

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département Génie de l'environnement.

Mémoire

Présenté pour obtenir

LE DIPLÔME DE MASTER

FILIÈRE : Génie des procédés

Spécialité : Génie des procédés de l'environnement.

Par

➤ **Amira Saoula**

Intitulé

*Traitement des eaux usées de l'industrie pétrolier
Cas: station déshuilage*

Soutenu le : 30/06/2024

Devant le Jury composé de :

<i>Nom & Prénom</i>	<i>Grade</i>	<i>Qualité</i>	<i>Établissement</i>
<i>Mme M.Merzougi</i>	<i>MCB</i>	<i>Président</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>Mme.H.Faid</i>	<i>MCA</i>	<i>Encadrant</i>	<i>Univ-BBA</i>
<i>Mme.Thabti</i>	<i>MAB</i>	<i>Examineur</i>	<i>Univ-BBA</i>

Année Universitaire 2023/2024

Remerciement

En premier je tiens à remercier le bon dieu le tout puissant de donner la sante, patience et courage pour mener à terme ce modeste travail.

Je tiens à remercier mon encadreur Mme Faid Hayet, pour ses précieux conseils et son aide durant toute la période de ce travail.

Je tiens à remercier vivement les membres du jury pour avoir jugé ce modeste travail.

Je remercie également Mlle. Ogab Ibtissam , Mme Haider Soumia et M.Nimour Kamel pour leur aide et ses explications au cours du stage pratique .

Je remercie chaleureusement le personnel de la division de laboratoire Sonatrach de Boumerdes pour leur aide, surtout les personnes qui travaillent à département environnement-service analyse, pour tous les efforts qu'ils ont fournis pour m'aider et les informations qu'ils m'ont transmises.

Mes remerciements vont également aux enseignants du Département de Génie de l'environnement ainsi qu'à toutes les personnes qui m'ont aidé de près ou de loin dans ma formation.

Dédicace

À mes plus grands soutiens et sources d'inspiration, je dédie ce
Travail avec tout mon amour et ma reconnaissance infinie.

À ma mère <Saliha Zanzene> qui a toujours été mon port d'attachement et ma boussole, merci pour ton amour inconditionnel, ton dévouement et ton soutien inébranlable. Tu as été la lumière qui a éclairé mon chemin dans les moments sombres et tu as toujours cru en moi, même lorsque je doutais.

À mon père <Loughmari > qui m'a appris l'importance du travail acharné, de la persévérance et de l'honnêteté, je suis reconnaissante pour tes conseils avisés et ton soutien sans faille. Tu m'as inspiré à viser plus haut et à poursuivre mes rêves. Je te suis infiniment reconnaissante pour ton soutien indéfectible, ta confiance en moi et ton amour.

À mes frères Zineddine , Houssam Eddine et Abdelmalek , merci pour votre soutien constant, votre humour contagieux et votre présence réconfortante. Vous êtes ma source de joie et de bonheur, et je suis fière de vous avoir dans ma vie.

À ma famille, en particulier mon oncle <Mouloud Zanzene > et sa famille pour leur soutien moral et leur compréhension durant les moments de stress et de travail intense. Leur présence bienveillante a été un pilier essentiel.

Au-delà des noms cités, il existe un cercle précieux de personnes qui ont joué un rôle significatif dans mon parcours. Je vous exprime reconnaissante pour votre présence et votre soutien qui ont marqué positivement ma vie.

Sommaire

Remerciement	I
Dédicace	II
Sommaire	III
Liste des figures	VI
Liste des tableaux	VII
Liste des abréviations	VIII
Introduction générale	1
Chapitre I :.....	6
Synthèse bibliographique	6
Introduction	7
I .1. Eaux usées :	7
I.1.1. Eaux usées domestiques :	7
I.1.2. Eaux usées industrielles :	8
I .1.3. Eaux résiduaires des industries pétrolières :.....	8
a. Eaux résiduaires de forage :	8
b. Eaux résiduaires des raffineries :	8
c. Eaux résiduaires des installations pétrochimiques :	8
I .1.4. Types d'eau résiduaire	8
a. Eaux résiduaires non huileuses	9
b. Eaux huileuses	9
I.2. Généralités sur les eaux huileuses	9
I .2.1. Composition des eaux huileuses	9
a. Matières en suspension	9
b. Matières colloïdales	10
c. Matières dissoutes	10
I.3. Présence des hydrocarbures dans l'eau :.....	10
I.4. Paramètre de la pollution des eaux usées huileuse pétrolières	11
1.4.1 . Paramètres organoleptiques :	11
1.4.2. Paramètres physiques :	11
1.4.3. Les paramètres chimiques :.....	12
I.5 Impacts des rejets pétroliers sur l'environnement :	14

1.5.1 Impact des rejets pétroliers sur l'atmosphère :	14
1.5.2 Impacts sur les sols :	15
1.5.3 Impacts sur les écosystèmes aquatiques :	15
1.5.4 Impacts des rejets pétroliers sur l'homme :	16
I.6. Normes des eaux de rejets	16
I.7 Méthode de traitement des eaux usées pétroliers huileuse	17
I.7.1 Coagulation floculation	17
1.7.1.1 Mécanisme de coagulation :	17
1.7.1.2 Mécanisme de Floculation:	18
1.7.1.3 Décantation :	18
1.7.1.4 Filtration (optionnelle):	18
1.7.1.5 Élimination de la boue :	18
1.7.1.6 Facteurs influençant la coagulation-floculation: [23]	19
I.7.2. Adsorption par charbon actif	19
I.7.2.1.Principe de l'adsorption	19
I.7.2.2 Types d'Adsorption :	20
I.7.2.3 Mécanisme de l'adsorption.....	20
I.7.2.4 Le charbon actif.....	21
Chapitre II :	23
Matériels et méthodes	23
II.1 Echantillonnage des eaux huileuses.....	24
II.2. Caractérisation de l'échantillon	24
II.2.1 Mesure du ph	24
II.2.2 Mesure de la conductivité.....	25
II.2.3 Mesure de la turbidité.....	25
II.2.4 Mesure des matières en suspension.....	26
II.2.5 Dosage de l'azote totale – méthode de colorimétrie	27
II.2.6 Dosage des nitrites	28
II.2.7 Dosage des nitrates :	29
II.2.8 Dosage des sulfates.....	30
II.2.9 Dosage Phosphore Méthode spectrométrique au molybdate d'ammonium :	30
II.2.10 Chrome Hexa-valent.....	31
II.2.11 Carbone organique total (COT)	32
II.3 Métaux lourds	33

II.4 Mesure de l'indice d'hydrocarbure	34
II.5. Traitement de l'échantillon par coagulation et floculation	38
II.5.1. Préparation de Coagulants et floculant	38
II.5.2 Jar Test	39
II.6. Traitement de l'échantillon par adsorption par charbon actif.....	40
II.6.1. Matériaux et Réactifs :	40
II.6.2 Effets étudiés à l'adsorption de charbon actif	41
II.6.2.1 Effet de temps de contact	41
II.6.2.2 Effet de quantité de charbon actif	41
II.6.2.3. Effet du pH	41
II.6.3. Filtration :	42
Chapitre III :	43
Résultats et discussions	43
III.1 Caractérisation de l'échantillon	44
III.2 Test de coagulation –floculation	44
III.2.1. Détermination de la dose optimale de coagulant :	44
III.2.3. Effet de pH sur les paramètres de traitement :	47
III.3 Caractérisation de l'eau huileuse après traitement.....	49
III.4 Traitement des eaux huileuse par Adsorption par charbon actif commerciale.	50
III.4.1 Effet de temps à adsorption par CA	51
III.4.2 Effet de quantité de CA	53
III.4.3 Effet de Ph	54
III.5 Caractérisation de l'eau huileuse après traitement par l'adsorption sur charbon actif	56
Conclusion générale	58
Références bibliographiques	59
Annexes	61
Résumé	66

Liste des figures

Figure : Station Géographique de CRD.....	3
Figure I.1 : Eau usée	7
Figure 1.2 : Pollution par les hydrocarbures.....	11
Figure I.3 : processus de coagulation, floculation et de sédimentation et sédimentation.....	18
Figure I.4: Schéma de l'adsorption physique de polluants par un charbon actif.....	19
Figure I.5 : Domaines d'existence d'un soluté lors de l'adsorption sur un matériau microporeux [22].	20
Figure I.6 :Les formes de charbon actif.....	21
Figure II.1 : Echantillon De L'eau Huileuse Brute	24
Figure II.2 : PH-mètre	24
Figure II.3 : Conductimètre.	25
Figure II.4 : Turbidimètre.	26
Figure II.5: Spectrophotométrie DR1900.	26
Figure II.6 : HT 200 S	28
Figure II.7 : ICP OES	34
Figure II.8 : Dispositif d'extraction.	36
Figure II.9 : Dispositif de concentration.....	37
Figure II.10 : Chromatographe phase gazeuse (CPG).....	37
Figure II.11: Jar test.....	40
Figure II.12 : plaque d'agitation chauffante	41
Figure III.1 : 1 ère essai de jar test	45
Figure III.2 : Effet de la dose du coagulant sur les MES et la Turbidité.....	46
Figure III.3 : Effet de variation de Ph sur les MES et la turbidité.....	48
Figure III.4 : Efficacité en fonction de ph	48
Figure III.5 : résultat final d'eau traite par coagulation floculation	49
Figure III.6: adsorption par CA	51
Figure III.7: Effet de Temps de contact sur l'adsorption sur MES et COT	52
Figure III.8: Évolution de la teneur en Cr ⁶⁺ en fonction du temps de contact	52
Figure III.9 : Variation de MES et COT en fonction de la masse de CA.....	53
Figure III.10: Variation de la teneur Cr ⁶⁺ en fonction de masse de CA.....	54
Figure III.11: Variation de MES et COT en fonction du pH pour un temps 60min et m CA = 0.05g	55

Figure III.12: Évolution de polluant Cr 6+ en fonction de Ph.....	55
Figure III.13: Aspect de l'eau à traiter	57

Liste des tableaux

Tableau I.1: valeurs limites des paramètres de rejet d'effluents liquides industriels	17
Tableau II.1 : Propriétés physico-chimiques de chlorure ferrique.	38
Tableau II.2: Les propriétés physico-chimiques de carbonate du kurifix	38
Tableau III.1 : Valeurs des paramètres analysés pour la caractérisation de l'échantillon.	44
Tableau III.2 : Effet de la dose du coagulant FeCl ₃ sur la variation des paramètres de traitement	44
Tableau III.3 : Effet de Ph sur la variation des paramètres de traitement	47
Tableau III.4: Résultats d'analyse de l'eau traitée par le coagulant (Fecl ₃) et le flocculant (kurifix).	50
Tableau III.5 : résultats d'analyse des eaux huileuse par adsorption sur CA.....	51
Tableau III.6 :résultats d'analyse des eaux huileuse par adsorption sur CA.....	53
Tableau III.7: résultats d'analyse des eaux huileuse par adsorption sur CA.....	54
Tableau III.8 : Résultats d'analyse de l'eau traitée par Adsorption par CA.....	56

Liste des abréviations

CRD : Centre de Recherche et Développement

D-LAB : Division LaBoratoire

HC : HydroCarbures

MES : Matières En Suspension

T : Température

COT : Carbone Organique Totale

CA : Charbon Actif

CAC : Charbon Actif Commercial

PH : Potentiel d'Hydrogène

CAP : Charbon Actif Poudre

NTU : Néphélométrie Turbidité Unit

trm: Tours par minute

Introduction générale

Les eaux usées industriels constituent une préoccupation environnementale majeure en raison de leur impact potentiel sur les écosystèmes et la santé humaine. L'industrie pétrolière est l'une des principales sources de pollution de l'eau.

La production de pétrole et de gaz dans le sud d'Algérie est généralement accompagnée par l'usage et la production d'importants volumes d'eau. Ces eaux produites, remontant du gisement souvent sous forme d'émulsion dans le pétrole brut, ne peuvent être ni rejetées ni réutilisées sans traitement préalable, car elles doivent répondre aux normes nationales de rejet.

D'après les traitements possibles et efficaces que l'on peut appliquer sur cette eau de rejet industriel, nous optons pour la coagulation et la floculation dans le but d'éliminer presque totalement l'huile (hydrocarbure) et de diminuer tous les paramètres de pollution qui la caractérisent, nous le complétons avec l'adsorption par charbon actif pour retirer les métaux lourds et les polluants organiques.

Le processus d'adsorption est l'adhésion physique de produits chimiques polluants à la surface d'un solide. Une large gamme de matériaux pour l'assainissement de l'eau a été utilisée ces dernières années. Ceux-ci comprennent le charbon actif, la bentonite, la tourbe, le sable, le charbon, la fibre de verre, le polypropylène, l'amberlite, l'argile organique et l'attapulgite [1]. Le charbon actif est un adsorbant couramment utilisé pour éliminer une grande variété de composés organiques, y compris le pétrole, de l'eau et qui s'est avéré techniquement réalisable [2]. L'assainissement des eaux souterraines contaminées par des hydrocarbures pétroliers par l'utilisation de charbon actif a été étudié [3].

En premier lieu, nous rappelons la description de D-LAB Sonatrach (Ex nom : Centre de Recherche et Développement CRD),

Puis, nous entamons notre étude par le premier chapitre qui concerne les généralités sur les eaux usées industrielles ainsi que les paramètres de pollution de ces

eaux et leurs normes de rejet. Nous citons aussi leurs impacts sur l'environnement et enfin leur traitement par coagulation et floculation et par adsorption par charbon actif.

