

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITÉ 20 AOÛT 1955 SKIKDA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DÉPARTEMENT DE GÉNIE DES PROCÉDÉS



Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie de l'environnement

**Étude les Caractéristiques physico-chimiques
des l'eaux usée Au niveau de Topping Skikda**

Soutenu le 26/06/2023

Réalisé par : Khawla Bougueroua

Oumaima Ben Ali

Marwa Aggoune

Encadré par : Chekroud Hassina

Année Universitaire 2022- 2023

« il es moins chère et plus chère ... »

**l'eau: source de vie
ressource précieuse mais difficile d'accès
qui peut également être source de mort si elle n'est pas bien gérée.**



Dédicace

« **Le début du voyage est une étape. Et l'étape finale est le succès** »

Au joyau de ma vie et au secret de ma réussite, ma jolie mère « **Sihem Bourayou** »

Au héros de mon histoire, mon père « **Samir Bougeroua** »

A ma sœur unique « **Hadil** » et à tous ma grand familles .

Au mon professeur « **Bouchareb Rachid** » et mon ami « **Siraj Mireeheel** »

A ma famille algérienne « **Bougeroua** » et ma famille tunisienne « **Bourayou** »

Khawla bougeroua.

A l'homme de ma vie mon soutien et ma source de ma confiance de joie et de bonheur qui a été fière de moi « **mon père kamel** »

A la femme de ma vie la flamme de mon cœur et mon bonheur mon aimante qui est toujours à mes côtés « **maman fatima** »

Je dis merci mes parent pour leurs encouragement, leurs efforts et leur aides, et à mes sœur « **khawla** » et « **mira** » et mon seul frère « **houssem** » et ma belle –fille **khaoula** ainsi que la prince la prince mon bébé et ma joie « **Mohamed acil** »

A toute la famille **ben ali** ainsi que la famille **toumi**

Oumaima Ben Ali

A celle est toujours est a coté de mon ceur ,ma sens de ma vie a « **ma mère** »

A celle qui ma toujours après comment réfléchir avant d'agir celui qui ma soutenu pour « **mon père** »

Mes chère sœurs « **Madila,Hassina,Hanane** » et mon frér « **Ali** »

A mon fiancé « **Noureddine** » et sa famille

Et pour tous ma famille.

Marwa Aggoune

REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée au Laboratoire de la complexe Toppingg skikda, en collaboration avec laboratoire de complexe PEHD (Cp2k) skikda

J'aimerais avant tout témoigner ma reconnaissance à mon encadreur de ce mémoire, Madame « CHEKROUD HASSINA » pour avoir encadré ce travail avec tant de compétences et de rigueur. Il m'a toujours apporté l'aide et le soutien dont j'ai eu besoin durant ces années de travail.

Mes remerciements s'adressent également à toute l'équipe de laboratoire de Cp2k skikda ,en particulier à Madame « BELOUAHAD LEILA » (chef de service du laboratoire), qui a participé activement à mon stage effectué dans cette station.

Ma gratitude va également à Monsieur « NAFAA DJEHA » et à Madame « RAHIMA » et Mademoiselle « KHANSSA » (techniciens au laboratoire), qui m'ont permis de profiter de leur compétence.

En puis merci à ma famille et tous mes amis qui m'ont encouragé et beaucoup aidé pendant ces années.

Merci.

Résumé .

La qualité de l'eau est une préoccupation majeure pour l'humanité, et des mesures ont été prises à l'échelle mondiale pour sa protection et sa préservation. La législation et les protocoles internationaux visent à établir des normes et des réglementations pour garantir la qualité de l'eau et protéger les écosystèmes aquatiques.

L'étude réalisée a pour objectif d'évaluer la qualité physico-chimique (le pH, DBO5,DCO...ect) de les eaux usées industrielle,ou niveau de sonatrache skikda exactement la complexe topping (RA2K) , Pour évaluer la qualité de l'eau et déterminer si elle constitue une menace pour l'environnement, pour comparer aux normes environnementales en vigueur en Algérie ainsi qu'aux normes internationales.

Au final, les résultats ont montré que cette eau est compatible avec les normes internationales et environnementales.

MOTS CLES : Eaux usées, complexe ,les normes internationales

Abstract.

Water quality is a major concern for humanity, and steps have been taken globally for its protection and preservation. International legislation and protocols aim to establish standards and regulations to ensure water quality and protect aquatic ecosystems.

