

Université KASDI-MERBAH Ouargla

Faculté des sciences appliquées

Département de Génie des Procédés



Mémoire

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER ACADEMIQUE

Domaine : Sciences et Technique.

Filière : Génie des Procédés.

Spécialité : Génie Chimique.

Présenté par :

KHEMIS Sid Ahmed

MESSAOUDI Ali

Thème

**Caractérisation et Optimisation du
traitement chimique des eaux usées
industrielles de la station déshuilage HBK**

Soutenu publiquement le : 26 / 06 / 2021

Devant le jury composé de :

GUERDOUH Amel	MCB	UKM Ouargla	Président
AKCHICHE Zineb	MAA	UKM Ouargla	Examinatrice
MOKHBI Yasmina	MCB	UKM Ouargla	Promotrice

Année universitaire : 2020/2021

Dédicace.

Je dédie ce modeste travail:

*A mes chers parents qui m'ont encouragé durant
toutes mes études.*

A mes frères et à mes sœurs.

A mes amis.

*A toute la famille KHEMIS pour mes
proches, sans exception.*

*A tous les membres de ma famille chacun à
son nom.*

A tous ceux qui m'ont enseigné

Sid Ahmed

Dédicace.

Je dédie ce travail

A mes très chers parents

A mes chers frères

A toute ma famille.

A tous mes amis (es)

Ali

Remerciements

Au terme de ce travail nous remercions

*D'abord -Allah-qui donné le privilège et La chance de l'étude et
de suivre le chemin de la Science.*

*Aux joyaux de nous vie "nous parents" qui sont
la source de notre réussite, nous souhaitons qu'ils trouvent
à travers ce mémoire le faible témoignage de leurs efforts et sacrifices.*

Nous adressons nos sincères remerciements

*À notre enseignante et encadreur M^{lle} Yasmína MOKHBI, Maître de
Conférences B du Département des Génie Des procédés ;
Faculté des Sciences appliquées, Université K M d'Ouargla, pour
ses nombreux conseils, Son aide précieuse et sa compréhension*

Durant l'élaboration de ce travail.

*A M^{me} GUERDOUH Amel Maître de Conférences B au Département
Génie des procédés; Faculté des Sciences appliquées U K M d'Ouargla
d'être président de jury de ce mémoire.*

*A M^{lle} AKCHICHE Zineb, Maître Assistant A, au Département Génie
des procédés; Faculté des Sciences appliquées U K M d'Ouargla d'avoir
accepté d'examiner ce travail.*

*Une motion particulière est faite à toute la promotion
de 2^{ème} Master génie Chimique, ainsi tous les enseignants.*

Collègues et amis.

*Tous ceux qui de près ou de Loin ont contribué à
l'élaboration de ce travail.*

Résumé :

La pollution de l'environnement est l'un des problèmes majeurs et urgents de ce temps, cette pollution est liée principalement aux rejets industriels. L'industrie des hydrocarbures un secteur très important et la pollution générée par ces différents activistes constitue une menace permanente de dégradation de l'environnement. Les eaux usées de l'industrie pétrolière influencent négativement sur l'environnement vu la toxicité des éléments hydrocarbure qu'elles contiennent, leur traitements s'avèrent être difficile. Dans la station de déshuilage Haoud Brkaoui, le traitement s'effectue par la méthode coagulation-floculation, notre objectif dans ce travail est étudié l'optimisation du traitement chimique pour la station de déshuilage de Haoud Berkaoui.

Mots clés : *Analyse des eaux, Haoud Berkaoui, Ouargla, Hydrocarbures, Eaux industrielles.*

ملخص

يعد التلوث البيئي من المشاكل الرئيسية والملحة في هذا الوقت ، ويرتبط هذا التلوث بشكل أساسي بالتصريفات الصناعية. تعتبر صناعة الهيدروكربونات قطاعاً مهماً للغاية ويشكل التلوث الناتج عن هؤلاء النشطاء المتعددين تهديداً دائماً للتدهور البيئي. المياه العادمة من الصناعة البترولية لها تأثير سلبي على البيئة بسبب سمية العناصر الهيدروكربونية التي تحتويها ، ومعالجتها ثبت أنها صعبة. تتم المعالجة في محطة إزالة الزيوت بحوض بركاوي بطريقة التبخير والتلبد ، هدفنا في هذا العمل هو دراسة تحسين المعالجة الكيميائية لمحطة إزالة الزيوت بحوض البركاوي.

الكلمات المفتاحية : *تحليل المياه ، حوض البركاوي ، ورقلة ، المحروقات ، المياه الصناعية.*

Abstract

Environmental pollution is one of the major and urgent problems nowadays; this pollution is mainly linked to industrial discharges. The hydrocarbon industry is a very important sector and the pollution generated by these various activists constitutes a permanent threat of environmental degradation. Wastewater from the petroleum industry has a negative influence on the environment, given the toxicity of the hydrocarbon elements it contains, their treatment is proving to be difficult. In Haoud Brkaoui de-oiling station, the treatment is carried out by the coagulation-floculation method, Our objective in this work is to study the optimization of the chemical treatment for the Haoud Berkaoui de-oiling station.

Keywords: *Water analysis, Haoud Berkaoui, Ouargla, Hydrocarbons, Industrial water.*

Nomenclatures

BKH	Benkahla
Ce	Conductivité électrique
COT	Carbone organique total
DBO₅	Demande biochimique en oxygène de cinq jours
DCO	Demande chimique en oxygène
FTU	Formazine turbidity unit
GLA	Guellala
GPL	Gaz Parfait Liquide
HBK	Haoud Berkaoui
HC	Hydrocarbure
HCP	Hydrocarbure pétrolier
NTK	Azote Kjeldahl
JTU	Jackson Turbidity Unit
MES	Matières En Suspension
NTU	Nephelometric Turbidity Unit
O₂diss	Oxygène dissous
pH	Potentiel d'Hydrogène
SONATRACH	Société Nationale pour la Recherche, la Production, le Transport, la Transformation, et la Commercialisation des Hydrocarbures

Liste des Figures

N°	Titre	P
<i>Chapitre I</i>		
Figure (I. 1) :	Dégrilleur	6
Figure (I.2) :	Ouvrage de dessablage-déshuilage combinés	8
<i>Chapitre II</i>		
Figure (II.1) :	Situation géographique de HAOUUD Berkaoui	22
Figure (II.2) :	Unité de traitement, stockage et expédition d'huile CP/HBK	24
Figure (II.3):	Boosting de CP/HBK- K201	25
Figure (II.4) :	Boosting de Guellala K301	26
Figure (II.5) :	Schéma descriptif du l'organigramme de la direction régionale HBK.	27
Figure (II.6) :	Station de déshuilage du champ de Haoud Berkaoui	30
Figure (II.7) :	Procédé de traitement de la station de déshuilage du champ de HBK.	31
<i>Chapitre III</i>		
Figure (III. 1):	Extraction des HC	37
Figure (III-2) :	Spectrophotomètre-DR2000	38
Figure (III-3) :	Tube DCO	39
Figure (III-4) :	Réacteur (HACH-DRB 200)	40
Figure (III-5) :	photomètre HACH -DR 900	40
Figure (III-6) :	Turbidité-mètre	41
Figure (III-7) :	Étuve	43
Figure (III-8) :	Dessiccateur	43
Figure (III-9) :	Équipement de filtration sous vide	43
Figure (III.10):	pH-mètre utilisée.	43
Figure (III.11):	Préparation de silice activée	44
<i>Chapitre IV</i>		
Figure (IV.1):	Les échantillons avant et après le traitement	47

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
<i>Chapitre I</i>		
Tableau I. 1:	Normes de rejet de l'OMS et celle de l'Algérie	10
<i>Chapitre III</i>		
Tableau III.1 :	Matériels et les réactifs utilisés pour mesuré la teneur des hydrocarbures	38
Tableau III.2 :	Matériels et réactifs utilisés pour mesuré la DCO	39
Tableau III.3 :	Matériels et les réactifs utilisés pour mesuré les MES	42
<i>Chapitre IV</i>		
Tableau IV.1:	Caractéristiques des eaux usées à l'entrée de la station HBK	46
Tableau IV.2:	Caractéristiques des eaux après traitement (dose optimale 10ml)	48

Table des matières

Dédicace	I
Remerciement	II
Résumé	III
Nomenclature	IV
Liste des figures	V
Liste des tableaux	VI
Table des matières	VII
Introduction générale	1

Partie I Etude bibliographique

Chapitre I Généralités sur les eaux usées

I.1.Introduction.....	3
I.2. Types des eaux usées.....	3
I.2. 1. Eaux usées domestiques.....	3
I.2. 2. Eaux usées industrielles.....	3
I.2. 3. Eaux agricoles.....	4
I.2. 4. Eaux pluviales.....	4
I.3.Impact de la pollution de l'eau sur l'homme et l'environnement.....	4
I.3.1.Conséquences sanitaires.....	4
I.3.2.Conséquences économiques.....	5
I.3.3.Conséquences écologiques.....	5
I.4. Procédés de traitements des eaux usées.....	6
I.4.1. Prétraitements.....	6
1. Dégrillage.....	6
2. Dessablage.....	7
3. Déshuilage (dégraissage)	7
I.4.2. Traitements primaires.....	8
I.4.3. Traitements secondaires ou les traitements biologiques.....	9
I.4.4. Traitements tertiaire.....	9
I.4.5. Traitement physico-chimique.....	10
I.5. Normes de rejets.....	10
I.6. Réutilisation des eaux usées traitées.....	11
I.7.Paramètres d'analyses des eaux usées.....	11
I-7-1. Paramètres physiques.....	11
1. Température.....	11
2. Matières en Suspension (MES)	11
I-7-2.Paramètres Organoleptiques.....	12

1. Couleur.....	12
2. Turbidité.....	12
I-7-3.Paramètres chimiques.....	13
1. pH.....	13
2. Conductivité électrique.....	13
3. L'oxygène dissous.....	13
4. Demande Chimique en Oxygène DCO.....	13
5. Demande biochimique en oxygène DBO.....	14
6. Carbone organique total (COT)	14
7. Azote (Z)	14
8. Nitrates (NO ₃ ⁻)	15
9. Nitrites (NO ₂ ⁻)	15
10. Azote ammoniacal.....	15
11. Phosphates	15
12. Sulfate	15

Chapitre II Présentation de SONATRACH et Haoud Berkaoui

II-1- Introduction	18
II. 2. Présentation de SONATRACH	18
II.2.1. Activités opérationnelles de SONATRACH.....	18
1. Activité Amont (AMT)	18
2. Activité Transport par Canalisation (TRC)	19
3. Activité Aval (AVL)	20
4. Activité Commercialisation (COM)	20
II. 3. Présentations de la direction régionale de Haoud Berkaoui (HBK)	21
II. 3. 1. Situation géographique de la région.....	21
II. 3. 2. Développement de la région.....	22
II. 3.3. Principaux champs et les centres de production.....	23
II. 3.4 Organigramme de la direction régionale HBK.....	27
II. 4. Protection de l'environnement à Haoud Berkaoui.....	30
II. 5. Schéma technologique de la station de déshuilage.....	30
II.6. Techniques de traitement des eaux au niveau de la station.....	32
II. 6.1. Coagulation.....	32
II. 6.2. Floculation.....	33
II. 6.3. Décantation.....	34

Partie II Etude expérimentale

Chapitre III Matériels et méthodes

III.1. Appareillage.....37
III-1-1-Détermination de la teneur des hydrocarbures dans l'eau37
III-1-2- Détermination de la Demande chimique en oxygène (DCO)39
III-1-3- Détermination de la turbidité.....40
III-1-4-Détermination de la quantité des matières en suspension dans l'eau.....41
III-1-5-Détermination du pH.....43
III-2-Techniques de traitement des eaux (coagulation, floculation et décantation).....44

Chapitre IV Résultats et interprétations

IV-1- Analyses avant traitement.....46
IV-2- Analyses après traitement.....46
Conclusions Générale.....50

Références bibliographiques

Introduction générale

Introduction générale

L'eau est un bien précieux qui subit diverses pollutions et dégradations : les écosystèmes et la santé des personnes en sont directement impactés. Les pollutions présentes dans l'eau sont d'origines diverses : industrielle, domestique ou agricole. Les chiffres publiés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2004 révèlent que chaque année 1.8 million de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans, vivants pour la plupart dans les pays en voie de développement, meurent de maladies diarrhéiques. Or, à l'échelle mondiale, 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau de boisson et à un assainissement insuffisant des eaux usées. L'eau est devenue un enjeu stratégique mondial dont la gestion doit impérativement s'intégrer dans une perspective politique de développement durable. Certains affirment en effet qu'elle sera, au troisième millénaire, un enjeu de guerres comme le pétrole l'a été et l'est encore aujourd'hui.