Ensuite, nous détaillons dans le deuxième chapitre les différentes méthodes d'analyse qui nous permettent de valider notre étude.

Enfin, nous consacrons le troisième chapitre aux résultats obtenus avec les différentes solutions et méthodes d'analyse. Ces données sont présentées sous forme de tableaux et de graphes puis interprétées.

Nous concluons avec une discussion générale sur les résultats obtenus et les perspectives de cette étude.

Présentation de Sonatrach

SONATRACH est la compagnie nationale algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle a pour missions de valoriser de façon optimale les ressources nationales d'hydrocarbures et de créer des richesses au service du développement économique et social du pays.

1. Situation géographique du CRD



Figure : Station Géographique de CRD

2. Description du Centre de Recherche et Développement

Le Centre de Recherche et de Développement CRD a été créé par le groupe SONATRACH en 1973 à Dar El Beida et a été installé à Boumerdès en 1975, c'est l'acteur majeur de l'activité amont du groupe, chargé de la recherche, l'exploitation, le développement et la production des gisements d'hydrocarbures, également des travaux de laboratoire, la réalisation d'analyses et les études de synthèses par le besoin de l'entreprise.

Le CRD a pour but le soutien technique et scientifique de SONATRACH et ses différentes filiales exerçant dans le domaine des hydrocarbures.

En 2009, la Division Laboratoire, une structure issue du redéploiement du Centre de Recherche et Développement (CRD), était accrédités au référentiel ISO CEI 17025, une norme reconnue, qui vient s'ajouter aux certifications déjà obtenues par l'ex CRD. Ce redéploiement et cette certification nouvellement acquise, mettent en évidence l'aboutissement du processus d'amélioration en continu du management des activités des laboratoires et de la qualité des prestations.

C'est pour mieux asseoir sa position et se développer d'avantage que SONATRACH, à travers la Division Laboratoire (ex-CRD), s'est dotée de ses propres laboratoires d'analyses de pointe et de moyens humains de haut niveau. Un atout de taille pour la pérennité et le développement du groupe, cette structure avait donné aussi naissance à la Division technique et innovation et s'est depuis, consacrée aux travaux de prestations d'études, d'essais et d'expertise dans le domaine de l'Amont pétrolier. Elle représente également l'outil scientifique et technique nécessaire à la prospection, l'exploitation et le développement des hydrocarbures. Pour mener à bien ses missions, la Division dispose de 40 laboratoires, dont 30 à Boumerdes et le reste à Hessi Massoud, d'un personnel scientifique de haut niveau et d'équipements de performants régulièrement mis à jour.

La Division Laboratoire et Développement comprend quatre directions opérationnelles.

- Gisement.
- Géologie.
- Assistance aux unités industrielles
- Laboratoires et cartothèque centrale HMD.

Trois directions qui sont :

- Direction gestion du personnel.
- Direction finances.
- Direction logistique.

Trois départements fonctionnels sont:

Présentation de centre de recherche et développement

- Département technologie de l'information
- Département technique.
- Département OHSE.

Hormis la Direction Laboratoires et Cartothèque Centrale qui se trouve à Hessi Massoud, les autres structures DLD sont basées à Boumerdes, de ses missions se situent dans les cadres généraux de la recherche, de l'exploitation et de développement des gisements d'hydrocarbures et sont résumées dans les points suivants :

- Développer et promouvoir la recherche et développement avec la participation des entreprises concernées.
- Fournir des services d'analyses, d'expérimentation, la recherche et développement des études liées à l'exploration, la production des hydrocarbures ainsi que le transport des gaz naturel liquéfié.
- Fournir le support et l'évaluation scientifiques pour la résolution des problèmes qui nécessitent des études et analyses plus particulièrement pour les travaux et le suivi géologique.
- Intervention à tous les niveaux en commandant du forage jusqu'aux activités de l'aval pétrolier.

La Division dispose d'autres laboratoires pour l'optimisation de la production des champs en exploitation. Elle intervient en ce sens dans plusieurs domaines dont

- La caractérisation des réservoirs et des produits pétroliers.
- Les études thermodynamiques.
- Les études de colmatage, de stimulation et de récupération assistée.
- Les études de compatibilité des eaux, environnementales et de corrosion.

Sur un autre plan, la Division est chargée par le Groupe SONATRACH d'assurer le Contrôle qualité des produits utilisés par les différents opérateurs du Groupe.

Chapitre I :
Synthèse bibliographique

Introduction

À travers ce chapitre, nous visons à fournir un aperçu général de l'origine, des caractéristiques et du traitement des eaux usées.

I.1. Eaux usées :

Les eaux usées désignent toutes les eaux contaminées par des activités humaines. Dans ce contexte, "polluées" signifie qu'elles sont altérées par les activités humaines, englobant une vaste gamme d'actions telles qu'un bain, une chasse d'eau, une production industrielle, etc. [4]



Figure I.1 : Eau usée

I.1.1. Eaux usées domestiques :

Comme leur nom l'indique, ce sont les eaux polluées par les activités domestiques, c'est-à-dire celles qui proviennent des foyers. On peut les diviser en :

- Les eaux grises : provenant des douches et de la cuisine, elles contiennent généralement des graisses, des tensioactifs (savons, détergents), des solvants, des déchets alimentaires, etc.
- Les eaux noires : issues des toilettes, composées de matières fécales, d'urine et de papier hygiénique.

I.1.2. Eaux usées industrielles :

Évidemment, ce sont les eaux contaminées par les activités industrielles. Leurs caractéristiques varient considérablement en fonction du type d'industrie, pouvant inclure:

- Agroalimentaire
- Métallurgie
- Papeterie
- Pétrochimie
- Textile.ect.

Ainsi, on peut y trouver des hydrocarbures, des composés organiques, des graisses, des micropolluants, des métaux lourds, etc.

I .1.3. Eaux résiduaires des industries pétrolières :**a. Eaux résiduaires de forage :**

Elles se composent d'eaux salées, de boues de forage, d'eaux de pluie, d'eaux de lavage contenant des hydrocarbures, ainsi que d'eaux provenant des installations sanitaires [5].

b. Eaux résiduaires des raffineries :

La composition des eaux de traitement dépend du type de pétrole brut, des produits finis et des procédés utilisés. Elles incluent les eaux sanitaires, les eaux de pluie, les eaux de refroidissement, les eaux résiduaires directes et celles issues des processus de traitement, de contrôle, de stockage et de purification [5].

c. Eaux résiduaires des installations pétrochimiques :

Ces eaux contiennent généralement des huiles minérales et doivent idéalement être traitées avant leur évacuation [5].

I .1.4. Types d'eau résiduaire

Dans les eaux résiduaires on distingue les eaux huileuses et non huileuses

a. Eaux résiduaires non huileuses

Ces rejets se rapportent aux eaux domestiques, aux eaux des différents laboratoires, aux eaux de purges, aux elbots de régénération des échangeurs ioniques.

Les eaux de procédé des raffineries contiennent des condensats acides qui nécessitent leur séparation et un traitement approprié. [6]

b. Eaux huileuses

Elles représentent la pollution la plus importante rencontrée dans ce type d'industrie. La contamination des eaux par les huiles et les hydrocarbures se rencontre à tous les stades de l'industrie du pétrole, depuis les puits jusqu'au transport par tankers.

Au niveau des raffineries ces eaux sont classées en :

- Eaux normalement huileuses
- Eaux accidentellement huileuses

Au niveau des puits, ce sont surtout les eaux de réinjections et les eaux issues des différents traitements du brut. En ce qui concerne le transport, les eaux de déballastage et les eaux de nettoyage des tankers qui représentent la grande masse des eaux contaminées. [6]

I.2. Généralités sur les eaux huileuses**I.2.1. Composition des eaux huileuses**

La pollution d'une eau peut être associée à la présence d'objets flottants, de matières grossières et de particules en suspension.

a. Matières en suspension

C'est l'ensemble des matières solides minérales ou organiques insolubles présentes dans un liquide. Dans les réacteurs biologiques la matière organique est principalement sous forme de micro-organisme.

Les MES sont responsables de la turbidité et souvent de la couleur. Les particules fines en suspension dans une eau sont soit d'origine naturelle, en liaison avec les précipitations, soit produites par les rejets urbains et industriels [7].

b. Matières colloïdales

Ce sont des éléments présents dans l'eau en état intermédiaire entre l'état dissous et l'état solide, dotés à leur surface de charges électriques positives ou négatives qui les maintiennent en suspension.

Les matières colloïdales ne sont pas séparables par décantation ni par filtration, leurs éliminations nécessitent une neutralisation préalable des charges électriques et les rassembler en particules plus grosses, décantables et filtrables par ajout de coagulants ou flocculant [7].

c. Matières dissoutes

Ce sont généralement des cations ou des anions, une partie de la matière organique est généralement sous forme dissoute, on trouve aussi des gaz (O₂, CO₂, H₂S) [4].

I.3. Présence des hydrocarbures dans l'eau :

Les hydrocarbures présents dans l'eau peuvent avoir différentes origines, notamment les industries pétrolières, les transports, les fuites, les eaux de lavage des sols, les eaux pluviales, etc. Ces hydrocarbures peuvent se présenter sous diverses formes, à savoir :

- **Huile Insoluble décantable** : Il s'agit d'une huile libre qui remonte rapidement à la surface de l'eau en raison de sa densité .
- **Soluble, oléfine et paraffine légère** : Ces substances sont des sous-produits de la distillation du pétrole et s'évaporent à des températures élevées, leur inhalation pouvant avoir des effets nocifs sur la santé .
- **Insoluble non décantable (émulsion)** : Il s'agit d'une dispersion de fines gouttelettes d'un liquide dans un autre liquide, où les deux liquides ne se mélangent pas [8].



Figure 1.2 : Pollution par les hydrocarbures

I.4. Paramètre de la pollution des eaux usées huileuse pétrolières

1.4.1 . Paramètres organoleptiques :

Les paramètres organoleptiques sont des caractéristiques de l'eau qui peuvent être perçues par les sens humains, tels que la vue, l'odorat et le goût. Ils peuvent donner des indications sur la qualité de l'eau, même sans analyses chimiques spécifiques. Voici quelques paramètres organoleptiques importants :

- **Apparence visuelle :** La présence d'huiles dans l'eau peut modifier son apparence visuelle en créant des films, des irisations ou des taches à la surface de l'eau.
- **Odeur :** Les huiles et les hydrocarbures peuvent produire des odeurs caractéristiques dans l'eau, qui peuvent être détectées par l'odorat.
- **Goût :** Dans certains cas, la présence d'huiles ou de contaminants organiques peut altérer le goût de l'eau, le rendant non potable [9]

1.4.2. Paramètres physiques :

- **Température :**

Il est essentiel de connaître avec précision la température de l'eau. En effet, elle influe sur la solubilité des sels et des gaz, la dissociation des sels dissous, ce qui impacte

la conductivité électrique et la détermination du pH. De plus, la température permet d'identifier l'origine de l'eau et d'événTEUels mélanges (RODIER et AL, 2005).[10]

- **Matières en suspension (MES) :**

Les matières en suspension (MES) regroupent toutes les particules solides minérales ou organiques insolubles présentes dans un liquide. Dans les réacteurs biologiques, la matière organique se trouve principalement sous forme de micro-organismes. Les MES sont responsables de la turbidité et souvent de la couleur de l'eau. Ces particules en suspension peuvent être d'origine naturelle, liées aux précipitations, ou produites par les rejets urbains et industriels.[10]

- **Turbidité :**

La turbidité est inversement liée à la transparence de l'eau ; c'est un indicateur clé de la pollution, indiquant la présence de matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Sa mesure varie selon les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau. [10]

1.4.3. Les paramètres chimiques :

- **Potentiel d'hydrogène (pH) :**

Le pH de l'eau est un indicateur essentiel de son acidité ou de sa basicité, ce qui influence la solubilité des composés chimiques et la réactivité des polluants [8].

- **Conductivité :**

Ce paramètre indique la capacité de l'eau à conduire le courant électrique, ce qui reflète le niveau de minéralisation et de salinité de l'eau[8].

- **Phosphore et azote :**

La présence de phosphore et d'azote dans les eaux usées d'origine pétrolière peut contribuer à la pollution chimique et favoriser la prolifération des algues [8].

- **Carbone organique total (COT) :**

Le carbone organique total constitue l'un des critères de contrôle de la qualité de l'eau, permettant de mesurer les impuretés biologiques (matières organiques) présentes dans l'eau. Pour déterminer le COT, le dosage est réalisé en deux étapes :

- Détermination du carbone total (T.C) contenu dans l'ensemble des substances organiques et inorganiques de l'échantillon.
- Détermination du carbone inorganique (C.I) présent dans les substances minérales de l'échantillon [11].

- **Indice d'hydrocarbure :**

Il est essentiel de déterminer leur concentration dans l'eau afin d'évaluer l'exposition des organismes vivants et de procéder à une évaluation des risques environnementaux.[13]

- **Nitrates:**

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote. Leur présence dans l'eau, si la source est organique, atteste que l'autoépuration a joué. Ils proviennent du lessivage des engrais et des rejets urbains et industriels. Les nitrates sont l'un des éléments nutritifs majeurs des végétaux. Leur présence associée aux autres éléments nutritifs, stimule le développement de la flore aquatique. Le développement excessif des végétaux aquatiques s'observe au-delà de 2 à 5 mg/l [14].

