

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

## UNIVERSITÉ KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTÉ DES MATHÉMATIQUES ET DES SCIENCES DE LA MATIÈRE  
DÉPARTEMENT DE CHIMIE

### MÉMOIRE



Pour l'obtention du diplôme de Master  
En Chimie De L'environnement

Présenté par

LATRECHE Mohammed Seghir  
ZERROUKI Abdelkrim

THEME

# TRAITEMENT DES EAUX HUILEUSES DE L'UNITÉ DE DÉSHUILAGE DE HASSI R'MEL

Soutenu publiquement le : 26/06/2019, devant le Jury composé de :

Président	BELFAR Med Lakhdar	MCA+ Univ. K.M Ouargla
Examineur	BENMENINE Abdelkader	MCA+ Univ. K.M Ouargla
Promotrice	CHAOUCHE Khaoula	MAA+ Univ. K.M Ouargla
Co- promoteur	BEN AMOR Loubna	MCB+ Univ. K.M Ouargla

Année universitaire : 2018/2019

## *Remerciements*

Au terme de ce travail nous remercions

D'abord -**Allah**-nous donnant le privilège et la chance à l'étude et à suivre le chemin de la science.

A la joie de notre vie, "nos parents" qui sont la source de notre réussite, nous souhaitons qu'ils trouvent à travers ce mémoire le témoignage le plus profond de leurs efforts et sacrifices

Nous adressons nos sincères remerciements

À notre enseignante et promotrice **CHAOUCHE KHAOUL** Maître assistante\***A**\* à l'université KASDI Merbah-Ouargla.

A **Mr. BELFAR MED LAKHDAR** et **Mr. BENMNIN ABDELKADER** maître de conférence \***A**\* à l'université KASDI Merbah-Ouargla ;d'avoir accepté de juger ce thème

Nos chaleureux remerciements à toute l'équipe du laboratoire de la stations de déshuilage Hassi R'Mel pour leur aide .

Une motion particulière est faite à toute la promotion de Master chimie de l'environnement.

Ainsi à tous les enseignants, Collègues et amis.

A tous ceux qui de près ou de Loin ont contribué à l'élaboration de ce Travail

# Sommaire

<b>Titre</b>	<b>page</b>
Remerciement	<b>I</b>
Liste des figures	<b>II</b>
Liste des tableaux	<b>III</b>
Liste des abréviations	<b>IV</b>
Introduction générale	<b>1</b>
<b>Chapitre I : synthèses bibliographiques</b>	
1. Les eaux usées	<b>4</b>
2. Traitement des eaux usées industrielles	<b>4</b>
3. Différents types de pollution engendrée par les rejets industriels liquides	<b>5</b>
4. Caractérisation des eaux usées industrielles	<b>6</b>
5. Les méthodes de séparation	<b>12</b>
6. Normes de rejet	<b>18</b>
7. Conclusion	<b>18</b>
<b>Chapitre II : Présentation de la région de Hassi R'mel</b>	
1 Présentation de la Division Technologies et Développement	<b>20</b>
2. L'entreprise de SONATRACH	<b>20</b>
3. Description des zones industrielles de Hassi R'mel	<b>22</b>
4. Développement du champ de Hassi R'mel	<b>23</b>

5. Les installations gazières du champ de Hassi R'mel	<b>26</b>
6. Rejets des modules	<b>27</b>
7. Rejets des CTH	<b>28</b>
8. <b>Rejets des sondes de forage</b>	<b>27</b>
9. <b>Rejets des unités industrielles</b>	<b>28</b>
10. Les bourbiers	<b>28</b>
<b>Chapitre III : Etude expérimentale</b>	
1. Station de déshuilage HR	<b>30</b>
2. Provenance des eaux huileuses	<b>30</b>
3. Les étapes de traitements des eaux huileuses	<b>30</b>
4. Analyse des eaux huileuses	<b>36</b>
5. Matériels et méthodes	<b>36</b>
6. Protocole expérimentale	<b>39</b>
7. Détermination de la teneur des hydrocarbures dans l'eau	<b>40</b>
8. Caractérisation des eaux usée	<b>41</b>
9 . Acide citrique	<b>42</b>
10. Acide ascorbique	<b>46</b>
11. Les résultats de traitement des eaux	<b>50</b>
Conclusion générale	<b>57</b>
Références bibliographiques	

## Liste des figures

Figure	Titre	page
<b>1</b>	Coagulation floculation	13
<b>2</b>	Emprisonnement des particules dans les floccs pendant la décantation	14
<b>3</b>	Situation géographique du champ de Hassi-Rmel	23
<b>4</b>	Le champ de Hassi-R'mel	23
<b>5</b>	Bac tampon ou le de pré -désuage S-101	31
<b>6</b>	désuileur flottant à disque rotatifs (Discoil) MS-107	32
<b>7</b>	Corrugated Plate Interceptor CPI « S-102 »	32
<b>8</b>	Cuve floculation « S-103 »	33
<b>9</b>	La cuve de flottation « S-104 »	34
<b>10</b>	les filtres à cartouche.	35
<b>11</b>	Les filtres à sable.	35
<b>12</b>	Les échantillonneuses sous l'appareille JAR-TEST	37
<b>13</b>	Evaluation de MES (mg/l) en fonction de la dose de silice activée avec (4 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide citrique	50
<b>14</b>	Evaluation de turbidité (ntu) en fonction de la dose de silice activée avec (4 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide citrique).	50
<b>15</b>	Evaluation de MES (mg/l) en fonction de la dose de silice activée avec (4 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide ascorbique).	51
<b>16</b>	Evaluation de turbidité (ntu) en fonction de la dose de silice activée avec (4 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide ascorbique).	51
<b>17</b>	Evaluation de MES (mg/l) en fonction de la dose de silice activée avec (5 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide citrique).	52
<b>18</b>	Evaluation de turbidité (FTU) en fonction de la dose de silice activée avec (5 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide citrique).	52

<b>19</b>	Evaluation de MES (mg/l) en fonction de la dose de silice activée avec (5 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide ascorbique).	53
<b>20</b>	Evaluation de turbidité (ntu) en fonction de la dose de silice activée avec (5 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide ascorbique).	53
<b>21</b>	Les résultats d'évaluation de la turbidité en fonction de la silice activée.	54

## Liste des tableaux

Tableau	Titre	Page
1	Les caractéristiques d'un échantillon d'eau usée	41
2	Effet de la dose (4% silicate de sodium) et (1,8% d'acide citrique) dans pH= 11,2 sur traitement.	42
3	Effet de la dose (4% silicate de sodium) et (2% d'acide citrique) dans pH= 10,8 sur traitement.	43
4	Effet de la dose (5% silicate de sodium) et (1,8% d'acide citrique) dans pH= 10,5 sur traitement.	44
5	Effet de la dose (5% silicate de sodium) et (2% d'acide citrique) dans pH= 10 sur traitement.	45
6	Effet de la dose (4% silicate de sodium) et (1,8% d'acide ascorbique) dans pH= 10 sur traitement.	46
7	Effet de la dose (4% silicate de sodium) et (2% d'acide ascorbique) dans pH= 10,2 sur traitement.	47
8	Effet de la dose (5% silicate de sodium) et (1,8% d'acide ascorbique) dans pH= 10,4 sur traitement.	48
9	Effet de la dose (5% silicate de sodium) et (2% d'acide ascorbique) dans pH= 10,1 sur traitement.	49

## Liste des abréviations

MES : matière en suspension

DBO : demande biologique d'oxygène

DCO : demande chimique d'oxygène

MO : matière organique

µm : micro mètre

SONATRACH : Société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures

DTD : division technologie et développement

CRD : centre de recherche et développement

AUI : assistances aux unités industrielles

HRM : Hassi R'mel

GPL : gaz de pétrole liquéfié

MPP : module processing plant

CSTF : centre de stockage et transfert des fluides

SP : station pompage

GNL : gaz naturel liquéfié

GME : gaz Maroc et Espagne

CTH : centre de traitement des huiles

CPI : corrugated plate interceptor

NTU : néphélogétrie turbidité unit

PPM : parité par millions

AC : acide citrique

AS : acide ascorbique



## Introduction générale

L'eau ne peut être considérée comme un simple produit commercial. Elle doit être classée comme un patrimoine universel qui doit être protégée. Défendue et traitée comme tel elle est une ressource vitale pour l'homme, sa survie, sa santé son alimentation ; elle l'est également pour ses activités agricoles, économique et la qualité de son environnement en dépend étroitement. Cependant, elle est le réceptacle universel de tout type de pollution.

Les puits producteurs de pétrole, les usines de traitement de gaz et les raffineries produisent quotidiennement de grandes quantités d'eaux contaminées par des hydrocarbures, des particules solides et des matières en suspension (MES).

La minimisation de l'impact de l'industrie pétrolière sur l'homme et l'environnement est devenue une des principales préoccupations des pays producteurs de pétrole. Elle constitue actuellement une composante essentielle dans la stratégie de développement des entreprises.

Dans le cadre de la mise en application de la politique de l'entreprise relative à la protection de l'environnement, le groupe SONATRACH s'est attelé très tôt à la mise en œuvre d'un programme ambitieux visant à éliminer si non réduire au maximum tous les impacts environnementaux significatifs liés à ses activités et services, conformément aux textes législatifs en vigueur (loi n°83-03 du 05/02/1983, relative à la protection de l'environnement) [1].

La direction régionale de Hassi R'mel a mis en place 3 stations de déshuilage dans chacune de ses zone industrielle (centre, nord et sud) assurent à la fois la récupération des hydrocarbures et le traitement des eaux huileuses qui font partie des rejets opérationnels des unités de séparation de brut dont, leurs impacts sur les écosystèmes, de par leurs compositions (métaux lourds et forte teneur en hydrocarbures) n'en sont pas pour autant négligeables d'où la nécessité de s'assurer de la qualité des eaux de rejet est donc de l'efficacité du traitement de l'unité [2] . Actuellement, le suivi de ses performances n'est pas assuré dû au manque d'un laboratoire pour le contrôle de l'efficacité de traitement

Plusieurs techniques ont été utilisées pour l'élimination des ions métalliques et des polluants organiques à partir de l'eau comme l'adsorption, la coagulation-floculation, la précipitation [3].

L'objectif de ce travail consiste donc à proposer une méthode de traitement efficace et rentable qui pourra remplacer le procédé de traitement existant, puis à optimiser les paramètres d'efficacité envisageable pouvant influencer sur l'exactitude des résultats en tenant compte de l'aspect économique et écologique par le respect des normes contractuels recommandés.

Pour atteindre cet objectif, ce travail se compose de trois chapitres.

- I. Le premier chapitre est synthèses bibliographiques.
- II. Le deuxième chapitre concerne la présentation de région de HASSI R'mel
- III. la partie expérimentale dont le quel on donnée le mode opératoire et les matériels utilisés et le prélèvement des échantillons et discussions des résultats, et en termine par une conclusion.

# **Chapitre I**

## **Synthèses bibliographiques**

## 1. Les eaux usées

Les eaux usées (ou eaux polluées) sont des eaux qui ont été altérées par l'activité humaine. Il peut ainsi s'agir d'eaux polluées provenant d'usines ou d'eau de ruissellement provenant d'un parc de stationnement.

## 2. Traitement des eaux usées industrielles

Le traitement des eaux usées industrielles décrit les procédés utilisés pour traiter les eaux usées produites par les industries en tant que sous-produits indésirables. Après traitement, les eaux usées industrielles (ou effluents) traitées peuvent être réutilisées ou rejetées dans un égout sanitaire ou une eau de surface dans l'environnement.

La plupart des industries produisent des eaux usées. Les tendances récentes ont été de minimiser une telle production ou de recycler les eaux usées traitées dans le processus de production.

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre [4].

Elles peuvent être soit à caractère organique dominant (résidus des industries alimentaires et conserveries, abattoirs ou élevage industriel, laiterie et fromagerie,...), à caractère minéral dominant (eaux de lavage des graviers, des carrières, de l'industrie sidérurgique, de l'industrie chimique minérale lourde,...) ou à caractère mixte, elles peuvent contenir :

Des graisses (industries agroalimentaires), Des hydrocarbures (raffineries, et unités pétrochimiques), Des métaux (métallurgie), Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques diverses, Tanneries), De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques), Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) [5].

Dans les pays développés, le déversement de ces eaux dans les égouts est soumis à des autorisations spéciales. En effet, certaines d'entre elles doivent faire l'objet d'un prétraitement en aval des installations industrielles avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte.

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

Soient ils sont directement rejetés dans le réseau domestique ; - Soit ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique ; - Soit ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel [6].

### **3. Différents types de pollution engendrée par les rejets industriels liquides**

Dans la pratique on observe plusieurs de types de pollution en même temps et leurs actions sont combinées :

#### **3.1- Pollution par les hydrocarbures**

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

#### **3.2- Pollution organique**

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

#### **3.3- Pollution minérale**

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

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

#### **3.4- Pollution chimique**

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

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

### **3.5- Pollution thermique**

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

### **3.6- Pollution mécanique**

La pollution mécanique provient de la mise en suspension dans l'eau des fines particules d'origines diverses. Celles-ci colmatent les fonds des ruisseaux et des rivières et diminuent ainsi les échanges possibles entre l'eau et la terre.

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

## **4. Caractérisation des eaux usées industrielles**

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

### **4.1- Le pH**

Le pH mesure la concentration en ions  $H^+$  de l'eau, ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend de facteurs multiples dont l'origine de l'eau. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie.

La solution tampon déterminée par le système : eau,  $CO_2$  dissous, carbonates insolubles et bicarbonates solubles, constitue un milieu relativement stable dans lequel la vie aquatique peut se développer favorablement.

Des pH compris entre 5,5 et 8,5 permettent un développement à peu près normal de la faune et la flore. Les eaux alcalines présentent généralement une flore plus riche et plus diversifiée que les eaux acides qui, faiblement minéralisées ne permettent qu'un développement limité de la flore aquatique.

## 4.2- Température

La température de l'eau est un paramètre de confort pour les usagers. Elle permet également de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment). La température doit être mesurée en site. Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré.

