

Faculté de Technologie
Département de Génie des Mines

Projet de Fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme de Master en Génie Minier

Option :
Valorisation des ressources minérales

Thème

**Caractérisation et traitement des eaux usées de la
raffinerie d'Adrar**

Réalisé par :

Mr MEDJOU DJ Riadh

Mr BOUCHALA Chaouki

Membres du jury :

Président : Mr SAOU Abdelhamid M.C.A U.A.M.B

Promoteur : Mme KICHER Kahina M.A.B U.A.M.B

Examineur : Mr MEGHERFI Karim M.A.A U.A.M.B

Promotion 2021

REMERCIEMENTS

Nous remercions Dieu le tout puissant de nous avoir donné le courage, la santé et la volonté d'entamer ce mémoire.

*Nous tenons d'abord à remercier infiniment notre promotrice, Madame « **KICHER Kahina** » pour son encadrement et ses constantes orientations de notre recherche en y accordant une méticuleuse attention, ainsi que pour ses judicieuses conseils, concernant l'aspect rédactionnel, qui ont contribué à alimenter notre réflexion, sa disponibilité et son extrême amabilité malgré sa grande charge de travail.*

*On tient à remercier aussi le président de jury Monsieur « **SAOU Abdelhamid** » pour son soutien et sa bienveillance et tous ses conseils qui nous ont encore aidés, aussi que Monsieur « **MEGHERFI Karim** » pour avoir accepté de traiter et d'examiner notre travail.*

*On tient également à exprimer notre gratitude à Monsieur « **ZEMMOURI Azzedine** » cadre supérieur à la raffinerie de SONATRACH Adrar pour nous avoir familiarisé avec le personnel de la STEP d'Adrar et d'avoir été à nos côtés pour répondre à toutes nos questions.*

Enfin, nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont permis que ce travail voie le jour de près ou de loin. Qu'elles soient rassurées de notre profonde reconnaissance.

Riadh.M et Chaouki.B

DEDICACES

Avec une pensée profonde que je dédie ce travail

*A mes très chers parents qui m'ont vivement soutenu et encouragé
tout au long de mon parcours d'études.*

A mes très précieux grands-parents, et toute ma famille.

A mes chers sœurs et frères : Lydia, Chaima, Houssam, et Jihad.

A la mémoire de ma grand-mère que j'aime.

A mes ami(e)s (Le frère Bilal, Omar ...) et toute el2mbratoriya.

A ma chère et bien aimée Lamia qui m'a toujours soutenu.

A mon binôme Linspecteur.

.

MEDJOU DJ Riadh

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

*A mes très chers parents, qui sont la source de lumière qui m'éclaire
depuis ma naissance*

A mes chers frères : Amine, Wafid, Anis, et Nadjib.

A ma grand-mère que j'aime.

*A mes ami(e)s (mahjouva, lydia, Imad) et sans distinction, dont la liste
est très longue.*

A mon binôme Laprinty.

Et toute ma famille (BOUCHALA).

BOUCHALA Chaouki (ZAKI)

Remerciements.....	I
Dédicaces.....	II
Table des matières.....	III
Liste des abréviations.....	IV
Liste des figures.....	V
Liste des tableaux.....	VI
Introduction générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur les eaux usées	
I.1. Introduction.....	4
I.2. Les différents types des eaux usées.....	4
I.2.1. Les eaux usées domestiques.....	4
I.2.2. Les eaux pluviales.....	5
I.2.3. Les eaux usées industrielles :.....	5
I.3. Composition des eaux usées :.....	6
I.3.1. Les matières en suspension :.....	7
I.3.2. Les micropolluants organiques et non organiques :.....	7
I.3.2.1. Éléments traces :.....	7
I.3.2.2. Les micropolluants organiques :.....	8
I.3.2.3. Les substances nutritives :.....	8
I.4. Pollution de l'eau :.....	9
I.4.1. L'origine de la pollution :.....	9
I.4.2. Les types de la pollution :.....	9
I.4.2.1. Pollution physique :.....	9
I.4.2.2. Pollution chimique :.....	10
I.4.2.3. Pollution microbiologique :.....	11
I.5. Caractéristiques des eaux usées :.....	12
I.5.1. Caractéristiques physiques :.....	12
I.5.3. Caractéristiques microbiologiques :.....	14
Conclusion.....	14

Chapitre II : Présentation de la raffinerie et la STEP

Introduction.....	15
II.1 Présentation de la Raffinerie d'Adrar (RA1D)	15
II.1.2 Situation Géographique de la Raffinerie d'Adrar (RA1D)	15
II.1.2.1 Les coordonnées géographiques	15
II.1.3 Capacité de production de la raffinerie d' Adrar.....	16
II.1.3.1 Structure et équipement de la raffinerie	17
II.1.4 Les utilités	17
II.2 Unité de traitement des Eaux usées (402)	18
II.2.1 La nécessité de l'épuration	18
II.2.2 La station d'épuration (STEP)	19
II.2.3 Procédés d'épuration des eaux usées.....	20
II.2.3.1 Traitement préliminaire	20
II.2.3.1.1 Dégrillage.....	21
II.2.3.1.2 Dessablage.....	21
II.2.3.1.3 Déshuilage	21
II.2.3.2 Traitement primaire	22
II.2.3.3 Traitement secondaire (traitement biologique).....	22
II.2.3.3.1 Boues activées	23
II.2.3.3.2 Lit bactérien.....	23
II.2.3.3.3 Lagunage	24
II.2.3.4 Traitement tertiaire.....	28
II.2.3.4.1 Traitement par voie physico-chimique	29
II.2.3.4.2 Traitement des odeurs.....	29
II.2.4 les boues.....	29
Conclusion	29

Chapitre III : Equipements et mesures

Introduction.....	30
III.1 Echantillonnage	30
III.1.1 Mode de prélèvement	30
III.2 Les paramètres physico-chimiques.....	30
III.2.1. Le pH.....	30

III.2.1.1 Principe de la méthode	30
III.2.1.2 Appareillage	30
III.2.1.3. Réactifs	31
III.2.1.4. Mode opératoire :	31
III.2.2 La turbidité	32
III.2.2.1 Le principe	32
III.2.2.2 Appareillage	32
III.2.2.3 Etalonnage :	33
III.2.2.4. Mesure de la turbidité :	33
III.2.3. MES (Matières En Suspension)	33
III.2.3.1. Principe général	33
III.2.3.2. Matériel utilisé	33
III.2.3.3. Mode Opérateur :	34
III.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO)	34
III.2.4.1. Méthode au permanganate de potassium (froid)	34
III.2.4.2 Principe :	34
III.2.4.3. Réactifs	35
III.2.4.4. Mode opératoire	35
III.2.4.4.1 Méthode au dichromate de potassium (chaud)	35
III.2.5 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO ₅)	38
III.2.5.1 Demande biochimique en oxygène en 5 jours	38
III.2.5.2. Principe	38
III.2.5.2.1. Matériel utilisé	38
III.2.5.3. Méthode utilisée	39
III.2.5.4. Appareillage manométrique VELP	39
III.2.5.5. Les réactifs utilisés	39
III.2.5.6. Préparation de l'eau de dilution	39
III.2.5.7. Mode opératoire	40
III.2.6. La Teneur en huile dans les Eaux Usées	41
III.2.6.1 Mode Opérateur	41
Conclusion	41

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1 Introduction.....	42
IV.2 Analyses et caractérisations des eaux utilisées	42
IV.2.1 Les eaux de forage	42
IV.3 Les eaux usées.....	43
IV.3.1 Le Ph	43
IV.3.2 La turbidité	44
IV.3.3 La conductivité	46
IV.3.4 Teneur en huile	47
IV.3.5 La DCO	49
IV.3.6 La DBO5	50
IV.3.7 Matières en suspensions MES	52
IV.4 Interprétation des résultats	53
IV.4.1 Synthèse des analyses effectuées.....	53
IV.5 La destination des eaux traitées.....	54
Conclusion	55
Conclusion générale	56
Références.....	58
Résumé	
Abstract	
ملخص	

LISTE DES ABREVIATIONS

- BRA** : Résidu brut atmosphérique
- CRU** : Unité de reformage catalytique
- DBO** : Demande biologique en oxygène
- DCO** : Demande chimique en oxygène
- GPL** : Gaz de pétrole liquéfié
- HC** : hydrocarbures
- MES** : matières en suspension
- NFU** : Formazine Nephelometric Unit
- N-NTK** : Azote total Kjeldahl
- OMS** : Organisation mondiale de la santé
- PAC** : Chlorure de polyaluminium
- PAM** : Polyacrylamide
- PH** : potentiel d'hydrogène
- RA1D** : Raffinerie division d'Adrar
- REUE** : Réutilisation des eaux usées épurées
- RFCC** : Refus de fluide par craquage catalytique
- STEP** : station d'épuration
- TDS** : Total des solides dissous

Figure 1 : Les eaux usées domestiques issues des réseaux d'assainissements.	4
Figure 2: La différence de partage des eaux pluviale entre un milieu naturel et une zone urbaine.	5
Figure 3 : Photo par satellite de la raffinerie d'Adrar RA1D	16
Figure 4 : Plan des différentes unités de la raffinerie RA1D	18
Figure 5 : Chaîne ou filières de traitement des eaux industrielles	20
Figure 6 : Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel.....	27
Figure 7 : PH-mètre de paillasse FiveEasy F20-Standard Kit - Mettler Toledo.....	31
Figure 8 : Appareil de mesure de turbidité	32
Figure 9 : Etuve, four de séchage	34
Figure 10 : Dégradation de la couleur.	38
Figure 11 : DBO mètre.	40
Figure 12 : Histogramme de l'évolution du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	44
Figure 13 : Histogramme de l'évolution de la Turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP..	45
Figure 14 : Histogramme de l'évolution de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	47
Figure 15 : Histogramme de l'évolution des teneurs en huile a l'entré et à la sortie de la STEP.....	48
Figure 16 : Histogramme de l'évolution de la DCO a l'entrée et à la sortie de la STEP.....	49
Figure 17 : Les valeurs de la DBO5 a l'entrée et à la sortie de la STEP.....	51
Figure 18 : Histogramme de l'évolution des MES a l'entrée et à la sortie de la STEP.....	52
Figure 19 : Histogramme comparaison entre normes et moyennes d'eau avant et après traitement.	53
Figure 20 : Destinations des eaux usées sortantes de la STEP	55
Figure 21 : Le lac de rétention des eaux après traitement.....	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composants majeurs typique d'eau usée domestique.....	6
Tableau 2 : Conversion de la DBO5 en fonction du volume de prise d'essai	40
Tableau 3 : Qualité d'eau de forage par rapport aux paramètres de pollution	42
Tableau 4 : Les valeurs du Ph avant et après traitement	43
Tableau 5 : Les valeurs de la turbidité avant et après traitement.....	45
Tableau 6 :Qualité de l'eau en fonction de la conductivité (d'après l'OMS).....	46
Tableau 7 : Les valeurs conductivité avant et après traitement	46
Tableau 8 : Les valeurs des teneurs en huile avant et après traitement.....	48
Tableau 9 : Les valeurs de DCO avant et après traitement.....	49
Tableau 10 : Les valeurs de DCO avant et après traitement	51
Tableau 11 : Valeurs de MES avant et après STEP	52
Tableau 12 : Moyennes d'analyses des eaux usées avec normes de rejets.....	53

INTRODUCTION GENERALE

Un approvisionnement adéquat en eau de bonne qualité est essentiel au développement continu de n'importe quelle société. Les données les plus récentes sur l'utilisation brute de l'eau indiquent que le prélèvement total d'eau croît de façon régulière. Les incertitudes que soulève l'avenir des ressources en eau accentuent ce défi en raison d'épisodes climatiques extrêmes et des changements du climat d'une concurrence accrue pour l'accès à des ressources limitées en eau à l'échelle mondiale, d'une demande croissante pour ce qui est d'un meilleur contrôle de la pollution des eaux usées à l'appui d'une meilleure utilisation des eaux réceptrices.

La consommation journalière en eau au sein de la raffinerie d'Adrar dans les conditions normales d'exploitation est estimée à 250 m³ par heure. En une année ce chiffre dépasse les 2100000 m³. Les grandes réserves en eau souterraine -la seule d'ailleurs- dont la région s'est toujours jouie et dont la population locale a su préserver sa qualité et son abondance durant des siècles, sont aujourd'hui les premières à être touchées par l'exploitation. Une exploitation accrue de ce potentiel vital via les besoins de la population et de l'industrie en particulier, aura des conséquences néfastes et irréfutables sur l'avenir des sociétés sédentaires de cette région. [43]

L'une des solutions à ses problèmes réside dans la réutilisation de l'eau, ce qui facilite l'utilisation des effluents municipaux traités comme nouvelle source d'approvisionnement tout en réduisant l'évacuation d'effluents pollués dans les eaux réceptrices. Dans certains cas, la réutilisation de l'eau peut présenter des avantages économiques découlant en partie des économies réalisables sur l'expansion des infrastructures d'approvisionnement en eau et de traitement des eaux usées.

Les pratiques de réutilisation peuvent être classées en différentes catégories dans un ordre décroissant : La réutilisation domestique, soit directe à titre d'eau potable, soit indirecte dans plusieurs activités urbaines ; la réutilisation agricole pour l'irrigation des cultures vivrières, non vivrières ou de cultures transformées avant consommation. Enfin la réutilisation et le recyclage industriels pour le lavage, nettoyage et l'alimentation des circuits de refroidissement.

Il existe à l'heure actuelle une vaste gamme de technologies de traitement pouvant servir à la récupération et à la réutilisation des eaux usées. Un grand nombre de ces technologies, ont été mises au point et appliquées. Ces technologies sont implantées avec les stations d'épurations afin d'avoir une qualité d'eau épurée bien déterminé vu l'usage souhaité.

Dans ce présent travail nous avons étudié un exemple de la réutilisation d'une eau épurée.

L'objectif général de ce travail est d'étudier l'efficacité du traitement des eaux résiduaires industrielles chargées des matières organiques (les hydrocarbures) provenant du complexe de distillation et raffinage du pétrole brut (raffinerie d'Adrar) vers la tour de refroidissement de ce dernier, l'arrosage, et l'alimentation d'un lac écologique de rétention après avoir dégradé la totalité des polluants qu'elles véhiculent, passant par différentes étapes d'épurations.

Pour atteindre cet objectif, ce travail se compose de deux volets. Le premier volet est la partie théorique avec deux chapitres, dont le premier consiste à définir les principales causes de pollution des eaux et les paramètres qui décident le type et le taux de pollution. Le second est une présentation de la raffinerie d'Adrar et les modes d'épuration ou de traitement des eaux usées utilisés dans les Stations d'épurations (STEP).

Le deuxième volet est la partie expérimentale, elle comporte d'une part les résultats obtenus lors des tests réalisés pendant plusieurs jours de la composition physico-chimique des eaux usées à l'entrée et à la sortie de la STEP. D'autre part il regroupe les appareils, les équipements et les méthodes d'analyses effectués au niveau de la raffinerie, afin d'évaluer la qualité des eaux usées traitées pour arriver à une eau épurée qui répond aux normes, arriver à une eau équilibrée qui peut accéder au circuit de refroidissement sans causer des problèmes de corrosion, d'entartrage ou même d'encrassement biologique.

