séparateurs de l'unité de production.

L'objectif de la mise en place de ce séparateur à la tête de la station est d récupérer, au maximum que possible, les gaz qui accompagne les eaux qui parviennent à la station. Les eaux huileuses dégazée à la pression atmosphérique seront dirigé par gravité vers le bac tampon.[44]



Figure II-18: Ballons flache.[44]

II.5.1. 2- Bac tampon S-101 :

Ce bac d'une capacité 500 m³ de forme cylindrique, il est l'ouvrage le plus grand de toute la station dans lequel s'effectue la séparation par décantation, reçoit les effluents du ballon flache avec les bacs de stockage. La couche d'huile se trouvant à la surface sera récupérer extraite par un système d'écumage flottant et passe vers la cuve des huiles. Les MES se sédimentant au fond sous forme des boues sera collecter par un racleur MS-101 puis acheminées vers la cuve des boues S-107 par une vanne pneumatique XV101. Donc, l'eau passera au CPI.[44]



Figure II-19 : Bac tampon

II.5.1. 3 - Cuve C.P.I S-102:

Il s'agit d'un décanteur lamellaire formé d'une cuve construite en béton armé a une capacité de 30 m³ recevant les effluents du bac tampon S-101. Une série de tôles gaufrées sont mises en place l'une à côté de l'autre et inclinées d'un angle de 45°, qui permet une séparation entre l'eau, huile et la matière en suspension.

L'huile récupérée par un système d'écumage (discoil MS-107) ayant une affinité suffisante aux huiles et envoyer vers la cuve des huiles S-108. La boue récupérée au fond de la cuve CPI est envoyée gravitairement vers la cuve des boues S-107. L'eau passe ainsi vers le flocculateur S-103.[44]

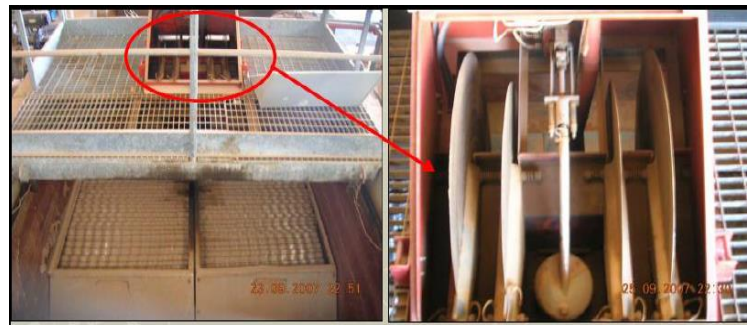


Figure II-20 : la cuve C.P.I S-102.[44]

II.5.1. 4- Cuve de floculation S-103:

C'est une cuve de forme rectangulaire d'une capacité 25 m³. A l'entrée de cette cuve, l'eau arrivant de la cuve CPI est mélangée avec du coagulant (silice activé) et chute vers le fond de la cuve. A la sortie de cette cuve, l'eau est mélangée avec du flocculant (kurifix) et passe vers le fond du flottateur.[44]



Figure II-21 : Cuve de floculation S-103.[44]

II.5.1. 5 - Cuve de flottation S-104 :

C'est une cuve de forme circulaire a une capacité 83 m³. L'eau entre à cette cuve par le fond, qui subit un traitement physique à air comprimé.

Au niveau de cette cuve, l'eau écoule par gravité vers la cuve des eaux traitées, les floccs formés sont raclés au niveau de la surface de l'eau vers la cuve des boues et la boue qui décante au fond du flottateur est extraite à travers une vanne pneumatique XV-103 (ouvrier toute des 4h pendent 12s) vers la cuve des boues.[44]



Figure II-22: Cuve de flottation S-104.[44]

II.5.1. 6 - Cuve d'eau traitée S-106 :

C'est une cuve a une capacité de 34 m³. Elle se compose de deux compartiments, chaque compartiment est muni de deux pompes. Les **P-101A/B** refoulant l'eau traitée vers l'extérieur, les **P-102A/B** recyclent une partie de l'eau traitée vers le ballon de saturation à air R-103, 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).[44]

II.5.1. 7 - Cuve d'huile S-108:

C'est une cuve a une capacité de 11 m³, Cette cuve est alimentée par les huiles prévenant par discoil **MS-106** du bac tampon **S-101** et discoil **MS-107** du CPI **S-102**.L'huile récupérée est recyclée par les pompes **P-104A/B** au bac de stockage.[44]

II.5.1. 8 - Cuve à boues S-107:

C'est une cuve a une capacité de 8 m³, reçoit les boues **S-101**, **S-102** et **S-104** respectivement à partir des vannes automatiques **XV-101**, **XV-102** et **XV-103**, Ces boues sont pompées par les **P-103A/B** vers l'épaississeur de boues **S-105**.[44]

II.5.1. 9 - Cuve d'épaississement de boues S-105 :

Il s'agit d'une cuve de forme circulaire d'une capacité 70 m³, reçoit la boue de bac tampon, de la cuve CPI et la cuve de flottateur, cette cuve est composé d'un système d'agitation (racleur MS-105) qui permet l'homogénéité de la concentration des boues, elle sera acheminée vers la centrifugeuse MS-110 par deux pompes horizontale P-105A/B.[44]



Figure II-23: Cuve d'épaississement de boues.[44]

II.5.1. 10 - Centrifugeuse MS-110:

L'objectif de la mise en place d'une centrifugeuse après l'épaississement est la déshydratation des boues, qui seront récupérer par la pelleuse et envoyées 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**. [44]



Figure II-24 : centrifugeuse et pelleuse.[44]

II.5.1. 11- Station de préparation et dosage de la silice active SAC MS-112.1/2 :

Elle comporte le stockage de réactifs, la dilution et le mélange, préparation et dosage, L'acide sulfurique (H_2SO_4) et le silicate de sodium (Na_2SiO_3) sont dilués séparément dans les cuves **S-112/1** et **S-112/2**. Ensuite les deux produits se dirigent vers la cuve **S-112/3** qui se compose : Cuve de réaction, Cuve de maturation, Cuve tampon.

La silice activée préparée (SAC) est pompée vers la cuve de floculation **S-103** et (la centrifugeuse **MS-110**).[44]

II.5.1.12- Station de préparation et dosage du polyélectrolyte MS-113.1/2:

Le polyélectrolyte Kurifix est fourni en poudre, il est versé dans une trémie, puis à l'aide d'une pelleteuse de dosage il est envoyé dans une crèche 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** effectuent le dosage du 1L polyélectrolyte préparé à un débit de 271 l/h max.[44]

II .6. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons donné une présentation générale de la Direction d'OUED NOUMER et la région de HAUD BERKAOUI, et expliqué détaillée du fonctionnement des équipements des deux stations de déshuilage

PARTIE II :
Etude Expérimentale

Chapitre III :

Matériels et Méthodes

Le présent travail consiste à l'étude de trois techniques de traitement des eaux usées huileuse, issues de l'industrie pétrolière, afin d'amener des effluents traités aux normes de rejet.

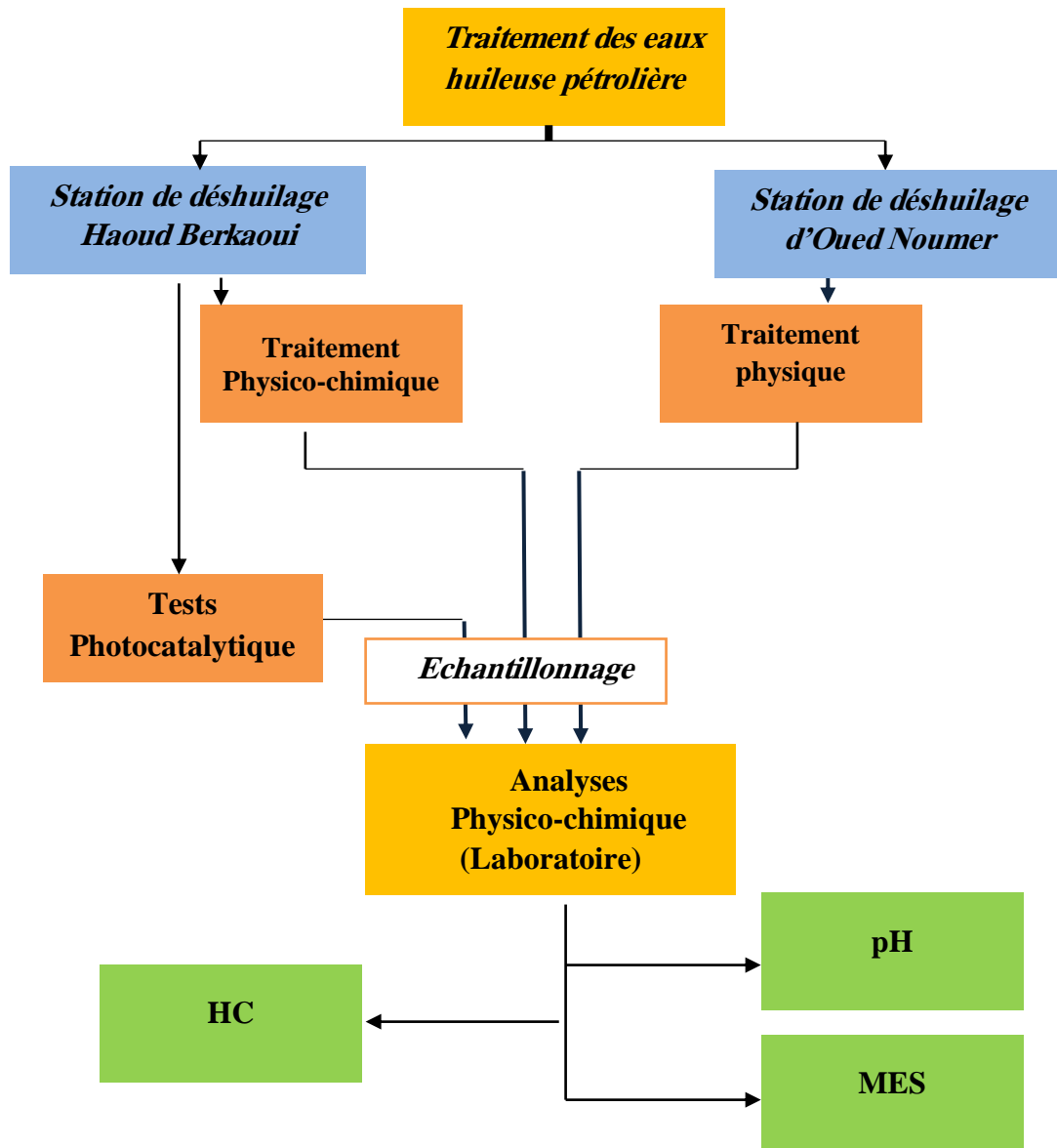


Figure III-1 : Organigramme général de la procédure expérimentale.