L'épuration des eaux usées s'est donc imposée pour préserver la qualité des milieux naturels et notamment les eaux de surface et souterraines. L'eau épurée est actuellement en majorité rejetée. La généralisation de la réutilisation de ces eaux peut donc contribuer à combler en partie le déficit d'eau de première main. Le recyclage de l'eau dans les industries et l'utilisation de l'eau pour l'arrosage des espaces récréatifs peuvent par conséquent contribuer à diminuer la pression exercée sur les ressources naturelles de bonne qualité. L'utilisation d'une eau non conventionnelle dans l'agriculture peut contribuer à la création de nouveaux périmètres irrigués ou constituer une source d'appoint pour des périmètres existants. Elle est pratiquée aussi bien dans les pays développés que dans les pays en développement.

La réutilisation des eaux usées épurées constituent en outre, une alternative aux rejets dans les milieux récepteurs qui peuvent présenter des capacités d'absorption limitées. Par ailleurs, le contenu de ces eaux en éléments nutritifs, notamment en azote, potassium et phosphore, permet de diminuer les frais de fertilisation des sols. L'utilisation des eaux usées peut également prévenir l'eutrophisation et éviter la croissance des algues dans les zones de rejets, elle peut être également une source de pollution avec son contenu en éléments traces organiques et métalliques et en pathogènes. L'utilisation des eaux résiduaires traitées est souvent confrontée à un

certain nombre d'obstacles, notamment d'ordres sanitaire et chimique. Pour ces raisons, l'amélioration de la qualité des effluents traités est nécessaire avant leur réutilisation.

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

Ce mémoire de fin d'études est scindé en deux parties, la première partie comprenant deux chapitres sera consacrée à :

- Une revue bibliographique où seront décrites une étude générale sur les eaux usées, la qualité des eaux industrielles et la station de déshuilage HBK (présentation, technique d'analyse,...).
- La deuxième partie est consacrée au protocole expérimental utilisé, Il est suivi d'une discussion des résultats.

En termine par une conclusion générale.

Partie I

*Etude
bibliographique*

Chapitre I

Généralités sur les eaux usées

I -1.Introduction

La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physico-chimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit.

Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement .Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance [Metahri, 2012].

I .2. Types des eaux usées

Selon l'origine et la qualité des substances polluantes on distingue quatre types d'eaux usées:

I .2. 1. Eaux usées domestiques

Elles comprennent les eaux usées provenant des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques, etc. et en eaux "vannes". Ces dernières sont des rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées ou non et de germes fécaux [Belahmadi et Seddik ,2011].

I .2. 2. Eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir :

- des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- des hydrocarbures (raffineries) ;
- des métaux (traitements de surface, métallurgie) ;
- des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries) ;
- de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) ;

- des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

Dans notre mémoire nous avons basé sur le traitement des eaux mélange avec des hydrocarbures qui sont des composés organiques contenant exclusivement des atomes de carbones (C) et d'hydrogène (H).

I .2. 3. Eaux agricoles

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation)
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,..) [Grosclaude, 1999].

I .2. 4. Eaux pluviales

Les eaux ruissellement (Eaux pluviales, eaux de lavage de la voirie, eaux du lessivage des sols et des surfaces imperméables (parking, etc.), des stations de lavage se mélangent aux eaux résiduaires.

Les eaux ne pourront être rejetées dans le milieu naturel qu'après contrôle de leur qualité et si besoin après traitement approprié, les eaux pluviales doivent respecter certaines valeurs limites fixées et les règles liées au raccordement à une station d'épuration collective. Les réseaux de collecte des effluents doivent séparer les eaux pluviales et les diverses catégories d'eaux polluées [Mancer, 2010].

I-3.Impact de la pollution de l'eau sur l'homme et l'environnement

La pollution peut exercer des effets qui, différés dans le temps et dans l'espace induisent des nuisances sur la santé humaine, l'économie et les écosystèmes aquatiques :

I-3-1.Conséquences sanitaires

Les effets de la pollution des eaux sur la santé humaine diffèrent selon le mode de contamination qui peut être par ingestion ou par simple contact sans négliger les modes de

contamination intermédiaires, en particulier la consommation de produits alimentaires eux même contaminés par des eaux polluées

L'absorption d'un polluant par voie digestive peut générer :

- ✓ Des effets à courts termes dits aigus causés par une seule absorption ;
- ✓ Des effets à moyen terme engendrés par une absorption permanente pendant plusieurs mois;
- ✓ Des effets à long terme dits effets chroniques ou retardés causés par absorption tous au long d'une vie. Une moyenne de 70 ans étant habituellement retenue

I-3-2.Conséquences économiques

Les conséquences de la pollution des eaux sur l'économie peuvent prendre plusieurs aspects. Actuellement, nous constatons une certaine prise de conscience envers cette question, l'augmentation continue de la pollution des eaux risque de compromettre le développement des sociétés. Les effets néfastes de la pollution des ressources hydriques sont multiples sur le plan économique. On peut citer en particulier :

- ✓ La réduction du nombre de ressources d'eau potable utilisables et l'augmentation du coût des traitements de potabilisation ou celui du transport lorsqu'il faut avoir recours à des ressources lointaines;
- ✓ La dégradation des productions agricoles irriguées par des eaux de mauvaises qualités;
- ✓ La limite de développement des industries exigeantes en termes de qualité des eaux;
- ✓ La limite d'exploitation des milieux aquatiques;
- ✓ La dépréciation des sites.

I-3-3.Conséquences écologiques

Se voit à travers la dégradation des écosystèmes aquatiques lorsque les apports en polluants dépassent largement la capacité d'autoépuration du milieu. Les spécificités de ces milieux engendrent des déséquilibres particuliers. On peut citer entre autres :

- ✓ Présence de produits toxiques et de microorganismes dangereux
- ✓ Diminution de la teneur de l'oxygène dissous
- ✓ Modification physique du milieu

I-4. Procédés de traitements des eaux usées

Il y a Plusieurs établissements municipaux de traitement des eaux usées utilisent le niveau primaire et secondaire et quelques installations utilisent le traitement tertiaire.

Le type et l'ordre de traitement peuvent varier d'une usine de traitement à l'autre.

I-4-1. Prétraitements

Le prétraitement a pour objectif l'extraction des matières les plus grossières (brindilles, feuilles, tissus, ...) et des éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement. Il comprend :

1. Dégrillage

L'eau brute passe à travers des grilles composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement barreaux varie de 6 à 100 mm. La vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s. Le nettoyage de la grille est généralement mécanique. Il est réalisé par un râteau solidaire d'un chariot qui se déplace de bas en haut le long d'une crémaillère ou entraîné par deux câbles. Le fonctionnement du dispositif de nettoyage peut être commandé par une temporisation ou/et à partir d'un indicateur de perte de charge différentiel. Les matériaux de dégrillage constituent un produit gênant qui est composté ou évacué par camions [Gaïd ,1993].



Figure (I. 1) : Dégrilleur

2. 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 secondes à l'eau pour traverser le dessableur et éliminer 90% du sable qui ensuite récupéré par un râteau mécanique et poussé dans un conteneur d'évacuation [Mekhalif, 2009].

3. Déshuilage (dégraissage)

Le déshuilage (dégraissage) se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de natures très diverses et leurs quantités s'estime par la mesure des « matières extractibles par solvants ». La teneur des eaux usées en matières extractibles est de l'ordre de 30 à 75 mg/L. Néanmoins, certains rejets industriels (abattoirs, laiteries...) peuvent élever ces valeurs à 300-350 mg/L.

Les huiles et graisses, lorsqu'elles ne sont pas émulsionnées, sont séparées sous forme de boues flottantes dans des ouvrages comportant une zone d'aération où les bulles d'air augmentent la vitesse de montée des particules grasses et une zone de tranquillisation où s'effectue la récupération.

Le temps de séjour dans ce type d'ouvrage est de 5 à 12 min. Le débit d'air insufflé est de l'ordre de 0,2 m³ par mètre cube d'eau et par heure.

Le plus souvent, les fonctions de dessablage et de déshuilage sont combinées dans un même ouvrage qui met en œuvre les principes de fonctionnement cités précédemment. [Gaïd, 1993].

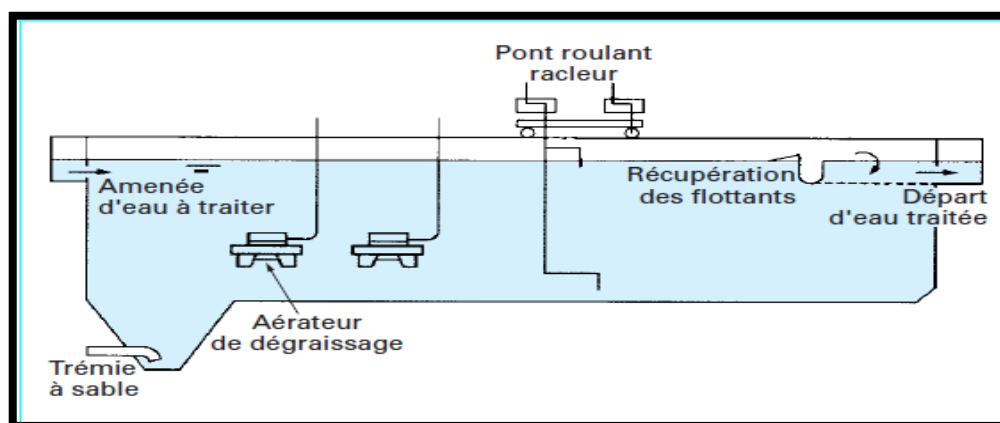


Figure (I.2) : Ouvrage de dessablage-déshuilage combinés

II-4-2. Traitements primaires

Le traitement "primaire" fait appel à des procédés physiques naturels, filtration et décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physicochimiques, tels que la coagulation- floculation.

Il s'agit le plus souvent d'une décantation qui permet d'éliminer les matières en suspension décantables en deux heures. L'utilisation de réactifs chimiques pour éliminer des particules plus fines constitue un traitement physico-chimique. Ce traitement permet donc essentiellement l'élimination de la pollution particulaire et d'une partie de la pollution organique sous forme particulaire (de l'ordre de 65 à 80% de la DCO avec un traitement physico-chimique) [Rejsek, 2002].

Les matières en suspension ont souvent une teneur en matière organique importante (de 70 à 90%) et une densité légèrement supérieure à celle de l'eau. Elles vont se décanter naturellement dans un décanteur primaire en 1 à 2 heures. L'eau ainsi clarifiée s'écoulera par débordement et les MES qui ont décanté au fond du bassin (boues primaires) seront extraites et envoyées vers les ouvrages de traitement des boues [Grosclaude , 1999].