D'autre part, La plupart des réactions chimiques vitales sont ralenties voire arrêtées par un abaissement important de température, les augmentations de température peuvent avoir pour effet de tuer certaines espèces mais également de favoriser le développement d'autres espèces ce qui entraîne un déséquilibre écologique. Chaque espèce aquatique ne peut vivre que dans un certain intervalle de température hors duquel elle est à disparaître.

## 4.3- Turbidité

La mesure de la turbidité permet de préciser les informations visuelles sur l'eau. La turbidité traduit la présence de particules en suspension dans l'eau (débris organiques, argiles, organismes microscopiques...).

## 4.4- Matières en suspension (MES)

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important, qui marque généralement bien le degré de pollution d'un effluent ou urbain ou même industriel. D'autre part, la connaissance de ce paramètre renseigne sur les possibilités épuratoires de certains ouvrages de traitement, décanteurs par exemple, et intervient dans l'évaluation de la production des boues en excès.

Théoriquement, Les matières en suspension comportent des matières organiques et des matières minérales. Ce sont les matières qui ne sont ni solubilisées, ni à l'état colloïdal. En fait, les limites séparant les trois états sont indistinctes et seule la normalisation de la méthode d'analyse permet de faire une distinction précise mais conventionnelle.

## 4.5- Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)

Elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en milligramme d'O<sub>2</sub> consommé dans les conditions d'essai (incubation à 20°C et à l'obscurité pendant 5 jours) pour assurer par voie bactérienne, l'oxydation biologique des matières organique biodégradable par litre d'eau.

#### 4.6- Demande Chimique en Oxygène (DCO)

La DCO (demande chimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène consommé et nécessaire pour oxyder chimiquement la matière organique (biodégradable ou non) d'une eau à l'aide d'un oxydant (le bichromate de potassium). Exprimé en mg d O<sub>2</sub>/l, ce paramètre offre une représentation plus ou moins complète des matières oxydables présentes dans l'échantillon (certains hydrocarbures ne sont, par exemple, pas oxydés dans ces conditions). L'objectif de la DCO est donc différent de celui de la DBO. La DCO peut être réalisée plus rapidement que la DBO<sub>5</sub> (oxydation forcée) et donne une image de la matière organique présente, même quand le développement de micro-organismes est impossible (présence d'un toxique par exemple). De nombreux micropolluants organiques d'origines industrielles affectent de plus en plus la qualité des cours d'eau. Ils traversent les stations d'épuration sans être altéré, résistent à l'auto épuration et se trouvent à l'état de traces dans les rivières. Certains confèrent aux eaux de consommation des propriétés irritantes parfois toxiques ainsi qu'une odeur et un goût désagréables. Ces micros polluants peuvent avoir une action nuisible sur la flore bactérienne et gêner, sinon empêcher le bon fonctionnement des stations d'épuration. La relation empirique suivante lie la DBO<sub>5</sub>, la DCO et la matière organique de l'échantillon (MO) :

$$MO = (2 DBO_5 + DCO) / 3.$$

Le rapport DCO/DBO<sub>5</sub> permet de juger la biodégradabilité d'un effluent et par conséquent l'intérêt du choix d'un procédé d'épuration biologique, soit :  $K = DCO / DBO_5$

Si  $K \leq 2,5$  : l'effluent peut être facilement épuré par les traitements biologiques.

Si  $2,5 \leq K \leq 5$  : l'épuration nécessite soit un traitement chimique, soit un apport de microorganismes spécifiques à l'élément chimique dominant dans l'eau résiduaire.

Si  $K \geq 5$  : l'épuration biologique est impossible car les micro-organismes ne pouvant vivre dans une telle eau et seul les traitements chimiques adéquats peuvent donner des résultats.

#### 4.7- Micropolluants

Les micropolluants sont représentés essentiellement par des micropolluants minéraux (métaux lourds et métalloïdes) et des micropolluants organiques ; Les métaux lourds sont les éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires [7]. On rencontre les métaux lourds (cuivre, nickel, zinc, plomb, mercure, sélénium...), seuls ou associés, sous forme de métal.



Leurs sources sont d'origine naturelle (érosion des sols, éruptions volcaniques, feux de forêts...) ou anthropogéniques (production d'énergie par combustion, hydrométallurgie, incinération des déchets...).

- Le plomb : le plomb est un constituant naturel mineur, il peut être présent sous forme de carbonates, de phosphates, mais surtout de sulfure.

- Le zinc : le zinc se retrouve dans les roches généralement sous forme de sulfure.

- Le cuivre : le cuivre est présent dans la nature sous forme de minerais de cuivre natif, de minerais oxydés ou sulfurés. En métallurgie il entre dans de nombreux alliages. Le cuivre est susceptible de perturber l'épuration des eaux résiduaires par des boues activées, cela à des teneurs faibles 1 mg/l et la digestion des boues avec des teneurs plus élevées 100 mg/l.

- Le mercure : le mercure peut se retrouver dans les sols à des teneurs variant de 0,01 à 20 mg/Kg.

- Par ailleurs la contamination géologique de nombreux sols par le mercure explique sa présence dans les rejets de certaines activités industrielles.

#### **4.8- Éléments nutritifs (Azote et phosphore)**

Le dosage de l'azote et du phosphore total dans les eaux usées épurées révèle le risque que présentent ces eaux vis-à-vis de l'eutrophisation des milieux aquatiques et les pollutions des nappes, et révèle aussi le pouvoir fertilisant de ces eaux en cas de réutilisation en agriculture.

#### **4.9- Hydrocarbures**

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

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

#### **4.10- Émulsion**

On définit une émulsion comme mélange stable de deux liquide non miscible et qui en fait dans les conditions normales, ne se mélangent pas. Physiquement, une émulsion se présente comme une dispersion très fine de gouttelettes dans une phase continue

#### 4.11- L'objectif de traitement des eaux usées

L'objectif principal du traitement est de produire des effluents traités à un niveau approprié et acceptable du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement.

À cet égard, le traitement des eaux résiduaires le plus approprié est celui qui fournit, avec certitude, des effluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, à bas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux.

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

Les différents degrés de traitements conventionnels sont :

- Le traitement préliminaire. Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute.

- Le traitement primaire : Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants Les procédés de traitement primaire sont physiques (par exemple, décantation plus au moins poussée) ou éventuellement physico-chimiques, et produisent des boues primaires [8].

- Le traitement secondaire : Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées. Dans certains cas, un traitement faisant intervenir des microorganismes anaérobies (digestion anaérobie des boues résiduaires) est annexé au traitement secondaire.

- Le traitement tertiaire et/ou avancé. Enlèvement de constituants spécifiques de l'eau usée tels que les nutriments et les métaux lourds, qui ne sont pas enlevés par le traitement secondaire. Ce sont des traitements complémentaires, dénommés parfois traitements avancés (coagulation physico-chimique, filtration sur sable, chloration, ozonation, traitement par le charbon actif, etc.)

.La désinfection, habituellement avec du chlore, est employée pour réduire les constituants microbiologiques [9].

## **5. Les méthodes de séparation**

Les méthodes de séparation est une station plus important dans le traitement des eaux usées industrielles qui suivre des étapes : les prétraitements puis des traitements physicochimiques puis les traitements biologiques et enfin les traitements d'affinage.

### **5.1- Les prétraitements**

Les prétraitements constituent l'ensemble des opérations physique et mécanique : dégrillage, dessablage et dégraissage-déshuilage. Ils dépendent de la nature et des caractéristiques des rejets industriels et de la ligne d'épuration prévue en aval. [10] [11]

#### **A - Dégrillage**

Il permet de filtrer les objets ou les détritrus les plus grossiers véhiculés par les eaux usées. Son principe consiste à faire passer l'eau brute à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60° à 80° sur l'horizontal [11].

Un espacement de 10mm (dégrillage fin) maximum est utilisé pour protéger les filières d'épuration des eaux ou des boues spécifiques (décantation lamellaire, centrifugation...). Plus communément, l'espacement des barreaux est de 2,0 à 2,50 cm pour un dégrilleur mécanique et 3 à 4 cm pour un dégrilleur manuel [12].

La vitesse moyenne de passage de l'eau entre les barreaux est comprise entre

0,6 et 1 m/s [11].

Les déchets récupérés sont compactés afin de réduire leur volume puis stockés dans une benne avant d'être envoyés vers une filière de traitement adapté [13].

#### **B - Dessablage**

Les matières minérales grossières en suspension tels que les sables et les graviers, dont la vitesse de chute est inférieure à 0,3 m/s, susceptibles d'endommager les installations en aval, vont se déposer au fond d'un dessableur par décantation. Il faut 60 sec à l'eau pour traverser le dessaleur et éliminer 90% du sable qui ensuite récupéré par un râteau mécanique et poussé dans un centenaire d'évacuation.[12], [15], [16]

## C - Déshuilage et dégraissage

Le déshuilage est une extraction liquide-liquide tandis que le dégraissage est une extraction solide-liquide. On peut considérer que le déshuilage dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de nature très diverses (huiles, hydrocarbures, graisses...).

Elles peuvent former une émulsion stable entretenue par le brassage de l'eau ou constituer une phase indépendante non émulsionnée.

Le déshuilage complet nécessite en fait un traitement en deux stades :

- Pré déshuilage, par opération physique gravitaire sans adjonction de réactifs, réduisant la teneur en HC à environ 15 à 100mg/l, il s'effectue par flottation naturelle des vésicules huileuses émulsionnées. Si l'émulsion n'est pas trop fine (particules supérieurs à 50µm). Il est réalisé dans différent types d'appareils :

Déshuileurs longitudinaux conventionnels, à plaques parallèles et circulaires raclés.

- Déshuilage final : flottation par air dissous où les bulles d'air augmentent la vitesse de remontée des particules grasses et des huiles lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, ou coagulation par sels métalliques ou par électrolytes permettant d'obtenir l'épuration complète. [11], [17]

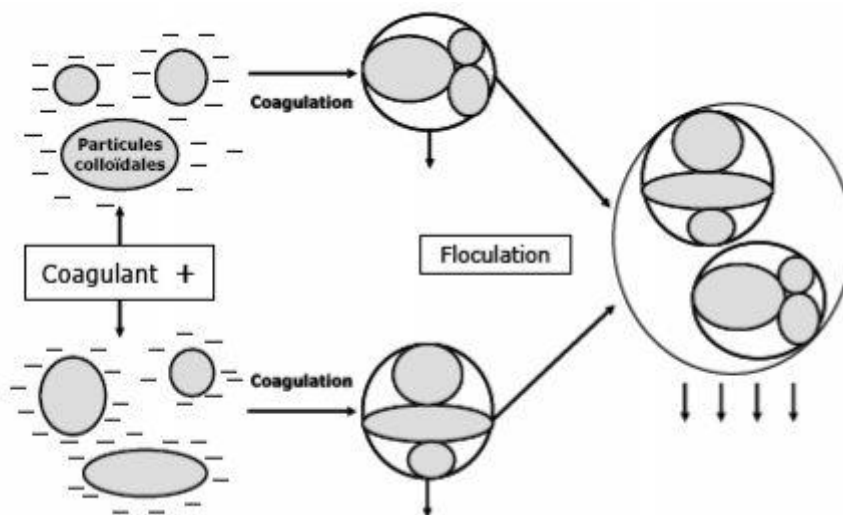
## D - Epuration physicochimique

Si la décantation se faisait directement après le prélèvement dans le milieu aquatique, le temps de décantation d'un gravier dans un mètre d'eau serait d'une seconde par la seule influence de son poids, on passerait à 2 minutes pour le sable fin, à 2 heures pour l'argile, à 8 jours pour une bactérie et de 2 à 200 ans pour un colloïde.

Ces durées étant bien évidemment beaucoup trop grandes. Les colloïdes peuvent même traverser un filtre très fin, ils sont les principales causes de la turbidité et la couleur d'une eau [18], [19].

## E – Coagulation-Floculation

L'opération de coagulation-floculation a pour but la croissance des particules (qui sont essentiellement colloïdales) par leur déstabilisation puis formation de floccs par absorption et agrégation, le schéma qui illustre ce phénomène est présenté sur **la figure (1)**. Les floccs ainsi formés seront décantés et filtrés par la suite.[20], [21]



**Figure(1):** Coagulation floculation

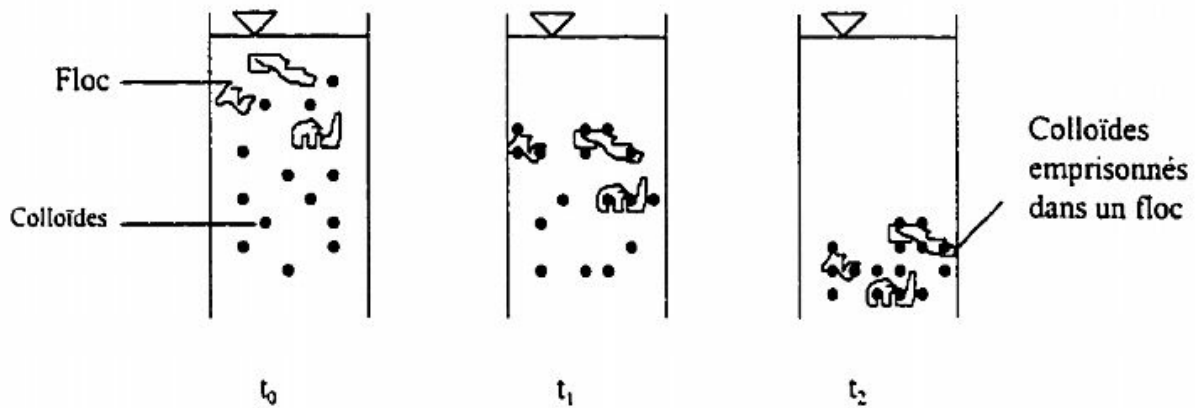
➤ **La coagulation :**

Le mot coagulation vient du latin coaguler qui signifie « agglomérer ».

