

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE d'ADRAR
FACULTE DES SCIENCES ET DE LA TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA MATIERE



MEMOIRE DE FIN D'ETUDE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME
DE MASTER EN CHIMIE DE L'ENVIRONNEMENT

Thème

Traitement des eaux usées industrielles de la raffinerie de SBAA Adrar

Soutenu le : 28 /Mai/ 2017

Présenté par : Mr KADI Mohamed Lotfi

Président :	M. SAIDAMAR Ahmed	Université d'Adrar
Encadré par :	M. MEDIANI Ahmed	URER/MS Adrar
Examineur :	M. MOUNGAR Houcine	URER/MS Adrar

2016 - 2017

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

Toute ma famille.

Mes collègues et mes amis.

Remerciements

Je tiens à exprimer mes sincères remerciements et toute ma gratitude à M. Mediani Ahmed, chercheur permanent au sein de l'URER/MS à Adrar, d'avoir accepté de diriger ce travail, pour son soutien permanent, son aide constante et ses encouragements inconditionnés durant tout ce travail.

Je tiens à remercier également les membres de jury, d'avoir accepté juger et examiner ce modeste travail.

On remercie tout particulièrement

M. Sambili Abdelaziz, M. Benhassan Mohamed, Ramzi. Oussama, Omar, Ahmed et Hichem Pour leur aide inestimable et leur soutien moral afin de finaliser ce mémoire.

Enfin, je ne dois en aucun cas omettre de remercier l'équipe HSE du site Ra1D pour leur orientation et pour leur soutien moral tout le long de la réalisation de ce travail.

Résumé

Dans le souci de réduire l'émission des polluants présents dans les eaux résiduaires des industries pétrolières, une étude préliminaire a été entreprise au niveau de la raffinerie de SBAA. Cette étude avait comme première mission d'estimer la pollution globale dans les eaux résiduaires. Il s'agit d'abord, d'identifier les sources et les origines de pollution au sein de l'entreprise même, Elle avait pour objectif de préconiser une chaîne de traitement spécifique des eaux résiduaires pétrolières. Le but était de ramener les teneurs des éléments polluants dans l'eau en dessous des valeurs fixées par les normes internationales.

La mesure des paramètres physico-chimiques de l'eau de forage au sein de ladite raffinerie ainsi que celle sortie de la STEP a montré la confirmation d'un traitement convenable répondant aux normes indiquant.

ABSTRACT:

This evaluation study is done for the aim of decreasing the rate of the polluting items found in the industrial waste water in the refinery of Sbaa.

To achieve our aims it is necessary to know the quality, quantity and the resources of these items. According to these results, we suggest some recommendation specified to the various steps of treating the industrial waste water. They aim to decrease the polluting rate to values less than the one that are allowed by the standard normalization

Different measurements of physical and chemical parameters before and after treatment show a good answer conforming in norms in question.

ملخص:

لقد تم انجاز هذه الدراسة التقييمية بغية التخفيض من نسبة المواد الملوثة المتواجدة في المياه الصناعية المستعملة على مستوى مصفاة اسبع ومن اجل الوصول الى هدفنا كان من الضروري معرفة نوعية وكمية ومصادر هذه المواد الملوثة

وفي ظل النتائج التي نصل اليها يمكننا ابداء مجموعة من التوصيات الخاصة بمختلف مراحل المعالجة التي تمر بها هذه المياه الصناعية والتي تهدف الى تخفيض نسبة الملوثات الى قيم دون التي تسمح بها القوانين والمعايير العالمية

Tables des matières :

Liste des abréviations.....	I
Liste des figures.....	ii
Listedes tableaux.....	iii
Introduction générale.....	1
CHAPITRE I :Pollution des eaux	
I .1Pollution des eaux :	3
I.1.1. Les eaux usées industrielles	3
I.1.2. Les eaux pluviales.....	4
I.1.3. Les eaux de ruissellement dans les zones agricoles	4
I.1.4. Les eaux usées domestiques.....	4
I.2 Origine des polluants et types de pollutions industrielles :	5
I.2.1 Pollution physique :	5
<i>I.2.1.1 Pollution mécanique</i>	5
<i>I.2.1.2 Pollution thermique</i>	5
<i>I.2.1.3 Pollution radioactive</i>	5
I.2.2 Pollution chimique :	5
I.2.2.1 Pollution organique :	6
<i>a. Hydrocarbures</i>	6
<i>b. Phénols</i>	6
I.2.2.2 Pollution minérale :	6
<i>a. Métaux lourds</i>	7
<i>b. Cyanure</i>	7
<i>c. Pollution d'azote</i>	7
<i>d. Pollution par le phosphore</i>	7
I.2.3 Pollution microbiologique	7
I.3 Paramètres de mesure de la pollution :	8
I.3.1 Paramètres organoleptiques :	8
<i>a. Couleur</i>	8
	8

<i>b. Odeur</i>	
I.3.2 Paramètres physiques :	8
<i>a. Température</i>	8
<i>b. Potentiel d'hydrogène</i>	8
<i>c. Turbidité</i>	8
<i>d. Matières en suspension</i>	8
I.3.3 Paramètres chimiques :.....	9
<i>a. Demande chimique en oxygène (DCO)</i>	9
<i>b. Demande biologique en oxygène (DBO5)</i>	9
<i>d. Azote total NT</i>	9
<i>e. Phosphore total PT</i>	10
I.3.4 Autres paramètres :.....	10
<i>a. Hydrocarbures</i>	10
<i>b. Micropolluants</i>	10

CHAPITRE II : Chaînes de traitement des eaux industrielles

II.1 Le prétraitement :.....	14
II.1.1 Le dégrillage :.....	14
II.1.1.1-Grilles manuelles	14
II.1.1.2- Grilles mécaniques	14
II.1.1.3-le tamisage	14
II.1.2 le dessaleur	14
II.1.3 le dégraissage -désuilage.....	15
II.1.3.1 désuilage	15
II.1.3.2 dégraissage	15
II.2 traitement primaire :.....	16
II.2-1-procèdes de décantation chimique	16
II.2-1-1-coagulation	17
II.2-1-2-floculation	17
II.2-2-procèdes de décantation physique	17
II.2-3-procèdes de flottation	18
II.3-Traitements d'oxydoréduction :.....	19
	19
	19

II.3-1-principales techniques d'oxydation	
II.3-1-1-Domaine d'utilisation des réactifs	19
II.3-1-2-Application aux rejets cyanurés	20
3-1-2-1-Oxydation par les composés chlorés	21
3-1-2-2-Oxydation par l'acide mono persulfurique.....	21
II.3-2- technique de réduction	22
II.3-3-mise en œuvre industrielle des réactions d'oxydoréduction.....	23
	24
II.4- Traitement de précipitation par voie chimique.....	24
II.4-1-Précipitation des métaux	25
II.4-2-précipitation des composées anioniques :.....	25
II.4-2-1- Elimination des fluorures.....	25
II.4-2-2- Elimination des phosphates.....	25
II.5- Traitement d'absorption	26
II.5-1- introduction	26
II.5-2-Principaux absorbants.....	26
II.5-2-1-Charbon pulvérulent	27
II.5-2-2-Charbon en grain	27
II.5-3-Principales application industrielles.....	27
	28
II.6-Echange d'ions	29
II.7-Le stripping	30
II.8-Filtration	30
II.8-1-filtration sur support	31
II.8-2- Filtration sur granulaire	32
II.8-2-1-Principe	32
II. 8-2-2-Nature du milieu poreux	32
II.9-Traitements biologiques	33
II.10-traitements tertiaires ou de finition	35

CHAPITRE III : Présentation de la raffinerie et de la région d'étude

III.1 Situation géographique.....	37
III.2. GEOLOGIE DE LA REGION.....	38
	39

III-3. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION	
III-3.1 : Cadre hydrogéologique du bassin du Sahara Septentrional.....	40
III.3.2. Les principaux aquifères :.....	41
<i>III-3.2.1. Les formations gréseuses primaires.....</i>	41
<i>III-3.2.2. La nappe du grand Erg occidental</i>	41
<i>III.3.2.3. Caractéristiques générales</i>	42
<i>III.3.2.4. Alimentation de l'aquifère</i>	42
III-4 .HYDROCHIMIE	
III.4.2. Les caractéristiques physiques des eaux.....	43
<i>III.4.1.1. La température.....</i>	43
<i>III.4.1.2. La conductivité.....</i>	43
<i>III.4.1.3. Le Ph</i>	43
III.4.2. Les caractéristiques chimiquesdes eaux.....	43
<i>III.4.2.1. Le Résidu Sec</i>	43
<i>III.4.2.2. La dureté TH (Titre Hydrotimétrique)</i>	44
III.5. APERCUE GENERALE SUR LA RAFFINERIE :	44
III.5.1. Situation géographique:	44
III.5.2 Capacité de traitement de la raffinerie	44
III.5. 3 Structure et équipement de la raffinerie:	44
III.5. 4 les utilités:	46
a- Réseau eau incendie:	46
b- Réseau eau potable :	46
c- Réseau eau de refroidissement:	46
III.5.4.1. Traitement des Eaux usées :	47
III.5.4.2- Exploitation du poste de traitement des eaux:	47

CHAPITRE IV :Mode opératoire et discussion des résultats

IV-2. Matériels et méthodes du traitement des eaux :.....	53
IV.2-1- DETERMINATION DU PH:	53
IV.2.3- MES (Matière En Suspension):	55
IV.2.4- DETERMINATION DE LA DEMANDE CHIMIQUE EN OXYGENE(DCO) :	56
	61

IV.2.5 - DETERMINATION DE LA DEMANDE BIOCHIMIQUE EN OXYGENE (DBO ₅):	64
IV.2.6- la Teneur en huile dans les Eaux Usées:	64
IV-2.7- DETERMINATION DE L'AZOTE (NH ₄).....	64
IV-3. RESULTATS ET DISCUSSION.....	66
Conclusion générale.....	80
Bibliographie.....	iv
Annexe.....	vi

Liste des tableaux

Tableau II.1 : Agents de coagulation et de floculation.....	15
Tableau II.2 : (suite) Agents de coagulation et de floculation.....	16
Tableau II.3 : oxydation de cyanures.....	19
Tableau II.4 : -réduction des chromates.....	21
Tableau II.5: Bilan massiques des boues pratique par la réduction de 1 Kg de chromate.....	21
Tableau IV.1 : Conversion de la DBO ₅ en fonction du volume de prise d'essai.....	58
Tableau IV.2 : Les valeurs de ph avant et après STEP.....	64
Tableau IV.03: Les valeurs de Turbidité avant et après STEP.....	65
Tableau IV.04: Les valeurs de Conductivité avant et après STEP.....	66
Tableau IV.05: Les valeurs d'huile avant et après STEP.....	67
Tableau IV.06: Les valeurs de DCO avant et après STEP.....	68
Tableau IV.07: Les valeurs de DBO ₅ avant et après STEP.....	69
Tableau IV.08: Les valeurs de MES avant et après STEP.....	70
Tableau IV.09: Les valeurs de NH ₄ avant et après STEP.....	71
Tableau IV.10: La moyenne d'analyses de l'eau Ussé avant la STEP.....	72
Tableau IV 11 : La moyenne d'analyses de l'eau Ussé après la STEP.....	73
Tableau IV.12: Rendement de la chaîne de traitement sur chaque indice de pollution.....	73
Tableau IV.13: Valeurs limites des paramètres de rejet des installations de déversement industriel.....	75

Liste des abréviations

Cm: charge massique.

Co: cobalt.

CON: Conductivité.

COT: Carbone organique total.

Cu: cuivre.

Cr: chrome

DBO5: demande biologique en oxygène pendant cinq jours.

DCO: demande chimique en oxygène.

ERI: eaux résiduaires industrielles

HC: hydrocarbures.

Hg: mercure.

MES: matières en suspension.

MOX: matières organiques oxydable.

Ni: nickel.

NT: Azote total

Pb: plomb.

pH: potentiel d'hydrogène.

PT: Phosphore total

SASS : Système Aquifère du Sahara Septentrional

STEP: station de traitement des eaux polluées.

TA: titre alcalimétrique.

TAC: titre alcalimétrique complet.

TH: titre hydrométrique (dureté).

Ti: titane.

Vm: charge volumique.

Zn: zinc.

Liste des figures

Figure II.1 Chaîne ou filières de traitement des eaux industrielles.....	11
Figure III.1. Situation géographique de la région d'étude.....	33
Figure III.2 Répartition des bassins du Sahara Algérien.....	34
Figure. III.3 : Coupe hydrogéologique du bassin hydrogéologique du Sahara septentrional.....	35
Figure IV.2 : mesure de turbidité.....	49
Figure IV 03: mesure de MES.....	51
Figure IV.04 : dégradation de la couleur.....	56
Figure IV 05 : DBO mètre.....	58
Figure IV.06 : Consommation quotidienne de l'eau au niveau de la raffinerie Entré de STEP.....	63
Figure IV.07 : origines des eaux usées entrants à la station d'épuration.....	63
Figure IV 08 : L'évolution de la Ph à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	64
Figure IV 09 :L'évolution de la Turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	65
Figure IV 10 :L'évolution de la Conductivité a l'entrée et à la sortie de la STEP.....	66
Figure IV 11 : L'évolution de l'Huile à l'entrée et à la sortie de la STEP.....	67
Figure IV 12 : L'évolution de la DCO a l'entrée et à la sortie de la STEP.....	68
Figure IV 13 : L'évolution de la DBO5 a l'entrée et à la sortie de la STEP.....	69
Figure IV 14 : L'évolution de la MES a l'entrée et à la sortie de la STEP.....	70
Figure IV 15 : L'évolution de la NH4 a l'entrée et à la sortie de la STEP.....	71
Figure IV 16 : la moyenne d'analyses de l'eau traitée avant la STEP.....	72
Figure IV 17 : la moyenne d'analyses de l'eau traitée après la STEP.....	73
Figure IV 18 : Comparaison entre les paramètres physico-chimique a l'entré et la sortie de STEP...74	
Figure IV 19 : destinations des eaux usées sortantes de la STEP.....	74

INTRODUCTION :

La raffinerie de Sbaa, la plus importante installation industrielle dans la willaya d'Adrar et dans le sud ouest algérien est sans doute l'industrie la plus consommatrice d'eau de toute la région. Elle puise de la nappe phréatique tous ses besoins en eau tant pour les opérations de raffinage que pour l'usage domestique. La consommation journalière en eau dans les conditions normales d'exploitation est estimée à 250m^3 par heure. En une année ce chiffre dépasse les 2100000m^3 .

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. 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.

[1]

Face à ce sérieux problème, la raffinerie de Sbaa -comme ses semblables à travers le monde- a été dotée d'une station d'épuration des eaux usées jugées extrêmement polluantes et dont le but est d'obtenir une eau traitée, de qualité physico-chimique requise lui permettant d'être valorisée et réutilisée dans le processus de raffinage comme eau de circulation dans les circuits de refroidissements et comme eau d'arrosage pour les espaces verts au sein et à proximité de l'usine. A souligner qu'une partie importante de cette eau est envoyée à l'extérieur de la raffinerie vers un lac artificiel et laissée à l'évaporation naturelle.

Aujourd'hui Il est plus qu'indispensable pour les raffineurs d'attacher toutes leurs attentions et leurs moyens financiers à la rationalisation de l'usage de l'eau en veillant à ce que les opérations d'épurations des eaux usées se font dans les meilleures conditions, ainsi une grande partie de l'eau usée pourra être recyclée sans danger pour les installations, la consommation en eau brute diminuera et l'épuisement de la nappe phréatique ralentira par conséquent .

L'objectif de ce présent travail, est d'évaluer la qualité des traitements physiques et chimiques que subissent les eaux usées au sein de cette station d'épuration et d'en déduire si la qualité de l'eau traitée respecte d'un côté : les normes internes du recyclage et d'un autre côté les exigences environnementales lorsqu'il s'agit de l'eau envoyée à l'extérieur

INTRODUCTION GENERALE

de la raffinerie. Nous étudierons également la possibilité de pousser les traitements d'épurations jusqu'à obtenir une eau acceptable pour l'usage domestique.

Dans ce présent travail nous allons aborder dans le premier chapitre, les généralités sur la pollution des eaux.

Dans le second chapitre, nous focalisons sur les différentes chaînes et étapes successives pour le traitement des eaux usées avec illustration détaillée.

Dans le troisième chapitre, nous illustrons la situation géographique de la région d'étude et le contexte naturel lié à savoir l'étude hydrologique et chimique de la région.

Le quatrième chapitre est consacré à la démonstration du matériel utilisé pour la réalisation expérimentale comprenant la mesure des différents paramètres physico-chimiques ainsi que les méthodes de traitement et les résultats expérimentaux de ces paramètres de pollution et leur comparaison avec les normes feront l'objet.

Enfin une conclusion générale reflétant les résultats de ce travail ainsi que quelques recommandations, ponctuent notre mémoire

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels

I. Pollution des eaux

La pollution ou la contamination de l'eau peut être définie comme la dégradation de celle-ci en modifiant ses propriétés physique, chimique et biologique; par des déversements, rejets, dépôts directs ou indirects de corps étrangers ou de matières indésirables telles que les microorganismes, les produits toxiques, les déchets industriels.

Suivant l'origine des substances polluantes on distingue entre quatre catégories d'eaux usées :

1. les eaux usées industrielles.
2. Les eaux pluviales.
3. Les eaux de ruissellement dans les zones agricoles.
4. Les eaux usées domestiques

I.2.1. Les eaux usées industrielles

Sont classés dans les eaux industrielles tous les rejets correspondant à une utilisation de l'eau autre que domestique. Les caractéristiques de ces eaux sont extrêmement variables et directement liées au type d'industrie. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elle peut également contenir des produits toxiques, des solvants, des micropolluants organiques, des hydrocarbures, des produits chimiques (acides, bases...), des métaux lourds (mercure, cadmium, ...), des molécules de synthèse (pesticides, ...), des produits radioactifs, de la chaleur (eaux de refroidissement, ...) et cette liste est loin d'être exhaustive ! Elles sont mêlées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des usines de dépollution

I.2.2. Les eaux pluviales

Eau pluviale est le nom que l'on donne à l'eau de pluie après qu'elle a touché le sol ou une surface construite ou naturelle susceptible de l'intercepter ou de la récupérer (toiture, terrasse, arbre..). Ces eaux peuvent constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...). Lorsque le système d'assainissement est dit "unitaire", les eaux pluviales sont mêlées aux eaux usées domestiques.

En cas de fortes précipitations, les contraintes de préservation des installations d'épuration peuvent imposer un déversement de ce mélange très pollué dans le milieu naturel.

I.2.3. Les eaux de ruissellement dans les zones agricoles

Il s'agit de rejets liquides agricoles issus du ruissellement d'eau d'irrigation qui entraîne des engrais des pesticides, des herbicides ou des rejets organiques dus à un élevage important.

I.2.4. Les eaux usées domestiques

Désigne les eaux résiduaires qui proviennent des différents usages domestiques. Elles sont essentiellement porteuses de polluants organiques. La composition de ces eaux est à peu près la même pour toutes les habitations. Et elles sont subdivisées en deux catégories :

I.1 Définition des eaux résiduaires industrielles

Tous effluents ou rejets industriels obtenus lors de l'extraction et de la transformation des matières premières en produits industriels. Les eaux de rejets des services généraux des industries (sanitaire et cuisine) sont considérées également comme eaux résiduaires industrielles [1].

I.2 Origine des polluants et types de pollutions industrielles

Les eaux résiduaires industrielles sont spécifiques par leur volume et leur composition. On distingue trois types de pollution :

I.2.1 Pollution physique

C'est une pollution due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau), elle est d'origine domestique, essentiellement industrielle. On peut la répartir en trois classes: mécanique, thermique et radioactive [1].

