



**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**  
**Université Echahid Hamma Lakdhar- EL Oued**



Faculté de la Technologie  
Département de Génie des Procédés et Pétrochimie

## MÉMOIRE

**Présenté en vue de l'obtention du diplôme de**  
**MASTER**

**Spécialité : Génie de Raffinage**

**Présenté par :**

- Daoudi Abdallah
- Dridi Abdelkrim
- Nadja Abdelhak

### **Evaluation des paramètres de fonctionnement au niveau de l'unité de traitement des eaux huileuses**

Soutenu le : 17/06/2021

Devant le jury composé de :

<b>Mr</b> Moussa Boudiaf	Président	Université d'El-Oued
<b>Mr</b> Abdesalam Boughezal	Examineur	Université d'El-Oued
<b>Mr</b> Mohamed Yazid Belghit	Encadreur	Université d'El-Oued

**Année universitaire 2020/2021**





# *Dédicace*

Je dédie ce modeste travail à:

Avant tous à mes chers parents.

Je tiens à dédier ce travail aussi à tous ceux qui me sont  
chers :

A ceux qui ont fait de moi ce que je suis :

Mes dédicaces s'adressent également à mon cher frère.

À toutes mes sœurs.

Et à tous les membres de ma famille et toute personne  
qui porte le nom **Daoudi**.

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis.

A tous les enseignants et toutes les enseignantes de  
Raffinage et pétrochimie.

Aux personnes qui m'ont aidé et encouragé et qui m'ont  
accompagné durant mes études supérieures.

A la fin je dédie très chaleureusement ce projet à mon  
binôme :

Nadjia Abdelhak

Dridi Abdelkrim



# *Dédicace*

Je dédie ce modeste travail à:  
Avant tous à mes chers parents.

Je tiens à dédier ce travail aussi à tous ceux qui me sont  
chers :

A ceux qui ont fait de moi ce que je suis :  
Mes dédicaces s'adressent également à mon cher frère.  
À toutes mes sœurs.

Et à tous les membres de ma famille et toute personne  
qui porte le nom **Dridi**.

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis.  
A tous les enseignants et toutes les enseignantes de  
Raffinage et pétrochimie.

Aux personnes qui m'ont aidé et encouragé et qui m'ont  
accompagné durant mes études supérieurs.

A la fin je dédie très chaleureusement ce projet à mon  
binôme :

Daoudi Abdallah

Nadjia Abdelhak



# *Dédicace*

Je dédie ce modeste travail à:

Avant tous à mes chers parents.

Je tiens à dédier ce travail aussi à tous ceux qui me sont  
chers :

A ceux qui ont fait de moi ce que je suis :

Mes dédicaces s'adressent également à mon cher frère.

À toutes mes sœurs.

Et à tous les membres de ma famille et toute personne  
qui porte le nom **Nadjia**.

Aussi, je dédie ce travail à tous mes chers amis.

A tous les enseignants et toutes les enseignantes de  
Raffinage et pétrochimie.

Aux personnes qui m'ont aidé et encouragé et qui m'ont  
accompagné durant mes études supérieurs.

A la fin je dédie très chaleureusement ce projet à mon  
binôme :

Daoudi Abdallah

Dridi Abdelkrim

# *Remerciements*

*Nous tenons tout d'abord à remercier Allah le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce modeste travail.*

*Nous tenons à remercier tous nos enseignants du département Génie des Procédés et Pétrochimie et toutes les enseignants de Raffinage et Pétrochimie, pour les efforts qu'ils ont fournis durant notre cursus afin de nous amener jusqu'au bout de la formation.*

*Nos remerciements spéciaux vont au notre encadreur de mémoire docteur **Mohamed Yazid Belghit** pour son gentillesse, pour ses conseils et de m'avoir guidé pas à pas dans notre travail.*

*Aussi nous tenons également à exprimer notre gratitude aux membres de jury pour avoir accepté de discuter et d'évaluer ce travail.*

*Nos remerciements également à tous membres unité groupement Bir Seba avec qui nous avons eu le plaisir de contacter.*

*Enfin, grand merci à nos familles respectives et nos amis qui nous ont aidés.*

*Nous profitons de l'occasion pour remercier tous ceux qui ont collaboré de près ou de loin à la réalisation de ce projet, nous dis Merci.*

## Résumé:

Les usines de traitement de pétrole brut et du gaz ainsi que les raffineries génèrent de grandes quantités d'eau polluée qui a un impact grave sur l'homme et l'environnement. En général, cette eau contient des hydrocarbures, des particules solides et des matières en suspension ; nécessitant une application de différentes techniques de traitement afin d'améliorer la qualité de ces eaux qui sont rendues compatibles avec les normes de rejet.

Ces eaux polluées de nature ; des eaux de lavage (des travaux de la maintenance), traitement du brut (dessalage), des eaux de décantation des bacs de stockage et eaux de gisement de brut. Note travail s'inscrit dans le cadre d'identification les différentes procédures de traitement appliquées aux sites traitement de pétrole brut et du gaz y compris les paramètres clés qui influés sur la qualité des eaux traités, en se basant sur un exemple d'application des valeurs d'analyse obtenues au niveau du site Bir Seba.

**Mots clés:** Eaux huileuse, Techniques de traitement, hydrocarbures, paramètres physicochimique.

## Abstract:

Oil and gas processing units as well as refineries produce large amounts of polluted water that has a serious impact on humans and the environment. In general, this water contains hydrocarbons, solid particles and suspended matter; requiring the application of different treatment techniques in order to improve the quality of this water which is made compatible with the discharge standards.

These waters polluted by nature; washing water (maintenance work), treatment of Oil (desalting), settling water from storage tanks and oil water. This work is part of the identification of the different treatment procedures applied to crude oil and gas treatment sites, including the key parameters that influence the quality of the treated water, based on an example of application of the analysis values obtained at the Bir Seba site.

**Key words:** Oily water, Treatment techniques, hydrocarbons, physicochemical parameters

## ملخص:

تولد محطات النفط الخام والغاز وكذلك المصافي كميات كبيرة من المياه الملوثة التي لها تأثير خطير على الانسان والبيئة. بشكل عام تحتوي هذه المياه على هيدروكربونات وجزيئات صلبة ومواد صلبة عالقة، وهذه المياه هي مياه غسيل للصيانة وتحلية البترول، ومياه التصفية من صهاريج التخزين ومياه الحقول الخام. وتتم معالجتها بتقنيات فيزيائية وكيميائية مختلفة وذلك لتحسين جودتها وجعلها متوافقة مع معايير التصريف وهذا هو الهدف الأساسي من معالجة المياه الزيتية.

يعد هذا العمل جزءاً من تحديد الطرق المختلفة المطبقة للمعالجة، بما في ذلك المعايير الرئيسية التي تؤثر على جودة المياه المعالجة. في عملنا هذا حصلنا على نتائج تحليل المياه المعالجة من محطة إزالة المياه الزيتية بنر السبع ووضعنا قيمها كمثال، وقمنا بتحليل نتائجها وتقييمها.

**الكلمات المفتاحية:** المياه الزيتية، تقنيات المعالجة، الهيدروكربونات

# Sommaire

<b>Introduction Générale :</b> .....	<b>1</b>
<b>Chapitre I :Généralités sur les eaux huileuses</b>	
<b>I. 1. Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>I. 2. Origine de la pollution des eaux</b> .....	<b>4</b>
<b>I. 2.1. La pollution industrielle</b> .....	<b>4</b>
<b>I. 3. Les eaux résiduaires industrielles</b> .....	<b>4</b>
<b>I. 3.1. Volume et composition</b> .....	<b>4</b>
<b>I. 3.2. Les différents types d’eaux résiduaires industrielles</b> .....	<b>5</b>
<b>a. Eaux générales de fabrication ou de procédé</b> .....	<b>5</b>
<b>b. Eaux des circuits de refroidissement</b> .....	<b>5</b>
<b>c. Eaux de lavage des sols et machines</b> .....	<b>5</b>
<b>d. Eaux huileuses</b> .....	<b>5</b>
<b>I. 4. Définition des eaux huileuses:</b> .....	<b>6</b>
<b>I. 4.1. Eau normalement huileuse:</b> .....	<b>6</b>
<b>I. 4.2. Eau accidentellement huileuse:</b> .....	<b>6</b>
<b>I. 4.3. Origine des eaux huileuses:</b> .....	<b>6</b>
<b>I. 4.4.Présence des hydrocarbures dans l’eau:</b> .....	<b>7</b>
<b>I. 4.4.1. L’huile Insoluble décantable:</b> .....	<b>7</b>
<b>I. 4.4.2. Insoluble non décantable : émulsion</b> .....	<b>7</b>
<b>I. 4.4.3. Soluble, oléfine et paraffine légère:</b> .....	<b>8</b>
<b>I. 5. Paramètres de mesure de la pollution des eaux huileuses:</b> .....	<b>8</b>
<b>I. 5.1. Paramètres organoleptiques:</b> .....	<b>8</b>
<b>a. La couleur</b> .....	<b>8</b>
<b>b. L’odeur</b> .....	<b>8</b>
<b>I. 5.2. Paramètres physiques</b> .....	<b>8</b>
<b>a. Température</b> .....	<b>8</b>
<b>b. Turbidité</b> .....	<b>9</b>
<b>c. Matière en suspension (MES)</b> .....	<b>9</b>

d. Hydrocarbures (HC) .....	10
e. Demande chimique en oxygène (DCO).....	10
f. Demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) .....	13
g. Potentiel d'hydrogène (PH) .....	13
h. Les micropolluants .....	14
i. Éléments nutritifs .....	14
j. Emulsion.....	15
<b>Conclusion:.....</b>	<b>16</b>

## Chapitre II:Les procède du traitement des eaux huileuses

<b>II. 1. Introduction: .....</b>	<b>18</b>
<b>II. 2. Les différentes catégories de traitements conventionnels:.....</b>	<b>18</b>
<b>II. 3. Les techniques de traitement des eaux huileuses : .....</b>	<b>19</b>
<b>II. 3.1. Traitement primaire : .....</b>	20
<b>II. 3.1.1- Séparation par gravité :.....</b>	20
<b>II. 3.1.2- Séparations par centrifuges: .....</b>	20
<b>II. 3.2. Traitement Secondaire: .....</b>	20
<b>II. 3.2.1- Traitement chimique: coagulation et floculation .....</b>	20
<b>II. 3.2.2- La Flottation :.....</b>	21
<b>II. 3.2.3- La filtration : .....</b>	22
<b>II. 3.2.4- Traitement membranaire :.....</b>	23
<b>II. 3.2.5- Photocatalyse :.....</b>	23
<b>II. 3.3. Le traitement tertiaire : .....</b>	23
<b>II. 3.3.1- Evaporation : .....</b>	24
<b>II. 3.3.2- Adsorption par Charbon Actif : .....</b>	24
<b>II. 3.3.3- Traitement biologique : .....</b>	24
<b>II. 3.3.4- L'osmose inverse :.....</b>	25
<b>II. 4. Présentation générale sur le champ de Bir Seba (BRS):.....</b>	<b>26</b>
<b>II. 4.1. Situation géographique : .....</b>	26
<b>II. 4.2. Généralité sur le champ de BRS:.....</b>	26

II.	4.3. Composition du champ GBRS: .....	27
II.	5. Caractérisation d'analyse de l'eau à traiter: .....	28
II.	5.1. Paramètres d'analyse de l'eau traitée: .....	29
II.	5.1.2. Paramètres physicochimiques :.....	29
	Conclusion:.....	32

### **Chapitre III: Identification des équipements Utilisé au cours du traitement**

III.	1. Procès et principe de fonctionnement des équipements: .....	34
III.	1.1. Traitement physique: .....	35
III.	1.1.1. Séparateur tri-phasique:.....	35
III.	1.1.2. Dégazeur: .....	38
III.	1.1.3. Bassin API:.....	40
III.	1.2. Traitement chimique: .....	45
III.	1.2.1. Ballon IGF (Induced Gas Flotation):.....	45
III.	1.2.2. Ballon DGF (Dissolved GAS Flotation): .....	47
III.	1.2.3. Filtration d'eau:.....	51
	Conclusion Générale: .....	54

# Liste des tableaux

## Chapitre I:

<b>Tableau I. 1:</b> Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industriel.....	15
---	----

## Chapitre II:

<b>Tableau II. 1:</b> paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau d'entrée aux unités de Bir Seba .	29
---	----

## Chapitre III:

<b>Tableau III. 1:</b> Equipements et instruments du séparateur triphasique. ....	37
<b>Tableau III. 2:</b> Equipements et instruments du dégazeur. ....	39
<b>Tableau III. 3:</b> Instruments et équipement installés au niveau de chaque skid d'injection. ....	51

## Liste des figures:

### Chapitre I:

<b>Figure I.1:</b> Organigramme de différentes classes des eaux usées industriel. ....	5
<b>Figure I.2:</b> Schématisation des deux phases d'une émulsion (huiles/eau). ....	7
<b>Figure I.3:</b> Spectrophotomètre DR 2800 pour la mesure des matières en suspension totales.....	9
<b>Figure I.4:</b> Analyseur TD500 pour analyser les hydrocarbures dans l'eau. ....	10
<b>Figure I.5:</b> Réactif de demande chimique en oxygène (DCO).....	11
<b>Figure I.6:</b> Les cuves de réactif de la demande chimique en oxygène (DCO).....	12
<b>Figure I.7:</b> Spectrophotomètre DR 900 pour la mesure de la demande chimique en oxygène (DCO)...	12
<b>Figure I.8:</b> PH mètre. ....	13

### Chapitre II:

<b>Figure II.1:</b> Traitement des eaux usées huileuses. ....	19
<b>Figure II. 2:</b> Principe de la coagulation et floculation. ....	21
<b>Figure II. 3:</b> Mécanisme d'interaction entre les bulles de gaz et les gouttelettes d'huile pendant la flottation.....	22
<b>Figure II. 4:</b> La situation géographique du champ GBRS. ....	26
<b>Figure II. 5:</b> Parts des partenaires dans le groupement BRS.....	27
<b>Figure II. 6:</b> Implantation des puits, stations de collecte et le CPF. ....	28
<b>Figure II. 7:</b> Evaluation des PH de l'eau traité pendant le 1er trimestre de 2021. ....	30
<b>Figure II. 8:</b> Evaluation des MES de l'eau traité pendant le 1er trimestre de 2021. ....	30
<b>Figure II. 9:</b> Evaluation des HC de l'eau traité pendant le 1er trimestre de 2021. ....	31
<b>Figure II. 10:</b> Tube de enchantions de l'eau avant et après le traitement. ....	31