- **Nitrites :**

Les nitrites (NO_2) ou azote nitreux représentent une forme moins oxydée et moins stable. Ils agissent comme un intermédiaire entre les nitrates et l'ammonium et constituent une forme toxique. Les nitrites sont présents dans le sol, les eaux et les plantes, mais en quantités relativement faibles [15].

- **Sulfate :**

La présence de sulfate dans l'eau est généralement attribuable aux déversements provenant d'ateliers de blanchiment (comme ceux utilisés pour la laine, la soie, etc.),

d'usines de fabrication de cellulose (telles que la pâte à papier, etc.) et d'installations de décoloration [12].

- **Le chrome hexavalent (Cr(VI)) :**

Le chrome hexavalent est un contaminant préoccupant dans les eaux usées des industries pétrolières. En raison de ses propriétés hautement toxiques et cancérigènes, la présence de Cr(VI) pose un risque significatif pour la santé humaine et l'environnement. Ce métal lourd peut être libéré lors des processus de raffinage du pétrole, où il est utilisé comme catalyseur. [16]

- **Métaux lourds :**

Les métaux lourds, tels que le cuivre, le nickel, le zinc, le plomb, le mercure et le sélénium, peuvent être trouvés individuellement ou en association sous forme métallique. Leur origine peut être naturelle, provenant de processus tels que l'érosion des sols, les éruptions volcaniques et les incendies de forêt, ou bien anthropogénique, résultant de l'activité humaine comme la production d'énergie par combustion, l'hydrométallurgie et l'incinération des déchets, chaque métal a des effets distincts sur la santé humaine. [17]

I.5 Impacts des rejets pétroliers sur l'environnement :

L'industrie pétrolière génère des quantités considérables de rejets sous différentes formes, solides, liquide, et gazeuse. Ces résidus essentiellement constitués d'hydrocarbures et de métaux lourds, ne peuvent pas être rejetés dans la nature, leurs propriétés intrinsèques et leurs compositions dégradent notre écosystème, en nuisant à ses différents constituants (faune, flore, homme).

I.5.1 Impact des rejets pétroliers sur l'atmosphère :

Les hydrocarbures comptent pour une part importante dans la pollution atmosphérique. Selon leur source et leur impact sur l'environnement, ils sont classés dans deux groupes :

- les composés organiques volatils (COV) ;
- les gaz à effet de serre (GES).

Les hydrocarbures volatils évoluent chimiquement dans la troposphère sous l'effet du rayonnement solaire et sont à l'origine d'une pollution photochimique caractérisée en particulier par une production d'ozone troposphérique qui entre dans la formation du smog.

Ils interviennent également dans la formation des pluies acides et la destruction de la couche d'ozone, qui sont des problèmes difficiles à résoudre et pourraient même être irrécupérables. [18]

1.5.2 Impacts sur les sols :

La présence d'hydrocarbures dans le sol peut causer de nombreux problèmes en raison de leurs mobilités et de leurs persurances dans l'environnement, parmi lesquels:

- Les hydrocarbures légers sont mobiles, et peuvent être transportés sur de grandes distances, dans les nappes d'eau souterraine ou dans l'air.
- Les hydrocarbures lourds persistent longtemps dans le sol, et provoquent une toxicité certaine pour la santé humaine, et pour l'environnement.
- Les hydrocarbures peuvent dégrader la qualité du sol, en perturbant la rétention et la transmission de l'eau ou le cycle des substances nutritives des plantes, ils peuvent aussi affecter le degré d'aération du sol.
- Les hydrocarbures présents sur, ou dans le sol peuvent causer des problèmes d'ordre esthétique, notamment une odeur, un goût, ou une apparence désagréable.[18]

1.5.3 Impacts sur les écosystèmes aquatiques :

- Une modification des échanges gazeux entre l'air et l'eau, d'où une diminution de la quantité d'oxygène dissous.
- Une réduction de la photosynthèse due à une augmentation de la réflexion des rayons solaires à la surface de l'eau, provoquant à moyen et long terme la destruction de l'habitat sous-marin, par la mort de la flore marine. (marée noire)
- Pollution des plages et destruction des habitats naturels. [18]

I.5.4 Impacts des rejets pétroliers sur l'homme :

Les risques présentés par les hydrocarbures, utilisés de façon massive dans tous les secteurs, sont de deux ordres :

- a. Le risque pour les gaz et les liquides volatils d'asphyxie et d'incendie ou d'explosion, car la plupart des hydrocarbures sont inflammables.
- b. La toxicité (par inhalation, ingestion, contact cutané), qui est variable selon les produits, parfois élevée, avec risque cancérigène pour certains d'entre eux, comme le benzène.
- c. Les vapeurs d'hydrocarbures affectent des organes cibles divers : irritations des yeux et de la gorge, des organes respiratoires, troubles cardiaques, digestifs...[19]

I.6. Normes des eaux de rejets

La norme des eaux de rejet est cruciale pour éviter une grave pollution de l'environnement et des ressources en eau si les eaux usées étaient déversées sans traitement. En effet, ces eaux peuvent contenir des niveaux élevés de polluants. C'est pourquoi la réglementation établit des normes de rejet pour les eaux de surface, le sol et le sous-sol, en fonction des différents systèmes de traitement et de déversement.

Les normes de rejets sont présentées selon le décret algérien (annexe 1).

Les valeurs limites des paramètres des effluents liquides industriels sont répertoriées dans le tableau ci-dessous [4].

Tableau I.1: valeurs limites des paramètres de rejet d'effluents liquides industriels

Paramètres	Unité	Valeurs limites
Température	°C	30
Conductivité	MS	700-1200
Ph	-	6,5-8,5
Turbidité	NTU	10
Mes	Mg/l	35
Dco	Mg/l d'O ₂	120
Dbo5	Mg/l d'O ₂	35
Hydrocarbures totaux	Mg/l	10
Carbone organique total	Mg/l	20
Azote ammoniacal	Mg/l	30
Nitrate	Mg/l	50
Nitrite	Mg/l	0,2
Sulfate	Mg/l	400
Phosphore	Mg/l	10
Plomb	Mg/l	0,5
Cuivre	Mg/l	0,5
Manganèse	Mg/l	1
Fer	Mg/l	3
Zinc	Mg/l	3
Nickel	Mg/l	0,5
Cadmium	Mg/l	0,2

NB : valeur limite de rejets de chrome hexa valent est 0.5 (mg/l)

I.7 Méthode de traitement des eaux usées pétroliers huileuse

Plusieurs méthodes de traitement des eaux huileuses sont utilisées, le traitement par coagulation-floculation, l'adsorption, la photocatalyse et le traitement membranaire.

I.7.1 Coagulation floculation

1.7.1.1 Mécanisme de coagulation :

Neutralisation des charges : Les ions métalliques des coagulants neutralisent les charges des particules en suspension, réduisant la répulsion entre elles .

Formation de microflocs : Les particules neutralisées commencent à se regrouper en microflocs .[22]

1.7.1.2 Mécanisme de Flocculation:

- Agitation lente : L'eau est agitée doucement pour permettre aux microflocs de se regrouper en floccs plus gros, avec l'aide de flocculants comme des polymères organiques .[22]
- Croissance des floccs : Les floccs grossissent, facilitant leur séparation de l'eau.[22]

1.7.1.3 Décantation :

- Séparation des floccs : Les floccs, plus lourds que l'eau, sédimentent au fond d'un bassin de décantation [22].
- Formation de la boue : Les floccs sédimentés forment une boue au fond du bassin, tandis que l'eau clarifiée reste au-dessus. [22]

1.7.1.4 Filtration (optionnelle):

- Elimination des floccs restants : L'eau clarifiée passe à travers des filtres pour éliminer les floccs résiduels et les particules fines [22].

1.7.1.5 Élimination de la boue :

- Traitement de la boue : La boue est retirée et traitée séparément, souvent déshydratée et stabilisée avant élimination ou réutilisation. [22]

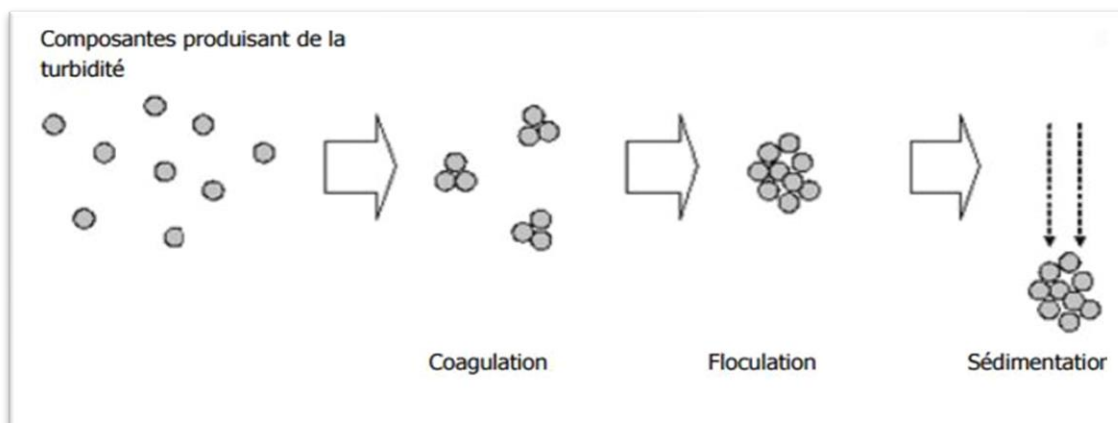


Figure I.3 : processus de coagulation, floculation et de sédimentation et sédimentation

I.7.1.6 Facteurs influençant la coagulation-floculation: [23]

- Effet du pH.
- Effet de la turbidité.
- Effet de la température de l'eau .
- Effet du choix du coagulant.
- Vitesse et temps d'agitation.
- Effet de la minéralisation.
- Effet de la couleur.

I.7.2. Adsorption par charbon actif

L'adsorption de charbon actif est une méthode efficace pour éliminer les polluants organiques et les métaux lourds présents dans les eaux usées huileuses. Après le traitement de coagulation/floculation, les particules coagulées et précipitées sont encore très fines et peuvent contenir des polluants persistants. L'adsorption de charbon actif permet de retirer ces polluants en les attachant à la surface du charbon actif.

I.7.2.1.Principe de l'adsorption

L'adsorption est un processus dans lequel une substance est attachée à une surface, dans ce cas, le charbon actif. Le charbon actif est un matériau poreux qui présente une grande surface d'adsorption, ce qui permet d'absorber efficacement les polluants.[4]

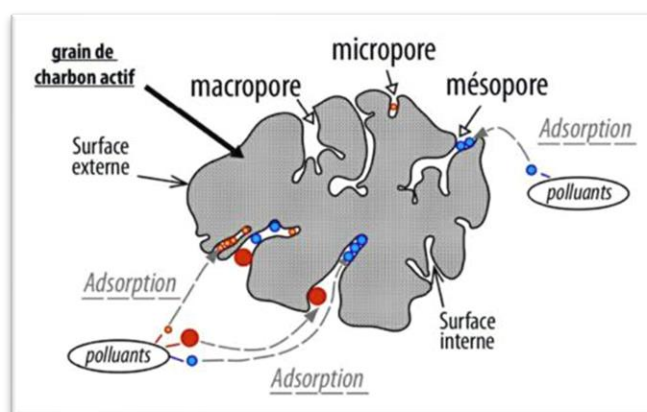


Figure I.4: Schéma de l'adsorption physique de polluants par un charbon actif.

I.7.2.2 Types d'Adsorption :

a. Adsorption Physique (Physisorption)

- Forces d'adsorption : Forces de van der Waals (forces de dispersion de London).
- Nature : Généralement réversible.
- Énergie d'adsorption** : Faible, typiquement 20-40 kJ/mol.
- Couches: Peut se produire en plusieurs couches.
- Exemples : Adsorption de gaz comme l'azote ou l'oxygène sur le charbon actif.[24]

b. Adsorption Chimique (Chimisorption)

- Forces d'adsorption : Formation de liaisons chimiques (covalentes ou ioniques).
- Nature : Souvent irréversible.
- Énergie d'adsorption : Élevée, typiquement 40-400 kJ/mol.
- Couches : Limité à une seule couche moléculaire.
- Exemples : Adsorption de gaz comme l'hydrogène, l'oxygène ou l'azote sur des métaux. [25]

I.7.2.3 Mécanisme de l'adsorption

L'adsorption se produit principalement en quatre étapes.

La figure 7 représente un matériau microporeux (adsorbant) avec les différents domaines dans lesquels peuvent se trouver les molécules organiques ou inorganique (adsorbat) qui sont susceptibles de rentrer en interaction avec le solide.

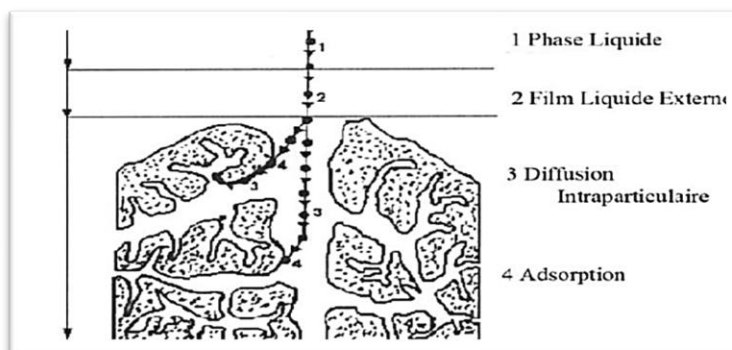


Figure I.5 : Domaines d'existence d'un soluté lors de l'adsorption sur un matériau microporeux [25].