I.2.1.1 Pollution mécanique

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

I.2.1.2 Pollution thermique

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries..); ont une température de l'ordre de (70 à 80) °C. Elle diminue jusqu' à (40 à 45) °C lorsqu'elle contacte les eaux des milieux aquatiques entraînant un réchauffement de l'eau, qui influe sur la solubilité de l'oxygène. [1].

I.2.1.3 Pollution radioactive

C'est celle occasionnée par une éventuelle radioactivité artificielle des rejets qui trouvent leur source dans l'utilisation de l'énergie nucléaire sous toutes ces formes (installations et centrales d'exploitation de mine d'uranium, traitement des déchets radioactifs). Les éléments radioactifs s'incorporent dans les molécules des organismes suivants. Plus on s'élève dans la chaîne alimentaire plus les organismes sont sensibles aux rayonnements [2].

I.2.2 Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories :

- ✓ Organiques (hydrocarbures, pesticides, détergents, phénols..) ;
- ✓ Minérales (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...)

I.2.2.1 Pollution organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...). Ils provoquent une consommation d'oxygène dissous de ces eaux, en entraînant la mort des poissons par asphyxie et le développement (dépôts de matières organiques au fonds des rivières) de fermentation anaérobie (putréfaction) génératrices de nuisances olfactives [2].

a. Hydrocarbures

La pollution par les hydrocarbures résulte de plusieurs activités liées à l'extraction du pétrole, à son transport et en aval à l'utilisation de produits finis (carburants et lubrifiants), ainsi qu'aux rejets effectués par les navires (marées noires).

Les effets des hydrocarbures dans le milieu marin sont considérables. Ils dépendent largement de leur composition. En fait leurs activités peuvent s'exercer selon plusieurs modalités très différentes [7].

b. Phénols

Ils désignent un ensemble de composés hydroxylés du benzène. La présence du phénol dans l'eau a pour origine les polluants industriels (usine chimique, cokeries, industries pétrochimique, raffineries...), ainsi que les revêtements bitumeux des canalisations et des réservoirs, la décomposition des produits végétaux et la dégradation des pesticides. Ces produits s'oxydent faiblement, se fixent peu, se filtrent facilement et ils sont souvent biodégradables; alors ils ne se trouvent qu'en faible quantité.

Leur inconvénient principal est qu'ils donnent à l'eau un goût extrêmement désagréable et très persistant marqué de chlorophénol lorsqu'ils sont en présence de chlore.

Les poissons, accumulent les phénols jusqu'à 30 mg/kg, ils sont alors impropres à la consommation. Les phénols peuvent être séparés des eaux résiduaires par extraction liquide-liquide, oxydé par le chlore ou l'ozone ou bien détruits par un traitement biologique [8].

I.2.2.2 Pollution minérale

a. Métaux lourds

La présence des métaux lourds dans l'eau, l'atmosphère et par conséquent la chaîne alimentaire est le cas le plus intéressant parmi les problèmes posés à la pollution. Par ordre décroissant de toxicité spécifique. Les métaux sont classés comme suit: $Hg < Cr < Ti < Cu < Co < Ni < Pb < Zn$

Les métaux lourds sont susceptibles d'être métabolisés et concentrés par les organismes vivants et mis en circulation dans la chaîne alimentaire ou leur toxicité augmente. L'irréversibilité de cette pollution est préoccupante du fait qu'il est difficile de les récupérer, une fois dissipés dans la nature [5],

b. Cyanure

Les cyanures, c'est un poison à action rapide qui peut se rencontrer sous plusieurs formes, y compris les formes gazeuses, liquides et solides. Bien que les cyanures se rencontrent naturellement dans beaucoup d'aliments et de plantes.

L'industrie rejette d'autres composés cyanogènes (installation de cyanuration, galvanoplastie, traitement de minerais...). L'ion CN^- est toxique en raison de l'acide cyanhydrique qui se produit en présence d'eau selon l'équilibre: $CN^- + H_2O \rightleftharpoons HCN + OH^-$ [9]

c. Pollution d'azote

Les activités industrielles, peuvent être à l'origine des rejets plus ou moins riches en azote (élément nutritif) issus des fabrications d'engrais, des cokeries, et des industries chimiques et agroalimentaires [2]. L'azote existe sous deux formes: la forme réduite qui regroupe l'azote ammoniacal (NH_3 ou NH_4^+) et l'azote organique (protéine, créatine, acide urique). Plus une forme oxydée en ions nitrites (NO_2^-) et nitrates (NO_3^-). [9].

d. Pollution par le phosphore

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire. Comme l'azote, le

phosphore est un élément nutritif, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques [2].

I.2.3 Pollution microbiologique

L'eau peut contenir des microorganismes pathogènes (virus, bactéries, parasites) ils sont dangereux pour la santé humaine, et limitent donc les usages que l'on peut faire de l'eau (industrie, utilisation domestique...) [10].

I.3 Paramètres de mesure de la pollution

L'estimation de la pollution industrielle est un problème complexe et délicat qui fait appel à des dosages et des tests de différents paramètres servant à caractériser de manière globale et pertinente le niveau de la pollution présente dans les effluents Parmi ces paramètres on cite les plus importants: [3]

I.3.1 Paramètres organoleptiques

a. Couleur

La couleur des ERI est en général grise, signe de présence de matières organiques dissoutes, de MES, du fer ferrique précipité à l'état d'hydroxyde colloïdale, du fer ferreux lié à des complexes organiques et de divers colloïdes. [10].

b. Odeur

Les ERI se caractérisent par une odeur de moisi. Toute odeur est signe de pollution qui est due à la présence de matières organiques en décomposition [10].

I.3.2 Paramètres physiques

a. Température

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O₂) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau, [11].

b. Potentiel d'hydrogène

Sa valeur caractérise un grand nombre d'équilibre physicochimique. La valeur du pH altère la croissance des microorganismes existant dans l'eau (leur gamme de croissance est comprise entre 5 et 9) [11],

c. Turbidité

Elle caractérise le degré de non transparence de l'eau, elle traduit la présence des MES [11].

d. Matières en suspension

Ce paramètre exprimé en mg/l correspond à la pollution insoluble particulaire, c'est-à-dire la totalité des particules solides véhiculées par les ERI. Mesuré par peser après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Les procédés de séparation par filtration font appel, soit à des disques en fibres de verre, soit à des couches d'amiante. La méthode par centrifugation est plus particulièrement réservée au cas où les méthodes par filtration ne sont pas applicables par suite d'un risque élevé de colmatage des filtres. [11].

I.3.3 Paramètres chimiques**a. Demande chimique en oxygène (DCO)**

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales). Elle est mesurée par la consommation d'oxygène par une solution de dichromate de potassium en milieu sulfurique en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure II (complexant des chlorures), à chaud pendant 2h[25].

b. Demande biologique en oxygène (DBO5)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques 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. L'épuration biologique aérobie complète d'une ERI exige en fait un temps de 21 jours (DBO21dit ultime) nécessaire pour l'oxydation des composés azotés biodégradables, ou de 28 jours

sinon 35 jours, qui représentent le temps de dégradation de certaines familles d'hydrocarbures.

Le rapport DCO/DBO5 est l'indice de la biodégradabilité d'une eau. Pour qu'une pollution soit dégradable le rapport est inférieur à 2,5 [25].

La moyenne pondérée de la DCO et la DBO mesurée après décantation pendant 2hs suivant la formule: $(DCO + 2 DBO5) / 3$ correspond aux matières existantes MOX [25].

c. Carbone total organique COT

Détermine des propriétés variables du carbone organique dissous et particulaire, du carbone organique provenant de substances volatils et du carbone minéral dissous. Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO₂ à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon [7],

d. Azote total NT

Exprimé en mg/l, ce paramètre devient de plus en plus important. Sa valeur globale dans les ERI recouvre toutes les formes déjà citées. C'est la somme d'azote des formes réduites (organiques et ammoniacal) est appelé azote de KJELDAL et l'azote des formes oxydées (NO₂⁻, NO₃⁻) [1], [3].

e. Phosphore total PT

Le phosphore se trouve dans les ERI sous formes:

- ✓ D'ortho phosphate, soluble PO₄H₂⁻;
- ✓ De poly phosphate qui a tendance à s'hydrolyser en ortho phosphate;
- ✓ De phosphore non dissous.

La somme de ces diverses formes constitue le phosphore total, dont chaque forme peut être mesurée indépendamment des autres par spectrométrie [1].

I.3.4 Autres paramètres

a. Hydrocarbures

La mesure des hydrocarbures dans les ERI constitue une opération souvent délicate. En effet, l'échantillonnage est fréquemment hasardeux, particulièrement lorsque les ERI ne

sont pas prélevées dans un réseau sous pression ou quand elles sont très chargées d'huiles. Par ailleurs, les valeurs obtenues lors du dosage réalisé sur un même échantillon est selon la méthode utilisée, car celle-ci se rapportent alors à la détection partielle ou totale de composés différents [4].

b. Micropolluants

Le terme micropolluant désigne un ensemble de substance qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation sont de nature à engendrer des nuisances même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités [4].

Les principaux micropolluants sont :

- ✓ Certains métaux lourds et métalloïdes (Cd, Pb, Cr, Cu, ...Hg);
- ✓ Composés phénoliques, organons-halogéniques, organophosphorés, huiles minérales, Hydrocarbures aromatiques polycycliques;
- ✓ Certains dérivés nitrés [1].

Conclusion

Pour conclure sur notre sujet sur la pollution de l'eau, la question relative à la pollution de l'eau est capitale et la responsabilité de chacun à tous les niveaux est importante. L'eau patrimoine commun fragile et limitée, dont la dégradation de protection et de gestion reste une préoccupation dans tous les secteurs.

Les eaux résiduaires industrielles sont des liquides de composition hétérogène, chargés de matières minérales ou organiques, pouvant être en solution ou en suspension, et dont certaines sont toxiques.

En fonction des caractéristiques physico-chimiques des effluents à traiter et du degré d'épuration visé, on est conduit à concevoir différentes chaînes de traitement d'eau et des boues dont les principales sont représentées sur la figure N° :2.

On peut considérer, d'une manière générale, que l'épuration amènera toujours à mettre en oeuvre :

- Des procédés de séparation et élimination des matières en suspension.
- Des procédés d'élimination des matières en solution ; dont une certaine proportion pourra être convertie en matières en suspension et éliminée avec ces dernières.

Il convient tout d'abord de faire la distinction entre les traitements séparés d'effluents particuliers réalisés en interne au sein de l'usine et les traitements en installation centralisée qui assurent l'épuration de l'ensemble des rejets de l'usine regroupés au niveau d'un collecteur général

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

- Traitements préliminaires ;
- Traitements physico-chimiques ;
- Traitements biologiques
- Traitements tertiaires ou de finition. . [2]

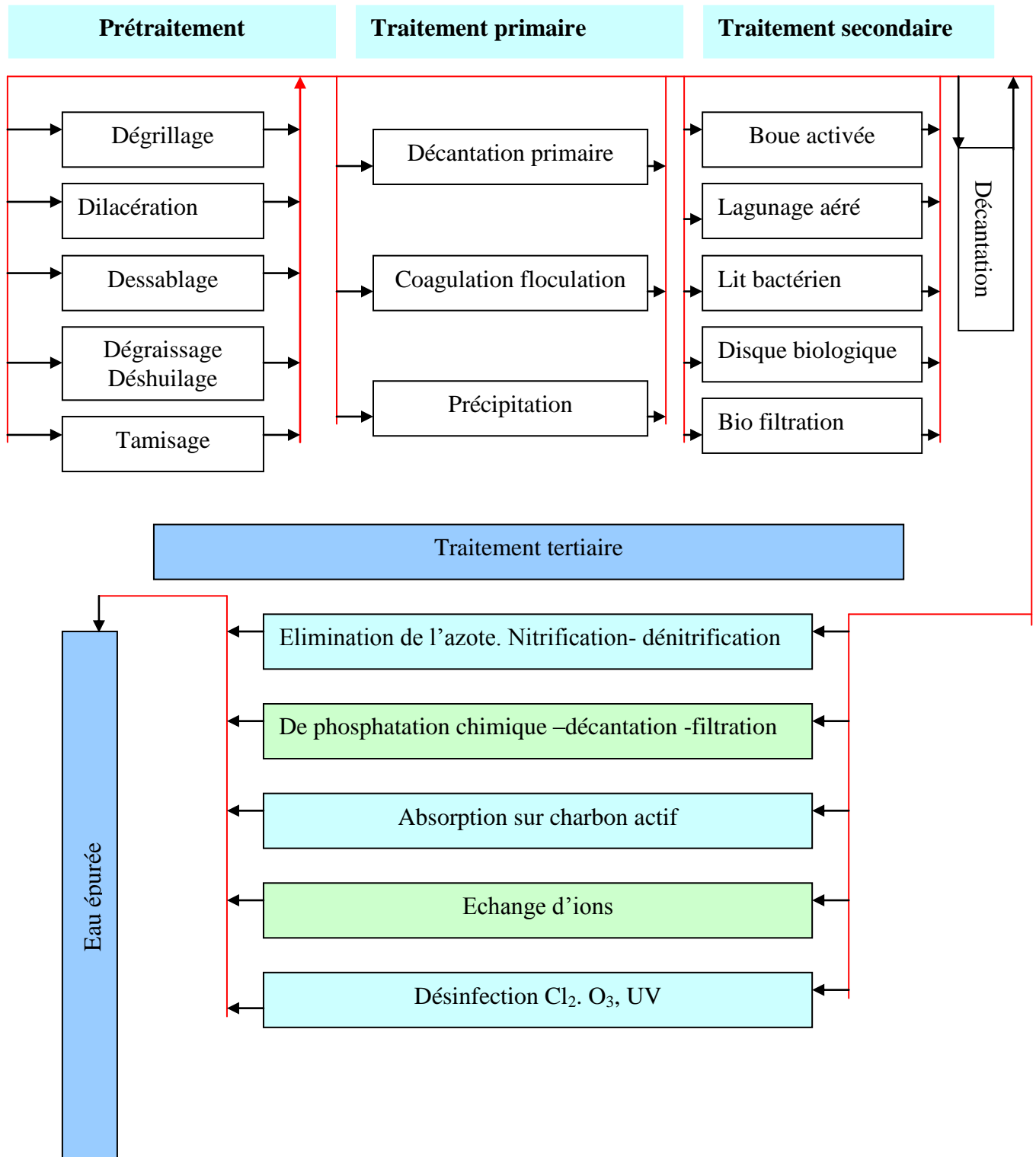


Figure.1 Chaîne ou filières de traitement des eaux industrielles. [2]

I1.1 Le prétraitement

Le prétraitement a pour but de séparer les matières les plus grossières et les éléments susceptibles de gêner les étapes ultérieures du traitement.

Il comprend le dégrillage pour retenir les déchets volumineux, le dessaleur pour obtenir une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'écrasement de la station par corps gras. [3]

I1-1-Le dégrillage

A l'entrée de la station d'épuration, les effluents bruts doivent subir un dégrillage, ainsi, les matières volumineuses, sont retenues au travers de grille, cette opération est toujours effectuée, si possible, afin de protéger les pompes, et de ne pas gêner le fonctionnement des étapes ultérieures du traitement.

Il existe différents types de grilles. [3]

I1-1-1-Grilles manuelles

Elles sont composées de barreaux droits de section circulaire au rectangulaire, généralement inclinées sur l'horizontale (60° à 80°), par fois mobiles ou pivotants pour faciliter le nettoyage du canal ces grilles sont généralement réservées aux petites installations d'épuration, le nettoyage s'effectue manuellement à l'aide d'un râteau. [3]

I1-1-2- Grilles mécaniques

Elles sont indispensables à partir d'une certaine taille de station d'épuration, voir même sur des installations de faible importance afin de réduire les interventions manuelles de nettoyage.

Ces grilles sont à fonctionnement automatique par horloge électrique. [3]

I1-1-3-le tamisage

Le tamisage est une opération préconisée avant le traitement ou rejet dans le réseau sur les effluents industriels chargés en matières en suspension

Trois principales fonctions du tamisage peuvent être mentionnées

- *-la récupération de déchet utilisable.
- *- la protection de canalisation ou de pompes.
- *-la limitation des risques de dépôts et de fermentation. [3]

I1-2-le dessableur

L'élimination des sables présent dans les effluents, bruts est une opération indispensable pour :

- éviter les dépôts dans la canalisation induisant leur bouchage.
- Protéger les pompes et autres organes mécaniques contres l'abrasion ;
- Eviter de perturber les autres stades de traitement en particulier le réacteur biologique ;
- Réduire la production des boues.

Le dessablage concerne les particules minérales de granulométrie supérieur a 100

I1-3-le dégraissage -désuilage

Les opérations de dégraissage et de désuilage consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieur à l'eau, les graisses, et les huiles sont issues non seulement des habitations, mais aussi des restaurants, des usines, des abattoirs...[3]

- ***-les huiles**

Sont des produits liquides ; huiles végétales, huiles minérales, hydrocarbures légers, leur séparation se fait par absorption ou filtration.

Le désuilage est une opération de séparation liquide, réservé habituellement à l'élimination des huiles présente dans les eaux résiduaires industrielles (raffineries de pétrole).

- ***-Les graisses**

Ce sont des produits solides d'origine animale ou végétale, elles sont présentes dans les eaux résiduaires urbaines et dans certaines eaux résiduaires industrielles essentiellement agro alimentaires. [3]

I1-3-1 désuilage

L'opération désuilage concerne essentiellement deux types d'effluents industrielles :

- des effluents régulièrement huileux (usines de raffinage de pétrole, industries mécaniques huileries alimentaire,...etc.).
- des effluent peu huileux, mais avec des débits de pointe accidentellement trop élevés (centrales thermiques, l'ami noires a chaud, eau d'orage de raffinerie,...etc.). [3]

I1-3-2-dégraissage

Un dégraissage peut être obtenu soit dans une chambre où les eaux sont tranquillisées dans un bac à cloisons siphonées, soit dans un décanteur primaire circulaire muni d'une insufflation d'air favorisant la remontée des particules de graisses et de leur agglomération en surface, ce pendant, le décanteur primaire se révèle mal adapté à la reprise de ces métiers flottants dès que leur volume devient important et induit des difficultés d'exploitation.

Le prétraitement des eaux résiduelles de certaines industries agroalimentaires (abattoirs, industrie de viande,..), le dégraisseur séparé est très recommandé pour obtenir les quantités importantes de graisses, il est placé avant rejet des effluents au réseau afin de réaliser sa protection.

Le dégraisseur- déshuileur séparé comprend une zone aérée avec insufflation d'air et des compartiments de sédimentation.

L'ouvrage est dimensionné pour une vitesse ascensionnelle de 10 à 20 m/h. [3]

II.2-traitement primaire**II.2-1-procédés de décantation chimique**

Les procédés physico-chimiques de décantation consistent à alourdir les particules en suspension.

Ils sont appelés aux techniques de coagulation et floculation facilitent l'élimination de MES et colloïdes, celle-ci est réalisée une étape ultérieure de séparation solide-liquide.

La coagulation-floculation des rejets industriels est une technique pratiquée de manière assez systématique pour le traitement des eaux contenant des produits non biodégradables, indécantables, il ne s'agit pas de coaguler des colloïdes, mais de créer un floc artificiel qui va absorber ou englober des produits non décantables, tels que des fibres très fines (papeterie) ou des gouttelettes d'huile (raffinerie de pétrole). On peut aussi l'envisager dans des cas très particuliers tels que des suspensions de latex ou des émulsions d'huile, de graisse, ...etc., dans ce cas, l'adjonction de réactifs a un double but : amener le pH à une valeur telle que l'émulsion est rompue, absorber les fines gouttelettes ainsi formées dans un floc décantable (lavage de laine, huileries, savonneries, ...etc.).