### Chapitre III:

<b>Figure III. 1:</b> Séparateur tri-phasique de l'unité de déshuilage. ....	37
<b>Figure III. 2:</b> Plan générale du séparateur tri-phasique de la station de déshuilage. ....	38
<b>Figure III. 3:</b> Dégazeur de l'unité de déshuilage. ....	39
<b>Figure III. 4:</b> Plan général du dégazeur de la station de déshuilage. ....	40
<b>Figure III. 5:</b> Bassin API 2 de l'unité de déshuilage. ....	41
<b>Figure III. 6:</b> Skimmer à tambour oléophile du bassin API de l'unité de déshuilage.....	42
<b>Figure III. 7:</b> Schéma descriptif du skimmer à tambour oléophile. ....	42
<b>Figure III. 8:</b> Skimmer à tube oléophile du bassin API de l'unité de déshuilage. ....	43
<b>Figure III. 9:</b> Chapeau chinois du bassin API de l'unité de déshuilage.....	44
<b>Figure III. 10:</b> Ballon IGF de l'unité de déshuilage. ....	46
<b>Figure III. 11:</b> Plan général du ballon IGF de la station de déshuilage. ....	47
<b>Figure III. 12:</b> Ballon DGF de l'unité de déshuilage. ....	48
<b>Figure III. 13:</b> Plan général du ballon DGF de la station de déshuilage.....	48
<b>Figure III. 14:</b> Instruments et skids d'injection coagulant/floculant.....	50
<b>Figure III. 15:</b> Les unités de filtration. ....	51

## Liste des Abréviations:

**API:** American Petroleum Institute.

**BP:** Base Pression.

**CFP:** Compagnie française de Pétrole.

**CO<sub>2</sub>:**Dioxyde de carbone.

**CPI:** Corrugated Plate Interceptor.

**DBO<sub>5</sub>:** Demande biochimique en oxygène après 5 jours.

**DCO:** Demande chimique en oxygène.

**DGF:** Dissolved Gas Flotation.

**EPPM:** Engineering Procurement & Project Management.

**ERI:** Eaux résiduaires industrielles.

**GBRS:** Groupement Bir Seba.

**HC:** Hydrocarbure(s).

**IGF:** Induced Gas Flotation.

**LCV:** Level Control Valve.

**LSH:** High level switch.

**MES:** Matières en suspension.

**MO:** Matière organique.

**MP:** Moyenne Pression.

**MF:** Microfiltration.

**PCB:** Polychlorobiphényle.

**PCV:** Pressure Contrôle Valve.

**PH:** Potentiel hydrogène.

**PLC:** Programmable logic controller.

**Ppm:** Partie par million.

**PT:** Transmetteur de pression.

**Rpm:** Tour par minute.

**TiO<sub>2</sub>:** Dioxyde de titane.

**UF:** Ultrafiltration.

**ZnO:** l'oxyde de zinc.

# **Introduction Générale**

## **Introduction Générale :**

Les activités humaines peuvent polluer l'eau que nous buvons, l'air que nous respirons et le sol où poussent les plantes, causant ainsi des dommages à l'environnement. Bien que la révolution industrielle ait connu un grand succès en termes de technologie, de société et de prestation de services multiples, elle a également introduit une grande quantité de polluants qui sont rejetés dans l'air, le sol et l'eau. Ce dernier est l'un des types de pollution les plus dangereux, car les gens dépendent de l'eau pour survivre dans tous les aspects de la vie.

La pollution est définie comme l'introduction de substances nocives pour l'homme et d'autres organismes dans l'environnement. Les polluants sont des solides, des liquides ou des gaz toxiques, et leur concentration est plus élevée que d'habitude, ce qui réduira notre qualité environnementale.

La pollution de l'eau est le changement de sa composition interne, qui met en danger la santé publique et les organismes aquatiques, et rend l'eau inutilisable. Les sources de ce type de pollution sont : l'agriculture (due aux pesticides et engrais), les ordures ménagères, les fuites de pétrole de différentes industries, eaux usées et eaux usées.

L'industrie du pétrole et du gaz naturel produit également une grande quantité d'eaux usées (eaux huileuses) lors de l'extraction du pétrole et du gaz naturel. Les principaux polluants de cette eau sont répartis en plusieurs catégories : métaux lourds, toxines organiques, substances azotées, huiles et graisses. , substances contenant du phosphore, matières organiques et matières en suspension. Ces industries rejettent généralement des eaux polluées (eaux huileuses) directement dans l'environnement (rivière, aquifère, mer), elles doivent donc traiter ces eaux usées pour éviter toute pollution. [1]

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

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

De nombreux procédés chimiques ou encore physiques sont en application. Cependant, chacune de ces méthodes présente des avantages et des inconvénients. La recherche de

méthodes alternatives ou complémentaires pour le traitement des eaux usées a conduit depuis quelques années à l'émergence de nouvelles technologies.

Notre mémoire de fin d'étude est basé sur l'étude de procédés de traitement des eaux huileuses et d'évaluer l'efficacité de leur traitement.

Notre étude comporte trois principaux chapitres :

- Le premier chapitre concerne sur les généralités des eaux huileuses en matière des données théoriques qui déterminent les propriétés de ces eaux produites par les industries pétrolières et leur caractéristique.
- Le deuxième chapitre concerne l'étudier les différents techniques de traitement appliqués sur ces eaux (primaire, secondaire et tertiaire).
- Le troisième chapitre définit les différents équipements utilisés dans le traitement des eaux huileuses.

**Chapitre I :**  
**Généralités sur les eaux**  
**huileuses**

## **I. 1. Introduction**

Parmi toutes les composantes de notre environnement, l'eau peut être considérée comme un élément fondamental de la vie quotidienne. L'eau peut désormais être utilisée pour les usages les plus divers : ménages, industrie, agriculture, énergie et même certains modes de transport.

Mais il semble être le premier environnement à montrer des signes évidents de pollution. Par conséquent, la pollution de l'eau est devenue l'un des aspects les plus préoccupants de la dégradation naturelle de l'environnement, et elle peut constituer un réel danger pour l'avenir de l'humanité à long terme.

## **I. 2. Origine de la pollution des eaux**

Suivant l'origine des substances polluantes, on distingue :

- La pollution domestique.
- La pollution agricole.
- La pollution industrielle.

### **I. 2.1. La pollution industrielle**

Les eaux usées industrielles sont des déchets liquides générés, selon l'activité exercée, de l'extraction ou de la transformation de matières premières en produits industriels (produits primaires), de la transformation éventuelle de ces produits primaires (produits dérivés), ainsi que de l'utilisation de produits primaires ou dérivés pour la production de biens de consommation. [4]

## **I. 3. Les eaux résiduaires industrielles**

### **I. 3.1. Volume et composition**

Les caractéristiques des eaux usées industrielles varient d'une industrie à l'autre. La composition des eaux usées industrielles est appréciée au travers de paramètres physiques, chimiques ou biologiques, soit globaux (matières en suspension, demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, azote global, phosphore total, turbidité, carbone organique total, etc.) soit spécifiques, tels que, par exemple, la température, le pH ou la teneur de certains éléments chimiques d'un intérêt particulier pour leur connaissance (c'est généralement le cas lorsqu'il s'agit de substances toxiques). [5]

### I. 3.2. Les différents types d'eaux résiduaires industrielles

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

**a. Eaux générales de fabrication ou de procédé**

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

**b. Eaux des circuits de refroidissement**

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

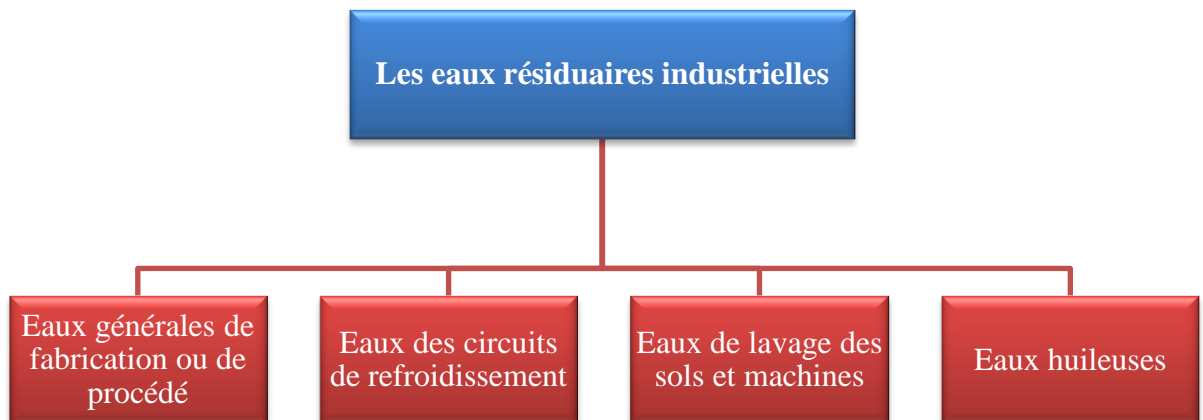
**c. Eaux de lavage des sols et machines**

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

**d. Eaux huileuses**

Ce sont les eaux de pluies huileuses provenant des aires pavées des unités de procédé, des stations de pompage, du réseau de tuyauterie, etc.

Ce sont également les eaux provenant des vidanges des équipements, des cuves ou des réservoirs. Provenant des pavées et du procédé, ces principaux contaminants sont les hydrocarbures, le furfural et la méthyle-éthyle cétone.



**Figure I .1:** Organigramme de différentes classes des eaux usées industriel.

## **I. 4. Définition des eaux huileuses:**

Dans le cas des industries pétrolières, toute eau contenant une quantité importante ou des traces d'hydrocarbure est considérée comme une eau huileuse. Elle représente la pollution la plus importante rencontrée dans ce type d'industries.

Les eaux huileuses peuvent être subdivisées en deux groupes :

### **I. 4.1. Eau normalement huileuse:**

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

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

### **I. 4.2. Eau accidentellement huileuse:**

Cette catégorie d'eau huileuse est présente généralement en faible quantité. Elle provient des fuites et des eaux pluviales tombées à l'extérieur de l'unité de production. [7]

### **I. 4.3. Origine des eaux huileuses:**

Les eaux huileuses traitées au niveau du centre industriel sud proviennent de plusieurs sources à savoir :

- Les eaux produites avec le brut et qui se sont séparées dans les différentes unités de traitement spécialement la séparation et le stockage ou des quantités importantes des eaux huileuses sont récupérées et envoyées au bassin API.
- Les eaux de lavage du brut qui constituent environ 5% de la charge de chaque dessaleur et qui ont pour objectif de baisser la salinité du pétrole brut jusqu'à une valeur admissible.
- Les eaux de refroidissement des différents effluents au niveau des échangeurs thermiques.
- Les eaux destinées à l'humidification de l'air au niveau des aéro-réfrigérants et qui sont régénérés en continu.
- Les eaux de purge (de drainage) provenant des différentes autres unités et surtout les unités de compression de gaz ou les liquides entraînés par ce gaz sont condensés pendant la phase de refroidissement et séparés dans des ballons dits de refoulement puis ils rejoignent le bassin API. [8]

#### I. 4.4. Présence des hydrocarbures dans l'eau:

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

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

##### I. 4.4.1. L'huile Insoluble décantable:

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

##### I. 4.4.2. Insoluble non décantable : émulsion

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

- Une phase dispersée ou discontinue (liquide sous forme de gouttelettes) ;
- Une phase dispersante ou continue (le deuxième liquide). [9]

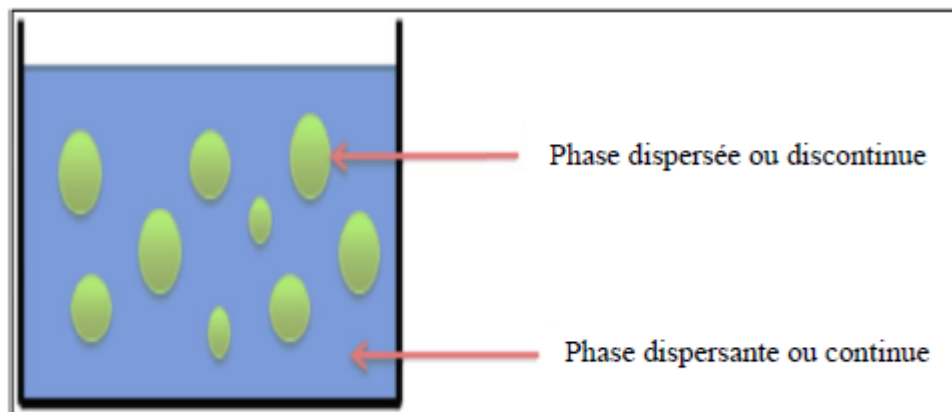


Figure I.2: Schématisation des deux phases d'une émulsion (huiles/eau).

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

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

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

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

#### **I. 4.4.3. Soluble, oléfine et paraffine légère:**

Ce sont des sous-produits de la distillation du pétrole qui s'évaporent à des températures élevées. Ces vapeurs peuvent avoir des effets très nocifs car elles sont facilement absorbées par les tissus humains. [9]

### **I. 5. Paramètres de mesure de la pollution des eaux huileuses:**

Pour traiter un problème de pollution des eaux usées industrielles (huileuses) rejetées vers l'environnement ou destinées pour un éventuel recyclage, il est nécessaire de définir et d'évaluer les éléments susceptibles d'altérer la qualité de ces eaux ainsi que les paramètres caractéristiques de la pollution de ces eaux. [10]

#### **I. 5.1. Paramètres organoleptiques:**

##### **a. La couleur**

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

##### **b. L'odeur**

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

#### **I. 5.2. Paramètres physiques**

Les paramètres physiques sont les plus importants et on distingue :

##### **a. Température**

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

### b. Turbidité

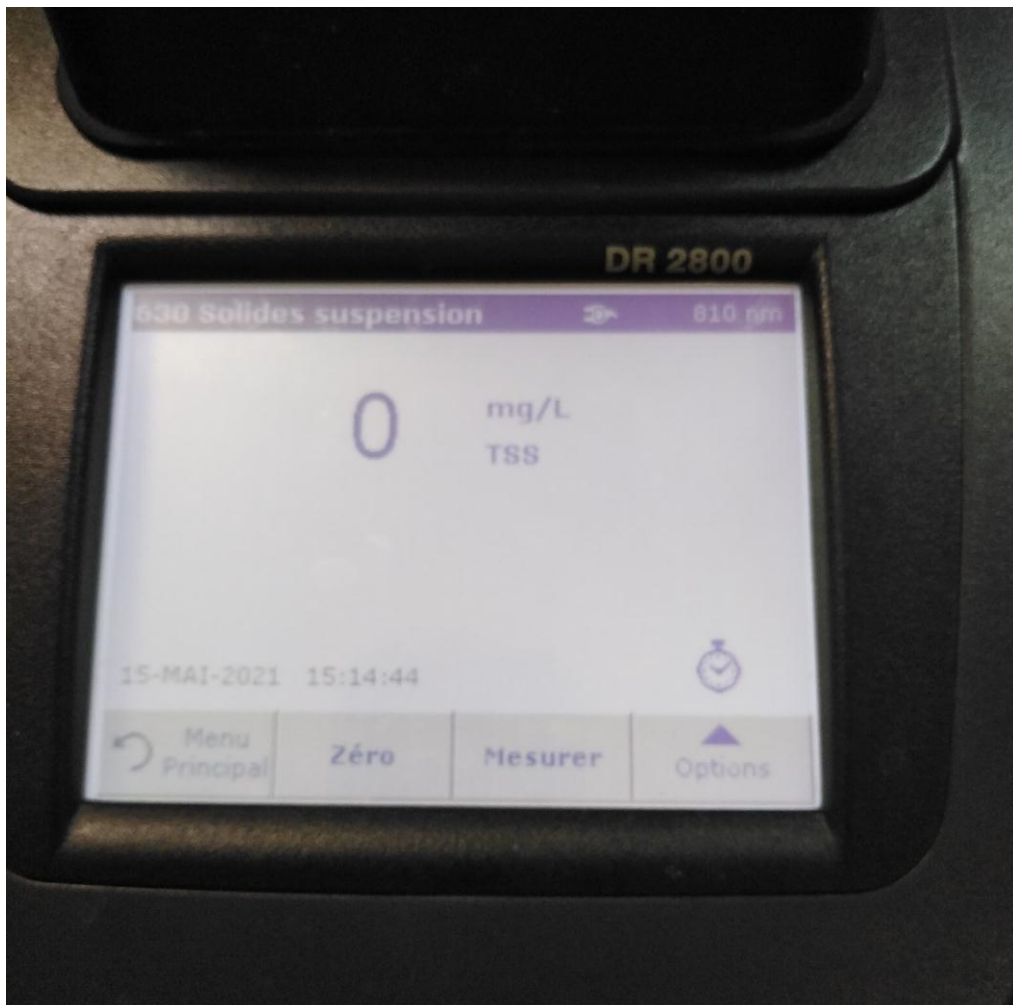
La turbidité est le non transparence de l'eau qui traduit la présence des matières en suspension, soit la teneur de l'eau en matières insolubles (particules solides, colloïdes, micro algues).