L'élimination des MES peut également être réalisée par flottation naturelle (particule naturellement plus légère que l'eau) ou provoquée (l'injection de microbilles d'air qui se fixent sur les particules réduit leur densité apparente). Ce procédé appelé flottation est principalement utilisé dans le traitement des eaux résiduaires industrielles (élimination des MES sur les effluents hautement fermentescibles, ex : agroalimentaire), pour l'élimination

des graisses au niveau du prétraitement, ou encore pour la concentration des boues biologiques. [Grosclaude, 1999].

I-4-3. Traitements secondaires ou les traitements biologiques

Les procédés d'épuration par voie biologique sont communément utilisés en particulier pour le traitement des eaux résiduaires urbaines. Le traitement des contaminants repose sur l'utilisation de microorganismes qui dégradent les polluants organiques en composés moins toxiques ou les minéralisent en dioxyde de carbone, eau et sels inorganiques. Ces techniques peuvent être utilisées in situ ou ex-situ (à travers des bioréacteurs) sous des conditions aérobies ou anaérobies.

Le traitement in situ présente de nombreux avantages en termes de simplicité, de coût et d'efficacité. Au sein d'une station d'épuration, il est souvent utilisé en aval des procédés physiques.

Un bioréacteur est un système dans lequel la dégradation biologique des contaminants est effectuée ex-situ selon des paramètres (température, pH, aération, agitation) bien définis et contrôlés. Par ce procédé, il a été rapporté dans la littérature de nombreux cas réussis de traitement d'eau contaminée par divers polluants chimiques (perchlorates, bromates, hydrocarbonés chlorés ou encore des hydrocarbonés aromatiques polycycliques)

I-4-4. Traitements tertiaire

Appelés aussi les traitements complémentaires qui visent l'élimination de la pollution l'azotée et phosphatée ainsi que la pollution biologique des eaux usées domestiques, ayant déjà subi au préalable des traitements primaires et secondaires qui s'avèrent insuffisants pour arriver au bout de ces polluants. Pour cela les traitements tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires, afin de garantir une meilleure protection des milieux naturels récepteurs.

Les traitements tertiaires souvent considérés comme facultatif ou complémentaire permettent d'affiner ou d'améliorer le traitement secondaire. De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie. Les traitements tertiaires visent à améliorer la qualité générale de l'eau.

Leur utilisation s'impose lorsque la nature des milieux récepteurs recevant l'eau dépolluée l'exige. On y distingue généralement les opérations suivantes:

- la nitrification-dénitrification et déphosphatation.
- la désinfection bactériologique et virologique [Metahri , 2012].

I-4-5. Traitement physico-chimique

Il devient nécessaire de passer des méthodes physiques à des méthodes de destruction chimique des contaminants de l'eau. Ces méthodes vont toutes dans le sens d'une oxydation complète de la matière organique avec pour produit final le CO₂. Citons, entre autres, les méthodes d'oxydations purement chimiques, les procédés électrochimiques, ou les procédés photochimiques ; l'utilisation de la lumière pour le traitement de l'eau est généralement combinée avec différents oxydants. En effet, l'utilisation de l'irradiation dans l'ultra -violet (UV) seule n'est jusqu'à maintenant pas considérée comme un moyen d'oxydation, de même que, un oxydant utilisé seul ne produit qu'une décontamination partielle, donc nous combinons ces deux méthodes pour une dépollution totale ce qui est un procédé d'oxydation nouveau et intéressant parmi les procédés de traitement des eaux usées. On présente sur le tableau (1), la classification des principaux procédés d'oxydations avancées selon la phase de réaction (homogène ou hétérogène).

I-5. Normes de rejets

Les normes de rejets selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) et celle de l'Algérie respective pour les eaux usées sont données sur le tableau suivant :

Tableau (II.01) : Normes de rejet de l'OMS et celle de l'Algérie [Journal officiel de la république Algérienne, 2006].

Caractéristiques	Normes de l'OMS	Normes Algériennes
T (C°)	30-25	30
pH	9-6.9	8.5-5.5
DBO ₅ (mg/l)	30	40
DCO (mg/l)	90	120
MES (mg/l)	30	30
NTK (mg/l)	50	40
Phosphate (mg/l)	2	2
Huiles et graisses	20	20

I-6. Réutilisation des eaux usées traitées

La récupération et la réutilisation de l'eau usée traitée, s'est avérée être une option réaliste pour couvrir le déficit et les besoins croissants en eau dans les pays hydro sensibles. Les principales utilisations des eaux usées traitées dans le monde sont les suivantes :

- Utilisations urbaines : arrosage des espaces verts, lavage des rues, alimentation de plans d'eau, auxquelles on peut ajouter une utilisation périurbaine qui se développe comme l'arrosage des terrains de golfs ;
- Utilisations agricoles ; irrigation.
- Utilisation pour la lutte contre les incendies.
- Utilisations industrielles : cette réutilisation est importante en raison du recyclage fréquent des eaux de procédés qui est souvent justifiée par la réduction des consommations mais aussi par la récupération des sous-produits. Mais elle peut aussi concerner les eaux de refroidissement.
- Recharge des nappes, protection contre l'intrusion du biseau salé en bord de mer. [Metahri, 2012].

I-7. Paramètres d'analyses des eaux usées

Pour l'évaluation de la qualité de l'eau, plusieurs paramètres de classification ont été proposés, qui sont :

I-7-1. Paramètres physiques

1. Température

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau [Mekhalif, 2009].

2. Matières en Suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) sont exprimées en mg/l. Ce sont les matières non dissoutes contenues dans l'eau. Elles comportent à la fois des éléments minéraux et organiques. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus

dans les eaux usées, est associée aux (MES). Elles donnent également à l'eau une apparence trouble et, souvent, un mauvais goût et une mauvaise odeur. La MES d'une eau usée urbaine ne dépasse guère 200-300 mg/l.

La teneur des eaux usées en MES s'analyse par le biais de diverses mesures chimiques et biologiques. Les analyses les plus fréquentes sont la demande biochimique en oxygène (DBO) et la demande chimique en oxygène (DCO) [Belahmadi et Seddik, 2011].

I-7-2. Paramètres Organoleptiques

1. Couleur

Une eau pure observée sous une lumière transmise sur une profondeur de plusieurs mètres émet une couleur bleu clair car les longueurs d'ondes courtes sont peu absorbées alors que les grandes longueurs d'onde (rouge) sont absorbées très rapidement. [Rejesk, 2002].

La coloration d'une eau est dite vraie ou réelle lorsqu'elle est due aux seules substances en solution. Elle est dite apparente quand les substances en suspension y ajoutent leur propre coloration. [Rodier et al, 2005].

2. Turbidité

Selon **REJSEK (2002)**, la turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matières non dissoutes. Elle est causée, dans les eaux, par la présence de matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les limons, les grains de silice et les microorganismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence de matières colloïdales d'origine organique ou minérale. Les unités utilisées pour exprimer la turbidité proviennent de la normalisation ASTM (American Society for Testing Material) qui considère que les trois unités suivantes sont comparables :

Unité JTU (Jackson Turbidity Unit) = unité FTU (Formazine Turbidity Unit) = unité

NTU (Nephelometric Turbidity Unit).

I-7-3. Paramètres chimiques

1. pH

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

$$\text{pH} = \log 1/ [\text{H}^+]$$

2. Conductivité électrique

Le mesure de la conductivité électrique, est probablement l'une des plus simples et plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux résiduaires. Valeur inverse de la résistivité, paramètre très largement utilisé en hydrogéologie, la conductivité est fonction de la concentration en espèces ionisés, principalement de nature minérale. Elle est exprimée en Siemens/cm [Mouni , 2004].

3. L'oxygène dissous

L'oxygène représente environ 35 % des gaz dissous dans l'eau. Les teneurs en oxygène sont déterminées principalement par :

- la respiration des organismes aquatiques,
- l'oxydation et la dégradation des polluants,
- l'activité photosynthétique de la flore,
- les échanges avec l'atmosphère.

4. Demande Chimique en Oxygène DCO

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales). Elle est mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure II (complexant des chlorures), à chaud pendant 2h. [Mekhalif ,2009].

Contrairement à la DBO₅ où l'oxydation se fait lentement par l'activité des microorganismes, l'oxydation, pour la mesure de la DCO., est provoqué à l'aide d'un oxydant (bichromate de potassium) et des conditions données (ébullition, catalyseur, ...).

Alors que la DBO_5 ne mesure que la matière organique naturellement et rapidement dégradable, la DCO permet de mesurer la majeure partie de la matière organique biodégradable et peu dégradable. C'est pourquoi les valeurs de DCO sont nécessairement supérieures aux valeurs de DBO_5 .

Le rapport DCO- DBO_5 permet d'évaluer le caractère biodégradable de la matière organique.

5. Demande biochimique en oxygène DBO

La demande biochimique en oxygène d'un échantillon est la quantité d'oxygène consommée par les micro-organismes aérobies présents ou introduits dans cet échantillon pour réaliser la dégradation des composés biodégradables présents. Il s'agit donc d'une méthode d'évaluation de la fraction des composés organiques biodégradables, donc plus restrictive que les méthodes basées sur l'oxydation chimique et catalytique de toutes les matières organiques oxydables [Mouni, 2004].

Et la DBO_5 Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation des matières organiques, avec le concours des microorganismes, dans des conditions données et sur une période fixée à cinq jours.

6. Carbone organique total (COT)

La mesure du carbone organique total permet de donner une indication directe de la charge organique d'une eau. Les composés organiques sont d'une part les protéines, les lipides, les glucides et les substances humiques et d'autre part, les substances organiques carbonées élaborées ou utilisées par l'industrie chimique, pharmaceutique...etc.

7. L'azote (Z)

L'azote est présent dans les eaux usées sous les différentes formes chimiques suivantes : ion ammonium $N-NH_4^+$, ion nitrite $N-NO_2^-$ et ion nitrate $N-NO_3^-$.

$$\text{Azote global} = \text{Azote Kjeldahl} + \text{Nitrites} + \text{Nitrates.}$$

L'azote hydrolysable et l'azote ammoniacal constituent l'azote Kjeldahl NTK qui est la somme de $N_{org.} + N-NH_4^+$. Dans l'azote organique ($N_{org.}$) sont inclus ceux des amines, des amides, de l'urée, de l'acide uréique etc. [Metahri, 2012].

8. Nitrates (NO₃⁻)

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

9. nitrites (NO₂⁻)

Les nitrites NO₂⁻ ou azote nitreux, représentent une forme moins oxygénée et moins stable. C'est un passage entre les nitrates et l'ammonium, c'est une forme toxique. Les nitrites sont répandus dans le sol, les eaux et dans les plantes mais en quantités relativement faibles. [Aissaoui, 2013].

10. L'azote ammoniacal

Pour désigner l'azote ammoniacal, on utilise souvent le terme d'ammoniaque qui correspond aux formes ionisées (NH₄⁺) et non ionisées (NH₃) de cette forme d'azote.

L'ammoniaque constitue un des maillons du cycle de l'azote. Dans son état primitif.

L'ammoniac (NH₃) est un gaz soluble dans l'eau, mais, suivant les conditions de pH, il se transforme soit en un composé non combiné, soit sous forme ionisée (NH₄⁺). Les réactions réversibles avec l'eau sont fonction également de la température et sont les suivantes :



11. Phosphates

Les phosphates sont surtout dispersés sous forme de super phosphates (ortho phosphates solubles). La majorité du phosphore utilisé comme engrais chimiques est immobilisé dans les sols à cause de leur richesse en azote, en aluminium et en fer qui fixent ces éléments [Aissaoui, 2013].

12. Sulfate

La concentration en ion sulfate des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à

50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L) dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé. La teneur en sulfates des eaux doit être reliée aux éléments alcalins et alcalinoterreux de la minéralisation. Leur présence dans l'eau est généralement due à des rejets en provenance d'ateliers de blanchiment (laine, soie, etc.), d'usines de fabrication de cellulose (pâte à papier, etc.) et d'unités de déchloration.. [Rodier, 2005].