Dans certains cas de colloïdes organiques biodégradables, la floculation entre en compétition avec les traitements biologiques, il est certain que jusqu'à maintenant les

traitements biologique on été préférés, étant donné les doses considérables de réactif chimique à employer en floculation, ainsi que les quantités de boues produites, et le rendement d'épuration obtenu (textile, industries alimentaires et agricoles, etc....).

L'emploi de plus en plus répandu des poly électrolytes va peut être modifié cet état De fait, encore que la floculation ne puisse toucher la pollution dissoute qui reste souvent important. [4]

II.2-1-1-coagulation

La coagulation se fait dans un ouvrage équipée d'un agitateur central a vitesse rapide permettant un mélange énergique des effluents en préalable a cette phase de coagulation, une pré neutralisation des effluents (correction de PH) a été effectuée dans le bassin d'homogénéisation par injection d'acide sulfurique.

La neutralisation de la charge superficielle négative du colloïde est réalisée par l'ajout de cations dans le cas de coagulants minéraux.

Le choix du coagulant doit tenir compte de l'innocuité du produit choisi et son coût ainsi, les sels de fer ou aluminium trivalents ont été, et continuent d'être, largement utilisés dans tous les traitements de coagulation d'eau. [4]

II.2-1-2-floculation

La floculation se fait dans un deuxième ouvrage équipé d'un agitateur central a vitesse lente assurent un brassage homogène d'effluent.

Cette floculation a été obtenue par l'adjonction d'un polymère anionique dans le floculateur, qui provoque le grossissement du micro floc formé par coagulation.

Ces concentrations du rejet sont obtenues uniquement par une décantation simple à la suite de cette étape de coagulation.

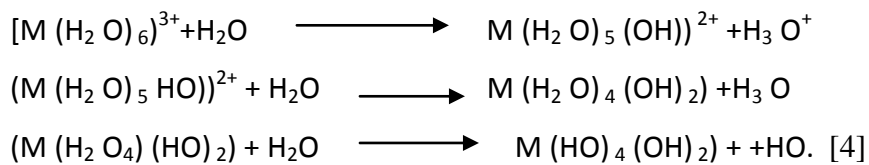
Le tableau suivant donne les différents agents de coagulation et de floculation ;

Produit	formule	Forme commerciale
Sulfate d'alumine	$Al_2(SO_4)_3 \cdot 14H_2O$	Poudre et solution a 48 %
Chlorure d'aluminium	$AlCl_3, 6H_2O$	Liquide
Polychlorure d'Al basique	$A_N(OH)_mCl_{3N}$	
Aluminate de sodium	$NaAlO_2$	Poudre et solution a 50 % en Al_2O_3
Sulfate ferreux	$FeSO_4, 7H_2O$	Cristallisé
Chlorure ferrique	$FeCl_3, 6H_2O$	Solution a 40 %
Chaux	$Ca(OH)_2$	Poudre

Tableau.1 : Agents de coagulation et de floculation

La chaux est souvent utilisée en combinaison avec les sels métallique, les doses de coagulant sont déterminées par des testes de laboratoire sur l'eau à traiter, ces test sont appelés jar-tests.

La précipitation des hydroxydes métalliques nécessite une alcalinité du milieu, car les sels métalliques s'hydrolysent en donnant une réaction acide :



Floculant			
Produit	Mode d'action	utilisation	
Poly électrolyte cationique	*-neutralisation de charge. *-absorption *-réticulation	Coagulant adjuvant	Fe Cl ₃ , 1 (SO) Ca (OH) ₂ Polyélectation
Poly électrolyte anionique	*- absorption *-réticulation	adjuvant essentiellement	
Poly électrolyte non anionique	*-réticulation *-absorption		
Bentonite	*-absorption		
Silice activée	*-réticulation		

Tableau .2 : (suite) Agents de coagulation et de floculation

II.2-2-procèdes de décantation physique

La décantation est la méthode de séparation la plus fréquents de MES et des colloïdes (rassemblés sous forme de floc après une étape de coagulation –floculation).

La base de ses procédés de séparation solide liquide est la pesanteur, on utilise le terme de décantation lorsque l'on désire obtenir la clarification d'une eau brut, si l'on veut obtenir une boue concentrée, on parle de sédimentation. La sédimentation a pour but d'éliminer les matières en suspension de la fraction liquides, une sédimentation efficace est susceptible de retenir une fraction importante des matières sédimentables organiques. [4]

II.2-3-procèdes de flottation

Par opposition à la décantation, la flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide. Qui s'applique a des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient.

*-si cette différence de masse volumique est naturellement suffisante pour une séparation, cette flottation est dite naturelle

- *-la flottation est dite assistée, si elle met en œuvre de moyennes extérieures pour améliorer la séparation des particules naturellement flottables.
- *-la flottation est dite provoquée lorsque la masse volumique de la particule, à l'origine supérieure à celle du liquide, est artificiellement elle tire partie de l'aptitude qu'ont certaines particules solides (ou liquides) à s'unir à des bulles de gaz (l'air en général) pour former des attelages « particule gaz » moins dense que le liquide dont elles constituent la phase dispersée, le phénomène mis en œuvre est donc un phénomène triphasique (gaz liquide – solide en général) qui va dépendre des caractéristiques physico-chimiques de trois phases et en particulier de leur interfaces. [4]

II.3-Traitements d'oxydoréduction

II.3-1-principales techniques d'oxydation

On veut procéder par oxydation physique (à l'air ou l'oxydation) et par oxydation chimiques en utilisant :

- soit des oxydations gazeuses (chlore ou ozone en combinaison éventuellement) avec un rayonnement ultraviolet) ;
- soit des réactifs oxydants liquides (dioxyde de chlore, hypochlorite de sodium, peroxyde d'hydrogène, acide mono persulfurique (acide de Caro), etc.

Il existe de nombreuses applications à la dépollution des rejets industriels qui concernent plus particulièrement les eaux résiduaires industrielles (ERI). [23]

II.3-1-1-Domaine d'utilisation des réactifs

*-réactif oxydant liquides

En utilisant ces réactifs, on traite :

- les eaux cyanurées : du traitement superficiel des métaux (ateliers de galvanoplastie) du lavage des gaz de hauts fourneaux ou de la synthèse chimique .l'oxydation est réalisée par les composés chlorés, le peroxyde d'hydrogène, les peracides (acide mono persulfurique et ses sels).
- les condensats chargés d'hydrazine : oxydation par H_2O_2 (peroxyde d'hydrogène) ;
- les bains nitrites en galvanoplastie : oxydation par $H_2O_2 + Fe^{++}$, ou l'acide mono persulfurique H_2SO_5 ;

-les rejets industriels renfermant des dérivés soufrés (sulfites thiosulfates, sulfures) par oxydation au peroxyde d'hydrogène...etc.

-les rejets industriels renfermant des composés phénoliques :

Oxydation par les réactifs de fenton ($H_2O_2 + F^{++}$). [23]

***-réactif oxydants gazeux**

-En utilisant l'air ou l'oxygène, avec éventuellement un catalyseur métallique (Fer, cobalt, manganèse), on traite :

-les soudes usées riches en composés soufrés ;

- les eaux résiduaires de décapage chargées en ions ferreux F^{++} .

-En utilisant l'ozone en combinaison éventuellement avec des rayons ultraviolets, on traite :

-les rejets contenant de faibles concentrations de micropolluants minéraux (cyanures) ou organiques (phénols, pesticides...);

-les rejets de l'industrie textile ou des papeteries à l'issue d'une épuration biologique en vue de leur décoloration ;

-bon nombre de rejets industriels traités par voie physico-chimiques et/ou biologique en vue d'un traitement d'affinage permettant l'élimination complémentaire de la DCO résiduaire. [23]

II.3-1-2-Application aux rejets cyanurés

L'application majeure des procédés d'oxydation est constituée par la détoxification des rejets cyanurés des ateliers de galvanoplastie.

Les oxydants utilisés sont :

-soit des composés chlorés (chlore gazeux et hypochlorite de sodium appelé communément eau de javel) ;

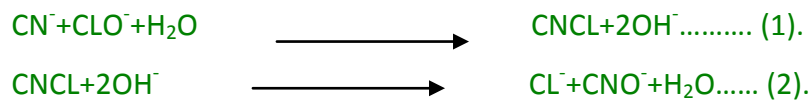
-soit des peracides (acide mono persulfurique H_2SO_5 appelé acide de CARO et ses sels : les persulfates de sodium ou d'ammonium).

L'oxydation des cyanures alcalins (cyanures de sodium, potassium, d'ammonium) et des cyanures métalliques (cyanure de zinc, plomb, cadmium...etc.), réalisée en milieu alcalin, s'effectue en deux étapes successives : la transformation des cyanures très peu toxiques, puis ultérieurement la décomposition des cyanates à l'état d'azote et de bicarbonate.

3-1-2-1-Oxydation par les composés chlorés

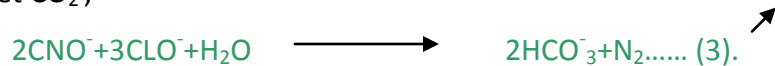
Les mécanismes réactionnels mis en jeu dans l’oxydation des cyanures en cyanates par les composés s’effectuent en réalité en deux étapes.

Il y a d’abord formation de chlore de cyanogène (CN CL) composé volatil aussi toxique que l’ion cyanure, détruit ultérieurement, en milieu alcalin, par hydrolyse en cyanate (CNO⁻) selon les réactions :



Le pH du milieu réactionnel aura une forte incidence sur la cinétique de la réaction (2), l’hydrolyse, qui s’effectue, pour des pH de 12.5 et de 10.5 respectivement en 15 et 35 minute, nécessitera plusieurs heures a pH=9.5 et devient incomplète pour des valeurs de pH inférieurs à 9.5.

L’oxydation peut être poussée au de la du stade cyanate, avec dégradation totale en azote et CO₂;



La réaction (3) qui exige un excès de réactif ne se justifie pas étant donné que la faible toxicité des cyanates permet le rejet dans la plupart des cas.

Il faut noter que les dangers d’une détoxification utilisant les composés chlorés résident dans une mauvaise régulation du pH. Du milieu réactionnel, qui entraîne un dégagement de CNCL (chlorure de cyanogène) ou dans l’introduction d’un excès de réactifs qui se retrouve dans les effluents traités en laissant ainsi du chlore actif nocif pour la faune et flore des rivières. [23]

3-1-2-2-Oxydation par l’acide mono persulfurique (acide de Caro)

L’oxydation des composés cyanurés par l’acide mono persulfurique H₂SO₅ (acide de Caro) permet d’éviter la formation de chlorure de cyanogène, tout en parvenant au stade cyanate (CNO⁻) en quelques minutes à condition d’opère a un pH du milieu réactionnel supérieur a 9.5 :



Nous récapitulons dans le tableau N° les quantités de réactifs oxydants nécessaire pour oxyder, jusqu’à au stade cyanate, 1Kg de cyanure libre (CN⁻) présente dans un rejet industriel préalablement amené au PH optimal de réaction. [22]

Réactifs oxydants	Stœchiométrie pour 1Kg de CN ⁻	Pratique industrielle
*-Eau de javel a 47-50... (L) degré clorométrique (NACLO)	18	20
*- acide de Caro (solution commercial a 200g/l H ₂ SO ₅ .(L)	22	24
* chlore gazeux CL ₂ . (Kg)	2.75	3

Tableau .3 : oxydation de cyanures

II.3-2- technique de réduction

Leur domaine d'application est extrême varié, citons a titre d'exemple, la possibilité d'utilisation des réactifs de réduction dans le traitement des nitrites qui, au lieu d'être oxydés en ions nitrites, peuvent très bien être transformés en azote a laide Amino- sulfonique NH₂SO₃H.

Il n'en reste pas moins vrai que le traitement de réduction le plus utilisé est celui appliqué a l'épuration des eaux résiduaires chromates (chromates, bichromates), issues des ateliers de galvanoplastie, dont le rejet est interdit par suite de la forte toxicité de l'ion Cr⁶⁺.

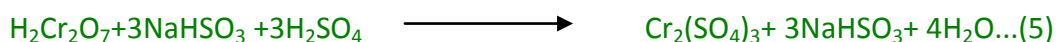
Le but de traitement est de réduire le chrome hexa valent, très toxique, en chrome trivalent de toxicité moindre (déchromatation), éliminé par ailleurs a l'état d'hydrate, par précipitation en milieu alcalin PH=8.5, puis décantation.

La réduction peut être obtenue selon deux méthodes utilisant :

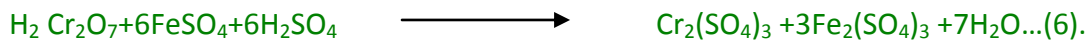
- soit l'anhydride sulfureux et ses dérivés (sulfite de sodium Na₂SO₃, bisulfite de soude Na₂HSO₃);
- soit le sulfate ferreux heptahydrate ou le fer métallique.

Le traitement de réduction généralement réalisé en milieu acide, s'effectue suivant les réactions :

- avec le bisulfite de sodium ;



- avec le Sulfate de ferreux :



Les tableaux 2 et 3 donnent:

- les quantités de réactifs nécessaires pour la réduction de 1Kg de chromate (Cr⁶⁺) ;
- les quantités de boues produites (en Kg) dans la réduction de 1Kg de Cr³⁺ a l'échelle industrielles, la réduction des chromates est généralement réalisée en utilisant le bisulfite de sodium, réactif plus onéreux que le sulfate ferreux, mais généralement une quantité de boue moindre (3 a 4 fois moins importante). [22]

Réactifs de réduction	stœchiométrie	Pratique industrielle
Bio sulfite de sodium (solution commerciale a 530g/l)		
Na HSO ₃	5.7	6.5
Acide sulfurique H ₂ SO ₄ ... (Kg)	0.95	1
Sulfate ferreux Fe SO ₄ , 7H ₂ O..... (Kg)	16	20
Acide sulfurique H ₂ SO ₄ ... (Kg)	1.9	2

Tableau .4 :-réduction des chromates.[22]

Réactif de réduction	Neutralisation	Production de boues
Fe SO ₄ , 7H ₂ O	Chaux	12.4
	soude	4.2
Na H SO ₃	Chaux	4
	soude	1.1

Tableau.5: Bilan massiques des boues pratique par la réduction de 1 Kg de chromate.[22]

II.3-3-mise en œuvre industrielle des réactions d'oxydoréduction :

L'application la plus courante réside dans le traitement de détoxification en circuit ouvert ou à eau perdue, des eaux de rinçage d'un atelier de galvanoplastie.

On réalise une oxydation alcalin e des cyanures (temps de contacte 10 a15 min), une réduction acide des effluents chromâtes(temps de contacte 5min) puis une neutralisation réciproque en ajustant le pH à une valeurs de 8 a 8.5 en vue de l'obtention

d'une précipitation optimale des hydroxydes métalliques , l'effluent neutralisé est en suite acheminé vers un décanteur ,ou seront séparés gravitaire ment les hydroxydes. [23]

II.4- traitement de précipitation par voie chimique

La précipitation chimique regroupe un certain nombre de procédés qui réalisent tous l'application de la loi de Berthollet : on ajoute à l'eau un réactif soluble qui, par permutation ou combinaison avec les ions indésirables préexistants, forme un composé insolubilité (déterminée par le produit de solubilité, cette dernière grandeur pouvant subir des variations important en fonction de la température, de la nature des autres ions dissousEtc.).

Les traitements de précipitation s'appliqueront en particulier aux rejets industriels contenant les polluants suivants :

- les composées de précipitables par le calcium : sulfite, sulfates, phosphate, fluorure...)
- les composées précipitables sous formes de sels insolubles de fer ou complexe ables : sulfure, phosphate, cyanure, sulfocyanure.

Nous traiterons dans notre travail, les applications industrielles les plus utilisées dans le traitement des rejets industriels. [17]

II.4-1-Précipitation des métaux

Elle concerne l'élimination des métaux rencontrés principalement dans les effluents industriels du traitement des surfaces métalliques, des lixiviats d'hydrométallurgie et des eaux de lavage de gaz de combustion d'ordures ménagères et de déchets industriels.

Les procédés le plus fréquent par simple neutralisation de ces effluents acides, a précipité les métaux sous forme d'hydroxydes.

Le pH de précipitation maximale de tous les métaux ne coïncidant pas ; On est contrainte de rechercher une zone optimale du pH réactionnel qui peut évoluer de 7 a 10.5 suivant les valeurs minimales recherchées pour l'élimination des métaux les plus nuisibles.

Par fois, on procède à plusieurs précipitations successives, a des pH échelonnés. En vue d'une récupération sélective des différents métaux. [17]

II.4-2-précipitation des composées anioniques : fluorures et phosphates

II.4-2-1- Elimination des fluorures

L'élimination des fluorures par précipitation concerne les effluents acides de lavage des gaz d'incinération, les rejets de la métallurgie de l'aluminium et ceux de l'industrie de l'acide phosphorique et de verre.

L'agent de neutralisation sera toujours la chaux, éventuellement complétée par du chlorure de calcium (CaCl_2) si l'on doit obtenir de faibles valeurs résiduelles de F^- .

La réaction de précipitation : $2\text{F}^- + \text{Ca}^{2+} \longrightarrow \text{CaF}_2$. [17]

II.4-2-2- Elimination des phosphates

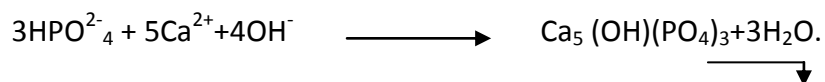
Les phosphates, responsables des phénomènes d'eutrophisation des lacs et cours d'eaux à débit lent sont présentes avec présence de silice SiO_2 et d'acide fluorhydrique HF, et à degré moindre dans les purges des chaudières et des circuits de refroidissement.

Deux modes de précipitation peuvent être envisagés par réaction avec la chaux (pour les effluents acides) ou avec les sels d'aluminium et de fer conduisant à l'obtention des phosphates métalliques pour les rejets non acides. [17]

- ***déphosphoration chimique par la chaux :**

L'action de la chaux peut conduire, en fonction du pH, à deux réactions :

La précipitation d'hydroxyapatite de calcium dans une zone de pH de 6 à 8 ;



- puis la précipitation du phosphate tricalcique $(\text{PO}_4)_2\text{Ca}_3$ à un PH de 9 à 12 la chaux réagit par ailleurs avec les bicarbonates, et avec le magnésium éventuellement présent, pour donner des solubilités de l'ordre du mg/l.[17]

- ***déphosphoration par des sels d'aluminium (Al^{3+}) et ferriques (Fe^{3+}) :**

On obtient des précipités de phosphates d'aluminium et de fer Al PO_4

Et FePO_4 très peu solubles, mais à l'état colloïdal, qui sont éliminés par absorption sur un excès d'hydroxyde métallique. [17]

II.5- Traitement d'absorption

II.5-1- introduction

L'absorption est l'un des moyens de traitement mis à la disposition du traiteur d'eau pour éliminer les matières organiques non dégradables dissoutes biologiquement.

Le phénomène de base mise en jeu est un transfert de masse à partir de la phase liquide ou gazeuse vers la surface du matériau absorbant, à laquelle le composé organique a tendance à se lier.

La capacité d'absorption dépend :

- de la surface développée ou surface spécifique du matériau, les absorbants industriels (essentiellement les charbons actifs).