Pour finir, nous concluons par les différentes perspectives et recommandations de ce travail concernant les pistes à suivre pour la mise en marche et l'amélioration de la STEP en question.

Problématique :

Le traitement des eaux usées est devenu une nécessité vitale vu leurs impacts sur la santé humaine et l'environnement. Elles sont fortement chargées en substances polluantes et toxiques ce qui crée des problèmes de risques sanitaire et environnemental. Chaque station d'épuration choisie un schéma de traitement adéquat à son objectif en sorte que l'eau épurée, obtenue après traitement, présente des caractéristiques qui répondent aux exigences du secteur dont elle est destinée. La réutilisation et la destination des eaux épurées dépendent directement du type de l'eau usée (origine, types de polluants) et du traitement utilisé.

La STEP de la raffinerie d'Adrar est une station d'épuration des eaux résiduaires industrielles issues de diverses activités de la raffinerie elle-même. Les eaux usées qui fluent vers cette station sont souvent chargées en hydrocarbures et d'autres composants polluants ce qui nécessite des traitements bien spécifiques pour éliminer toutes les impuretés et arriver à une eau épurée qui présente des caractéristiques physico-chimiques qui répondent aux normes.

Sachant que l'eau épurée obtenue est dirigée vers trois secteurs qui sont le refroidissement des installations, l'irrigation des cultures et le lac de rétention, la question qui se pose :

Est-ce que le traitement effectué au niveau de la raffinerie aboutit à une eau épurée qui répond aux exigences vu l'importance des secteurs à destination ?

CHAPITRE I
GENERALITES SUR
LES EAUX USEES

I.1. Introduction

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Elles constituent donc un effluent pollué et qui est rejeté dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel.

I.2. Les différents types des eaux usées

Les eaux usées proviennent de quatre sources principales [5] :

- 1- Les eaux usées domestiques ;
- 2- Les eaux usées industrielles ;
- 3- Les eaux de pluie et de ruissellement dans les villes ;
- 4- Le ruissellement dans les zones agricoles.

Selon les différentes sources les eaux usées sont classées en trois (3) types :

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales). [Fg 1]. Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.), et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses [2].



Figure 1 : Les eaux usées domestiques issues des réseaux d'assainissements

I.2.2. Les eaux issues des pluies

Ce sont les eaux de ruissellement (elles regroupent les eaux d'arrosage des voies publiques, les eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours). [Fg 2]

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques : de La terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc. [3].

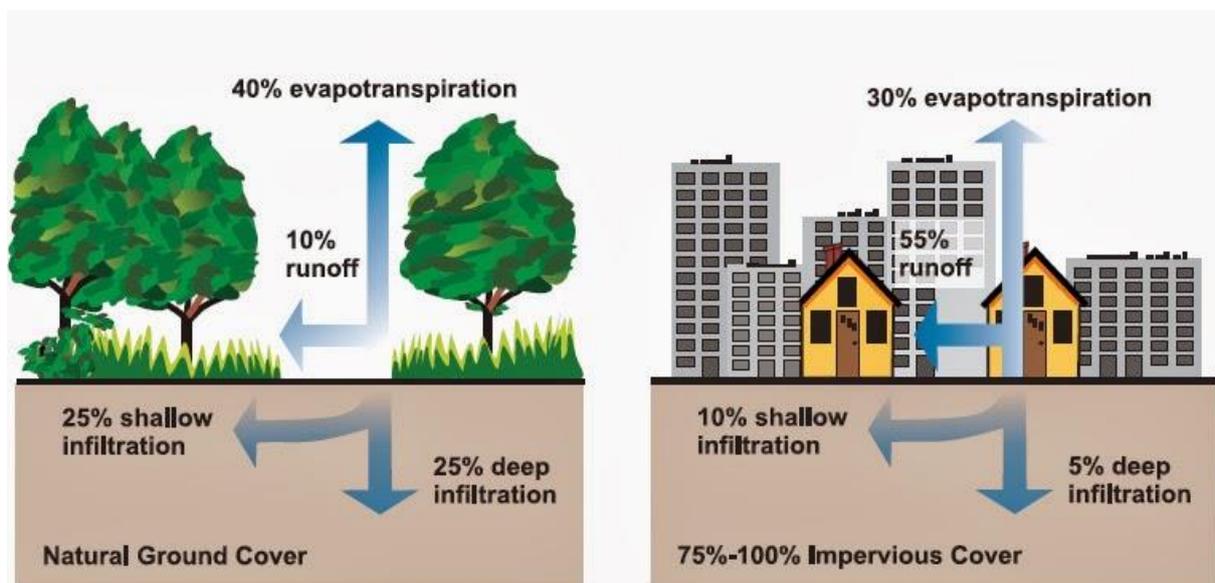


Figure 02 : La différence de partage des eaux pluviale entre un milieu naturel et une zone urbaine [43].

I.2.3. Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme.

Les eaux résiduaires sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, pour servir au nettoyage ou lavage des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications.

Les liquides résiduaux sont des liquides résultant des fabrications ; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produits, ou le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux [4].

Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement [1].

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

I.3. Composition des eaux usées

La composition des eaux usées (Tableau 1), est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les micro-organismes, les éléments traces minéraux ou organiques, et les substances nutritives [1].

Tableau 1 : Composants majeurs typique d'eau usée domestique [42]

Constituants	Concentration (mg/l)		
	Fort	Moyen	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous (TDS)	850	500	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote (en N)	85	40	20
Phosphore (en P)	20	10	6
Chlore1	100	50	30
Alcalinité (en CaCO ₃)	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO ₅	300	200	100

La DBO5 est la demande biochimique en oxygène à 20°C pendant 5 jours, c'est une mesure de la matière organique biodégradable dans les eaux usées. Selon [6], elle dépend de :

* L'activité humaine et la nature des effluents industriels éventuellement rejetés dans le réseau urbain.

* La composition des eaux d'alimentation en eau potable, et la nature des matériaux des canalisations d'eau.

I.3.1. Les matières en suspension

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les matières en suspension MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures [6].

I.3.2. Les micropolluants organiques et non organiques

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes [1].

I.3.2.1. Éléments traces

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.

Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) Sont présents à l'état de traces. [7].

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments [6].

I.3.2.2. Les micropolluants organiques

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent de l'utilisation domestique de détergents, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier, etc.

Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore [8].

Les principales familles de la chimie organique de synthèse sont représentées par :

Des hydrocarbures polycycliques aromatiques, des chlorophénols et des phtalates avec une concentration de l'ordre de 1 à 10 µg/l dans les effluents. Dans le sol, ces micropolluants restent liés à la matière organique ou adsorbés sur les particules du sol. Cependant, quelques composés ioniques (pesticides organochlorés, solvants chlorés) peuvent être entraînés en profondeur.

En raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues et c'est surtout lors de l'épandage de ces dernières que leurs teneurs devront être contrôlées [6].

Les pesticides sont les éléments traces les plus surveillés, et une étude d'impact et de métabolisme est obligatoire avant leur mise sur le marché. Par contre, le danger représenté par tous les autres polluants organiques est encore mal apprécié actuellement. Les contrôles de routine ne permettent pas de repérer toutes les toxines [1].

I.3.2.3. Les substances nutritives

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées épurées ou non. D'une façon générale, une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare [6] :

- de 16 à 62 kg d'azote ;
- de 2 à 69 kg de potassium ;
- de 4 à 24 kg de phosphore ;
- de 18 à 208 kg de calcium ;
- de 9 à 100 kg de magnésium ;
- de 27 à 182 kg de sodium.

I.4. Pollution de l'eau

I.4.1. L'origine de pollution

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol.

L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.), les eaux vannes (WC...etc.), ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces...etc.

Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc. [9].

I.4.2. Types de la pollution

I.4.2.1. Pollution physique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [1].

*** pollution mécanique**

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES [10].

*** Pollution thermique**

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries.) ; l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution [10].

*** Pollution radioactive**

La pollution des eaux par des substances radioactives pose un problème de plus en plus grave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérigènes et mutagènes de ses rayonnements.

I.4.2.2. Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole.

La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories :

*** Organique** (hydrocarbures, pesticides, détergents...).

*** Minérale** (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

a. Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentent cibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses, etc.).

La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux. Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

***Les détergents**

Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont :

- L'apparition de goût de savon.
- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle.
- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau.

***Les pesticides**

On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants :

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaires.
- Rupture de l'équilibre naturel.

***Les hydrocarbures**

Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère [11].

b. Pollution minérale

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs [12].

***Les métaux lourds**

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique [13].

***Les éléments minéraux nutritifs**

(Nitrates et phosphates) : provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques [12], ils sont à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques.

I.4.2.3. Pollution microbiologique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [1].

a. Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement.

L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation [14].

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10³ et 10⁴ particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal ; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rotavirus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A [15].

b. Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 1012 bactéries/g [15].

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10⁶ à 10⁷ bactéries/100 ml dont 10⁵ proteus et entérobactéries, 10³ à 10⁴ streptocoques et 10² à 10³ clostridiums. Parmi les plus communément rencontrés, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de sérotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau se sont les coliformes thermos tolérants [6].

I.5. Caractéristiques des eaux usées

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques, des hydrocarbures.

I.5.1. Caractéristiques physico-chimique

a. Température

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment).

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau [16].

b. Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes. La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

c. Turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes. Elle est causée dans les eaux par la

présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale [17].

d. Matières en suspension (MES)

Les MES représentent les matières qui ne sont ni à l'état dissous ni à l'état colloïdales, donc filtrable. Elles sont organiques et/ou minérales et permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau.

e. Matières décantables

De nombreuses particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces particules. Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales, végétales ou animales.

Les matières décantables sont les matières des grandes tailles, entre 40 micromètres et 5 millimètres et qui se déposent sans traitement physique et chimique.

I.5.2. Caractéristiques chimiques

a. pH

Il représente la concentration d'ions hydrogènes dans une solution, il a une influence majeure sur les formes physiques et chimique du métal et des composants métalliques dans l'environnement aquatique, du fait qu'il contrôle la solubilité et la concentration des métaux [20].

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau.

b. Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux microorganismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

c. Demande biologique en oxygène (DBO5)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu.

Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées [8].

d. 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 plupart des composés organiques (détergents, matières fécales).

e. Azote

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH₄.

Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique [18].

L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux.

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH₃ et l'ammonium NH₄⁺, dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température.

L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates ; ce qui induit une consommation d'oxygène [19].

I.5.3. Caractéristiques microbiologiques

La détermination de la flore aérobie mésophile totale, des coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoque, streptocoque, salmonelles et les shigelles, ainsi que certains pathogènes peuvent donner une indication sur les risques liés à l'utilisation de certains types d'eaux [1].

Conclusion

Collectées par le réseau d'assainissement, les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels.

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases d'épuration.

CHAPITRE II
PRESENTATION DE
LA RAFFINERIE ET
LA STEP

Introduction

Dans ce présent chapitre nous allons présenter dans la première partie la raffinerie d'Adrar située à Sbaa et ses différentes unités, les produits raffinés. Et dans la deuxième partie nous allons présenter la station d'épuration de la raffinerie et expliquer les procédés de traitement des eaux usées issus des procédés de raffinage du brut et de la base de vie.

II.1 Présentation de la Raffinerie d'Adrar (RA1D)

SONATRACH, sous l'égide du Ministère de l'Energie et des Mines, a inscrit dans son plan de développement, la réalisation en partenariat, d'une raffinerie de pétrole brut dans la région d'Adrar, en vue d'assurer d'une part, la sécurité d'approvisionnement en produits raffinés des régions du Sud-Ouest (Adrar, Bechar, Tindouf et Tamanrasset) approvisionnées actuellement à partir des raffineries de Hassi Messaoud et Arzew, et d'autre part, la valorisation des ressources d'hydrocarbures situées dans le bassin de Sbaa.

II.1.2 Situation Géographique de la Raffinerie d'Adrar (RA1D)

La raffinerie d'Adrar (RA1D) occupant une superficie de 75 hectares est construite sur un site se trouvant à 02 Km à l'Est de la commune de Sbaa et à 44 Km au nord d'Adrar. À proximité de l'unité de décarbonatation du gaz.

Le site de la raffinerie est situé en plein désert du Guebi, à quelques 900 m d'une zone Agricole rattachée au village de Sbaa, situé à l'Ouest du site.

Elle est Limitée :

- Au Nord : par le Daïra de Tsabit ;
- Au Sud : par la commune de Gourara ;
- A l'Ouest : par la commune de Sbaa ;
- A l'Est : par un terrain non urbanisé ;

II.1.2.1 Les coordonnées géographiques

- Longitude 00° 11 Ouest ;
- Latitude 27° 49 Nord ;
- Altitude moyenne est de 275 mètres.



Figure 03 : photo par satellite de la raffinerie d'Adrar RA1D

II.1.3 Capacité de production

La capacité de traitement est de 600 000 t/an pour le pétrole, et Plus de 40 puits ont été déjà forés pour la reconnaissance des structures (brut et gaz). La productivité des puits forés varie de 50 à 150 m³/j avec des pressions initiales qui varient de 60 à 150 kg/cm², et une densité qui varie de 0,8061 à 0,830 pour le brut.

La raffinerie se compose de 06 zones à savoir :

- L'unité de production ;
- Une zone de stockage ;
- Une zone d'expédition ;
- Un centre d'enfutement de propane et de butane ;
- Zone de bâtiment technique et administratif ;
- Zone de base de vie.

II.1.3.1 Structure et équipement de la raffinerie

La raffinerie est constituée principalement de :

- Une unité de distillation atmosphérique de brute ;
- Une unité de reformage catalytique de naphta ;
- Une unité de craquage catalytique de résidu atmosphérique (RFCC) ;
- Une unité de séparation des GPL ;
- Une salle de contrôle principale ;
- Des bacs de stockage de produit pétroliers ;
- Unités de l'utilité avec ses auxiliaires ;
- Station d'air comprimé ;
- Un bâtiment technique et laboratoire ;
- Une station électrique principale ;
- Des sous stations électriques ;
- Un atelier de Mécanique et de Maintenance ;
- Huit blocks d'approvisionnements ;
- Un bâtiment administratif ;
- Station de brigade anti-incendie ;

- Rampes de chargement.

II.1.4 Les utilités

Les utilités sont composées des unités suivantes :

- unité de traitement des eaux ;
- unité de production de vapeur ;
- unité de production d'énergie électrique ;
- unité de distribution d'énergie électrique ;
- unité de production d'air comprimé ;
- unité d'exploitation d'eau de refroidissement et eau usée.

II.2 Unité de traitement des Eaux usées (402)

La capacité de traitement des eaux usées est de 100 m³/h dont 60 m³/h pour les eaux usées huileuses et 20 m³/h eau sanitaires et domestiques sont rajouté a l'entré des bassins biologiques (5 m³/h pour les eaux concentrées et 15 m³/h pour les eaux huileuses) ainsi que 20 m³/h pour les eaux usées à forte concentration.