La turbidité influe sur la température de l'eau, du fait qu'un liquide foncé absorbe la chaleur mieux qu'un liquide claire, et diminue la pénétration des ultra-violets qui jouent un rôle important au tant que limiteur de développement de la flore.

### c. Matière en suspension (MES)

La présence de MES dans l'eau pose une série de problèmes importants. Ce sont les particules stables dans l'eau, exprimées en mg/l, qui provoquent des colmatages (le cas des pompes et des crépines) par dépôt et sédimentation à long terme et empêche même les huiles libres à remonter jusqu'à la surface libre de l'effluent. [6]

La figure I.3 suivante montre l'appareil de mesure de MES:



**Figure I.3:** Spectrophotomètre DR 2800 pour la mesure des matières en suspension totales.[22]

#### d. Hydrocarbures (HC)

Ces composés C<sub>x</sub> H<sub>y</sub> ont pour propriétés d'être apolaires ou peu apolaires, d'avoir une solubilité variable dans l'eau, et d'être plus au moins réactifs vis-à-vis de l'acide sulfurique. L'hydrocarbure peut être présent dans l'eau sous plusieurs formes, il exige des traitements différents et son élimination est très complexe.

L'appareil de mesure HC est représenté sur la figure I.4 suivante:



Figure I.4: Analyseur TD500 pour analyser les hydrocarbures dans l'eau.[22]

#### e. 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) :

$$MO = \frac{(2 DBO_5 + DCO)}{3}$$

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.

Les figures I.5 et fig.I.6 suivantes représentent le réactif de DCO et la figure I.7 montre l'appareil de sa mesure.



**Figure I.5:** Réactif de demande chimique en oxygène (DCO).[22]



Figure I.6: Les cuves de réactif de la demande chimique en oxygène (DCO).[22]



Figure I.7: Spectrophotomètre DR 900 pour la mesure de la demande chimique en oxygène (DCO).[22]

### f. Demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

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

Elle représente la quantité de pollution biodégradable ; cette méthode d'analyse de pollution correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pendant cinq jours aux microorganismes (bactéries) contenus dans l'eau pour oxyder une partie des matières carbonées. Cette mesure permet une certaine évolution des nuisances provoquées par les rejets de matières organiques biodégradables en mesurant une consommation d'oxygène. [11]

### g. Potentiel d'hydrogène (PH)

Le potentiel d'hydrogène (PH) est la mesure de la concentration des ions H<sup>+</sup> contenus dans l'eau. Il est donné par la formule:  $PH = - \log [H^+]$

Le PH varie entre 0 et 14; un pH = 7 correspondant à la neutralité ; une eau est acide lorsque son PH est inférieur à 7 et alcaline lorsque son PH est supérieur à 7.

La solution tampon déterminée par le système: eau, CO<sub>2</sub> 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.[12]

La figure I.8 suivante présente l'appareil de PH mètre:

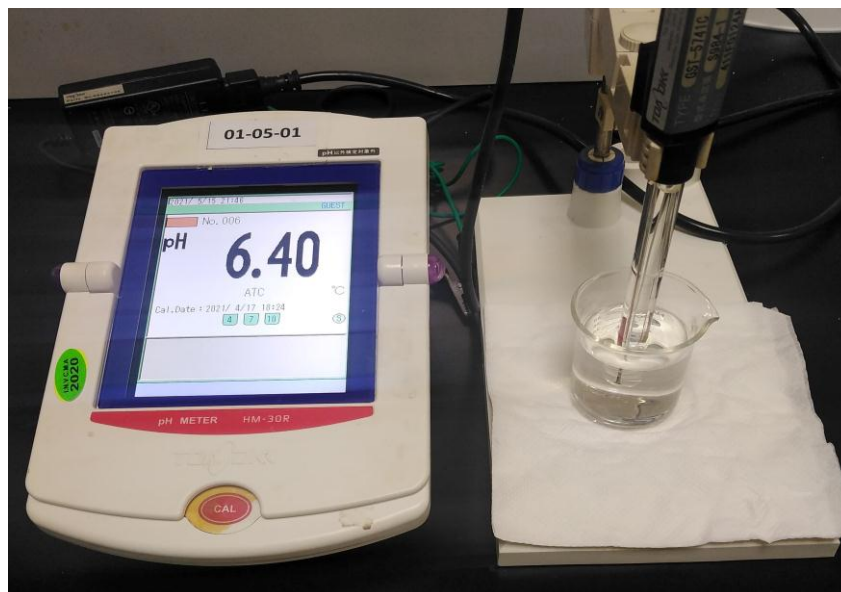


Figure I.8: PH mètre.[22]

### **h. Les micropolluants**

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

Les métaux lourds sont les éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires.[10]

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**: C'est un constituant naturel mineur, il peut être présent sous forme de carbonates, de phosphates, mais surtout de sulfure ;

- **Le zinc**: Il se retrouve dans les roches généralement sous forme de sulfure ;

- **Le cuivre**: Il 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 1mg/L et la digestion des boues avec des teneurs plus élevées 100mg/L ;

- **Le mercure**: Il 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.

### **i. Éléments nutritifs**

**Azote total (NT)**: Le dosage de l'azote 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.

Exprimé en mg/L, ce paramètre devient de plus en plus important. Sa valeur globale dans les ERI recouvre toutes les formes déjà citées. C'est la somme d'azote des formes réduites (organiques et ammoniacal) est appelé Azote de Kjeldal et l'azote des formes oxydées (NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) .[12]

**Phosphore total (PT)**:Le phosphore se trouve dans les ERI sous formes:

- D'ortho phosphate soluble PO<sub>4</sub>H<sub>2</sub><sup>-</sup> ;
- De poly phosphate qui à tendance à s'hydrolyser en ortho phosphate ;
- De phosphore non dissous.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie.[12]

### j. Emulsion

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.

**Tableau I. 1:** Valeurs limites maximales des paramètres de rejet des installations de déversement industriel. [13]

Paramètre	Unité	Valeur maximale
Température	C°	30
PH	---	5,5 à 8,5
MES	mg/l	35
HC	mg/l	10
DBO	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Azote Kjedhal	mg/l	40
Phosphates	mg/l	02
Cyanures	mg/l	0,1
Aluminium	mg/l	5
Cadmium	mg/l	0,2
Chrome <sup>3+</sup>	mg/l	3,0
Chrome <sup>6+</sup>	mg/l	0,1
Fer	mg/l	5
Manganèse	mg/l	1
Mercure	mg/l	0,01
Nickel	mg/l	5
Plomb	mg/l	1
Cuivre	mg/l	3
Zinc	mg/l	5
Huiles et graisses	mg/l	20
Hydrocarbures	mg/l	20
Phénols	mg/l	0,5
Solvants organiques	mg/l	20
Chlore actif	mg/l	1,0
PCB	mg/l	0,001
Détergents	mg/l	2
Tensioactifs anioniques	mg/l	10

## **Conclusion:**

Dans ce chapitre, les eaux usées huileuses, leurs sources et leurs caractéristiques ont été présentées. Sa quantité, sa qualité varient selon ses sources et le procédé utilisé dans le domaine industriel. Lorsque l'on connaît les propriétés des eaux huileuses, on peut obtenir toute une gamme d'eaux aux qualités différentes grâce aux procédés de traitement. Il est clair que les traitements existants peuvent réduire les concentrations de polluants selon les normes de production à des niveaux actuellement considérés comme non dangereux.

**Chapitre II:**  
**Les procédés du traitement  
des eaux huileuses**

## II. 1. Introduction:

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

À cet égard, le traitement des eaux résiduaire 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 toxique aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général.

L'eau arrivante à la station de déshuilage passe par une série d'ouvrages et d'équipement peut être traitée et déshuilée par voie physique et chimique, si la séparation physique joue sur la différence des densités entre les différentes phases, la séparation par voie chimique permet de modifier les caractéristiques de la couche externe des particules(huileuses et solides) existantes dans l'eau afin de faciliter son élimination. [8]

## II. 2. Les différentes catégories de traitements conventionnels:

Les différentes catégories de traitements conventionnels sont : traitement primaire, traitement Secondaire et traitement tertiaire.

### ➤ **Traitement préliminaire**

Élimination des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute.

### ➤ **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.

### ➤ **Traitement secondaire**

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

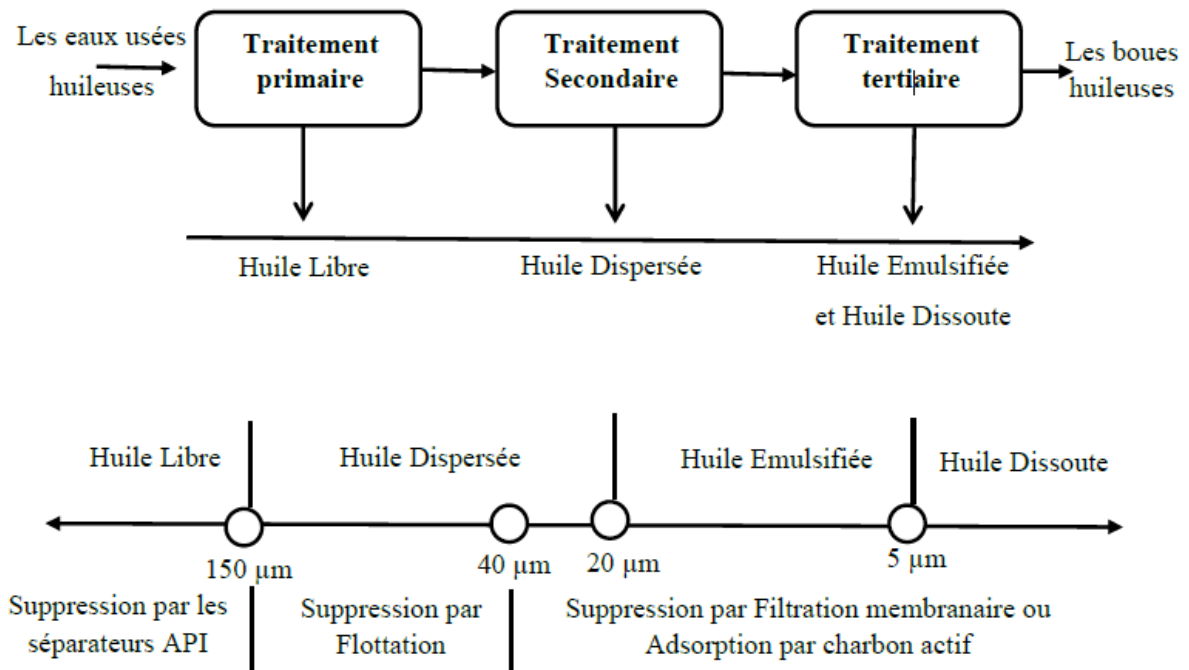
➤ **Traitement tertiaire et/ou avancé:**

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 charbon actif, etc...). La désinfection, habituellement avec du chlore, est employée pour réduire les constituants microbiologiques.

**II. 3. Les techniques de traitement des eaux huileuses :**

Les émulsions d'eau grasse sont les principaux polluants émis dans l'eau par l'industrie pétrolière. Elles constituent le principal problème de pollution car l'eau produite par les champs pétroliers présente des caractéristiques distinctives en raison de la matière organique et inorganique. Elle comprend principalement du sel et des hydrocarbures, qui peuvent être toxiques pour l'environnement. [14]

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



**Figure II.:** Traitement des eaux usées huileuses. [14]

### **II. 3.1. Traitement primaire :**

Cette étape consiste à des étapes de séparation physique utilisées principalement pour éliminer l'huile libre et certains des solides présents, basant sur les différences de densité. Les techniques courantes utilisées sont la gravité et les séparations centrifuges. [14]

#### **II. 3.1.1-Séparation par gravité :**

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

Il existe plusieurs types d'équipements pour mettre en œuvre la séparation par gravité. Les principaux systèmes commerciaux sont : les séparateurs API, les coalesceurs à plaques et les unités de flottation.[14]

#### **II. 3.1.2- Séparations par centrifuges:**

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

Dans les centrifugeuses, le liquide s'écoule dans un chemin circulaire en raison du mouvement de rotation de l'appareil : la phase aqueuse plus lourde est projetée vers la région extérieure par la force centrifuge, tandis que la phase huileuse plus légère est collectée près du noyau vortex et elle est ensuite éliminée. [14]

### **II. 3.2. Traitement Secondaire:**

Le but de cette étape est de casser les émulsions H / E et d'éliminer l'huile dispersée. Ces opérations peuvent être largement classées comme des méthodes chimiques, physiques ou électriques. [14]

#### **II. 3.2.1- Traitement chimique: coagulation et floculation**

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

L'utilisation d'additifs chimiques déstabilise la phase dispersée en réduisant la charge à la surface des gouttelettes d'huile, servant à briser l'émulsion et à favoriser la coalescence des

gouttelettes. La collecte en phase dispersée (huile) peut être réalisée par deux mécanismes : la coagulation et la floculation. [14]

➤ **Coagulation :**

Parfois les solides en suspension ne se déposent pas selon la méthode de sédimentation et de gravité et, par conséquent, les solides non décantables sont autorisés à se déposer par l'addition de certains produits chimiques, ce processus est appelé coagulation. Le pH, la température et le temps de contact sont les facteurs de contrôle les plus importants dans le processus de coagulation. [15]

➤ **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.