Développement des surfaces spécifiques de 1000 à 1500 m²/g caractéristiques d'une grande microporosité ;

- de la concentration de la substance organique en solution, à la limite, il s'établit un équilibre entre la concentration de la solution et la masse de polluant absorbée par unité de masse de l'absorbant.

On peut l'exprimer sous la forme de la loi de Freundlich à l'équilibre.

$$X/m = KC^{1/N}.$$

Avec : X/m : masse polluant par unité de masse de l'absorbant ;

C : concentration résiduelle du liquide en polluant,

K et n : constantes à une température donnée ;

- des caractéristiques hydrodynamiques de l'échange et tout particulièrement du temps de contact des phases solide liquide ;
- de l'énergie de liaison, c'est à dire de l'affinité de la surface de l'absorbant pour la substance organique, donc de la nature des produits à absorber. Cette affinité est souvent elle-même fonction du pH. [24]

II.5-2-Principaux absorbants

Les absorbants développés à l'échelle industrielle sont de nature diverse, on citera les alumines, les résines synthétiques absorbantes neutres ou comportant des radicaux échangeables, comme des ions de même polarité, et surtout les charbons actifs de loin les plus utilisés.

Il s'agit de matériaux carbonés de nature minérale (coke, anthracite, houille) ou organique (tourbe, bois, noix de coco...) préparés par carbonisation et activation chimique pour augmenter leur microporosité et développer ainsi leur surface spécifique qui peut atteindre 1500 à 2000 m²/g.

Les charbons actifs sont disponibles sous deux formes : les charbons en poudre et en grains. [24]

II.5-2-1-Charbon pulvérulent

Il se présente sous forme de particules (granulométrie 10 à 50 µm) et est introduit en continu dans l'eau avec les réactifs de conditionnement (coagulation floculation), il se trouve inséré dans les « floc » et est extrait avec eux au niveau de la clarification réalisée généralement par décantation.

Moins cher que le charbon en grain, il présente l'avantage de permettre un surdosage en cas de pollution de pointe, son inconvénient majeur est qu'il est pratiquement impossible à régénérer ...on travaille donc en charbon perdu, ce qui réduit son utilisation essentiellement pour des dosages discontinus ou de faible importance (inférieur à 20 g/m³). [24]

II.5-2-2-Charbon en grain

Sa granulométrie est comprise entre 0.5 à 2 mm, il est utilisé sous forme de lit filtrant (hauteur de couche 2 à 3 m) traversé par l'eau à traiter, dont les polluants se trouvent ainsi soumis à une extraction méthodique par la masse de charbon qui va se saturer progressivement selon le déplacement du front d'adsorption dans la colonne de filtration.

II.5-3-Principales applications industrielles

Les charbons actifs sont essentiellement utilisés en traitement d'affinage d'eaux potables ou d'eaux industrielles de haute pureté avant utilisation, pour éliminer les micropolluants organiques dissous souvent à l'origine de goûts et saveurs désagréables.

En traitement d'eaux résiduaires industrielles, l'adsorption sur charbon est mise en œuvre lorsque l'effluent n'est pas biodégradable de perturber l'épuration biologique appliquée à des composés normalement biodégradables.

Cette technique est utilisée également en traitement tertiaire ; le charbon ayant pour objet de fixer les composés organiques dissous, elle permet ainsi d'éliminer une grande proportion de la DCO résiduelle, [24]

*** Cas de Traitement d'eau résiduaires de synthèse de produits Pharmaceutiques :**

Les rejets de l'usine contiennent un mélange de produits facilement biodégradable comme les solvants légers (méthanol, éthanol, acides, acétique et formique) et des composés peu ou non biodégradable, par fois toxique (solvants chlorés, chlorophénols, insecticides divers.....).

La chaîne de traitement modifiée, en intercalant en amont de l'épuration biologique, on traitement sur charbon en grains, a permis de retenir sélectivement

Les produits organiques non biodégradables toxiques et par suite de retrouver un effluent plus apte à la biodégradation. Le traitement sur lits fixes en série a permis de fixer 300 a 500 g DCO/Kg charbon. [24]

II.6-Echange d'ions

Les échangeurs d'ions sont constitués de résines possédant des groupements actif capables d'échanger des ions mobiles avec d'autres ions du même signe, par passage sur résines mobiles, les cations et les anions polluants sont fixés et remplacés respectivement par des ions H^+ , OH^- .

En fonction de la nature des polluants, quatre groupes d'échangeurs d'ions sont employés :

- échangeur de cations faiblement acides.
- échangeur de cations fortement acides
- échangeur d'anions faiblement / moyennement basiques.
- échangeur d'anions fortement basiques.

Les eaux acides et basiques sont canalisées dans des circuits différents.

Les eaux cyanurées et alcalins sont recyclées après passage :

- -sur un échangeur de cations fortement acide qui fixe tous les cations libres (Na^+ , Ca^{+2}) mais pas les métaux lourds impliqués dans des complexes cyanurés stables.
- puis sur un échangeur d'anions moyennement basique qui retient les complexes cyanurés ($Cu(CN)_3-4$, $Zn(CN)_4^{2-}$..).

- -en fin sur un échangeur d'anions fortement basique qui retient tous les autres anions (CN^- , $\text{C}(\text{O}_3)^{2-}$...)

Les acides et chromâtes sont recyclées après passage :

Sur un échangeur de cation fortement acide qui retient tous les cations métalliques (Fe^{2+} , Cu^{2+} , Cr^{3+}) mais pas le chrome (6) qui est forme anioniques

- Sur un échangeur d'anions moyennement basique qui retient les anions d'acides forts ($\text{Cr} (6)$, $\text{S}(\text{O}_4)^{2-}$, Cl^- ..).

Les anions polluants sont piégés sur les échangeurs, et l'eau épurée est réutilisée (comme eau de rinçage par exemple).

Les résines finissent par être saturées.

Elles peuvent être expédiées pour traitement ou régénérées sur place par élution, c'est à dire débarrassées des éléments fixés et ramenées à leur forme initiale.

Les échangeurs cationiques sont traités avec un acide fort, les éluâtes acides contiennent les métaux en solution.

Les échangeurs anioniques sont traités avec de la soude, les éluâtes alcalins contiennent les anions dont les chromates ou les cyanures suivant le cas. [24]

II.7-Le stripping

Le stripping – terme anglais assez difficile à traduire simplement en français – correspond à l'entraînement d'un gaz dissous dans une eau par l'action d'un gaz, il s'agit en fait d'une désorption favorisée par une agitation. cette agitation a plusieurs effets ; elle renouvelle les surfaces de contact entre phases , et de ce fait , favorise les entre elles , par contre , elle peut provoquer l'entraînement d'un fluide dans l'autre , on voit donc que les deux dangers qui guettent le stripping sont le moussage de la phase liquide ,ainsi que l'entraînement sous forme de brouillard d'une partie de la phase liquide dans le gaz.

Dans le domaine de l'épuration n le stripping est particulièrement répandu en pétrochimie, dans le but d'extraire l'hydrogène sulfuré et l'ammoniac des eaux acides et des condensats. Dans ces rejets, on trouve à l'état d'équilibre des ions NH_4^+ (Ammonium) et de l'ammoniac dissous NH_3 , des ions SH^- (sulfures) et du gaz hydrogène sulfuré H_2S dissous.

Le problème est donc d'extraire tous les gaz dissous et, de ce fait, de déplacer les équilibres, en faisant passer l'ammonium et les sulfures à l'état d'ammoniac et d'hydrogène sulfuré que l'on pourra extraire de nouveau.

Pour ces extractions, on introduit dans les effluents gazeux ou un mélange gazeux dans lequel il n'y a pratiquement pas d'ammoniac ni d'hydrogène sulfuré, les pressions partielles de chaque constituant devant s'équilibrer entre les phases liquides et gazeuses, la désorption des composés gênants est donc amorcée.

En renouvelant intensément la phase gazeuse extractrice, on arrive à épurer complètement les eaux acides et les condensats.

Par ailleurs, on peut jouer sur la composition chimique du gaz extracteur pour obtenir une action complémentaire, par exemple, l'emploi d'un gaz acide permet une neutralisation des liquides ; si cette acidification est très poussée, on peut fixer l'ammoniac et donc obtenir un effet sélectif de stripping sur le seul hydrogène sulfuré. [24]

Industries intéressées par le traitement de stripping

Si le stripping est particulièrement adapté aux problèmes d'industrie pétrolière, il peut être étendu à tous les eaux chargées de composés sulfurés, tels que les rejets de la tannerie, de la fabrication de cellulose et pâte à papier (procédé dit au sulfate).

Dans le cas des eaux résiduaires industrielles chargées en sulfures on en ammoniac, les coûts d'exploitation peuvent être nettement abaissés par l'emploi de gaz de fumée, cependant, pour certains rejets, il est nécessaire de prévoir l'injection de produits anti-moussants en quantité assez importante, ce qui accroît notablement les coûts d'exploitation. [24]

II.8-Filtration

La filtration est un procédé de séparation qui utilise le passage d'un mélange solide à travers un milieu poreux (filtre) qui retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtra).

La filtration étant l'écoulement d'un liquide dans un milieu poreux est régi, pour les vitesses usuellement appliquées en traitement d'eau, par la loi de darcy :

$$V = \frac{K}{\eta} * \frac{\Delta P}{\Delta H} = \frac{1}{R\eta} * \frac{\Delta P}{\Delta H}$$

Ou : V : vitesse de filtration.

K : perméabilité de la couche filtrante ;

ΔH : hauteur de couche considérée.

η : viscosité dynamique de l'eau

R : résistance de la filtration de la couche filtrante.

On distingue deux grandes catégories de processus de filtration selon le mode de mise en œuvre :

- la filtration sur support,
- la filtration sur lit granulaire,

Suivant les caractéristiques des particules à retenir et du matériau filtrant mise en œuvre, peuvent intervenir l'un plusieurs des trois mécanismes principaux suivants :

1. capture ou rétention des particules plus grosses que la maille du filtre ou que celle des éléments déjà déposés formant eux mêmes matériau filtrant
2. la fixation des particules à la surface du matériau filtrant est favorisée par une faible vitesse d'écoulement.
3. mécanismes de détachement :

Sous l'action des mécanismes précédents, il se produit une diminution de l'espace entre les parois du matériau recouvertes de particules déjà dépassées, il y a alors augmentation de la vitesse d'écoulement, les dépôts déjà retenus peuvent se détacher partiellement et être entraînés plus avant dans le matériau filtrant ou même dans le filtra. [17]

II.8-1-filtration sur support

On distingue :

- le tamisage, c est à dire une filtration en surface et jusqu' à des seuils d'ouverture relativement gros (au dessus de 30 microns environs)
- la filtration fine, dans la quelle la filtration sur support mince des plus grosses particules coexiste avec la filtration en épaisseur des plus fines.

Un aspect de la filtration en surface est à souligner : elle n'assure l'élimination son état initial par un lavage efficace et économique dont le mode est lié au type de filtre et à la nature des éléments retenus.

Suivant les applications on peut utiliser différents matériaux :

-la cellulose : sous forme de fibre a haute pureté, a un pouvoir filtrant comparable a celui d'un papier filtre lent mais ne possédé qu'un très faible pouvoir absorbant, insoluble dans l'eau froid ou tiède, elle commence à s'hydrolyser a partir de 85°C.

-Les diatomées : sont des carapaces siliceuses fossiles d'origine marine, très fines (5 a100 μ m) et ayant un certain pouvoir absorbant.

En présence d'eaux chargées de colloïdes, elles permettent une meilleure clarification.

Elles sont également capables d'absorber des impuretés en émulsion telles que les huiles ou les hydrocarbures, la silice des diatomées est très légèrement soluble dans les eaux déminéralisées (surtout si alcalines).

-Le charbon actif : peut être utilise sur une couche support de cellulose ou de diatomées pour obtenir une décoloration et une élimination presque totale des matières organiques d'origine végétale, en raison de sont très haut pouvoir absorbant.

-Les résines échangeuses d'ions : en poudre, cationiques et anioniques, mélangées en proportion variable, permettent une filtration avec élimination poussées du fer colloïdal ou une déminéralisation total des condensats des centrales thermiques et nucléaires.

Lavage

Lorsque la perte de charge atteint la valeur maximale permise par construction, on procède au lavage par retour d'eau, pour que ce lavage soit efficace, il faut que la pré-couche et les matières retenues par la pré-couche se détachant parfaitement du support sont provoquer son écrasement progressif. [25]

II.8-2- Filtration sur granulaire

II.8-2-1-Principe

L'eau à filtrer passé a travers un lit filtrant constitué de matériau granulaire, dont la hauteur de couche est important et dépend du type de filtre, les matières en

suspension sont retenues dans les espaces inter granulaires, sur la plus grande partie de la hauteur de couche. [25]

II. 8-2-2-Nature du milieu poreux

Le sable quartzeux a été le premier des matériaux utilisés pour la filtration et c'est encore le matériau de base pour la plupart des filtres actuels.

L'antracite ou le marbre peuvent lui être substitués quand il est nécessaire d'éviter toute trace de silice dans les traitements industriels, ou quand leur approvisionnement est plus facile.

Certains filtres utilisent une combinaison de plusieurs matériaux (filtres multicouches). Le sable peut alors être associé à de l'antracite, du grenat, des schistes plus ou moins poreux etc. à condition que la friabilité de ces matériaux soit faible ainsi que leur perte à l'acide.

En fin, la filtration peut s'effectuer sur du charbon actif granulé suffisamment résistant :

- en remplacement du sable après un traitement de décantation quand on veut à la fois éliminer le floc résiduel et lutter par absorption contre une pollution.
- en second étage de filtration pour un traitement d'affinage seul ou de dé-chloration. [25]

*Lavage du milieu filtrant

Le lavage est une opération très importante : lorsque il est insuffisant, il entraîne le colmatage permanent de certaines zones, ne laissant à l'eau qu'un passage réduit ; la perte de charge s'accroît alors plus vite, la filtration devient localement plus rapide et moins efficace.

Pour laver le matériau filtrant, on le soumet à un courant d'eau circulant le bas en haut, destiné à détacher les impuretés et les entraîner en suite dans une goulotte d'évacuation, le matériau filtrant doit être simultanément agité dans le courant d'eau.[25]

II.9-Traitements biologiques

Ils constituent le mode classique d'épuration de la pollution organique des résiduaux industriels.

Les techniques d'épuration biologique reposant sur les conditions qui permettent aux flores bactériennes de se développer et d'assurer la dégradation des matières organiques polluantes, qui sont ainsi éliminées dans la mesure où elles servent d'aliment aux bactéries aérobies ou aérobie.

Le recours à l'épuration biologique dépend évidemment étroitement de la biodégradabilité des rejets industriels.

Les procédés les plus couramment mis en œuvre pour la dépollution des rejets industriels sont du type aérobie (présence de l'air ou d'oxygène), car la cinétique du processus s'avère beaucoup plus rapide et les rendements d'épuration plus qu'avec le traitement biologique anaérobies.

Dans le traitement biologique aérobie, on distingue :

- Les procédés aérobie utilisant une culture bactérienne libre en suspension dans l'eau à traiter (épuration par boue activée, lagunage naturel et aéré),
- les procédés aérobie utilisant une culture bactérienne fixée sur un support (épuration par lits bactériens, par bio disques ou par bio filtration)

Dans la conception des installations et le dimensionnement des différentes étapes du traitement biologique aérobie, il convient de tenir compte des particularités propres des eaux résiduaires industrielles (ERI)

- Les ERI, qui ont subi un traitement préalable physico- chimique sont peu chargées en matières en suspension totales (MEST) et présentent, par suite, une pollution organique (DBO₅, DCO) principalement solubles.
- La composition des ERI en nutriments est rarement équilibrée, une correction de la teneur en phosphate et/ou azote doit souvent être pratiquée ;
- Les ERI renferment souvent (notamment dans l'industrie chimique de fortes concentrations en sels minéraux dont les variations rapides peuvent perturber le bon fonctionnement de l'épuration biologique ;
- Une attention particulière doit être apportée au maintien de pH et de la température à des valeurs constants. [25]
- Les polluants organiques d'ERI présentent des biodégradabilités et des taux de biodégradation très variables, certaines matières organiques sont dégradées rapidement, d'autre plus lentement, en fin certaines ne le sont pas ou peu et participent ainsi à la DCO « dure » de l'eau traitée.

D'une manière générale, la stabilité et l'efficacité de l'épuration biologique des ERI comparées à celles des ERU (eaux résiduaires urbaines) impliquent des cinétiques plus lentes des réactions de dégradation de la pollution, c'est à dire des temps de contact plus importants de l'effluent à traiter avec la biomasse épuratrice et par suite des âges de boues élevés.

- Le démarrage des installations peut, par ailleurs nécessiter desensemencements appropriés et s'avère généralement beaucoup plus lent qu'avec des effluents urbains.

Notons que l'élimination de la pollution organique concentrée de certains rejets

Les traitements biologiques anaérobies, tout en assurant une élimination de la pollution organique carbonée de 70 à 85 %, présentent un certain nombre d'avantages par rapport aux traitements biologiques aérobies :

- faible consommation d'énergie pour les besoins du procédé ;
- faible production de boue biologique en excès (5 fois moins que pour un traitement aérobie).
- Et surtout, récupération d'un biogaz (à 70% de méthane) pouvant être utilisé industriellement comme source d'énergie, pour plus de détails, on se reportera dans le présent traité aux articles spécifiques traitant de l'épuration biologique. [25]

Conclusion

L'eau est le véhicule de transport et de dissémination idéal de nombreux polluants. Les contraintes d'assainissement, de plus en plus strictes, exigent le traitement d'un nombre plus important de polluants (*matières organiques, minérales, pathogènes et toxiques*). Étant donnée la grande diversité de ces déchets, l'épuration d'un affluent résiduaire 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 :

- 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 : Présentation de la raffinerie et de la région d'étude

La raffinerie de Sbaa, la plus importante installation industrielle dans la wilaya d'Adrar et dans le sud ouest algérien est sans doute l'industrie la plus consommatrice d'eau de toute la région. Elle puise de la nappe phréatique tous ses besoins en eau tant pour les opérations de raffinage que pour l'usage domestique

III.1 Situation géographique

La zone d'étude fait partie de la wilaya d'Adrar, elle est située entre les latitudes

26°30'N et 28°00'N et les longitudes 0°30'W et 0°30'E, elle s'étend de la ville d'Adrar

Jusqu'à la ville de Reggane sur presque une distance de 170 km (Figure III.1) [13].

Cette zone est limitée :

- ✓ Au Nord par le Grand Erg Occidental.
- ✓ A l'Ouest par Erg Echech.
- ✓ Au Sud par la Tanezrouft.
- ✓ A l'Est par le plateau de Tademaït.