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

Il faut noter que la coagulation n'est correcte qu'à l'intérieur d'une zone de pH bien déterminée (un pH supérieur à 4 pour les chlorure de fer et un pH compris entre 6 et 7 pour le sulfate d'aluminium) ; elle demande aussi une dispersion immédiate du coagulant dans l'eau afin que les charges électriques des colloïdes soient déchargés uniformément, cela permet aux particules de s'agglomérer et de décantent plus rapidement.[21], [22] Quatre mécanismes sont proposés pour expliquer la déstabilisation des particules et leur agglomération :

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



**Figure (2):** Emprisonnement des particules dans les floes pendant la décantation.

$t_0$  : temps initiale.  $t_1$  : temps secondaire.  $t_2$  : temps final

-Adsorption et pontage entre les particules schématisé sur **la figure (2)** floculation ou adsorption de macromolécules ou de poly électrolytes, susceptibles de former des ponts inter particulaires. [24], [25]

### ➤ Floculation

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

- Une coagulation préalable aussi parfaite que possible.
- Une augmentation de la quantité du floc dans l'eau.
- Un brassage homogène et lent pour tout le volume d'eau.
- L'emploi de certains produits appelés floculant ou adjuvants de coagulation. [16], [22]

On distingue trois types de floculation selon le type de mouvement qui anime les particules dans la suspension :

#### **a. Floculation rapide ou pré cinétique (mouvement brownien)**

Les contacts entre les particules sont causés par le mouvement aléatoire de celles-ci, dit mouvement brownien qui est fonction de la température de l'eau.[19], [27]

**b. Flocculation lente ou ortho cinétique (brassage mécanique)**

C'est la flocculation provoquée par l'agitation de l'eau. Elle est donc causée par le brassage de l'eau qui permet d'augmenter les chances de contacts entre les particules.[24], [27]

**c. Flocculation par entraînement**

Elle se produit dans une solution qui décante quand les grosses particules, tombant plus vite, entraînant les plus petites avec eux.[26]

**○ Décantation**

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée.

Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration. La décantation à un rôle épuratoire non négligeable.

**○ Flottation**

Une technique qui peut remplacer la sédimentation est la flottation. C'est un procédé de séparation liquide-solide basé sur la formation d'un ensemble appelé attelage, formé des particules à éliminer, plus léger que l'eau. Cette technique convient principalement pour éliminer les particules de diamètre compris entre 1 et 400  $\mu m$ . Les solides sont transportés à la surface, fixés à des bulles, et sont ensuite écumés. Cette méthode permet d'éliminer des particules plus petites qu'avec la sédimentation. Elle convient davantage aux eaux présentant une haute teneur en algues, une faible turbidité naturelle ou une forte coloration.

La flottation n'est pas aussi efficace que la sédimentation pour éliminer les particules et réduire la turbidité. Ce procédé est sensible à la température et affiche un piètre (négligeable) rendement par temps très froid

## 5.2- Traitements biologiques

Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. Elle regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution. Son principe est de provoquer une prolifération de micro-organismes aux dépens des matières organiques apportées par l'effluent, en présence ou non d'oxygène. Il s'agit en fait d'un véritable transfert d'une forme non préhensible (matières colloïdales et dissoutes) en un élément manipulable (suspension de micro-organismes). Le résultat de cette dégradation est un accroissement de la masse épuratrice, et le rejet de déchets dans l'eau.

### 5.3- Traitement d'affinage

#### ❖ Filtration sur sable

La filtration est un procédé destiné à clarifier un liquide qui contient des MES en le faisant passer à travers un milieu poreux constitué d'un matériau granulaire. La plus ou moins grande facilité de fixation dépend étroitement des conditions d'exploitation des filtres et du type de matériau utilisé. L'espace inter granulaire définit la capacité de rétention du filtre. Au fur et à mesure du passage de l'eau, cet espace se réduit, le filtre se colmate. Les pertes de charge augmentent fortement. Il faut alors déclencher le rétro lavage.

La filtration, habituellement précédée des traitements de coagulation, de floculation et de décantation, permet une élimination correcte des bactéries, de la couleur, de la turbidité et indirectement de certains goûts et odeurs.[28]

#### ❖ Adsorption sur charbon actif

Le charbon actif fait partie d'une gamme de substance présentant une très grande porosité et une surface spécifique importante de l'ordre de 500 à 1500 m<sup>2</sup> par gramme de charbon. Ces qualités confèrent au charbon actif un grand pouvoir d'adsorption. Ce processus physico chimique est utilisé dans les filières d'eau pour fixer les substances difficile à éliminer par un traitement classique et pour éliminer les substances humiques (responsable de la couleur), les goûts, les odeurs, les phénols, et les crésols, ainsi que plusieurs substances toxiques non biodégradables. Les composés retenus sont les adsorbats et le charbon actif est l'adsorbant.



### ❖ Voies d'élimination des eaux usées industrielles épurées

Après leur épuration, les eaux usées épurées gagnent une des deux destinations : soit elles vont être rejetées dans le milieu naturel ou bien elles vont être réutilisées dans différents domaines (agricole, industriel, municipal...etc.). Dans le cas de rejet, les eaux usées épurées sont déversées dans le milieu naturel (cours d'eau, plans d'eau, chotts et sebkhas...etc.). En Algérie les eaux usées épurées sont rejetées soit au niveau de la mer, les chotts et les Sebkhass, les barrages par le biais des cours d'eau ou des bourbiers et des bassins d'évaporation.

### ❖ Impacts de rejet des eaux usées industrielles sur les milieux naturels

#### a. Impacts positifs

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

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

#### b. Impacts négatifs

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

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

## 6. Normes de rejet

Dans plusieurs pays, des normes de rejet ont été établies afin d'atténuer les impacts négatifs de rejet des eaux usées épurées dans les milieux récepteurs, et d'éviter de causer des problèmes environnementaux pareils à ceux cités ci-dessus à l'échelle nationale.

La réglementation algérienne a consacré un seul texte qui spécifie les normes de rejets concernant les effluents liquides industriels citées au sein du décret exécutif n°06-141 du 19 avril 2006, définissant les valeurs limites des constituants des rejets d'effluents liquides industriels.

## 7. Conclusion

Les eaux usées sont toutes les eaux qui parviennent dans les canalisations des eaux usées dont les propriétés naturelles sont transformées par les utilisations domestiques, les entreprises industrielles, agricoles et autres. La pollution des eaux de surface et souterraines est possible par les rejets de ces eaux usées qui contiennent selon leurs origines différents polluants et éléments nocifs pour l'environnement ce qui rend nécessaire leur traitement avant d'être rejeté.

Les eaux usées subissent plusieurs types de traitement (préliminaire, primaire, secondaire et tertiaire) selon le degré et le type de la pollution afin d'améliorer leur qualité et les rendre conforme aux normes de rejet ou aux spécifications de réutilisation

## **Chapitre II**

### **Présentation de la région de Hassi R'mel**

## 1. Présentation de la Division Technologies et Développement

L'Algérie possède environ 10 % des réserves mondiales en gaz naturel, elle se place au cinquième rang international. Plus de 50 % de ces réserves connues sont concentrées dans le gisement de Hassi R'mel (HR). Au moment de l'extraction du gaz naturel des quantités d'eau, d'huile et parfois de brut remontent à la surface. Le gaz est stocké dans des stations de récupération, l'huile est traitée dans des Centres de traitement d'huile (CTH) et l'eau réinjectée dans les puits-bourbiers

Les eaux huileuses sont représentées essentiellement par des eaux de gisement salées saturées contenant : des hydrocarbures, des métaux lourds en très faible quantités, des inhibiteurs de corrosion, des détergents, du gaz oil, des huiles de vidange, de la poussière métallique et des produits chimiques des laboratoires tels que les acides chlorhydrique et sulfurique, la soude caustique le nitrate d'argent, leur déversement dans le milieu naturelle présente un risque de contamination de la nappe phréatique qui est la seule source d'eau potable pour la consommation humaine, animale, végétale et les besoins de l'industrie. Pour cela la direction régionale de Hassi R'mel et en vue d'éliminer et/ou réduire au maximum les impacts environnementaux ses activités et services a mis en place des unités de traitement des eaux de rejets industriels, comme par exemple des stations de déshuilage pour assurer le traitement des eaux de rejets industriels des CTH.

Ce chapitre traitera brièvement une description de la division technologie et développement qui rassemble les laboratoires consacrés aux travaux de prestations d'études dans le domaine de l'amont pétrolier, une description du processus de production de la région, les principaux rejets, et la station de déshuilage installée dans le but de traitement des eaux des rejets industrielles.

## 2. L'entreprise de SONATRACH

La SONATRACH « société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures » est la plus importante compagnie d'hydrocarbures en Algérie et en Afrique, elle intervient dans l'exploration, la production, le transport par canalisations, la transformation et la commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Adoptant une stratégie de diversification, SONATRACH se développe dans

les activités de génération électrique, d'énergies renouvelables, de dessalement d'eau de mer, de recherche et d'exploitation minière.

La division technologies et développement est la structure de soutien technique de l'entreprise SONATRACH. Ses propres laboratoires sont consacrés aux travaux de prestations d'études, d'essais et d'expertise dans le domaine de l'amont pétrolier.

La Division Technologies et Développement «DTD» a été créée en 1973 à Dar El Beida sous le nom « le laboratoire central des hydrocarbures ». Elle a été ensuite installée à Boumerdès en 1975 et devient le Centre de Recherche et Développement « CRD » en 1987, et après le redéploiement de CRD en 2009, cette structure est devenue la division laboratoires en 2014 elle est devenue Division Technologies et Développement.

La division dispose de 40 laboratoires, dont 30 à Boumerdès et le reste à Hassi Messaoud répartis dans les trois directions techniques fonctionnant en étroite collaboration :

Direction Géologie

Direction Gisement

Direction Assistance aux Unités Industrielles (AUI) où ce présent travail a été réalisé.

La direction assistance aux unités industrielles contribue à la maîtrise technologique de l'exploitation et de la maintenance des unités industrielles par son intervention aux divers stades d'études de réalisation et de fonctionnement des unités.

Cette direction est divisée en trois départements :

### **2.1- Département d'analyse et études environnementales**

Ce département est chargé de :

a) Etude d'impacts concernant les divisions industrielle de SONATRACH :

- Etudes de pollution des eaux souterraines et des eaux de surface.
- Etudes de pollution des sols.
- Etudes de faisabilité de stations de traitement et neutralisation des déchets.

b) Trouver des solutions :

- Elaborer des modèles d'inventaire et de recensement des rejets industriels.

- Développement des techniques de traitement biologique utilisées dans le nettoyage des sédiments contaminés.

c) Suivie par analyse en utilisant différentes méthodes :

- Suivi des installations de traitement d'eau avec évaluation de la performance.
- Suivi de la mise en place de réseaux de mesure de la qualité de l'eau et du sol en milieu industriel.

## **2.2- Département de corrosion**

Les missions et les objectifs de ce département est de fournir l'aide aux unités industrielles de l'entreprise pour la résolution des contraintes d'exploitation liées aux problèmes de corrosion, et aux choix des matériaux.

## **2.3- Département de traitement et contrôle des fluides**

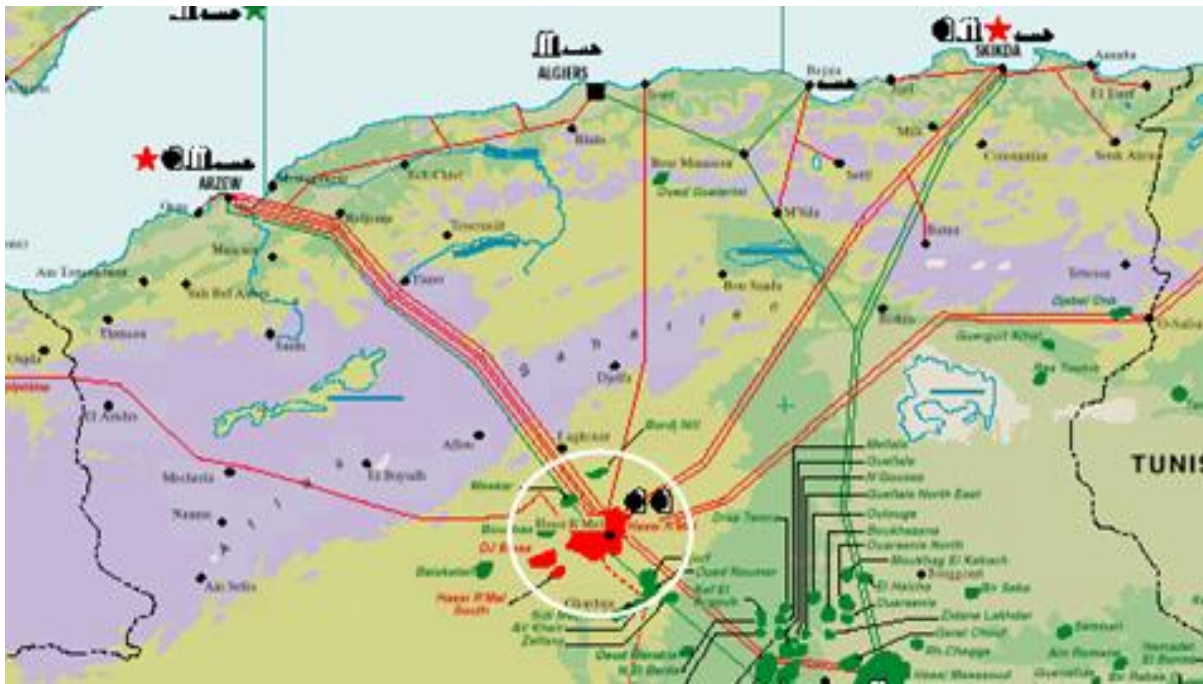
Ce département réalise le développement et la valorisation des produits de l'entreprise et prend part au contrôle de la qualité des produits de traitement importés par l'entreprise [1].

## **2. Description des zones industrielles de Hassi R'mel**

Hassi R'mel est située à 550 km au sud d'Alger à une altitude de 760m, le climat est caractérisé par une faible pluviométrie (140mm par an) et humidité moyenne de 19% en été et de 34% en hiver en moyenne. Les températures varient de -2°C en hiver à +45°C en été, Le champ de Hassi R'mel est un vaste étendue de 3500 km<sup>2</sup> (70 km de long sur 50 km de large).

Les réserves trouvées en place sont évaluées à plus de 2800.10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>.