Le principe de la coagulation et de la floculation est illustré dans la figure II.2 suivante:

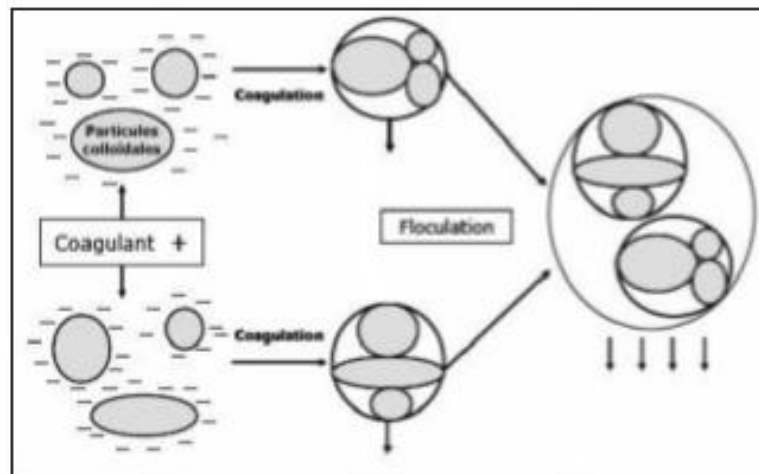


Figure II. : Principe de la coagulation et floculation.[25]

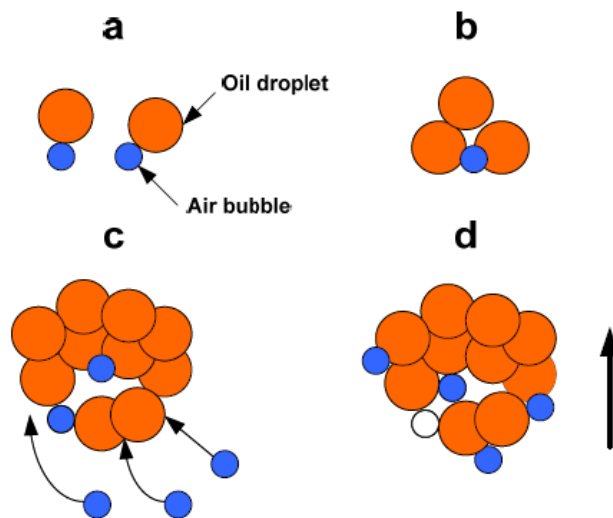
Dans tous les cas, le traitement chimique favorise la coalescence des gouttelettes d'huile, qui peuvent ensuite être éliminées mécaniquement par plusieurs techniques. [14]

**II. 3.2.2- La Flottation :**

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

L'huile ou les solides peuvent alors remonter plus rapidement à la surface du réservoir où ils sont éliminés sous forme de mousse aérée. La flottation nécessite généralement l'utilisation de produits chimiques qui agissent principalement comme coagulants ou flocculants. [14]

Le mécanisme d'interaction entre les bulles d'air et les gouttelettes d'huile est illustré à la Figure II.3 et suit ces étapes :



**Figure II. 1:** Mécanisme d'interaction entre les bulles de gaz et les gouttelettes d'huile pendant la flottation.[14]

- a. Collision et fixation de fines bulles d'air à la surface des gouttelettes d'huile.
- b. Collision entre des gouttelettes fixées au gaz avec formation d'agglomérats.
- c. Piégeage de plus de bulles de gaz dans la structure flocculée des gouttelettes d'huile à mesure qu'elle monte.
- d. Élévation vers le haut des structures de flocons dans une action de balayage appelée floculation par balayage. [14]

### II. 3.2.3- La filtration :

La filtration a été largement utilisée pour la séparation des huiles libres et émulsionnées. Dans ce processus les eaux usées huileuses passent à travers un lit filtrant de matériau granulaire qui adsorbe les gouttelettes d'huile ou améliore la coalescence des gouttelettes (filtration-coalescence). Normalement une configuration avec une taille de pore d'environ 0,1 à 0,5  $\mu\text{m}$  est utilisée à cet effet [15].

Il est utilisé pour éliminer les solides en suspension, les graisses, les huiles, les bactéries...etc.

Les effluents purifiés peuvent être collectés à la sortie du filtre. Le mécanisme d'élimination de l'huile implique une filtration directe basée sur la taille des gouttelettes, la coalescence induite, qui favorise la croissance des gouttelettes d'huile et l'adsorption physique de l'huile sur le matériau filtrant. [14]

#### **II. 3.2.4- Traitement membranaire :**

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

Les membranes peuvent être liquides ou solides, homogènes ou hétérogènes et peuvent varier en épaisseur. Ils peuvent être fabriqués pour être électriquement neutres, positifs, négatifs ou bipolaires. Ces différentes caractéristiques permettent aux membranes d'effectuer de nombreuses séparations différentes. [16]

Les avantages des procédés à membrane sont le moindre coût en capital et l'absence d'addition chimique. [17]

En outre, une technologie de séparation à membrane unique n'est pas une bonne solution au problème du traitement des eaux usées huileuses. Elle doit être différente ou être une technologie de séparation par membrane combinée avec les méthodes traditionnelles de la technologie de séparation par membrane traitement combiné des eaux usées. [18]

#### **II. 3.2.5- Photocatalyse :**

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

La photocatalyse est l'accélération de la photolyse en ajoutant des semi-conducteurs photosensibles (lumière UV ou solaire), les semi-conducteurs les plus courants pour la photocatalyse comprennent le TiO<sub>2</sub>, l'oxyde de zinc (ZnO), le sulfure de cadmium, l'arséniure de gallium, le phosphore de gallium et le trioxyde de tungstène. Parmi ceux-ci, TiO<sub>2</sub> s'est avéré être un semi-conducteur idéal pour la photocatalyse en raison de sa stabilité élevée, de son faible coût et de sa sécurité pour les humains et l'environnement. [19]

#### **II. 3.3. Le traitement tertiaire :**

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

L'évaporation, l'adsorption par charbon actif, le traitement biologique et l'osmose inverse sont les principaux traitements utilisés. [14]

### **II. 3.3.1- Evaporation :**

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

Les évaporateurs ne retirent pas l'huile usagée du flux liquide, ils ne font que réduire le volume de déchets réduisant les coûts d'élimination. Ils sont faciles à utiliser, ils nécessitent peu d'espace et le type d'huile n'est pas critique. Cependant, leur nettoyage demande beaucoup de travail et leur utilisation ne doit donc être envisagée que lorsque les autres systèmes de traitement ne fonctionnent pas. [14]

### **II. 3.3.2- Adsorption par Charbon Actif :**

Cette technique est basée sur l'adsorption des contaminants sur un lit de charbon actif. Le charbon actif peut être utilisé pour polir les effluents des usines de traitement des eaux usées huileuses afin d'éliminer les composés organiques dissous résiduels restant après les traitements primaires et secondaires. [14]

### **II. 3.3.3- Traitement biologique :**

L'utilisation de traitements biologiques devient de plus en plus populaire dans le domaine des eaux usées huileuses caractérisées par une forte teneur en matières organiques et des hydrocarbures pétroliers, même si la présence de fortes concentrations d'une phase huileuse séparée nécessite généralement des prétraitements appropriés. [20]

#### **➤ Traitement biologique par boues actives :**

Les boues activées dans les bassins d'aération utilisent le vecteur de l'état actuel comme microorganismes purificateurs, par adsorption, et concentrées à la surface des microorganismes des boues activées pour décomposer la matière organique. [18]

#### **➤ Les bio-filtres :**

La méthode du filtre biologique à bio-filtre est à l'intérieur de sorte que les microorganismes adhèrent au filtre, les eaux usées du haut descendent à travers la surface du filtre et les polluants organiques adsorbés sont décomposés par les micro-organismes [18]

### **II. 3.3.4- L'osmose inverse :**

L'osmose inverse est l'un des processus membranaires entraînés par la pression et se caractérise par sa faible taille des pores de la membrane (moins de 0,5 nm) et ses pressions de fonctionnement élevées (30–50 bar). L'osmose inverse permet une élimination du sel qui ne peut pas être atteinte par des procédés MF ou UF. De plus, il s'agit de la meilleure technologie disponible pour séparer les solides dissous totaux (TDS), et des taux d'élimination de plus de 95% peuvent être atteints.[21]

Comme pour les autres processus membranaires, le principal inconvénient est la baisse du flux de perméat due à l'encrassement de la membrane. L'osmose inverse est couramment appliquée comme étape finale d'un processus hybride afin d'obtenir des effluents de bonne qualité. [14]

## II. 4. Présentation générale sur le champ de Bir Seba (BRS):

### II. 4.1. Situation géographique :

Le champ pétrolier de Bir Seba se situe dans les blocs 433a et 416b, en Algérie, à environ 550 km au sud-est d'Alger et à 130 km au nord-est de Hassi Messaoud. Le champ est situé dans le désert à une altitude variant entre 110 et 172 m. Il se trouve à 69 km de chef-lieu de la Wilaya de Touggourt et à 122 km de la Wilaya de Ouargla.[22]

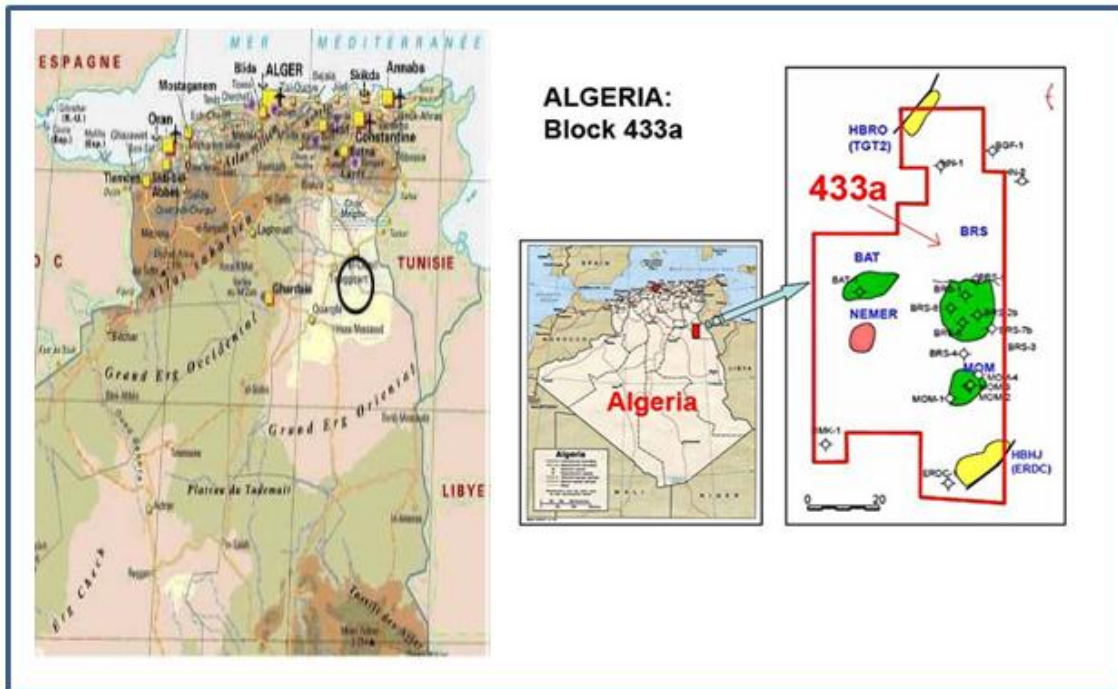


Figure II. 2: La situation géographique du champ GBRs.[22]

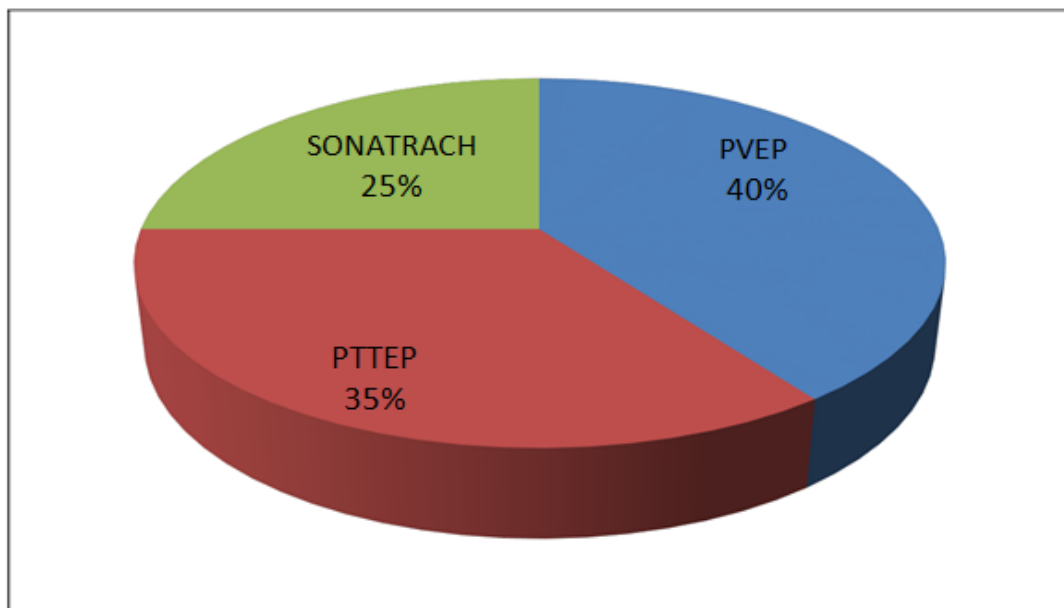
### II. 4.2. Généralité sur le champ de BRS:

- **CHAMP BIR SEBA** Groupement Bir Seba est un joint-venture de:
- PETROVIETNAM EXPLORATION and PRODUCTION CORPORATION (PVEP) (40%);
  - PTT EXPLORATION and PRODUCTION Algeria (35%) ;
  - SONATRACH (25%).

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

**PVEP:** est la société Pétro-Vietnamienne d'Exploration et Production.

**PTTEP:** est une société nationale d'Exploration et Production Pétrolière dédiée à la fourniture durable de pétrole à la Thaïlande et aux pays dans lesquels elle opère, ainsi qu'à l'apport de recettes en devises à son pays, PTTEP fait partie des dix principales sociétés cotées à la bourse de Thaïlande exploite plus de 40 projets dans le monde entier et emploie plus de 3000 personnes. Elle s'engage à développer les ressources naturelles tout en préservant l'environnement, en promouvant l'éducation et en s'assimilant à la culture des pays dans lesquels elle intervient.