Chapitre II

*Présentation de SONATRACH et
HAOUD BERKAOUI*

II-1- Introduction

Le pétrole, comme le gaz naturel est un mélange de substance appelée hydrocarbures.

Ce dernier demeure la principale source d'énergie dans le monde et constitue parfois quasiment la seule ressource de nombreux pays en voie de développement, ce sont des matières incomparables, et pour être en mesure de les utiliser ; il faut passer par plusieurs étapes dont la production on est une, et cela après avoir prospecté et découvrir l'endroit où ils sont enfouies.

II. 2. Présentation de SONATRACH

SONATRACH est la compagnie nationale algérienne de recherche, d'exploitation, de transport par canalisation, de transformation et de commercialisation des hydrocarbures et de leurs dérivés. Elle a pour missions de valoriser de façon optimale les ressources nationales d'hydrocarbures et de créer des richesses au service du développement économique et social du pays et elle est présentée dans plusieurs projets avec différents partenaires en Afrique, en Amérique Latine et en Europe.

Elle intervient également dans d'autres secteurs tels que la génération électrique, les énergies nouvelles et renouvelables et le dessalement d'eau de mer. Elle exerce ses métiers en Algérie et partout dans le monde.

SONATRACH est la première entreprise du continent africain. Elle est classé 12^{ème} parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2^{ème} exportateur de GNL et de GPL et le 3^{ème} exportateur de gaz naturel, sa production globale (tous produit confondus) est de 230 millions de tep en 2006. Ses activités constituent environ 30% du PNB de l'Algérie. Elle emploie 120 000 personnes dans l'ensemble du groupe.

Aujourd'hui la SONATRACH ne conçoit pas de développement économique sans un développement durable.

II.2.1. Activités opérationnelles de SONATRACH

1. Activité Amont (AMT)

L'Activité Amont regroupe les opérations de recherche, d'exploitation et de production des gisements d'hydrocarbures. Ses missions sont principalement axées sur le

développement des gisements découverts, l'amélioration des taux de récupération des hydrocarbures et la mise à jour des réserves.

L'Activité Amont a réalisé un niveau de production des hydrocarbures de 232,3 millions de TEP tous produits confondus soit une augmentation de 4% par rapport à 2004.

Basant sur sa stratégie opérationnelle, l'Activité Amont s'appuie sur ses filiales telle que :

- ✓ ENAGEO : Entreprise Nationale de Géophysique ;
- ✓ ENTP : Entreprise Nationale de Services aux Puits ;
- ✓ ENAFOR : Entreprise Nationale de Forage ;
- ✓ ENGTP : Entreprise Nationale des Grands Travaux aux Puits ;
- ✓ GCB : Société Nationale de Génie Civil et Bâtiment ;
- ✓ ENSP : Entreprise Nationale de Services aux Puits ;
- ✓ SIPEX : Filiale internationale de l'Activité Amont.

L'Activité Amont a également mis l'accent sur l'internationalisation de ses opérations, comme la prise de position au Pérou, en vue d'atteindre un objectif de 120.000 Bbl/jour en 2010 à l'international.

2. Activité Transport par Canalisation (TRC)

SONATRACH dispose d'un réseau de canalisations d'une longueur globale d'environ 16.000 km et d'une capacité de transport de 326 millions de TEP, dont deux gazoducs continentaux, l'un vers l'Espagne via le Maroc (Pedro Duran Farel) et l'autre vers l'Italie via la Sicile (Enrico Mattei).

L'Activité Transport par Canalisations est en charge de l'acheminement des hydrocarbures pétrole brut, gaz et condensât vers les ports pétroliers, les zones de stockage et les pays d'exportations.

Ses missions sont de définir, réaliser, exploiter, maintenir et faire évoluer le réseau de canalisations, les installations de pompage et de stockage pour répondre aux besoins de SONATRACH dans les meilleures conditions d'économie, de qualité, de sécurité et de respect de l'environnement.

Basant sur sa stratégie opérationnelle et pour la gestion de son réseau de canalisation, l'Activité Transport par Canalisations s'appuie sur ses filiales telles que:

- ✓ **ENAC** : Entreprise Nationale de Canalisations ;
- ✓ **SIPCO, TMPC, TGP, MED GAZ.**

3. Activité Aval (AVL)

L'Aval a en charge l'élaboration et la mise en œuvre des politiques de développement et d'exploration

De l'amont pétrolier et gazier. Elle a pour missions principale est l'exploitation des Installations existantes :

- ❖ **Liquéfaction du Gaz Naturel** : quatre complexes de liquéfaction du gaz naturel, trois à Arzew (GL1Z, GL2Z et GL4Z) et un à Skikda (GL1K) ;
- ❖ **Séparation et Stockage du GPL** : deux complexes de séparation du GPL, un à Arzew (GP1Z) et l'autre à Béthioua (GP2Z) ;
- ❖ **Raffinage** : quatre raffineries appartenant à la filiale Naftec (Société Nationale de Raffinage) : une à Skikda (RA1K), à Alger (RA1G), à Arzew (RA1Z), une à Hassi Messaoud (RHM) et celle d'Adrar qui rentrera bientôt en production ;
- ❖ **Pétrochimie** : deux complexes pétrochimiques l'un à Arzew (CP1K) et l'autre à Skikda (CP1Z) appartenant à la filiale ENIP (Société Nationale de Pétrochimie);
- ❖ **Gaz Industriels (Hélium et Azote)**: une unité d'extraction d'Hélium à Arzew (Helios) ;
- ❖ **Services** : deux filiales de maintenances et de gestion des zones industrielles Somiz et Somic ;
- ❖ **Génération Electrique et le Dessalement d'Eau de Mer** : par sa filiale AEC (Algerian Energy Company) ;
- ❖ **Energie Renouvelable** : le développement des énergies renouvelables par sa filiale NEAL (New Energy Algeria).

4. Activité Commercialisation (COM)

L'Activité Commercialisation est l'activité fondamentale de la Sonatrach son rôle principal est le management des opérations de ventes et de shipping en s'appuyant sur ses filiales comme :

- **COGIZ** : Société de Conditionnement et de Commercialisation des gaz industriels ;

- **NAFTAL** : Société Nationale de commercialisation et de distribution de produits pétroliers ;
- **HYPROC SC**: Hyproc Shipping Company.

L'Activité Commercialisation s'appuie aussi sur ses filiales localisées en Europe, en Asie et dans plusieurs pays dans le monde comme : SONATRACH Petroleum Corporation (SPC), SONATRADING Amsterdam, SONACEP (SONATRACH et Cepsa), MED LNG, SP Asia, ISGL, SPMC, SGTC, SGCC et SPOTC.

II. 3. Présentations de la direction régionale de Haoud Berkaoui (HBK)

II. 3. 1. Situation géographique de la région

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

A ce jour, 118 puits sont en exploitation, répartis sur l'ensemble des champs, dont 68 puits en gaz lift, et 29 éruptifs. Puits injecteurs l'eau : 21 puits. La production cumulée depuis l'origine est de 86 millions de m³, pour des réservoirs globaux en place de 472 millions de m³. Toutes les quantités d'huiles et de gaz récupérés sont acheminées vers les différents centres de production de la région. Il existe 3 centres principaux de production situés à Haoud Berkaoui, Benkahla et Guellala. [Merzougue, 2015].

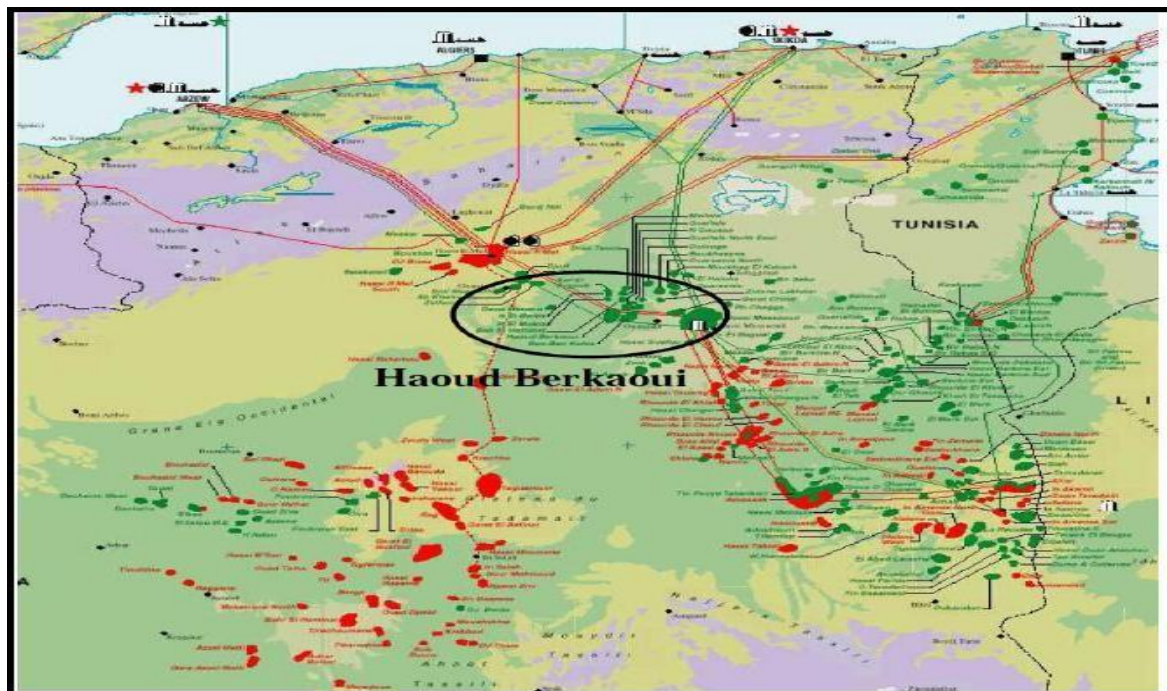


Figure (II.1) : Situation géographique de HAOUD Berkaoui.

II. 3. 2. Développement de la région

En l'espace de 39ans, la région a connu des changements très importants au fur et à mesure de son développement dont voici les dates les plus importantes :

1963 : Découverte du champ Ouargla.

1965 : Découverte du champ HAOUD BERKAOUI (HBK). **1966** : Découverte du champ BENKAHLA (BKH).

1967 : mise en production d'un centre de traitement d'huile à Berkaoui, composé de deux bactéries de séparation, trois bacs de stockage et de deux motos pompage diesel, pour l'expédition par la mise en production du premier puits.

1969 : Découverte du champ de GUELLELA (GLA).

1970 : Extension du centre de BERKAOUI pour recevoir la production de (BKH). **1971** : Mise en service du centre de (BKH).

1972 : Découverte du champ de (GLA) nord-est.

1976 : mise en service du centre de production de (GLA).

1978 : Mise en service du centre de production GLANE et la création de la région de

(HBK).

1980 : Mise en service du centre de traitement de DRT.

1981 : Démarrage de l'injection d'eau à BERKAOUI et BENKAHLA. 1984 : Extension du centre de GLANE.

1996 : Mise en service de la nouvelle unité de dessalage au centre de HBK. 1999 : Découverte de champ de BENKAHLA EST (BKHE).

2001 : Mise en service d'une station de traitement des eaux domestique.

2007: Début du traitement des bourbiers issus des forages et des centres de production par inertage et solidification des cuttings.

2007 : installation du système de contrôle à distance (DCS) des trois centres HBK, BKH et GLA.

2008: Mise en service d'un centre d'enfouissement technique (CET) pour le traitement des déchets ménagers.

2010 : Démarrage du projet de récupération des gaz associé (RGA) [Hadjadj-Aoul et Kebir, 2014].

2016 : démarrage des travaux de maintenance pour les trois stations déshuilages HBK, GLA, BKH.