The study carried out aims to assess the physico-chemical quality (ph, BOD5, COD, etc.) of industrial wastewater, or the level of sonatrache skikda exactly the complex topping (RA2K),To assess the quality of the water and determine if it constitutes a threat to the environment, to compare with the environmental standards in force in Algeria as well as with international standards.

In the end, the results showed that this water is compatible with international and environmental standards.

KEY WORDS: Wastewater ,level, compatible with international

ملخص

تعد جودة المياه مصدر قلق كبير للبشرية ، وقد تم اتخاذ خطوات على مستوى العالم لحمايتها والحفاظ عليها. تهدف التشريعات والبروتوكولات الدولية إلى وضع معايير ولوائح لضمان جودة المياه وحماية النظم البيئية المائية. تهدف الدراسة التي تم إجراؤها لتقييم الجودة الفيزيائية والكيميائية (ph ، BOD5 ، COD ، إلخ) لمياه الصرف الصناعي على مستوى شركة سونطراك سكيكدة. بالضبط مركب (RA2K) ، لتقييم جودة المياه وتحديد ما إذا كانت تشكل تهديداً للبيئة مقارنة بالمعايير البيئية المعمول بها في الجزائر وكذلك مع المعايير الدولية. في النهاية أظهرت نتائج التحاليل أن جودة هذه المياه تتوافق مع المعايير الجزائرية و البيئية. **الكلمات المفتاحية :** مياه الصرف , مركب , المعايير الوطنية

Liste des abbreviations

COT	Carbone Organique Total
DBO5	Demande Biologique en Oxygène à 5 jours
DCO	Demande chimique en Oxygène
ERU	Eau résiduaire urbain
pH	potentiel hydrogène
O₂	Oxygène
°A	Degré allemand
C°	Degré Celsius
Mg/L	Milligramme par litre
BPC	les biphénylespolychlorés
COV	les composés organiques volatils
POP	polluants organiques persistants

TABLES DES MATIÈRES

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale..... 16

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées

I.1 Définition des eaux usées.....	20
I.2 Origines des eaux usées.....	20
I.2.1 origine domestique.....	20
I.2.2 origine agricole.....	21
I.2.3 origine industrielle.....	22
I.3 les type des eaux usées.....	22
I.3.1 les eaux usées domestique.....	22
I.3.2 les eaux usées urbain	23
I.3.3 les eaux usées industrielle	23
I.4 composition des eaux usées.....	23
I.4.1 les matières en suspension.....	24
I.4.2 les micropolluants organiques et non organique.....	25
I.4.3 Les substances nutritives	25
I.4.4 Qualité microbiologique	26
I.5 Pollution de l'eau	30
I.5.1. Définition.....	30
I.5.2. L'origine de la pollution par les eaux usées.....	31
I.5.3. les types de pollution de l'eau	31
I.6 Risques de la pollution par eaux usées.....	32
I.6.1 Risque sur la santé humaine.....	32

I.6.2 Risque sur l'environnement.....	33
I.7 Conséquences de la pollution	33
I-8 Caractérisation des eaux usées.....	34
I.8.1. Caractérisation des eaux.....	34
I.8.1.1 Caractéristiques physique.....	34
I-8.1.1 température	34
I-8.1.2 turbidité.....	34
I-8.1.3 conductivité.....	35
I-8.1.4 matières en suspension (MES).....	35
I-8.1.5 matières décan tables.....	35
I.8.2. Caractéristiques chimiques.....	35
I.8.2.1 pH	35
I.8.2.2 Oxygène dissous	36
I.8.2.3 Demande biologique en oxygène(DBO.....	36
I.8.2.4 Demande chimique en oxygène (DCO).....	36
I.8.2.5 Carbone organique totale(COT)	36
I-8.2.6 les huiles et les graisse	36
I- 8.2.7 Nitrites(NO ₂ -)	37
I- 8.2.7 Nitrates (NO ₃ -).....	37
I.8.1.3. Caractéristiques microbiologiques.....	37

Chapitre II : Procédés de traitement des eaux usées

II-1 Les déversements d'eaux usées dans le milieu nature	40
II-1.1 La nécessité de l'épuration	40
II-2 Traitements des eaux usées	40
II-2.1 Procédés de traitement des eaux usées	41
II-2.1.1 Dégrillage.....	42
II-2.1.2 Dessablage.....	43