**Figure II. 3:** Parts des partenaires dans le groupement BRS.[22]

#### **II. 4.3. Composition du champ GBRs:**

La phase 1 comprend la mise en place de :

- 16 puits pour la production d'hydrocarbures ;
- 3 stations collectrices (gathering stations) ;
- Des lignes de distribution et de production (flowline & trunkline) ;
- Un centre de production (CPF) ;
- 2 canalisations d'exportation (un gazoduc et un oléoduc) ;
- Un point de liaison à Hassi Messaoud (usine de traitement « Z-cina ») pour le gaz ;
- Un point de liaison à Haoud El Hamra pour le pétrole brut ;
- Une base industrielle ;

Une base de vie, Un aéroport, Un camp militaire, Des routes d'accès, Des puits d'eau

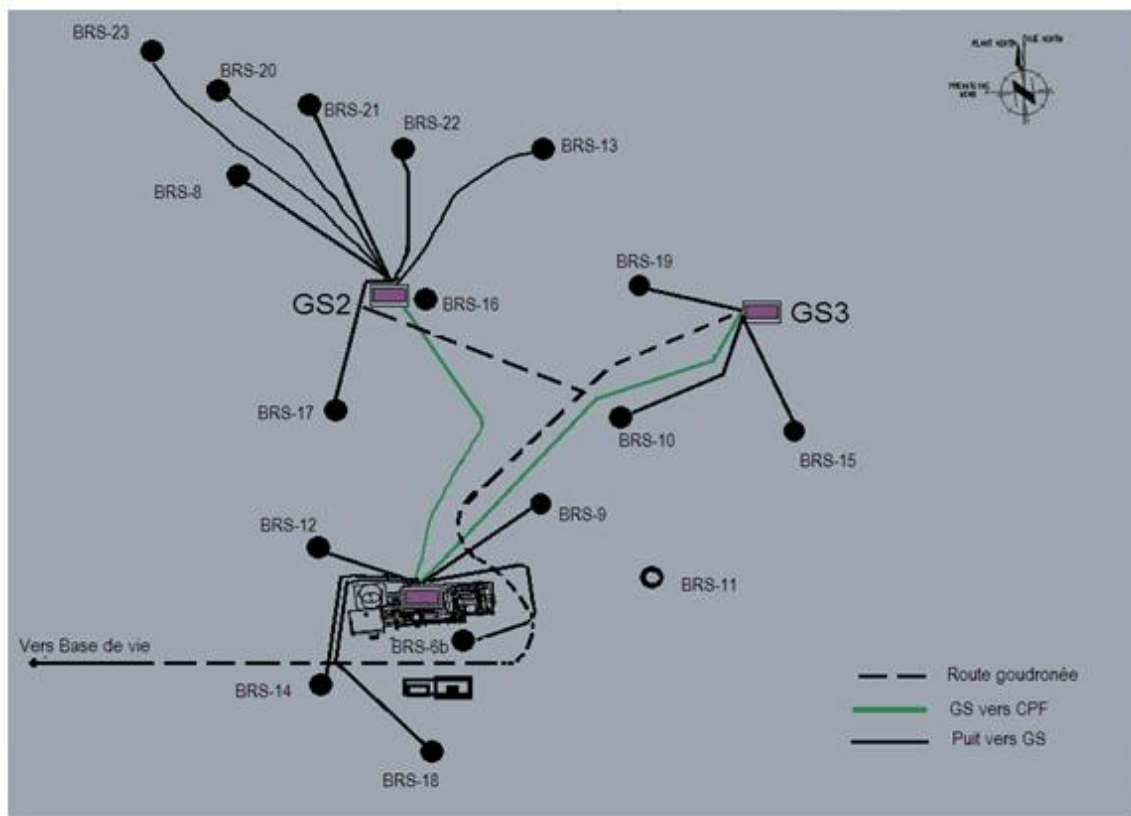


Figure II. 4: Implantation des puits, stations de collecte et le CPF.[22]

## II. 5. Caractérisation d'analyse de l'eau à traiter:

Les eaux à traiter sont caractérisées par une teneur en MES élevée, un taux important des hydrocarbures, et un PH acide.

L'élévation de la teneur en HC dans les eaux d'entrée est due à la source des effluents ; Ainsi que les valeurs élevées de la matière en suspension dans ces eaux dépendent de la quantité et de la qualité des eaux huileuses à traiter (puits, séparateurs, bac de stockage, etc...). et ces matières sont les majeurs responsables de la turbidité. Les valeurs du pH des eaux huileuses sont variables et dépendent des sources de pétrole brut, de la méthode de traitement, et des réactifs utilisés...etc. [24]

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

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

### II. 5.1. Paramètres d'analyse de l'eau traitée:

L'unité Bir Seba conçue pour un procédé de traitement physico chimique très bien conçu et développé.

Les échantillons d'eau ont été prélevés au mois de Janvier à Avril 2021.

#### II. 5.1.2. Paramètres physicochimiques :

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

**Tableau II. 1:** paramètres physico-chimiques des échantillons d'eau d'entrée aux unités de Bir Seba.[22]

Date	MES (mg/l)	PH	HC (mg/l)	DCO (mg/l)
01-01-2021	290	5.3	133	5950
03-01-2021	200	5.22	55	/
06-01-2021	379	5.19	135	/
09-01-2021	129	4.95	63	/
02-02-2021	243	5.1	76	4510
04-03-2021	138	5.13	100	5440
18-03-2021	101	5.2	131	11640
02-04-2021	232	5.4	131	4620
15-04-2021	135	4.88	198	5980

Nous avons représenté les données du tableau précédent (tableau II.1) sous forme de courbes graphiques afin de faciliter leur étude et évaluation:

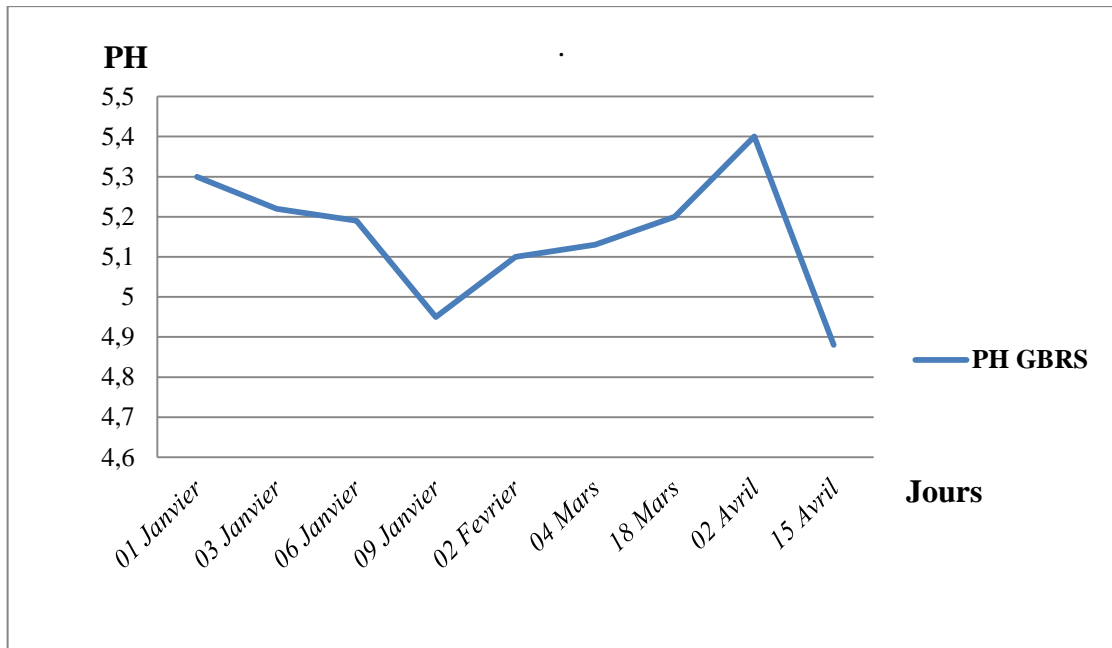


Figure II. 5: Evaluation des PH de l'eau traité pendant le 1er trimestre de 2021.

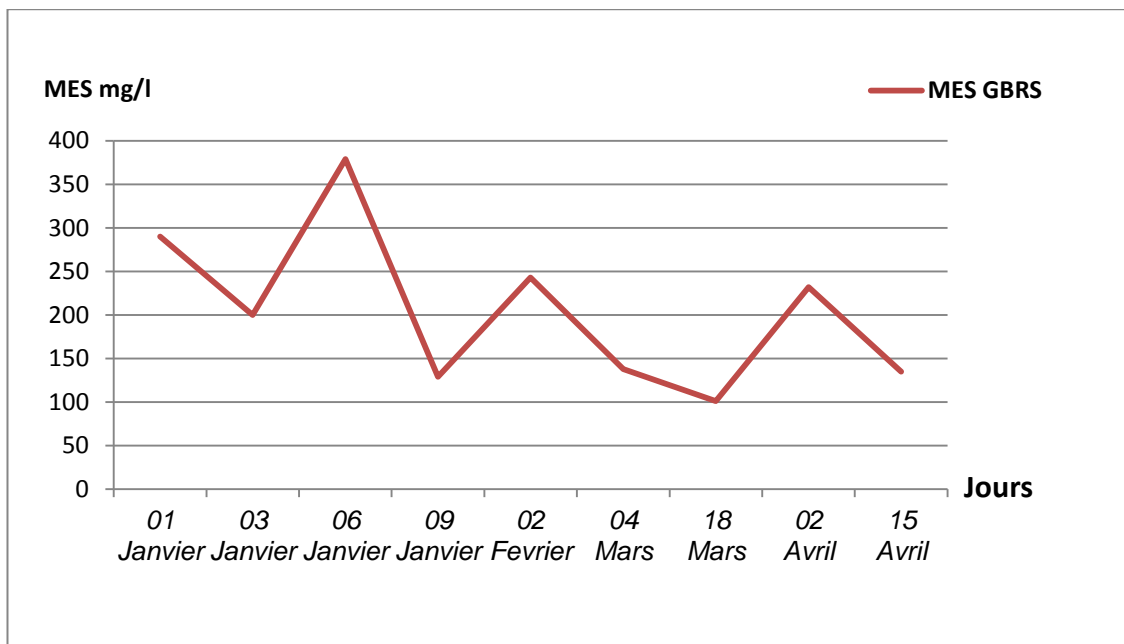


Figure II. 6: Evaluation des MES de l'eau traité pendant le 1er trimestre de 2021.

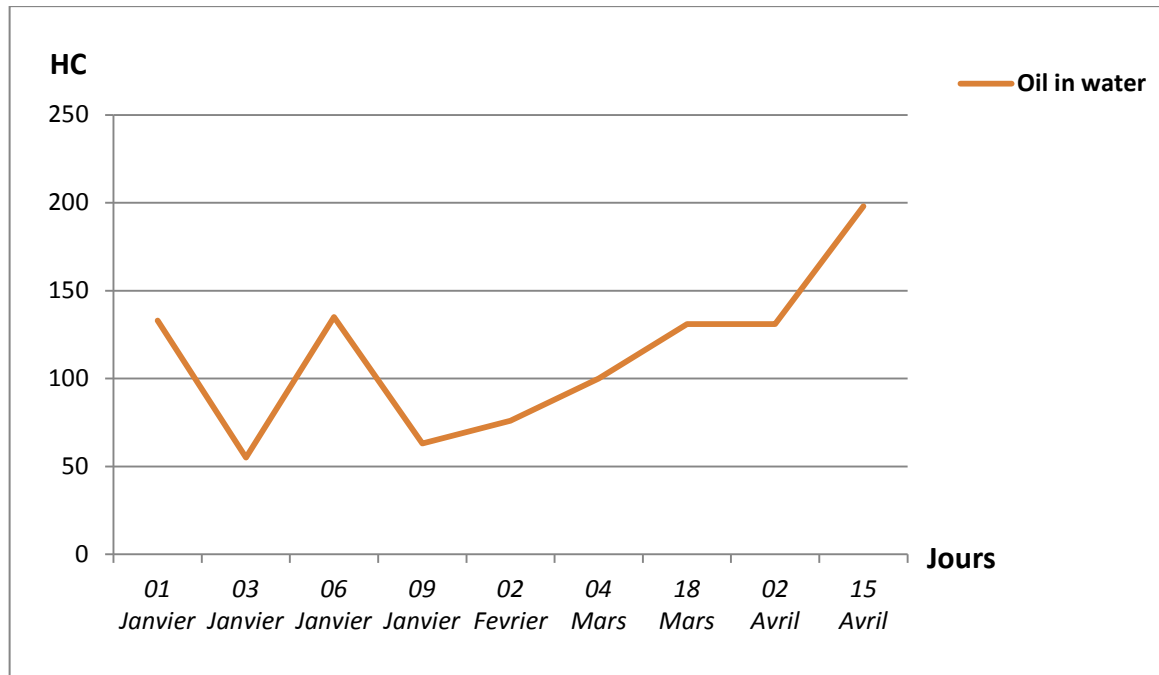


Figure II. 7: Evaluation de teneur d'hydrocarbure de l'eau traité pendant le 1er trimestre de 2021.



Figure II. 8: Tube de échantions de l'eau avant et après le traitement.

## **Conclusion:**

Ce chapitre a montré que les eaux usées industrielles huileuses ont une composition spécifique, en fonction du procédé industriel et du produit utilisé.

Surtout pour les eaux usées huileuses de l'industrie pétrolière, elles contiennent des composés organiques (hydrocarbures) et des concentrations différentes, ce qui rend leur rejet dans l'environnement indésirable car ce sont de nombreuses sources de pollution : eaux de surface et eaux souterraines.

Dans cette partie, il se concentre également sur différents types de traitement des eaux usées huileuses (primaire, secondaire et tertiaire), dans lesquels ces eaux sont traitées selon la nature et quantité de pollution pour améliorer la qualité de l'eau et la rendre conforme aux normes de rejet ou aux spécifications de réutilisation.

**Chapitre III:**  
**Identification des équipements**  
**Utilisé au cours du traitement**

### III. 1. Procès et principe de fonctionnement des équipements:

Les équipements qui composent la station de déshuilage se partagent entre les deux parties du processus de traitement (physique et chimique). Ces équipements sont les suivants :

- Le séparateur triphasique ;
- Le dégazeur ;
- Le bassin API 1 (en abondant) ;
- Le bassin API 2 ;
- Les puisards et pompes de transferts d'eau huileuses ;
- Les puisards et pompes de transferts d'huile ;
- Les skimmers ;
- Le séparateur de flottation à gaz induit « IGF » ;
- Le séparateur à gaz dissous « DGF » ;
- Les skids d'injection des produits chimiques ;
- Les unités de filtration ;
- L'automate programmable « PLC » ;
- Réservoir d'eau traitée ;
- Les pompes d'expédition. [25]

L'eau huileuse alimente le séparateur tri-phasique (ou dégazeur) qui assure l'extraction du gaz ainsi qu'une quantité considérable de la couche d'huile libre. L'eau huileuse est envoyée vers le bassin API2, qui permet l'élimination de la couche d'huile libre grâce à un système de récupération écrémeur.

L'eau ainsi prétraitée est acheminée vers le ballon IGF /ou DGF, où s'effectue le dosage chimique nécessaire dans le but d'atteindre la qualité exigée par la réglementation.