Dans ce chapitre qui décompose en trois parties principales, nous avons présenté les matériels et les différentes techniques de traitement réalisées

- La première partie, est consacrée à présenter l'échantillonnage et prélèvement des échantillons d'eau huileuse pour la caractérisation
- La deuxième partie présente le protocole des tests photocatalytique effectués sous irradiation solaire.
- Finalement la troisième partie est consacrée aux analyses réalisées au laboratoire pour caractériser et évaluer le degré de pollution des échantillons d'eaux huileuses.

Cette étude a été réalisée au niveau de la station de déshuilage d'Oued Noumer et Haoud Berkaoui (SONATRACH division production activité amont), ainsi que les tests photocatalytique et les méthodes d'analyses ont été effectuées au sein du laboratoire de contrôle de qualité de Haoud Berkaoui.

III.1. Echantillonnage :

Dans chaque station de déshuilage des eaux usées, il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau huileuse brute (l'entrée) et de l'eau traitée (la sortie) afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques permettant d'évaluer le niveau de pollution.

III.1.1 Unité de déshuilage d'Oued Noumer :

Comme nous l'avons signalé dans le Chapitre II, La station ONR, conçue pour des procédés purement physiques qui permettent d'éliminer les matières en suspensions (la séparation, la décantation, la flottation et la filtration). La station est équipée d'un système de filtration très développé et adapté au traitement des émulsions E/H, il permet d'éliminer toutes les traces d'hydrocarbures non solubles et il délivre en sortie une eau traitée.[2]

Pour effectuer des analyses au laboratoire des eaux usées huileuses, l'échantillon de l'entrée est prélevé au niveau de la cuve CPI C-102 l'échantillon de la sortie est prélevé au cuves d'eaux filtrées C-110.

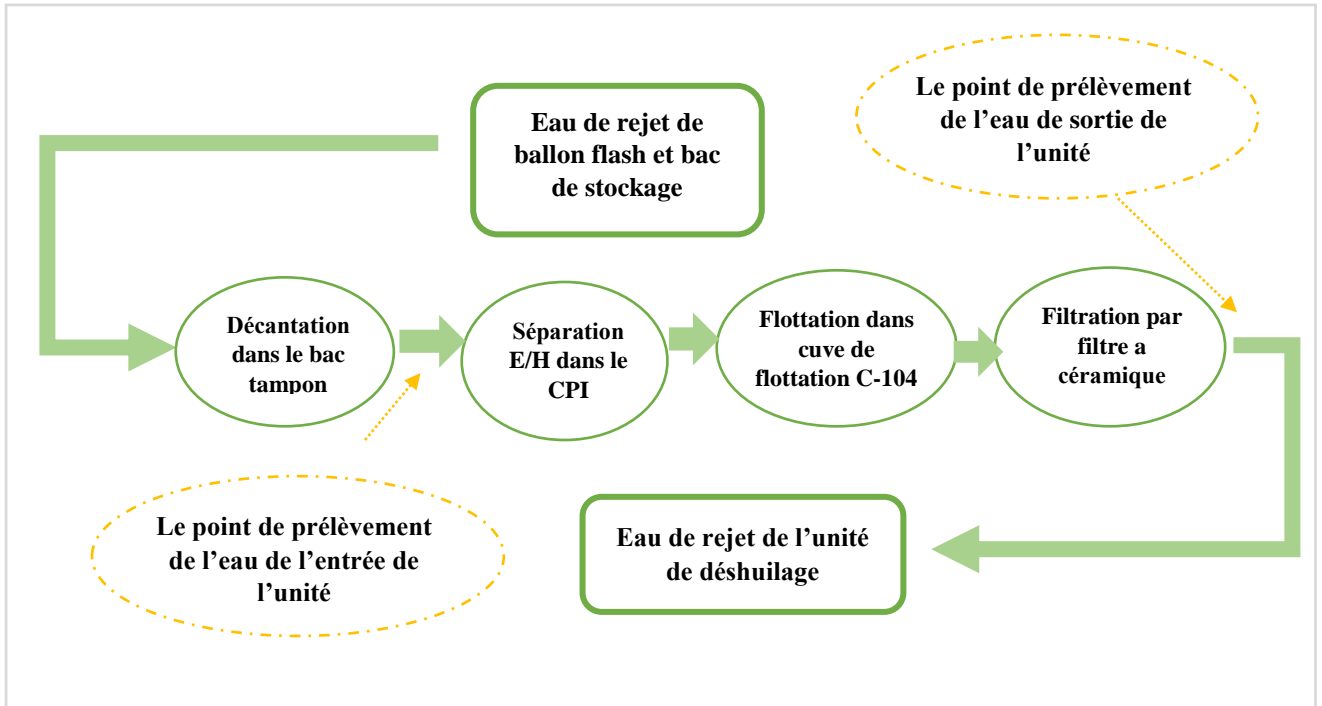


Figure III-2 : Un organigramme qui simplifie les procédés de traitement de station déshuilage champ Oued Noumer indiquant les points d'échantillonnage.

III.1.2 Unité de déshuilage de Haoud Berkaoui :

Conçue pour un procédé physico-chimique qui consiste simultanément à des opérations physiques et mécaniques qui permet d'éliminer les matières en suspensions par décantation et centrifugation procédant un traitement chimique qui Consiste à additionner à l'effluent des réactifs chimiques (la silice activée et le kurifix) qui facilite l'élimination des solides en suspension ainsi que les hydrocarbures en émulsion dans l'eau.[2]

Pour effectuer des analyses au laboratoire des eaux usées huileuses, l'échantillon de l'entrée est prélevé au niveau de la cuve CPI S-102, et l'échantillon de la sortie est prélevé au cuve d'eau traitée : S-106.

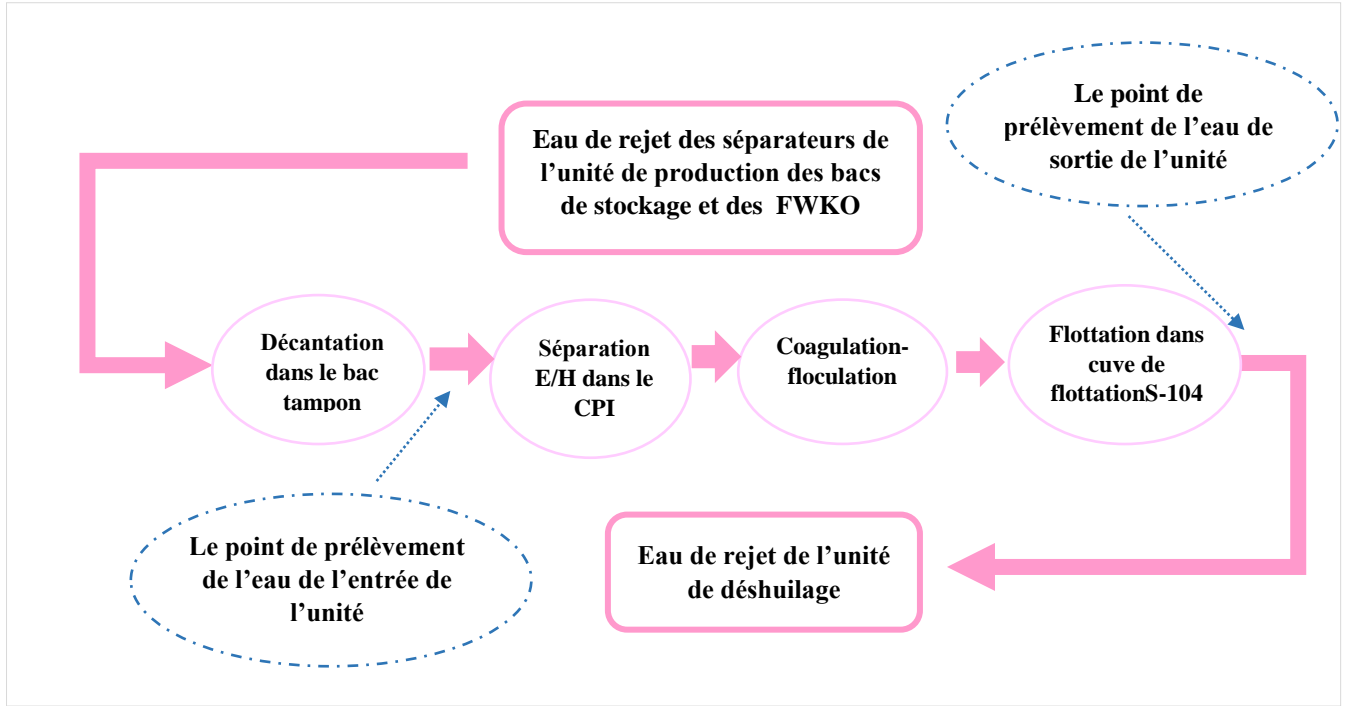


Figure III-3 : Un organigramme qui simplifie des procédés de traitement de station déshuilage champ Haoud Berkaoui indiquant les points d'échantillonnage.

III.1.3 Le prélèvement pour le traitement photocatalytique :

On a appliqué cette méthode de traitement au niveau de laboratoire de Haoud Berkaoui. On a prélevé l'échantillon de l'entrée au niveau de la cuve CPI S-102, quant à l'échantillon de la sortie, est récupérée après avoir traité l'eau par photocatalyse.

III.2. Partie laboratoire :

III.2.1 Les tests photocatalytique :

L'expérience de photocatalyse nécessite la présence d'un rayonnement solaire et d'un photocatalyseur adapté au traitement des eaux usées huileuses.