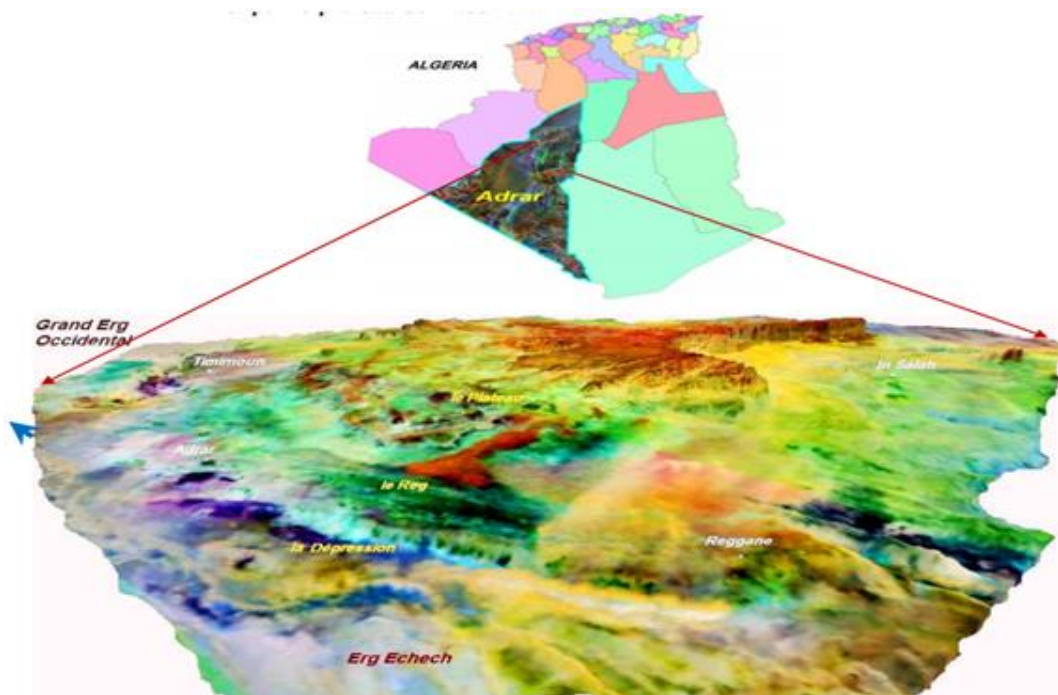


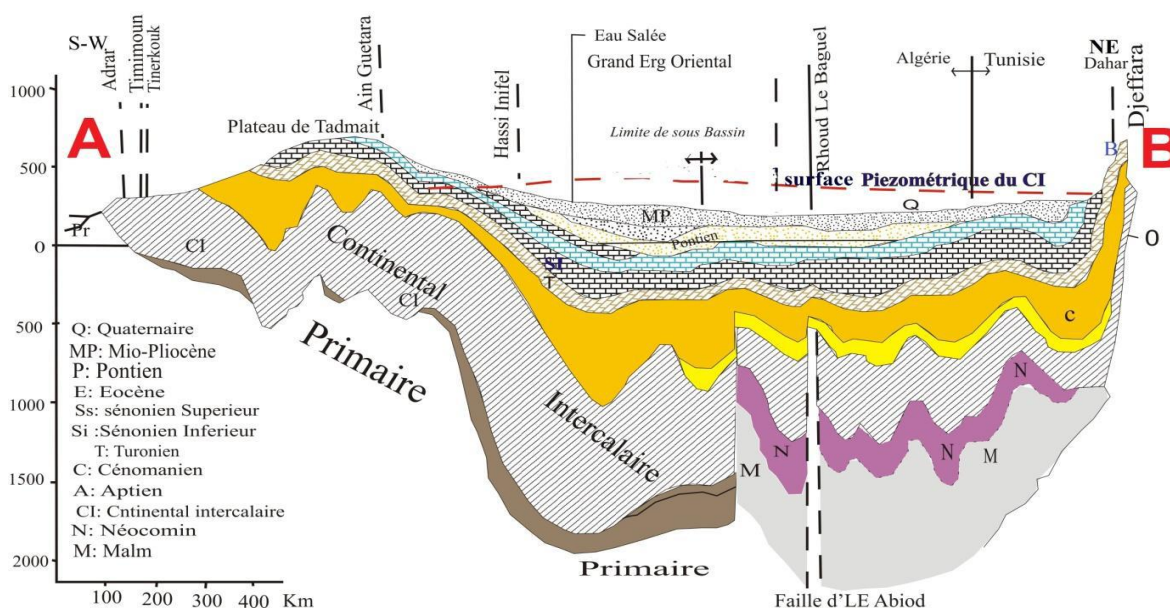
Figure.1. Situation géographique de la région d'étude. [24]

III-3. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION

La plate-forme saharienne comporte plusieurs complexes hydrogéologiques souvent sans grand intérêt à cause de leur salinité et leur profondeur. Sur cette plate-forme repose en discordance une formation gigantesque qui renferme les plus importants aquifères dans le Sahara Algérien.

Le Système Aquifère du Sahara Septentrional, partagé par l'Algérie, la Libye et la Tunisie renferme des réserves d'eau considérables, qui sont cependant peu renouvelables et ne sont pas exploitables en totalité. Au cours des trente dernières années, l'exploitation par forages est passée de 0,6 à 2,5 milliards de m³/an. Cette exploitation se trouve aujourd'hui confrontée à de nombreux risques : salinisation des eaux, réduction de l'artésianisme, tarissement des exutoires, interférences entre pays, ...

Les simulations réalisées sur le modèle SASS ont mis en évidence les zones les plus vulnérables. Elles ont aussi permis d'identifier de nouvelles zones de prélèvements qui permettent d'accroître l'exploitation actuelle sans accroître les risques. [13]



Figuer.3 : Coupe hydrogéologique du bassin hydrogéologique du Sahara septentrional.[24]

III-3.1 : Cadre hydrogéologique du bassin du Sahara Septentrional

Ce bassin sédimentaire du Sahara septentrional constitue un vaste système hydrogéologique d'une superficie de 780.000 km² bien connue par les études de système entrepris par

(l'UNESCO ,1972). Il est limité au Nord par les piémonts de l'atlas saharien, à l'ouest par la dorsale subméridien Oued Saoura-Reggane, au Sud par l'alignement des plateaux Tademaït, au nord par la région de Gabés et les reliefs du Duhra. Dans ce bassin hydrogéologique s'individualisent les unités suivant :

-le sous bassin oriental, de 500.000 km² drainé vers le Nord-est est occupé en grand partie par le grand Erg Oriental (région de TOUAT).

-le sous bassin de la Djéffara à l'Est dans la zone côtière du golfe de Gabés.

-le sous bassin occidental (Ghardaïa – Bechar) de 280.000. [13]

III.3.2. Les principaux aquifères :

Les aquifères les plus important dans la région sont celles du continental intercalaire, c'est dans cette aquifère que sont implanté les foggaras et les forages de secteur étudiée. Il comporte :

III-3.2.1. Les formations gréseuses primaires :

Au nord ouest de Timimoun (palmerais de Tala Ahlad et kali), les foggaras sont alimentées par les grés primaires plus au moins argileux qui bordent la Sebkha. [13]

III-3.2.2. La nappe du grand Erg occidental :

Il existe à la lisière nord du Gourara, une multitude de petites palmeraies perdues dans les dunes du grand Erg occidental. Ces palmeraies grâce à une nappe très importante circulant sous les dunes, à la faveur d'une dépression dans la topographie, les puits et foggaras peuvent atteindre cette nappe.

Les inféro-flux des grands Oueds débouchant de l'Atlas s'y raccordent. L'eau est contenue dans les grés à passées argileuses rouges des Gour (d'âge micro pliocène) sous jacentes à la dalle Hamadien calcaire. [13]

III.3.2.3 Caractéristiques générales :

Cette nappe est contenue dans les horizons Sablo Gréseux du continental intercalaire qui s'étend sur tout le Sahara septentrional. Elle constitue un relais entre les sous bassins oriental et occidental. Le trait marquant de ces réservoirs aquifères est sa géométrie considérable due à la fois à son extension sur plus de 600.000 km² et son épaisseur moyenne de plusieurs centaines de mètres.

La recharge actuelle de la nappe s'effectue par infiltration :

- des ruissellements à la périphérie du domaine, tout au long des Oued qui décèdent des massifs montagneux notamment de l'Atlas saharien.
- des pluies d'années exceptionnelles(les crues) sur le grand Erg occidental et les régions où il affleure.

Il n'existe pas de véritables sources actuelles ; cependant, il est probable que ce sont des sources qui ont été à l'origine du creusement des foggaras dans les zones du Gourara, Touat et Tidikelt. Dans ces régions, une partie des eaux souterraines non capté par les foggaras est évaporé au niveau des Sebkhass et une partie s'échappe au sud –ouest des foggaras montrant un exutoire naturel formé par les fuites ascendantes verticales vers la nappe du complexe terminal à la faveur des fractures qui jalonnent la dorsale d'Amguid EL-Biod.

- La transmissibilité s'échelonnent de 6 à $30 \cdot 10^{-3}$ m²/s et les coefficients d'emmagasinement de 1 à $50 \cdot 10^{-3}$. [13]

III.3.2.4. Alimentation de l'aquifère :

La recharge actuelle de la nappe s'effectue par infiltration:

- Des ruissellements à la périphérie du domaine, tout au long des Oueds qui descendent des massifs montagneux notamment de l'Atlas Saharien, mais aussi parfois du plateau de Tademaït.

- Des pluies d'années exceptionnelles sur le grand Erg Occidental, et les régions où il

. Sens d'écoulement:

On peut parler de deux directions :

- Une partie s'écoule vers le Sud et le Sud-ouest, c'est à dire vers le Gourara, le Touat et le Tidikelt.
- L'autre partie s'écoule vers l'étroit passage situé, entre le dôme de Medenine et l'Atlas saharien (exutoire tunisien) et rejoint à la faveur des failles d'El Hamma et de Medenine, la nappe de la zone côtière tunisienne.
- Les eaux provenant du Dahra et de Libye, s'écoulent vers le Nord et rejoignent celles de l'Atlas saharien au niveau de l'exutoire tunisien.[13]

III-4 .Hydrochimie :

L'étude hydro-chimique des eaux de la nappe nous permet d'avoir une idée sur l'état actuelle des eaux souterraines de la région, leur qualité, sa potabilité, ainsi que leur degré de pollution par rapport à certains éléments chimiques.

Les analyses physico-chimiques ont été effectuées par le laboratoire de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H) antenne d'Adrar en 2009 sur 90 forages couvrant le quasi totalité de la région d'étude comme mentionnée dans le Tableau n° 23. Les analyses ont porté essentiellement sur les paramètres physiques : pH, conductivité, résidu

sec, TAC, TH et minéralisation, et sur les paramètres chimiques: cation et anion majeurs (cation: Ca^{++} , Mg^{++} , Na^+ , K^+ anion: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{--} , et NO_3^-). [24]

III.4.1 Les caractéristiques physiques des eaux

III.4.1.1. La température :

Il est très important de connaître la température de l'eau avec une grande précision. Cet élément joue un rôle primordial dans la solubilité des sels et surtout des gaz, lorsqu'elle est élevée elle diminue la solubilité de l'oxygène.

Dans notre région elle varie entre 20°C en hiver et 23°C en été. Il n'y a pas un grand changement parce qu'elle est dans une profondeur non influencées par la température superficielle. [24]

III.4.1.2. La conductivité:

Elle permet une estimation approchée de la minéralisation des eaux. Elle augmente avec la teneur en sels dissous (conductivité élevées \Rightarrow eau chargée). Les mesures se font sur le terrain, pour avoir une idée sur place de la minéralisation des eaux.

Pour mesurer la conductivité, on utilise le conductivimètre, l'unité de mesure est le $\mu\text{s}/\text{cm}$.

Dans notre région elle varie entre 1,15 et 4,95 ms/cm. C'est à dire qu'on a des eaux moyennement conductrices et minéralisées. [24]

III.4.1.3. Le Ph :

Le pH est par définition une mesure de l'activité des ions H^+ contenu dans une eau $\text{PH} = -\log (\text{H}^+)$.

Le pH de l'eau joue un rôle primordial à la fois dans les propriétés physico-chimiques (acidité, agressivité), mais tout dépend de la nature des roches réservoirs et de la température, c'est pour cette raison, qu'il est strictement recommandé de faire les mesures sur place.

Le pH des eaux de la région d'étude, varie de 6.93 à 8.07, ainsi les eaux ont une tendance agressive (basique). [24]

III.4.2. Les caractéristiques chimiques des eaux

III.4.2.1. Le Résidu Sec :

Il représente la minéralisation totale de l'eau c'est-à-dire la totalité des sels dissous et les matières organiques contenues dans l'eau. Il est exprimé en mg/l, pour une eau potable, le Résidu Sec ne doit pas dépasser 2000 mg/l. Pour la région d'étude, il est compris [24]

III.4.2.2. La dureté TH (Titre Hydrotimétrique) :

Elle indique la teneur totale en sels de calcium et de magnésium, vu la faible concentration des autres cations bivalents dans les eaux naturelles : Cr^{3+} , Sr^{2+} , Al^{3+} . La dureté totale mesurée sur l'eau brute, indique la teneur globale en calcium et magnésium. Elle est exprimée en meq/l soit en mg/l de $CaCO_3$ soit en °F. [24]

** 1 meq/l = 5°F = 50 mg/l de $CaCO_3$ **

$$TH = (rCa^{++} + rMg^{++}) \times 5^\circ F$$

Tableau III.1 : Qualité de l'eau en fonction du TH. [24]

TH (°F)	0-7	7-22	22-32	32-54	> 54
Qualité d'eau	Douce	Modérément douce	Assez douce	Dure	Très dure

D'après le tableau N°01 et les résultats obtenus, nous pouvons dire que la qualité des eaux varie de modérément douce à très dure ($11 < TH < 58$). Nous remarquons que les eaux de qualité dure à très dure caractérisent les périmètres agricoles ainsi que les terrains plus proches de la sebkhah (Tamentit El Mansour ... etc.) [24].

III.1. APERCUE GENERALE SUR LA RAFFINERIE :

III-1.1. Situation géographique :

La raffinerie de SBAA se trouve dans la zone industrielle d'Adrar. Elle se situe dans la partie orientale de la ville Adrar d'une distance dépasse le 44 kilomètres. La raffinerie occupe une superficie totale de 75 hectares divisée en 06 aires pour les différents usages. [24]

III.1.2- Capacité de traitement de la raffinerie :

La capacité nominale de traitement de la raffinerie de SBAA est de douze mille cinq cent (12500) barils/jour ; le pétrole brut provenant des gisements situés dans la cuvette de Sbaa, Hassillatou

La raffinerie se compose de plusieurs zone à savoir : l'unité de production, une zone de stockage, une zone d'expédition ; un centre d'enfuter de propane et de butane, zone de bâtiment technique et administratif, et une base de vie.

La capacité annuelle de traitement de la raffinerie de SABA est de 600 000 Tonnes environ de pétrole brute pendant une période de 330 jours en continu par jour. [24]

III. 1. 3- Structure et équipement de la raffinerie :

La raffinerie est constituer 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 soustractions électriques,
- Un atelier de Mécanique et de Maintenance,
- Huit blocks d'approvisionnements,
- Un bâtiment administratif,
- Station de brigade anti-incendie,
- Rampes de chargement, [14]

III.1. 4- Conception de l'outil de production:

La conception de l'installation est basée sur les principes suivants :

- La raffinerie fonctionne en continu à sa capacité de production annuelle,
- La valorisation de la totalité du résidu de l'unité de distillation atmosphérique en produit raffinés et particulièrement la maximisation du gasoil,

Le fonctionnement de la raffinerie est complètement autonome. Toutes les utilités requises pour le fonctionnement des installations sont produites par la Raffinerie,

À l'exception du gaz naturel qui provienne du champ de gaz de SONATRACH de Sbaa,

La production de vapeur pour satisfaire les trois turbines de production d'énergies électrique ; les deux turbo ventilateurs de l'unité RFCC et vapeur stripping des unités combinées ; est assurée par trois chaudières avec un appoint de l'unité RFCC. [14]

L'énergie électrique est produite par trois turbos générateurs.

L'air comprimé (purifié et non purifié + le nitrogène) pour l'utilisation de l'air instrument est régénéré des catalyseurs du réacteur.

III.1.5 - 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. [14]

a- Réseau d'eau :

L'eau brute destinée aux différents usages (eau réseau incendie, eau traitée pour refroidissement et production de la vapeur, eau potable, provient des trois forages situés à un (01) km d'environ côté nord-est de la raffinerie,

Le traitement des eaux de refroidissement des installations se prépare par l'unité de traitement des eaux et s'exploite par l'unité de circulation de l'eau,

Le traitement des eaux déminéraliser pour la production de vapeur se fait à l'unité de traitement des eaux et il sera pompé vers les chaudières via deux bacs de stockage d'une capacité de 200m³ pour chaque un. [24]

b- Réseau eau incendie :

Le réseau eau incendie est équipé par deux électropompes ; et une diesel motopompe identique ; deux surpresseurs assurent une basse pression du réseau en permanence. [24]

c- Réseau eau potable :

Les deux pompes alimentent la station d'adoucissement d'eau potable qui se trouve à la base vie (après adoucissement l'eau est distribuée avec un débit de $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$ sous une pression de $2.5 - 03\text{bars}$. [24]

d- Réseau eau de refroidissement :

Un appoint en eau traite de traitement des eau (osmose inverse) vers les bassins les deux tours d'aéro-réfrigérant, ces deux tour, Un pour la central ; avec un débit de $4000\text{m}^3/\text{h}$ et une pression et température de sortie de $03 \text{ bars} - 32\text{C}^\circ$ et $02\text{bars} - 42\text{C}^\circ$ en retour, La deuxième pour les unités combinées, avec un débit de $3000 \text{ m}^3/\text{h}$ et une pression et température de sortie de $4.5 \text{ bars} - 32\text{C}^\circ$ et $02.5\text{bars} - 42\text{C}^\circ$ en retour.

Le traitement des eaux de refroidissement se base sur le maintien de son PH dans les limites de 8.5et 9.5 par l'acide chlorhydrique, et l'élimination des algues par le chlore et d'autres biocides. [24]

III.1.5.1. Traitement des Eaux usées :

La capacité de traitement des eaux usées est de $100 \text{ m}^3/\text{h}$ dont $60 \text{ m}^3/\text{h}$ pour les eaux usées huileuses et $20 \text{ m}^3/\text{h}$ pour les eaux usées à forte concentration. les eaux usées huileuses sont traitées conformes sont réutilisées comme eau d'appoint du système d'eau de circulation , et les eaux usées non-polluées ne nécessitant pas de traitement sont envoyées directement dans l'étang d'évaporation , les eaux pluviales non-polluées provenant des installations de raffinage sont évacuées vers l'installation flottation-filtration des eaux usées huileuse pour le traitement ; les eaux pluviales polluées et les eaux d'accidents venues des installations de raffinage et de l'usine de traitement des eaux usées sont évacuées dans le bassin tampon puis transportées après la collection en tête de l'installation de traitement des eaux usées huileuse.

Les eaux usées à forte concentration comportent notamment les eaux usées contenant résidus alcalins, les eaux usées salins et les eaux purifiées strippées. Les eaux usées domestiques provenant des cités et des installations de production sont envoyées dans l'installation de traitement des eaux usées huileuses.

L'eau usée à haute concentration est le produit des eaux contaminée avec du acide chlorhydrique due à la régénération des adoucisseurs de traitement des eaux et aussi au rejet concentré de l'osmose inverse environ 20m/h [14]

III.1.5.2- Exploitation du poste de traitement des eaux

L'alimentation de poste de traitement des eaux par l'eau brute est assurer par deux pompes, l'eau est refoulée sous une pression de 4.5bars 35C° traverse :

- un échangeur pour une augmentation de la température
- un aérateur (barbotage avec de l'air).
- injection de flocculant afin de facilité l'arrangement particule en suspension
- l'eau traverse la batterie filtres (captation des MES arranger par le flocculant.
- injection d'un inhibiteur pour diminuer la vitesse de réaction.
- échangeur vapeur pou augmenté la température.
- traverse d'une batterie osmose inverse (dessalement primaire TH = 163.2 ueq/l).
- Dégazage physique avec de l'air pour éliminer l'oxygène dans le dégazeur
- stockage dans un bac intermédiaire une quantité de l'eau pré-dessalée est envoyer pour comme appoint d'eau de refroidissement.
- l'autre partie est pompée à l'adoucisseur pour une purification totale (TH=2 micro eq/l).
- injection de L'ammoniac pour ajuster le pH.
- stockage pour l'utilisation dans deux bacs de capacités (2X200 m³). [14]

***UNITE TRAITEMENT EFFLUENTS:**

Les eaux usées se déversant au niveau de l'unité de traitement des effluents se distinguent en deux types :

1. **Les eaux huileuses** : ces ont les eaux chargées en hydrocarbures et qui proviennent des vidanges des équipements, des cuves ou des réservoirs de pétrole ou de produits pétroliers.
2. **Les eaux concentrées** : ces ont les eaux qui proviennent essentiellement de la zone d'utilités et dont la teneur en produits chimiques et en sels minéraux est très élevée. Citons comme sources importantes de ces eaux les purges de chaudières, les purges des équipements d'osmose inverse, la régénération des lits de résinés changeuses d'ions, le dessalage du pétrole brut ainsi que le drainage et nettoyage

des réservoirs de produits et additifs chimique (inhibiteurs de corrosion, amines, phosphates, bases, acides...).[14]

**Les étapes de traitements dans la station d'épuration :*

-Dégrillage :

Cette étape permet de retirer de l'eau huileuse les déchets de volume importants survenus accidentellement dans l'eau, ex : bout de bois, plastique...