A la sortie du ballon IGF/ou DGF, l'eau passe par des filtres de (5 microns) puis elle est expédiée vers la station de réinjection E2A afin d'être réinjectée.

L'effluent d'eau à la sortie doit répondre aux spécifications suivantes :

- Matières en suspension < 35 mg/l ;
- Teneur en HC < 10 mg/l ;
- Oxygène dissous < 50 ppb ;
- Bactéries sulfato-réductrices 0 mg/l ;
- DCO < 120 mg d'O<sub>2</sub> /l ;
- DBO < 40 mg d'O<sub>2</sub> /l. [13]

Les boues et la mousse récupérées du tri-phasique, bassin API 2, et DGF/IGF, sont acheminées vers le bassin API1 puis récupérées par camion en utilisant des pompes de drainage portable.

### **III. 1.1.Traitement physique:**

Dans cette première partie, le traitement s'effectue par différence de densité dans le but d'éliminer le gaz et l'huile libre. Pour se faire les équipements ci-dessous sont utilisés.

#### **III. 1.1.1. Séparateur tri-phasique:**

Dans cet équipement, la majorité des particules solides sont éliminées dans le compartiment d'admission à l'aide de la plaque inclinée (première chicane) qui permet :

- La sédimentation des particules solides les plus lourdes ;
- L'accumulation et la chute des particules solides les moins lourdes le long de la plaque inclinée ;
- La tranquillisation de l'écoulement de l'eau huileuse ;
- L'échappement du gaz vers le haut du séparateur profitant de l'écoulement ascendant de l'eau ;
- La formation de la première couche d'huile libre à la surface de l'eau.

L'eau dont l'écoulement est stabilisé par la plaque inclinée et la chicane centrale(deuxième chicane), passe vers le compartiment central de séparation où se produira la récupération du gaz traversant un filtre (la taille de la maille est de 200 micron) métallique appelé «démister». Par différence de densité, l'huile flottante sera récupérée par une cuvette interne.

La troisième chicane empêche les huiles flottantes à la surface de l'eau de passer vers le quatrième compartiment. L'utilisation de ce système classique emprisonne l'huile dans le compartiment central et évite la moindre fuite dans les troisième et quatrième compartiments. [8]

Le premier compartiment est équipé d'un contacteur de haut niveau (LSH) qui permet de générer dans la salle de contrôle une alarme indiquant une montée imprévue du niveau du liquide dans ce compartiment. Ainsi l'opérateur devra se déplacer jusqu'au séparateur pour reconnaître et résoudre le problème dû généralement à un dysfonctionnement de la vanne d'évacuation de l'eau traitée.

#### **a. Récupération du gaz:**

Le gaz récupéré au niveau du séparateur tri-phasique passe à travers une vanne automatique de contrôle de pression (PCV) de diamètre 100 mm, le séparateur tri-phasique est pressurisé par du fuel gaz.

En fait, un circuit de fuel gaz alimente, à travers une vanne automatique (PCV) de diamètre 50 mm, dans le but d'assurer une pression interne légèrement supérieure à celle du collecteur de torche pour empêcher le phénomène de « retour de flamme ».

La pression interne du séparateur tri-phasique est instantanément contrôlée par un transmetteur de pression (PT) qui commande, à travers le PLC, les deux vannes de contrôle de pression (PCV). Si la pression chute en dessous de la pression minimale demandée au niveau du séparateur, le transmetteur ferme complètement la vanne PCV d'évacuation du gaz et ouvre la vanne d'alimentation en fuel gaz. Une fois que la pression monte, le transmetteur ferme progressivement la vanne d'alimentation en fuel gaz et ouvre progressivement la vanne d'évacuation du gaz vers le circuit torches. Si la pression monte d'une manière inattendue, le transmetteur ouvre complètement la vanne d'évacuation du gaz, ferme celle d'alimentation en fuel gaz et déclenche une alarme dans la salle de contrôle.

#### **b. Récupération de l'huile:**

L'huile est récupérée dans le séparateur tri phasique à l'aide d'un système fixe où elle se verse en dépassant une couche de 100 mm d'épaisseur. En fait, il s'agit d'une caisse d'huile reliée au fond du séparateur (piquage de sortie d'huile) par une conduite de 150 mm de diamètre. Cette conduite se termine par une vanne de 100 mm de diamètre. Ce système est équipé d'un transmetteur de niveau haut et bas permettant de suivre instantanément le niveau d'huile dans le système de récupération d'huile.

Ce transmetteur à deux seuils commande à travers le PLC la vanne de contrôle. Si l'huile atteint le niveau bas (seuil inférieur), le transmetteur ferme automatiquement la vanne d'évacuation d'huile afin d'empêcher toute fuite de gaz par la conduite d'huile et génère une alarme dans la salle de contrôle. La vanne reste ainsi fermée jusqu'à ce que l'huile atteigne le niveau haut (seuil supérieur), à ce stade la vanne d'évacuation d'huile s'ouvre automatiquement afin de dégager l'huile récupérée dans le séparateur et déclenche une alarme dans la salle de contrôle.

#### **c. Récupération d'eau traitée:**

L'eau traitée est accumulée dans le dernier compartiment du séparateur. Ce compartiment est équipé d'un transmetteur de niveau qui commande à travers le PLC une vanne de 250mm de diamètre. Si l'eau atteint le niveau bas (seuil inférieur), le transmetteur ferme automatiquement la vanne d'évacuation d'eau et génère une alarme dans la salle de contrôle. La vanne reste ainsi fermée jusqu'à ce que l'eau atteigne le niveau haut (seuil supérieur). A ce stade, le transmetteur ouvre automatiquement la vanne d'évacuation d'eau et génère une alarme dans la salle de contrôle. [25]

Tableau III. 1: Equipements et instruments du séparateur triphasique.[8]

Equipements	Services
Vannes	Vanne de décharge d'eau traitée
	Vanne de décharge d'huile
	Vanne d'alimentation en fuel gaz
	Vanne de gaz
Instruments	Transmetteur du niveau d'eau
	Transmetteur du niveau d'huile
	Transmetteur de pression
	Transmetteur de haut niveau



Figure III. 1: Séparateur tri-phasique de l'unité de déshuilage.

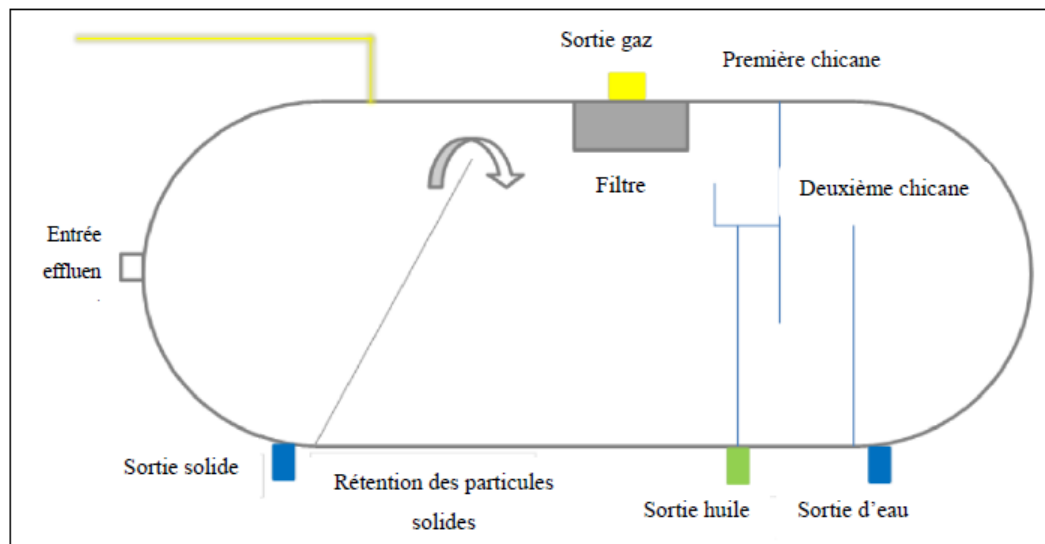


Figure III. 2: Plan générale du séparateur tri-phasique de la station de déshuilage.

### III. 1.1.2. Dégazeur:

Cet équipement a été placé en amont de la station de déshuilage (figure III .3). Il permet la séparation des trois phases gaz- huile-eau. Il est conçu généralement pour la récupération de la phase gazeuse qui sera envoyée vers le réseau de collecte de la torche. L'évacuation de l'eau traitée est dirigée vers le collecteur du bassin API 2.

Vu son faible rendement, le dégazeur fait actuellement la redondance du séparateur tri-phasique dans les cas de panne ou d'intervention pour nettoyage de longue durée. Ce séparateur est connecté au PLC de la même façon que le séparateur tri-phasique. Les équipements et instruments du dégazeur sont illustrés dans le tableau III .2. Il est constitué de deux compartiments :

- Un compartiment de mélange : c'est dans celui-ci que se produisent la séparation liquide et la récupération de la phase gazeuse. L'huile surnageant à la surface de l'eau forme ainsi une couche d'huile dont l'épaisseur varie selon la composition initiale de l'eau.
- Un compartiment de récupération. [25]

#### a. Récupération du gaz:

La récupération du gaz au niveau du dégazeur se fait de la même manière que pour le tri-phasique, sauf que le dégazeur ne possède pas de filtre.

#### b. Récupération d'huile:

L'huile récupérée passe vers la fosse d'huile à travers une vanne automatique de régulation de niveau (LCV) de 100 mm de diamètre commandée par un transmetteur de niveau.

**c. Récupération d'eau traitée:**

L'eau est récupérée du bas du premier compartiment du dégazeur à travers une vanne de régulation de niveau (LCV) de 250 mm de diamètre commandée par un transmetteur de niveau.

**Tableau III. 2:** Equipements et instruments du dégazeur. [8]

Equipements	Services
Vannes	Vanne de contrôle du niveau d'eau
	Vanne de contrôle du niveau d'huile
	Vanne d'alimentation en fuel gaz
	Vanne de décharge de gaz
Instruments	Transmetteur du niveau d'eau
	Transmetteur de pression
	Transmetteur du niveau d'huile



**Figure III. 3:** Dégazeur de l'unité de déshuilage.

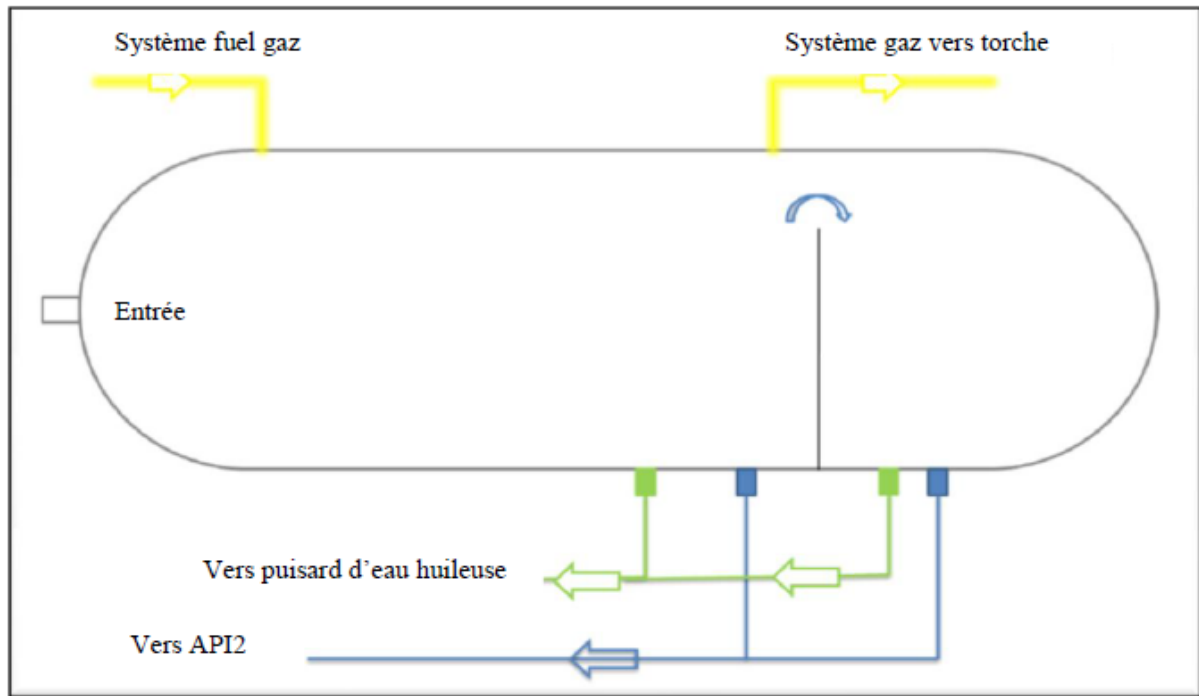


Figure III. 4: Plan général du dégazeur de la station de déshuilage.

### III. 1.1.3. Bassin API:

#### a. API 1

C'est un bassin de décantation construit avant l'installation de la station de déshuilage. Il a été conçu pour assurer le traitement physique de l'eau huileuse et l'élimination de la couche d'huile libre par différence de densité. Des chicanes sont installées à l'entrée du bassin afin de calmer l'écoulement. La récupération d'huile libre est assurée par son déversement dans une goulotte qui débouche dans le puisard d'huile, et l'eau prétraitée est envoyée vers le borbier.

#### b. API 2

Après le passage de l'eau par le séparateur tri-phasique, elle est acheminée vers un bassin décanteur où elle subit une séparation physique sous l'effet de la gravité pendant un temps de séjour bien défini (figure II.5).

Le bassin décanteur est de type API. Il est considéré comme un bassin pré déshuileur conçu pour assurer l'élimination d'un grand pourcentage de particules solides par décantation.

L'extraction de l'huile libre possédante un diamètre de particules supérieur à 150 microns mètre, qui n'ont pas eu le temps de s'agglomérer et d'être récupéré au niveau du ballon triphasique.

Le bassin API2 est construit en béton et se compose de deux compartiments identiques, chacun subdivisé en deux parties. Les compartiments ont une longueur de 49,1 m, une largeur de 4 m, une hauteur de 2,1 m et un temps de séjour de 2 h.

Chaque compartiment est équipé d'un manifold d'entrée et de deux chicanes, conçues pour créer une diffusion laminaire de l'écoulement. L'huile libre forme une couche épaisse d'hydrocarbure à la surface de l'eau. Elle sera récupérée à l'aide d'un système écumoire et envoyée vers un puisard de récupération d'huile à partir duquel cette dernière est expédiée vers un bac de stockage afin d'être traitée. Les systèmes de récupération d'huile sont partagés sur les deux parties des compartiments : la première est équipée d'un système de chapeaux troués installés à la surface libre, appelés chapeaux chinois et la deuxième d'un Skimmer à tambour oléophile et d'un Skimmer à tube oléophile.

L'effluent d'eau huileuse ainsi prétraitée passe pour alimenter le puisard de transfert des eaux huileuses puis elle est pompée vers les séparateurs IGF/DGF pour subir un autre procédé de traitement. Les solides se trouvant dans le fond du bassin API sont aspirés à travers une pipe de 203,2 mm de diamètre vers un camion-citerne.