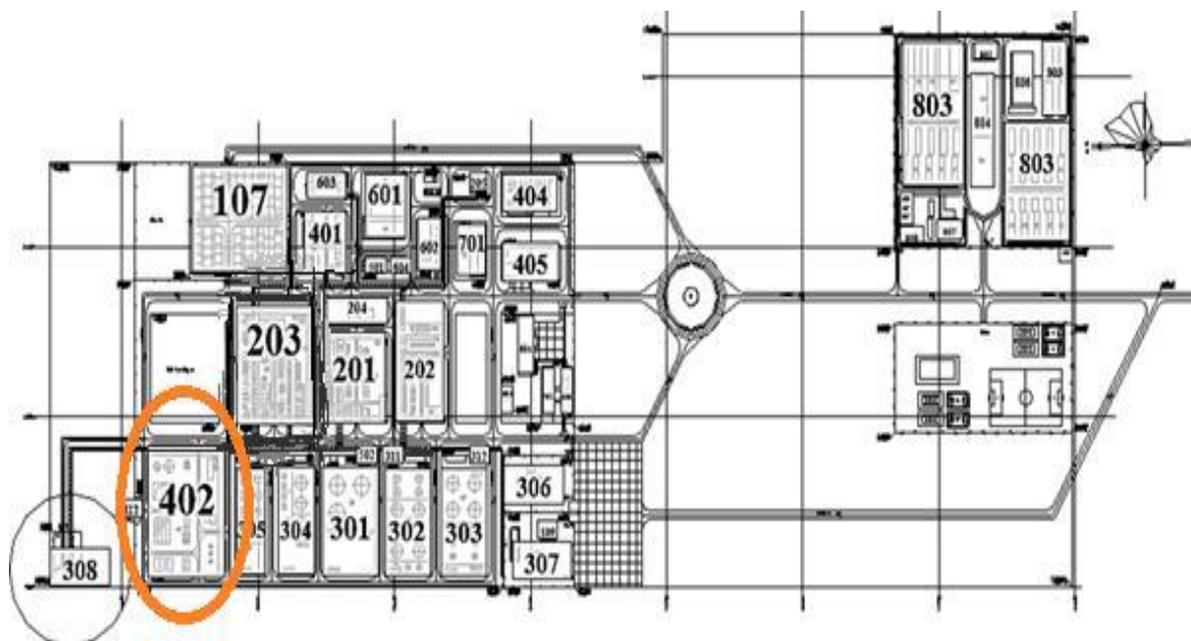


Figure 04 : plan des différentes unités de la raffinerie RA1D

II.2.1 La nécessité de l'épuration

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable.

Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielles, production piscicole ou production de coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives) [21].

II.2.2 La station d'épuration (STEP)

Elle constitue une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel.

Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs, sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques. [22].

Schéma général de traitement des eaux industrielles

D'une manière générale, une installation de traitement des eaux industriels comporte classiquement la succession des stades de traitement suivant :

- Traitements préliminaires ;
- Traitements physico-chimiques ;
- Traitements biologiques ;
- Traitements tertiaires ou de finition.

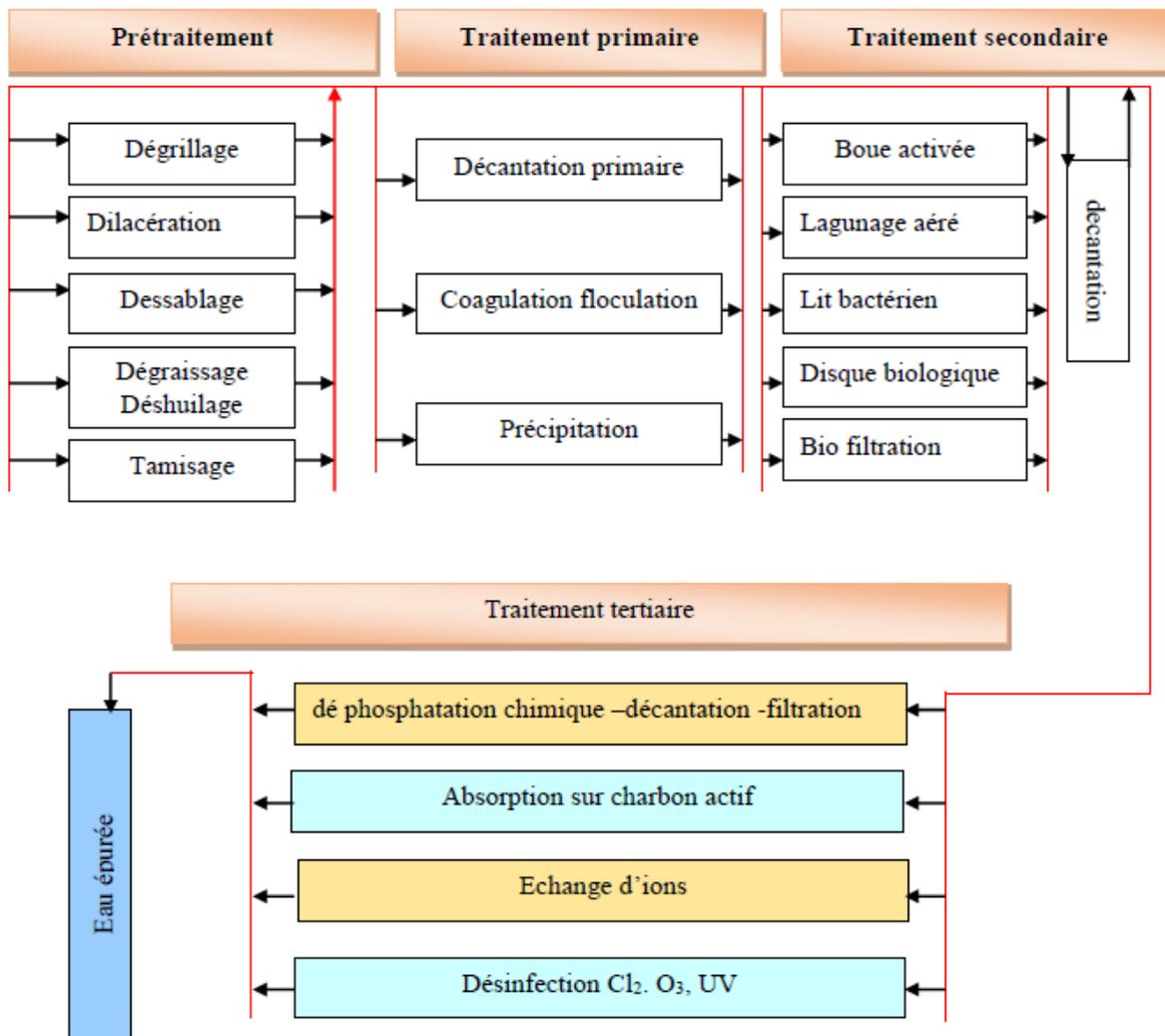


Figure 05 : Chaîne ou filières de traitement des eaux industrielles

II.2.3 Procédés d'épuration des eaux usées

II.2.3.1 Traitement préliminaire

Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute [23].

En tête d'une station d'épuration, ces procédés permettent de retenir les matières volumineuses grâce à des grilles (dégrillage), les sables (dessablage), les matières flottantes grossières (écumage) et les liquides moins denses que l'eau (déshuilage). Les déchets solides peuvent être déchiquetés (dilacération) par des « pompes dilacératrices », cette opération facilitant leur dispersion [3].

II.2.3.1.1 Dégrillage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage).

* Un dégrillage grossier : l'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50 mm ;

* Un dégrillage fin : après le relevage de l'eau par quatre pompes (1250 m³/h pour chacune), il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60° à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20 mm, la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s [24].

II.2.3.1.2 Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autres particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion et l'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessableur » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau [25].

II.2.3.1.3 Déshuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple, un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations [26].

II.2.3.2 Traitement primaire

Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants [23].

La décantabilité des matières dans un bassin est déterminée par l'indice de Mohlman.

Cet indice est déterminé chaque jour dans les stations d'épuration importantes afin de vérifier le bon fonctionnement du système.

À la fin de ce traitement, la décantation de l'eau a permis de supprimer environ 60 % des matières en suspension, environ 30 % de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30% de la demande chimique en oxygène (DCO). Cette part de DBO5 supprimée était induite par les matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée d'autant. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé boues primaires [27].

II.2.3.3 Traitement secondaire (traitement biologique)

Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires [23].

Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées [3]. La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

A- la voie anaérobie : si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, en milieu réducteur. Le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO₂, méthane et biomasse.

Ce type de traitement appelé « digestion anaérobie » n'est utilisé que pour des effluents très concentré en pollution carbonées, de type industriel (basserie, sucrerie, conserverie ...)

B- la voie aérobie : si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO₂ et de biomasse [25].

L'épuration biologique des eaux usées peut être mise en œuvre dans les microorganismes se développent en suspension dans l'eau (boues activées), ou encore dans les réacteurs à biomasse fixée dans lesquelles les micro-organismes se développent sur un support grossier ou sur garnissage plastique (lit bactériens), sur de disque (disques biologiques).

II.2.3.3.1 Boues activées

Les traitements réalisés en station d'épuration consistent à dégrader et séparer les polluants de l'eau (particules, substances dissoutes, microorganismes) par des procédés physiques, chimiques et biologiques pour ne restituer au milieu aquatique qu'une eau de qualité suffisante au regard du milieu récepteur. Le résultat de ces opérations est la production de boues qui est le principal sous-produit du cycle de traitement de l'eau. Donc les boues d'épuration urbaines résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent de l'activité des particuliers et éventuellement des rejets industriels dans les réseaux des collectivités après avoir suivi un prétraitement obligatoire [28].

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas

- un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice ;
- un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne ;
- un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération de la boue biologique récupérée dans le clarificateur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaires pour assurer le niveau d'épuration recherché ;
- un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat ;
- un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération ;
- un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, [25].

II.2.3.3.2 Lit bactérien

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs. Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO5 [29].

II.2.3.3.3 Lagunage

Parmi les divers procédés d'épuration des eaux usées, dont l'application dépend des caractéristiques des eaux à traiter et du degré de dépollution souhaité figure le lagunage naturel.

Moyen rustique d'épuration des eaux usées, il se distingue des autres techniques de traitement réputées intensives par de nombreux avantages. Ce procédé écologique, simple et peu onéreux se base sur les phénomènes responsables de l'autoépuration des cours d'eau.

* Définition

Le lagunage est une technique biologique d'épuration des eaux usées, où le traitement est assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies, impliquant un large éventail de micro-organismes (essentiellement des algues et des bactéries). Les mécanismes épuratoires et les micro-organismes qui y participent sont, fondamentalement, les mêmes que ceux responsables du phénomène d'autoépuration des lacs et des rivières [30].

* Principe de fonctionnement

Le lagunage se présente comme une succession de bassins (minimum 2 et généralement 3) peu profonds (le plus souvent rectangulaires) dits lagunes. La surface et la profondeur de ces lagunes influencent le type de traitement (aérobie ou anaérobie) et confèrent un rôle particulier à chacune d'entre-elles. L'épuration par lagunage consiste à faire passer des effluents d'eau usée par écoulement gravitaire de lagune en lagune où la pollution est dégradée par [31] :

- L'activité bactérienne ;
- L'activité photosynthétique et l'assimilation des substances minérales ;
- Le pouvoir germicide de la lumière et de certaines algues ;

Les matières en suspension de l'eau brute décantent dans le bassin de tête. Les bactéries assimilent la pollution dissoute, et l'oxygène nécessaire à cette dépollution, est assuré par l'action chlorophyllienne de végétaux qui participent aussi à la synthèse directe de la matière organique :

- Les microphytes ou algues microscopiques ; ce sont essentiellement des algues vertes ou bleues difficilement séparables ;
- Les macrophytes ou végétaux macroscopiques, qui comprennent des formes libres (ex. lentilles d'eau) ou fixées (ex. roseaux). Les jacinthes d'eau peuvent s'enraciner ou non.

- Les végétaux supérieurs jouent un rôle de support et doivent normalement permettre d'augmenter la quantité de bactéries et d'algues épuratrices [32].

Les macrophytes sont consommés par le zooplancton, et les macrophytes filtrent l'eau en sortie avant rejet. L'ensemble de ces phénomènes apparaît dans plusieurs bassins en séries, ce qui autorise l'étagement des phénomènes épuratoires.

Le processus épuratoire qui s'établit dans une lagune est particulièrement intéressant, car c'est un phénomène vivant, un cycle naturel qui se déroule continuellement.

A. Le lagunage naturel

Ce sont des bassins artificiels et imperméabilisés, de faible profondeur pouvant recevoir des effluents bruts ou prétraités et où la recirculation des boues biologiques décantées n'est pas réalisée, et la concentration de la biomasse épuratrice reste faible. Alimentées d'effluents à traiter, les lagunes naturelles sont nommées étangs de stabilisation [33], que l'on classe en fonction des filières de développement des bactéries en trois catégories : anaérobies, aérobies ou facultatifs (mixtes). Différents assemblages de ces bassins sont possibles en fonction des conditions locales, des exigences sur la qualité de l'effluent final, du débit à traiter, ...

A titre d'exemple, si l'on souhaite un degré de réduction plus élevé des organismes pathogènes, on dispose les bassins en série comme suit : étang anaérobie, facultatif puis anaérobie [34].

Le lagunage naturel peut être utilisé, en traitement complet des effluents ou en traitement tertiaire, pour affiner la qualité de l'eau traitée par une boue activée (ex. la désinfection) [35].

a. Bassins anaérobies

Les bassins anaérobies sont caractérisés par un manque d'oxygène dissous causé par une forte DBO5 (100-400 g/m³/jour), et les solides en suspension s'y déposent facilement, ils forment sur le fond une couche où les bactéries anaérobies décomposent la matière organique.

Un des résultats est la production de gaz : l'hydrogène sulfuré (H₂S) et le méthane (CH₄) qui s'échappent vers la surface sous forme de bulles.

Typiquement, ces lagunes ont une profondeur de 2 à 5 m et le temps de séjour de l'effluent y est de 3 à 5 jours. Ils reçoivent des effluents bruts et mènent à des réductions de la DBO5 de 40 à 60 % et des solides en suspension de 50 à 70 %. En générale, on n'y trouve pas de microalgues à cause des conditions défavorables à leur croissance [36].

b. Bassins facultatifs

D'une profondeur de 1 à 2 m et un temps de séjour de 4 à 6 jours [36], ces étangs fonctionnent dans des conditions telle que la partie supérieure entretient un milieu aérobie, riche en algues et en micro-organismes aérobies, alors que le fond, couvert de sédiments organiques, est le siège de fermentation anaérobie, entre ces deux zones règne un milieu de transition favorable aux bactéries facultatives [37].

Les fermentations benthiques donnent lieu à un dégagement de méthane (CH_4), de dioxyde de carbone (CO_2), d'hydrogène sulfuré (H_2S) et d'ammoniac, ainsi que de composés organiques de faible masse moléculaire.