II. 3.3. Principaux champs et les centres de production

- **Champ de HBK**

Sur une superficie de 175 Km², ce champ est découvert en 1965, et mis en production. En Janvier 1967, le centre de production de HBK se compose de :

- Une unité de séparation d'huile avec une capacité de 8000 m³/jour.
- Une unité de stockage d'une capacité de 13000 m³/jour.
- Une unité de boosting gaz d'un million de m³/jour.
- Les unités de boosting gaz basse pression (BP), l'unité de gaz (U.T.G) à GUELLELA Le gaz (HP, MP, BP) est récupérée à partir des lignes des torches existantes.

- Unité de station d'injection d'eau à raison de 6000 m³/jour.
- Unité de station de déshuilage.

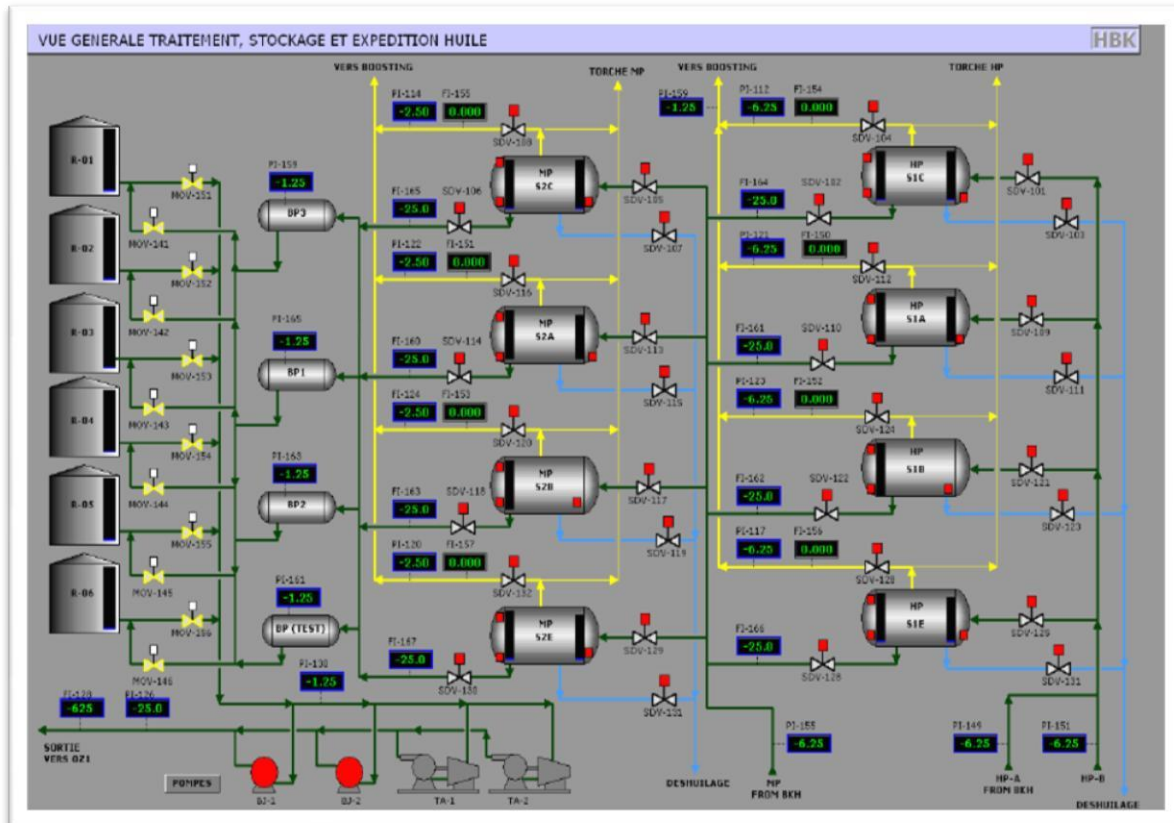


Figure (II.2) : Unité de traitement, stockage et expédition d’huile CP/HBK

• **Champ de BKH**

Découvert en 1966, et s'étend sur une superficie de 72 Km². Il a été mis en production en 1967 et il se compose de :

- Unité de séparation d'huile de 5000 m³/jour.
- Unité de station gaz de 0,59 million m³/jour.
- Unité sa station de huilage.
- Unité injection d'eau

Unité expédition (toute la production d'huile de BKH est expédiée vers le centre de production de HBK).

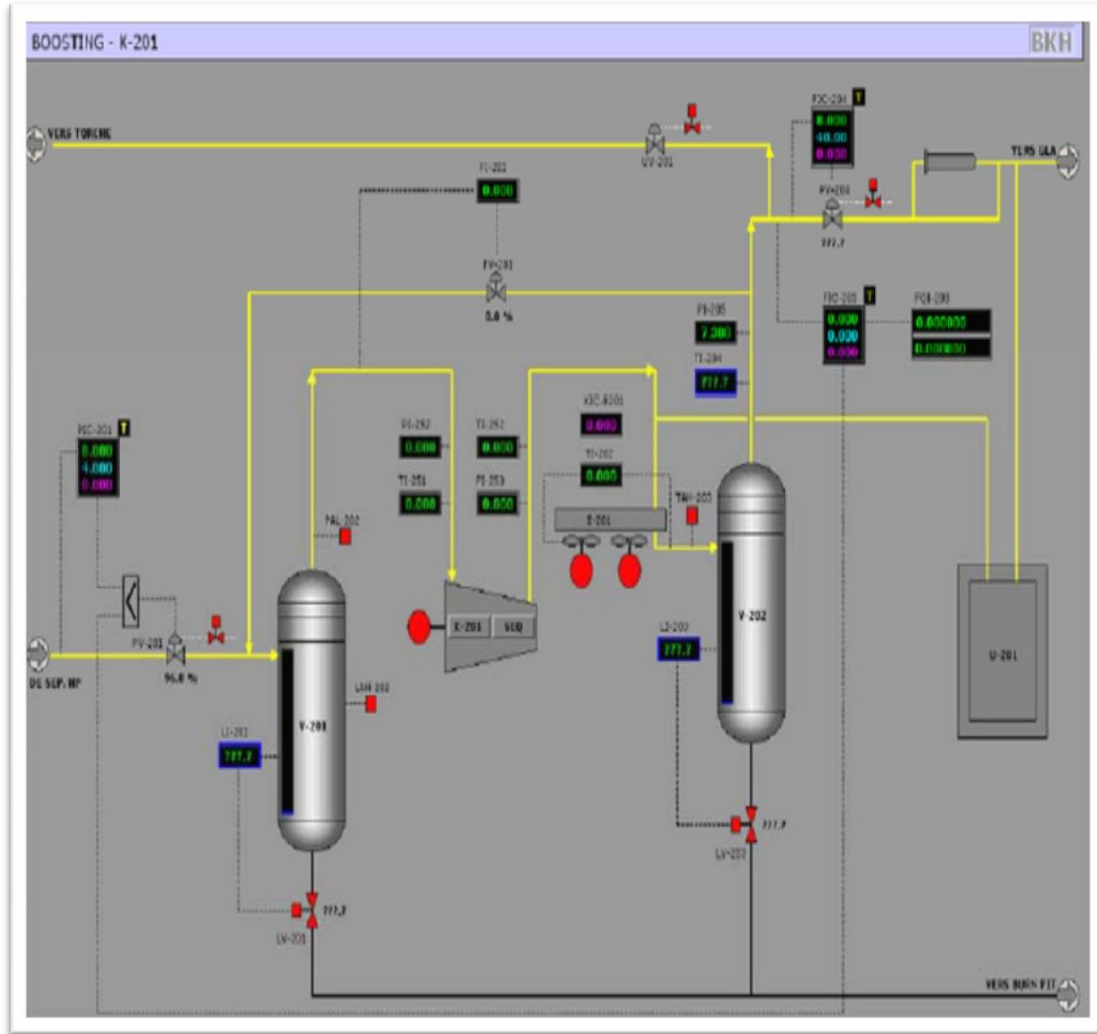


Figure (II.3): Boosting de CP/BKH- K201

- **Champ de GLA**

Découvert en 1969, le champ de GLA s'étend sur une superficie de 35 Km² et se compose de:

- Unité de séparation d'huile d'une capacité de 5000 m³/jour.
- Unité de stockage de 15000 m³/jour.
- Unité de boosting gaz de 762000 m³/jour.

Cette station est également dotée d'une unité de traitement de gaz d'environ 2,4 million m³/jour, sa capacité de récupération est estimée à 500 tonne/jour pour le GPL et 90 tonne/jour pour le condensa.

Cette unité de traitement contient une station de compression de gaz à 75 bars d'une capacité de 1,66 million m³/jour dont 65000 m³/jour sont comprimés à 140 bars pour les gaz lift des

puits de la région, les volumes restants étant expédiés vers HASSI R'MEL auquel s'ajoutent 429000 tonne de GPL [Merzougue, 2015].

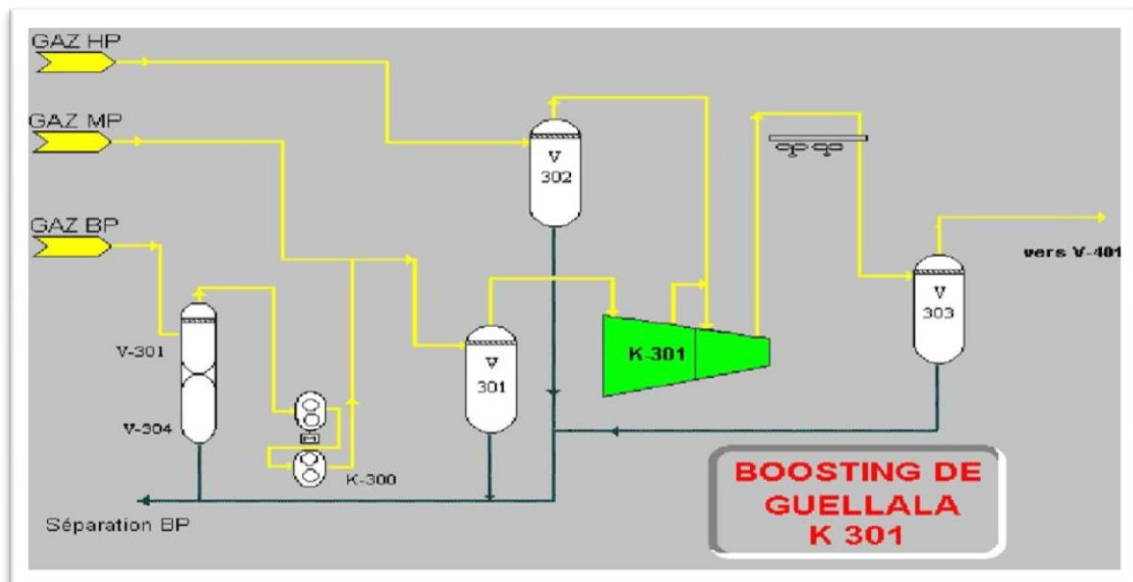
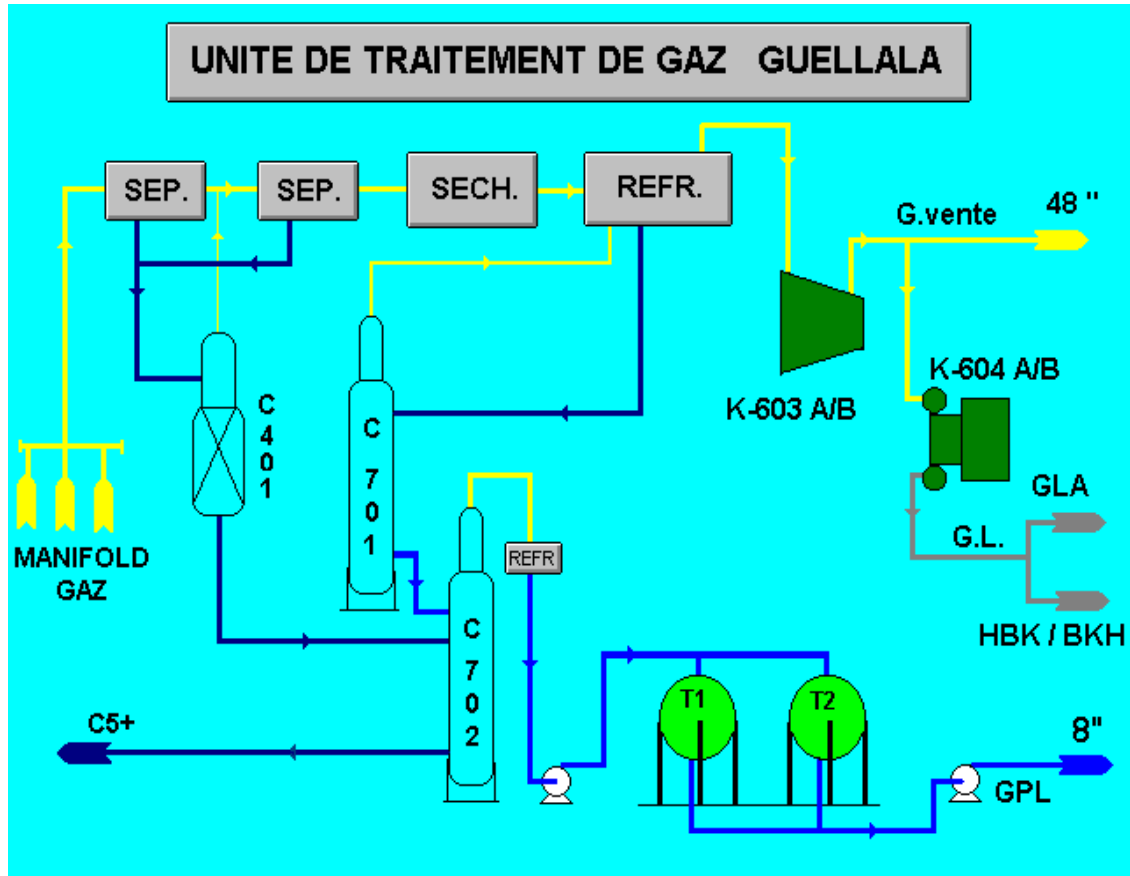