Avant son adsorption, le soluté passe par quatre étapes :

- Diffusion de l'adsorbat de la phase liquide externe vers celle située au voisinage de la surface de l'adsorbant ;
- Diffusion extra granulaire de la matière (transfert du soluté à travers le film liquide vers la surface des grains) ;
- Transfert intra granulaire de la matière (transfert de la matière dans la structure poreuse de la surface des grains) ;
- Réaction d'adsorption au contact des sites actifs. [26]

I.7.2.4 Le charbon actif

Le charbon actif est un matériau carboné très poreux qui présente une grande surface spécifique, typiquement entre 850 et 1500 m²/g. Cette porosité et cette surface élevées sont à l'origine des propriétés d'adsorption exceptionnelles du charbon actif .

a. Différents Formes de charbon actif

- Charbon extrudé(CAE)
- Charbon en Poudre (CAP) (utilisée dans ce mémoire)
- Charbon en grains(CAG). [26]

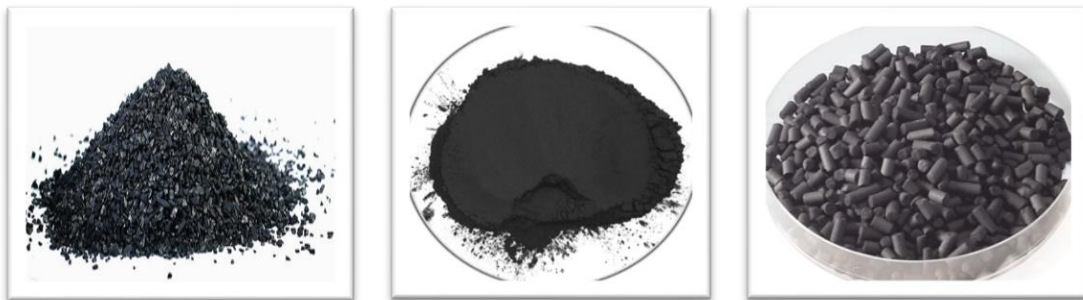


Figure I.6 :Les formes de charbon actif

b. Propriétés du charbon actif

Les principales propriétés du charbon actif sont:

- Diamètre effectif : 8-9 μm pour la poudre, 0,55-1,05 mm pour les grains
- Surface spécifique : 850 à 1500 m²/g.
- Indice de mélasse : capacité d'adsorption des molécules de haut poids

- Densité brute : 400 à 500 g/L [27].
- c. Principaux facteurs influençant l'adsorption de charbon actif sont :**
- Propriétés de l'adsorbant (charbon actif).
- Propriétés des adsorbats (molécules à adsorber).
- Conditions de l'adsorption.
- Température - pH : le charbon actif a un meilleur taux d'adsorption dans les solutions acides que dans les solutions alcalines .
- Substances de coexistence : la présence de multiples adsorbats réduit la capacité d'adsorption sur un adsorbat donné .
- Temps de contact : un temps suffisant est nécessaire pour atteindre l'équilibre et utiliser pleinement la capacité d'adsorption . [28]

Chapitre II :
Matériels et méthodes

II.1 Echantillonnage des eaux huileuses

Le prélèvement et le prélevement de l'échantillon est réalisé à l'entrée du bassin de déshuilage au niveau de la cuve de stockage, qui est un bassin séparateur équipé d'un ensemble de plaques parallèles inclinées pour faciliter la décantation des particules solides non décantées lors du prétraitement physique. Le jerrican conçu pour le prélèvement d'eau est préalablement lavé, rincé pour éliminer toute trace d'un éventuel détergent. Après le remplissage, il est fermé hermétiquement, étiqueté puis transporté à la division de laboratoire Sonatrach de Boumerdes (département environnement-service analyse).



Figure II.1 : Echantillon De L'eau Huileuse Brute

II.2. Caractérisation de l'échantillon

II.2.1 Mesure du pH

La mesure du pH est réalisée par l'appareil représenté dans la figure ci-dessous.



Figure II.2 : PH-mètre

- **Mode opératoire:**

Prélever à l'aide d'une pipette une prise d'essai de 50 ml et l'introduire dans un bécher propre. Rincer abondamment l'électrode avec de l'eau distillée et placer le bécher sous agitation magnétique. Ensuite, introduire l'électrode dans la solution à analyser et lire la valeur affichée par le potentiomètre après stabilisation.

II.2.2 Mesure de la conductivité

(Référence Normative : NFT 90-008)

La mesure de la conductivité est réalisée par l'appareil représenté dans la figure ci-dessous :



Figure II.3 : Conductimètre.

- **Mode opératoire:**

Introduire dans un bécher 50 ml de l'échantillon et rincer abondamment la sonde à l'eau déminéralisée avant utilisation. Ensuite, immerger l'extrémité de la sonde et attendre jusqu'à stabilisation avant de faire la lecture. Rincer abondamment la sonde à l'eau déminéralisée après chaque mesure.

II.2.3 Mesure de la turbidité

(Référence normative : Iso 5667-1/2020)

La turbidité est calculée dans un turbidimètre qui est représenté dans la figure ci-dessous :



Figure II.4 : Turbidimètre.

- **Mode opératoire:**

Introduire l'échantillon à analyser dans une cellule et l'agiter verticalement pour chasser les bulles d'air. Bien essuyer la cellule avant de la mettre dans l'appareil. Lire la valeur affichée après stabilisation .

II.2.4 Mesure des matières en suspension

(Référence normative : ISO 11923/1997)

Les matières en suspension est calculée dans une spectrophotométrie qui est représenté dans la figure ci-dessous :



Figure II.5: Spectrophotométrie DR1900.

- **Mode opératoire:**

Allumez le DR 1900. Sélection la méthode appropriée pour la mesure des matières en suspension, nous avons utilisé de l'eau distillée comme blanc. Prelevez un volume connu (10ml) d'échantillon dans une cuvette propre et l'insérer dans le spectrophotomètre.

Ensuite lancez la mesure et lire la valeur obtenue (tss = mg/l)

II.2.5 Dosage de l'azote totale – méthode de colorimétrie

(Référence Normative : iso 11905-1)

1. Principe :

L'azote de composition organique et inorganique s'oxyde en présence de peroxydisulfate et se transforme donc en nitrate. Les ions nitrates réagissent dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique avec du diméthylphénol-2.6 en formant du nitrophénol.

2. Appareillage :

- Spectrophotomètre HACH DR1900
- Réacteur HT 200 S ou à Thermostat 120 °C
- Réactif : LCK 238
- Eau distillée.
- Micropipette 02 ml

3. Mode opératoire :

- Mettre en marche la DR 1900 en appuyant sur la touche POWER;
- Introduire le code de programme LCK selon la gamme choisie
- Doser à la suite, consécutivement dans une éprouvette de réaction sèche : 0.5 ml d'échantillon, 2.0 ml de solution A, 1 tablette B.
- Fermer l'éprouvette de réaction immédiatement. Ne pas retourner.
- Chauffer immédiatement.
- HT 200 S: 15 minutes avec le programme standard HT.
- Thermostat: pour 30 minutes à 120 °C (248 °F).
- Laisser refroidir à température ambiante.
- Retourner plusieurs fois.

- Ripetter lentement dans le Test en cuve: 0,5 ml d'échantillon désagrégé,
- Pipetter lentement 0,2 ml de solution D.
- Fermer immédiatement la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à qu'aucun dépôt ou agrégat ne soit observable.
- Après 15 minutes, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.
- Les résultats sont exprimés en mg/L.



Figure II.6 : HT 200 S

II.2.6 Dosage des nitrites

Méthode Diazotation :

1. Principe :

Les nitrites réagissent en solution acide avec les amines primaires et aromatiques pour donner des sels diazonium. Ceux-ci forment avec des composés aromatiques, contenant un anuno groupe ou un hydroxyle, un colorant azoïque de couleur intense.

2. Appareillage :

- Spectrophotomètre HACH DR 1900
- Réactif : LCK 341 10 ml
- Eau distillée
- Micropipette 2 ml

3. Mode opératoire :

- Mettre en marche la DR 1900 en appuyant sur la touche POWER,
- Introduire le code de programme LCK selon la gamme choisie.
- Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
- Dévissez le DosiCap Zip détachable
- Pipetter 2 ml d'échantillon,
- Vissez immédiatement le DosiCap Zip ; dirigeant le cannelage vers le haut,
- Secouer énergiquement jusqu'à dissolution du lyophilisat.
- Attendre 10 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesures.

II.2.7 Dosage des nitrates :**1. Principe :**

Dans une solution d'acide sulfurique et phosphorique, les ions nitrates réagissent avec le 2.6-diméthylphénol pour donner du 4-nitro-2.6-diméthylphénol.

2. Appareillage :

- Spectrophotomètre HACH DR1900
- Réactif : LCK 339
- Eau distillée.
- Micropipette 01 ml

3. Mode opératoire :

- Pipeter lentement 0,2 ml d'échantillon.
- Pipetter lentement 1.0 ml de la solution A (LCK 339).
- Fermer la cuve et mélanger le contenu en la retournant plusieurs fois de suite jusqu'à ce que le mélange soit complet.
- Attendre 15 min, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

- Les résultats sont exprimés en mg/l

II.2.8 Dosage des sulfates

(Référence normative ISO 9280)

1. Principe

Les ions sulfate réagissent en solution aqueuse avec le chlorure de baryum pour donner du sulfate de baryum difficilement soluble. La turbidité en résultant est mesurée par photométrie.

2. Appareillage :

- Spectrophotomètre HACH DR1900
- Réactif : LCK 153
- Eau distillée.
- Micropipette 01 ml

3. Mode opératoire

- Pipetter soigneusement 5.0 ml d'échantillon.
- Doser 1 cuillère du réactif A.
- Fermer la cuve et retourner plusieurs fois pendant 2 minutes immédiatement.
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

II.2.9 Dosage Phosphore Méthode spectrométrique au molybdate d'ammonium :

1. Principe :

Les ions phosphates réagissent avec les ions molybdate et antimoine pour former un complexe de phastilore molybdate d'antimoine. Ce complexe est ensuite réduit par l'acide bleu de phosphore molybdène .

2. Appareillage :

- Spectrophotomètre HACH DR1900
- Réactif: LCK 349
- Eau distillée.
- Micropipette 02 ml

3. Mode opératoire :

- LCK 349
 - Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable.
 - Dévissez le DosiCap Zip.
 - Ripetter 2 ml d'échantillon.
 - Vissez le DosiCap Zip fermement; dirigeant le cannelage vers le haut.
 - Secouer énergiquement.
 - Chauffer dans le thermostat.
HT 200S : 15 min avec le programme standard HT.
Thermostat: 60 min à 100°C.
 - Laisser refroidir à température ambiante. Secouer énergiquement.
 - Pipetter dans la cuve une fois refroidie 0.2 ml de réactif B (LCK 349
- B) Fermer immédiatement le réactif B après emploi.
 - Visser un DosiCap C (LCK 349 C) gris sur la cuve.
 - Mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite.
Attendre 10 min, mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.
Les résultats sont exprimés en mg/l.

II.2.10 Chrome Hexa-valent

- Méthode HACH;

l'analyse de chrome total et VI par méthode spectrophotométrique utilisant le réactif LCK 313 est le suivant :

1. Principe :

Les ions chrome réagissent avec les ions molybdate et antimoine pour former un complexe de phastilore molybdate d'antimoine. Ce complexe est ensuite réduit par l'acide bleu de phosphore molybdène.

2. Appareillage :

- Spectrophotomètre: HACH DR1900
- Réactif : LCK 313
- Eau distillée

- Micropipette : 0.2 ml.

3. Mode opératoire :

- Préparation de l'échantillon
 - Enlever la feuille de protection du DosiCap Zip, dévisser le DosiCap Zip, et pipetter 2 mL d'échantillon.
 - Fermer le DosiCap Zip fermement et secouer énergiquement.
 - Thermolyse: Chauffer dans le thermostat HT 200S pendant 15 minutes avec le programme standard HT, puis laisser refroidir à température ambiante et secouer énergiquement.
 - Mélange : Pipetter 0.2 ml de réactif B (LCK 313 B) dans la cuve, fermer immédiatement le réactif B après emploi. Visser un DosiCap C (LCK 313 C) gris sur la cuve et mélanger le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois. Attendre 10 minutes, mélanger de nouveau, nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.
 - Résultats: Les résultats sont exprimés en mg/l.

II.2.11 Carbone organique total (COT)

1. Principe :

Au cours d'un processus en deux phases, le carbone inorganique total (CIT) est d'abord expulsé à l'aide de l'agitateur TOC-X5, puis le carbone organique total (COT) est oxydé en dioxyde de carbone (CO₂). Le CO₂ passe à travers une membrane dans la cuve indicatrice, où il entraîne un changement de couleur, qui est évalué à l'aide d'un photomètre

2. Appareillage :

- Spectrophotomètre
- Réactif : LCK 385
- Eau distillée.
- Micropipette 0,2 ml, 01 ml et 02 ml.
- Portoir de tubes à essai
- Agitateur TOC-X5

3. Mode opératoire :

- Préparation d'échantillon :
 - Pipetter 2.0 ml d'échantillon dans la cuve de digestion.
 - Insérez la cuve de digestion ouverte dans l'agitateur TOC-X5, en appuyant pour l'enfoncer le plus possible. Placez le couvercle du ventilateur sur la cuve.
 - Mettez l'instrument sous tension.
 - Après 5 min, un signal sonore est émis. .