Les études du gisement ont prouvé que le réservoir contenait du gaz, du condensât et du GPL, les richesses initiales étaient de 200 g/m<sup>3</sup> pour le condensât et de 80 g/m<sup>3</sup> pour le GPL. D'autres études ont mis en évidence la présence du pétrole brut tout autour du gisement, mais plus particulièrement dans les parties «Est » et « Sud » du champ. On parle ainsi de présence d'anneau d'huile (pétrole brut).



Fig

figure(3) : Situation géographique du champ de Hassi-Rmel

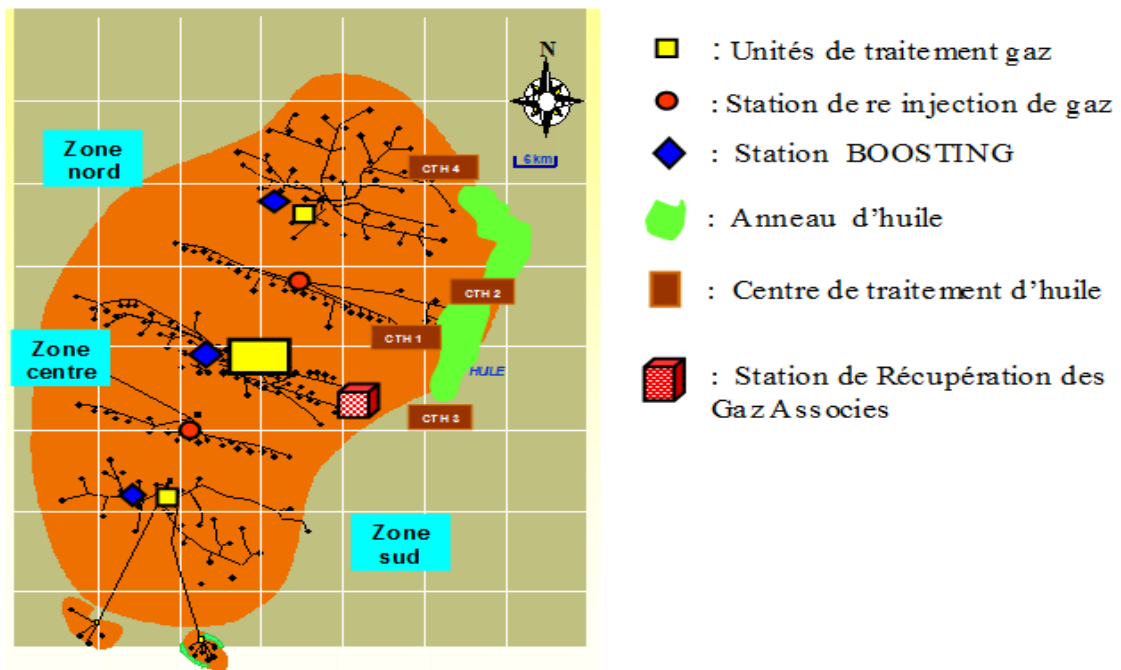


Figure (4) : Le champ de Hassi-R'mel

#### 4. Développement du champ de Hassi R'mel

Le développement de Hassi R'mel s'est trouvé étroitement lié au développement de l'industrie du gaz dans le monde et les importantes réserves recelées par ce gisement, plus de 2000 milliards de m<sup>3</sup> ont constitués un atout important pour lancer une politique d'industrie gazière de grande envergure pour le pays.

Les deux produits gaz et pétrole se trouvent à l'état brut initialement, nécessite des complexe de traitement qui ont subi un développement continue durant cette décennie. Le premier puits a été foré en 1952 à Berriane et après, le H-R1 a été foré en 1956 sous le sommet de l'anticlinal que constitue le gisement de Hassi R'mel, ce puits a mis en évidence la présence de gaz riche en condensât à une température de 90°C et une pression de 310 kg/cm<sup>2</sup>.

De 1957 à 1960, furent forés 7 puits (H-R2, H-R3, H-R4, H-R5, H-R6, H-R7, H-R8, HR9), qui ont mis à jour l'existence de trois réservoirs :

❖ Réservoir A

S'étend sur tout le champ de Hassi R'mel, son épaisseur varie sur l'ensemble du champ de 15 à 30 m.

❖ Réservoir B

Il est limité à la zone centrale et la zone nord du champ. Cette couche présente 13% des réserves en place.

❖ Réservoir C

Il s'étend sur la majeure partie du champ sauf la zone sud, c'est le plus épais des trois niveaux et le plus important.

Trois étapes importantes ont marqué le développement du champ de Hassi R'mel.

#### **4.1- Première étape**

1961 : réalisation d'une petite unité de traitement de gaz de 1,3 milliards de m<sup>3</sup> par an, cette réalisation a coïncidé avec la construction de la première usine de liquéfaction de gaz en 1964-1969 : cette capacité est portée à 4 milliards de m<sup>3</sup> par an.

#### **4.2- Deuxième étape**

1972-1974 : mise en exploitation de 06 unités supplémentaires, La capacité de traitement du champ de Hassi R'mel atteint, après la nationalisation des hydrocarbures en 1971, 14 milliards de m<sup>3</sup> par an.

#### **4.3- Troisième étape**

1975-1980 : Cette période a permis de concrétiser un plan de développement qui concerne l'ensemble du champ en mesure de répandre aux besoins énergétiques du pays ainsi qu'aux besoins des partenaires. Ce plan a permis également de doter Hassi R'mel d'un modèle d'exploitation en mesure d'optimiser la récupération de différents produits. Cette période est caractérisé par :

La capacité de traitement a été portée à 94 milliards de m<sup>3</sup> par an.



La réalisation de 4 complexes de traitement de 20 milliards de m<sup>3</sup>.

La réalisation de deux stations de réinjection de gaz d'une capacité unitaire de 30 milliards de m<sup>3</sup> par an et d'une puissance unitaire de 600000 CV.

Le forage de 150 puits producteurs.

Le forage également de 52 puits injecteurs.

La réalisation des réseaux de collecte de 1000 km, haute pression (en entrée).

1985 : Réalisation et mise en service d'une unité pour la récupération des gaz torchés et la production du GPL des modules 0 et I (les communs)

1987-2000 : Réalisation et mise en service des centres de traitement du gaz de Djebel Bissa et HR-SUD.

1981-1993 : Réalisation et mise en service de cinq centres de traitement d'huile.

1995-1999 : Mise en service des unités de déshydratation de gaz de Sbaa Adrar et In Salah.

1999 : Réalisation et mise en service de l'usine de récupération des gaz associés provenant des centres de traitement d'huile.

2000 : Mise en œuvre du projet Boosting.

Le développement final du champ de Hassi R'mel a permis d'atteindre les capacités de production suivantes :

100 milliards de m<sup>3</sup> de gaz /an.

Milliards de tonnes de condensât /an.

2.5 Millions de tonnes de GPL /an.

700 milles tonnes de pétrole brut /an.

**Capacité de production :****Tableau :** Capacité de production de gaz naturel, condensât et GPL

Produits	Modules : I, II, III, IV	Module 0	Djebel-bissa
Gaz (M m <sup>3</sup> /j)	60	30	5
Condensât (t/j)	1120	1500	360
GPL(t/j)	2400	300	/

**5. Les installations gazières du champ de Hassi R'mel**

L'importance des installations gazières à Hassi R'mel ont pour but de traiter le gaz, et séparer les fractions liquides pour une meilleur valorisation, une partie du gaz fait l'objet d'une réinjection, l'autre est destinée au vente.

Les installations gazières réalisées sont réparties comme suit :

**a. Les modules**

MPP : Module Processing Plant, il désigne une usine de traitement de gaz naturel à l'échelle industriel.

Cinq modules sont implantés sur le champ de Hassi R'mel, quatre ont une capacité unitaire de 60 millions de m<sup>3</sup>/j. Le cinquième, module 0 a une capacité de 30 millions de m<sup>3</sup>/j.

Le sixième module est le petit gisement de Djebel Bissa en rapport avec sa capacité modeste de 5 millions de m<sup>3</sup>/j.

Les modules, I et 0 disposent d'une unité complémentaire commune, désigne

D'ailleurs « communs ». Les modules de traitement de gaz sont reliés pour le stockage des hydrocarbures liquide (GPL, Condensât) au CSTF (centre de stockage et transfert des fluides) et pour la réinjection de gaz à deux stations de réinjection de 90 millions de m<sup>3</sup>/j chacune.

Le parc comporte 5500 machines tournantes, 2000 équipements statiques, 1600 appareils d'instrumentation.

**b. Les stations de compression**

Le but de ces stations est de réinjecter le gaz sec traité au niveau du gisement pour le maintien de la pression à fin de récupérer le maximum de liquides, il existe deux stations de compression Nord et Sud d'une capacité de chacune est de 90 millions m<sup>3</sup>/j.

### **c. Le stockage et l'expédition des hydrocarbures liquides**

Le condensât et le GPL, produits par tous les modules sont acheminés vers le centre de stockage et de transfert CSTF qui se trouve dans la zone centrale de Hassi R'mel, ils sont débarrassés des éventuelles quantités d'eau résiduelle et comptabilisée avant d'être expédié vers SP4 puis vers Arzew.

Le CSTF comprend trois bacs de 35000 m<sup>3</sup> et quatre bacs de 45000 m<sup>3</sup> chacune pour le formées dans les sphères, sous l'effet de la température ambiante sont comprimées par des turbocompresseurs, condensées puis remises dans le stockage pour éviter le problème de vaporisation (boil off) du GPL.

### **d. Centre national de dispatching de gaz «CNDG »**

Son rôle est la collecte de toutes les quantités de gaz produites au niveau de Hassi R'mel et du gaz provenant de l'extrême sud via les gazoducs GR1 et GR2. Ces quantités sont ensuite distribuées vers centres de consommation, comme les centres GNL, Sonelgaz, et à l'étranger Italie via la Tunisie et l'Espagne via le Maroc GME.

### **e. Station de récupération des gaz associe « SRGA »**

C'est une unité qui a démarré le 18 Avril 1999, avec une capacité de 4 millions sm<sup>3</sup>/j design. Elle comporte quatre turbocompresseurs avec une capacité unitaire de 1 million de m<sup>3</sup>/j.

**f.** Ce projet comporte une unité de traitement de gaz naturel, destiné à traiter le gaz brut pour obtenir du gaz sec et la récupération des hydrocarbures liquides .avec une unité de boosting pour la récupération des gaz associe de CTH sud

### **g. Le centre de traitement d'huile (CTH)**

Cinq unités sont implantés à Hassi R'mel (CTH1, CTH2, CTH3, CTH4 et CTH-Sud), elles sont dotées de séparateurs et de bacs de stockage qui permettent de produire le pétrole brut et de le transférer au module 0 pour stockage intermédiaire avant d'être expédie vers SP4 (station de pompage et de transport).

## **6. Rejets des modules**

Les rejets des modules de traitement de gaz sont représentés essentiellement par des eaux salées saturées de gisement contenant des hydrocarbures (condensât) sous forme de traces, des inhibiteurs de corrosion, des traces de glycol, des métaux lourds en très faibles quantités. Ces rejets sont acheminés vers des bourbiers aménagés à proximité des différentes unités. Le volume total des rejets de ces modules est estimé à 1350 m<sup>3</sup>/j [10].

## 7. Rejets des CTH

Les rejets des CTH sont essentiellement des eaux salées de gisement ajoutées à l'eau de lavage des tubings et des conduites pompée pour l'évacuation des dépôts de sel. Les eaux des bourbiers sont souvent couvertes d'une pellicule d'huile résultant parfois d'une mauvaise séparation. Le volume des eaux rejetées par l'ensemble des CTH est en moyenne 1200 m<sup>3</sup>/jour [10].

## 8. Rejets des sondes de forage

Les rejets des sondes de forage et Work over sont représentés par un volume important de boue de forage, de déblais contaminés par la boue, des eaux de lavage, du gas-oil utilisé dans la fabrication des boues à base d'huile, des huiles de vidange et des graisses de tiges de forage et tubages. Le volume moyen des rejets d'un puits en forage est estimé à 2 500m<sup>3</sup> pour une durée de deux mois [29].

## 9. Rejets des unités industrielles

Ces rejets sont représentés surtout par des eaux de lavage, contenant des détergents et du gas-oil, des huiles de vidange, de la poussière métallique et de produits chimiques des laboratoires tels que les acides chlorhydrique et sulfurique, la soude caustique, le nitrate d'argent.....Concernant les huiles de vidange, il convient de noter qu'au niveau des fosses d'entretien des bases de SONATRACH, l'huile est récupérée puits par NAFTAL, pour son recyclage [29].

## 10. Les bourbiers

Un bourbier est une grande fosse de stockage des rejets liquides issus des différentes unités de production ainsi que les boues de forage et de work –over.

### Actions mises en œuvre pour la protection de l'environnement à HR

La prise de conscience sur l'importance de l'environnement est largement partagée à SONATRACH pour la préservation de son image en tant que principal opérateur économique du pays et aussi en tant que groupe pétrolier international. SONATRACH s'est engagée à faire un suivi actif du volet environnement en vue d'une certification ISO14001 ; pour cela différentes actions ont été entreprises afin de minimiser la pollution.

Traitement des eaux domestiques par la réalisation d'une station d'épuration STEP - Traitement des boues de forages et de work-over - La récupération des gaz associés, par la réalisation de deux stations SRGA 1 & 2 - La prise en charge des déchets solides industriels par élaboration de procédure de gestion intégrée. - Traitement des eaux de rejets industriels ; par la réalisation de trois stations de déshuilage et de filtration.

# **Chapitre III**

## **Etude Expérimental**

La partie expérimentale de ce mémoire a été réalisée au laboratoire de la station de déshuilage

### **1. Station de déshuilage HR**

Hassi R'mel compte trois stations de déshuilage implantées dans les Zones centre, nord et sud. La Station de déshuilage centre, réalisée par SARPI le 26/07/1999 a été mise en service le 17/03/2001 avec une capacité de traitement de 1500 m<sup>3</sup>/j.

Le rôle de la station de déshuilage consiste à collecter toutes les eaux industrielles rejetées à partir des modules de traitement de gaz et des centres de traitement d'huile et de les traiter avant d'être rejetées, et ce afin de :

- Protéger la nappe phréatique. - Eviter la prolifération des maladies à transmission hydrique. - Eviter les désagréments pouvant altérer le milieu récepteur (sol, plantations, population,). - Se conformer à la législation et réglementation en matière de protection de l'environnement.