Ce produit alimente la flore des zones supérieures et les composés minéraux dégagés entretiennent les algues, une certaine fraction de ces algues meurt et se sédimentent, venant s'ajouter au lit de boues [37].

c. Bassin de maturation

Les bassins des maturations ou des aérobie sont peu profonds (0,8 à 1,2 m) où la lumière peut pénétrer et favorisant le développement d'algues vertes. Par leur action photosynthétique, les algues produisent de l'oxygène qui permet le développement des bactéries épuratrices aérobies [35]. Le temps de séjour dans ces étangs est beaucoup plus long, de 12 à 18 jours ou plus, et permet un traitement d'effluent déjà partiellement épuré [36]. Ces étangs sont caractérisés par [39] :

- Charge ($\text{Kg DBO}_5/\text{ha}/\text{jour}$) : 111 à 112 ;
- Rendement (% de DBO_5) : 80 à 95 % ;
- Concentration en algues (mg/l) : 100 .

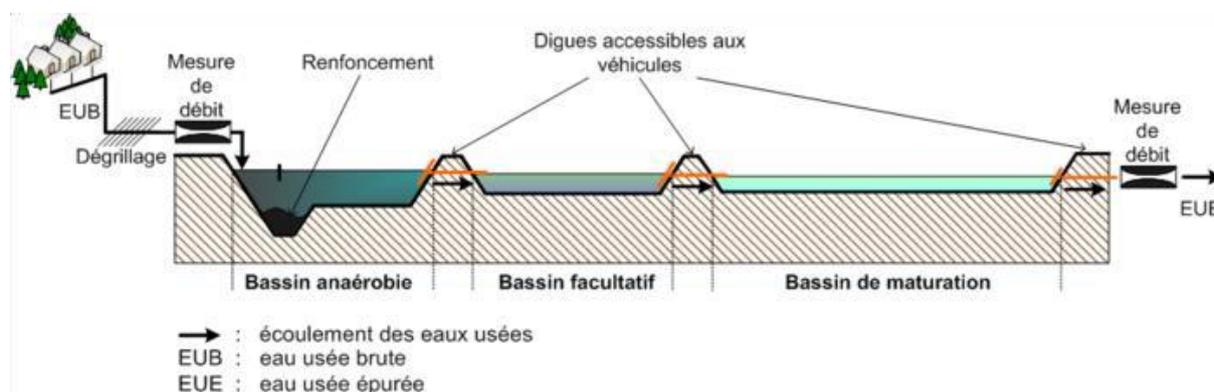


Figure 06 : Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel (www.lagunage.eu)

B. Le lagunage aéré

Ce sont de vastes bassins constituant un dispositif très proche du procédé à boues activées à faible charge. On y effectue une épuration biologique bactérienne comme celle qui se pratique naturellement dans les étangs, en apportant de l'extérieur par insufflation d'air ou oxygénation au moyen d'aérateurs de surface, l'oxygène nécessaire au maintien des conditions aérobies des bactéries épuratrices.

Bien que théoriquement elle ne s'impose pas, une recirculation de l'eau traitée et parfois des boues biologiques en tête de lagune est souvent pratiquée. Elle permet d'améliorer le mélange complet et d'assurer une meilleure répartition de la biomasse.

Il est rare, en raison de la concentration relativement élevée en matières en suspension, que l'on puisse rejeter directement l'effluent traité à l'exutoire sans décantation finale [33].

C. Influence des conditions climatiques sur les performances du lagunage

Le microclimat est le climat local auquel sont soumises les lagunes, il résulte de l'action de plusieurs facteurs qui jouent un rôle important dans l'implantation du lagunage naturel ; ce sont principalement :

a. La durée du jour et l'intensité de l'ensoleillement

La durée du jour conditionné, dans une certaine mesure, la vitesse de multiplication du phytoplancton. L'intensité de l'ensoleillement a une influence sur l'activité photosynthétique des végétaux. Si le ciel reste couvert pendant plusieurs jours, surtout en été alors que le phytoplancton est abondant, la production de l'oxygène due à la photosynthèse pendant la journée devient moins importante, ce qui risque d'entraîner une désoxygénation passagère [36].

b. La température

Les écarts de température exercent une influence sur le bon fonctionnement des systèmes de lagunage naturel. La croissance des algues est favorisée par une température élevée. Lorsqu'ils sont bien ensoleillés et bien oxygénés, les bassins aérobies ne dégagent pas d'odeur. Un ciel nuageux, plusieurs jours de suite, affaiblit le phénomène de photosynthèse créant ainsi des zones anaérobies dont les produits de fermentation conduisent à de mauvaises odeurs. La température intervient aussi dans le calcul du dimensionnement des installations ; les moyennes mensuelles des cinq dernières années doivent alors être connues [38].

c. Le régime des vents dominants dans la région et leur orientation

Les vents dominants sont ceux dont la direction est la plus fréquente. Ce régime des vents étant connu pour une région donnée, nous permet de fixer l'implantation du système de telle sorte à éviter le rabattement sur les habitations des mauvaises odeurs susceptibles de provenir de l'installation, et de ne pas avoir des effets néfastes sur l'ouvrage (dégradation des digues par batillage) [38].

d. L'évaporation

L'évaporation est un facteur très important. Elle est très intense en période estivale (10 à 15mm/j). Conjugée à une infiltration importante, elle peut être néfaste et doit donc être prise en considération lors des calculs de dimensionnement des bassins [38].

e. La pluviométrie

Elle devrait également être connue pour le calcul de la hauteur des digues, afin d'éviter tout risque éventuel d'inondation [38].

II.2.3.4 Traitement tertiaire

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées (REUE), les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les microorganismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements d'épuration « classiques » (mis à part le lagunage) ; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable [39].

II.2.3.4.1 Traitement par voie physico-chimique

Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants :

- * désinfection par le chlore ou l'ozone (pour éliminer les germes pathogènes) ;
- * neutralisation des métaux en solution dans l'eau : en faisant varier le pH de l'eau dans certaines plages, on obtient une décantation de ces polluants.

II.2.3.4.2 Traitement des odeurs

Les premières phases du traitement, le dégrillage, le dessablage/déshuilage et la phase anaérobie du traitement biologique sont généralement confinées dans des bâtiments plus ou moins étanches afin que les mauvaises odeurs ne se répandent pas dans l'environnement de la station. Ce qui provoquerait des nuisances olfactives inacceptables par les riverains. Cet air nauséabond est collecté et traité. Il passe par trois tours de lavage : un acide sulfurique (H_2SO_4), une de Javel et une de soude [40].

II.2.4 les boues

Les éléments polluants et leurs produits de transformation, retirés de l'eau usée au cours du traitement d'épuration, se trouvent rassemblés, dans la grande majorité des cas, dans suspension, plus ou moins concentré, dénommées « boues ».

La composition d'une boue urbaine dépende à la fois de la nature de la pollution initiale de l'eau et des procédés de traitement auxquels elle a été soumise dans la station d'épuration [41].

Conclusion

L'eau est le véhicule de transport et de dissémination idéal de nombreux polluants. Les contraintes du raffinage du pétrole, de plus en plus strictes, exigent le traitement d'un nombre plus important de polluants (huile, matières organiques, minérales...). Étant donnée la grande diversité de ces déchets, l'épuration d'un affluent industriel comporte plusieurs étapes, chacune spécifique aux caractéristiques particulières des éléments à traiter. D'un point de vue général, est sans vouloir être exhaustif, compte tenu de la diversité des procédés mis en œuvre selon les cas, l'épuration de l'eau amène toujours avant leur rejet dans le milieu naturel à :

- éliminer les huiles ;
- séparer et éliminer les matières en suspension ;
- éliminer la pollution organique, principalement par voie biologique, et, plus récemment les pollutions azotées et phosphorées.

CHAPITRE III
MATERIELS ET
METHODES

Introduction

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physicochimique et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement ce qui permettra de mieux choisir le traitement adéquat. Dans ce présent chapitre nous allons présenter les appareillages utilisés et les méthodes d'analyses effectuées au niveau du laboratoire de la raffinerie pour évaluer l'efficacité du traitement utilisé ainsi que déterminer la qualité des eaux usées traitées.

III.1 Echantillonnage

L'échantillonnage de n'importe quelle population est primordial car il conditionne la pertinence de l'analyse. Il doit être de qualité et également représentatif de ce que l'on veut analyser.

Les échantillons de l'eau doivent être prélevés dans des récipients propres, rincés plusieurs fois avec l'eau à analyser, puis fermés hermétiquement sans laisser de bulles d'air dans le flacon.

III.1.1 Mode de prélèvement

Après avoir préparé les récipients de prélèvement, l'échantillonnage a été effectué d'une manière régulière sur l'eau usée à l'entrée de la STEP et l'eau épurée à la sortie de cette dernière. Les prélèvements ont été effectués systématiquement : deux échantillons chaque jour sur une période de dix jours.

III.2 Les paramètres physico-chimiques

III.2.1. Le pH

PH est un sigle signifiant potentiel hydrogène et qui représente la mesure de l'alcalinité en chimie. Le pH mesure la concentration d'une solution aqueuse en ions oxonium H_3O^+ et le degré d'acidité ou de basicité d'une solution.

III.2.1.1 Principe de la méthode

Détermination potentiométrique de la concentration des ions hydronium dans l'eau.

III.2.1.2 Appareillage

- 1- pH mètre avec chaîne d'électrode en verre calomel ;
- 2- Bêcher de 150 ml.



Figure 07 : PH-mètre de paillasse FiveEasy F20-Standard Kit - Mettler Toledo

Source : (laboratoire de la raffinerie d'Arar)

III.2.1.3. Réactifs

a- solution tampon à pH = 4

Peser 10,12 g de phtalate acide de potassium ($\text{KOC}_6\text{H}_4\text{COOH}$) dissoute dans l'eau exempte de CO_2 et porter à un litre.

b- solution tampon à pH = 6,9 peser 3,39 g de L'hydrogénophosphate de potassium (K_2HPO_4) plus 3,53 g de Hydrogénophosphate de sodium (Na_2HPO_4).

Préalablement sécher pendant 2H à 130°C et compléter à un litre d'eau exempte de CO_2 .

c- solution tampon à pH = 9,2 peser 3,80 g de tétraborate de sodium. $10\text{H}_2\text{O}$ ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) et compléter à un litre avec l'eau exempte de CO_2 .

III.2.1.4. Mode opératoire

- 1- Tarer le pH mètre avec les solutions tampons (4, 7, 9) ;
- 2- Laver soigneusement les électrodes avec l'eau distillée ;
- 3- Immerger les électrodes dans l'échantillon ;
- 4- Lire la température de l'échantillon avec un thermomètre et la régler sur le compensateur de température sur pH mètre ;
- 5- Effectuer la lecture du pH.

III.2.2 La turbidité

III.2.2.1 Le principe

La turbidité ou opacimétrie est une variante de la spectrométrie d'absorption. Les éléments en suspension dans un liquide absorbent certaines radiations selon une loi voisine de celle de BEER LAMBERT.

La turbidimétrie mesure alors l'intensité lumineuse du faisceau transmis après avoir traversée le milieu.

La mesure s'effectue dans le même sens que celui du faisceau incident.

III.2.2.2 Appareillage

- Turbidimètre ;
- Etalon.

Préparation de l'instrumentation

- 1- mettre l'appareil sous tension ;
- 2- Saisir délicatement l'étalon 0.1 NFU et l'essuyer sans l'agiter ;
- 3- Veiller à ce que le chiffon ou le papier absorbant utilisé ne laisse aucune pluche sur la paroi du tube de verre.



Figure 08 : appareil de mesure de turbidité

(Laboratoire de la raffinerie d'Adrar)

Préparation de l'instrumentation

- 1- mettre l'appareil sous tension ;
- 2- Saisir délicatement l'étalon 0.1 NFU et l'essuyer sans l'agiter ;
- 3- Veiller à ce que le chiffon ou le papier absorbant utilisé ne laisse aucune pluche sur la paroi du tube de verre.

III.2.2.3 Etalonnage

- Ouvrir la chambre noire et y placer l'étalon ;
- Coffrer chambre noire ;
- Placer le commutateur de sélection sur la position 10/10 constitue la limite supérieure de lecture, soit 10 NFU ;
- Ajuster l'affichage à la valeur de l'étalon à l'aide du bouton de tarage ;
- Ouvrir la chambre noire ;
- Retirer l'étalon et le stocker verticalement ;
- L'appareil peut alors être utilisé pour un échantillon dont la turbidité est <10 .

III.2.2.4. Mesure de la turbidité

- Remplir le tube de mesure avec l'échantillon ;
- Essuyer la surface extérieure du tube de mesure au moyen d'un tissu lisse et doux ;
- Introduire le tube de mesure dans la chambre ;
- Fermer la chambre ;
- Lire directement le résultat.

III.2.3. MES (Matières En Suspension)

III.2.3.1. Principe général

Les MES s'obtiennent soit par filtration des effluents peu chargés soit par centrifugation des solutions, et par séchage jusqu'à obtenir un résidu sec.

Dans notre étude on utilise la méthode de décantation naturelle.

III.2.3.2. Matériel utilisé

- Tubes de 100ml ;
- Dessiccateur ;
- Une balance (10⁻³ g) ;
- L'étuve à 105 °C ;
- Papier filtre ;
- Capsules en verre.

III.2.3.3. Mode Opérateur

- 1) Dans les capsules on met les papiers filtre et on les passe dans l'étuve à 105 °C pendant une heure puis les mettre dans le dessiccateur durant 30 minutes et pesé les capsules.
- 2) Prendre les papiers filtre à tube de 100 ml et filtrer 100 ml de l'échantillon et on met les papiers humides dans les capsules et on met le tout à l'étuve à 105 °C pendant une heure
- 3) On met les capsules dans le dessiccateur durant 30 minute ensuite on pèse les capsules.



Figure 9 : Etuve, four de séchage (Laboratoire de la raffinerie d'Adrar)

III.2.4. La demande chimique en oxygène (DCO)

III.2.4.1. Méthode au permanganate de potassium (froid)

L'oxydation chimique des matières organiques et des substances oxydables est effectuée par le permanganate de potassium. Suivant l'acidité du milieu et la température, l'oxydation est plus au moins énergique. Ce test conventionnel permet d'apprécier la teneur en matières organiques en même temps que la présence d'autres substances réductrices. La réglementation française ne fait que de la méthode a froid.

III.2.4.2 Principe

La méthode utilise des tubes jetables avec réactifs intégrés et repose sur le principe qui consiste à oxyder la matière organique avec une solution étalon de permanganate de potassium en présence d'acide sulfurique. Le permanganate de potassium est préféré à d'autres oxydants à cause de son pouvoir oxydant puissant, sa versatilité, sa pureté et sa grande stabilité. Puis la solution est laissée en contact avec un volume connu d'une solution de permanganate de potassium titrée au bout de deux heures.

III.2.4.3. Réactifs

- Solution de permanganate de potassium N/10 1 ml de cette solution correspond à 0,1 mg d'oxygène ;
- Solution de sulfate de fer et d'ammonium à 25 g / l ;
- Solution d'acide sulfurique au ½ en volume.