Détermination du COT :

- Lorsque la préparation d'échantillon est terminée, ouvrez la cuve indicatrice bleue et vissez immédiatement à fond le double bouchon à membrane. (Attention : l'étiquette du code à barres doit être dirigée vers la cuve indicatrice).
- Fermez immédiatement à fond la cuve de digestion avec la cuve indicatrice préparée. Maintenir obligatoirement les cuves combinées à la verticale et ne pas les mélanger!
- Chauffer dans le thermostat (la cuve indicatrice bleues toujours en haut).
 - a) HT 200 S: 2 h à 95°C b) LT : Dans un thermostat préchauffé (100°C) 2 h à 100°C .Ensuite, laisser refroidir à température ambiante.
- Serrez de nouveau la combinaison de cuves avant de la retourner.
- Retourner la combinaison de cuves. Bien nettoyer l'extérieur de la cuve indicatrice et mesurer.

Nous utilisons le Thermo réacteur HT 200s (figure II.7) pour l'augmentation de la température et le Spectrophotomètre HACH type DR 1900 (figure II.6) pour la lecture des résultats.

II.3 Métaux lourds

Cette analyse est réalisée sur un spectromètre à absorption atomique (ICP) qui est Présenté sur la figure suivante :



Figure II.7 : ICP OES

- **Mode opératoire**

Filtrer l'échantillon. Placer la lampe associée au métal lourd à examiner dans le compartiment qui convient, puis allumer la flamme dans laquelle le faisceau de la lampe est traversé. Le filtrat est aspiré jusqu'à l'atomiseur à travers le nébuliseur et le faisceau de la lampe est absorbé par les atomes. Lire la valeur sur l'écran en mg/l.

II.4 Mesure de l'indice d'hydrocarbure

- Les réactifs et produits utilisés dans la mesure de l'indice d'hydrocarbure sont les suivants :
 - Eau distillée
 - N-hexane (C₆H₁₄).
 - Sulfate de magnésium heptahydraté (MgSO₄.7H₂O)
 - Sulfate de sodium anhydre (Na₂ SO₄).
 - Substrat de chromatographie
 - Silicate de magnésium (MgSiO₃).
 - n-décane (C₁₀H₂₂)
 - n-tétracontane (C₄₀H₈₂).
 - Acétone (CH₃COCH₃)

- Acide chlorhydrique (HCl)
- Hydrogène
- Azote
- Les appareils et outils utilisés pour cette analyse sont :
 - Chromatographe en phase gazeuse et détecteur à ionisation de flamme.
 - Colonne capillaire avec une phase apolaire (95 % diméthyle/5 % diphénylpolysiloxane de 5 à 25 m de long avec un diamètre interne de 0,10 à 0,53 mm et une épaisseur de film de 0,1 à 0,25 µm).
 - Agitateur magnétique et barreaux magnétiques.
 - Unité d'extraction BEHR-test avec Micro-séparateur.
 - Unité de purification 2 poste Berotest pour HC totaux.
 - Concentrateur sous azote et tubes.
 - Rota vapeur
 - Colonnes de purification de 20 cm de long et de 1.5 cm de diamètre et robinet en Téflon. .
 - Flacons à sertir (Vial) de 2ml pour passeur.
 - Pince à sertir 11 mm
- Préparation des réactifs
 - Solution mère du solvant d'extraction

Dissoudre 20 mg de n-tétracontane dans l'hexane, puis ajouter 20µl de n-décane et diluer avec l'hexane jusqu'à 1000ml, la conserver hermétiquement fermée dans un réfrigérateur (4°C à 8°C)

- Solution fille du solvant d'extraction

Diluer la solution mère dix fois avec l'hexane.

- **Mode opératoire d'extraction:**

Acidifier l'échantillon à pH 2 en ajoutant de l'acide HCL puis Ajouter environ 80g de sulfate de magnésium par 900ml d'échantillon afin d'éviter les émulsions. Ajouter 50ml de solution fille du solvant d'extraction et un barreau magnétique, fermer la bouteille et agiter vigoureusement minimum pendant 30 min à l'aide d'un agitateur magnétique puis retirer le bouchon et le remplacer par le micro séparateur.

Ajouter suffisamment d'eau pour permettre la récupération de la couche d'agent d'extraction du micro séparateur; transférer celle-ci dans une colonne pour purification et procéder au mode de purification.

Le dispositif de l'extraction est représenté dans la figure qui suit.



Figure II.8 : Dispositif d'extraction.

- **Mode opératoire de purification**

Transférer la phase d'agent d'extraction dans une petite colonne remplie de 2g de Florisil et recouvrir d'une couche de 2g de sulfate de sodium. Laisser percoler la phase d'agent d'extraction, suivi par 10ml supplémentaires d'hexane, à travers la colonne, dans une ampoule à décantée, puis rincer la colonne avec environ 10ml d'hexane

- **Mode opératoire de concentration**

Concentrer l'extrait purifié jusqu'à l'obtention d'un volume d'environ 6 ml avec le rota vapeur puis concentrer l'extrait de 6 ml jusqu'à l'obtention d'un volume de 1ml à l'aide d'un léger courant d'azote. Transférer une aliquote de l'extrait final dans un Vial pour l'analyse par chromatographie en phase gazeuse.

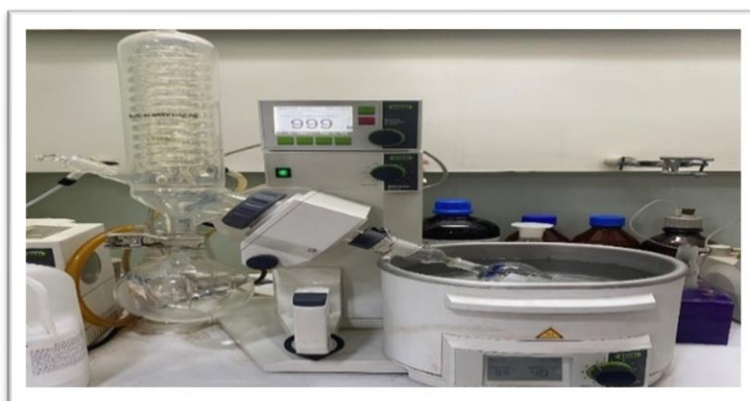


Figure II.9 : Dispositif de concentration.

Après avoir achevé les trois étapes (extraction, purification et concentration), procéder l'analyse sur un chromatographe phase gazeuse en introduisant 1 μ l de l'échantillon dans la colonne capillaire, bien agiter jusqu'à disparition des bulles d'air. Lire les résultats après 30 minutes.

L'obtention des résultats est faite sur le chromatographe phase gazeuse qui est représenté dans la figure suivante :



Figure II.10 : Chromatographe phase gazeuse (CPG).

II.5. Traitement de l'échantillon par coagulation et floculation

II.5.1. Préparation de Coagulants et floculant

a. Chlorure ferrique

Les propriétés physico-chimiques des chlorures ferriques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau II.1 : Propriétés physico-chimiques de chlorure ferrique.

Chlorure ferrique	
Chlorure ferrique	Nom commercial
FeCl ₃	Formule chimique
40	Pourcentage %
1,41	Densité
315°C	Point d'ébullition

- **Mode opératoire:**

Peser 1g de FeCl₃, les introduire dans un bécher, leurs rajouter 100 ml d'eau distillée et les mettre sous agitation pendant 10 minutes. Cette solution mère préparée est de 10 g/l .

b. Kurifix

Les propriétés physico-chimiques de carbonate du kurifix sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau II.2: Les propriétés physico-chimiques de carbonate du kurifix

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

- **Mode opératoire:**

Peser 1 g de Kurifix, les introduire dans une fiole jaugée de 100 ml en se servant éventuellement d'un entonnoir et la remplir avec de l'eau distillée. Agiter la solution sur un agitateur magnétique jusqu'à dissolution complète du solide(1h).

II.5.2 Jar Test

Le jar Test est l'appareil utilisé pour réaliser le traitement par coagulation.

- **Mode opératoire:**

- Verser 500 ml d'eau brute dans chacun des béchers à l'aide d'un cylindre gradué. Placer les béchers sur le banc d'essai et démarrer l'agitation à environ 50 Tr.
- Choisir les six dosages du coagulant à étudier de 0 ml à 6 ml et fixer le flocculant à 0.3 ml pour la première série
- Pour la deuxième série, fixer le coagulant et flocculant à leurs valeurs optimales de 4.5 et 3 ml successivement et varier le pH (pH = 6, 7, 8).
- Ajouter simultanément à chaque bécher le volume de coagulant approprié à l'aide d'une micropipette puis augmenter la vitesse d'agitation à 200 Tr pendant 2 minutes.
- Une fois l'agitation est terminée, laisser reposer pendant 10 minutes.
- Ajouter simultanément à chaque bécher le volume du flocculant approprié à l'aide d'une micropipette et réduire la vitesse d'agitation à 50 RPM pour les 5 prochaines minutes.
- Arrêter l'agitation et relever les pales. Laisser sédimenter sans perturber pendant 30 minutes. Observer la grosseur des floccs.



Figure II.11: Jar test

II.6. Traitement de l'échantillon par adsorption par charbon actif

Mode Opérateur :

II.6.1. Matériaux et Réactifs :

- Charbon actif de haute qualité (tamisé 0.200mm)
- Échantillons d'eau huileuse à traiter (après le traitement par coagulation floculation).
- Eau de rejet traite
- Plaque d'agitation chauffante.
- Quatre béchers en verre.
- Burette ou pipette pour le dosage précis.
- PH-mètre
- Agitateur magnétique avec barreau magnétique.
- Balance électronique
- Filtre en verre fritté ou membrane pour la filtration.



Figure II.12 : plaque d'agitation chauffante

II.6.2 Effets étudiés à l'adsorption de charbon actif

II.6.2.1 Effet de temps de contact

La détermination du temps d'équilibre permettra de fixer le temps minimum nécessaire au contact du charbon actif avec l'eau usée huileuse afin d'avoir l'abattement maximum par adsorption des polluants existants dans cette eau. Les conditions fixées pour l'étude de ce paramètre sont: masse de CA = 0.05g, volume d'eau usée = 50ml, vitesse d'agitation = 50 tr/mn, pH des eaux = 4.01 et température ambiante moyenne de 25°C. Puis des COT et Chrome et MES sont déterminées dans le temps (temps de contact 30 min ; 60 min ; 90min ; 120 min .

II.6.2.2 Effet de quantité de charbon actif

Effet de quantité de charbon actif Les conditions opératoires fixées pour l'étude de l'influence de la quantité de charbon actif sur l'adsorption des polluants des eaux usées huileuses sur CA sont: volume des eaux = 50ml, temps de contact = 60min, vitesse d'agitation = 50 tr/mn, pH des eaux usées = 4.01 et température ambiante moyenne de 25°C. Les masses en mg de CA utilisées sont: 0.0375 ; 0.05; 0.075 et 0.1g

II.6.2.3. Effet du pH

Le pH est un paramètre essentiel à prendre en compte dans les processus de l'adsorption. Ce paramètre agit à la fois sur la solubilité et sur l'état d'ionisation de l'adsorbant. Trois valeurs de pH (2 ; 4 ; 7 ; 10) sont utilisées. Les paramètres maintenus

constants sont : temps de contact = 60 min, vitesse d'agitation = 50 tr/mn et température ambiante. Les pH acide et basique sont obtenus, l'un par addition d'une solution d'acide chlorhydrique (HCl) et l'autre par ajout d'une solution de soude caustique (NaOH) .

II.6.3.Filtration :

Une fois le temps d'adsorption écoulé, filtrez chaque échantillon à travers un filtre en verre fritté ou une membrane pour séparer le charbon actif chargé des contaminants adsorbés.

Chapitre III :

Résultats et discussions

III.1 Caractérisation de l'échantillon

Nous commençons notre travail tout d'abord par la caractérisation de l'eau huileuse. Les résultats de l'analyse des différents paramètres sont regroupés dans le tableau suivant.

Tableau III.1 : Valeurs des paramètres analysés pour la caractérisation de l'échantillon.

Paramètres	Valeurs mesurée	Paramètres	Valeurs mesurée
Ph	4,01	Chrome Hexa-Valent (Mg/L)	1,02
Température (°C)	23,4	Cadmium (Ug/L)	0,5526
Mes (Mg/L)	284	Cobalt	<1
Conductivité (µs/Cm)	195	Chrome	4.058
Turbidité (NTU)	329	Cuivre	1.848
Indice D'het (Mg/L)	523	Fer	227
Cot (Mg/L)	88,8	Manganèse	1673.401
Chlorure (Mg/L)	1205,538	Nickel	0.2916
Nitrate (Mg/L)	16	Plomb	14.497
Nitrite (Mg/L)	0,32	Zinc	0.14326
Azote (Mg/L)	61,08	Phosphore (Mg/L)	3,12
		Sulfate (Mg/L)	484

D'après les résultats du tableau ci-dessus, nous remarquons que l'échantillon présente un pH d'une valeur de 4,01 qui est un pH acide, une turbidité élevée de 329 NTU et une matière en suspension d'une valeur de 284 mg/l ainsi qu'une forte teneur en hydrocarbure avec un indice d'HCT de 523 mg/l. On ce qui concerne les métaux lourds l'eau huileuse est chargée en polluants inorganiques notamment les éléments (Fe, Pb, Mn, Ni ...), et qui présentent un risque de toxicité important sur l'environnement. Donc nous concevons que cette eau nécessite un traitement avant son rejet.