### **2. Provenance des eaux huileuses**

Les eaux de rejets industriels de toutes les unités de production de gaz et d'huile, des modules de traitement de gaz MPP (Module Processing Plant) et des centres de traitement d'huile CTH sont collectées à partir de bassins d'évaporation pour être acheminées vers les unités de traitements.

Nous avons suivi le procédé de traitement de la Zone centre, et d'après notre enquête cette dernière reçoit les eaux de rejets des centres de traitement d'huile CTH1 et CTH3, des trois modules de traitement de gaz MPP0, MPP1 et MPP4 et du centre de stockage et de transfert des fluides CSTF.

Les eaux huileuses à traiter proviennent donc de : Module 0, Module 1, Module 4, CSTF CTH1, et CTH3 [14].

### **3. Les étapes de traitements des eaux huileuses**

Le déshuilage est une opération de séparation liquide- liquide. On peut le considérer comme étant l'extraction de toutes matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau (élimination des huiles ou hydrocarbures) [30].

### 3.1- Première étape : Traitement physique

On distingue en premier lieu le traitement physique (décantation) par le bac tampon ou le de pré -désuilage S-101 qui a pour but d'homogénéiser les eaux, d'assurer la régulation du débit et la récupération préliminaire de l'huile surnageant à l'aide d'un déshuileur flottant à disque rotatifs «Écrémeur» MS-106 pour réduire le contenu d'huile à la sortie 100-200 ppm, et d'autre part de favoriser la précipitation des matières en suspension qui seront racler au fond du bac et puis envoyées vers l'épaississeur des boues S-105.



**Figure (5) :** Bac tampon ou le de pré -désuilage S-101(22/042019)

L'eau entrant dans la station est introduite dans le bac tampon pour y subir une séparation préliminaire.

Le bassin sera réalisé en béton armé en semi-enterré de forme circulaire avec un diamètre, à la sortie, une boucle de réglage, envoie les eaux en gravitaire vers la station de traitement, Le fond du bac est en pente pour la récupération des boues. Un appareil tournant MS-101 avec pont métallique et un bras tournant est prévu pour le raclage des boues décantées au fond de la cuve. Les boues, avec résidu sec de 2%, seront envoyées vers l'épaississeur des boues S105 à travers une vanne automatique réglée pour s'ouvrir pendant huit secondes toutes les huit heures. Après décantation dans le bassin l'eau passe en gravitaire, dans le séparateur lamellaire CPI (Corrugated Plate Interceptor) S-102, qui est un bassin séparateur équipé d'un ensemble de plaques parallèles inclinées pour faciliter la décantation des particules solides non décantées dans le S-101, par un déshuileur flottant à disque rotatifs « discoil » MS-107 pour subir un traitement secondaire.



**Figure (6) :** déshuileur flottant à disque rotatifs(Discoil) MS-107. (22/042019)

Le séparateur est formé de paquets de tôles gaufrées en matériel plastique espacées de 2 cm, capables de séparer les gouttelettes d'huile et les solides en suspension d'un diamètre égal ou supérieure à 60  $\mu\text{m}$ . L'huile est récupérée par un disc oïl. A la sortie du CPI la teneur en hydrocarbures résiduels contenues dans l'eau est de 10 à 50 mg /l.

Un système de recyclage permet de récupérer les boues du fond qui seront pompées vers la cuve à boue...



**Figure (7) :** Corrugated Plate Interceptor CPI « S-102 »(22/042019)

L'huile récupérée par les discoils MS-106 et MS-107 est récoltée dans une cuve d'huile S108 pour être transférée par la suite au CTH3. Les boues sont évacuées en gravitaire du fond de la cuve CPI vers l'épaisseur des boues S-105. Tandis que l'eau est dirigée vers la deuxième étape de traitement.

### **3.2- Deuxième étape : Traitement chimique**

La deuxième étape est appelée le traitement chimique. Il consiste en l'élimination des particules fines qui se comportent comme une suspension colloïdale, par l'addition d'un coagulant et d'un flocculant.



### a. Cuve de floculation

La cuve de floculation S-103 reçoit l'effluent du CPI S-102. Ces cuves sont en bétons armés réalisés en semi-enterré et équipées d'agitateurs pour assurer le mélange des additifs avec l'eau.



**Figure (8) :** Cuve floculation « S-103 » (22/042019)

Dans celle-ci des flocculant organiques de type polyamine sont ajoutés, c'est de la silice activée et un poly électrolyte, à des doses de 5 à 2 mg/l afin de précipiter les boues et d'augmenter le pouvoir de traitement du flotteur S-104, le premier additif est ajouté à la sortie du CPI et le deuxième à la sortie du flocculateur. Ces deux agents chimiques en présence d'une agitation turbulente vont neutraliser la suspension colloïdale pour provoquer l'agglomération des particules fines. La cuve est dimensionnée pour un temps de rétention de 18 min.

### b. Cuve de flottation

L'eau arrive par gravité vers la cuve de flottation S-104 ou elle se mélange avec l'eau saturée en air qui arrive des pompes de saturation P-102 et du saturateur.

Cette cuve est en béton armé à plan circulaire ayant un fond conique et dotée de deux bras de raclage pour les sédiments de fond et de deux bras de raclage de mousse pour la surface, dimensionnée pour un temps de séjour de 30min pour assurer un contenu résiduel inférieur à 10mg/l. Les boues sont également raclées du fond et pompées vers la cuve à boues.



**Figure (9) :** la cuve de flottation « S-104 » (22/042019)

Un racleur en surface balaie les parties flottantes vers une goulotte d'évacuation qui déverse dans la cuve S-105. Les sédiments lourds tombent et s'accumulent dans le fond de l'appareil d'où ils sont extraits périodiquement par ouverture d'une vanne de purge automatique, en partie basse de la virole, l'eau épurée est récupéré par collecteur annulaire.

### **c. Cuve d'eau traitée**

Cette cuve reçoit l'eau traitée du flottateur. Elle se compose de deux compartiments, chaque compartiment est muni de deux pompes. Les pompes P-101A/B refoulent l'eau traitée vers l'extérieur. Le débit est partagé par deux boucles de réglage : une partie vers le bac tampon pour le recyclage et la deuxième vers l'unité de filtration. Les pompes P-102A/B recyclent une partie de l'eau traitée vers le ballon de saturation à air R-103, pour être mélangée au fluide sortant de la cuve de floculation S-103. Ceci favorise la montée en surface des flocons et des colloïdes.

### **3.3-Troisième étage : Filtration et ultrafiltration**

Pour assurer une granulométrie des matériaux en suspension inférieure ou égale à 5  $\mu\text{m}$  il est prévu un deuxième étage de traitement : filtration et ultrafiltration.



**Figure(10) :**les filtres à cartouche. (22/042019)



**Figure (11) :** les filtres à sable. (22/04/2019)

La filtration de l'eau déshuilée est effectuée en utilisant des filtres à double couches filtrantes en sable de quartz et hydro anthracite. L'ultrafiltration est prévue par deux filtres à cartouches pour l'élimination des particules plus petites et des traces d'hydrocarbures.

L'eau qui arrive des pompes P-101 est envoyée dans la partie supérieure du filtre et à travers le lit filtrant, de haut vers le bas, l'eau perdra les substances en suspension retenues par le quartzite. Les substances se déposeront principalement sur la couche supérieure du lit filtrant et on arrivera donc au colmatage de la masse filtrante.

A ce moment-là, sera fait le contre lavage, dans le but de chasser et de libérer tous les espaces pour le passage de l'eau. Une telle opération se fait en contre-courant.

C'est à dire, qu'au lieu d'entrer par le coté supérieur, on entrera par le coté inférieur à travers les buses et on sortira par le coté supérieur.

Le lavage est programmé en automatique à temps, même les deux filtres a cartouches doivent fonctionner en parallèle et ils sont nettoyés l'un depuis l'autre.

L'injection de Silice activé prévue à l'aspiration des pompes P-101 est utilisée pour améliorer le rendement de la couche filtrante. L'eau de lavage est envoyée vers les lits S112A/B, après décantation sur gravier, l'eau s'écoule dans la cuve S-109 pour être recyclée vers le bac tampon [31].

#### 4. Analyse des eaux huileuses

Différentes Analyses sont effectuées pour contrôler le fonctionnement de la station et la qualité de l'eau, les résultats de ces analyses permettent de :

- Vérifier et optimiser la performance de l'installation.
- Garantir la conformité de produits aux spécifications commerciales et d'environnement.
- Améliorer les conditions paramétriques du procès afin d'éviter la détérioration des équipements par, entre autres, la corrosion.

Les analyses que nécessite la station sont :

- La détermination du pH et de la température, - La mesures de la turbidité sur plusieurs échantillons d'eau, (à l'entrée du CPI, à la sortie des filtres à cartouche), - L'analyse d'huile « Oil in water » : permet de mesurer le taux des hydrocarbures dans l'échantillon à analyser [32]. Actuellement, le suivi des performances de la station n'est pas assuré actuellement dû au manque d'un laboratoire pour le contrôle de l'efficacité de traitement [33].

#### 5. Matériels et méthodes

##### a. Matériels :

**JAR-TEST :** C'est une rangée de béciers alignée sous un appareillage permettent de les agiter tous à la même vitesse.

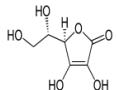
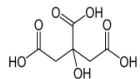
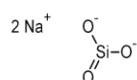


**Figure (12) :** Les échantillons sous l'appareille JAR-TEST

**Spectrophotomètre :** C'est un appareil qui mesure la qualité de l'eau (ex : turbidité, MES, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, et NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, ...).

**L'agitateur :** C'est appareil qui homogène bien comme il faut le mélange des solutions à préparer.

**b. Produits utilisés :**

produit	Formule	Propriétés physique-chimique
<b>acide ascorbique</b>	Formule brute : C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>6</sub> 	M : 176.1g/mol.PKa : 4.1 Solubilité : 333g/l. T°:190 à 192°C
<b>Acide citrique</b>	Formule brute : C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> 	M : 192,1235 ± 0,0075 g/mol PKa : 3,3 /4,6 / 6,40 T° <sub>f</sub> : (153 °C) T° <sub>e</sub> : Soluble dans l'eau 592 g·l <sup>-1</sup> à 20 °C). ρ : 1,665 g·cm <sup>-3</sup> (20 °C)
<b>Silicate de sodium</b>	Formule brute Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub> 	D : 122,0632 ± 0,0012 g/mol T° <sub>f</sub> : 1 089 °C,ρ : 2,6 g/cm <sup>3</sup>

### c. Préparation des solutions

#### Préparation d'Acide citrique

- Détermination de masse Acide citrique  $(5 \% * 100) / 99 = 5.05 \text{ mg}$

Masse réelle = masse d'acide / pureté

- Détermination du volume de l'Acide citrique

$$\% \text{acide} = \frac{\text{masse d'acide}}{\text{volume eau}} * 100 \rightarrow \text{masse d'acide} = \% \text{acide} * \text{volume eau} / 100$$

$$\text{Volume acide} = \frac{\text{masse réelle}}{\rho} \quad \text{avec } \rho = 1,67 \text{ g/ml}$$

#### Préparation d'Acide ascorbique

- Détermination la masse Acide ascorbique  $(5 \% * 100) / 99,7 = 5.01 \text{ mg}$

Volume eau = 44ml

- Détermination du volume de l'Acide ascorbique

$$\% \text{acide} = \frac{\text{masse d'acide}}{\text{volume eau}} * 100 \rightarrow \text{masse d'acide} = \% \text{acide} * \text{volume eau} / 100$$

$$\text{Volume acide} = \frac{\text{masse réelle}}{\rho} \quad \text{avec } \rho = 1,69 \text{ g/ml}$$

#### Préparation des solutions de silice activée

Volume eau = 110ml

- Détermination de volume de silicate de sodium

Masse volumique = 1.37g/ml

Pureté = 37%

Volume eau = 110 ml

Silicate de sodium = 4 %, 5%

#### Les pourcentages de silice activée

4 % de silicate avec : 1,8%-2% acide citrique.

4 % de silicate avec : 1,8%-2% acide ascorbique.

5 % de silicate avec : 1,8%-2% acide citrique.

5 % de silicate avec : 1,8%-2% acide ascorbique.

### Calculs des mesures

❖ Pour 4 % silicate + 1,8 % acide citrique :

$$(1,8 \% * 43)/100 = 0,77/1,67 = 0,46 \text{ ml.}$$

❖ Pour 4 % silicate + 2 % acide citrique :

$$(2 \% * 43)/100 = 0,86/1,67 = 0,51 \text{ ml.}$$

❖ Pour 4 % silicate + 1,8 % acide ascorbique :

$$(1,8 \% * 43)/100 = 0,77/1,69 = 0,45 \text{ ml.}$$

❖ Pour 4 % silicate + 2 % acide ascorbique :

$$(2 * 43)/100 = 0,86/1,69 = 0,50 \text{ ml.}$$

❖ Pour 5 % silicate + 1,8 % acide citrique :

$$(1,8 * 43)/100 = 0,77/1,67 = 0,46 \text{ ml.}$$

❖ Pour 5 % silicate + 2 % acide citrique :

$$(2 \% * 43)/100 = 0,86/1,67 = 0,51 \text{ ml.}$$

❖ Pour 5 % silicate + 1,8 % acide ascorbique :

$$(2 \% * 43)/100 = 0,77/1,69 = 0,45 \text{ ml}$$

❖ Pour 5 % silicate + 2 % acide ascorbique :

$$(2 \% * 43)/100 = 0,86/1,69 = 0,50 \text{ ml.}$$

Remarque : Nous avons utilisé ces valeurs pour le volume de 350 ml

### 6. Protocole expérimentale

Analyse chimique de matière en suspension (MES) et turbidité par floculation-coagulation et en comparant entre deux acides séquestrant.