III.2.1.1 Matériels et produits utilisés pour le traitement

➤ Le photocatalyseur choisi dans ce travail est l'oxyde de titane TiO_2 (79,866 g/mol). C'est le plus utilisé dans le traitement de l'eau, car il possède plusieurs caractéristiques parmi elles :

- Il est thermiquement stable.
- La minéralisation des substrats est toujours complète jusqu'à l'obtention du CO_2 .
- Peu coûteux.
- Moins polluant.
- Peut être fixé sur des supports convenables.
- Peut-être excité par la lumière solaire, pouvant absorber de 2 à 5% de l'intensité totale du rayonnement solaire.[5]

➤ Les matériels utilisés durant cette étude sont présentés dans le tableau III-1

Tableau III-1 : Les matériels utilisés dans les teste photocataytique

Agitateur magnétique (AGIMATIC-N)	Spatule
Balance électrique	Verre de montre
Dispositif de filtration sous vide	Bécher de 1000 ml
Papier filtre (MCE) de taille des pores (5.0 μm)	Entonnoir

III.2.1.1 Méthode de traitement :

Les expériences ont été réalisées sous irradiations solaires, dans des béchers de 1000 ml ouverts à l'atmosphère, une masse de 1g d'oxyde de titane TiO₂, est ajoutés à 500 ml de solutions à traiter (L'eau huileuse de l'entrée). Le mélange est porté sous agitation 900 rpm pendant des différentes périodes 15min, 30min et une heure, afin d'optimiser le temps traitement.

Après avoir laissé les mélanges sous agitation durant les périodes choisis, sont filtrés à l'aide d'un papier filtre (MCE) de taille des pores (5.0 µm). (Voir Annexe 03) [5]

Une fois les eaux de l'entrée sont traitées, des analyses des paramètres HC, MES et pH sont effectués.

III.2.2 Analyse physico-chimique :

Pour mieux visualiser la qualité des eaux, des analyses physico-chimiques ont été effectuées pour les eaux brutes et les eaux traitées. Les paramètres à analyser sont : la teneur en hydrocarbures, et la teneur en MES, et le potentiel d'hydrogène (pH).

III.2.2.1. Détermination de la teneur en Hydrocarbure HC :

1- Principe :

La détermination de la teneur en hydrocarbures est basée sur le principe d'extraction liquide – liquide des hydrocarbures de l'échantillon d'eau par un solvant qui permet de dissoudre la quasi-totalité des molécules organique.

Les concentrations de HC sont évaluées au moyen du spectrophotomètre DR 2000 sous des conditions spectrales remarquables.

2- Produits et matériels nécessaire :

Tableau III-2 : Les produits et matériels utilisés dans les analyses des HC

Solvant 38 / Hexane	Eau distillée
Eprouvette graduée	Des béchers
Ampoule à décantée	Spectrophotomètre DR 2000

3- Méthode d'analyse :

➤ **Extraction liquide – liquide :**

- Prélever 50 ml d'eau à analyser dans une éprouvette graduée, terminer le volume avec l'eau distillée jusqu'à 350ml, verser la solution dans une ampoule à décantée puis ajouter 35 ml solvant d'hexane.
- Boucher l'ampoule à décantée, agiter et dégazer régulièrement pendant 2 minutes, une fois l'agitation est terminée lever le bouchon afin que le mélange sous à la pression atmosphérique et reposer l'ampoule à décantée pendant 10 min. (Voir Annexe03)
- Après 10 min on observe deux phases l'une aqueuse et l'autre organique, pour séparer les deux phases on ouvre le robinet et on récupère la phase organique (qui contient HC). (Voir Annexe04)

➤ **Analyse par le spectrophotomètre DR2000 :**

En mettre la phase organique qui est récupérée dans le spectrophotomètre, après avoir choisir la méthode d'analyse 410 de DR2000 et régler la longueur d'onde à 450 nm, appuyer sur mesurer, pour lire les résultats.

III.2.2.2. Mesure de la quantité des matières en suspension (MES) :

1. Le principe :

Les solides en suspension totaux sont obtenus en faisant passer une portion d'un échantillon à travers d'un filtre de de taille des pores (5.0µm) préalablement séché et pesé. Les solides retenus sur le filtre sont séchés, 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 de filtre selon la norme (NF T90 105), tout en tenant compte au volume filtré. Tout en suivant une procédure sans utilisation de réactifs.

2. Matériels nécessaires :

Tableau III-3 : Les matériels utilisés dans les analyses de MES

Balance électrique	Dessiccateur
Dispositif de filtration sous vide	Verre de montre
Etuve	Papier filtre (MCE) de taille des pores (5.0 µm)

3. Mode Opérateur:

- Laver le filtre à l'aide d'eau distillée, puis colloquer ce filtre dans l'Étuve à une température de 103°-105°C pendant 1 heures, le conserver dans un dessiccateur et le peser.
- Placer le filtre dans le dispositif de filtration.
- Agiter soigneusement le volume d'échantillon préalablement choisi et filtrer immédiatement et d'un seul trait en moins d'une minute.
- Retirer les filtres avec précaution puis les placer et sécher dans l'étuve (105 ± 5)°C pendant 2h.
- Peser les filtres pour obtenir la concentration en matières qui étaient en suspension avant filtration. (Voir Annexe05)

La concentration en MES a été calculée en utilisant la formule :

$$MES (mg/l) = \frac{M1 - M0}{V} \times 1000$$

Avec :

M₀ : Masse de la membrane filtrant avant utilisation en (mg)

M₁ : Masse de la membrane filtrant après utilisation en (mg)

V : Volume de l'eau utilisé en (ml)[45]

III.2.2.3. Mesure de Potentiel d'hydrogène (pH):

1- Le principe :

Le mesure du pH est basé sur l'utilisation d'un pH mètre avec une électrode qui présente une très forte résistance. Tout en suivant une procédure sans utilisation des réactifs.

2- Matériels nécessaire:

- pH-mètre ((type HACH))
- Becher de 100 ml.

3- Méthode d'analyse :

- Rincer abondamment l'extrémité de l'électrode avec de l'eau distillée Après avoir étalonné le pH-mètre.
- Immerger l'électrode avec précaution dans l'échantillon.
- Appuyer sur le bouton mesure et attendre quelques minutes, puis lire directement la valeur de pH lorsqu'elle s'est stabilisée.
- Retirer l'électrode, la rincer avec de l'eau distillée et l'essuyer.

Chapitre IV :

Résultats et discussion

IV.1 Introduction :

Le présent chapitre est consacré à regrouper tous les résultats d'analyses physico-chimiques des eaux brutes et des eaux traitées afin de nous permettre la visualisation de l'évolution de la qualité des eaux, de ce fait l'évaluation du traitement des stations de déshuilage HBK ; ONR et du traitement photocatalytique.

- La première partie de ce chapitre est consacré à l'évaluation de la performance des unités de déshuilage par la caractérisation de l'échantillon de l'eau d'entrée de la station et de l'eau de rejet en analysant les paramètres physicochimiques HC ; MES et pH ; puis en comparant avec la norme de rejet.

- L'étude et l'analyse des résultats de tests du traitement par photocatalyse solaire aux eaux huileuses sont présentés dans la deuxième partie.

IV.2 Analyses de performance de l'unité de déshuilage :

Des difficultés sont rencontrées durant la période de notre stage pratique liées à une panne et plusieurs problèmes de maintenance dans l'unité de déshuilage de ONR, et l'arrêt de traitement chimique, dans l'unité de HBK, nous ont conduit à évaluer les performances de traitement de ces unités par l'étude des résultats des traitements préalablement effectués.

Les résultats présentés sur les tableaux ci-après ont été enregistrés sur une période d'exploitation de l'année 2019 pour la station HBK et de l'année 2015 pour celle d'ONR (Voir Annexe06)

IV.2.1 Caractérisation des échantillons de l'eau à épurer :

L'unité d'ONR conçue pour un procédé purement physique repose essentiellement sur l'efficacité du système de filtration, très bien conçu et développé ; Alors que l'eau entrant à l'unité de déshuilage HBK subit à un traitement physicochimique.

Les échantillons d'eau ont été prélevés au mois de mars 2015 du cuve CPI C-102 de l'unité de ONR, considérant que dans l'unité de HBK l'eau d'entrée été prélevée au mois d'aout 2019 du cuve CPI S-102.

IV.2.1.1 Paramètres physicochimiques :

La caractérisation des eaux prélevées en entrée des unités a révélé les résultats qui sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau IV-1 : paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau d'entrée aux unités

Paramètres	Eau d'entrée		Valeur limite selon la norme
	UNITE ONR 28/03/2015	UNITE HBK 31/08/2019	
MES (ppm)	155.45	360	30
HC (ppm)	50.69	42	10
pH	5.15	5.60	5.5- 8.5
T ^{em} (°C)	29.8	29.2	30

A travers les résultats obtenus, il apparait clairement que les eaux à traiter sont caractérisées par une teneur en MES élevée, un taux important des hydrocarbures, et un pH acide.

L'élévation de la teneur en HC dans les eaux d'entrée est dû à la source des effluents ; Ainsi que les valeurs élevées de la matière en suspension dans ces eaux dépendent de la quantité et de la qualité des eaux huileuses à traiter (puits, séparateurs, bac de stockage, etc...).[2]et ces matières sont les majeurs responsables de la turbidité . Les valeurs du pH des eaux huileuses sont généralement comprises entre 5.5 et 7.5, les mesures sont variables et dépendent des sources de pétrole brut, de la méthode de traitement, et des réactifs utilisés...etc [46]

Du plus, La couleur et l'odeur de l'eau d'entrée aux unités du traitement sont des caractères organoleptiques qui sont appréciés au moment du prélèvement.

L'eau brute présente une couleur apparente orange dû à la suspension de l'oxyde de fer.[5] D'autre part, l'échantillon avait une odeur déplaisante similaire à l'odeur de l'essence ceci est dû aux hydrocarbures qu'elle contient.

IV.2.2 Evaluation de l'efficacité du traitement de l'unité :

IV.2.2.1 Caractérisation de l'eau de rejet :

Les eaux de rejet (eaux de sortie) sont prélevées en aval des unités, au cuve C-110 de la station de ONR et au cuve d'eau traité S-106 pour la station de HBK, après avoir subir les différentes étapes de traitement décrite précédemment. Les résultats d'analyses physico-chimiques obtenues des eaux de rejet qui doivent satisfaire à certaines valeurs limites fixées dans le décret exécutif n° 06-141 concernant les eaux de rejets industriels sont regroupés dans les tableaux IV-2 et IV-3.

IV.2.2.1.1 Unité de ONR :

La caractérisation des eaux prélevées à la sortie d'unité de ONR a révélé les résultats qui sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau IV-2 : Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau de rejet
ONR

Paramètres	Eau d'entrée	Eau de sortie	Valeur limite selon la norme
MES (ppm)	155.45	20.4	30
HC (ppm)	50.69	10.12	10
pH	5.15	5.24	5.5- 8.5
T ^{em} (°C)	29.8	30.4	30

Les résultats d'analyse enregistrés le 28/03/2015 révèlent une réduction importante de la teneur en MES et du HC avec un petit changement de la valeur pH.