III.2 Test de coagulation –floculation

III.2.1. Détermination de la dose optimale de coagulant :

Pour déterminer la dose optimale du coagulant, nous avons réalisé l'essai de Jar Test sur une eau saumâtre turbide avec des doses croissantes de chlorure ferrique.

Les résultats obtenus par les essais de Jar Test ainsi que les caractéristiques physico-chimiques de l'eau à traiter en laboratoire sont regroupés dans le tableau II.2.

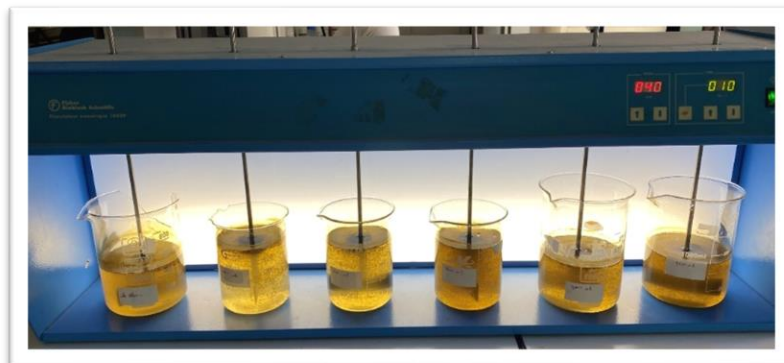


Figure III.1 : 1 ère essai de jar test

Les résultats de la variation de la dose du coagulant sont regroupés dans le tableau

Tableau III.2 : Effet de la dose du coagulant $FeCl_3$ sur la variation des paramètres de traitement .

N° du bécher	Le blanc	1	2	3	4	5
Dose de coagulant (ml)	0	3	4	4,5	4,6	6
Turbidité (NTU)	329	229	192	153	159	180
Efficacité (%)	0	30,3951368	41,6413374	53,4954407	51,6717325	45,2887538
Mes (mg/l)	284	102	100	85	85	133
Rendement %	0	64,08450	64,7887	70,07042	70,07042	53,16901

Les figures III.2 Représente la variation de MES et la turbidité en fonction de la masse du coagulant.

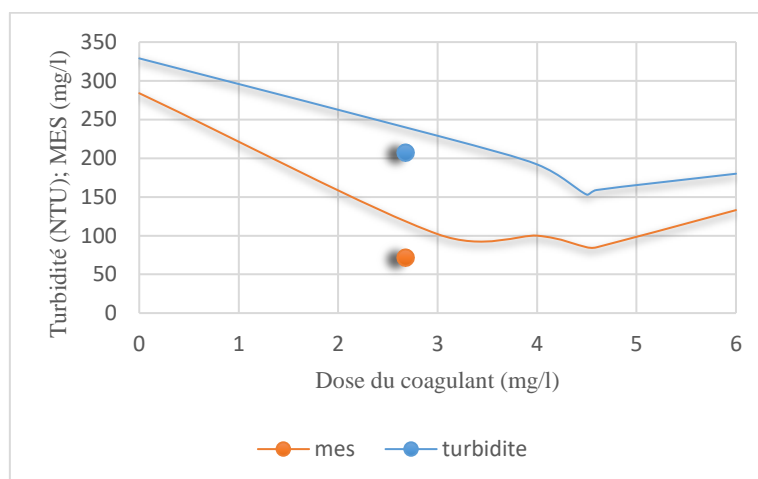


Figure III.2 : Effet de la dose du coagulant sur les MES et la Turbidité.

- **Pour les MES:**

On remarque bien que l'addition de 4.5 et 4.6 ml/l du coagulant provoque une diminution de la valeur de MES de 284 à 85 mg/l. Cela est dû à ce que les particules du coagulant déstabilisent les colloïdes négativement chargés présents dans l'eau à traiter, en neutralisant les charges qui génèrent les forces de répulsion entre colloïdes.

A 4.6 ml, on remarque une diminution de la valeur de MES mais elle reste toujours supérieure à la norme.

- **Pour l'efficacité**

L'efficacité est donnée par la formule suivante :

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

Turbidité initiale : Turbidité avant traitement

Turbidité finale : Turbidité après traitement

On remarque bien que l'ajout de 4.5 ml/l du coagulant a provoqué la diminution de la valeur de la turbidité de 329 à 153 NTU, son efficacité est de 53.49%.

III.2.3. Effet de pH sur les paramètres de traitement :

Les conditions de travail sont :

- Coagulant (FeCl₃) fixé : 4.5ml
- Flocculant fixé : 3ml

Les résultats obtenus en fonction du pH sont regroupés dans le tableau III.3.

Tableau III.3 : Effet de Ph sur la variation des paramètres de traitement

Bécher	Le blanc	1	1	2	3
Coagulant (ml)	0	4,5	4,5	4,5	4,5
Flocculant (ml)	0	0,3	0,3	0,3	0,3
Ph	4	4	6	7	8
Turbidité (NTU)	329	153	23,4	27	66
Efficacité (%)	0	53,495	92,887	91,793	88,358
Mes (mg/l)	284	85	14	15	25
Efficacité %	0	70,070	95,070	94,718	91,197

D'après le tableau III.3 les faibles valeurs de la turbidité et MES sont obtenus à pH entre 4 et 7. Des études antérieures ont donné la plage de pH optimale de 5,0 à 6,5 pour les coagulants aluminium et de 4,5 à 6,0 pour les coagulants ferriques. L'influence du pH sur la coagulation a été bien étudiée et les mécanismes d'élimination de la matière polluante dans différentes conditions de pH de coagulation ont été largement acceptés []

La variation de la turbidité, MES et l'efficacité en fonction du pH est illustrée dans les figures III.3 et III.4 respectivement

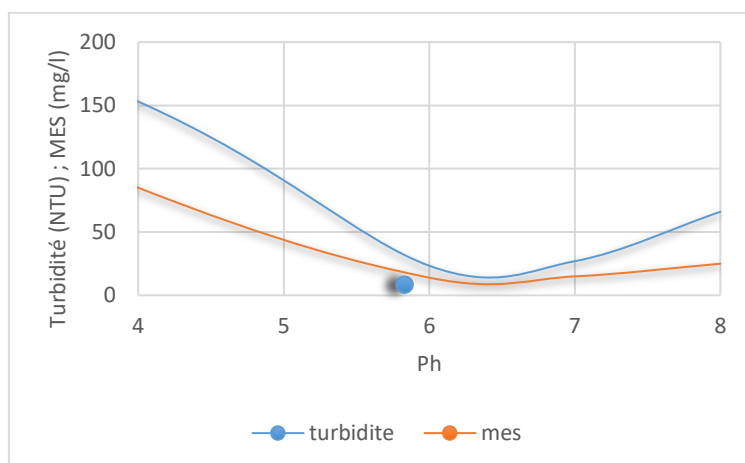


Figure III.3 : Effet de variation de Ph sur les MES et la turbidité

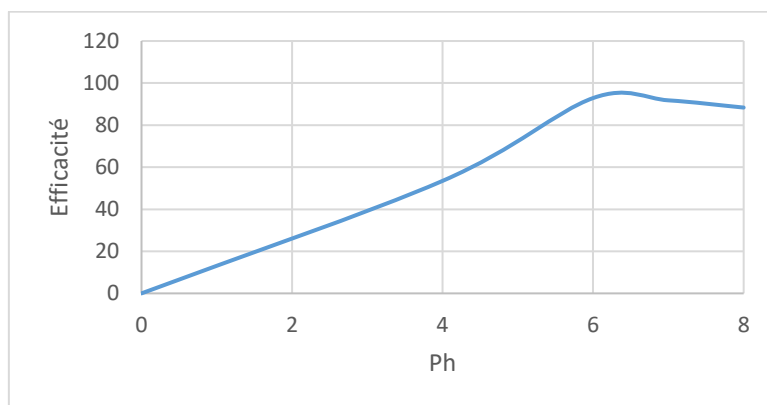


Figure III.4 : Efficacité en fonction de ph

- **Pour les MES**

On remarque bien que dans le pH 6 et 7 il y a une diminution de la valeur de MES de 284 à 14 et 15 mg/l. Ce résultat indique que l'ajustement approprié du pH peut favoriser la formation de floccs plus solides et plus facilement séparables, réduisant ainsi les MES.

- **Pour l'efficacité**

D'après l'allure de la courbe (III.3), nous remarquons que la turbidité diminue rapidement de [4-6] et au-delà de pH 6 la turbidité augmente progressivement. Nous constatons alors que le coagulant (FeCl_3) et le floculant (Kirifix) donnent de meilleurs résultats dans l'intervalle [6-7].

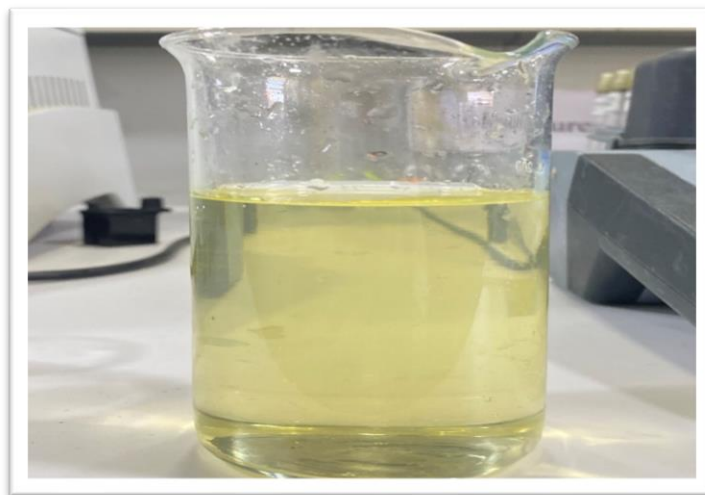
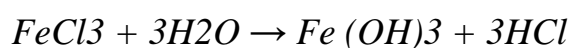


Figure III.5 : résultat final d'eau traite par coagulation floculation

- **Remarque :**

Après le processus de coagulation et de floculation avec le chlorure de fer ($FeCl_3$), des précipités colorés peuvent se former. Ces précipités sont souvent de couleur brune à jaune ou brun rougeâtre, et cette couleur provient de la formation d'hydroxyde de fer (III), $Fe(OH)_3$.



Cette réaction peut produire une couleur distinctive dans l'eau, indiquant que le processus de coagulation-floculation fonctionne correctement pour éliminer les matières en suspension et les impuretés de l'eau.

III.3 Caractérisation de l'eau huileuse après traitement

Analyse de l'eau traitée avec le coagulant ($FeCl_3$) et le floculant (kurifix) Nous effectuons une analyse pour cette eau huileuse à un pH=6, à laquelle nous rajoutons une dose de coagulant de 4.5ml et une dose de floculant de 3ml. Dans cette analyse nous mesurons de différents paramètres, pour évaluer l'efficacité du traitement. Les résultats de l'analyse sont regroupés dans le tableau III.4.

Tableau III.4: Valeurs des paramètres obtenus par coagulation

Paramètres	Valeurs obtenus
Ph	4
Température (°c)	23,1
Mes (mg/l)	14
Conductivité (ms/cm)	193,7
Turbidité (NTU)	23,4
Indice d'hct (mg/l)	11
Cot (mg/l)	28,38
Chlorure (mg/l)	107,434
Nitrate (mg/l)	5.6
Nitrite (mg/l)	0,5
Phosphore (mg/l)	2,48
Sulfate (mg/l)	358
Azote (mg/l)	24,1
Chrome hexa-valent (mg/l)	1,86
Cadmium (ug/l)	0.2017
Cobalt	<1
Chrome (mg/l)	0,0558
Cuivre (mg/l)	0,5146
Fer (mg/l)	32.23
Manganèse (mg/l)	1,033
Nickel (mg/l)	<1
Plomb(mg/l)	2.667
Zinc (mg/l)	4.476

D'après les résultats du tableau, nous remarquons que l'eau traitée présente une diminution de l'indice d'hydrocarbure total jusqu'à 11 mg/L. La diminution de la turbidité de 329 à 23,1 NTU, ceci s'explique par la déstabilisation presque totale des particules colloïdales, la formation des floes et leurs décantations pendant le traitement coagulation-floculation. La diminution de MES jusqu'à atteindre 14 mg/L, ainsi une baisse remarquable des concentrations de tous les éléments des métaux lourds.

III.4 Traitement des eaux huileuse par Adsorption par charbon actif commerciale.

le processus d'adsorption est l'adhésion physique de produits chimiques polluants à la surface d'un solide. Le charbon actif (en poudre) est considéré comme matériau de

référence pour l'adsorption des polluants organiques et cela grâce à sa capacité d'adsorption élevée.