L'eau huileuse est récupérée dans un bassin dégrossisseur **CI40205** les déchets sont évacués par un auto-clean motorisé, l'eau huileuse passe par gravité au **CI40206**.

-Déshuilage par flottation :

À partir du bassin **CI40206** l'eau huileuse est transférée par des pompes verticales **P40204/1-2-3** avec un débit de **60 m³/h** vers deux bacs de stockage **V40202/1-2** avec une capacité de **1200m³** chacun, la réception de l'eau l'huileuse aux bacs se fait en parallèle (les deux bacs en même temps). A ce niveau les huiles remontent à la surface et sont récupérée et envoyée vers le bac **40215**. Le but de cette étape est d'éliminer une grande partie des huiles pour éviter l'encrassement des ouvrages et canalisations en aval. [14]

-Déshuilage physique :

A partir des bacs **V20202/1-2**, l'eau huileuse est envoyée par les pompes **P40206/1-2** aux bassins de traitement physico-chimique, le débit traité est de **60 m³/h**, elle entre deux séparateurs physique **MS 40205/1-2** l'huile flottante est éliminé de la surface par raclage alors qu'au fond du bassin il se forme une boue saturée d'huiles.

L'huile de surface est récupérée dans le bac d'huile **CI40215** avec le drainage des bacs **V40202/12**

La boue saturée d'huile est récupérée dans le bassin **CI40216**.

-Les huiles récupérées dans le **CI40215** est envoyé par des pompes **P40210/1-2** aux réservoirs de déshydratation (silos) **V40203/1-2-3** d'une capacité de **100m³** chacun.

L'eau est éliminée par moyen de chauffage à la vapeur. L'huile est ainsi déshydratée, elle sera envoyée à l'aide de pompes vers **V40203/1-2-3**, ou envoyée comme l'huile sloop vers l'unité de stockage.

La boue saturée d'huile et rassemblée dans le bassin **CI40201/1-2** et envoyée au **CI40202** ou un dés émulsifiant est additionné, puis transférée par les pompes **P40211/1-2** au réservoir de décantation **CI40203**, après décantation et un temps de stabilisation la boue qui a subi un épaissement est envoyée vers l'installation de traitement de la boue, dans cette installation il y a une centrifugeuse de boue qui tourne à **7000tour/mn**, l'eau huileuse est séparée de la boue puis envoyée au bassin **CI40205**. La boue liquide est acheminée par une pompe à vis vers le bassin de décantation pour être séchée. L'eau qui reste dans les séparateurs **MS40206/1-2**. [14]

-Déshuilage chimique :

Le déshuilage chimique se fait au niveau de deux bassins déshuileurs **MS40206-1-2** par l'ajout d'un côté d'agent flocculant et coagulant appelés **PAC** polychlorure d'aluminium et **PAM** polyacrylamid et d'un autre côté par l'ajout de dés émulsifiant.

Le flocculant a pour fonction de former des floccs huileuse en surface. La formation de ces floccs est favorisée par une agitation de l'eau. Ces dernières sont en suite envoyées vers un bassin de récupération de floccs le **CI40217** à l'aide de pompes.

Les dés-émulsifiant a pour rôle d'éliminer les huiles contenu dans l'eau et non pas a sa surface. Il agit de manière à former des bulles d'air qui servent à la fixation des huiles contenue dans l'eau. Lorsque les bulles d'air saturées d'huile atteignent la surface de l'eau, elles libèrent l'huile fixée sur elles en s'éclatant.

L'huile libère est sous forme d'écume .cette écume est raclée en surface par un écrémeur à basse vitesse pour éliminer l'écume d'huile à travers un déversoir et envoyée au **CI42017** (bassin de floculation) après cette opération la **COD** est réduit à moins de **60mg/l** .

L'eau restante dans les séparateurs chimiques **MS 40206/1-2** est acheminée par gravité avec un débit moyen de **60m³/h**, aux bassins bactériologiques **CI40209/1-2-3** dits lits bactériens. [14]

***Traitement bactériologiques**

L'eau sanitaire provenant de la base de vie se joint à l'eau déshuillée avant l'entrée au **CI40209/1-2-3** avec un débit de **20m³/h**.

L'eau de neutralisation du **V 40210** se joint aussi avec un débit de **20m³/h** à l'eau de séparateurs et l'eau sanitaire avant l'entrée au **CI 40209/1-2-3**, dans ces bassins la capacité de traitement est de **100m³/h**.

Dans les bassins bactériologiques un apport d'air par des soufflantes est indispensable, l'air envoyé assure l'oxygénation des bactéries présentent dans l'eau.

Les bactéries sont pour rôle d'éliminer les matières organiques en suspension et dissoutes que les traitements physiques et chimiques ne peuvent pas éliminer.

NB : il y a deux formes de bactéries

1-bactérie aérobie vit en présence **O₂**.

2-bactérie anaérobie vit en absence **d'O₂**.

L'eau est ensuite collectée par moyen de déversoirs dans les **MS40208/1-2** (bassin de récupération d'eau prétraitée) dans ce bassin une injection chimique de flocculant coagulant est faite, elle est mélangé par un agitateur, l'eau est acheminée vers le bassin de sédimentation (décantation) **CI40211/1-2**.

La boue accumulée au fond est transférée par les pompes **P40213/1-2** au bassin **CI40218** (bassin de boue) l'eau prétraitée continue son chemin vers les filtres à sables puis les filtres à charbon actif. Les filtres à sable ont pour objectifs d'éliminer les matières en suspensions tandis que les filtres à charbon actif éliminent les métaux lourds tels que le plomb, le cuivre, le fer...

Une fois filtrée l'eau est récupérée dans le bassin **CI40213** celle-ci subit une injection de chlore qui désinfecte et réduit les microorganismes pathogènes ainsi que les composés responsables de mauvaises odeurs.

Avant son rejet l'eau traitée doit faire l'objet d'analyse au laboratoire pour vérifier sa qualité et s'assurer que le contenant en hydrocarbure est inférieur à **10 mg/l**.

L'eau peut être rejetée à l'extérieur de la raffinerie vers le lac ou servira comme eau d'arrosage ou comme eau d'appoint pour les tours de refroidissement. [14]

Traitement des eaux concentrées :

L'eau concentrée est récupérée dans les bacs **V40202/1-2** décrits précédemment. Cette eau contient de la soude, sels caustique, sels de calcium et de magnésium, des amines etc.

L'eau alcaline provenance des unités de productions est envoyée dans le **V40206** capacité **22m³**. Cette eau de pH supérieur à **9** est mélangée à de l'eau de pH inférieur à **6** dans un mélange **V40201**. Une fois mélangées elles stabilisent le **pH** entre **7.8 à 8.2**.

Du **V40201**, l'eau est envoyée aux séparateurs physico-chimiques **MS40202** d'où elle va être séparée des huiles par moyen physique.

***huile en surface va vers le **CI40215**

***eau à l'intermédiaire reste dans le **MS40202**

***boue va vers le **CI40216**

Quand à l'eau restante dans le **MS40202** elle va subir un traitement chimique par l'injection de flocculant et de dés émulsifiant.

Après traitement chimique, l'eau est envoyée au filtres biologiques au nombre de **6** d'une capacité chacun de **60m³**.

Les filtres sont disposés en deux rangées en parallèle, trois filtres de chaque rangée.

***premier rangée **3** filtres biologique **Q40202/1-2-3**

***deuxième rangée **3** filtres biologique **Q40202/4-5-6**

La quantité d'eau reçue est de **20m³/h**, cette quantité est divisée par deux : La première rangée reçoit **10m³/h**, la deuxième rangée reçoit aussi **10m³/h**. Après sortie des filtres, les eaux en provenance des deux rangés se rencontrent avec un débit de **20m³/h**.

L'eau concentrée est envoyée au bassin bactériologique **CI40201/1-2** avant l'entrée elle rencontre les eaux sanitaires provenant de la base de vie

Après les bassins bactériologique l'eau continue son chemin vers le bassin **CI40202** dans le quel il y a adition d'un produit chimique d'émulsifiant pour améliorer la **DCO** et la **DBO**, puis elle est refoulée vers le bassin de sédimentation (décantation) **CI40203**. La

boue accumulée au fond de ce dernier est envoyée au bassin **CI40218**. L'eau traitée est envoyée au bassin **CI40204** pour être utilisée comme eau d'arrosage. . [14]

Conclusion :

Dans ce chapitre on a constaté que la raffinerie Ra1D utilise une énorme quantité d'eaux provenant de la nappe, et cela par rapport a d'autres complexes industriels dans la région d'Adrar pour cela il est primordial de traiter les eaux usées conformément aux normes exigées, c'est ce que on va voir dans le chapitre suivant.

IV-1.Introduction

Nous présentons dans ce chapitre, le mode opératoire et les résultats d'analyses des différents paramètres physico –chimiques études ainsi que ceux lies à la pollution et par la suite faisons une comparaison pour trancher à l'épuration

IV-2. Matériels et Méthodes du traitement des eaux

IV.2-1- détermination du pH

*- principe de la méthode

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

Appareillage

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

Réactifs

A- solution tampon à pH = 4 Peser 10,12 g de acide de potassium ($\text{KOOOC. C}_6\text{H}_4\text{COOH}$) 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 K_2HPO_4 plus 3,53 g de 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 tétra borate 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 1litre avec l'eau exempte de CO_2 . [25]

Mode opératoire

- 1- Tarer le pH mètre avec la solution 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. [25]

IV.2.2- La turbidité

– 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 traversée du milieu.

La mesure s'effectue dans le même sens que celui du faisceau incident. [25]

– Appareillage

-Turbidimètre.

-Etalon.



Figure 01 : mesure de turbidité

Préparation de l'instrumentation

- 1- mettre l'appareil sous tension.
- 2- Saisir délicatement l'étalon 0.1 NTU et l'essuyer sans l'agiter.
- 3- Veiller à ce que chiffon ou le papier utilisé ne laisse aucune pluche sur la paroi du tube de verre. [25]

Etalonnage

- Ouvrir la chambre noire et y placer l'étalon.
- Coiffer chambre noire.
- Placer le commutateur de sélection sur la position 10(10 constitue la limite supérieure de lecture, soit 10 NTU.
- Ajuster l'affichage à la valeur de l'étalon a 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. [25]

Mesure d'une turbidité

- Remplir le tube de mesure avec l'échantillon.
- Essuyer la surface extérieure du tube de mesure au moyen d'une tissue lisse douce.
- Introduire le tube de mesure dans la chambre.
- Fermer la chambre.
- Lire directement le résultat. [25]

IV.2.3- MES (Matière En Suspension)**– Principe général**

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

Dans notre étude on utilise la méthode de décantation naturelle.

– Matériel spécial

- Tubes de 100ml.
- Dessiccateur.
- Une balance (10^{-3} g).
- L'étuve a 105 °C.
- Papier filtre.
- Capsules en verre. [25]

Mode Opérateur

- 1- Dans les capsules on met les papiers filtre et mettre dans l'étuve à 105 °C pendant 1 heure et mettre dans dessiccateur durant 30 minute et pesé les capsules P₂ .
- 2- Prendre les papiers filtre a tube de 100 ml et filtrer 100 ml de l'échantillon et met les papiers humide des les capsules et à l'étuve à 105 °C pendant 1 heure et à dessiccateur durant 30 minute et pesé les capsules P₂ . [25]



Figure 02: mesure de MES.

– **Expression des résultats**

Soit :

P₁ : le poids de capsule pleine après dessiccateur.

P₂ : le poids de capsule pleine après calcination.

V : le volume de l'eau traitée en ml.

La teneur en mg de MES par litre d'eau est donnée par l'expression :

$$\frac{(P_2 - P_1) \times 100}{V}$$

IV.2.4- Détermination de la demande chimique en oxygène(DCO)**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 à froid. [25]

Principe

L'eau est laissée en contact avec un volume connu d'une solution de permanganate de potassium titrée, l'excès de permanganate est dosé au bout de 2 heures. [25]

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 1/2 en volume. [25]

Mode opératoire :

100 ml eau distillée pour le blanc.

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 = 0.01mol/l).

Bouillir pendant 10 minutes, laisser refroidir jusqu'à T= (60 – 80 C), ajouter 10ml de Na₂C₂O₄ 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. [25]

2- Méthode au dichromate de potassium (chaud)

– Principe

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées à l'ébullition (150°C) par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent jouant le rôle catalyseur d'oxydation et de sulfate de mercure

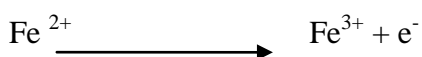
(II) permettant de complexer les ions chlorure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium. [25]

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 :



Le dichromate de potassium résiduel est dosé par une solution de sulfate de fer (II) et d'ammonium (donc de Fe^{2+}), en présence de ferroïne (indicateur d'oxydoréduction) :



La réaction globale du dosage est la suivante :



Il est alors possible de déterminer la quantité de 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 ($\text{DCO}_{\text{total}}$).
 - La DCO dissoute, après décantation de l'échantillon pendant 2 heures (DCO_{ad2}).
- [25]

-Matériel spécial

- appareil à reflux composé d'une 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, 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. [25]

-Réactifs

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

- acide sulfurique ($d=1.84$).
- eau dé-ionisée.

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 de-ionisée. Ajouter 960ml d'acide sulfurique avec précaution.

Des solutions prêtes à l'emploi sont disponibles dans le commerce. [25]

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 dé-ionisée.

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

Le titre de cette solution doit être vérifié tous les jours.

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

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 dé-ionisée.

Dissoudre 80g de sulfate de mercure (II) dans environ 800ml d'eau dé-ionisée 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. [25]

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

Dans un erlenmayer, mettre 5ml de bichromate de potassium à 0.25mol/l ; on ajoute environ 100ml avec la solution d'acide sulfurique (H₂SO₄) concentré 98% ; enfin, on ajoute quelque goutte d'indicateur phénanthroline (coloration jaune).

Remplir la burette avec le sulfate de fer d'ammonium ((NH₄)₂Fe (SO₄).6H₂O) 0.25mol/l.

On titre jusqu'à la coloration devient rouge. [25]

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 HgSO₄.
- 5 ml d'acide sulfurique (H₂SO₄) 98%.

Mettre à la plaque chauffante 2h.

Après 2h; transvaser dans des erlenmayere 250ml et mettre dans le condenseur pour les refroidir ajouter 50 ml eau + 2 à 3 gouttes de phenanthroline et titré avec la solution sulfate de fer (II) et d'ammonium (Sel de Mohr). [25]



Figure.03 : dégradation de la couleur

- **Expression des résultats**

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

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).

IV.2.5 - Détermination de la demande biochimique en oxygène (db₀₅)

a)- 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. [25]

– Principe

Mesure 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 thermostat à 20°C

– Matériel spécial

- 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 un oxymétrie. [25]

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. [25]

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 interchangeables 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. [25]

-Les réactifs utilisées**❖ 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.

- **MgSO₄ : 22.5g dans 1 litre d eau.**
- **CaCL₂ : 27.5g dans 1 litre d eau**
- **FeCL₃ : 0.25g dans 1 litre d eau**

-Préparation de l eau de dilution

Si l'eau de dilution est préparée à partir d'eau distillée, 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.

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

Tableau .1 : Conversion de la DBO₅ en fonction du volume de prise d'essai

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 de hydroxyde de lithium (Li(OH)₂).

Placer dans l'incubateur et régler la température à 20 °C pendant 05 jours avec agitation continue. [25]



Figure 04 : DBO mètre

IV.2.6- la Teneur en huile dans les Eaux Usées

Les eaux usées industrielle (raffinerie de SBAA) sont traités les produits pétrolière sa pose un problème de contamination par composants huileuse.

Mode Opérateur

- 100 ml de l'échantillon.
- 20 ml de Tétrachlorure de carbone CCl_4 .

Mélanger dans un ballon puis séparer le CCl_4 dans une cellule.

- passer dans le spectre Infrarouge collecter a un micro-ordinateur es résultats s'affichent sur le micro-ordinateur. [25]

Remarque

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

IV-2.7- Détermination de l'azote (NH)

Principe de la méthode

La méthode se base sur la réaction de l'azote sous forme de sel ammoniacal avec le réactif de Nesler qui forme un complexe de couleur jaune mesuré au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 425 nm. [25]

II Appareillage :

- Spectrophotomètre avec cellules de 10mm.
- Cylindre de 100 ml.
- Bêcher de 300 ml.
- Pipettes

Réactifs

Réactif de Nesler

Dissoudre 100 gr d'iodure de mercure et 70 gr d'iodure de potassium dans 250 ml d'eau, agiter refroidir la solution, dissoudre 160 gr de soude dans 500 ml d'eau, mélanger les 2 solutions et compléter le volume à 1000 ml avec l'eau. [25]

MODE OPERATOIRE

- Prélever 50 ml d'échantillon dans un cylindre de 100 ml, ajouter 50 ml eau distillée.
- Ajouter 1ml de solution de Nesler puis 02 gouttes de Sodium potassium tartrate .

Laisser la solution se reposer pendant 30 minutes.

Mettre la solution dans les cellules (blanc et l'échantillon) a le spectrophotomètre.