III.2.4.4. Mode opératoire

-100 ml eau distillée ;

-100 ml de l'échantillon + 5 ml d'acide sulfurique H₂SO₄ 1+3 (v/v) ;

-10 gouttes de Ag₂SO₄ saturé +10 ml de solution de permanganate de potassium (C =0.01 mol/l) ;

-Bouillir pendant 10 minutes, laisser refroidir jusqu'à T= (60 – 80 C), ajouter 10ml de Na₂ C₂O₄ la couleur sera Transparente ;

-On Titre avec KMnO₄ (0.01 mol/l) jusqu'à la couleur rose-claire, on note le volume ;

-Déterminer par calcul la quantité d'oxygène nécessaire à l'oxydation des matières réductrices contenues dans un 1L d'eau traité.

III.2.4.4.1 Méthode au dichromate de potassium (chaud)**A. Principe**

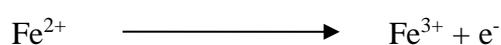
Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées à l'ébullition (105°C, 2h) par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent jouant le rôle de catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure permettant de complexer les ions chlorure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

Les matières oxydables (et en particulier les matières organiques) de l'échantillon sont oxydées par le dichromate de potassium dans les conditions précitées.

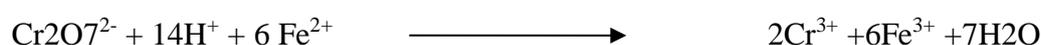
Le dichromate de potassium est réduit selon la réaction suivante :



Le dichromate de potassium résiduel est dosé par une solution de sulfate de fer et d'ammonium (donc de Fe²⁺), en présence de ferroïne (indicateur d'oxydo-réduction) :



La réaction globale du dosage est la suivante :



Il est alors possible de déterminer la quantité dichromate de potassium consommé lors de l'essai et d'en déduire la quantité d'oxygène équivalent. On pourra déterminer :

- La DCO totale (matières dissoutes et en suspension) de l'échantillon (DCO total) ;
- La DCO dissoute, après décantation de l'échantillon pendant deux heures (DCO ad2).

B. Matériel utilisé

- appareil à reflux composé d'un tube à fond plat de 250ml à col rodé et d'un réfrigérant adaptable. Le nettoyage de l'appareil est effectué en portant à l'ébullition sous reflux un mélange composé de 5ml de solution de dichromate de potassium et 15ml de solution d'acide sulfurique ;
- sulfate d'argent et 10ml d'eau ;
- Plaque chauffante ou bloc chauffant adapté avec régulation de température ;
- Régulateur d'ébullition.

C. Réactifs

a) - solution d'acide sulfurique à 4mol/l :

- acide sulfurique (d=1.84) ;
- eau déionisée.

Versés l'acide sulfurique dans de l'eau. Après refroidissement complète le volume à 1L.

b) - solution de sulfate d'argent à 10g/l dans l'acide sulfurique :

- sulfate d'argent cristallisé (Ag_2SO_4) ;
- acide sulfurique (d=1.84).

Dissoudre le sulfate d'argent dans 40ml d'eau déionisée. Ajouter 960ml d'acide sulfurique avec précaution.

Des solutions prêtes à l'emploi sont disponibles dans le commerce.

c)- Solution de sulfate de Fer et d'ammonium à 0.25mol/l. Sulfate de Fer (II) et d'ammonium $\text{FeSO}_4 (\text{NH}_4)_2\text{SO}_4, 6\text{H}_2\text{O}$ (Sel De MOHR).

- acide sulfurique (d=1.84) ;
- eau déionisée.

Dissoudre le sulfate de Fer et d'ammonium dans de l'eau, ajouté l'acide sulfurique après le refroidissement ajouter le volume à 1l.

- solution de Ferroïne ;
- 1.10 phénanthroline ;
- Sulfate de Fer (II) $\text{FeSO}_4, 7\text{H}_2\text{O}$;
- eau déionisée.

Dissoudre la phénanthroline et le sulfate de Fer dans de l'eau et complète le volume. On peut également utilise une solution commerciale.

d)- solution étalon de dichromate de potassium à 0.25 mol/l, contenant du sulfate de mercure (II)

- sulfate de mercure (II) ($\text{Hg}_2 \text{SO}_4$) ;
- acide sulfurique ($d=1.83$) ;
- Dichromate de potassium ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) ;
- eau déionisée.

Dissoudre 80g de sulfate de mercure (II) dans environ 800ml d'eau déionisée ajouter avec précaution 100ml, laisser refroidir puis ajouter 11.767g de Dichromate de potassium (préalablement séché à 105°C pendant 2 heures). Transvaser la solution quantitativement dans une fiole jaugée.

Vérification du titre de la solution de sulfate de Fer et d'ammonium :

Dans un erlenmeyer, mettre 5ml de bichromate de potassium à 0.25mol/l ; on ajoute environ 100ml avec la solution d'acide sulfurique (H_2SO_4) concentré 98% ; enfin, on ajoute quelque goutte d'indicateur phénanthroline (coloration jaune).

Remplir la burette avec le sulfate de fer d'ammonium ($(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4).6\text{H}_2\text{O}$) 0.25mol/l.

On titre jusqu'à la coloration devient rouge.

*** Mode opératoire**

- 50 ml d'échantillon ;
- 25 ml dichromate 0.25mol/l ;
- 70 ml d'acide sulfurique contenant sulfate d'argent. En agitant soigneusement le tube ;
- 1 g de HgSO_4 ;
- 5 ml d'acide sulfurique (H_2SO_4) 98% ;
- Mettre à la plaque chauffante 2h.

Après deux heures transvaser dans des erlenmeyer 250ml et mettre dans le condenseur pour les refroidir ajouter 50 ml eau + 2 à 3 gouttes de phénanthroline et titré avec la solution sulfate de fer (II) et d'ammonium (Sel de Mohr).

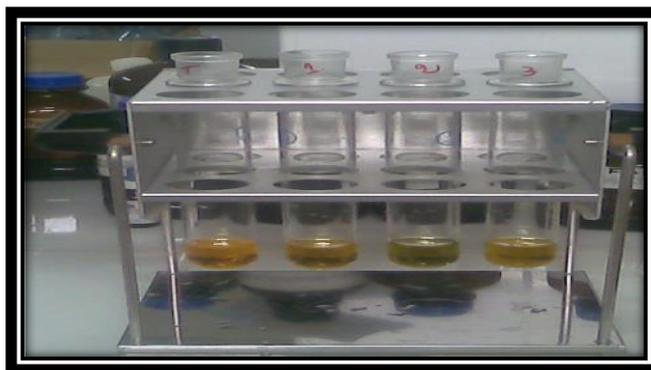


Figure 10 : dégradation de la couleur

- **Expression des résultats**

La demande chimique en oxygène (DCO) exprimée en milligrammes d'oxygène par litre est égale :
$$\frac{8*1000(V_0 - V_1) C}{V}$$

V

V_0 : volume nécessaire au dosage (ml) ;

V_1 : volume nécessaire à l'essai à blanc (ml) ;

C : concentration de Titrant (en mol/l) ;

V : volume de la prise d'essai (l'échantillon) (en ml).

III.2.5 Détermination de la demande biochimique en oxygène (DBO₅)

III.2.5.1 Demande biochimique en oxygène en 5 jours

C'est la quantité d'oxygène en mg / L consommée pour épurer biologiquement l'eau en cinq jours (05) à 20 C° avec ensemencement si nécessaire et à l'obscurité.

III.2.5.2. Principe

Mesurer de l'oxygène consommé en cinq jours par un échantillon dilué avec une eau saturée en oxygène, ensemencée avec des germes, puis placé dans une enceinte thermostatée à 20°C.

III.2.5.2.1. Matériel utilisé

- Flacons en verre à bouchon rodé de 150 ou 250ml ;
- Enceinte thermostat à 20°C ± 1°C ;
- Matériel nécessaire au dosage de l'oxygène dissous, de préférence une oxymétrie.

III.2.5.3. Méthode utilisée

La méthode la plus simple utilisée pour la détermination de la consommation d'oxygène est celle manométrique : selon le principe du respiratoire de Warburg, utilise largement en biochimie.

L'échantillon est agité continuellement durant l'incubation ceci afin d'éviter la formation de gradients de Concentration.

III.2.5.4. Appareillage manométrique VELP

Cet appareil travaille selon les principes de la respiration. Dans le quel on peut doser cinq (05) échantillons à la fois ; dote d'échelles interchangeable tarées en ppm d'oxygène (entre 0 et 1000) qui Permettent de relever immédiatement la valeur atteinte en fonction du temps.

Chaque bouteille d'incubation est dotée de baguette magnétique qui est mise en rotation par un moteur électrique.

Pour l'incubation a température contrôlée, il est disponible un frigo –thermostat VELP.

III.2.5.5. Les réactifs utilisés

Solution tampon

Faire dissoudre 8.5 gr de KH_2PO_4 ; 33.4 gr de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 + 7\text{H}_2\text{O}$; 21.7gr de K_2HPO_4 et 1.7gr de NH_4CL dans 1 litre d'eau distillée, pour avoir un pH = 7.2.

- MgSO_4 : 22.5g dans 1 litre d'eau ;
- CaCL_2 : 27.5g dans 1 litre d'eau ;
- FeCL_3 : 0.25g dans 1 litre d'eau.

III.2.5.6. Préparation de l'eau de dilution

L'eau de dilution est préparée à partir d'eau distillée, la solution est à mettre dans un récipient :

- Solution de phosphate5 ML ;
- Solution de sulfate de magnésium1 ML ;
- Solution de chlorure de calcium1ML ;
- Solution de chlorure de fer1ML ;
- Solution de chlorure d'ammonium1ML ;
- Eau distillée q.s.p 1000 ML.

Tableau 03 : Conversion de la DBO₅ en fonction du volume de prise d'essai

Portée de mesure = (DCO×0.8) (mg/l)	Le volume d'échantillon (ml) prise d'essai
0-40	432
0-80	365
0-200	250
0-400	164
0-800	97
0-2000	43.5
0-4000	22.7

III.2.5.7. Mode opératoire

Mettre la prise d'essai en bouteille brune + 1 ml de solution Tampon. Fermer les bouteilles par des bouchons et on met dans les bouchons quantité d'hydroxyde de lithium (Li (OH)₂). Placer dans l'incubateur et régler la température à 20 °C pendant 05 jours avec agitation continue.

**Figure 11** : DBO mètre

III.2.6. La Teneur en huile dans les Eaux Usées

Les eaux usées industrielles de la (raffinerie de Sbaa) sont contaminées par les produits pétroliers ce qui pose nécessité un traitement avant leur réutilisation.

III.2.6.1 Mode Opératoire

- 100 ml de l'échantillon ;
- 20 ml de Tétrachlorure de carbone CCl₄ ;
- Mélanger dans un ballon puis séparer le CCl₄ dans une cellule ;
- passer dans le spectre Infrarouge collecter à un micro-ordinateur et lire les résultats en utilisant un logiciel spécifié... les résultats s'affichent sur le micro-ordinateur...

Remarque : Etalonner le spectre avec des étalons pour donner l'intervalle.

Conclusion

L'évaluation de la quantité de la pollution arrivant en tête de station d'épuration dépend du prélèvement de l'échantillon. Il doit être homogène et représentatif du rejet des eaux usées.

Les eaux brutes que nous avons testées ont des valeurs dépassent les normes de rejet.

Le préleveur utiliser obligatoirement les flacons appropriés aux analyses. Il vérifiera leur conformité et leur propreté avant de partir sur terrain.

Les échantillons seront transportés au laboratoire, Ils seront livrés dans un délai maximum de 24 heures. Au laboratoire, l'analyste identifie les échantillons et applique rigoureusement le protocole de chaque paramètre à mesurer et dresse ensuite les résultats sur une fiche récapitulative.

CHAPITRE IV
RESULTATS ET
DISCUSSIONS

IV.1 Introduction

Dans toute station d'épuration des eaux usées, il est nécessaire d'effectuer des analyses d'eau de forage et de l'eau traitée afin de déterminer les différents paramètres physico-chimiques et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement. L'objectif principal de ce travail est de faire une étude sur les paramètres physico-chimiques des eaux usées de la raffinerie d'Adrar (RA1D) avant et après passage par la STEP pour évaluer l'efficacité et la qualité du traitement effectué.

IV.2 Analyses et caractérisations des eaux utilisées

Les différents résultats obtenus après analyses des échantillons prélevés avant et après traitement sont rassemblés et discutés ci-dessous.

IV.2.1 Les eaux de forage

L'eau de forage est l'eau puisée dans les forages qui agencent la raffinerie, cette eau est claire et non polluée, non traitée chimiquement. Cette eau pompée depuis le forage jusqu'à la raffinerie, arrive avec un débit de 250 m³/h.

Le tableau suivant représente la qualité d'eau de forage. Les prélèvements ont été effectués chaque jour sur une durée de dix jours successifs.

Tableau 03 : Qualité d'eau de forage par rapport aux paramètres de pollution

Echantillons	Ph	Turbidité (NFU)	Conductivité (uS/cm)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
1	8.52	6.6	1250	6.6	Indéetectable
2	8.46	3.29	1200	3.68	Indéetectable
3	8.33	4.00	1300	4.20	Indéetectable
4	8.34	3.98	1150	7.36	Indéetectable
5	8.42	1.99	1350	5.60	Indéetectable
6	8.48	1.30	1200	3.80	Indéetectable
7	8.44	3.11	1250	4.28	Indéetectable
8	8.45	1.01	1300	4.00	Indéetectable
9	8.27	2.64	1400	4.40	Indéetectable
10	8.51	2.80	1250	4.08	Indéetectable

D'après les résultats obtenus :

- Le Ph des eaux de forage est quasiment stable, il est compris entre 8.27 et 8.52 ;
- La turbidité est au-dessous de la norme qui est de 5 NFU sauf la première valeur qui est de 6.6 NFU dû probablement aux roches encaissantes ;
- La conductivité est un peu élevée par rapport aux normes de la classification des eaux de l'OMS de 750-1500 ce qui nous donne une eau médiocre mais utilisable (voir tableau 7) ;
- On note que la DCO est largement inférieur par rapport à la norme qui est de 120 mg/l ;
- L'indéfectibilité de la DBO5 prouve que l'eau est non polluée par des facteurs biologiques car la DBO5 permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux usées.

On déduit que cette eau de forage n'est pas polluée et conforme selon l'OMS.

IV.3 Les eaux usées

IV.3.1 Le Ph

Le Ph est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau.

La neutralisation du pH de l'eau des effluents s'effectue par l'utilisation des acides sulfuriques en l'ajoutant dans le traitement spécifique à l'intérieur des bacs anti corrosion pour éviter l'endommagement des équipements.