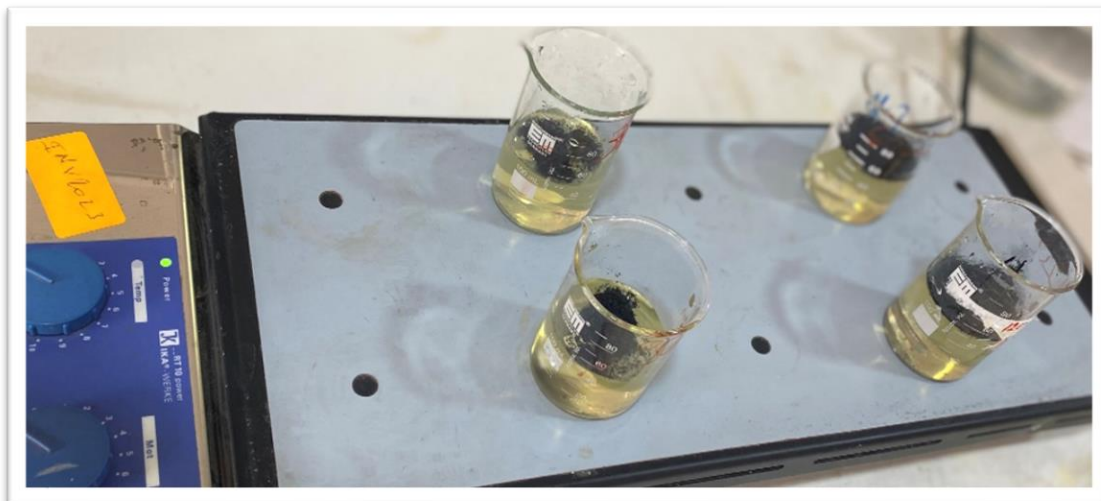


Figure III.6: adsorption par CA

III.4.1 Effet de temps à adsorption par CA

Le temps de contact est un facteur crucial pour le processus d'adsorption. Les valeurs du traitement à différents temps de contact sont regroupées dans le tableau III.5.

Tableau III.5 : résultats d'analyse des eaux huileuse par adsorption sur CA

Temps (min)	0	30	60	90	120
CA(g)	0	0,05	0,05	0,05	0,05
COT(mg/l)	28,38	17,59	14,84	18,83	19,15
MES(mg/l)	14	0	0	0	0
Chrome hexa valent (mg/l)	1,86	0,717	0,529	0,869	0,845
Re(%)	0	61,451	71,559	53,279	54,838

NB : Le rendement (Re%) est donné par la formule suivante :

$$\text{Rendement \%} = ([\text{Cr6+}] \text{ initiale} - [\text{Cr6+}] \text{ finale}) \times 100 / [\text{Cr6+}] \text{ initiale}$$

[Cr6+] initiale : [Cr6+] avant traitement

[Cr6+] finale : [Cr6+] après traitement

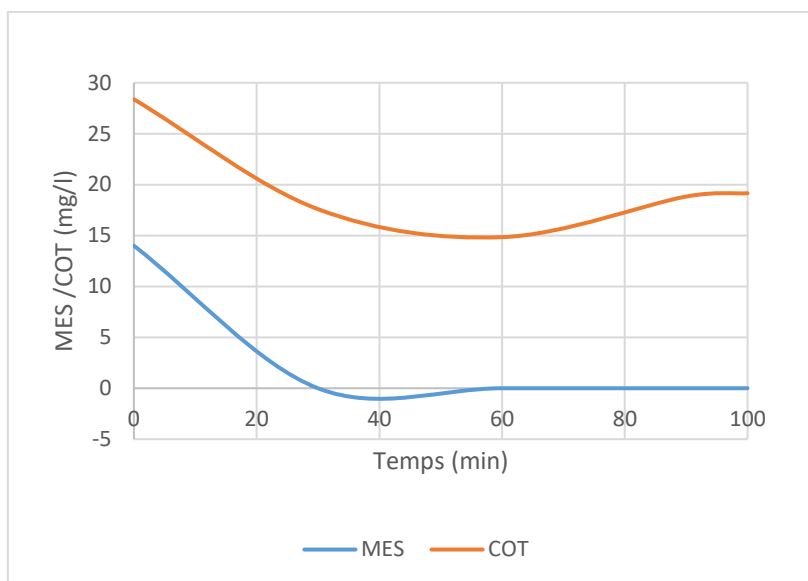


Figure III.7: Effet de Temps de contact sur l'adsorption sur MES et COT

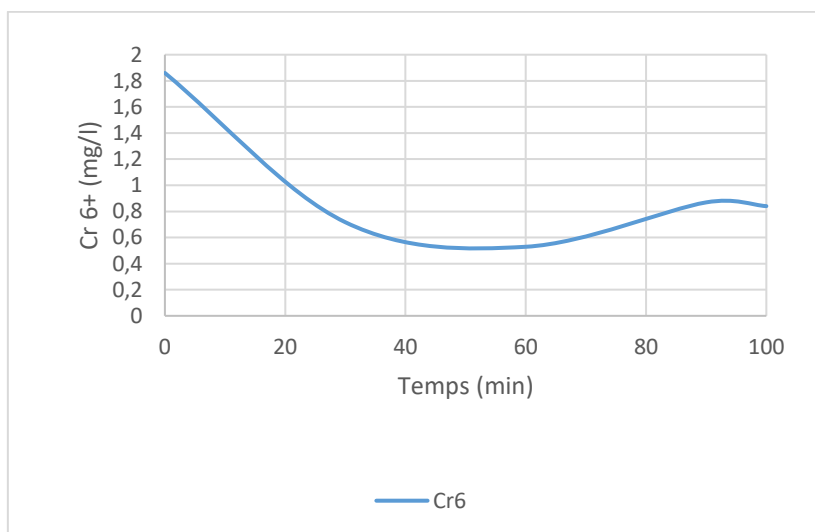


Figure III.8: Évolution de la teneur en Cr6+ en fonction du temps de contact

- D'après le tableau 5 et les figures III.7, III.8 , on observe que les MES,COT et chrome Cr6+ en fonction du temps sont réduit de façon très rapide et le rendement de l'adsorption des polluants par CA augmente avec le temps de contact jusqu'à l'équilibre. Le maximum du rendement d'adsorption est obtenu pour un temps de

contact de 60 min et quantité de CA 0.05g. aux delà de cette durée, le rendement demeure constant (71.559%).

III.4.2 Effet de quantité de CA

Les valeurs des paramètres obtenues en fonction de la masse du charbon actif sont regroupées dans le tableau III.6.

Tableau III.6 : Valeurs des paramètres d'analyse des eaux huileuse traitée par adsorption

CA(g)	0	0,0375	0,05	0,075	0,1
Temps (min)	0	60	60	60	60
COT(mg/l)	28,38	23,53	19,24	19,87	19,84
MES(mg/l)	14	0	0	0	5
Chrome hexa valent (mg/l)	1,86	0,54	0,52	0,5	0,48
Re(%)	0	70,967	72,043	73,118	74,193

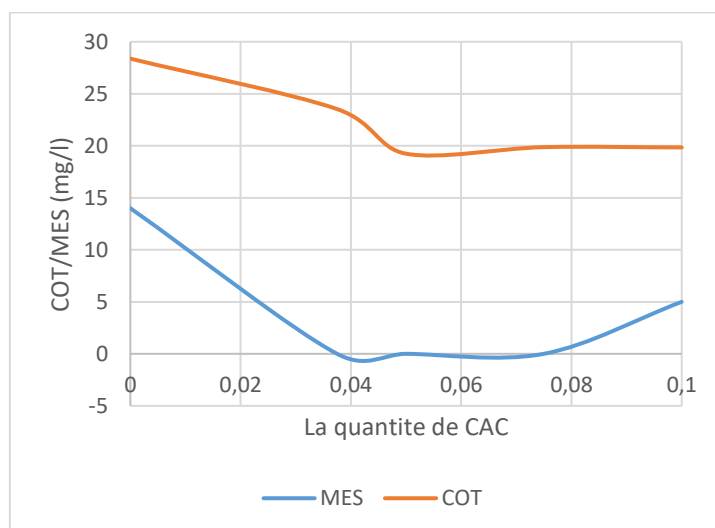


Figure III.9 : Variation de MES et COT en fonction de la masse de CA

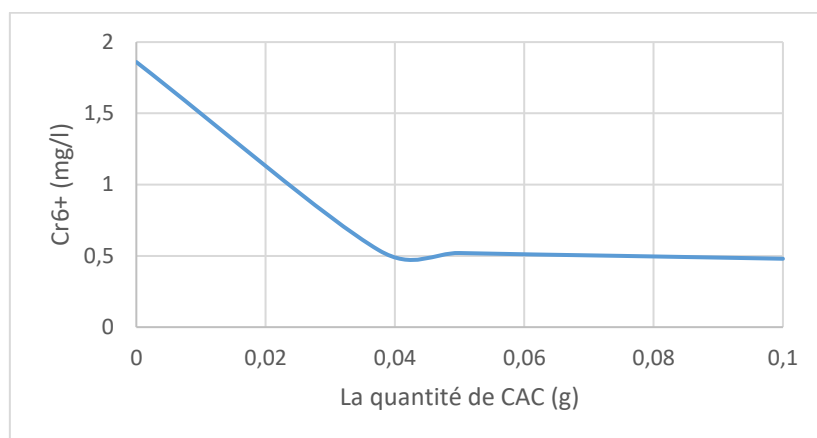


Figure III.10: Variation de la teneur Cr 6+ en fonction de masse de CA

- Les résultats de l'effet de la masse du charbon actif tableau III.6 et figures III.9, et III.10, montrent que les MES et COT diminuent avec l'augmentation de la masse du charbon actif. Et le rendement de l'adsorption des polluants augmente de manière significative avec la masse de CA.

III.4.3 Effet de Ph

Les résultats obtenus à différentes valeurs du pH, temps 60min et une masse du charbon actif 0,05g, sont regroupés dans le tableau III.7.

Tableau III.7: Valeurs des paramètres obtenus à différentes valeurs de pH

pH	0	2	4	7	10
CA(G)	0	0,05	0,05	0,05	0,05
Temps (Min)	0	60	60	60	60
COT(Mg/L)	28,38	15,74	17,84	18,85	22,19
MES(Mg/L)	14	0	0	5	20
Chrome Hexavalent (Mg/L)	1,86	0,83	0,52	1,01	1,2
Re(%)	0	55,376	72,043	45,698	35,483

La figure III.11 représente la variation de MES et COT en fonction du pH.

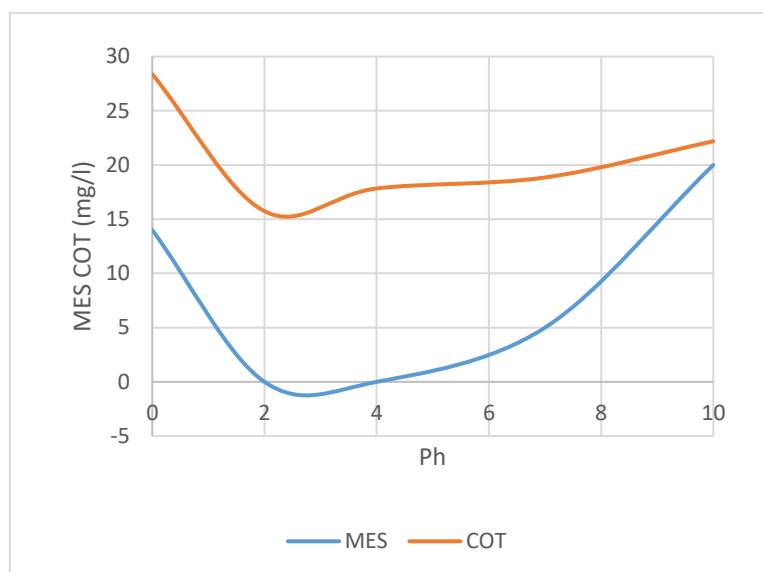


Figure III.11: Variation de MES et COT en fonction du pH pour un temps 60min et m CA = 0.05g

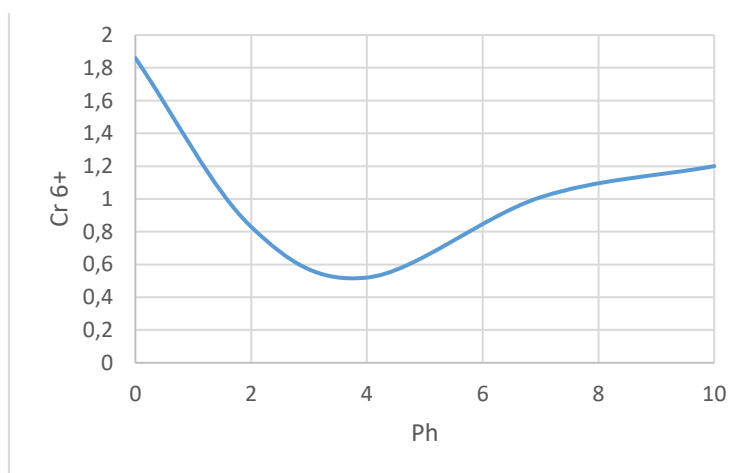


Figure III.12: Évolution de polluant Cr 6+ en fonction de Ph

- D'après les résultats consignés dans le tableau III.7 et les figures 11,12; nous constatons que le taux d'élimination des polluants sur CA est plus important aux pH acides. Le rendement de l'adsorption passe de 35 à 72% lorsque le pH chute d'une valeur 10 à une valeur 2. Les rendements les plus importants sont obtenus à pH = 4.