II-2.1.3 Déshuilage.....	44
II-2.2 Traitement primaire	44
II-2.3 Traitement secondaire (traitement biologique)	45
II-2.3.1 Le bassin d'aération et de stabilisation	45
II-2.3.2 Le décanteur secondaire	45
II-2.3.3 les boues actives	46
II-2.3.4 Lit bactérien	48
II-2.4.Traitement tertiaire	48
II-2.4.1 Le bassin de désinfection.....	49
II-2.4.2 Traitement bactériologique par rayonnement UV	50
II-2.4.3 Traitement par voie physico-chimique	50
II-2.4.4 Traitement des odeurs	51
1) La biofiltration.....	51
2) La désodorisation par charbon actif	51
3) La chimisorption	51
4) Les masques à odeurs	51

Chapitre III : Présentation Du site d'étude

III-1 Présentation Du site d'étude	53
III-1.1-Description de la société SONATRACH	53
III-1.2 Présentation du complexe Topping (RA2K)	54
III-1.2.1 Introduction.....	54
III-1.2.2 Historique	55
III-1.2.3- Localisation	56
III-1.3 Les équipements du complexe RA2K	59

III-1.4 Conception générale du complexe	60
III-1.5 Description de différentes unités	61

Chapitre IV : les méthode d'analyses

IV - Les analyses physico-chimiques.....	69
IV-1. La température	69
IV-2 Matières en suspension (MES)	69
IV-3 pH	71
IV-4 Oxygène dessous(O ₂)	71
IV-5 les huiles et gras	72
IV-6 Le fer total	74
IV-7 La demande chimique en oxygène(DCO)	76
IV-8 La demande biochimique en oxygène(DBO ₅)	78
IV-9 Chrome	79
IV-10 Cuivre	80

Chapitre V : Résultats et discussion

V .1 Résultats de la Température.....	82
V .2 Résultat du pH	83
V .3 La matière en suspension (MES)	84
V. 4 demande chimique en oxygène (DCO).....	85
V.5 Demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO ₅).....	86
V. 6 l 'oxygène dessus.....	87
V. 7 Les huiles et les gras	88
V .8 Chrome.....	89
V .9 Fer.....	90

V .10 Le cuivre.....	91
Conclusion générale	92
Référence.....	94

Liste des figures

Figure I.1 : Composition des eaux usées et leurs effets	24
Figure I.2 : Pollution diffuse [25].....	32
Figure II.1: Les étapes de traitement des eaux usées	41
Figure II.2 : Un dégrillage grossier	42
Figure II.3 : Un dégrillage fin	42
Figure II.4 : Déssableur	43
Figure II.6: Les boues d'épuration	46
Figure II.7: Types et configuration de boues activées	47
Figure III.1: Carte d'Algérie(SONATRACH)	54
Figure III.2: Situation du complexe RA2K.....	57
Figure III.3: Organisation structurale du complexe Topping	57
Figure III.4: Organisation structurale du département maintenance	58
Figure III.5: Schéma synoptique du complexe Topping	59
Figure III.6 : Schéma synoptique du complexe Topping.....	61
Figure IV.1 : Mesure de la température (laboratoire de technique2023).....	69
Figure IV.2 : Matières en suspension (laboratoire de technique 2023)	70
Figure IV.3 : pH mètre (laboratoire de technique 2023)	71
Figure IV.4 : Oxymètre (laboratoire de technique 2023).....	72
Figure IV.5 : montage de décantation pour les huiles.....	73
Figure IV.6: Mode d'épuratoire d'analyse de fer	75
Figure IV.7: montage de titrage pour l'analyse de la DCO.....	77
Figure IV.8 : Mode d'épuration d'analyse DCO	77
Figure IV.9: bouteille d'incubation pour l'analyse de la DBO	78
Figure IV.10: Dispositif de mesure de la DBO5	79
Figure IV.11 : Mode d'épuration d'analyse chrome	80

Figure IV.12 : Mode d'épuration d'analyse cuivre	80
Figure V .1 : résultats des analyses de température	82
Figure V .2 : résultats des analyses de pH	83
Figure V .3 : résultats des analyses de MES	84
Figure V .4 : résultats des analyses de DCO	85
Figure V .5 : résultats des analyses DBO5	86
Figure V .6 : résultats des analyses d'oxygène dissous	87
Figure V .7 : résultats des analyses de huile et gras	88
Figure V .8 : résultats des analyses de chrome	89
Figure V .9 : résultats des analyses de fer	90
Figure V .10 : résultats des analyses de cuivre	91