Afin de mieux illustrer les résultats d'analyses la figure ci-dessous présente les différents paramètres analyses des eaux à la sortie de l'unité de déshuilage

Chapitre IV : Résultat et discussion

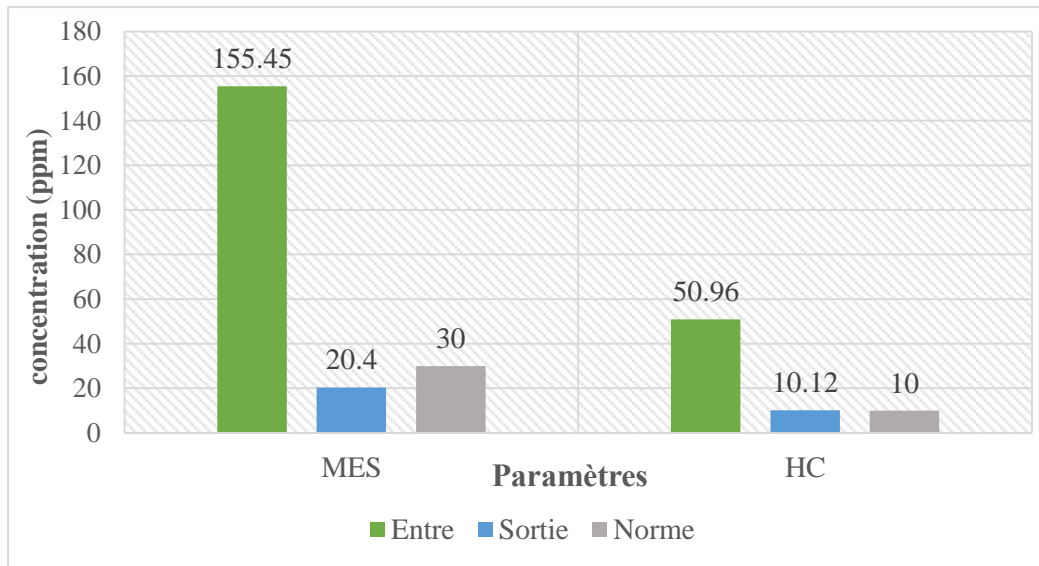


Figure IV.1 : La teneur en HC et en MES des eaux à l'entrée et à la sortie de l'unité ONR.

En se référant aux résultats présentés dans la **figure IV.1**, on remarque une diminution très importante de la teneur en MES dans les eaux de rejet de **155.45 ppm** à **20.4 ppm**, cette valeur est inférieure à la valeur limite selon la norme de rejet en Algérie **30ppm**. De même le taux des hydrocarbures, a baissé pour atteindre une valeur de **10.12 ppm** conforme à la norme

En ce qui concerne le pH, l'analyse montre que l'eau est légèrement acide 5.24, se situe très proche et au-dessous de limite inférieure de la norme.

IV.2.2.1.2 Unité de HBK :

Le tableau IV-3 résume les principaux résultats du traitement des eaux de rejet prélevées au cuve d'eau traitée de la station HBK

Tableau IV-3 : Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau de rejet HBK

Paramètres d'analyse	Eau d'entrée	Eau de sortie	Valeur limite selon la norme
MES (ppm)	360	50	30
HC (ppm)	42	7	10
pH	5.60	5.70	5.5- 8.5
T ^{em} (°C)	29.2	29.9	30

Chapitre IV : Résultat et discussion

D'après les résultats obtenus, les matières en suspension diminuent de 7 fois d'environ dans les eaux traitées dont la teneur est de l'ordre de 50ppm. Cette valeur reste très au-dessus de la norme de rejet des effluents liquides (≤ 30 ppm). Comme cela est éclairci dans la figure ci-dessous :

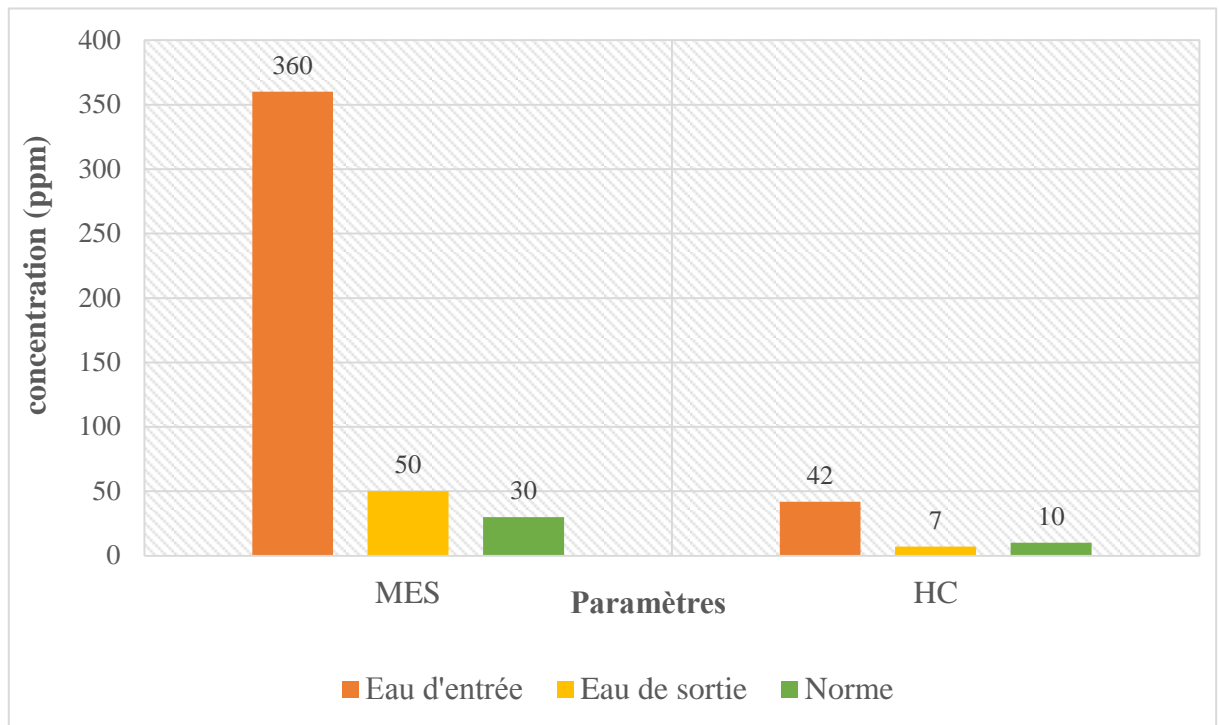


Figure IV.2 : La teneur en HC et en MES des eaux à l'entrée et à la sortie de l'unité HBK.

Cependant, à la sortie de la station, on remarque que le maximum de la pollution par HC a été éliminée, les effluents traités montrent une teneur en HC égale à 7 ppm, obéit aux normes Algériennes de rejet (10 ppm).

Concernant l'analyse de pH des eaux de sortie, la valeur enregistrée égale à 5.70 et conforme à la norme.

- L'odeur de l'eau traitée dans les deux unités, est devenues moins intense, et sa couleur a visiblement changé, l'eau après le traitement avait une couleur transparente.
- Les valeurs de la température sont en fonction de l'heure de prélèvement, des étapes de traitement, et des conditions météorologiques.

IV.2.2.2 Le taux d'abattement des paramètres étudiés dans les unités de déshuilage :

Une fois les analyses physico-chimiques effectuées sur l'eau avant et après un traitement effectué dans les unités de déshuilage, on peut déterminer les performances des unités, en calculant le taux d'abattement de chaque paramètre analysé[5], comme le montre la figure ci-dessous.

Le taux d'élimination des composants est calculé en appliquant la formule suivante :

$$P(\%) = \frac{(P_i - P_f)}{P_i} \times 100$$

P_i et **P_f** correspondant aux teneurs initiales et finales des paramètres étudiés

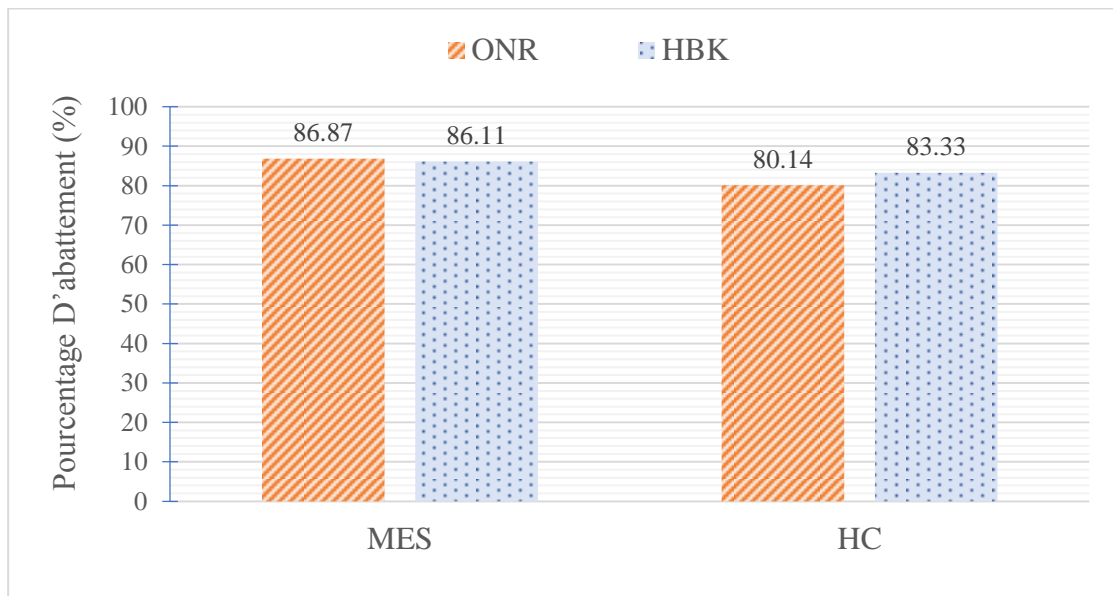


Figure IV.3: Efficacité de traitement des unités de déshuilage ONR et HBK

D'après les résultats obtenus, on remarque que pratiquement les paramètres MES et HC caractérisant notre eau ont été réduits.

- Les résultats obtenus confirment l'efficacité des traitements réalisés dans les deux unités de déshuilage pour l'élimination des hydrocarbures, cette efficacité est traduite par un

très bon taux d'abattement égale à **80,14%** et **83,33%** pour la station de ONR et HBK respectivement.