Figure (II.4) : Boosting de Guellala K301

II . 3.4 Organigramme de la direction régionale HBK

La direction régionale HBK se compose de 09 divisions et chaque division comporte plusieurs services. La figure (I-5)), présente l'organigramme de la direction régionale HBK.

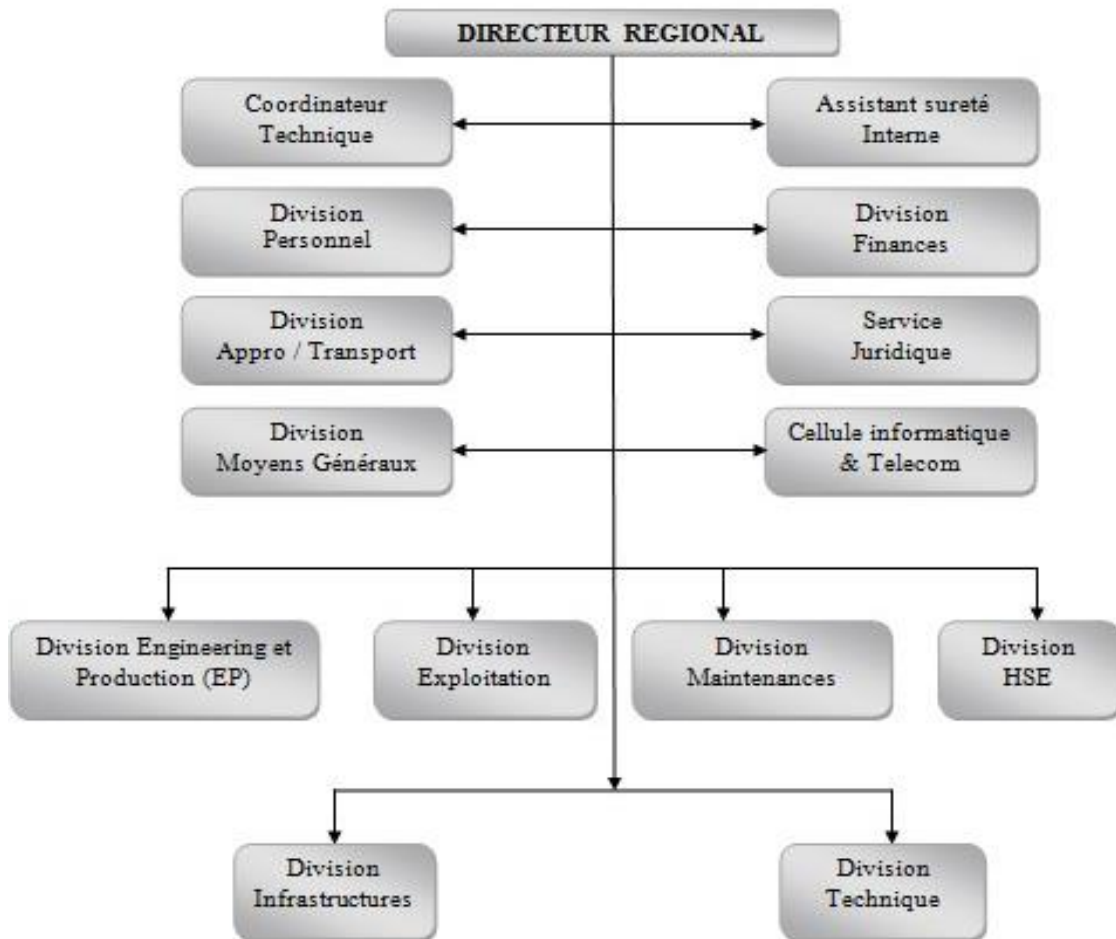


Figure (II.5) : Schéma descriptif de l'organigramme de la direction régionale HBK.

❖ **Division Approvisionnement Et Transport (AT)**

Elle comprend cinq services:

- Service Gestion Stock.
- Service Matériel.
- Service Achat.
- Service Maintenance Véhicules.
- Service transport.

❖ **Division Engineering Et Production(EP)**

Elle comprend quatre services:

- Service Géologie.
- Service Technique puits.
- Service Essais Et Mesures.
- Service Intervention.

❖ **Division Finance (FIN)**

Elle comprend quatre services:

- Service comptabilité Générale.
- Service Trésorerie.
- Service Comptabilité analytique.
- Service juridique.

❖ **Division Intendance(INT)**

Elle comprend trois services:

- Service Restauration
- Service Hébergement.
- Service Plantation.

❖ **Division Maintenance (MNT)**

Elle comprend cinq services:

- Service Instrumentation.
- Service Méthode Planification.
- Service Mécanique.
- Service Electricité.
- Service Telecom.

❖ **Division technique**

Elle comprend trois services:

- Service inspection.
- Service travaux neufs.
- Service engineering et projet.

❖ **Division infrastructures**

Elle comprend trois services:

- Service électromécanique.
- Service génie civil.
- Service entretien.

❖ **Division Sécurité(SEC)**

Elle comprend trois services:

- Service Prévention.
- Service Intervention.
- Service Environnement.

❖ **Division Personnel**

Elle comprend trois services:

- Service Gestion paie.
- Service Planification.
- Service Administration.

❖ **Division Exploitation(EXP)**

Elle comprend trois services:

- Service Exploitation GLA.
- Service Exploitation HBK.
- Service Etudes etprogrammations.
- Service Traitement Corrosion.

II. 4. Protection de l'environnement à Haoud Berkaoui

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

Les trois stations d'une capacité de traitement (4800 m³/j) sont en service depuis septembre 2000. Le projet consiste à récupérer toutes les eaux huileuses de rejets industriels des champs précités et de les traiter de manière à ramener le taux d'hydrocarbures à un niveau inférieur à 5 mg /l et les MES inférieures à 20 mg/l.

La capacité de traitement de la station de Haoud Berkaoui est de 100 m³/h.



Figure (II.6) : Station de déshuilage du champ de Haoud Berkaoui

II. 5. Schéma technologique de la station de déshuilage

Le schéma technologique du procédé de traitement des eaux au niveau de la station de déshuilage est présenté dans la figure II.7ci- après.

Un ballon de flash (40 m³/h de capacité) est placé en amont de la station de déshuilage en vue de séparer les huiles et les gaz.

Les gaz sont envoyés vers la torche tandis que les effluents collectés au fond du ballon de flash sont acheminés vers le bac tampon S-101 (500 m³/h de capacité).

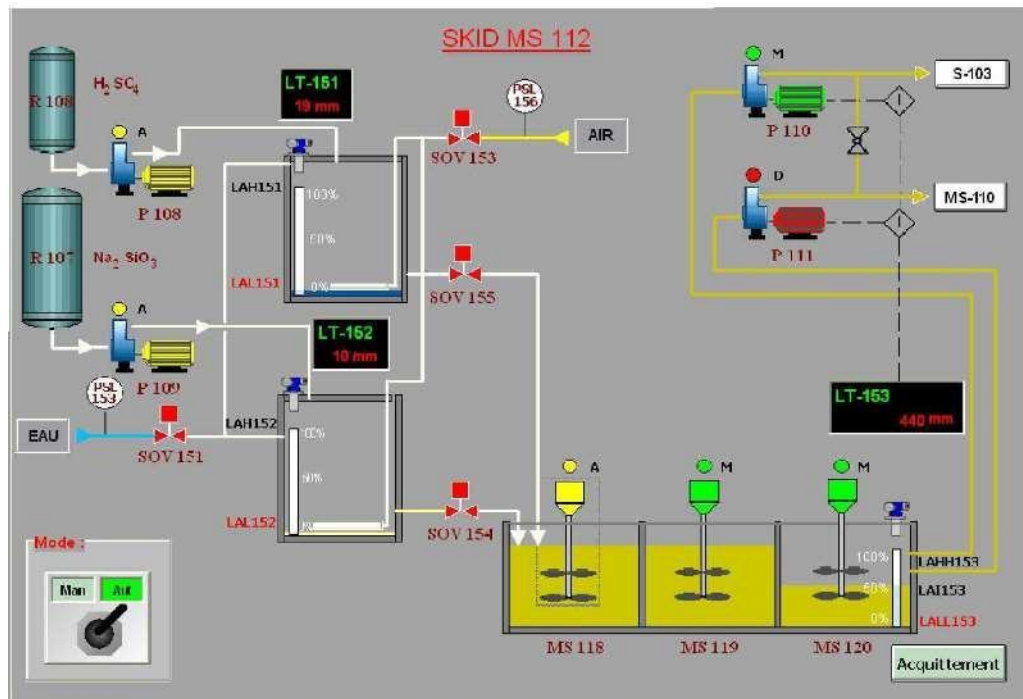
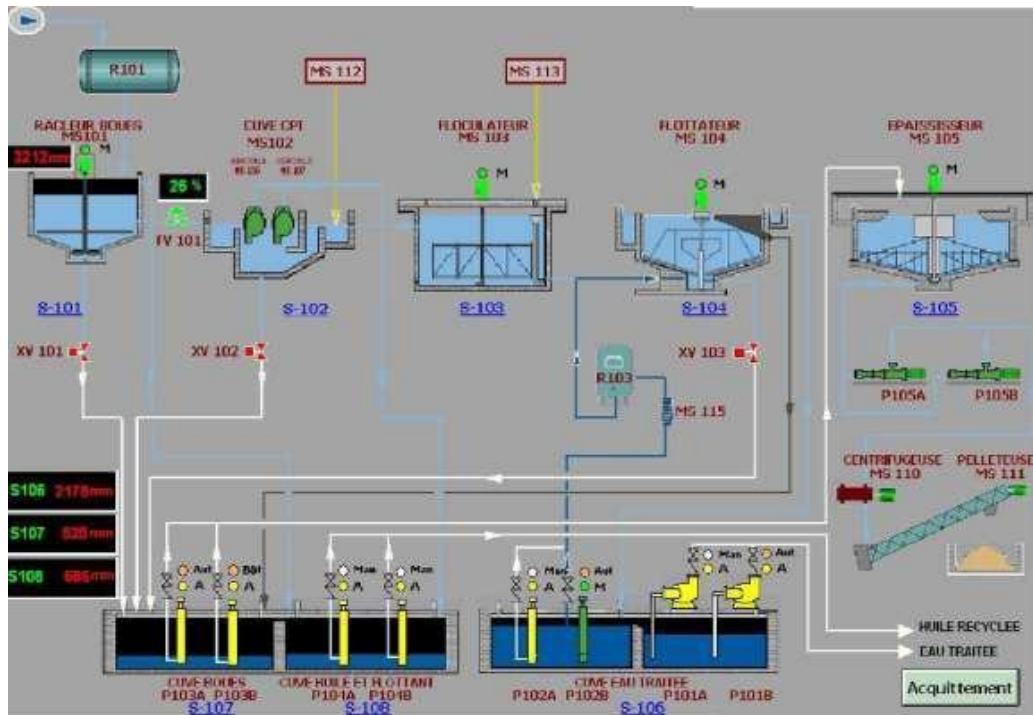


Figure (II.7) : Procédé de traitement de la station de déshuilage du champ de H.B.K.