#### Mode opératoire

- En mesure de pH de mélange silice activée.
- Prendre 500 ml de l'échantillon dans chaque béccher mettre sous agitation dans les jarrest, après d'effarantes doses de la solution silice activée (2ml, 4ml, 6ml, 8ml, 10ml et 12ml).
- Agitation pendant 15 min avec une vitesse 80t/min.
- Après, réduire la vitesse à 30 min pendant 10 min après avoir ajouté le kurifix.

- En fin de test on laisse décanter 30 min puis en mesure le PH et MES, la turbidité finale.

### **7. Détermination de la teneur des hydrocarbures dans l'eau**

La méthode consiste à extraire un volume d'échantillon dans 10 % de son volume de solvant,

Soit : 35 ml de solvant pour 350 ml d'échantillon.

Selon la richesse de l'eau en hydrocarbures, on procède à une dilution de la prise d'échantillon.

#### **a- Dilution de la prise d'échantillon**

1/ pondre 100 ml de l'échantillon d'eau à analyser dans une burette et le transvaser dans l'ampoule à décantation.

2/ rincer la burette par 250 ml d'eau distillée (par portion de 50 et 100 ml), et transvaser l'eau de rinçage dans l'ampoule de décantation.

#### **b- Extraction et décantation**

1/ ajouter 35 ml de solvant dans l'ampoule de décantation.

2/ fermer et agiter l'ampoule énergétiquement pendant 2 min.

3/ laisser un temps de séparation de 10 min.

4/ placer un coton dans le robinet de décantation de l'ampoule et l'ouvrir doucement pour séparer la phase solvant dans un récipient.

#### **c- Mesure de la concentration des hydrocarbures extraits (par le spectrophotomètre DR/2000)**

1/ choisir la méthode 410 et règle la longueur d'ondes à 450 nm.

2/ utiliser de cellules de mesures lavées et sèches. Remplir une cellule de 25 ml de solvant. Insérer la cellule dans le DR2000 et appuyer sur ((Zéro)).

3/ remplir la cellule avec 25 ml du solvant extrait de l'ampoule et appuyer sur ((Read))

4/ la teneur de l'eau en hydrocarbure (en ppm) est égale à :

La valeur indiquée par le spectrophotomètre \* 3,5



## Remarque

La méthode de mesure appliquée correspond aux concentrations allant de 0 à 85 ppm.

Si le spectrophotomètre indique une valeur supérieure à 85 ppm, il faut augmenter la dilution de la prise d'essai et y adapter la formule de calcul.

## 8. Caractérisation des eaux usée

Les caractérisations d'un échantillon d'eau usée prélevée à la sortie du bac tampon sont regroupées dans le tableau suivant :

**Tableau (1) :** les caractéristiques d'un échantillon d'eau usée

pH	6,26
T (°C)	32.9
DCO (mg/l)	430
DBO5 (mg/l)	180
MES (mg/l)	329
NO <sub>2</sub> (mg/l)	0,129
NO <sub>3</sub> (mg/l)	0
Turbidité (ntu)	271
Les hydrocarbures HC (ppm)	112

Traitement des eaux par coagulation, floculation et décantation :

L'effet de la dose des coagulants préparés sur le procédé de traitement qui comporte une coagulation, une floculation et une décantation est montré dans ces tableaux qui suivent :

## 9. Acide citrique

L'acide citrique est un acide tricarboxylique  $\alpha$ -hydroxylé présent en abondance dans le citron, d'où son nom. Il s'agit d'un acide faible qui joue un rôle important en biochimie comme métabolite du cycle de Krebs.

**Tableau (2)** : Effet de la dose (4% silicate de sodium) et (1,8% d'acide citrique) dans pH= 11,2 sur traitement.

	pH	MES (mg/l)	TUR (ntu)	HC (ppm)
ECHNTILLON	6,26	329	271	112
2ml	5,8	118	99	-
4ml	6	119	58	-
6ml	6	61	43	-
8ml	6,2	61	40	-
10ml	6,3	58	38	10
12ml	6,4	57	37	-

Les différentes doses d'acide citrique assurent :

- ❖ Une augmentation de pH de 5,8 à 6,4.
- ❖ Une réduction du taux de MES de 118 à 57 mg/l.
- ❖ Une réduction de la turbidité de 99 à 37 ntu.
- ❖ La teneur d'hydrocarbure est de 10 ppm.

**Tableau (3) :** Effet de la dose (4% silicate de sodium) et (2% d'acide citrique) dans pH= 10,8 sur traitement.

	pH	MES (mg/l)	TUR (ntu)	HC (ppm)
ECHNTILLON	6,26	329	271	112
2ml	7,8	68	60	-
4ml	7,8	60	42	-
6ml	7,8	59	38	5
8ml	7,9	59	37	-
10ml	7,9	59	35	-
12ml	8	57	35	-

Les différentes doses d'acide citrique assurent :

- ❖ Une augmentation de pH de 7,8 à 8.
- ❖ Une réduction du taux de MES de 68 à 57 mg/l.
- ❖ Une réduction de la turbidité de 60 à 35 ntu.
- ❖ La teneur d'hydrocarbure est de 4 ppm.

**Tableau (4) :** Effet de la dose (5% silicate de sodium) et (1,8% d'acide citrique) dans pH= 10,5 sur traitement.

	pH	MES (mg/l)	TUR (ntu)	HC (ppm)
ECHANTILLON	6,26	329	271	112
2ml	7,7	84	63	-
4ml	7,7	57	39	10
6ml	7,4	56	39	-
8ml	7,4	52	37	-
10ml	7,5	46	29	-
12ml	7,4	47	31	-

Les différentes doses d'acide citrique assurent :

- ❖ Une augmentation de pH de 7.7 à 7,4.
- ❖ Une réduction du taux de MES de 84 à 47 mg/l.
- ❖ Une réduction de la turbidité de 63 à 31 ntu.
- ❖ La teneur d'hydrocarbure est de 10 ppm.

**Tableau (5) :** Effet de la dose (5% silicate de sodium) et (2% d'acide citrique) dans pH= 10 sur traitement.

	pH	MES (mg/l)	TUR (ntu)	HC (ppm)
ECHANTILLON	6,26	329	271	112
2ml	7,4	89	60	-
4ml	7,5	61	42	-
6ml	7,3	55	37	-
8ml	7,3	56	33	-
10ml	7,3	53	31	-
12ml	7,3	51	30	3

Les différentes doses d'acide citrique assurent :

- ❖ Une augmentation de pH de 7,4 à 7,3.
- ❖ Une réduction du taux de MES de 89 à 51 mg/l.
- ❖ Une réduction de la turbidité de 60 à 30 ntu.
- ❖ La teneur d'hydrocarbure est de 3 ppm.

## 10. Acide ascorbique

L'acide ascorbique ou acide oxo-3-gulofuranolactone (forme énolique), est un acide organique ayant des propriétés antioxydants.

**Tableau (6)** : Effet de la dose (4% silicate de sodium) et (1,8% d'acide ascorbique) dans pH= 10 sur traitement.

	pH	MES (mg/l)	TUR (ntu)	HC (ppm)
ECHNTILLON	6,26	329	271	112
2ml	6,9	63	49	-
4ml	6,7	58	42	-
6ml	6,7	59	65	-
8ml	6,6	61	47	-
10ml	6,7	63	38	3
12ml	6,7	60	52	-

Les différentes doses d'acide citrique assurent :

- ❖ Une augmentation de pH de 6,9 à 6,7.
- ❖ Une réduction du taux de MES de 63 à 60 mg/l.
- ❖ Une réduction de la turbidité de 49 à 52 ntu.
- ❖ La teneur d'hydrocarbure est de 3 ppm.

**Tableau (7) :** Effet de la dose (4% silicate de sodium) et (2% d'acide ascorbique) dans pH= 10,2 sur traitement.

	pH	MES (mg/l)	TUR (ntu)	HC (ppm)
ECHANTILLON	6,26	329	271	112
2ml	7,6	91	61	-
4ml	7,4	54	33	-
6ml	7,3	44	24	-
8ml	7,2	45	24	-
10ml	7,3	43	23	-
12ml	7,3	41	22	3

Les différentes doses d'acide citrique assurent :

- ❖ Une augmentation de pH de 7,6 à 7,3.
- ❖ Une réduction du taux de MES de 91 à 41 mg/l.
- ❖ Une réduction de la turbidité de 61 à 22 ntu.
- ❖ La teneur d'hydrocarbure est de 3 ppm.

**Tableau (8) :** Effet de la dose (5% silicate de sodium) et (1,8% d'acide ascorbique) dans  
pH= 10,4 sur traitement.

	pH	MES (mg/l)	TUR (ntu)	HC (ppm)
ECHANTILLON	6,26	329	271	112
2ml	6,9	65	66	-
4ml	6,6	51	46	-
6ml	6,4	46	38	-
8ml	6,3	45	35	11
10ml	6,3	48	50	-
12ml	6,2	46	36	-

Les différentes doses d'acide citrique assurent :

- ❖ Une augmentation de pH de 6,9 à 6,2.
- ❖ Une réduction du taux de MES de 65 à 46 mg/l.
- ❖ Une réduction de la turbidité de 66 à 36 ntu.
- ❖ La teneur d'hydrocarbure est de 11 ppm.



**Tableau (9)** : effet de la dose (5% silicate de sodium) et (2% d'acide ascorbique) dans pH= 10,1 sur traitement.

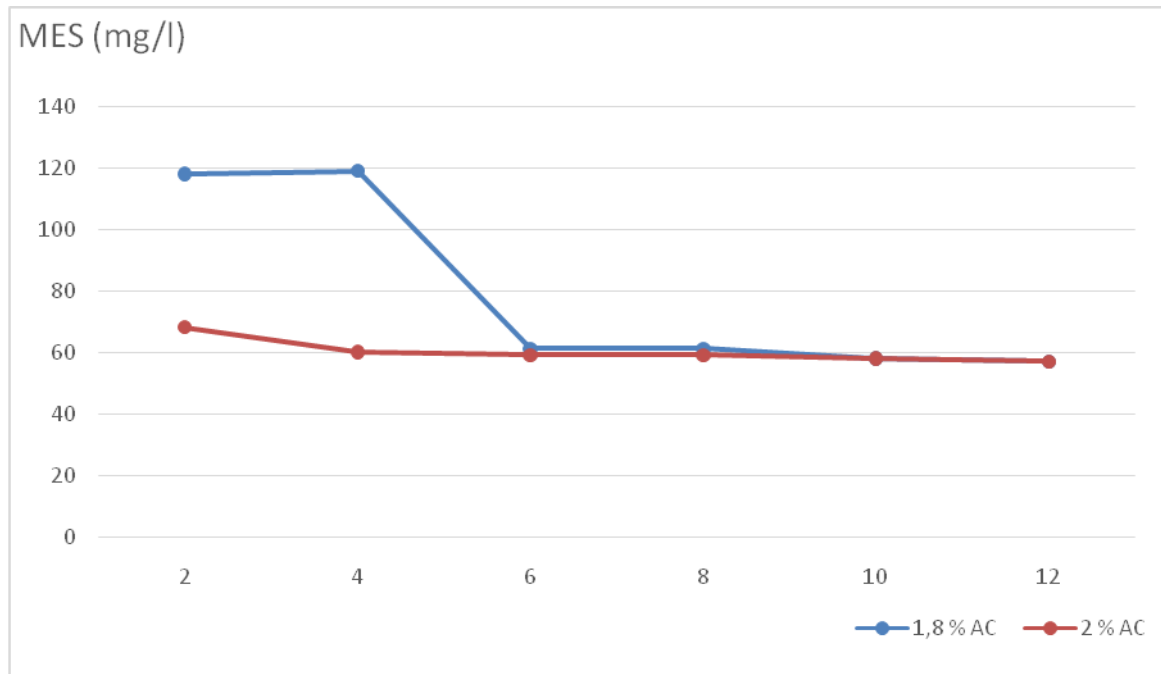
	pH	MES (mg/l)	TUR (ntu)	HC (ppm)
ECHNTILLON	6,26	329	271	112
2ml	6,5	69	69	-
4ml	6,3	54	51	-
6ml	6,3	51	49	-
8ml	6,2	64	48	-
10ml	6,2	53	48	5
12ml	6,1	56	38	-

Les différentes doses d'acide citrique assurent :

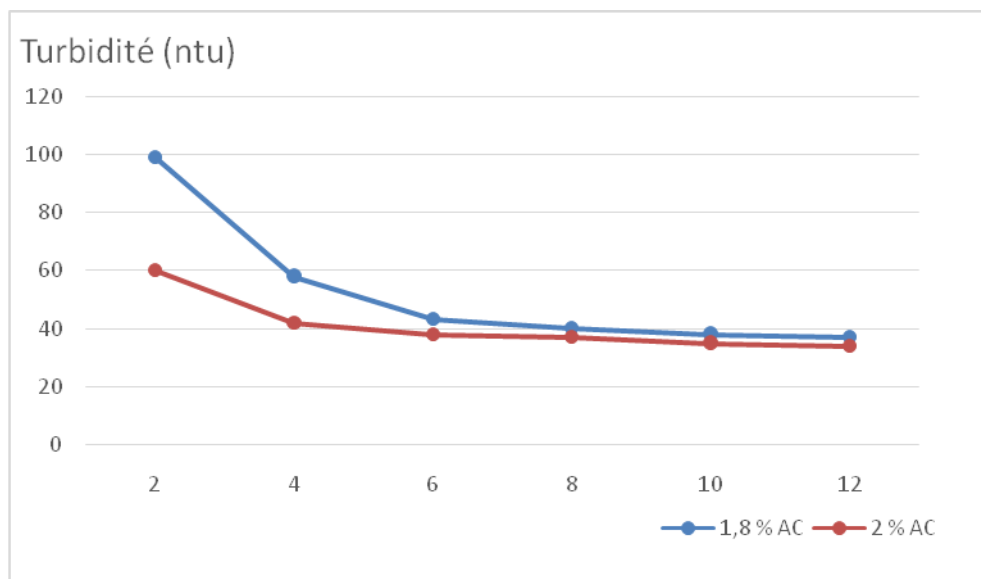
- ❖ Une augmentation de pH de 6,5 à 6,1.
- ❖ Une réduction du taux de MES de 69 à 56 mg/l.
- ❖ Une réduction de la turbidité de 69 à 38 ntu.
- ❖ La teneur d'hydrocarbure est de 5 ppm.