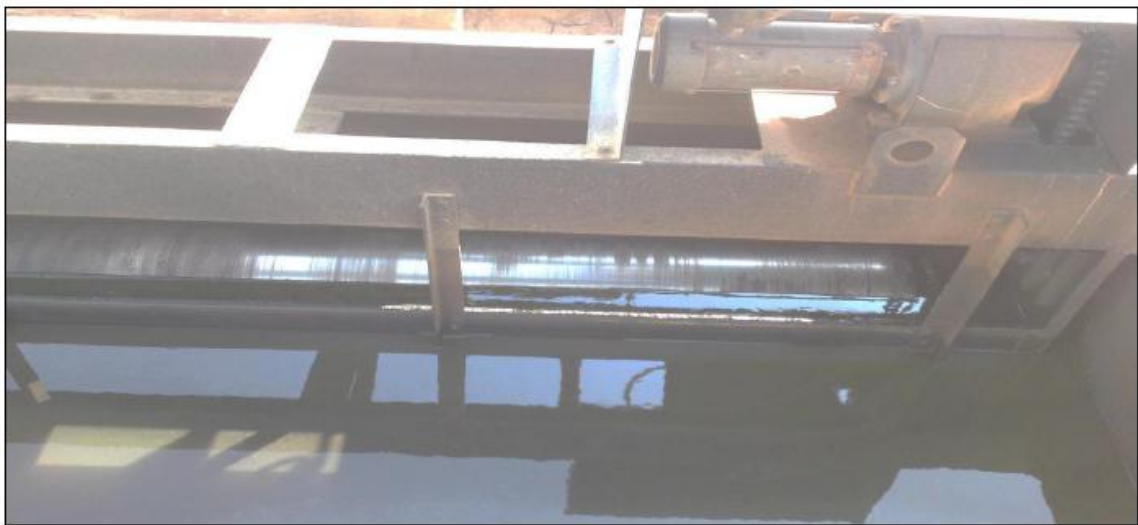


**Figure III. 5:** Bassin API 2 de l'unité de déshuilage.

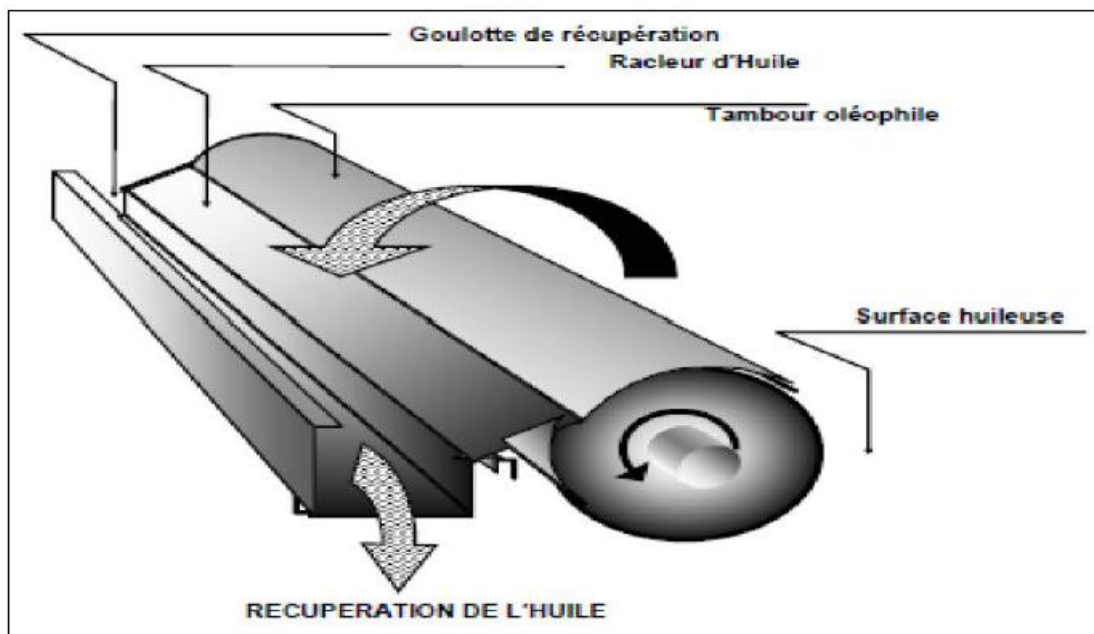
**c. Système de récupération d'huile:**

➤ **Skimmer à tambour oléophile (ancien système)**

Ce système est installé sur les parois et à la fin du bassin API (figure III.6) juste en amont du puisard d'eau huileuse. Il est constitué d'un tambour en acier inoxydable qui assure l'écumage d'huile surnageant sur la surface d'eau. La rotation de ce tambour est assurée par un moteur qui fournit une vitesse convenable. Le système est mis en service par une boîte de commande locale manuelle. L'huile flottante sera collectée sur le tambour et raclée par l'intermédiaire des racleurs appropriés puis acheminée vers le puisard d'huile.



**Figure III. 6:** Skimmer à tambour oléophile du bassin API de l'unité de déshuilage.



**Figure III. 7:** Schéma descriptif du skimmer à tambour oléophile.

➤ **Skimmer à tube oléophile (nouveau système)**

Ce système a été adapté pour la collecte des huiles de surface sur une distance de 4m.

Ce nouveau système est conçu de manière à garder toute sa partie mécanique en dehors de l'eau pour éviter tout contact avec cette dernière (figure III.8). Ces composants sont:

- Un tube flexible oléophile flottant à la surface de l'eau huileuse pour collecter les huiles surnageant à sa surface. Le tube est conçu d'une matière plastique lui permettant de flotter à la surface au fonctionnement ou au repos du système. C'est le seul élément qui est en contact avec l'eau.
- Un dispositif mécanique assurant la rotation du tube.
- Un mécanisme de raclage du tube permettant l'élimination de l'huile qui s'accroche à sa surface.
- Un dispositif de collecte des huiles récupérées.
- Un système rotatif qui permet la réintroduction du tube dans le bassin API.

Grace aux caractéristiques formant le tube, ce dernier flotte à la surface de l'eau. Par l'effet de son mouvement, il entraine avec lui l'huile surnageant à la surface de l'eau, l'huile est ensuite raclée et récupérée dans une cuvette intégrée au système pour pouvoir l'envoyer vers le puisard de récupération d'huile. [25]



**Figure III. 8:** Skimmer à tube oléophile du bassin API de l'unité de déshuilage.

➤ **Chapeaux chinois**

Ce sont des dispositifs de collecte d'huile, installés dans la première partie de chaque compartiment du bassin API appelés chapeaux chinois (figure III.9). Ils sont fabriqués en acier placés à la surface de l'eau huileuse, et conçus pour récupérer la couche d'huile qui se forme dans la première partie du bassin.

Ces chapeaux sont troués sur toutes leurs parois, ce qui permet le passage d'huile vers une goulotte de récupération qui débouche dans le puisard d'huile.



**Figure III. 9:** Chapeau chinois du bassin API de l'unité de déshuilage.

➤ **Puisard et pompes de transfert d'huile**

L'huile récupérée au niveau du ballon triphasique et du bassin API est acheminée vers un puisard de collecte du brut. Ce puisard est composé de deux compartiments identiques, chacun muni d'une pompe de transfert d'huile vers des bacs de stockage de brut installés en dehors de la station de déshuilage.

Les pompes de transfert d'huile dont l'une est en service et l'autre en stand-by sont contrôlées automatiquement par des commutateurs de niveaux haut et bas. Ces commutateurs génèrent aussi des alarmes de très haut et de très bas niveaux dans la salle de contrôle. Au cas où le niveau bas est atteint le pompage s'arrête automatiquement afin de protéger les pompes contre la marche à sec. Les pompes fonctionnent selon deux scénarii:

- Permutation cyclique de 6h: une pompe est en fonctionnement et l'autre en standby et dès que la première atteint 6h de fonctionnement, elle s'arrête automatiquement et l'autre se met en marche et vice-versa.

- Une pompe est en marche 7/7, 24h/24, et l'autre est en stand-by. En cas de panne la deuxième pompe remplace la première jusqu'à la réparation de cette dernière.

➤ **Puisard et pompe de transfert d'eau huileuse**

L'eau partiellement déshuilée sortant du bassin API alimente le puisard d'eau huileuse qui se compose de deux compartiments identiques, chacun muni de deux pompes de transfert servant à l'alimentation des deux séparateurs IGF/DGF.

Les pompes de transfert fonctionnent en trois-un, trois pompes en marche et une en stand-by. Au cas où l'une des pompes en marche est en dysfonctionnement la pompe en stand-by prendra la relève. Les pompes sont contrôlées automatiquement par des commutateurs haut et bas niveaux pour leurs démarrages ou arrêt. Elles sont aussi commandées par des contacteurs de haut niveau ainsi que par des transmetteurs de niveau installé sur les séparateurs IGF/DGF et sur le réservoir d'eau traitée. [8]

**III. 1.2. Traitement chimique:**

Si la séparation physique joue sur la différence des densités entre les deux liquides, la séparation par voie chimique permet de modifier les caractéristiques de la couche externe des particules huileuses et solides existantes dans l'eau afin d'éliminer son émulsion. Ces unités permettent aussi d'éliminer les bactéries existantes dans l'eau et inhiber l'activité corrosive de l'oxygène dissous dans l'eau afin de protéger les installations mises en services.

Les séparateurs IGF et DGF sont deux équipements de séparation à gaz, c'est là où s'effectue le traitement chimique, afin d'éliminer les huiles émulsionnées et les matières en suspension stables dans l'eau.

L'eau est pompée depuis le puisard d'eau huileuse vers les séparateurs à flottation sous une pression allant de 0,5 à 1 bar. Les deux séparateurs IGF et DGF fonctionnent en alternance; Si l'un est en fonctionnement, l'autre est en stand-by.

Le basculement entre les deux séparateurs se fait manuellement par l'opérateur en agissant sur les vannes manuelles. Les deux séparateurs sont pressurisés par un système d'injection de fuel gaz, et chaque séparateur se compose de quatre (04) compartiments principaux séparés par des chicanes appelées cellules de flottation ou cellules séparation.

**III. 1.2.1. Ballon IGF (Induced Gas Flotation):**

Le ballon IGF (figure III.10) est un séparateur cylindrique fabriqué en acier et installé depuis le démarrage de l'unité, de 2,286 m de diamètre et 14,004 m de longueur. Cet équipement fonctionne à une pression moyenne de 1 bar, qui est maintenue grâce à l'alimentation du ballon en fuel gaz et contrôlée par un pressostat. Un agitateur muni d'un moteur est installé dans chaque compartiment de séparation afin de répartir les bulles de gaz dans le séparateur. Les trois premiers compartiments sont conçus pour séparer l'huile et l'eau,

et sont divisés par des chicanes. Ce dernier compartiment est conçu pour recevoir l'eau traitée, une vanne de contrôle est utilisée pour démarrer ou arrêter les pompes d'expédition.

Deux vannes autorégulatrices sont situées sur les lignes d'arrivée et de sortie du gaz pour maintenir la pression à la valeur souhaitée. La mousse (huile et matière en suspension) récupérée à l'intérieur de l'IGF par le biais d'une goulotte est orientée vers le bassin API, deux contacteurs de haut et de bas niveaux sont installés dans le séparateur IGF. Le contacteurs de bas niveau ferme automatiquement les pompes d'expédition pour les protéger contre la marche à sec, et le contacteur de haut niveau ferme automatiquement les pompes de transfert d'eau huileuse vers l'IGF. [8]



**Figure III. 10:** Ballon IGF de l'unité de déshuilage.

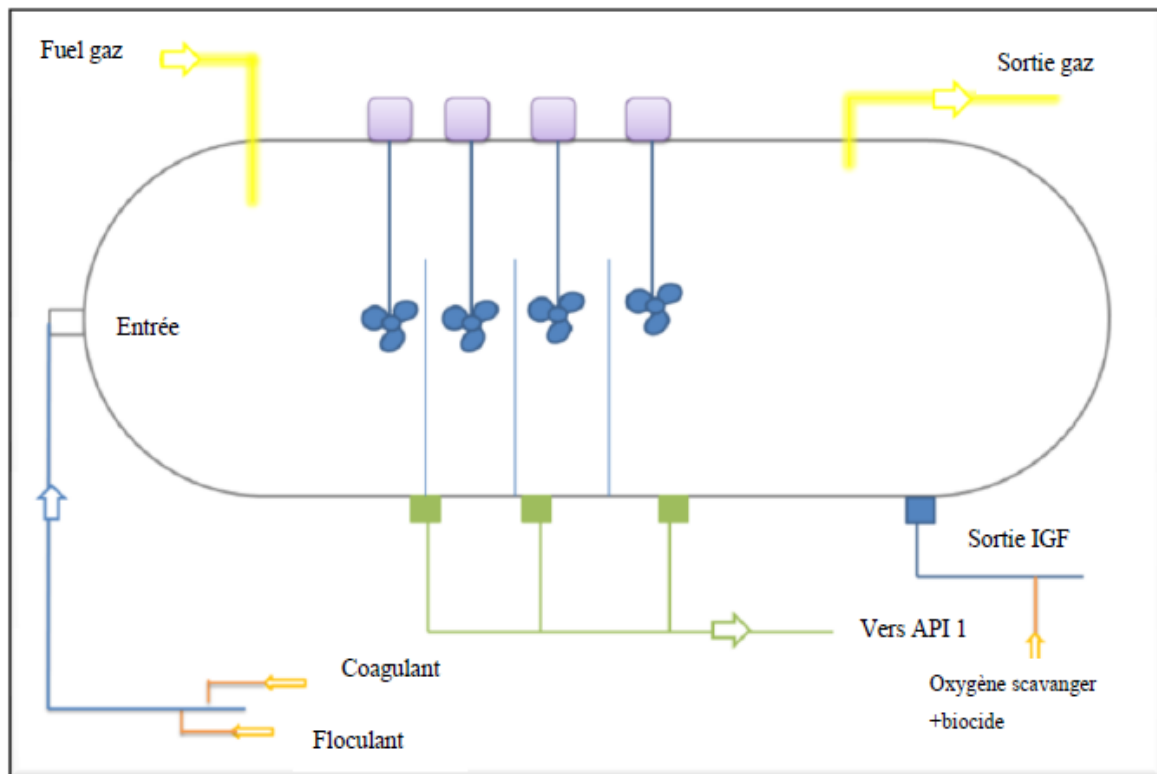


Figure III. 11: Plan général du ballon IGF de la station de déshuilage.

### III. 1.2.2. Ballon DGF (Dissolved GAS Flotation):

Le nouveau ballon de type DGF (figure III.12) a été installé afin de remplacer l'IGF dans le cas où celui-ci est à l'arrêt. Il fonctionne à une pression moyenne de 1 bar, celle-ci est maintenue grâce à l'alimentation du ballon en fuel gaz par deux vannes de régulation qui sont situées sur les lignes d'arrivée et de sortie du gaz. Elles sont commandées par un transmetteur de pression pour maintenir la pression à la valeur souhaitée.