- Un taux d'élimination remarquable des matières en suspensions a été noté également pour les deux méthodes de traitement, en effet la quantité de MES est abaissée de **86.11%** dans l'unité de HBK mais la concentration reste très élevée à la norme de rejet, cependant que l'efficacité de traitement pourrait perturber par l'efficacité de la séparation dans les centres de traitement des hydrocarbures. Sachant que dans l'unité de ONR, le pourcentage d'abattement de MES arrive à **87%**, cette valeur confirme la performance de procédé de traitement, qui repose essentiellement sur l'efficacité du système de filtration.

IV.3 Traitement par photocatalyse :

Les tests de traitement par photocatalyse solaire, ont été appliqués sur des échantillons des eaux huileuses de la station de déshuilage HBK et au niveau de laboratoire d'analyse de la station.

Afin d'évaluer la performance de ce traitement, on présente dans cette partie, Une série de mesures sur les paramètres (Physico- chimiques) de pollution de l'eau ont été effectuées respectivement avant (eaux brutes) et après (eaux traitées) le traitement durant une période d'une semaine à partir du 01/03/2020 jusqu'à 07/03/2020.

IV.3.1. Optimisation de temps de traitement :

Dans cet essai, des différentes solutions d'eau à traiter ont été préparé d'une concentration de TiO₂ en suspension 2 g/l, pour avoir l'évolution des paramètres MES, HC et pH en fonction du temps d'irradiation après 15min, 30min et une heure. Les résultats sont représentés dans la figure IV-4.[47]

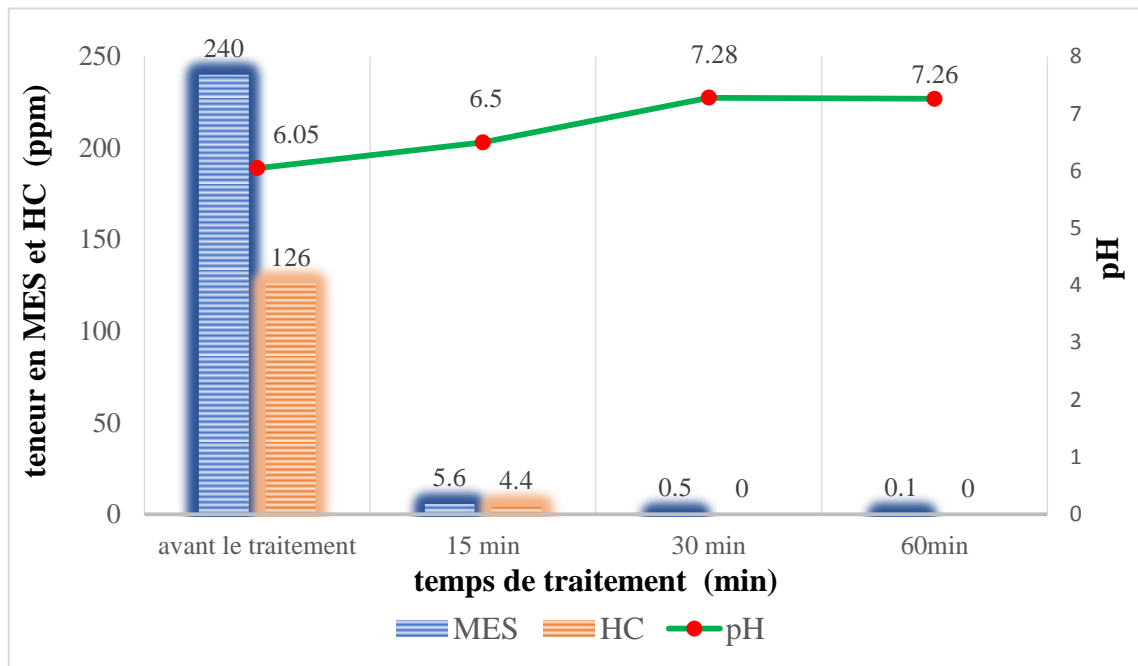


Figure IV-4 : Evolution du MES, HC et pH en fonction du temps d'irradiation

A travers cette analyse, et d'après la figure.IV.4 il est remarqué, une réduction très importante et rapide de la teneur en MES et HC pendant la première demi-heure (30min) avec une augmentation de pH de 6.06 à 7.18

De ce fait, le traitement et la dégradation catalytique solaire des eaux huileuses est réalisable dans une période de 30 min.

IV.3.2. Analyse des caractéristiques de l'échantillon :

Les résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques (MES, HC et pH) obtenues sont variables et dépendent des conditions d'exploitations des puits et des unités de traitements des hydrocarbures. Comme cela est montré dans le tableau IV-4

IV.3.2.1 La température :

D'après les résultats obtenus, les valeurs de la température de l'eau brute, se situent dans un intervalle qui va d'un minimum de 21.4°C à un maximum de 25 °C, et celle d'eau traite entre 21.8 et 25.4°C, Ces valeurs sont en fonction de l'heure de prélèvement et des conditions météorologiques, et aussi la légère élévation de température dans l'eau traitée est dû à la nature de la réaction photocatalytique qui est une réaction exothermique.[40]

IV.3.2.2 Le potentiel hydrogène (pH) :

Les valeurs de pH des eaux usées de prétraitement vont de 6,05 à 6,86, OÙ ces valeurs sont les valeurs de pH optimum. [5]

Lorsque le $\text{pH}_{\text{solution}} \geq \text{pH}_{\text{PCZ}}$, la charge de surface de TiO_2 devient neutre, puis négative, et donc l'absorption et la dégradation photocatalytique sont optimale idéales entre $6,5 < \text{pH} < 6,8$. [40] Sachant que le pH_{PCZ} du TiO_2 est de 6,5 (PCZ = point de charge zéro)

De plus, le pH de l'eau traitée est plus élevé par rapport au pH initial avec des valeurs comprises entre 7,17 et 7,48, ce qui peut facilement être attribué à la formation des radicaux hydroxyles lors du traitement. [47]

Chapitre IV : Résultat et discussion

Tableau IV-4 : Résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques de l'eau brute et traitée par photocatalyse

Paramètres d'analyse	MES (PPM)			HC (PPM)			pH		T°C	
	Eau brute	Eau traitée	Pourcentage d'élimination %	Eau brute	Eau traitée	Pourcentage d'élimination %	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée
01/03/2020	240	0.5	99.97	126	0	100	6.05	7.28	24.7	25.1
02/03/2020	120	0.3	99.75	70	0	100	6.06	7.18	24.1	24.8
03/03/2020	280	0.8	99.71	343	1	99.70	6.61	7.17	23.8	24.2
04/03/2020	80	0	100	189	0	100	6.62	7.18	25	25.4
05/03/2020	280	0.78	99.72	336	1	99.70	6.06	7.84	21.6	21.9
06/03/2020	160	0.42	99.73	98	0	100	6.86	7.41	22.1	22.5
07/03/2020	200	0.5	99.75	133	0	100	6.49	7.65	21.4	21.8

IV.3.2.3 Les matières en suspension (MES) :

La figure (IV-5) représente la variation journalière de la teneur en matière en suspension dans l'eau brute et traitée par photocatalyse.

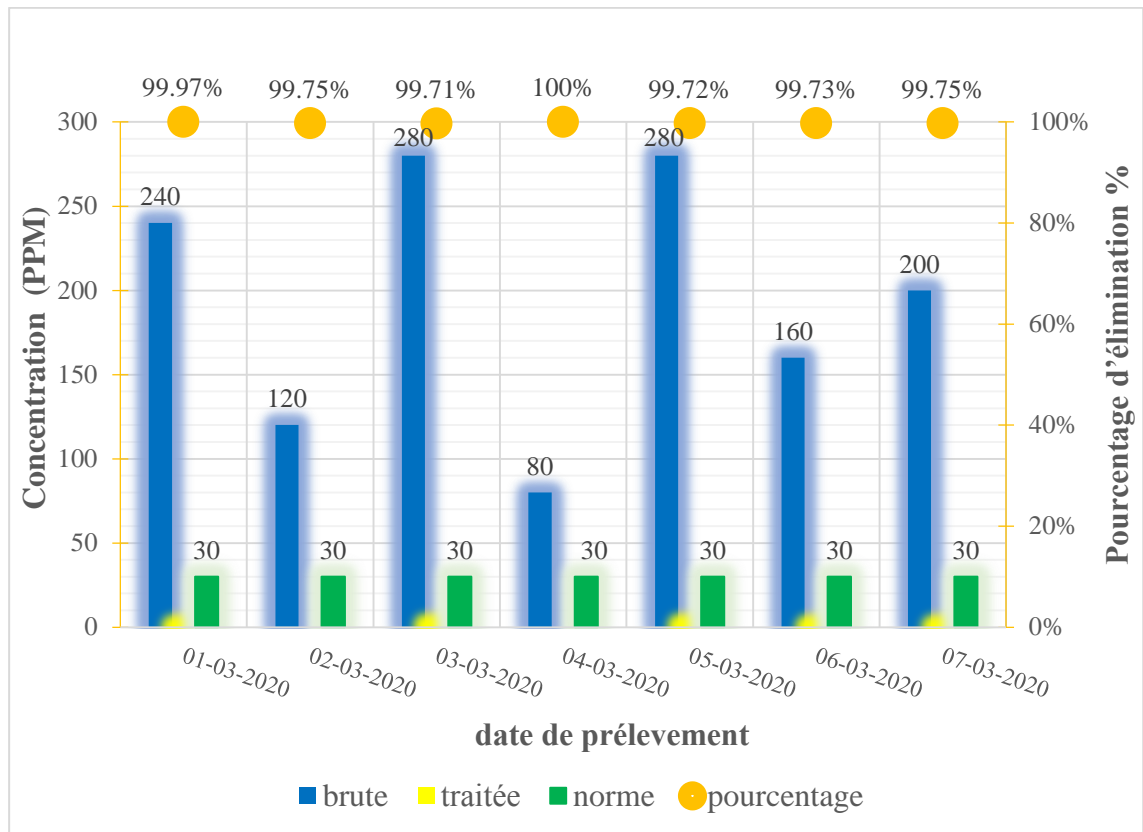


Figure IV.5: Variation journalière de MES avant et après le traitement par photocatalyse

Les valeurs enregistrées révèlent une réduction très importante des concentrations de MES entre les eaux brutes et traitées. Elles se situent entre 80 ppm et 280 ppm avec une moyenne de 194.5ppm pour les eaux brutes, et en ce qui concerne les eaux épurées, la teneur en MES varie entre 0 ppm et 0.78 ppm.