Au niveau du bac tampon **S-101**, l'huile flottant est récupérée par un système écrème puis envoyée vers la cuve d'huile **S-108** alors que les matières en suspension sont rassemblés au fond du bassin comme couche de sédiments formant des boues. Ces dernières sont assemblées par un racleur **MS-101** et envoyer vers une cuve à boues **S-107** à travers une vanne automatique **XV-101**.

Les effluents sortants du bac tampon sont canalisés vers la cuve **C.P.IMS-102**(30 m³/h de capacité) ou l'huile surnageant est envoyée par un déshuileur à disques rotatifs **MS-106** et **MS-107** vers la cuve d'huile **S-108**, la boue est évacuée à travers la vanne automatique **XV-102** vers la cuve à boues **S-107** et l'eau chargée en MES est canalisées vers la cuve de floculation **S-103** pour un éventuelle traitement qui consiste en l'ajout d'un coagulant à l'entrée et d'un floculant à la sortie. Ces deux agents chimiques sont fournis par des unités de dosage chimique **MS-112** et **MS-113**.

L'eau qui arrive par gravité à la cuve de flottation **S-104** se mélange à l'eau saturée en air. Les floccs raclés à la surface de l'eau ainsi que la boue formée sont acheminés également vers la cuve à boues tandis que l'eau traitée est envoyée vers une cuve d'eau traitée **S-106**.

La cuve d'eau est constituée de deux compartiments, comportant chacun deux pompes. Les **P-101A/B** refoulant l'eau traitée vers l'extérieur à 60 m³/h et 15 bars alors que les **P-102A/B** recyclent une partie de l'eau traitée vers un ballon de saturation à air **R-103** pour un éventuelle mélange avec le fluide sortant de la cuve de floculation **S-103**.

Les boues rassemblées dans la cuve **S-107** sont pompées par les pompes **P-103A/B** à 10 m³/h et 1,5 bar vers un épaisseur de boue **S-105** dans laquelle le racleur **MS-105** assure l'homogénéité de la concentration des boues à envoyer par les pompes **P-105A/B** à 6 m³/h et 2,5 bars vers la centrifugeuse **MS-110** pour une déshydratation puis à l'extérieur du hangar **H-101** ou elles sont enlevées par une pelle mécanique et enterrées dans des tranchées imperméables **S-111 A/B/C**.

II.6. Techniques de traitement des eaux au niveau de la station

II. 6.1. Coagulation

Les particules colloïdales en solution sont naturellement chargées négativement.

Ainsi, elles tendent à se repousser mutuellement et restent en suspension. On dit qu'il y a stabilisation des particules dans la solution. La coagulation consiste en la déstabilisation des particules en suspension par la neutralisation de leurs charges négatives. On utilise, pour ce faire, des réactifs chimiques (minéraux ou organiques) nommés coagulants [Hernandez, 2006]. Les principaux facteurs influençant le processus de coagulation sont :

- **Le pH** : ce paramètre influe considérablement sur le processus de coagulation. En effet pour chaque eau, il existe une gamme de pH pour laquelle la coagulation a lieu rapidement. Cette gamme dépend de :

- La nature du coagulant utilisé.
- La concentration du coagulant.
- La composition de l'eau à traiter.

Lorsque la coagulation se produit hors de cette gamme optimale, il faut augmenter la quantité du coagulant.

- **Les Sels dissous** : les sels contenus dans une eau influent sur la coagulation car ils provoquent :

- Une modification de la gamme de pH optimal.
- Une modification de la quantité de coagulant.
- Une modification du temps requis pour la floculation.

- **L'agitation** : le mélange des coagulants se fait en deux étapes à savoir:

- Un mélange rapide de courte durée (60 s au maximum) en vue de disperser les produits dans la totalité du volume d'eau à traiter.
- Un mélange lent (30 à 60 min) pour favoriser le contact entre les particules déstabilisées.
- Un mélange inadéquat entraîne éventuellement un accroissement de la quantité de coagulants. [Chaich, 2012].

II. 6.2.Floculation

La floculation a pour but l'augmentation de la possibilité de contact entre les particules déstabilisées par coagulation afin de former des floes. Cette opération est assurée par des flocculants qui sont, dans leur grande majorité, des polymères à haut poids

moléculaire possédant des groupes réactifs de charge inverse à celle de la suspension à traiter [Hernandez, 2006].

II. 6.3.Décantation

Cette méthode fondée sur le phénomène de sédimentation vise la séparation des particules en suspension dans un liquide, par dépôt sous l'action de leurs poids (décantation gravimétrique) ou per force centrifugeuse (décantation centrifuge). Le phénomène de sédimentation peut se manifester différemment selon la concentration de la suspension, les caractéristiques propres des particules et les interactions possibles entre elles [Chaich, 2012].

Partie II

Etude expérimentale

Chapitre III

Matériels et méthodes

III.1. Appareillage

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

III-1-1-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 38, 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

- Prendre 100 ml de l'échantillon d'eau à analyser dans une burette et le transvaser dans l'ampoule à décantation.
- Rincer la burette par 250 ml d'eau distillée (par portions 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 38 dans l'ampoule de décantation.
2. Fermer et agiter l'ampoule énergétiquement pendant 2 minutes.
3. Laisser un temps de séparation de 10minutes.
4. Placer un coton dans le robinet de décantation de l'ampoule et l'ouvrir doucement pour séparer la phase solvant dans un récipient



Figure (III. 1): Extraction des HC

c - Mesure de la concentration des hydrocarbures extraits (par le spectrophotomètre DR2000)

- 1- Choisir la méthode 410 et régler la longueur d'ondes à 450 nm.
- 2- Utiliser des cellules de mesures lavées et sèches. Remplir une cellule de 25 ml de Solvant 38. Insérer la cellule dans le DR2000 (figure ()) 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 hydrocarbures (en ppm) est égale à :

La valeur indiquée par le spectrophotomètre * 3.5

Tableau III. 1 : Matériels et les réactifs utilisés pour mesuré la teneur des hydrocarbures

Matériels utilisés	Réactifs
Spectrophomètre DR2000. UV- Visible Flacons d'échantillonnage. Une ampoule à décanter de 500ml. Une éprouvette de 50 ml. Becher de 250 ml. Becher de 100 ml.	Solvant 38 Eau distillée



Figure (III-2) : Spectrophotomètre-DR2000

III-1-2- Détermination de la Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) est la mesure de la quantité de dioxygène O_2 provenant de la réduction du dichromate de potassium, nécessaire pour oxyder les matières oxydables. Ces dernières étant en très grande majorité des matières organiques biodégradables ou non.

La DCO est utilisée comme mesure de polluants. Elle est mesurée à la fois dans les influents et les effluents. L'efficacité du processus de traitement est généralement exprimée en termes d'élimination de DCO, mesurée en pourcentage de la matière organique purifiée pendant le cycle.

Tableau III.2 : Matériels et réactifs utilisés pour mesuré la DCO

Matériel	Réactif
Réacteur (HACH-DRB 200) (HACH -DR 900)	Tube DCO (0-15000ppm)

La détermination de la DCO est effectuée par la méthode suivante.

Les tubes à essai pré dosés Hanna permettent de réaliser des mesures de DCO sans effort en seulement 3 étapes très simples:

- 1- Remplir le tube pré dosé avec l'échantillon et replacer le bouchon.



Figure (III-3) : Tube DCO

- 2- Placer le tube dans le réacteur et programmer la minuterie.

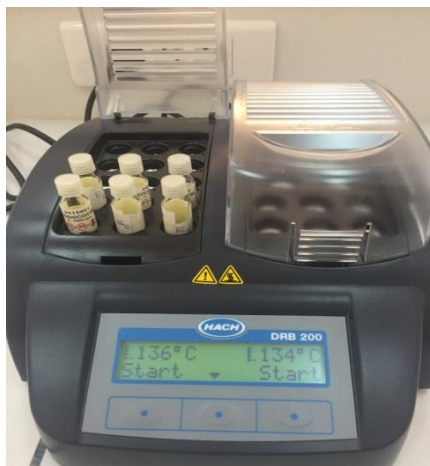


Figure (III-4) : Réacteur (HACH-DRB 200)

- 3- Placer le tube dans le photomètre HACH -DR 900 et lire le résultat sur l'afficheur.



Figure (III-5) : photomètre HACH -DR 900

III-1-3- Détermination de la turbidité

Le turbidimètre que nous avons utilisé est de type (HACH 21000 AN IS TURBIDIMETER). Nous avons réalisé les mesures dans des cellules spéciales.

- ✓ On remplit la cellule à la ligne (environ 15 ml).
- ✓ On essuie la cellule avec le morceau de tissu pour enlever les traces d'eau et les empreintes.
- ✓ On presse le bouton I/O pour allumer le turbidimètre et placer la cellule.
- ✓ On presse le bouton « READ »

- ✓ La turbidité est exprimée en NTU, lire la valeur après l'extinction du symbole de la lampe



Figure (III-6) : Turbidité-mètre

III-1-4-Détermination de la quantité des matières en suspension dans l'eau

a- Principe

La méthode consiste la détermination de la quantité des matières en suspension solide contenant dans l'eau avant et après traitement.

b-Mode opératoire

- Sécher convenablement les filtres à l'aide d'une étuve à 105°C pendant 10 à 15 min.
- Peser les filtres à l'aide d'une balance analytique, éviter soigneusement de contaminer le filtre par des poussières, en utilisant un dessiccateur.
- Placer les filtres dans l'entonnoir du système de filtration et le connecter à un dispositif d'aspiration sous vide (sous pression)
- Agiter vigoureusement le flacon et transférer un volume déterminé de l'échantillon dans une éprouvette graduée (1 L).
- Filtrer l'échantillon.
- Rincer l'éprouvette avec l'eau distillé, on utilise cette portion pour laver le filtre et le système de filtration, si l'eau est très chargée.

- Libérer le dispositif sous vide lorsque le filtre est pratiquement sec et on le retire avec précaution de l'entonnoir à l'aide d'une pince.
- Placer le filtre sur un verre de montre et, sécher dans l'étuve pendant une heure de temps à 105 °C.
- Après le séchage, retirer le filtre de l'étuve et peser.
- Calculer la quantité des matières en suspension selon la formule suivante :

$$X = \frac{m - m_0}{v} \text{ (mg/l)}$$

X : la quantité des MES en mg/l.

m : masse de filtre après filtration en mg.

m₀ : masse de filtre avant filtration en mg.