## 11. Les résultats de traitement des eaux

### 11.1- Les résultats de traitement de l'eau (4 % silicate de sodium et 1,8 % - 2 % d'acide citrique)

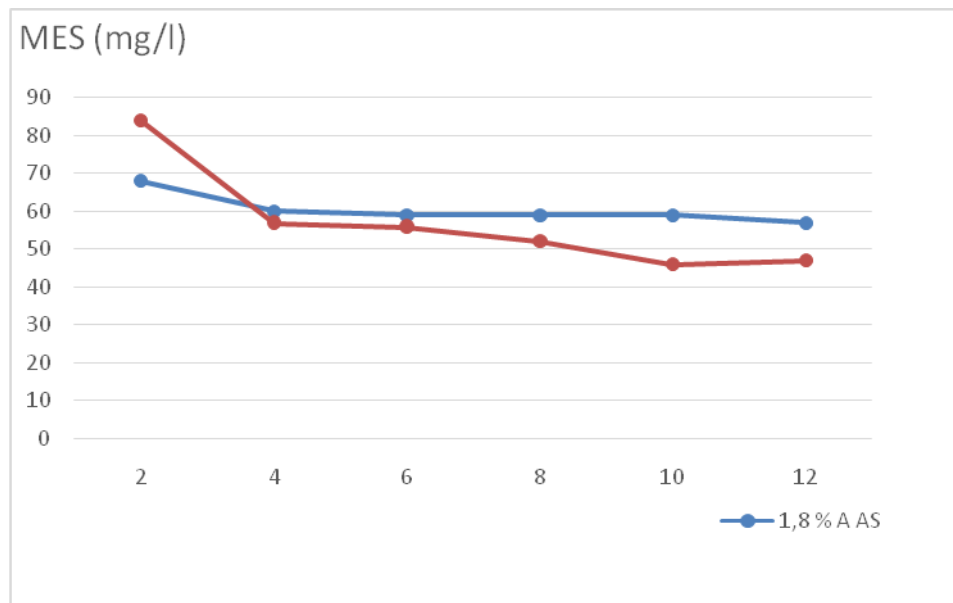


**Figure (13)** : Evaluation de MES (mg/l) en fonction de la dose de silice activée avec (4 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide citrique).

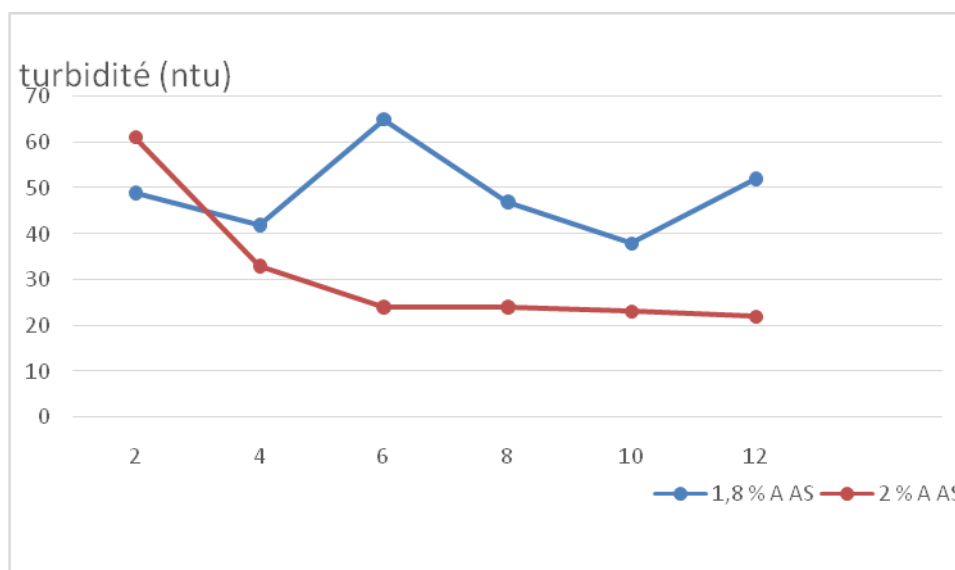


**Figure (14)** : Evaluation de turbidité (ntu) en fonction de la dose de silice activée avec (4 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide citrique).

### 11.2- Les résultats de traitement de l'eau (4 % silicate de sodium et 1,8 % -2 % d'acide ascorbique)

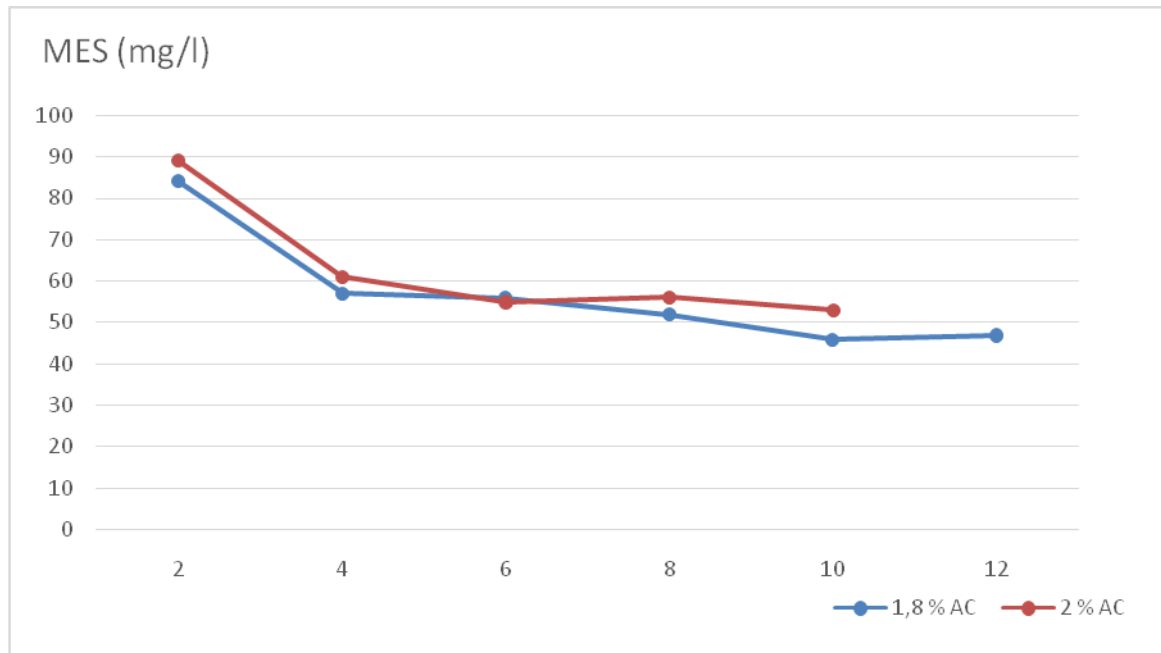


**Figure (15) :** Evaluation de MES (mg/l) en fonction de la dose de silice activée avec (4 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide ascorbique).

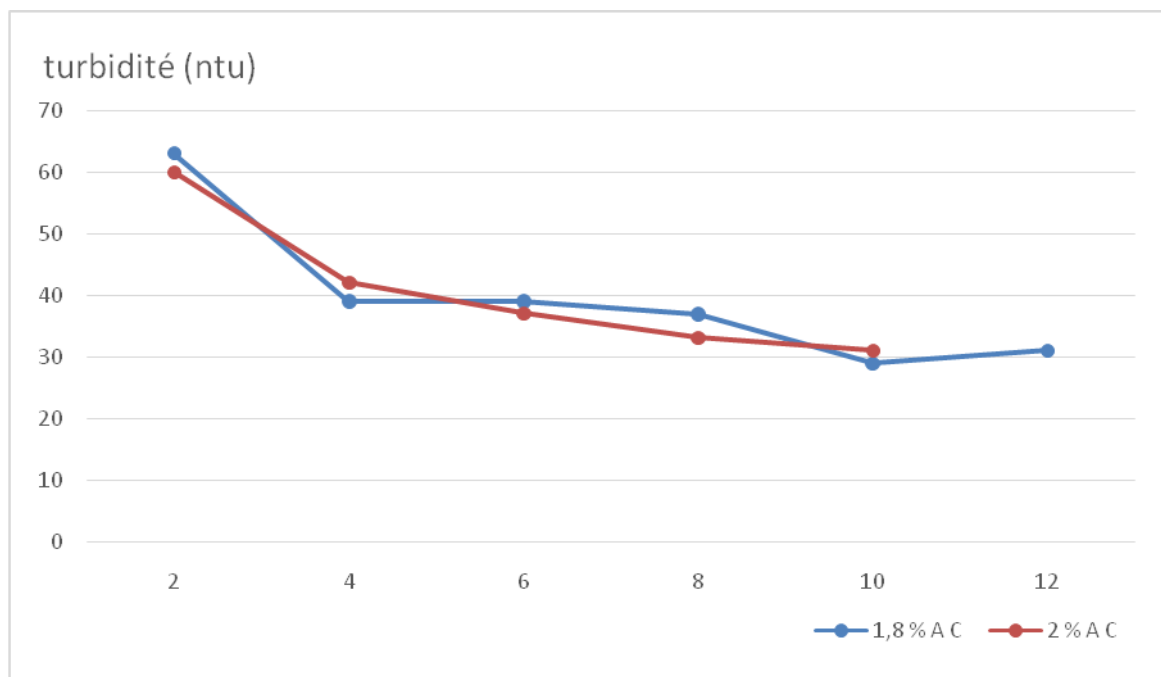


**Figure (16) :** Evaluation de turbidité (ntu) en fonction de la dose de silice activée avec (4 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide ascorbique).

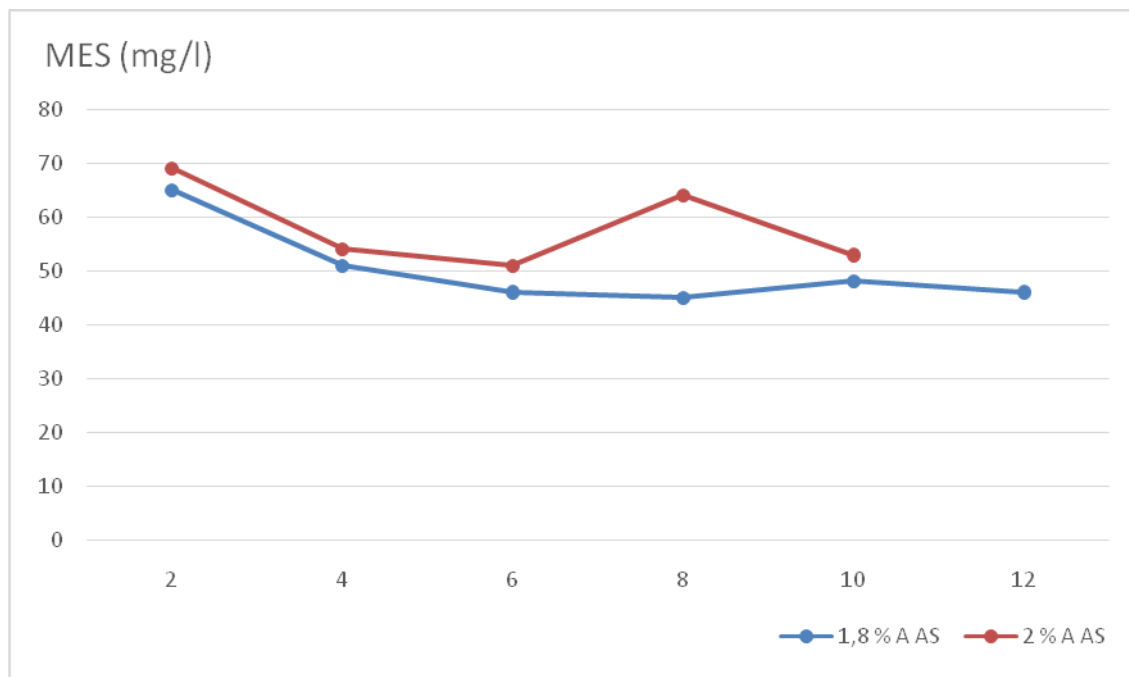
### 11.3- Les résultats du traitement de l'eau (5 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2 % d'acide citrique)



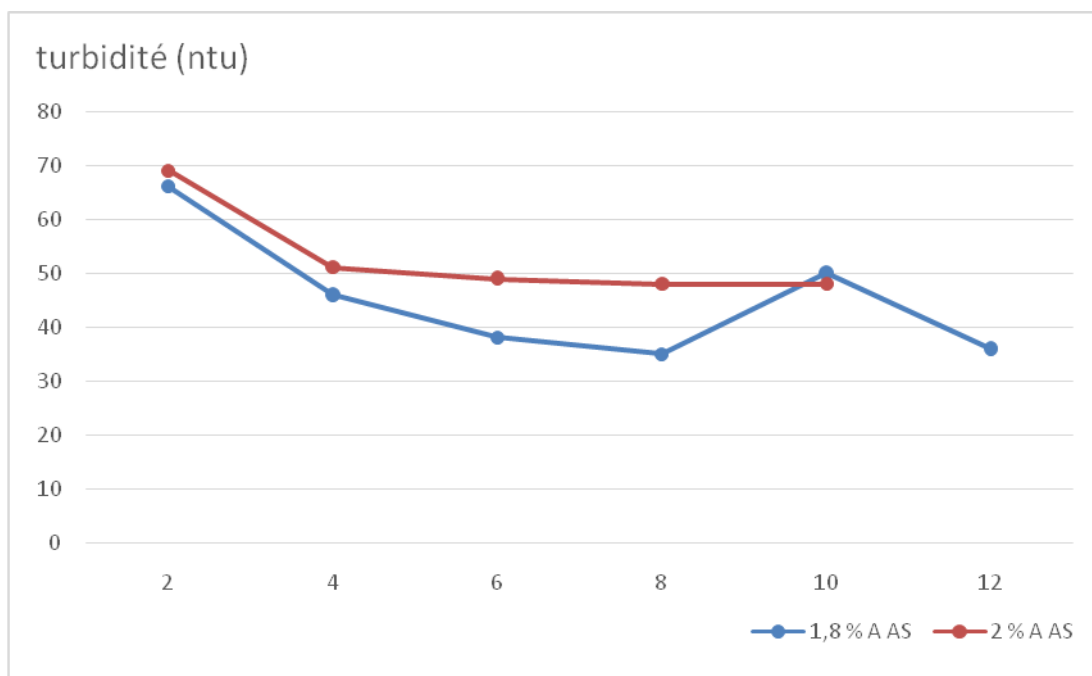
**Figure (17):** Evaluation de MES (mg/l) en fonction de la dose de silice activée avec (5 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide citrique).