Ces valeurs sont inférieures du valeur limite de la norme de rejet en Algérie (30ppm). D'ailleurs, le rendement d'abattement soit de 100 % au maximum et un minimum de 99.71%.

Les résultats obtenus sont en accord avec ceux trouvées pour des études menées par **Fella, B** et **K. Meriem** [5], pour des eaux huileuse issues de l'unité de déshuilage de Hassi R'mel.

Hussein, F. H en 2013 [48], Ont noté l’efficacité de traitement photocatalyse hétérogène sur les eaux usées de teinture textile avec un taux d’élimination égal à 92.86-100%

IV.3.2.4 Les hydrocarbures (HC) :

D’après les résultats obtenus, l’analyse des hydrocarbures révèle des concentrations très élevée varient entre 343 ppm et 70 mg/l pour l’eau brute, Concernant les eaux traitées, la teneur en HC est nulle, c’est que signifie une dégradation ou une élimination totale des HC par le traitement phtocatalytique.

En 2016 Shivaraju. H, and al[49]. Les auteurs ont montré que le traitement photocatalytique indiqué le niveau considérable d’élimination des huiles et graisses et autres polluants organiques des eaux usées (jusqu’à 85–90% ± 2) à l’aide de TiO₂ dopé N enduit sous la lumière naturelle du soleil.

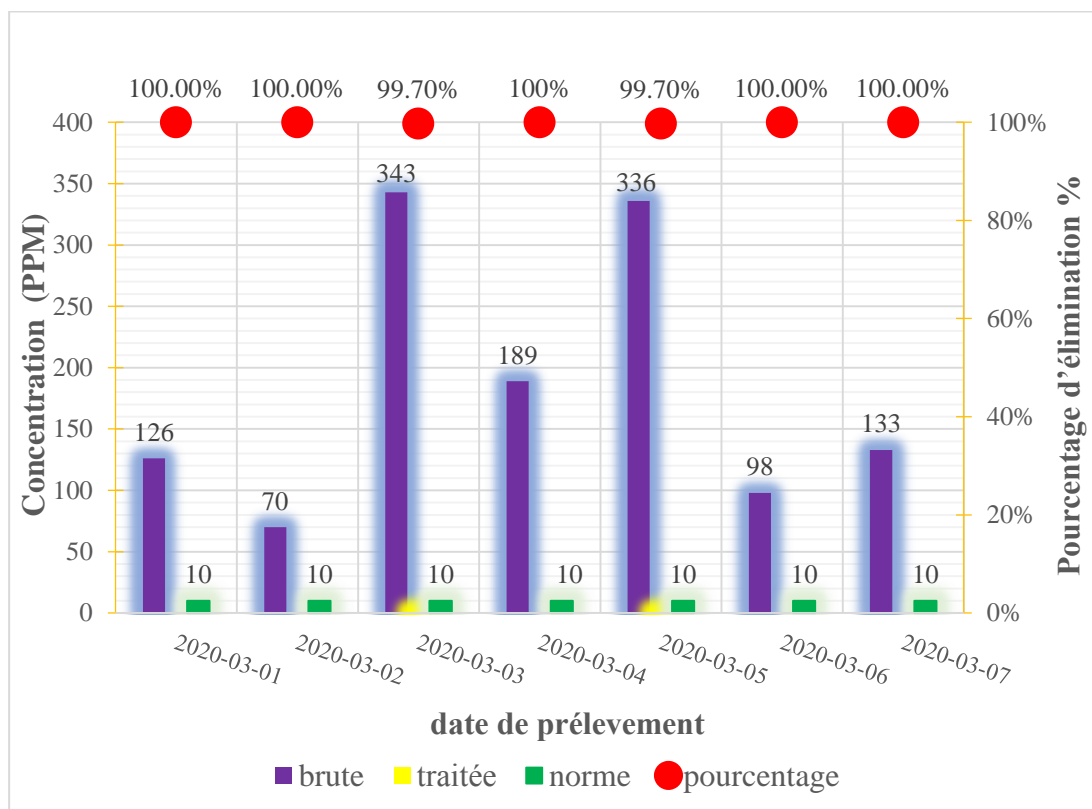


Figure IV.6: Variation journalière du teneur en HC avant et après le traitement par Photocatalyse

- Le traitement par photocatalyse fournit une eau à une odeur moins intense et une couleur transparente.

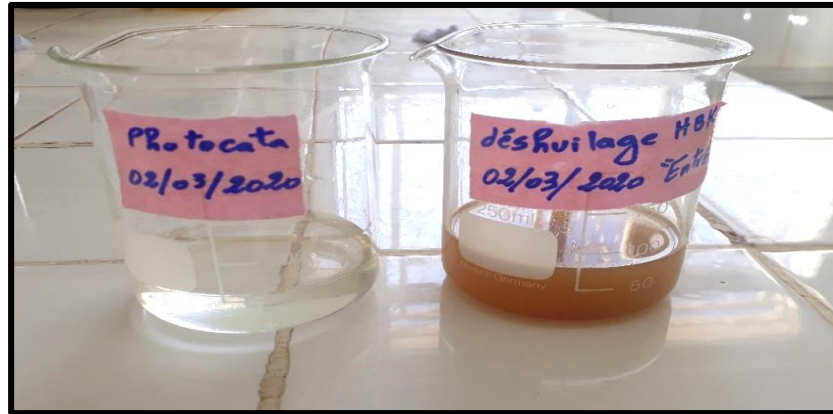


Figure IV.7 : Échantillon des eaux huileuse avant et après la photocatalyse

IV.4 Conclusion:

L'objectif des techniques des traitements eaux (Physiques et Physico chimique et Photocatalytique) est l'élimination des polluants organiques et s'assurer que ces eaux respectent les normes nationales de rejet industriels. Nous avons étudié les résultats de l'analyse des paramètres physico chimiques (HC, MES et pH):

* Un taux d'élimination remarquable pour HC et MES et une odeur moins intense, avec une couleur transparente, ces résultats montrent que les deux stations ONR (purement physique) et HBK (physico-chimique) ont une bonne efficacité de traitement. Le procédé d'ONR se distingue de celui de HBK, essentiellement par l'efficacité du système de filtration, très bien conçu et développé. Cette technologie permet de traiter des eaux huileuses, sans additif de produits, mais son problème est qu'il corrode avec le temps à cause taux élevé des sels dans l'eau huileuse.

* Concernant la technique photocatalytique leurs résultats de la dégradation des polluants organiques sont excellents. Ce qu'il a été démontré que la photocatalyse solaire est un procédé applicable dans le cadre du traitement des eaux huileuses, de plus son aspect environnemental et elle a un faible coût.

Conclusion Générale

Conclusion Générale

Le traitement des eaux fait partie des principales occupations de nombreux états, d'une part pour la potabilisation de l'eau, d'autre part pour la décontamination et la désinfection des effluents industriels et urbains chargés en polluants, Elles sont l'origine de nombreuses perturbations de l'environnement et constituent un risque pour la santé humaine.[34]

De nombreux procédés chimiques ou encore physiques sont en application. Cependant, ces procédés ont certaines limites telles que l'incapacité d'éliminer certains éléments et la production de déchets secondaires qui nécessitent un traitement supplémentaire. Cela peut être surmonté par l'application de procédés d'oxydation avancée (POAs) qui sont considérés comme faibles créateurs des déchets toxiques durant le traitement.[5]

Cette étude a été réalisée à deux objectifs: d'estimer le taux de la pollution que contiennent les stations de déshuilage d'Oued Noumer et Haoud Berkaoui à travers l'évaluation d'efficacité des stations, avec l'assurance que les caractéristiques des eaux épurées des deux stations respectent les normes nationales de rejet industriel fixé par le décret N°06-141. Ainsi que l'étude de la faisabilité d'appliquer le traitement par photocatalyse hétérogène solaire sur les eaux huileuses de station " Haoud Berkaoui".

Les résultats de la station de déshuilage ONR montre l'efficacité du système de filtration pour éliminer Les polluants contenus dans les eaux usées huileuses. Le taux d'élimination de l'hydrocarbure a atteint 80,23%, les matières en suspension ont atteint 87 % et un pH acide. Ce qui distingue ce système, c'est qu'il ne contient pas d'additifs chimiques pouvant nuire l'environnement, et ne demande pas beaucoup de travailleurs, mais son problème est qu'il corrode avec le temps à cause des sels dans l'eau huileuse avec un taux élevé.

Pour la station de déshuilage HBK (traitement physico-chimique), les résultats montrent que la station a une efficacité de traitement élevée. Le taux d'élimination de HC a atteint 83,33%, MES 86.11 % et un pH acide. Même si elle élimine les polluants, mais l'utilisation et la manipulation des produits chimiques nécessitent un personnel qualifié, ce qui engendrant un risque majeur sur la santé humaine, et ajout des produits chimiques qui amènent à l'environnement à d'autres dangers (Par exemple, Les boues de traitement sont toxiques).

Nous avons traité l'eau huileuse prélevée à la sortie de la station de déshuilage HBK par photocatalyse, et effectué les analyses des paramètres physico-chimiques au niveau du laboratoire HBK. Nous avons utilisé le dioxyde de titane comme photocatalyseur, Leurs

Conclusion Générale

résultats des analyses sont excellents. Les traces d'hydrocarbures dans l'eau après le traitement sont inexistantes, donc le taux d'élimination a atteint 100%, le taux d'élimination des matières en suspension est 100% au maximum et un minimum de 99,71%, et un changement remarquable de pH à l'entrée et à la sortie respecte les normes. En plus de cela, Le traitement par photocatalyse fournit une eau à une odeur moins intense et une couleur transparente.

De plus son aspect environnemental et l'emploi d'une énergie renouvelable, plusieurs études ont examiné la purification de l'eau contenant divers polluants utilisant le dioxyde de titane, elles prouvent qu'il contient de plusieurs avantages liés à l'environnement et ne laisse aucun danger et il a un faible coût

A travers cette étude, nous sommes arrivés à la conclusion que les techniques de traitement utilisée dans la station de déshuilage de ONR et HBK est efficace pour éliminer la pollution (HC et MES) d'une part et présente de nombreux inconvénients d'autre part, c'est ce qui a conduit à la recherche d'une technique alternative accompagnant l'environnement et les personnes, de notre point de vue et à travers les résultats que nous avons obtenus dans le traitement des eaux huileuses par photocatalyse, nous pouvons dire que la photocatalyse solaire est un procédé applicable dans le cadre du traitement des eaux huileuses, et son utilisation dans les centres de traitement des hydrocarbures et de l'industrie pétrolière en générale pourrait être d'une efficacité remarquable.