Les valeurs du pH obtenus pour les dix échantillons avant et après traitement sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 04 : Les valeurs du Ph avant et après traitement

Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ph Avant traitement	8.28	8.95	8.86	8.67	8.63	8.29	8.20	8.93	8.71	8.86
Ph Après traitement	8.12	8.25	8.14	7.93	8.12	8.14	8.07	7.92	8.21	7.7

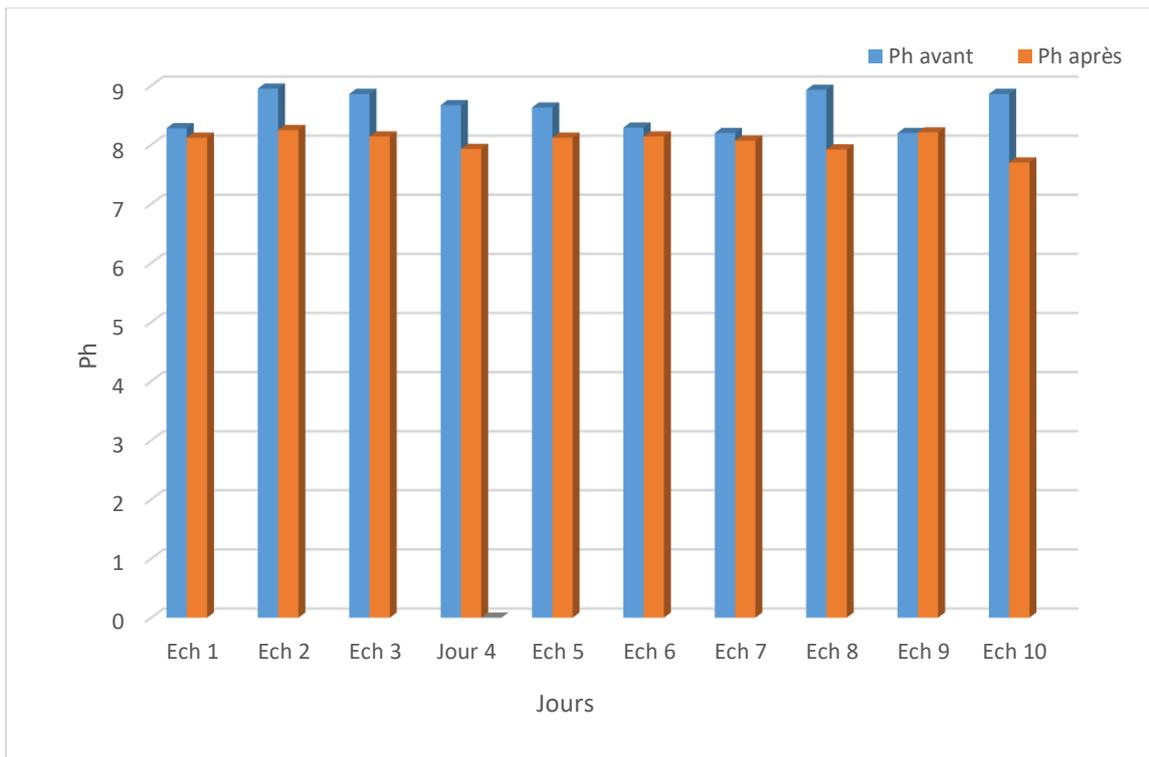


Figure 12 : Histogramme de l'évolution du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP

Nous remarquons d'après les résultats obtenus que les valeurs du pH des eaux usées à l'entrée de la station varient dans un intervalle compris entre 8,2 et 9. Tandis qu'à la sortie de la STEP ces valeurs varient dans un intervalle très étroit, entre 7,18 et 8,25. Ces résultats répondent à la valeur du pH requise par les normes de rejets. Cette dernière doit être comprise entre : 5,5 et 8,5.

IV.3.2 La turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence des matières non dissoutes dans l'eau.

Pour le traitement de la turbidité on effectue la filtration, assistée d'un procédé chimique, comprend deux étapes. La première, appliquée au début du processus de traitement, est la coagulation/floculation qui consiste à ajouter des produits chimiques (PAC et PAM) qui provoquent l'agrégation des petites particules pour en former de plus grosses. La deuxième étape consiste en l'interception de ces produits chimiques lors du passage de l'eau dans les filtres à sable et charbons actifs.

Le tableau et l’histogramme ci-dessous illustrent les résultats d’analyses de la turbidité :

Tableau 05 : Les valeurs de la turbidité avant et après traitement

Echantillons	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turbidité avant traitement(NFU)	25	21	31	37	19	33	17	20	24	36
Turbidité après traitement(NFU)	17.54	15.78	19.19	19.89	15.12	15.7	14.8	16.5	14.1	18.1
Turbidité autorisé (NFU)	5									

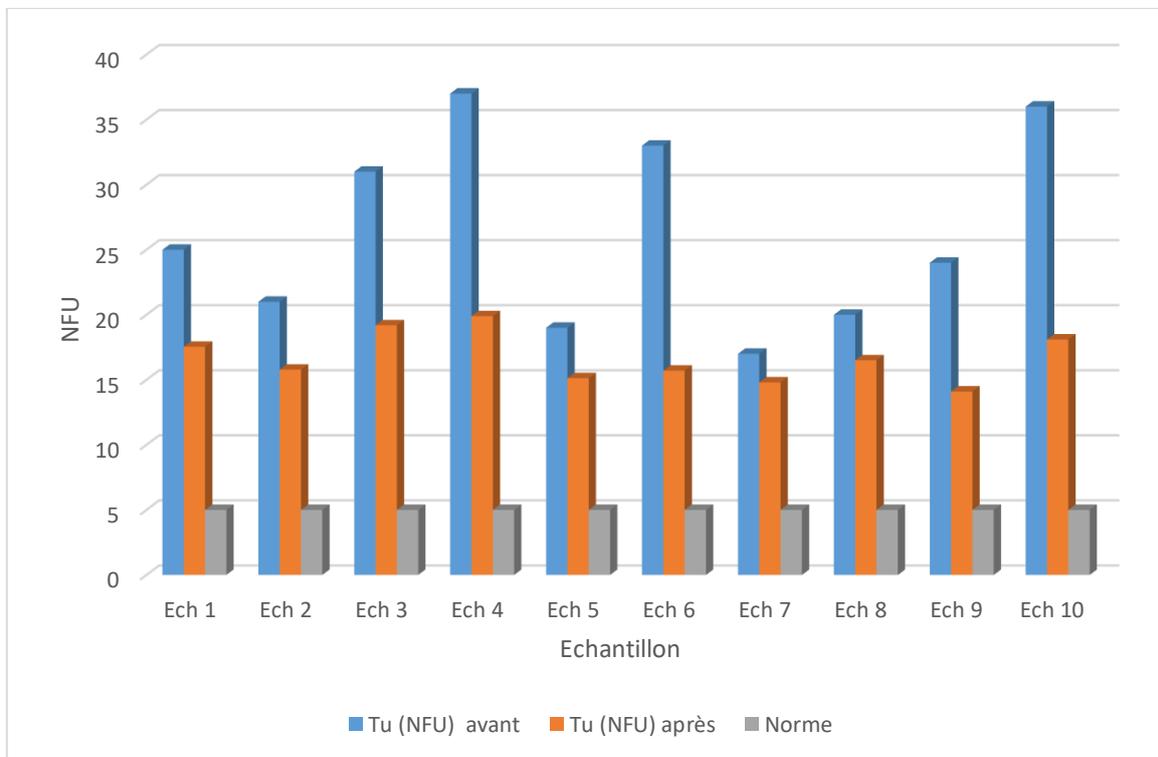


Figure 13 : Histogramme de l’évolution de la Turbidité à l’entrée et à la sortie de la STEP

Nous remarquons d’après les résultats obtenus que les valeurs de la turbidité des dix échantillons pris à l’entrée de la station de traitement se situent entre 17 NFU (Nephelometric Formazine Unit) et 37 NFU.

Cependant les valeurs de la turbidité obtenue après traitement ne sont pas satisfaisantes vu qu’elles sont toujours élevées et n’atteint pas la norme requise qui est de 5 NFU. On constate que le traitement effectué n’est pas efficace.

IV.3.3 La conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes.

La déminéralisation sur résine est la technologie de purification de l'eau utilisée pour éliminer les ions dissous de l'eau et les remplace par d'autres ions de charge électrique identique ou similaire (hydrogène H⁺ ou hydroxyde OH⁻) pour produire une eau pure.

Les résultats des mesures de la conductivité électrique effectués sur dix échantillons avant et après traitement sont représentés dans le tableau suivant :

Tableau 07 : Les valeurs conductivité avant et après traitement

Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Conductivité Avant traitement(uS/cm)	6344	6026	8009	7365	4355	3512	5433	6400	3700	4100
Conductivité Après traitement(uS/cm)	3350	3700	5200	6200	1250	2350	2150	4000	2400	2000

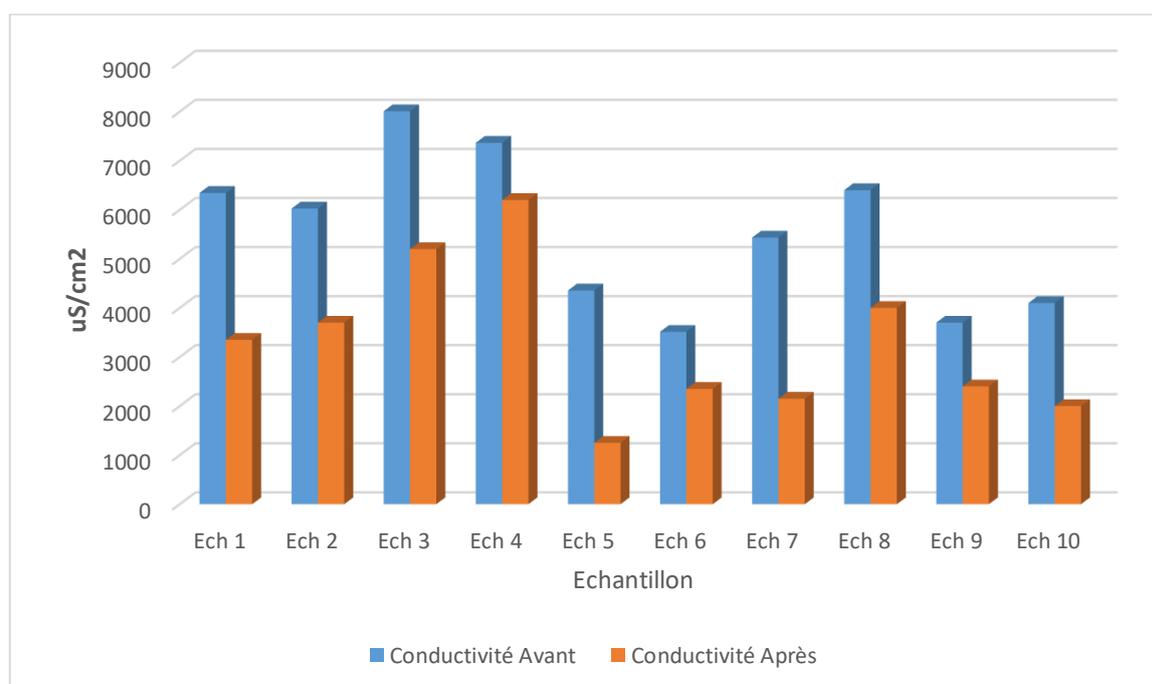


Figure 14 : Histogramme de l'évolution de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP

La conductivité est un paramètre très significatif dans l'évaluation des opérations de traitement. Nous constatons que ce paramètre diminue de façon insuffisante après traitement passant de valeurs comprises entre 3500 et 8009 (uS/cm) à des valeurs relativement élevées allant de 1200 jusqu'à 6200 (uS/cm). Et d'après le tableau de la qualité d'eau de l'OMS l'eau traitée a une minéralisation excessive.

IV.3.4 Teneur en huile

Les eaux usées industrielles de la raffinerie de Sbaa sont contaminées par les produits pétroliers et cela pose un problème de contamination par composants huileux. L'origine de cette contamination est les bacs de stockage du brut et les tours de refroidissement.

Pour baisser la teneur en huile, la STEP utilise des déshuileurs avec deux principes d'élimination des huiles :

- Un premier principe de déshuilage physique se basant sur la flottation pour l'élimination des huiles flottantes grâce à l'injection des bulles d'airs dans les bassins de déshuilage permettant ainsi l'accélération du processus, suivi d'un raclage pour éliminer les huiles.
- Un deuxième principe de déshuilage biologique qui consiste en l'utilisation de bactéries pour éliminer le reste des huiles.

Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau 08 : Les valeurs des teneurs en huile avant et après traitement

Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Huile avant traitement (mg/l)	34	36	41	40.2	39.3	41	40	35	32	39
Huile après traitement(mg/l)	0.11	0.1	0.96	2.3	0.12	0.25	0.11	0.79	3.8	1.02
Teneur autorisé avant traitement	40.3									
La teneur autorisée après traitement	0.02									

Teneur autorisée : Est la concentration maximale en huiles autorisée à l'entrée et à la sortie de la STEP (avant traitement et après traitement)

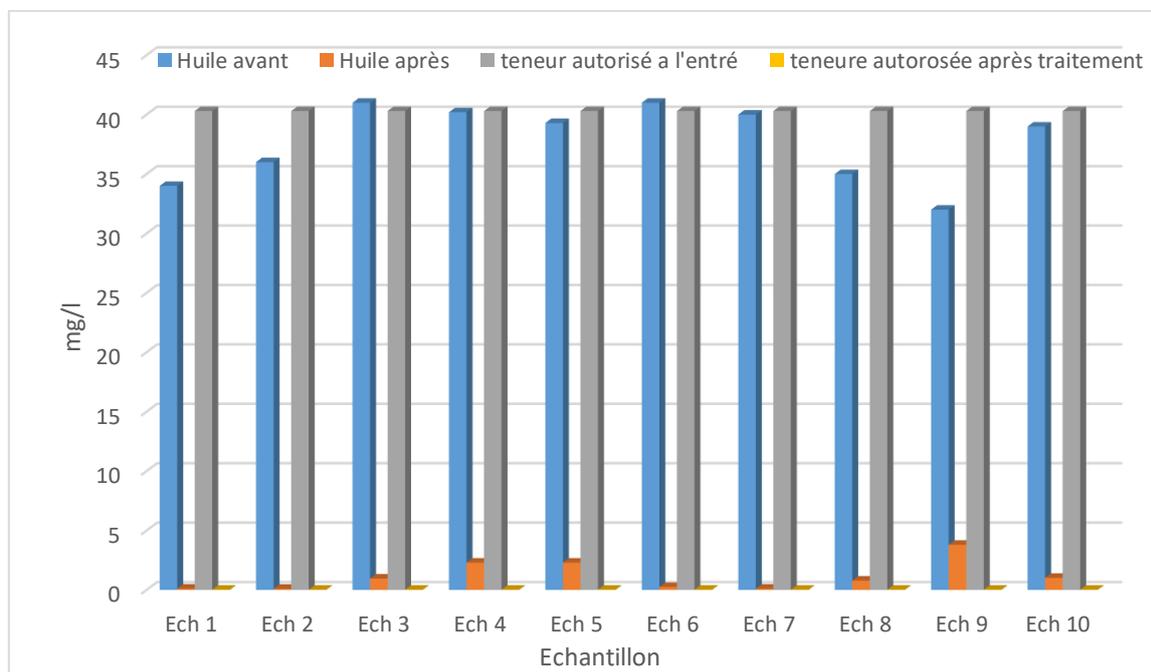


Figure 15 : Histogramme de l'évolution des teneurs en huile à l'entrée et à la sortie de la STEP

La teneur en huiles dans les eaux usées est importante du fait de la nature chimique du pétrole brut et de ses dérivés. La valeur moyenne de la teneur en huiles dans les eaux usées admissible à l'entrée de la STEP est égale à 40,3 mg/l. Cela dit : la teneur maximale en huile dans l'eau à l'entrée est de 41 mg/l, et c'est la seule valeur qui dépasse la norme.