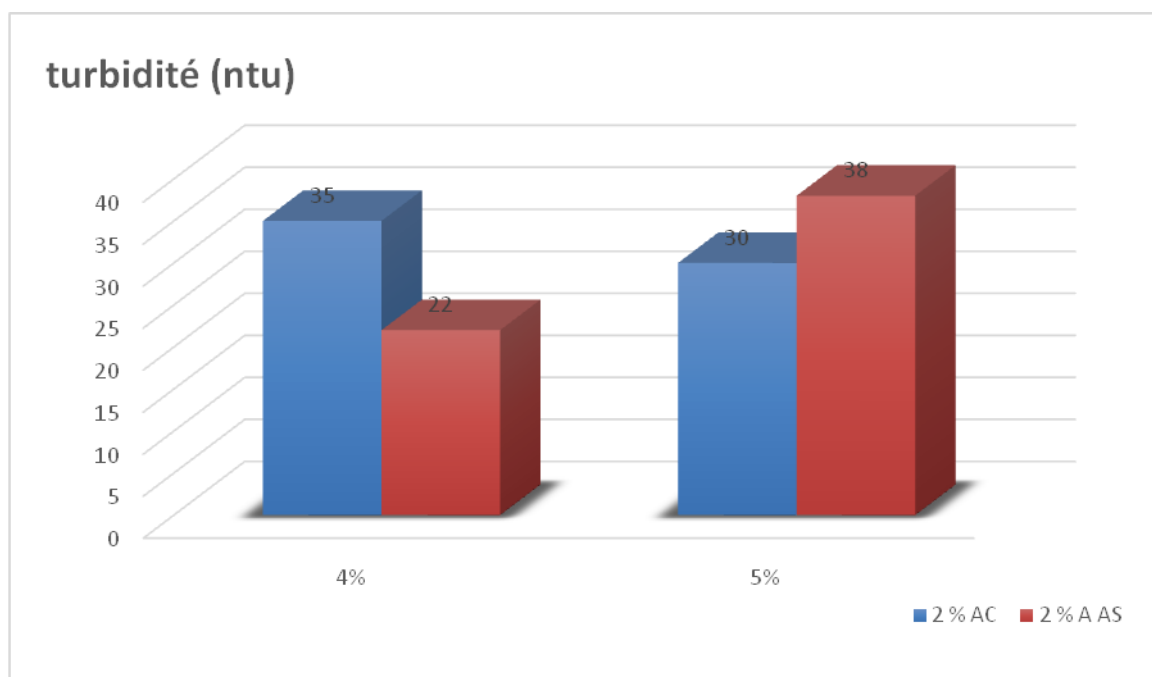
**Figure (18) :** Evaluation de turbidité (FTU) en fonction de la dose de silice activée avec (5 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide citrique).



**Figure (19)** : Evaluation de MES (mg/l) en fonction de la dose de silice activée avec (5 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide ascorbique).



**Figure (20)** : Evaluation de turbidité (ntu) en fonction de la dose de silice activée avec (5 % silicate de sodium et 1,8 % ; 2% d'acide ascorbique).



**Figure (21)** : Les résultats d'évaluation de la turbidité en fonction de la silice activée.

### Résultats et discussions

Les résultats des essais du jar-test montrant que la turbidité des 2 huileuse inversement proportionnelle à la dose de silice activée.

- La préparation à 4 % silicate de sodium + 2 % d'acide citrique : la turbidité diminue en fonction de la dose de silice activée pour atteindre des valeurs de 35 ntu avec un pH = 8 et HC = 5 ppm.
- La préparation à 4 % silicate de sodium + 2 % d'acide ascorbique : la turbidité diminue en fonction de la dose de silice activée pour atteindre des valeurs de 22 ntu avec un pH = 7,3 et HC = 3 ppm.
- La préparation à 5 % silicate de sodium + 2 % d'acide citrique : la turbidité diminue en fonction de la dose de silice activée pour atteindre des valeurs de 30 ntu avec un pH = 7,3 et HC = 3 ppm.
- La préparation à 5 % silicate de sodium + 2 % d'acide ascorbique : la turbidité diminue en fonction de la dose de silice activée pour atteindre des valeurs de 38 ntu avec un pH = 6,2 et HC = 5 ppm.

Comparé à un échantillon d'eau huileuse de turbidité égale à 271 ntu et un pH = 6,2 avec une concentration en hydrocarbure de 112 ppm.

Tenant compte des valeurs de la turbidité de MES et de pH, ainsi que la concentration des hydrocarbures.

La comparaison entre les deux acides montre que l'acide ascorbique est meilleur pour la préparation de la silice activée que l'acide citrique

Aussi pour le dosage des échantillons d'eau huileuse, cette préparation a montré une nette amélioration du traitement à l'échelle laboratoire vis-à-vis du processus de coagulation-floculation.

Comme on l'observe à travers les tableaux le meilleur résultat c'est en utilisant 12 ml de silice activée préparé par 4% de silicate de sodium avec 2 % acide ascorbique.

- L'élimination des matières en suspension : 87,53 %.
- L'élimination de HC : 90,17 %.
- Le pourcentage de clarification de la turbidité : 91,88 %.

# Conclusion générale



## Conclusion générale

En 2017 selon l'ONU dans les métropoles des pays émergents, à démographie élevée, un traitement défaillant des eaux usées est encore source de risques sanitaires graves (plus de 840 000 personnes estimées en 2012).

Le stage pratique que nous avons effectuée au niveau HRM au service traitement de corrosion, nous permis de faire une étude sur efficacité de traitement chimique par préparation de déférant des solution Soussi que l'optimisation du dosage afin d'améliorer le traitement chimique d'eau huileuse par coagulation-floculation en utilise deux type d'acides ( citrique & ascorbique).

Les résultats montrent que le meilleur traitement de l'eau huileuse est obtenu en utilisant 12 ml de silice activée prépare par 4% de silicate de sodium avec 2 % acide ascorbique.

- L'élimination des matières en suspension : 87,53 %.
- L'élimination de HC : 90 ,17 %.
- Le pourcentage de clarification de la turbidité : 91.88 %.

On observe que la méthode on à utiliser dans notre travail pratique est donne le meilleur résultat de traitement de l'eau par l'industrie pétrolière.

L'eau traitée dans cette unité est ensuite envoyée vers une autre unité de réinjection d'eau dans les puits ou réutilisation dans le lavage de machines et d'équipements dans les stations de filtration ou dans l'usine de séparation de gaz naturel.

# **Références**

## **Bibliographiques**

---

## Références Bibliographiques

- [1] Politique HSE à SONATRACH. Service environnement. Direction AUI-Division Technologie et Développement-Boumerdes.
- [2] Document fournie par la station de déshuilage HassiR'mel centre.
- [3] PRAIRIE M.R., EVANS L.R., Stange B.M, Martinez S.L.. 1993. An investigation of TiO<sub>2</sub> photocatalysis for the treatment of water contaminated with metals and organic chemicals, Environ. Sci. Technol.
- [4] GOMELLA C et GUERREE H., 1978. Le traitement des eaux publiques, industrielles et privées. Edition Eyrolles .Paris.
- [5] CHERFAOUI.M. 2016., .Traitement des eaux des rejets industriels. Institut Algérien de Pétrole
- [6] BAUMONT S., CAMARD J.P., LEFRANC A et FRANCONI A., 2004. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS (Observatoire régional de santé d'Ile-de-France), France.
- [7] RODIER J., LEGUBE B., MERLET N et coll., 2009. L'Analyse de l'eau. 9<sup>ème</sup> édition. Edition DUNOD, Paris.
- [8] FAO. 2002, The use of treated waste water (tww) in forest plantations in the near east region Near east forestry commission (fifteenth session), 5 pages
- [9] FAO. 2003., L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper.
- [10] Les traitements des eaux dans l'industrie pétrolière, Edition technip, 1992
- [11] CHELLE français et DELLAL Moustafa. Festival des sciences de la ville. Séminaire France. 2005
- [12] Jean Paul. BEADRY- traitement des eaux. Les Edition le griffon d'agrile. Québec canada. 1984.
- [13] Traitement physicochimique de la pollution soluble. Technique de l'ingénieur. Volume G1270.

- [14] study on demulsifier formulation for treating Malaysian crude oil emulsion, Associate professor De HANAPI Binmat., Dr ARIFFIN Samuri.
- [15] Josef PRONOST, Rakha PRONOST et al., office internationale de l'eau. Décembre 2002.
- [16] Inauguration de la nouvelle station d'épuration des eaux usées de cités en cités de campagne.
- [17] Camille Baar, Virginie Letebvre et al. Traitement des eaux usées (1). Université libre de Bruxelles. 2005.
- [18] Le point de connaissance sur le traitement des eaux usées I.N.R.S. document technique. Novembre 2004.
- [19] Dégrèvement. Mémento technique de l'eau 1998.
- [20] R.C. KLIMPEL et R. OGG. Colloids. 1991.
- [21] N. FUCHS. Z. Physik. 1934
- [22] AMIRTHARAJAH, A, O'MELLA, C, R Coagulation Processes.
- [23] Traitement des eaux. [www.univ-ubs.fr](http://www.univ-ubs.fr)
- [24] M, H, ERNEST. Dans fundamental problems in statistical mechanics. VOL, VI. Edité par E.G.D. cohen. Noeth Holland Publishing Company. Amsterdam 1985.
- [25] TECHOBANOGLOUS, G. S O E D E R, E.D. Water Quality. 1987
- [26] P & I : process and Instrumentation " Document de la Société constructeur de la station d'épuration ITALBA.
- [27] JEAN LUC LAURENT. L'assainissement des agglomérations techniques d'épuration actuelles et évolutions. Les agences de l'eau et le ministère de l'environnement. France. Avril 1994.
- [28] Claude CARDOT. Génie de l'environnement, les traitements de l'eau. Edition Ellipses Paris. 1999.
- [29] L'environnement à HassiR'mel, document de l'entreprise fournie par la station de déshuilage HassiR'mel centre.

[30] BOEGLIN JC, Traitements physico-chimiques de la pollution insoluble Techniques de l'Ingénieur, traité Environnement.

[31] Manuel opératoire de la station de déshuilage HassiR'mel centre. Document N° 14014-S100-P10-MA00001.

[32] Labed Hassiba, étude physico-chimique des tensioactifs utilisés dans les boues de forage et évaluation de leurs propriétés moullants.

[33] Document fourni par le service environnement. Direction AUI-Division Technologie et Développement –Boumerdès

## Résumé

La principale préoccupation du monde à l'heure actuelle est l'environnement et sa dégradation à cause de la gestion des déchets irrationnels, et la demande croissante de sources d'énergie et de carburants plus précisément. L'organisme mondial et les fabricants font de gros efforts pour réduire la pollution par des méthodes modernes pour la prévention aussi bien que le traitement.

En général, les eaux produites avec le brut, ainsi que les eaux de rejet des usines des traitements de gaz, des raffineries peuvent contenir des hydrocarbures, des particules solides et des matières en suspensions.

L'élimination des hydrocarbures et des matières en suspension (MES) est effectuée par des méthodes physique et chimique telles que la séparation CPI (différence de densité), la décantation, la filtration, la centrifugation ... etc.

L'objectif consiste à proposer une méthode de traitement efficace et rentable qui pourra remplacer le procédé de traitement existant. Puis à optimiser les paramètres d'efficacité envisageable pouvant influencer sur l'exactitude des résultats en tenant compte de l'aspect économique et écologique par le respect des normes contractuels recommandé

**Les mots clés :** déshuilage, coagulation, MES, extraction, eaux usées

## الملخص

الشغل الرئيسي للعالم في الوقت الحاضر هو البيئة وتدهورها بسبب إدارة النفايات غير المنطقية، والطلب المتزايد على مصادر الطاقة والوقود بشكل أكثر دقة. تبذل المنظمات والشركات المصنعة العالمية جهودًا كبيرة للحد من التلوث بالطرق الحديثة للوقاية والعلاج أيضًا.

بشكل عام، قد تحتوي المياه الناتجة عن النفط الخام وكذلك النفايات السائلة الناتجة عن محطات معالجة غاز المصفاة على الهيدروكربونات والجزيئات الصلبة والمواد الصلبة العالقة.

يتم التخلص من الهيدروكربونات والمواد الصلبة العالقة بطرق الفيزيائية والكيميائية، مثل الفرق في الكثافة، الترسيب، الترشيح، الطرد المركزي ... إلخ.

الهدف هو توفير طريقة علاج تتسم بالكفاءة والفعالية من حيث التكلفة يمكن أن تحل محل عملية العلاج الحالية. ثم تحسين معايير الكفاءة التي يمكن تصورها والتي يمكن أن تؤثر على ظهور النتائج مع مراعاة الجانب الاقتصادي والبيئي من خلال احترام المعايير التعاقدية الموصى بها.

**الكلمات المفتاحية :** نزع الزيوت، التخثر، المواد العالقة، الفصل، المياه المستعملة.

## Abstract

Nowadays, the world major concern is the environmental deterioration that occurred because of unreasonable waste management and the increasing demand for energy resource, precisely, the fuel.

The global manufacturers and organization seeking great efforts to prevent environmental pollution in modern ways.

The oily water that exist in crude oil and liquid waste resulting from refinery gas may contain HC, MES and solid particles.

The elimination of MES and HC have done by physical and chemical methods, such as the difference in density, decantation, filtration, La centrifugation separation ...

Our objective is to find an efficient, reliable, and economic way, which replaces the current treatment ways, also, to improve the efficiency of parameters feasible that influences the exactness of results, and taking in consideration the environmental and economic side through respecting the contractual worms

**Key words:** oiling, coagulation, MES, extraction, sewage