Lire l'absorbance A. [25]

CALCUL

La concentration de l'ammoniac est établie par la formule :

$$C \text{ (mg/l)} = \frac{(A - 0.0131) * 1000}{V_{\text{ech}} / 2.761}$$

IV.3. Résultats et discussion

IV.3.1 Les résultats

IV.3.1.1 Pour les eaux de forage : L'eau de forage c'est l'eau a l'entrée de la raffinerie avant traité par les produits chimiques,

Le Débit de l eau brute qui rentre chaque heure à la raffinerie est 249 m³/h et la température de l'eau T =27 C

N=	pH	Turb (NTU)	Cond (uS/cm)	DCO (mg/l)	DBO ₅ (mg/l)
01	8.52	6.62	1250	8.36	Indéetectable
02	8.46	3.29	1200	3.68	Indéetectable
03	8.33	5.00	1300	4.20	Indéetectable
04	8.34	3.98	1150	7.36	Indéetectable
05	8.42	1.99	1350	5.60	Indéetectable
06	8.48	1.30	1200	3.80	Indéetectable
07	8.44	3.11	1250	4.28	Indéetectable
08	8.45	1.01	1300	4.00	Indéetectable
09	8.27	2.64	1400	4.40	Indéetectable
10	8.51	2.80	1250	4.08	Indéetectable
11	8.54	2.99	1250	2.12	Indéetectable
12	8.56	4.65	1300	4.28	Indéetectable
13	8.49	6.51	1150	5.00	Indéetectable
14	8.50	2.61	1200	4.36	Indéetectable
15	8.52	3.90	1350	5.20	Indéetectable
16	8.58	7.28	1400	6.04	Indéetectable

Tableau. 2. Eau de forage entrée raffinerie

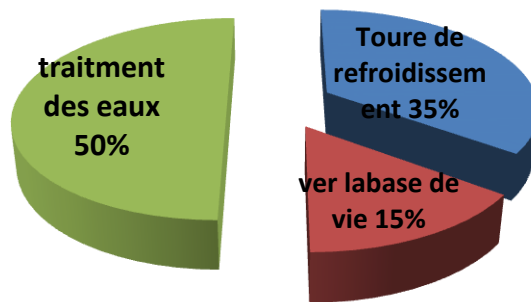


Figure .05 : Consommation quotidienne de l'eau au niveau de la raffinerie

Entré de STEP

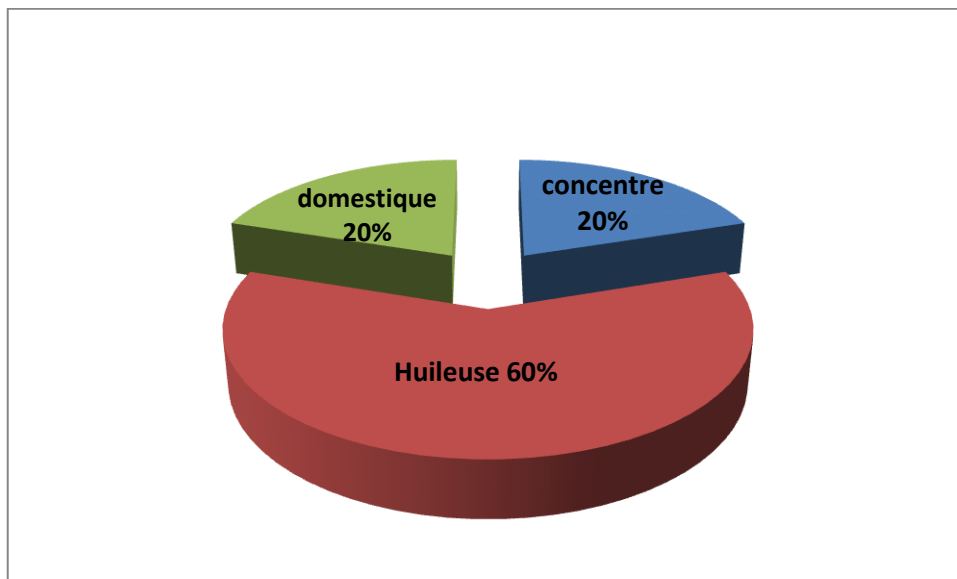


Figure.06 : origines des eaux usées entrants à la station d'épuration

Les résultats

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
pH Av	8.28	8.95	8.86	8.67	8.63	8.29	8.20	8.93	8.71	8.86	8.70	8.62	8.74	8.89	8.65	8.81
pH Ap	8.12	8.25	8.14	7.93	8.12	8.14	8.07	7.92	8.21	7.70	8.09	7.18	7.71	7.99	7.71	7.59

Tableau .3 : Les valeurs de pH avant et après STEP

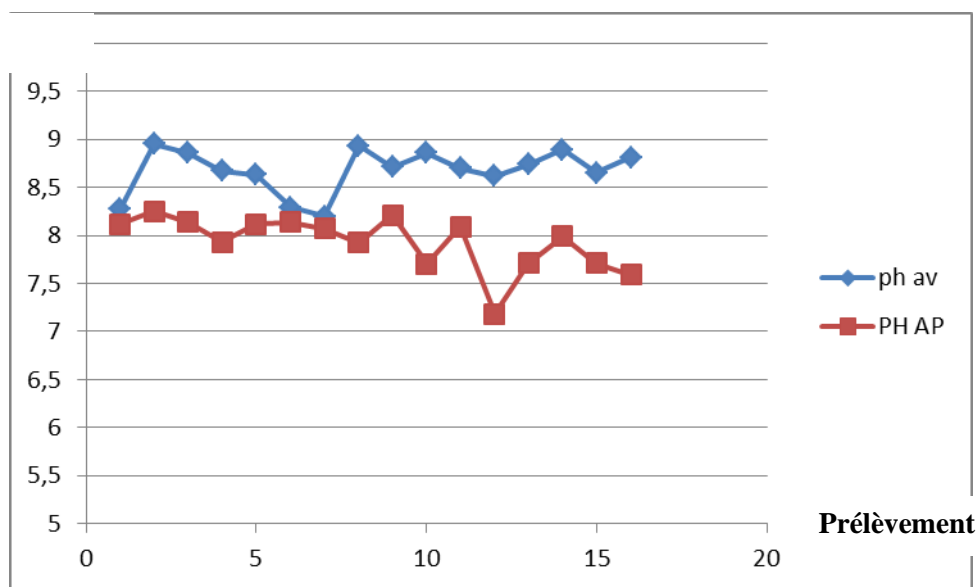


Figure 07 : L'évolution du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP

Nous remarquons d'après les résultats obtenus que les valeurs de pH des eaux usées à l'entrée de la station varie dans un intervalle compris entre 8.2 et 9. Tan dis qu'à la sortie de la STEP ces valeurs varient dans un intervalle très étroit, entre 7.18 et 8.25. Ces résultats répondez à la valeur requise du pH. Ce dernier doit être comprise entre : 6.5 et 9.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
TuNFU Av	25	21	31	37	19	33	17	20	24	36	29	22	25	23	28	28
TuNFU ap	4.54	8.78	9.19	9.9	6.12	15.7	7.8	16.5	14.3	4.10	3.89	8.18	3.5	8.63	4.14	2.8

Tableau .04: Les valeurs de Turbidité avant et après STEP

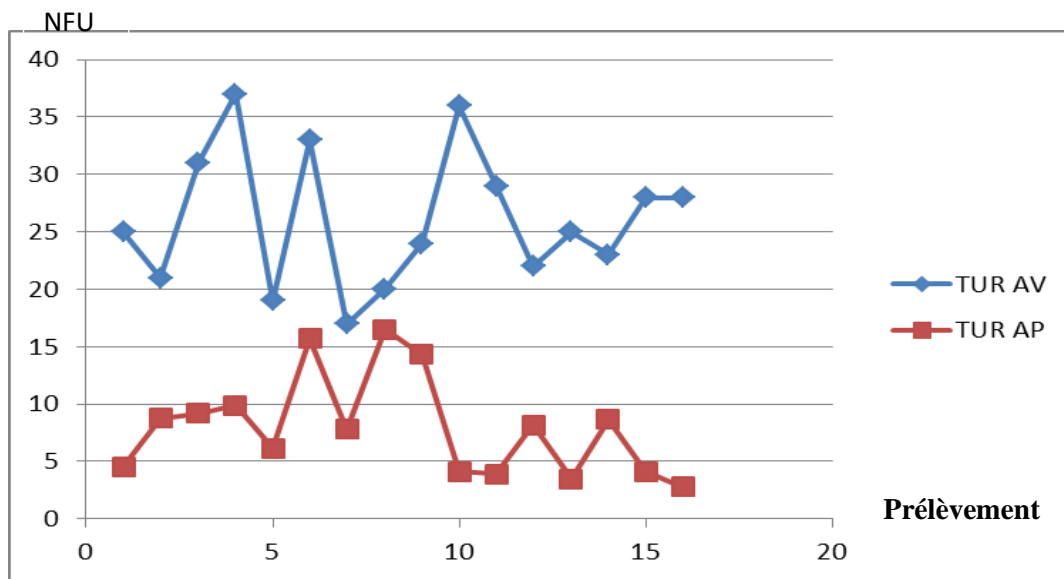


Figure 08 :L'évolution de la Turbidité à l'entrée et à la sortie de la STEP

Nous remarquons d'après les résultats obtenus que les valeurs de la turbidité des échantillons pris à l'entrée de la station de traitement se situent entre 17 et 36, cependant ces valeurs diminuent considérablement à la sortie de la station ou nous enregistrons la valeur de 2,8 comme valeur minimale et 15.2 comme valeur maximale. La turbidité requise doit être inférieure ou égale à 5.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Con Av (uS/cm ²)	6344	6026	8009	7365	4355	3512	5433	6400	3700	4100	3900	6900	5150	3750	6200	4900
Con ap (uS/cm ²)	3350	3700	5200	6200	1250	2350	2150	4000	2400	2000	2400	5000	2300	2250	2350	1500

Tableau .05: Les valeurs de Conductivité avant et après STEP

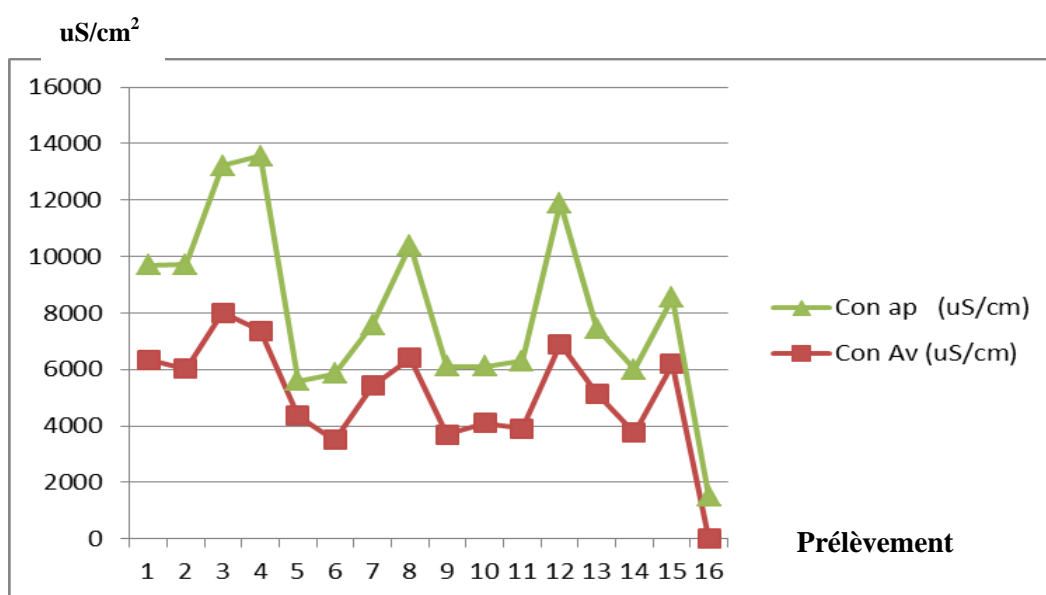


Figure.09 :L'évolution de la Conductivité a l'entrée et à la sortie de la STEP

La conductivité est un paramètre très significatif dans l'évaluation des opérations de traitement. Nous constatons que ce paramètre diminue de façon insuffisante à la sortie de la STEP passant de valeurs comprises entre 3500 et 8009(uS/cm) à des valeurs relativement élevées allant jusqu'à 6200(uS/cm).

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Huile av (mg/l)	34	39	36	41	40.8	39.3	44	40	35	32	24	30	10.2	10.6	31.5	44
Huile Ap (mg/l)	0.11	0.10	0.96	2.3	0.12	0.25	0.11	0.79	3.80	1.02	1.09	0.09	0.90	2.01	1.62	0.15

Tableau.06: Les valeurs d’huile avant et après STEP

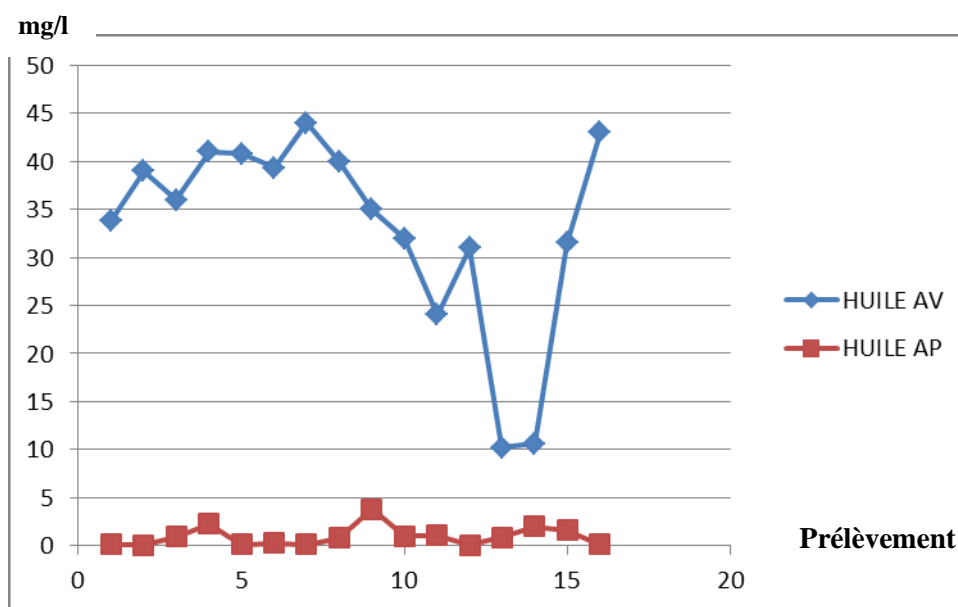


Figure 10 : L’évolution de la Huile à l’entrée et à la sortie de la STEP

La teneur des huiles dans les eaux usées est importante du faite de la nature chimique du pétrole brut et de ses dérivés. La valeur moyenne de la teneur des huiles dans les eaux usées est égale à 40,3. Après traitements cette valeur descend à 0. 96 avec un rendement d’épuration égale à 97,6% ce qui est très satisfaisant.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DCO Av mg/l	362	407	375	365	398	601	362	321	446	1866	1850	1325	525	557	739	427
DCO Ap mg/l	78.8	79	98.3	66.3	70.5	74.1	89.2	53.0	62.2	63	61.5	41.0	63.0	70.5	71.3	69.7

Tableau IV.07: Les valeurs de DCO avant et après STEP

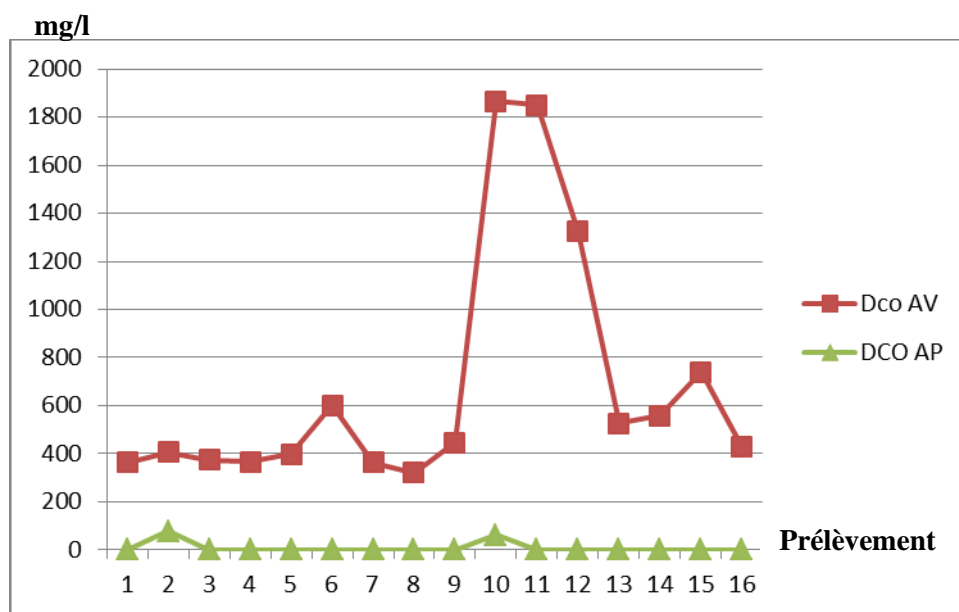


Figure 11 : L'évolution de la DCO a l'entrée et à la sortie de la STEP

Pour la DCO nous constatons qu'à l'entrés de la station cette dernière reste supérieur à la valeur de 320 et atteint pour certains échantillons des valeurs très élevées allant jusqu'à 1866. Après traitement ces valeurs diminuent considérablement ou nous enregistrons la valeur de 41.5 mgL comme valeur minimale avec un rendement d'épuration égale à 89.82%.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
DBO5 Av (mg/l)	75	71	67	91	57	68	85	61	72	49	95	51	74	84	86	92
DBO5 Ap (mg/l)	8.5	7.3	7.9	8.9	6.4	3.3	4.0	9.1	8.2	4.7	6.8	6.2	5.4	8.8	6.8	7.7

Tableau.08: Les valeurs de DBO5 avant et après STEP

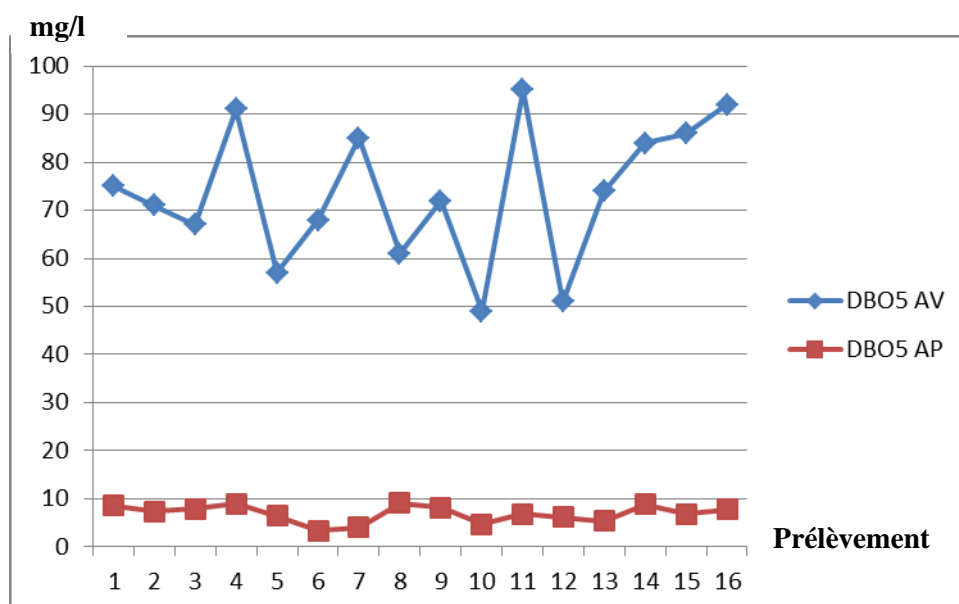


Figure .12 : L'évolution de la DBO5 a l'entrée et à la sortie de la STEP

La moyenne des résultats concernant l'analyse de la DBO5 de l'eau à l'entrée de la station est égale à 73.63mgL. La valeur minimale est de 51 tandis que la valeur maximale est de 95mgL. Après traitement cette moyenne diminue à 6.67mgL avec un rendement d'épuration égale à 90 .66%.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
MES Av mg/l	344	330	306	231	208	214	344	192	240	206	210	322	128	195	291	345
MES Ap mg/l	79	72	61	72	80	78	75	61	59	77	75	54	81.3	58	63	73

Tableau IV.09: Les valeurs de MES avant et après STEP

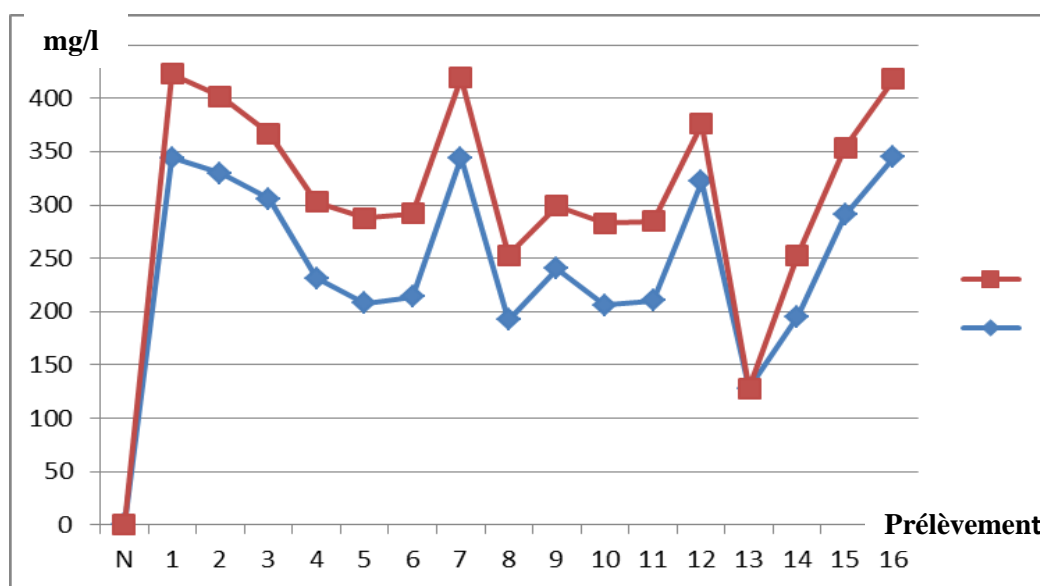


Figure. 13 : L'évolution de la MES a l'entrée et à la sortie de la STEP

La mesure des matières en suspensions est aussi importante que le reste des paramètres. Les valeurs obtenues pour les échantillons analysés témoignent d'un rendement de traitement égale à une moyenne de **72.77%**, avec une valeur moyenne de **256.7** à l'entrée de la station et d'une valeur moyenne de **69.89** à l'issue de cette dernière.