Après traitements ces valeurs diminuent considérablement, ou on note que la valeur maximale obtenue est de 3.8 mg/l et 0.1 mg/l comme valeur minimale ce qui est nettement au-dessus de la norme qui est de 0.02 mg/l.

IV.3.5 La DCO

La DCO est un paramètre essentiel en matière de traitement d'eau et assainissement. Elle représente la quantité d'oxygène utile pour dépolluer une eau. En toute logique, cette donnée est donc utilisée pour assurer un meilleur suivi de la performance de l'épuration des eaux.

Afin de réduire la DCO le procédé se base sur l'ajout des adjuvants chimiques qui précipitent la pollution dans l'eau sous forme des boues, ces boues sont ensuite séparées de l'eau, ainsi l'eau devient plus pure.

Les adjuvant utilisées sont appelés des coagulants et des flocculants. Le produit utilisé pour l'épuration de l'eau au niveau de la raffinerie d'Adrar est la chaux.

Les résultats d'analyses de la DCO obtenus sont représentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 09 : Les valeurs de DCO avant et après traitement

Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	0	10
DCO avant (mg/l)	362	407	375	365	398	601	362	321	446	686
DCO après (mg/l)	78.8	79	98.3	66.3	70.5	74.1	89.2	53	62.2	63
DCO norme (mg/l)	120									

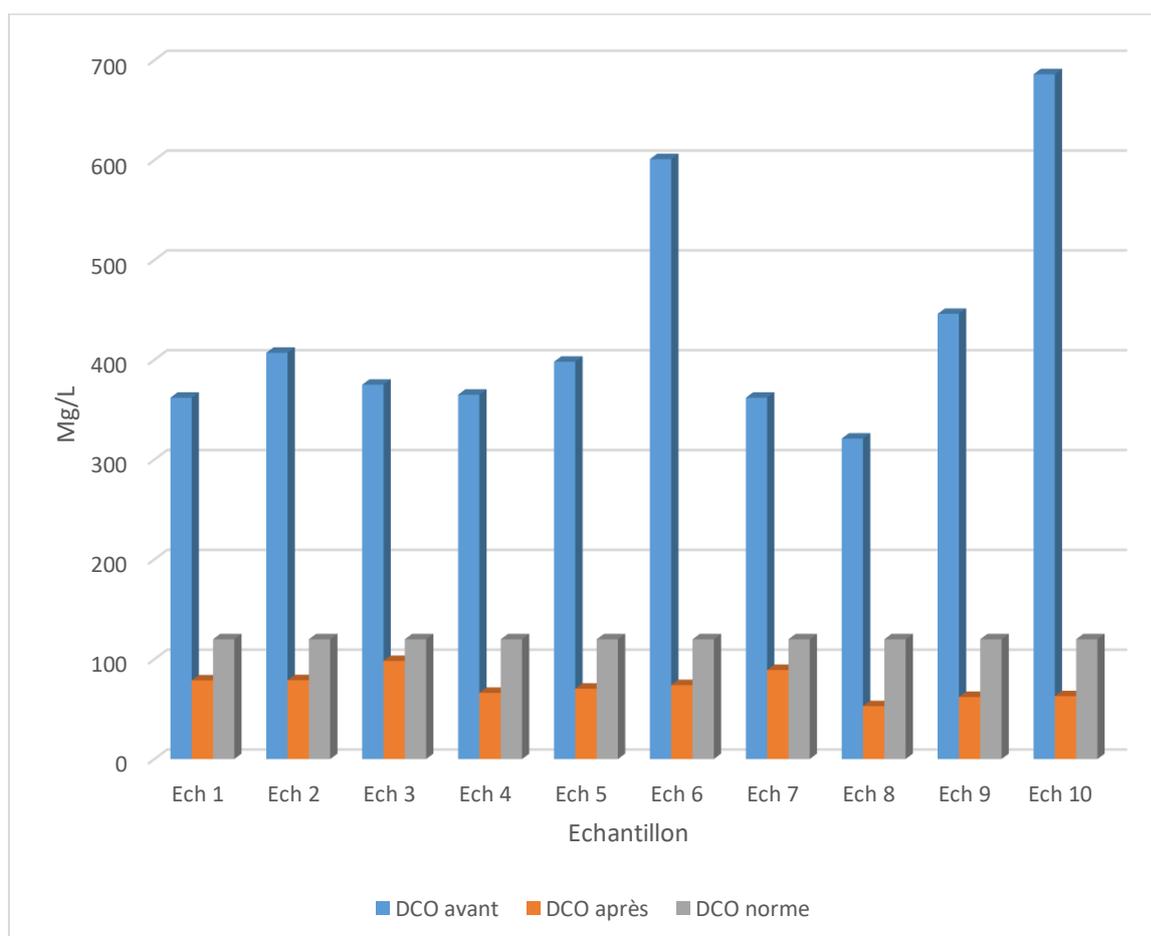


Figure 16 : Histogramme de l'évolution de la DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP

Pour la DCO nous constatons qu'à l'entrée de la station cette dernière reste supérieur à la valeur de 120 mg/l et atteint pour certains échantillons des valeurs très élevées allant jusqu'à 686 mg/l. Après traitement ces valeurs diminuent considérablement où nous enregistrons la valeur de 53 mg/L comme valeur minimale avec un rendement d'épuration égale à 89.82%.

Les normes édictées par la réglementation locale en matière des eaux usées traité recommandent une DCO qui ne dépasse pas 120 mg/l. En comparant les résultats obtenu (**tableau 10**) par rapport aux normes, on constate que le traitement effectué est efficace.

IV.3.6 La DBO5

La demande biochimique en oxygène pendant cinq jours, ou DBO5, est l'un des paramètres de détermination de la qualité d'une eau. Cette DBO5 mesure la quantité de matière organique biodégradable contenue dans une eau.

La réduction de la DBO5 se fait par traitement biologique qui consiste à cultiver des bactéries dans l'eau et à leurs fournir de l'oxygène, ces bactéries se nourrissent de la matière organique contenue dans les eaux usées et la transformer en gaz carbonique CO₂ et en eau H₂O. Le traitement consiste à une forte aération de l'eau polluée pendant quelque jours, l'oxygène de l'air aide les bactéries du milieu à dégrader la matière organique présente dans l'eau.

Les analyses de la DBO5 ont donné les résultats suivants :

Tableau 10 : Valeurs de la DBO5 avant et après STEP

Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
DBO5 avant (mg/l)	75	71	67	91	57	68	85	61	72	49
DBO5 après (mg/l)	8.5	7.3	7.9	8.9	6.4	3.3	4	9.1	8.2	4.7
DBO5 norme (mg/l)	30									

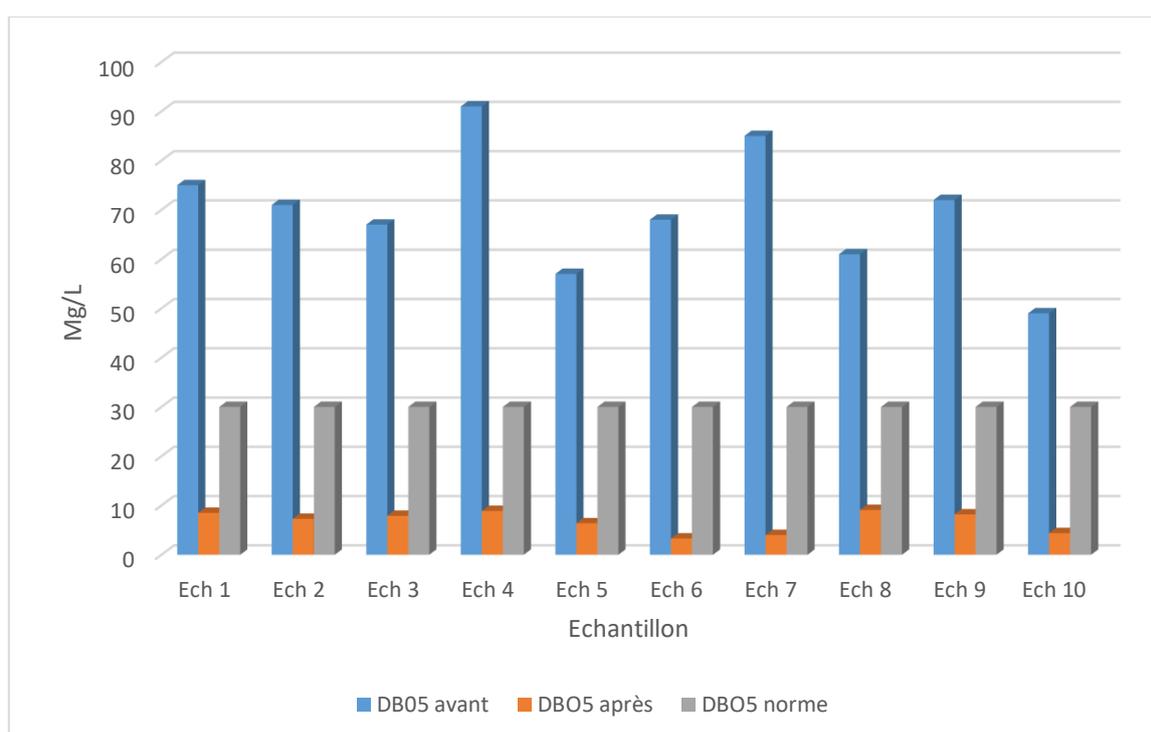


Figure 17 : Les valeurs de la DBO5 a l'entrée et à la sortie de la STEP

La moyenne des résultats concernant l'analyse de la DBO5 de l'eau à l'entrée de la station est égale à 69,6 mg/L. la valeur minimale est de 49 mg/l tandis que la valeur maximale est de 91mg/L. Après traitement cette moyenne diminue à 6.83 mg/l avec un rendement d'épuration égale à 90,66%.

On note que la valeur maximale autorisée de la DBO5 après traitement ne dépasse pas 30 mg/l d'où on remarque que les résultats obtenus sont au-dessous de la norme.

IV.3.7 Matières en suspensions MES

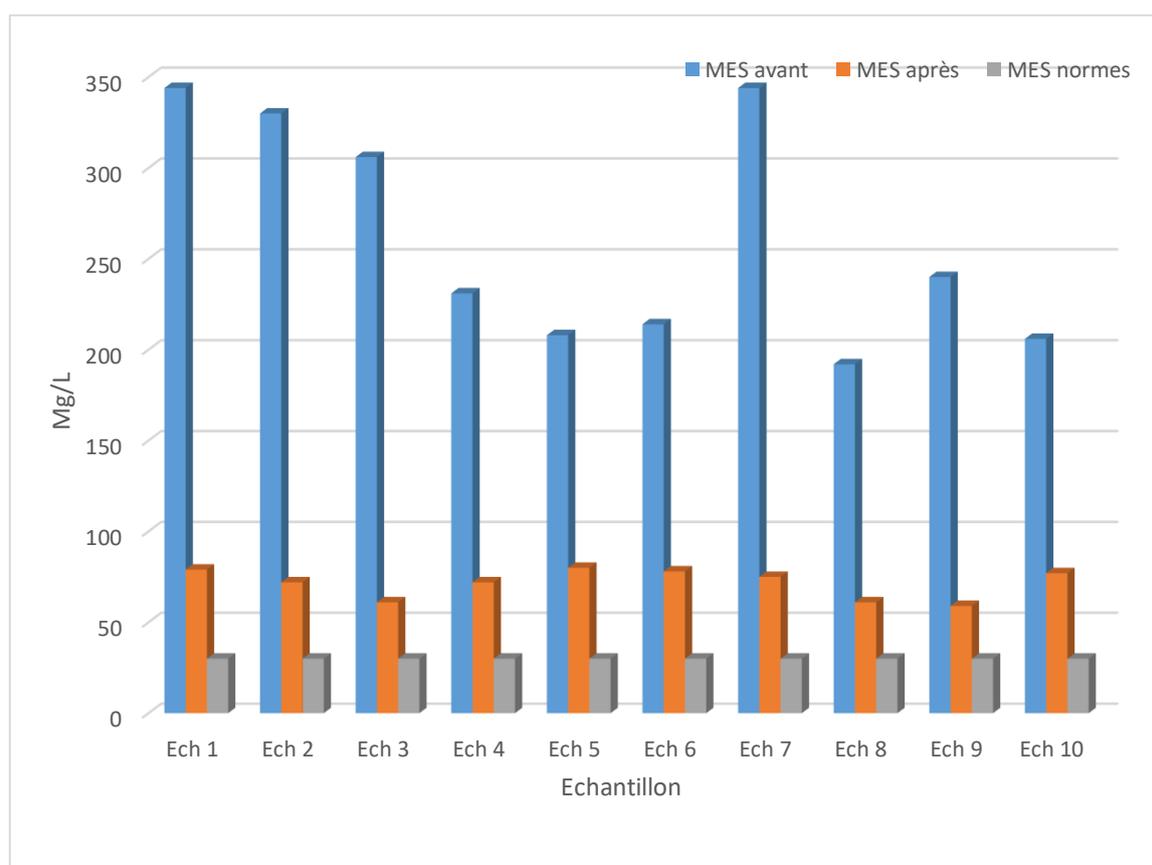
Les matières en suspension (ou MES) (ou particules en suspension) désignent les matières solides insolubles visibles à l'œil nu présentes en suspension dans un liquide.

La méthode permettant de réduire le taux de matières en suspension dans les eaux de rejet est la filtration, il s'agit d'un procédé physique qui peut être réalisé sur matériaux classiques (sables). Les filtres à sable consistent à piéger les matières fines (MES) et de laisser passer l'eau.

Les valeurs des analyses sur les MES sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 11 : Valeurs de MES avant et après STEP

Echantillon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
MES Avant (mg/l)	344	330	306	231	208	214	344	192	240	206
MES Après (mg/l)	79	72	61	72	80	78	75	61	59	77
MES autorisé (mg/l)	30									

**Figure 18** : Histogramme de l'évolution des MES à l'entrée et à la sortie de la STEP

La mesure des matières en suspensions est aussi importante que le reste des paramètres. Les valeurs obtenues pour les échantillons analysés avant traitement ont révélé un taux élevé des MES, ou on a noté 344 mg/l comme valeur maximale. Et après traitement la valeur minimale est de 59 mg/l, ce qui est au-dessus de la valeur maximale autorisée des MES qui est de 30 mg/l.