Suggestions et perspectives:

Notre premier but dans ce travail a été l'étude de procédés de traitement des eaux huileuses au niveau de deux l'unité de déshuilage " stations d'Oued Noumer" et " Haoud Berkaoui " d'évaluer l'efficacité de leur traitement, nous recommandons :

* Suite à notre analyse sur l'exploitation des deux stations, nous suggérons à SONATRACH de procéder à un revamping des stations de déshuilages existantes et de réaliser les futures stations selon la conception de celle d'ONR.

* L'analyse périodique des filtres pour éviter la corrosion avec le temps à cause des sels dans l'eau huileuse avec un taux élevé.

Conclusion Générale

Notre deuxième but, l'étude réalisée est le traitement des eaux huileuses par photocatalyse hétérogène solaire:

* L'immobilisation du photocatalyseur sur un support. Cette stratégie permet de surmonter la difficulté de filtration et réutiliser le photocatalyseur plusieurs fois.

* L'étude d'influence de la masse de photocatalyseur , du pH la solution et la température.

Nous proposons d'autres sujets à ceux qui souhaitent faire des recherches sur ce sujet :

L'étude de la faisabilité d'appliquer la distillation solaire sur les eaux huileuses.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. **FatimaZohra, Z.** and **H. Loubna**, Traitement des eaux contaminées par les Produits pétroliers: cas du complexe DE RHOURE-NOUSS. 2016, Mémoire mastèr, Université Larbi ben m'hidi, Oum el bouaghi. p. 1,12.
2. **Imane, C.**, Etudes des procédés de déshuilage des eaux huileuses issues des centres de production des hydrocarbures de SONATRACH (Régions Haoud Berkaoui et Oued Noumer). 2012, Mémoire mastèr, Université kasdi merbah, Ouargla. p. 2-31.
3. **Abdelillah, N.Y.**, Traitement des rejets huileux de GL2/Z par un procédé couplé. 2019, Mémoire mastèr, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.
4. **Ménana, H.**, Dégradation de dérivés de l'acide benzoïque par les procédés d'oxydation avancée en phase homogène et hétérogène : procédés Fenton, photo-Fenton et photocatalyse. 2010, Thèse de doctorat, Université Toulouse III - Paul Sabatier. p. 7, 8
5. **Fella, B.** and **K. Meriem**, traitement des eaux huileuse de l'unité de déshuilage de Hassi R'mel par la photocatalyse hétérogène. 2017, Mémoire mastère, Université M'hamed bougara, Boumerdes p. 1,4,8,24,29,41,42.
6. **Rafika, K.**, Etude des performances épuratoires d'une STEP de l'ouest Algérien Cas de la nouvelle STEP d'Ain Témouchent. 2016, Mémoire mastèr, Université Abou bekr belkaid, Tlemcen. p. 1.
7. **Ounoki S** and **S. Achour**, Evaluation de la qualité physicochimique et bactériologique des eaux usées brutes et épurées de la ville d'Ouargla. Possibilité de leur valorisation en irrigation. 2014(20): p. 2.
8. **Bretagne, D.**, La pollution de l'eau d'origine industrielle-panorama 2007.
9. **sennen, c.**, Fiche 6 - enseignant: La pollution des eaux. p. 1.
10. **Sawadogo, B.**, Traitement des eaux usées industrielles par des procédés membranaires sous climat sahélien: cas des eaux usées de brasserie au Burkina Faso. 2018, Thèse de doctorat, Université Montpellier, Institut international d'ingénierie de l'eau et de l'environnement. p. 9.
11. **Ikram, B.** and **K.M. Hayet**, Optimisation des paramètres physico-chimique dans le processus du traitement des eaux huileuses. 2016, Mémoire mastèr, Université Abderrahmane Mira, Bejaia. p. 19,21,22,73,74.
12. **Coca, J., G. Gutiérrez,** and **J. Benito**, Treatment of oily wastewater, in Water Purification and Management. 2011, Springer. p. 1-55.

Références bibliographiques

13. **Meriem, B.**, 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. 2016, Mémoire mastèr, Université M'hamed Bougara, Boumerdès. p. 6,7,11,12.
14. **Lotfi, K.M.**, Traitement des eaux usées industrielles de la raffinerie de SBAA Adrar. 2017, Mémoire mastèr, Université Ahmed Draia, ADRAR. p. 8.
15. **Karima, N.** and **T. Kahina**, Traitement des effluents industriels liquides de la raffinerie d'Alger : étude comparative entre l'efficacité du foin et l'anhracite dans le traitement des eaux. 2017, Mémoire mastèr, Université M'Hamed Bougara, Boumerdes. p. 14.
16. **Juliette, D., S. Marianne,** and **Y. Catherine**, Qualité physico-chimique et chimique des eaux de surface: cadre général. Journal of Institut Bruxellois pour la Gestion de l'Environnement, 2005. **16**: p. 1.
17. **Abdulrzzak, A.**, Industrial Wastewater Characteristics. 2014: p. 3.
18. **Odeigah, P., O. Nurudeen,** and **O. Amund**, Genotoxicity of oil field wastewater in Nigeria. 1997. **126**(2): p. 161-167.
19. **Souad, E.**, Traitement des eaux de rejets de l'unité ceramit "TENES". 2007, Mémoire mastèr, Université Hassiba ben bouali, Chlef. p. 13,14.
20. **Alhassane, B.**, Caracterisation des rejets des eaux residuaires des stations-service de total: cas de la ville de conakry. 2013. p. 12.
21. **Milia, M., K. Chanez,** and **B.A.E. Hamide**, Analyse physico-chimique des effluents de la laiterie Candia. 2018, Mémoire mastèr, Université Abderrahmane Mira, Bejaia. p. 14.
22. **Abdelkrim, Z.** and **L.M. Seghir**, Ttatement des eaux huileuses de l'unité de déshuilage Hassi R'mel. 2019, Mémoire mastèr, Université Kasdi merbah, Ouargla.
23. **Gupta Vinod K,** et al., Chemical treatment technologies for waste-water recycling— an overview. journal Royal society of chemistry Advances, 2012. **2**(16): p. 6380-6388.
24. **Amina, B.**, Choix d'une méthode de traitement des eaux usées de l'industrie pétrolière cas station de déshuilage HBK Ouargla. 2017, Mémoire mastèr, Université M'hamed Bougara, Boumerdes. p. 13.

Références bibliographiques

25. **Coca-Prados, J., G. Gutiérrez,** and **J.M. Benito**, Treatment of oily wastewater by membrane hybrid processes, in *Economic Sustainability and Environmental Protection in Mediterranean Countries through Clean Manufacturing Methods*. 2013, Springer. p. 35-61.
26. **Mohsen A,** et al., Performance study of mullite and mullite–alumina ceramic MF membranes for oily wastewaters treatment. *journal desalination*, 2010. **259**(1-3): p. 169-178.
27. **Yu, L., M. Han,** and **H. Fang**, A review of treating oily wastewater. *Arabian journal of chemistry*, 2017. **10**: p. S1913-S1922.
28. **Liu, B., B. Chen,** and **B. Zhang**, Oily Wastewater Treatment by Nano-TiO₂-Induced Photocatalysis: Seeking more efficient and feasible solutions. *EEE Nanotechnology Magazine*, 2017. **11**(3): p. 4-15.
29. **Capodici M,** et al., Treatment of oily wastewater with membrane bioreactor systems. *journal water*, 2017. **9**(6): p. 412.
30. **Norouzbahari, S., R. Roostaazad,** and **M. Hesampour**, Crude oil desalter effluent treatment by a hybrid UF/RO membrane separation process. *Journal Desalination*, 2009. **238**(1-3): p. 174-182.
31. **Zhang W,** et al., Superwetting porous materials for wastewater treatment: from immiscible oil/water mixture to emulsion separation. *journal Advanced Materials Interfaces*, 2017. **4**(10): p. 1600029.
32. **Ong CS,** et al., Investigation of submerged membrane photocatalytic reactor (sMPR) operating parameters during oily wastewater treatment process. *journal desalination* 2014. **353**: p. 48-56.
33. **Mehdi, I.**, Préparation et caractérisation de nouveaux matériaux pour les réactions de dépollution photocatalytique de l'eau dans le visible. 2011, Thèse de doctorat, Institut National Polytechnique de Lorraine - France p. 17.
34. **Sihem, H.**, Application de la photocatalyse pour la dégradation des polluants chimiques et bactériologiques dans l'eau en utilisant des catalyseurs irradiés par des photons de lumière naturelle ou artificielle (UV-A/UV-B). 2012, Thèse de doctorat, Université Claude Bernard - Lyon I, France. p. 32,37,192.

Références bibliographiques

35. **David-Alexandre, C.**, Traitement d'eaux huileuses par photocatalyse hétérogène: application à la dépollution des eaux de cales. 2011, Thèse de Doctorat, Université Claude Bernard - Lyon I, France. p. 5,32.
36. **Herrmann, J.-M.**, Bases de la photocatalyse hétérogène De la théorie aux applications environnementales, l'actualité chimique. 2015. **397-398**: p. 78.
37. **Juan M**, et al., A historical introduction to photocatalysis, in Design of Advanced Photocatalytic Materials for Energy and Environmental Applications. 2013, Springer, London. p. 1-4.
38. **Ademe**, Epuration de l'air par photocatalyse. 2013: p. 1.
39. **Christos, S.**, Photocatalyseurs à base de TiO₂ préparés par infiltration chimique en phase vapeur (CVI) sur supports microfibreux. 2007, Thèse de Doctorat, L'institut national polytechnique de Toulouse. p. 10.
40. **Nadjet, H.S.**, Etude de la dégradation photocatalytique de polluants organiques en présence de dioxyde de titane, en suspension aqueuse et en lit fixe. 2012, Thèse de Doctorat, Université de Grenoble et l'Université Mentouri de Constantine. p. 13,17,21.
41. **Chebli, D.**, Traitement des eaux usées industrielles: Dégradation des colorants azoïques par un procédé intégré couplant un procédé d'oxydation avancée et un traitement biologique. 2012, Thèse de doctorat, Université Ferhat abbas, setif. p. 11,24,25.
42. Manuel opératoire Oued Noumer unité déshuilage EPPM N° R0108-RPT-GE-10-001. 2008.
43. **Mohamed-Moudjahid, k.**, La réalité du comportement environnemental dans les institutions pétrolières, "Étude de cas de Sonatrach: unité de production Haoud berkaoui". 2015, Mémoire mastèr, Université kasdi merbah, Ouargla.
44. Manuel opératoire Hauod Berkauoi unité déshuilage N° 5.739-RP-Z-101. 2000.
45. **Salim, D.**, Valorisation et traitement des eaux huileuses dans l'industrie pétrolière. 2015, Université Mohamed Khider, Biskra. p. 40.
46. **Sunita .V**, et al., Treatment of wastewater from petroleum industry: current practices and perspectives. Environmental Science and Pollution Research, 2019. **27**(22): p. 27172-27180.