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
NH4A v mg/l	36.1	20.2	54.7	31.0	61.5	9.70	3.60	39.1	32.0	35.5	28.6	67.3	27.3	29.9	37.2	8.66
NH4A P mg/l	2.67	15.1	23.9	21.7	6.22	5.72	2.67	10.4	4.73	5.04	21.5	24.5	6.81	5.23	4.04	2.35

Tableau.10: Les valeurs de NH4 avant et après STEP

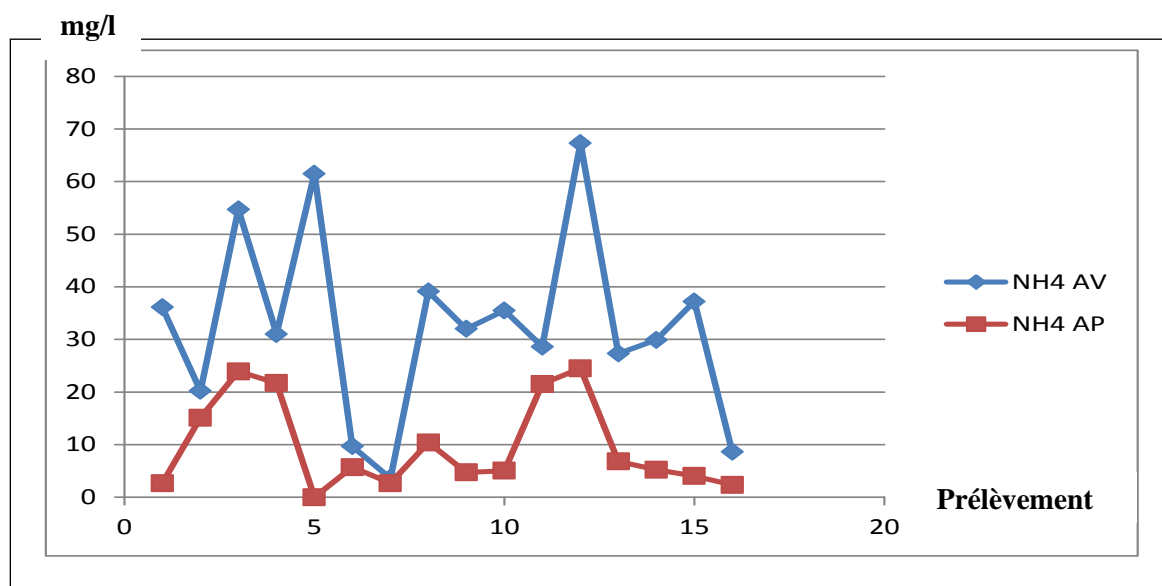


Figure.14 :L'évolution de la NH4 a l'entrée et à la sortie de la STEP

En fin pour la teneur en NH4 la moyenne est égale à 34.8 à l'entré de la station. Après traitement cette moyenne diminue à 10.16mgL avec un rendement d'épuration égale à 29.18%.

Paramètres	Eau traité
pH	8.67
Tu	26.12
Con Av (us/cm)	5900
MES (mg/l)	256.7
DBO5 (mg/l)	73.62
DCO (mg/l)	682.8
Huile (mg/l)	40.3
NH4 (mg/l)	34.82

Tableau IV.11:La moyenne d'analyses de l'eau Ussé avant la STEP

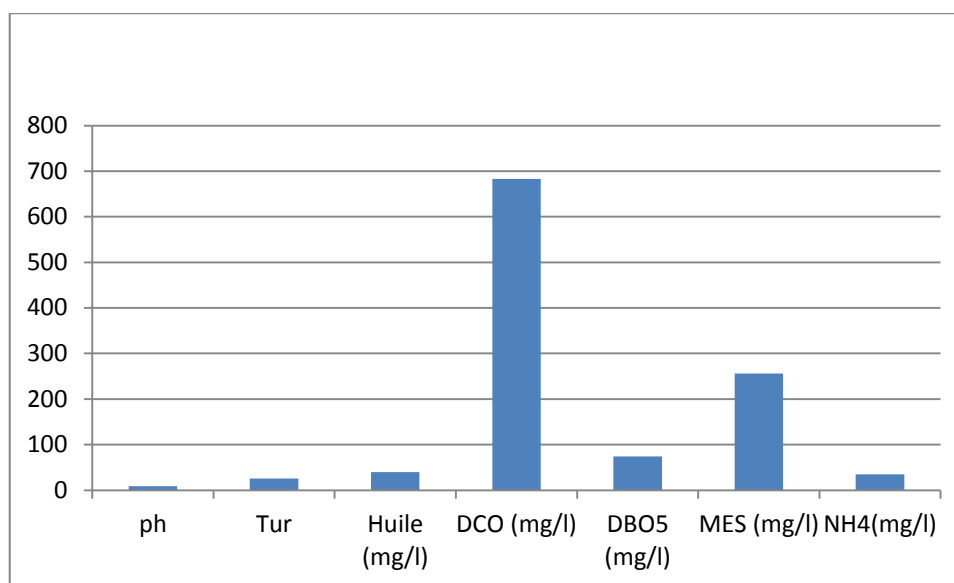


Figure. 15 : la moyenne d'analyses de l'eau traitée avant la STEP

paramètres	Eau traité
pH	7.92
Tu	8.00
Con Av (uS/cm)	3062
MES (mg/l)	69.89
DBO (mg/l)	6.87
DCO (mg/l)	69.46
Huile av(mg/l)	0.96
NH4(mg/l)	10.16

Tableau. 12 : La moyenne d'analyses de l'eau Ussé après la STEP

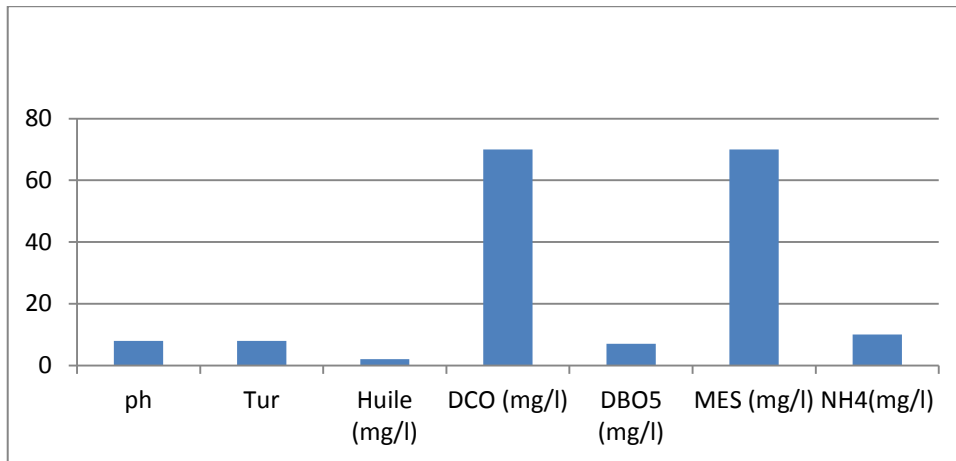


Figure. 16 : la moyenne d'analyses de l'eau traitée après la STEP

Caractéristiques	Avant traitement	Après Traitement	Rende ment [%]
pH	8.67	7.92	8.65
Tu	26.12	8.00	69.37
Con (uS/cm)	5900	3062	48.10
MES (mg/l)	256.7	69.89	72.77
DBO (mg/l)	73.62	6.87	90.66
DCO (mg/l)	682.8	69.46	89.82
Huile (mg/l)	40.3	0.96	97.61
NH4(mg/l)	34.82	10.16	70.82

Tableau.13: Rendement de la chaîne de traitement sur chaque indice de pollution

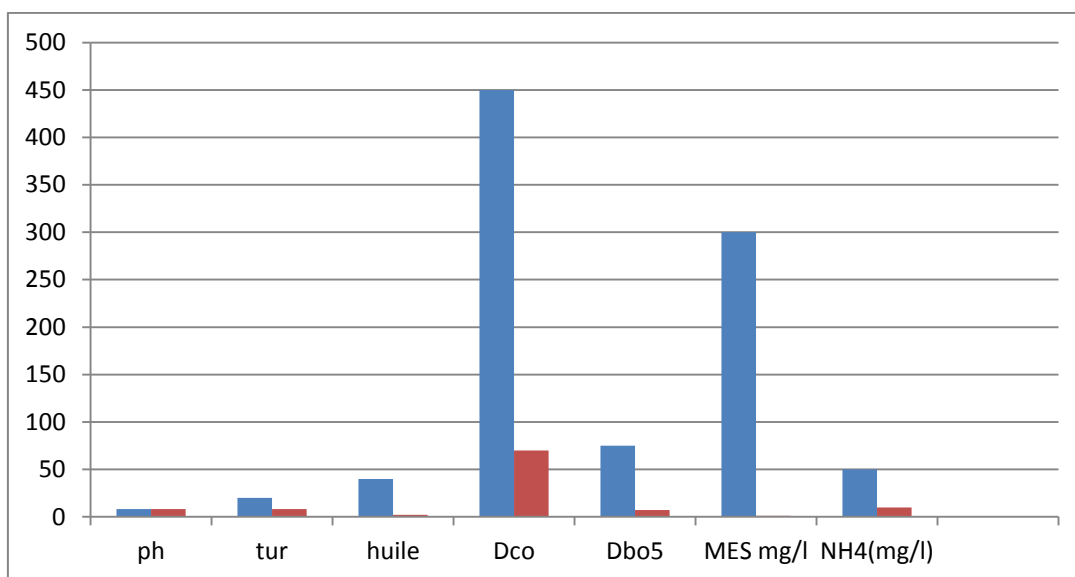


Figure. 17: comparaison entre les parametres physico-chimique a l'entré et la sortie de STEP

Sortie de STEP

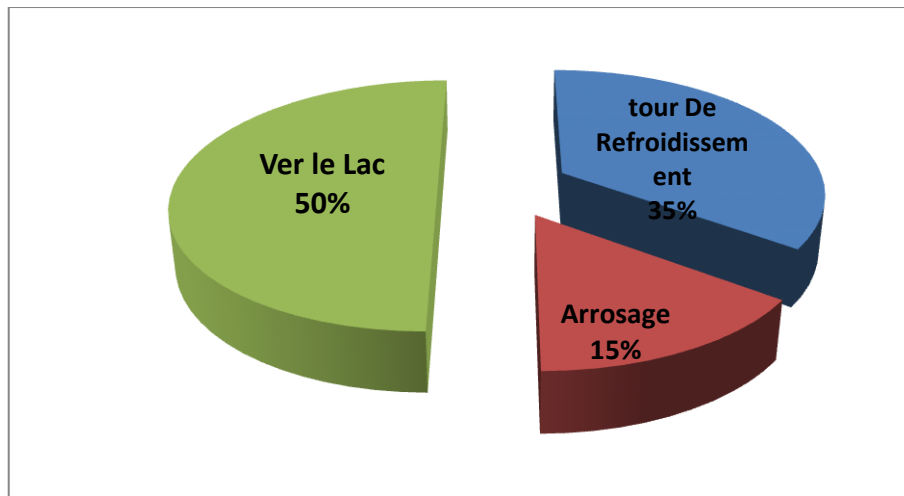


Figure.18 : destinations des eaux usées sortantes de la STEP

Conclusion

Cette partie nous a permis d'évaluer la qualité des eaux usées au sein de cette station d'épuration et d'en déduire si la qualité d'eau traitée respecte d'un côté : les normes internes du recyclage et d'un autre côté les exigences environnementales lorsqu'il s'agit de l'eau envoyée à l'extérieur de la raffinerie, nous étudierons également la possibilité de déposer le traitement d'épuration jusqu'à obtenir une eau acceptable pour l'usage.

Conclusion générale

Cette étude nous a permis d'évaluer la qualité des eaux usées issues de la raffinerie de Sbaa-Adrar ainsi que celle des eaux sorties de la station d'épuration (STEP) et de faire une comparaison des résultats obtenus pour les différentes mesures.

Les résultats obtenus ont montré que toutes les concentrations des paramètres mesurés à l'aval des procédés d'épuration STEP de l'usine répondent aux normes de rejet requises

Tous les paramètres mesurés ne dépassent pas la norme de rejet, sauf les matières en suspension.

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.

Nous recommandons pour la suite de travaux de futur d'enrichir l'étude par la mesure de la minéralisation globale et quelques paramètres de pollution.

Pour conclure, nous attirons l'attention sur le fait que la réutilisation des eaux usées épurées de la région d'Adrar est une première expérience, mais devra s'étendre sur tout le reste du pays pour protéger l'environnement et économiser la ressource première qui se raréfie de plus en plus.

Références bibliographiques

- [1] A. MIZI. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. ANNABA. 2006.
- [2] Traité l'environnement. Technique de l'ingénieur. Volume G1210.
- [3] Emilian Koller. Traitement des pollutions industrielles: Eau, Air, Déchets, Sols, Boues. DUNOD. PARIS. Avril 2004.
- [4] F. LARKEM et S. BACEL. Traitements des eaux usées "effluents" de la raffinerie de SKIKDA. Mémoire d'ingénieur. Université de CONSTANTINE. 2005.
- [5] F. GALAF et S. GHANNAM. Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un site web sur la pollution du milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état. Université HASSAN II. RABAT. ROYAUME du MAROC. 2003.
- [6] Pollution des eaux. Dosage des nitrites. (Internet)
- [7] Brigitte DONNIER. La pollution chimique en méditerrané. Laboratoire. C. E. R. B. O. M. Nice. France.
- [8] Jean RODIER et all. L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} édition. DUNOD. PARIS. 1996
- [9] N. RAMDAN. Etude comparative de la dépollution des eaux de la station de SKIKDA par adsorption sur charbon actif et sur bentonite. Mémoire de magister. Université du 20 Août 1955. SKIKDA. 2006.
- [10] Alain BOTTA. Laurence BELLON. Pollution de l'eau et santé humaine. Laboratoire de biogénotoxicologie et mutagenèse environnementale. Université Euro-méditerranéenne TEHYS. Avril 2001.
- [11] F. MECHATI. Etude des paramètres physico-chimique avant et après traitements des rejets liquides de la raffinerie de SKIKA. Mémoire de magister. 2006.
- [12] EIE Etude d'impact environnementale de la raffinerie d'Adrar(Sarl top engineering Consult) juin 2007
- [13] BEN HAMZA mémoire magister : APERÇU HYDROGEOLOGIQUE ET HYDROCHIMIQUE SUR LE SYSTEME DE CAPTAGE TRADITIONNEL DES EAUX SOUTERRAINES « FOGGARA » DANS LA REGION D'ADRAR des sciences appliquées d'AGADIR. Université IBEN ZOHIR. ROAUME du MAROC. 2006.
- [14] Documentation de raffinerie de Sbaa Adrar

- [15] CHELLE François et DELLALE Moustafa. Festival des sciences de la ville. Séminaire. France.2005.
- [16] le traitement des eaux usées I. N. R. S. document Technique.2007
- [17] Traitement physicochimique de la pollution soluble. Technique de l'ingénieur. Volume G1270.
- [18] Joseph PRONOST, Rakha PRONOST et all. Office internationale de l'eau. Décembre 2002.
- [19] Microsoft Encarta. Encyclopédie multimédia numérique, 2011
- [20] AlloucheFf, Lamri.D, .et Zahf, F, S urveillance de la qualité bactériologique et physico chimique des eaux de contamination niveau des trois communes : Ali boussid, Saby, Ben badis, wilaya de sidi bel abbés, mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état en biologie, Université de sidi bel abbés. (1999)
- [21] Rodier J. L'analyse de l'eau. DUNOD, Paris, 8^e édition, 1996.
- [22] Camille Baar, Virgine Letebvre et all. Traitement des eaux usées (1). Université libre de Bruxelles. 2005.
- [23] Le point de connaissances sur le traitement des eaux usées I. N. R. S. document Technique. Novembre 2004
- [24] SBAI Abdallah, AMIRA Amar 2014 Caractérisation des eaux usées industrielle de la raffinerie de SBAA ADRAR Université d'Adrar Master 2, 2014.
- [25] YAHIA TENE SOFIA Réflexion sur la caractérisation physico-chimique, des effluents liquides rejetés dans la grande sebkha d'Oran université des sciences et de la technologie d'Oran USTOMB2011
- [26] Etude de danger de la raffinerie d'Adrar (Sarl top engineering Consult) juin 2007
- [27] Rodier.J, *Analyses des eaux (Naturelles résiduaires et de mér)*, édition Dunod technique, 1353 P. (1978)
- [28] Microsoft Encarta. Encyclopédie multimédia numérique, 2015
- [29] Deloffre-Bonnamour N., 1995. Les rejets des établissements de santé: des effluents liquides aux déchets

Annexe 01: Valeurs limites des paramètres de rejet des installations de déversement industriel

(Annexe du décret exécutif N:93-160 du 10/07/1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels)

Paramètres	Unité	Valeurs maximales
Température	C°	30
PH	mg/l	5.5 à 8.5
Mes	mg/l	30
DBO ₅	mg/l	40
DCO	mg/l	120
Azote Kjeldahl	mg/l	40
Phosphates	mg/l	2
Cyanures	mg/l	0.1
Aluminium	mg/l	5
Cadmium	mg/l	0.2
Chrome 3+	mg/l	3
Chrome 6+	mg/l	0.1
Fer	mg/l	5
Manganèse	mg/l	1
Mercure	mg/l	0.01
Nickel	mg/l	5
Plomb	mg/l	1
Cuivre	mg/l	3
Zinc	mg/l	5
Huiles et graisses	mg/l	20
Hydrocarbures	mg/l	20
Phénols	mg/l	0.5
Solvants organiques	mg/l	20
Chlore actif	mg/l	1
PCB	mg/l	0.001
Détergents	mg/l	2
Tensioactifs anioniques	mg/l	10