IV.4 Interprétation des résultats

Les valeurs moyennes d'analyses de l'eau usée avant et après traitement à la station d'épuration STEP sont représentés dans le tableau ci-joint :

Tableau 12 : Moyennes d'analyses des eaux usées avec normes de rejets

Eau traitée	Ph	Turbidité	Conductivité (us/cm)	MES (mg/l)	DBO5 (mg/l)	DCO (mg/l)	Huile (mg/l)
Avant traitement	8,63	26,3	5524,4	261,5	69,6	550,3	38,11
Après traitement	8,06	16,69	3260	71,4	6,83	73,44	0,956
Normes	5 à 8,5	5	/	30	30	120	40,3

L'étude des résultats obtenus des paramètres mesurés des eaux usées avant et après traitement, nous permet de ressortir les interprétations suivantes :

- Le traitement utilisé pour la régularisation du pH des eaux usées à prouver son efficacité. Les valeurs du pH enregistrées après traitement sont toutes dans les normes ;
- Malgré le traitement effectué, la turbidité montre un dépassement assez important (16.69 NFU) par rapport à la norme autorisée qui est de 5 NFU ; l'équivalent de 333,8%. Cela est dû aux produits chimiques utilisés à faible efficacité (PAC), manque d'utilisation de flocculants (PAM) et l'impuissance du traitement chimique en raison d'un dysfonctionnement des pompes ;
- Les valeurs de la conductivité des eaux usées enregistrées avant le traitement sont très élevées avec une moyenne de 5524,4 us/cm. La déminéralisation effectuée pour ces eaux a parvenu à diminuer l'intensité de la conductivité (3260 us/cm), néanmoins, l'eau épurée obtenu reste excessivement minéralisée ;
- Pour les MES, On a relevé une valeur moyenne de 71,4 (mg/l) représentant un taux de 238% par rapport à la norme autorisée (30 mg/l). Ce dépassement est dû à la détérioration des unités de traitement (filtre à sable + filtre à charbon) et au drainage des eaux huileuses qui dépasse la capacité de traitement de l'unité ;

- En ce qui concerne la DBO5, DCO ; les résultats sont très concluants et nettement en dessous des normes autorisées. Ce qui prouve que le traitement utilisé pour améliorer ces deux paramètres est efficace ;

- Le déshuilage effectué sur les eaux usées n'est pas total par contre il a permis de réduire plus de 97 % des huiles présentes dans l'eau. Ou on a relevé 0.957 mg/l, une valeur au-dessus de la norme qui est de 0.02 mg/l. Ces résultats sont dû à la dégradation des lits bactériens dans le traitement biologique des huiles.

IV.5 La destination des eaux traitées

Après traitement des eaux usées au niveau de la raffinerie, l'eau épurée obtenue est dirigée vers plusieurs destinations afin d'être réutilisée dans plusieurs secteurs, dont 50% est destiné vers le lac écologique de rétention, 35% vers les tours de refroidissement de la raffinerie et 15% vers l'arrosage des cultures locales [figure 21].

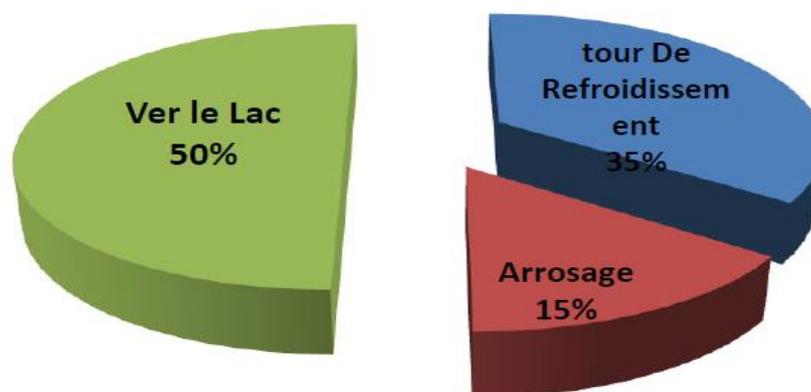


Figure 20 : Destinations des eaux usées sortantes de la STEP



Figure 21 : Le lac de rétention des eaux après traitement (Le 19/04/2021 à 12H)

. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons évalué la qualité des eaux usées au sein de la station d'épuration de la Raffinerie d'Adrar à Sbaa. Et d'après les résultats obtenus nous avons déduit que la qualité des eaux usées traitées ne respecte pas en général d'un côté les normes internes du recyclage et les exigences environnementales d'un autre côté.

CONCLUSION GENERALE

Selon certaines projections récentes, en 2025 les deux-tiers de la population mondiale connaîtront une pénurie d'eau douce ; modérée à importante. Tandis qu'environ la moitié fera face à de sévères et réelles difficultés d'approvisionnement.

La quasi-totalité des eaux douces renouvelables, comme les rivières, les lacs ou les eaux souterraines, appelées « ressources conventionnelles », ont déjà été exploitées.

L'Algérie, comme la majorité des pays, est très touchée par les diminutions de la ressource en eau naturelle vu la surexploitation de celle-ci. Pour faire face à ce problème, plusieurs études et recherches scientifiques ont été réalisées et en cours de réalisation dans le but de traiter et valoriser les eaux usées afin de les réutiliser au lieu de la rejeter aux milieux naturels.

La réutilisation des eaux usées, permettra un gain en ressource naturelle, une protection de l'environnement et l'équilibre écologique, ainsi qu'une prévention des maladies à transmission hydrique, vu que l'eau usée subit une épuration poussée avant sa réutilisation.

Dans le but de contribuer dans les recherches effectuées dans ce sens, notre étude s'est basée sur la valorisation de l'eau épurée issue de la STEP de la raffinerie de Sbaa. Cette eau épurée, qui est issue du traitement des eaux usées riches en hydrocarbures, est dirigée vers trois principaux secteurs qui sont le lac de rétention (50%), la tour de refroidissement (35%) et l'irrigation (15%). L'analyse des résultats obtenus nous ont permis de ressortir quelques points importants sur la qualité de l'eau épurée obtenue :

Malgré le traitement, Les paramètres MES et la turbidité sont élevés par rapport aux normes et ont besoins de plus d'amélioration et ce par le billet de :

- La rénovation des lits de traitement (filtres à sables et charbons actifs),
- Le dosage des agents chimiques (PAM, PAC) doit être précis,
- Les membranes des pompes doseuses sont altérés ; ce qui diminue clairement le rendement du traitement chimique.

Les lits bactériens nécessitent un nettoyage profond et une rénovation de la flore bactérienne.

La présence des huiles dans l'eau traitée, provoque un dysfonctionnement dans les tours de refroidissement, une dégradation de la faune et la flore au niveau du lac de rétention. De ce fait on propose la régénération des lits des billes catalytiques présentes dans les filtres biologiques.

CONCLUSION GENERALE

Pour conclure, nous attirons l'attention sur le fait que la réutilisation des effluents épurés de l'unité 402 de la raffinerie d'Adrar est une première expérience sur le territoire national, nous devons l'entretenir et la réhabilitée afin d'assurer la continuité du bon rendement d'eau épurée, en qualité des paramètres de pollutions. Par ce fait on contribue à protéger l'environnement et économiser la ressource première qui se raréfie de plus en plus.

- [1] : **Baumont S, Camard J-P, Lefranc A, Franconie A**, (2004), Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- [2] : **Vaillant J.R.** (1974)., Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires : eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.
- [3] : **DESJARDINS R.** (1997). Le traitement des eaux. Presses Internationales Polytechnique, Éditions de l'École Polytechnique de Montréal, Canada. Deuxième édition revue et enrichie, 304 p.
- [4] : **Edline F**, (1979). L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
- [5] : **Eckenfelder W.W**, (1982). Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier. Paris, 503p.
- [6] : **FABY J. A. ET BRISSAUD F.**, (1997) : La réutilisation des eaux usées épurées dans les schémas directeurs d'assainissement et dans certains cas, pour économiser l'eau. Environnement et techniques / infos - déchets Juillet- Août 1997. N° 168.
- [7] : **Cauchi, Hyvrard, Nakache, Schwartzbrod, Zagury, Baron, Carre, Courtois, Denis, Dernas, Larbaigt, Derangere, Martigne, Seguret.** (1996). Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 1996, 2 : 81-118.
- [8] : **Xanthoulis D.**, 1993. Valorisation agronomique des eaux usées des industries agroalimentaires. Article périodique OIE/ Cod : DDD66/84093.
- [9] : **Afir D et Mezaoua**, (1984), « Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali », mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique.
- [10] : **GALAF F et GHANNAM S.** 2003. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire de troisième cycle. Institut agronomique et vétérinaire Hassan II Rabat. 101p
- [11] : **Encyclopedia**, (1995). Industrial chemistry, Water in Ull man's, Wiley-VCH Verlags, vol.8. épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.
- [12] : **Mayet J.**, (1994), « La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur » 2^{ème} Edition, p382, Paris.
- [13] : **Keck G. et Vernus E**, (2000)., « Déchets et risques pour la santé », Techniques de l'Ingénieur, Paris, 2450p.
- [14] : **Cshapf**, (1995). Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p.
- [15] : **Asano T**, (1998). Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475p.

- [16] : **RODIER J et al**, 1997. C F RIBIER, S. RAOULT. L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer, 6^{ème} édition p 28-32.
- [17] : **Rejesk, F**, (2005), « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine ;
- [18] : **Gaujous, D** (1995). La pollution des milieux aquatiques, 2^e édition
- [19] : **Tarmoul F, Sodi M** ;(2007). Mémoire, « Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel ». Tribune de l'eau n° :563/3. Ed. CEBEDOC, pp : 27-32.
- [20] : **Gendronneau M., Haure j., Jeanneret H. Le Merrer Y., Lequette C., Lomakine C., Martin J.L., Papin M., Ponthoreau C et Robin M.** 2006. Étude des secteurs du Croisic et de Pen-Bé : estimation des apports continentaux et évaluation des stocks conchylicoles. Programme de Surveillance et évaluation de l'état des eaux littorales. Ed. Ifremer, 267 p.
- [21] : **Hamsa D**, (2006). « Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des Essences forestières urbains », mémoire de fin d'étude de Magistère en Ecologie et Environnement Université de Constantine.
- [22] : **Briere F.G**, (1994). Distribution et Collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal
- [23] : **FAO**. (2003)., L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, 65p.
- [24] : **Legube B**, (1996) « le traitement des eaux superficielle pour la production d'eau potable », agence de l'eau loir -Bretagne
- [25] : **Degrémont Mémento**, (1972), « technique de l'eau ». Paris : Dégriment.
- [26] : **Bonnin J**, (1977), « Hydraulique urbain », 5^{ème} édition Eyrole Paris, 228p.
- [27] : **Bontaux j**, (1994), « Introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielle », 2^{ème} édition Lavoisier technique et documentation, 225p.
- [28] : **Céline Pernin**, (2003). Épandage de boues d'épuration en milieu sylvo-pastoral. Étude des effets in situ et en mésocosmes sur la mésofaune du sol et la décomposition d'une litière de chêne liège (*Quercus suber* L.) Ecole doctorale: Sciences de l'environnement, MARSEILLE (AIX-MARSEILLE III).
- [29] : **Rodart et al**, (1989). « Modélisation statistique d'une usine de traitement de l'eau potable ». Rencontres Internationales Eau et Technologies Avancées. Montpellier.
- [30] : **Pearson H.**, (2005). Microbiology of waste stabilisation ponds. In: A. SHILTON (Ed.) : pp.14-48. Pond Treatment Technology. London : IWA Publishing.

- [31] : **Valiron F.**, (1983). La réutilisation des eaux usées. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 207p.
- [32] : **Degrémont**, (1989). Mémento technique de l'eau : vol. 1, 9^{ème} édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 592p.
- [33] : **Koller E.**, 2004. Traitement des pollutions industrielles : eau, air, déchets, sols, boues. Edition DUNOD, 424p
- [34] : **Chaib A.**, (2004). Bioépuration par lagunage naturel. Bulletin du Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER), N°5 Juin 2004, pp21.
- [35] : **Degrémont**, (1978). Mémento technique de l'eau : 8^{ème} édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.
- [36] : **Sevrin-reyssac J., De la noûe J., Proulx D.**, 1995. Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 118p.
- [37] : **Beaudry J.P.**, (1984). Traitement des eaux. Edition le Griffon d'Aigle Inc, 231p.
- [38] : **ANRH : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.**, (1996). Étude de faisabilité du lagunage sur les hauts plateaux. 13p.
- [39] : **Edline F**, (1996). L'épuration physico-chimique des eaux. 3^{ème} édition. Ed. CEBEDOC,
- [40] : **Allouche F, Lamri.D, .et Zahf, F**, (1999). « Surveillance de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de contamination niveau des trois communes : Ali boussid, Saby, Ben Badis, wilaya de Sidi Bel Abbes », mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état en biologie, Université de sidi bel Abbes.
- [41] : **Rejesk, F**, (2002), « Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques » ; centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine ;
- [42] : **Mémoire, Melle, Dekhil Soror Wahiba**, Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj effectué par la station d'épuration des eaux usées ONA, (2012), P382
- [43] : United States Environmental Protection Agency, Protecting Water Quality from Urban Runoff, 2003.

Résumé

Les activités industrielles ont contribué au développement des pays mais ils ont aussi généré plusieurs types de pollution. Un grand nombre des raffineries comme le cas de la raffinerie d'Adrar produisent des quantités importantes des eaux usées, qui sont une véritable menace pour l'environnement. La protection de l'environnement nécessite une bonne gestion de ces effluents. L'objectif général de ce travail est d'étudier l'efficacité du traitement des eaux résiduaires industrielles chargées des matières organiques et chimiques traitées au niveau de la station d'épuration. Dans le but de contribuer dans les recherches effectuées dans ce sens, notre étude s'est basée sur la valorisation de l'eau épurée issue de la STEP de la raffinerie de Sbaa.

Abstract

Industrial activities have contributed to the development of countries but they have also generated several types of pollution. Many of the refineries such as the Adrar refinery produce significant amounts of wastewater, which is a real threat to the environment. Protecting the environment requires good management of these effluents. The general objective of this work is to study the efficiency of the treatment of industrial wastewater loaded with organic and chemical materials treated at the treatment plant. In order to contribute to the research carried out in this direction, our study was based on the recovery of the purified water from the WWTP of the Sbaa refinery.

ملخص

ساهمت الأنشطة الصناعية في تنمية البلدان ولكنها ولدت أيضًا عدة أنواع من التلوث. تنتج العديد من المصافي مثل مصفاة أدرار كميات كبيرة من مياه الصرف الصحي، والتي تشكل تهديدًا حقيقيًا للبيئة. تتطلب حماية البيئة إدارة جيدة لهذه النفايات السائلة. الهدف العام من هذا العمل هو دراسة فعالية معالجة مياه الصرف الصناعي المحملة بالمواد العضوية والكيميائية المعالجة في محطة المعالجة. للمساهمة في البحث الذي تم في هذا الاتجاه، استندت دراستنا إلى استعادة المياه النقية من محطة معالجة مياه الصرف الصحي في مصفاة سبع.