V : volume de l'échantillon filtré.

Tableau III.3 : Matériels et les réactifs utilisés pour mesuré les MES

Matériels utilisées	Réactifs
<ul style="list-style-type: none"> • Equipement de filtration sous vide • Balance de précision. • Etuve. • Filtre en fibre de verre 74 mm (degré de filtration 25 µm). 	<p>Ce protocole de détermination n'utilise pas de réactifs.</p>



Figure (III-7) : Étuve



Figure (III-8) : Dessiccateur



Figure (III-9) : Equipement de filtration sous vide

III-1-5-Détermination du pH

Après étalonnage du pH-mètre de marque Hanna, l'électrode de mesure est plongée dans un bêcher contenant un volume de 20 à 30 ml d'eau utilisée et on note le pH.



Figure (III-10) : pH-mètre utilisée.

III-2-Techniques de traitement des eaux (coagulation, floculation et décantation)

- **Préparation de silice activée**

C'est la préparation avec une deux solutions :

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



Figure (III-11) : Préparation de silice activée

- **Déroulement de l'expérience**

- ✓ Remplir les 6 béchers de la floculation avec 500 ml d'eau prélevée de station HBK
- ✓ Régler la vitesse d'agitation à 80 tr/mn pendant 15 minutes
- ✓ Ajouter des doses croissantes (2ml, 4ml, 6ml, 8ml, 10ml, 12ml) de silice activée
- ✓ Réduire la vitesse d'agitation à 30tr/mn pendant 10 minutes,
- ✓ Ajouter 2 ml de kurifix;
- ✓ Mesurer les paramètres suivants : pH, MES, turbidité et hydrocarbures.

Chapitre IV

Résultats et interprétations

IV-1- Analyses avant traitement

Les analyses des échantillons pour déterminer le pH, les matières en suspension (MES), la DCO et la teneur en hydrocarbure (HC) sont journalières. Les données enregistrées sur le tableau ci-dessous (Tableau IV-1)

Tableau (IV.1) : Caractéristiques des eaux usées à l’entrée de la station HBK

Paramètres	Entrée de station HBK
pH	6.32
Turbidité (NTU)	461
HC (ppm)	164
MES (mg/l)	190
DCO	1020

Les résultats obtenues sont variables et dépendent des conditions d’exploitations des puits et des unités de traitements des hydrocarbures à s’avoir

- ✓ Matières en suspensions (MES) : dépendent de la quantité et de la qualité des eaux huileuses à traiter (puits, séparateurs, bac de stockage,... etc)
- ✓ Hydrocarbures (HC) : dépendent de la fiabilité du process.
- ✓ pH : selon la maîtrise du procédé de traitement.

IV-2- Analyses après traitement

Les résultats représentés sur la figure (IV.1) ; montrent que :

- ✓ Les béchers de 2 ml et 4 ml de silice activée ne donne aucun résultat : pas de formation de coagulation à faible dose.
- ✓ Les béchers de 6ml jusqu’à 12ml, on a une formation de coagulation remarquable.
- ✓ La dose de la silice activée est proportionnelle avec la formation des coagulants.
- ✓ Le bécher de 12ml montre qu’on est en sur dose.

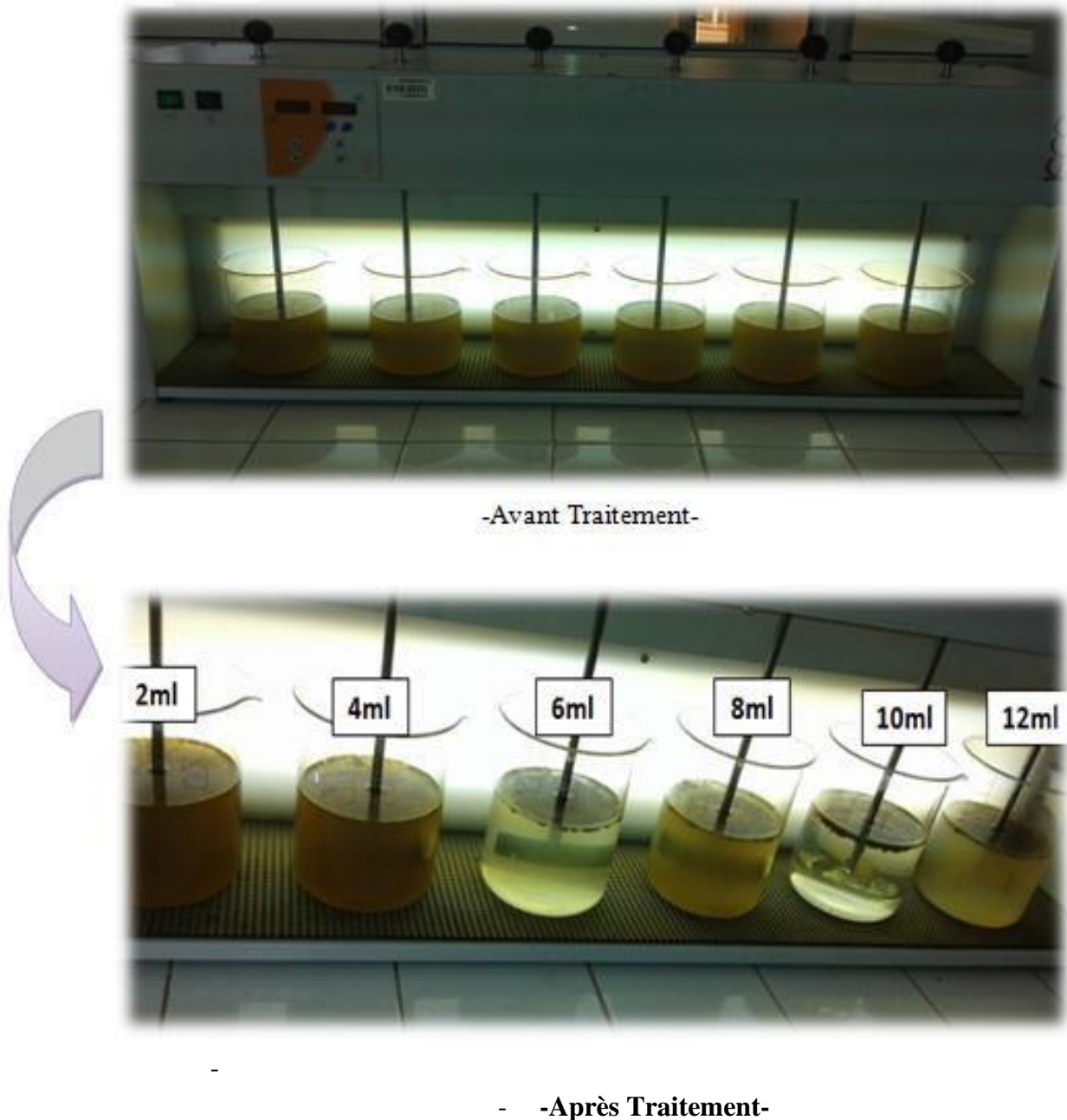


Figure (IV-1) : Les échantillons avant et après le traitement

La dose optimale de la silice activée préparée est celle de 10 ml dans 500 ml d'eau elle permet de donner :

- Une réduction de MES de 190 mg/l à 19.2 mg/l.
- Une réduction de la turbidité de 461 NTU à 29 NTU.
- Une réduction de la teneur HC de 164.5 ppm à 4 ppm.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau (IV.2) :

Tableau 3.4. Caractéristiques des eaux après traitement (dose optimale 10ml)

Echantillon	PH	HC (ppm)	MES (mg/l)	DCO	Turbidité (NTU)
Entrée station	6.32	164	190	1020	461
Après traitement	6.02	4	19.2	159	29
Norme	(6.0 -7.5)	≤5	≤20	120	

Les effluents industriels sont multiples et complexes, les normes de rejets, de plus en plus strictes et la réduction des empreintes environnementales, est devenue une priorité pour SONATRACH.

Pour se mettre en conformité par rapport à la législation et aux réglementations environnementales, SONATRACH optimise continuellement ses procédés de traitement des effluents en vue d'une valorisation environnementale maximale (extraction liquide-liquide et valorisation de produits). Ses installations sont dimensionnées sur mesure et les procédés, validés pour toutes les unités de production.

Conclusions Générale

Conclusion générale

La pollution de l'environnement est l'un des problèmes majeurs et urgents de ce temps, cette pollution est liée principalement aux rejets industriels. L'industrie des hydrocarbures un secteur très important et la pollution générée par ces différents activistes constitue une menace permanente de dégradation de l'environnement.

Les caractéristiques des eaux usées industrielles peuvent varier selon leur origine. Le traitement des rejets industriels est devenu un impératif pour nos sociétés modernes. En fait le développement des activités humaines s'accompagne inévitablement d'une production croissante des rejets polluants.

D'après les analyses que nous avons effectuées sur les rejets liquides à l'entrée et à la sortie de la station de déshuilage, nous avons remarqué que les résultats obtenus correspondent généralement aux normes adoptées par la réglementation Algérienne.

- Les pH des eaux rejetées par la station sont dans les normes car selon la réglementation ce dernier;
- ainsi que les analyses des eaux rejetées montrent que ces eaux sont chargées en hydrocarbures à l'entrée par contre à la sortie sont dans la norme ;
- Il est remarquable que les valeurs de la matière en suspension à l'entrée est supérieure qu'à la sortie sont à la norme exigée.
- Finalement on peut dire que les résultats des analyses obtenus à la sortie de station donnent une eau pouvant être rejetée sans danger pour le milieu naturel, conformément aux normes de rejet (une faible teneur en hydrocarbures et concentration des particules en suspensions) ou bien être réutilisée à des fins industrielles

*Références
bibliographiques*

- AISSAOUI Azzeddine. (2012). **Evaluation du niveau de contamination des eaux de barrage hammam Grouz de la région de Oued Athmania (wilaya de Mila) par les activités agricoles** ; thème de MAGISTER. Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou.
- Belahmadi Mohamed, Seddik Oussama, (2011), **Etude de la biodégradation du 2,4 dichlorophénol par le microbiote des effluents d'entrée et de sortie de la station d'épuration des eaux usées d'ibn Ziad** ; thème de Magister, Université Mentouri-Constantine.
- Chaich Z., **Optimisation de procédés de déshuilage dans la région Houad Berkaoui**. Mémoire de Master en Génie Chimique. Université Ouargla, 2012, pp2-7.
- GAÏD Abdelkader. (1993). **Traitement des eaux usées urbaines**.
- Grosclaude G, 1999, L'eau usages et polluants, Ed INRA, Paris, tome II.
- Hernandez H.R.: **Supervision et diagnostic des procédés de production d'eau potable**. Thèse de Doctorat en Systèmes Automatiques. Institut national polytechnique de Toulouse, 2006, 151p.
- Journal officiel de la republique Algérienne N° :26 .23/.4/2006.
- MANCER Halima. (2010). **Analyse du pouvoir épurateur de quelques plantes macrophytes dans les régions arides**. Mémoire de magister. Université Mohamed Khider – Biskra
- MEKHALIF Faiza, (2009), **Réutilisation des eaux résiduaires industrielles épurées comme eau d'appoint dans un circuit de refroidissement** ; thème de Magister, l'Université du Août 1955 SKIKDA.
- METAHRI Mohammed Saïd, (2012), **Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou** ; thèse de doctorat, Université Mouloud Mammeri De Tizi-Ouzou
- MOUNI Lotfi, (2004), **Etude et caractérisation physico-chimique des rejets dans l'oued Soummam** ; thème de Magister, Université Abderrahmane MIRA de Bejaïa.
- Rejsek F, (2002), **Analyse des eaux aspects réglementaires et techniques**, Centre régional de documentation pédagogique Aquitaine ; France
- Rodier J, Bazin C, Broutin J.P, Chambon P, Champsaur H et Rodi L, (2005), **L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer**. Ed Dunod Paris