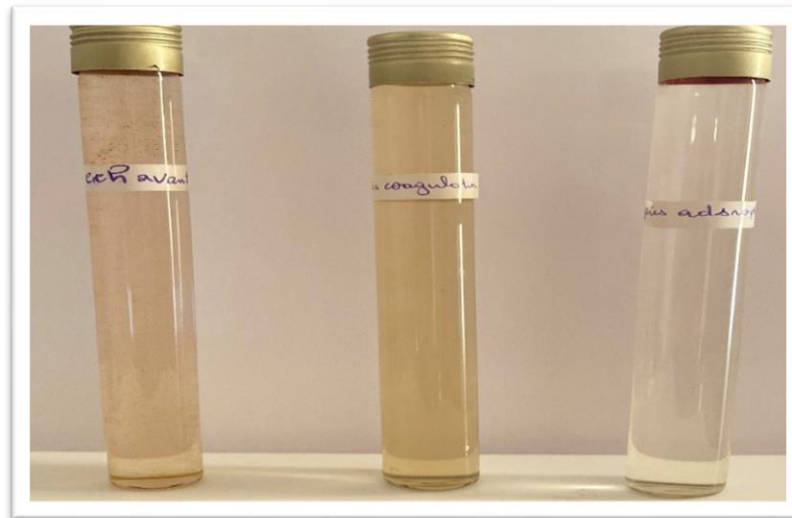
III.5 Caractérisation de l'eau huileuse après traitement par l'adsorption sur charbon actif

Analyse de l'eau traitée par Adsorption par CA Nous effectuons une analyse pour cette eau huileuse à un pH=4 , à laquelle nous rajoutons une masse de CA de 50mg à 50ml pour un temps de contact 60min à température ambiante. Dans ce traitement on mesure le COT les MES et le Chrome hexa valent, pour évaluer l'efficacité du traitement. Les résultats de l'analyse sont regroupés dans le tableau III.8.

Tableau III.8 : Résultats d'analyse de l'eau traitée par Adsorption par CA

Paramètres	Valeurs obtenus
Ph	4,61
Température (°c)	23,7
Mes (mg/l)	0
Conductivité (ms/cm)	92
Turbidité (NTU)	1,9
Indice d'hct (mg/l)	1 ²
Cot (mg/l)	14,84
Nitrate (mg/l)	4,9
Nitrite (mg/l)	0,39
Phosphore (mg/l)	5,47
Sulfate (mg/l)	38,5
Azote (mg/l)	28,33
Chrome hexa-valent (mg/l)	0,529
Cadmium (mg/l)	0,2013
Cobalt(mg/l)	<1
Chrome (mg/l)	0,0519
Cuivre (mg/l)	0,4093
Fer (mg/l)	29,24
Manganèse (mg/l)	1,048
Nickel (mg/l)	0,006865
Plomb(mg/l)	1,486
Zinc (mg/l)	3,286

D'après les résultats du tableau, nous remarquons que l'eau traitée présente une diminution de l'indice d'hydrocarbure total jusqu'à 1. Une diminution de la turbidité de 23.1 à 2.11 NTU. L'absence de MES, La valeur de COT aussi diminue jusqu'à atteindre 14.84, et pour le Chrome hexavalent une diminution de 1.86 à 0.529mg/l.

**(a)****(b)****(c)****Figure III.13: Aspect de l'eau à traiter**

(a) avant traitement, (b) après traitement par coagulation, (c) après traitement par adsorption

La figure III.13 montre que l'aspect de l'eau après traitement par coagulation et adsorption confirme l'efficacité des deux traitements pour la diminution de la matière polluante à travers les valeurs des paramètres ; la matière en suspension et la turbidité.

Finalement on peut dire que le résultat des analyses obtenus après traitement par adsorption sur charbon actif donnent une eau pouvant être rejetée sans danger pour le milieu naturel, conformément aux normes de rejet ou bien être réutilisée à des fins industriels.

Conclusion générale

Le travail réalisé au cours de ce mémoire s'inscrit dans le cadre général de la dépollution des eaux huileuse. L'objectif est l'étude de la possibilité de combinaison des deux traitements coagulation floculation et l'adsorption sur charbon actif. L'efficacité du traitement est évaluée par la détermination des paramètre de pollution Lturbidité, mes, les métaux lourds comme le les cations du chrome hexavalent ($Cr6+$).

Dans ce travail on a essayé de purifier l'eau huileuse industrielle chargée en polluants organique et inorganique, et obtenir des résultats très satisfaisants. Après combinaison de la coagulation-floculation suivie de l'adsorption sur charbon on actif on a obtenu la diminution des paramètres suivant MES turbidité les hydrocarbures COT Chrome 6+.

Les résultats obtenus montrent que :

-L'ajustement du pH est un facteur crucial un traitement par coagulation, la valeur du pH =6 est la valeur optimale pour donner une meilleure efficacité.

-Une diminution de la turbidité de 329 à 23.4 NTU avec une efficacité de 92.88%.

- Une diminution de la matière en suspension MES de 284 à 14 mg/l , avec une efficacité de 95%.

- Une diminution du taux des hydrocarbures de 11 mg/l .

- Diminution de la teneur en métaux lourds, précisément le chrome hexa valent de 1.86 à 0.52 mg/l

- Le temps de contact est un facteur crucial pour le traitement par adsorption,

-Une efficacité élevée à un temps $t = 60\text{min}$, une masse de l'adsorbant (charbon actif) $m=0.05\text{g}$ à $\text{pH}= 4$.

En perspective, pour compléter l'étude du traitement par adsorption, l'étude de l'effet de la température sera importante. Aussi l'utilisation d'autre adsorbant ; la bentonite présente une efficacité d'adsorption importante.

Références bibliographiques

- [1] Q. Zunan, Z. Yi, F. Yuqiao
Water Quality Research Journal of Canada, 30 (1995), pp. 89-99.
- [2] T.D. Reynolds, P.A. Richards Unit Operations and Processes in Environmental Engineering PWS Publications Co., Boston, USA (1996)
- [3] M.J. Ayotamuno, R.B. Kogbara, S.O.T. Ogaji, S.D. Probert Applied Energy, 83 (11) (2006), pp. 1258-1264
- [4] Anon., (2020). Maji. [En ligne]
[https://maji-solutions.com/fr/les-eaux-usees-definition/\(18/04/2024\)](https://maji-solutions.com/fr/les-eaux-usees-definition/(18/04/2024))
- [5] R. Molleta. Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires. 2ème Edition, Tec & Doc Lavoisier. 2006, p-18.
- [6] Traitement des eaux industrielles huileuses, SH-HMD ALGERIAN PETROLEUM INSTITUTE, Ecole d'Oran, GAS PROCESSING DEPARTMENT, SEMINAIRE du 09 AU 14 Juin 2011.
- [7] R. HadjKouider et L. Koueche, Mémoire Master, Génie des procédés, Université de sciences et de la technologie Houari Boumediene, (2019).
- [8] H. Benzine, I. khichane, Mémoire Master, Génie des procédés, Université de Blida1, 2023.
- [9] F. Bouchemal, <<Cours du module Pollution des eaux>>, Université Echahid Hamm Lakhdar -El Oued-, année Universitaire 2020/2021
- [10] K. Yahiaoui, Mémoire de master, Université 8 mai 1945.Guelma, (2015).
- [11] F. Mekhalif, Mémoire de Magister, Université Août 1955 SKIKDA, (2009).
- [12] J. Rodier. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9eme Édition. Paris : Dunod, 2009. p-405.
- [13] E. Fournier. Coagulation, floculation, sédimentation et filtration. Université et EPLF, (2008).
- [14] Patrick GIRGENTI, PARAMETRES D'ANALYSES
- [15] A. AISSAOUI, Mémoire de Magister, Université Mouloud Mammeri De TiziOuzou, (2012).
- [16] J. Kotas and Z. Stasicka, Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation. Environmental Pollution, 107(3), (2000). p 263-283.
- [17] L. Mouni. Mémoire de Magister, Université Abderrahmane MIRA de Bejaia (2004).
- [18] A. MIZI, Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar, Annaba. (2006)

- [19] B. LAKHDARI, (2011), Mémoire de Magister, Université Abou BakrBelkaid, Tlemcen.
- [20] A. JELIAS, (2006), Mémoire Université du Québec, Montréal.
<https://archipel.uqam.ca/2718/1/M9373.pdf> (19/05/2024).
- [21] R. DESJARDINS, (1997), Le traitement des eaux. 2^{ème} Edition revue de l'école polytechnique de Montréal, p. 305.
- [22] Metcalf & Eddy, Inc. "Wastewater Engineering: Treatment and Reuse." 5th Edition. McGraw-Hill, (2014).p.513-521.
- [23] R. BOUHADI, S. ARIOUA et B. KAICHE, Mémoire de Master Académique, Université Mohamede Boudiaf M'Sila, (2021).
- [24] F. Rouquerol, , J. Rouquerol, , & K. S. W. Sing, (1999). Adsorption by Powders and Porous Solids: Principles, Methodology and Applications.
- [25] Boudart, M., & Djéga-Mariadassou, G. (1984). Kinetics of Heterogeneous Catalytic Reactions.
- [26] A. KHARFALLAH, Mémoire de master en Chimie de matériaux, Université Larbi Ben M'hidi-Oum El Bouaghi, 2003, pp 6 - 7.
- [27] H. Seriti, Mémoire de Master, Génie de l'environnement, Université de Biskra (2022).
- [28] <<TRAITEMENT DE POTABILISATION DES EAUX DE SURFACE ADSORPTION SUR CHARBON ACTIF>>, Société anonyme de gestion des eaux de paris. Disponible
:http://step.ipgp.fr/images/0/08/ADSORPTION_SUR_CHARBON_ACTIF.pdf
pdf(07/06/2024)

Annexes

Tableau : Valeurs limites des paramètres de rejet d'effluents liquides industriels

paramètres	unité	valeurs limites
Température	°C	30
Conductivité	MS	700-1200
pH	-	6,5-8,5
Turbidité	NTU	10
MES	mg/l	35
DCO	mg/1 d'Or	120
DBOs	mg/1d'02	35
Hydrocarbures totaux	mg/1	10
Carbone organique total	mg/1	20
Azote ammoniacal	mg/1	30
Nitrate	mg/1	50
Nitrite	mg/1	0,2
Sulfate	mg/1	400
Phosphore	mg/1	10
Plomb	mg/1	0,5
Cuivre	mg/1	0,5
Manganèse	mg/l	1
Fer	mg/1	3
Zinc	mg/1	3
Nickel	mg/1	0,5
Cadmium	mg/1	0,2

DECRETS

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

Le Chef du Gouvernement,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Décète :

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

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

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

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

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

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

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

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

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

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

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

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

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

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

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

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

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

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

DECRETS

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

Le Chef du Gouvernement,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Décète :

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

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

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

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

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

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

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

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

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

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

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

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

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

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

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

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

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

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

DECRETS

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

Le Chef du Gouvernement,

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Décète :

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

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

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

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

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

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

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

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

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

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

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

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

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

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

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

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

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

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

Résumé :

L'objectif de notre travail est de traiter des eaux usées de la station de déshuilage pour évaluer et améliorer la qualité de ces eaux pour qu'ils seront compatibles avec le décrit de la norme algérienne. Nous avons combinons deux technique Coagulation- Flocculation, et adsorption nous avons étudié les principaux paramètres tels que, le pH, les MES, la turbidité, la dose optimale des coagulants (Chlorure ferrique) et l'efficacité de traitement par l'adsorption sur charbon actif .

Les résultats obtenus montrent que la coagulation-flocculation est une très bonne technique pour réduire ou éliminer les contaminants présents dans les effluents avant leur rejet dans le milieu et l'adsorption par charbon actif commerciale est plus efficace et améliore l'efficacité de traitement.

Mots clés : coagulation, flocculation, adsorption, Chlorure ferrique, charbon actif, eau huileuse.

Abstract:

The objective of our work is to treat the wastewater from the de-oiling station to evaluate and improve the quality of these waters so that they comply with the specifications of the Algerian standard. We combined two techniques: Coagulation-Flocculation and adsorption. We studied the main parameters such as pH, suspended solids (SS), turbidity, the optimal dose of coagulants (Ferric chloride), and the treatment efficiency through adsorption using activated carbon.

The results obtained show that coagulation-flocculation is a very good technique to reduce or eliminate contaminants present in the effluents before their discharge into the environment. Additionally, adsorption with commercial activated carbon is more effective and improves the treatment efficiency.

Keywords: coagulation, flocculation, adsorption, Ferric chloride, activated carbon, oily water.

الملخص:

هدف عملنا هو معالجة المياه العادمة من محطة إزالة الزيوت لتقييم وتحسين جودة هذه المياه لتتوافق مع مواصفات المعيار الجزائري. قمنا بدمج تقنيتين: التجلط - التندف والامتزاز. لقد درسنا المعلمات الرئيسية مثل درجة الحموضة (pH)، المواد الصلبة العالقة (SS)، العكارة، الجرعة المثلى للمخثرات (كلوريد الحديد)، وكفاءة المعالجة من خلال الامتزاز باستخدام الكربون المنشط. النتائج التي تم الحصول عليها تظهر أن تقنية التجلط - التندف هي تقنية جيدة جدًا لتقليل أو إزالة الملوثات الموجودة في النفايات السائلة قبل تصريفها إلى البيئة، بالإضافة إلى أن الامتزاز بواسطة الكربون المنشط التجاري يكون أكثر فعالية ويحسن كفاءة المعالجة.

الكلمات المفتاحية: التجلط، التندف، الامتزاز، كلوريد الحديد، الكربون المنشط، المياه الزيتية.