Références bibliographiques

47. **Atheba, G.P.**, Traitement des eaux par action combinée de la photocatalyse solaire et de l'adsorption sur charbon actif: conception et réalisation du procédé. 2009, Thèse de doctorat, Université Paul Verlaine, Metz.
48. **Hussein, F.H.**, Effect of Photocatalytic Treatments on Physical and Biological Properties of Textile Dyeing Wastewater. Asian journal of chemistry, 2013. **25, no 16**.
49. **Shivaraju H, Muzakkira N, and Shahmoradi B**, Photocatalytic treatment of oil and grease spills in wastewater using coated N-doped TiO₂ polyscales under sunlight as an alternative driving energy. International journal of environmental science and technology, 2016. . **13, no 9**: p. 2293-2302.
50. Décret exécutif n° 06-141. Les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Journal officiel de la république Algérienne N° 26, 2006.

Annexe

ANNEXE 01

Valeurs limites des paramètres de rejets Des effluents liquides industriels selon le journal officiel du décret exécutif N° 06-141 du 19 avril 2006.[50]

Paramètre	Unité	Valeurs limites	Tolerance aux valeurs limites anciennes installations
Débit d'eau	m ³ /t	1	1,2
Température	°C	30	35
pH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5
DBO 5	mg/l	25	30
DCO	mg/l	100	120
MES	mg/l	25	30
Azote total	mg/l	20	25
Huiles et graisses	mg/l	15	20
Phénol	mg/l	0,25	0,5
Hydrocarbures	mg/l	5	10
Plomb	mg/l	0,5	1
Chrome 3+	mg/l	0,05	0,3
Chrome 6+	mg/l	0,1	0,5

ANNEXE 02

Bourbier [2, 43]



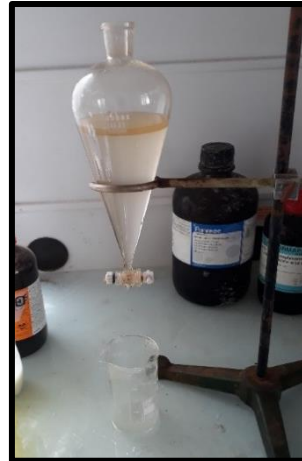
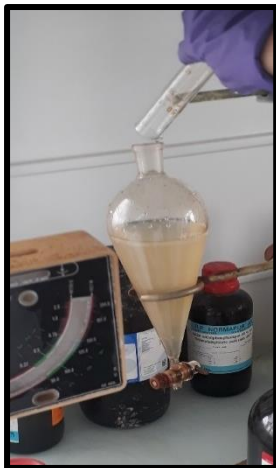
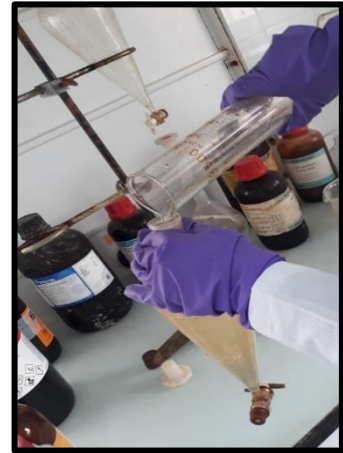
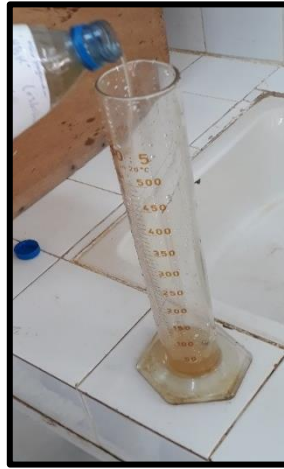
ANNEXE 03

Les étapes des tests photocatalytique



ANNEXE 04

les étapes de l'extraction liquide-liquide



Mesure HC par le spectrophotomètre



ANNEXE 05

Mesure de la quantité des matières en suspension



ANNEXE 06

Résultats des analyses physico-chimiques des eaux huileuses de la station
ONR

la date	MES (ppm)		HC (ppm)		pH		Température (°C)	
	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée
26-11-2014	184	16	70.84	5.05	6.10	6.65	20.4	22.6
27-11-2014	418	31.6	259.93	17.4	5.41	5.56	19.4	19.8
20-01-2015	214	19.4	189.9	10.10	5.79	5.80	22.1	22.9
21-01-2015	223	20.8	124.6	9.13	4.98	5.00	16.1	16.3
05-03-2015	84	18.7	154.96	12.62	5.16	5.10	19.3	23.4
8-03-2015	257	11.34	182	21.6	5.21	5.26	26.8	27.3
28-03-2015	155.45	20.4	50.69	10.12	5.15	5.24	29.8	30.4

Résultats des analyses physico-chimiques des eaux huileuses de la station
HBK

la date	MES(ppm)		HC (ppm)		pH		Température (°C)	
	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée	Eau brute	Eau traitée
26-08-2019	260	60	70	09	5.70	5.80	26.7	27.6
27-08-2019	320	50	31.5	12	5.60	5.70	29.2	29.9
28-08-2019	450	60	230	87	5.50	5.58	30.0	30.3
29-08-2019	430	110	38.5	18	5.65	5.73	28.4	28.8
30-08-2019	490	60	80.5	05	5.80	5.82	28.6	28.9
31-08-2019	360	50	42	07	5.60	5.70	29.2	29.9
01-09-2019	260	70	45.5	03	5.65	5.75	29.5	30.1

Résumé:

Les puits 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, où elle a des impacts dangereux sur l'homme et l'environnement. Ces eaux sont traitées selon différentes techniques qui dépendent du degré de la pollution afin d'améliorer leur qualité et les rendre conformes aux normes de rejet. Donc l'objectif de ce mémoire était l'étude de procédés de traitement des eaux huileuses au niveau de deux unités de déshuilage stations "d'Oued Noumer" et " Haoud Berkaoui " et d'évaluer l'efficacité de leur traitement, ainsi que l'étude de la faisabilité d'appliquer le traitement par photocatalyse hétérogène solaire sur les eaux huileuses de cette station de Haoud Berkaoui.

Il est vrai que les résultats d'analyse des paramètres physico-chimiques (HC, MES et pH) qui ont été obtenus dans ce travail des eaux de rejet des deux stations de déshuilage ont montré une bonne efficacité de traitement qui respecte les normes nationales, mais la technique photocatalytique a démontré d'excellents résultats dans le cadre du traitement des eaux huileuses, où le taux d'élimination des hydrocarbures ayant atteint 100% et le pourcentage de réduction des matières en suspension atteignant 99,80%, nous avons également remarqué une excellente variation du pH, De plus de son aspect environnemental et de son faible coût.

Les mots clés : les eaux huileuses, station de déshuilage, photocatalyse hétérogène, Haoud Berkaoui, Oued Noumer, des paramètres physico-chimiques

Summary:

Oil wells, gas processing and refineries produce daily large amounts of water contaminated with hydrocarbons, solid particles and suspended matter, where it has impacts hazardous on humans and environment. These waters are treated using different techniques depending on the degree of pollution in order to improve their quality and make them comply with discharge standards. So the objective of this memory was therefore the study of oily water treatment processes at the level of two de-oiling units " Oued Noumer " and " Haoud Berkaoui " stations and to evaluate the effectiveness of their treatment, as well as the study of the feasibility of applying the treatment by heterogeneous solar photocatalysis on the oily waters of this Haoud Berkaoui station.

It is true that the results of the analysis of the physicochemical parameters (HC, MES, pH) which were obtained in this work of the discharge water from the two de-oiling stations showed good treatment efficiency which complies with national standards, but the photocatalytic technique demonstrated excellent results in the treatment of oily water, where the rate of removal of hydrocarbons having reached 100% and the percentage reduction of suspended solids reaching 99.80%, we also noticed an excellent variation in pH, In addition to its environmental aspect and its low cost.in addition to its environmental aspect and its low cost.

Key words: Oily wastewater, De-oiling station, Heterogeneous Photocatalysis, Haoud Berkau, Oued Noumer, Physicochemical Parameters.

الملخص:

تنتج آبار النفط ومعامل معالجة الغاز والمصافي كميات كبيرة يومياً من المياه الملوثة بالهيدروكربونات والجزئيات الصلبة والمواد العالقة، والتي لها تأثير خطير على الانسان والبيئة. يتم معالجة هذه المياه بتقنيات مختلفة حسب درجة التلوث، وذلك لتحسين جودتها وجعلها متوافقة مع معايير التصريف. لذلك كان الهدف من هذه المذكرة دراسة طرق معالجة المياه الزيتية على مستوى وحدتي إزالة الزيت "واد نومر" و "حوض بركاوي" و تقييم كفاءتهما في معالجة هذه المياه ، وكذلك دراسة جدوى تطبيق العلاج بالتحفيز الضوئي الشمسي غير المتجانس على المياه الزيتية لمحطة حوض بركاوي.

صحيح أن نتائج التحليل للخصائص الفيزيائية والكيميائية (HC ، MES ، pH) التي تم الحصول عليها في هذا العمل لمياه الصرف من محطتي إزالة الزيت أظهرت كفاءة معالجة جيدة تتوافق مع المعايير الوطنية ، ولكن أظهرت تقنية التحفيز الضوئي نتائج ممتازة في معالجة المياه الزيتية ، حيث وصل معدل إزالة الهيدروكربونات الى 100٪، ونسبة تخفيض المواد العالقة وصلت الى 99.80٪ ، كما لاحظنا تغير ممتاز في الأس الهيدروجيني ، بالإضافة إلى جانبها البيئي وتكلفتها المنخفضة.

الكلمات المفتاحية: المياه الزيتية، محطة إزالة الزيت ، التحفيز الضوئي غير المتجانس، حوض بركاوي، واد نومر، الخصائص الفيزيائية والكيميائية.