La mousse récupérée après injection de produits chimiques est acheminée vers le compartiment de stockage se trouvant dans le séparateur DGF lui-même. Ce compartiment est équipé d'un transmetteur de niveau qui commande une vanne automatique de décharge d'huile vers le bassin API 1. L'eau passe par un système de chicanes pour être stocké dans un compartiment du séparateur DGF. Ce compartiment est équipé d'un transmetteur de niveau et de deux contacteurs de haut et bas niveaux qui envoient des commandes au coffret de commande local pour contrôler le fonctionnement des pompes et les protéger contre la marche à sec.

Afin d'obtenir un milieu homogène au sein du séparateur et une bonne répartition des bulles de gaz dans la couche d'eau, deux pompes de recyclage sont mises en place à proximité du séparateur DGF recyclant la quantité du gaz échappant au sommet du séparateur, ainsi qu'une quantité d'eau.



Figure III. 12: Ballon DGF de l'unité de déshuilage.

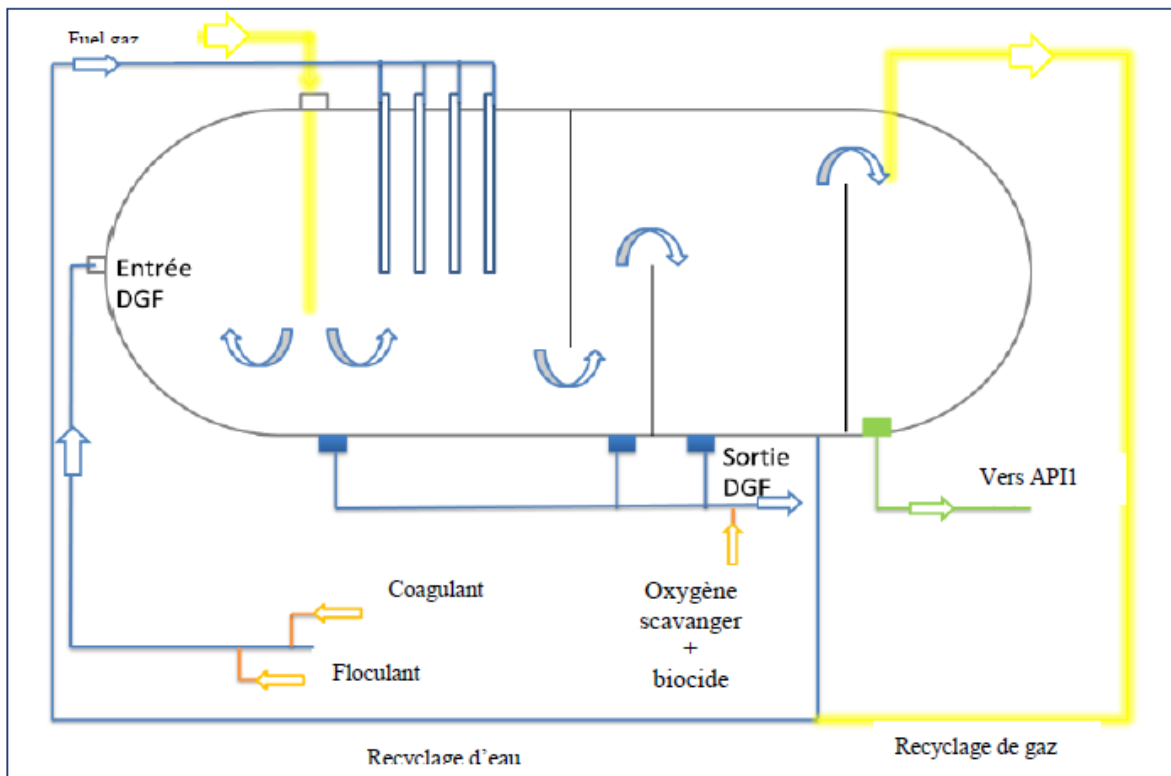


Figure III. 13: Plan général du ballon DGF de la station de déshuilage.

Tous les instruments installés sur l'IGF et DGF sont reliés à un automate qui génère des alarmes à chaque fois que la consigne correspondante est dépassée.

La permutation entre l'IGF et le DGF se fait manuellement, selon l'état des équipements et selon les travaux des maintenances préventifs et accidentels.

**a. Injection de produits chimiques:**

Quatre (04) injections chimiques sont mises en place au niveau de la station des eaux huileuses. Les injections chimiques sont faites à partir des skids d'injection correspondants implantés dans la station. Les produits chimiques injectés sont en nombre de quatre :

- Le coagulant ;
- Le flocculant ;
- L'oxygène scavanger ;
- Le biocide.

Deux produits chimiques sont injectés à l'intérieur du ballon IGF/DGF :

- Un coagulant pour déstabiliser la dispersion colloïdale et mener à l'agglomération de ses particules.
- Un flocculant pour permettre la flottation des floccs.

La mousse récupérée du ballon IGF/DGF est envoyée vers le bassin API1. L'eau traitée subit un dernier traitement à la sortie du ballon IGF/DGF par injection de deux produits chimiques, à savoir :

- Le biocide qui consiste à éliminer les bactéries sulfato-réductrices avant l'envoi de cette eau traitée vers l'unité de réinjection d'eau ;
- Le réducteur d'oxygène (oxygène scavanger) pour inhiber la fonction de l'oxygène dissout dans l'eau (éviter la corrosion).

**b. Description des skids d'injection:**

Cinq (05) unités d'injection sont mises en place dans la station de déshuilage :

- Une unité d'injection du coagulant ;
- Une unité d'injection du flocculant ;
- Une unité d'injection de l'oxygène scavanger ;
- Une première unité d'injection du biocide 1 ;
- Une deuxième unité d'injection du biocide 2.

Chaque skid d'injection est composé d'un agitateur et de trois (03) pompes, dont deux (02) en fonctionnement et une en stand-by. La permutation se fait toutes les six heures pendant la journée. En cas de panne de l'une des pompes, les deux autres restent en fonctionnement jusqu'à ce que la troisième soit disponible.

Les pompes aspirent chaque produit chimique d'un réservoir de capacité de 1 m<sup>3</sup> doté d'un transmetteur de bas niveau qui arrête complètement les pompes en fonctionnement pour les protéger contre la marche à sec. Chaque pompe est mise en marche par son propre moteur

électrique. La ligne d'injection du skid est dotée d'un transmetteur de pression qui permet le contrôle instantané de la pression et génère des alarmes dans la salle de contrôle en cas d'une hausse ou d'une chute imprévue de la pression.

Les skids d'injection entrent automatiquement en fonctionnement, une fois que les pompes de transfert d'eau huileuse entrent en fonctionnement. Chaque skid est commandé à partir d'un coffret de commande locale regroupant tous les signaux communiquant avec le PLC.

Le skid d'injection de produit chimique (figure III.14) comprend les éléments suivants:

- Un réservoir de stockage de produit chimique de capacité de 1 m<sup>3</sup>, conçue en acier inoxydable et équipé d'une vanne de drainage pour un but de vidange et/ou nettoyage ;
- Trois pompes d'injection (pompes doseuses) ;
- Une soupape ;
- Des indicateurs de pression et de niveau. [23]



**Figure III. 14:** Instruments et skids d'injection coagulant/floculant.

Tableau III. 3: Instruments et équipement installés au niveau de chaque skid d'injection.[25]

Equipement	Service
Agitateur	Agitateur des produits chimiques
Pompes	Pompe des produits chimiques
Instrument	Transmetteur de niveau
	Contacteur bas niveau
	Transmetteur de pression

### III. 1.2.3. Filtration d'eau:

En sortant du séparateur à gaz induit (IGF) ou du séparateur à gaz dissout (DGF), l'eau sera acheminée vers un filtre à poches afin de procéder à la dernière étape de traitement.

les matières solides colloïdales pouvant s'échapper du séparateur à gaz seront collectés dans des poches filtrantes.

Les unités de filtration sont conçues et dimensionnées pour traiter une eau peu chargée en matières solides. Le média de filtration est composé par un ensemble de poches filtrantes caractérisées selon le débit et la qualité d'eau à la sortie du séparateur à gaz (IGF ou DGF). [8]



Figure III. 15: Les unités de filtration.

## **Conclusion:**

Ces équipements que nous avons vu au chapitre trois joue un rôle majeur dans le processus de traitement des eaux huileuses, il doit donc être protégé de tous les effets qui pourraient l'endommager ou réduire sa durée de vie car il est très coûteux. Cet équipement est entretenu grâce à une maintenance appropriée, planifiée et délibérée de tous les composants de l'unité sans exception. Mais le problème est que parfois le rôle du bon entretien de l'équipement est négligé afin de réduire les dépenses pour augmenter les profits.

Négliger l'entretien de l'équipement peut entraîner une inefficacité et entraîner une diminution de la qualité de son travail, et donc il ne fournit pas les performances requises, et il est donc nécessaire d'assurer son entretien et sa maintenance réguliers.

# **Conclusion Générale**

## **Conclusion Générale:**

L'eau est une ressource naturelle précieuse, c'est pourquoi nous devons optimiser et améliorer la qualité de ses rejets. Si de l'eau huileuse est rejetée dans l'environnement sans traitement, elle polluera gravement le milieu et les ressources en eau. C'est pourquoi la réglementation fixe des normes de rejet des eaux de surface, du sol et du sous-sol en fonction de différents types de dispositifs d'épuration et de rejets.. Les efforts entrepris par SONATRACH pour éliminer les rejets industriels dans le cadre des programmes d'assainissement des eaux huileuses et de resserments sur la réglementation sont probants mais insuffisants. Toutefois, les entreprises du secteur industriel ont réalisé des réductions substantielles de leurs rejets afin de répondre aux exigences réglementaires.

La récupération du brut et le traitement des eaux huileuses au lieu de les rejeter dans le milieu naturel et l'obligation de respecter les normes réglementaires ne sont pas des actions purement économiques, mais une action environnementale de lutte contre la dégradation du sol, du sous-sol et du paysage désertique.

Nous avons noté que l'importance du recensement des équipements de la station de déshuilage pour une recherche bibliographique sur les procédés de traitement des eaux huileuses.

Nous soulignons sur la nécessité de maintenance et d'entretenir cet équipement périodiquement pour maintenir son efficacité et sa qualité de travail pour atteindre les objectifs requis, ce qui permettra à SONATRACH de respecter sa politique visant à protéger l'environnement et à réduire les risques liés à ses activités

Dans nos travail, nous avons obtenu des valeurs de la station de traitement des eaux huileuses de Bir Seba et analysé ses résultats (PH,MES, hydrocarbures, DCO) en courbes graphiques les évaluant.

**REFERENCE:**

- [1] Fatima Zohra, Z. and H. Loubna, Traitement des eaux contaminées par les Produits pétroliers: cas du complexe DE RHOURE-NOUSS. 2016, Mémoire mastèr, Université Larbi ben m'hidi, Oum el bouaghi. p. 1, 12.
- [2] Imane, C., Etudes des procédés de déshuilage des eaux huileuses issues des centres de production des hydrocarbures de SONATRACH (Régions Haoud Berkaoui et Oued Noumer). 2012, Mémoire mastèr, Université kasdi merbah, Ouargla. p. 2-31.
- [3] Abdelillah, N.Y, Traitement des rejets huileux de GL2/Z par un procédé couplé. 2019, Mémoire mastèr, Université Abdelhamid Ibn Badis, Mostaganem.
- [4] Joseph PRONOST, Rakha PRONOST ET all. Office internationale de l'eau Décembre 2002.
- [5] Exploration ET production, le processus, les eaux de rejet, TOTAL. Edition 1994.
- [6] Traitement physicochimique de la pollution soluble. Technique de l'ingénieur. Volume G1270.
- [7] LENGU, K.M. Effets comparés de divers coagulants sur l'enlèvement de la matière organique des eaux à potabilité. Ecole polytechnique de Montréal 1994.
- [8] EPPM «Engineering procurement and Project Management», Mode Opérateur des Equipement de la Station de Déshuilage CIS a HMD (2012).
- [9] E. fournier, MC Gill «Coagulation, Flocculation et Sédimentation, Filtration», university and EPFL, Mars (2008).
- [10] RODIER J., LEGUBE B., MERLET N et coll., 2009. L'Analyse de l'eau. 9ème édition. Edition DUNOD, Paris, France, 2009.
- [11] C.CARDOT «Traitement de L'eau», édit. Ellipses, Technosup, France(1999).
- [12] Mehati F., 2006«Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKA, thèse de Magister. »
- [13] Energies Renouvelables et Environnement, Bureau d'Etudes Industrielles. Réglementation concernant l'utilisation de l'eau et les dispositifs économiseurs d'eau.
- [14] Coca, J., G. Gutiérrez, and J. Benito, Treatment of oily wastewater, in Water Purification and Management. 2011, Springer. p. 1-55.
- [15] Gupta Vinod K, et al., Chemical treatment technologies for waste-water recycling—an overview. journal Royal society of chemistry Advances, 2012. 2(16): p. 6380-6388.
- [16] Coca-Prados, J., G. Gutiérrez, and J.M. Benito, Treatment of oily wastewater by membrane hybrid processes, in Economic Sustainability and Environmental Protection in Mediterranean Countries through Clean Manufacturing Methods. 2013, Springer. p. 35-61.

**Reference:**

---

- [17] Mohsen A, et al., Performance study of mullite and mullite–alumina ceramic MF membranes for oily wastewaters treatment. *journal desalination*, 2010. 259(1-3): p. 169-178.
- [18] Yu, L., M. Han, and H. Fang, A review of treating oily wastewater. *Arabian journal of chemistry*, 2017. 10: p. S1913-S1922.
- [19] Liu, B., B. Chen, and B. Zhang, Oily Wastewater Treatment by Nano-TiO<sub>2</sub>-Induced Photocatalysis: Seeking more efficient and feasible solutions. *EEE Nanotechnology Magazine*, 2017. 11(3): p. 4-15.
- [20] Capodici M, et al., Treatment of oily wastewater with membrane bioreactor systems. *journal water*, 2017. 9(6): p. 412.
- [21] Norouzbahari, S., R. Roostaazad, and M. Hesampour, Crude oil desalter effluent treatment by a hybrid UF/RO membrane separation process. *Journal Desalination*, 2009. 238(1-3): p. 174-182.
- [22] Documents interne du service exp, Groupement Bir Seba Hassi Messaoud.
- [23] FEPS (Fondation de l'Eau Potable Sûre). (2011) : TRAITEMENT DES EAUX CONVENTIONNEL : COAGULATION ET FILTRATION.
- [24] Sunita .V, et al., Treatment of wastewater from petroleum industry: current practices and perspectives. *Environmental Science and Pollution Research*, 2019. **27**(22): p. 27172-27180.
- [25] RAPPORT DE SIMULATION & de dimensionnement des séparateurs tri-phasique , EPPM.