Liste des tableaux

N.Tableaux	Le titre	N°.page
Chapitre I: Généralité sur les eaux usées		
I.1	Les virus dans les eaux usées	27
I.2	Les bactéries pathogènes dans les eaux usées	28
I.3	Les parasites pathogènes dans les eaux usées	29
Chapitre II: procédés de traitement des eaux usées		
II.1	Les trois cas de marche du complexe Topping	55
Chapitre VI: Résultat et discussion		
V.1	résultats des analyses des températures obtenues	82
V.2	résultats des analyses des pH obtenues	83
V.3	résultats des analyses de MES obtenues	84
V.4	résultats des analyses de DCO obtenues	85
V.5	résultats des analyses des DBO ₅ obtenues	86
V.6	résultats des analyses de l'oxygène dissous obtenues	87
V.7	résultats des analyses des huiles et les gras obtenues	88
V.9	résultats des analyses des chrome obtenus	87
V.10	résultats des analyses des fer obtenus	90
V.11	résultats des analyses des cuivres obtenus	91

Introduction générale



Introduction générale

L'eau est une ressource précieuse et essentielle à la vie sur terre. Malheureusement, seule une petite fraction de l'eau disponible est adaptée à la consommation humaine et à un usage agricole. Cela signifie que nous devons utiliser cette ressource limitée de manière efficace et responsable.

Le traitement adéquat des eaux usées revêt une grande importance pour préserver cette ressource limitée et contribuer à l'amélioration des performances globales du traitement de l'eau. Les eaux usées contiennent souvent des substances polluantes et des contaminants qui peuvent avoir un impact négatif sur l'environnement et la santé publique s'ils ne sont pas traités correctement.

En développant des procédés de traitement des eaux usées efficaces, nous pouvons réduire la pollution de l'eau, protéger les écosystèmes aquatiques et prévenir les maladies d'origine hydrique. Un traitement approprié des eaux usées permet également de récupérer des ressources précieuses telles que l'eau propre, les nutriments et l'énergie.

Dans le cadre de ce mémoire de fin d'étude se concentre sur les analyses physico-chimiques des eaux usées industrielles, en mettant l'accent sur les études menées par Topping skikda, une. L'objectif principal est de comprendre les différentes étapes du processus de traitement des eaux usées utilisé par Topping skikda , d'évaluer les avantages et les limites de ces méthodes, et d'explorer les recherches et les expérimentations menées par l'entreprise pour améliorer l'efficacité et la durabilité de ses procédés de traitement.

Le chapitre I : présente une vue d'ensemble des eaux usées, en mettant l'accent sur leur origine, leur composition et leur impact sur l'environnement et la santé humaine. différents types de polluants présents dans les eaux usées sont également abordés, mettant en évidence la nécessité de mettre en place des procédures de traitement appropriées.

Le chapitre II : explore les procédures de traitement des eaux usées utilisées dans les installation. Il examine en détail les différentes étapes du processus de traitement, y compris la prétraitement, le traitement biologique, le traitement physico- chimique et la désinfection finale. Les avantages et la limitation de chaque procède sont discutés, permettant ainsi une meilleure compréhension de leur application dans.

Le chapitre III : Vue détaillée de l'unité Topping skikda Dans lequel toutes les analyses liées à l'eau industrielle ont été effectuées.

Introduction générale

Le chapitre IV : aborde les aspects des analyses physico-chimiques effectuées sur les échantillons d'eaux usées traitées par Topping skikda. Les méthodes et les techniques d'analyse utilisées sont présentées, ainsi que les paramètres mesurés tels que la DCO (demande chimique en oxygène), la DBO (demande biologique en oxygène) et le pH. Ces analyses jouent un rôle crucial dans l'évaluation de l'efficacité de traitement.

Enfin le chapitre V : présente les résultats et les discussions basés sur les données recueillies au cours de l'étude.

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées



I-1 Définition des eaux usées :

Les eaux usées, aussi appelées effluents liquides sont des eaux polluées, constituées de toutes les eaux de nature à contaminer, par des polluants physiques ou chimiques ou biologiques. Ainsi que sont des eaux qui ont été altérées par l'activité humaine. Il peut ainsi s'agir d'eaux polluées provenant d'usines ou d'eau ruissellement provenant d'un parc de stationnement. Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et Industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Elles englobent également les eaux de pluies et leurs charges polluantes [1].

I-2 Origines des eaux usées :

On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes chargées de fèces et d'urines ; toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole. L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité. Donc les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par :

- Des eaux résiduaires ou eaux usées d'origine domestique, industrielle et/ou agricole
- Des eaux pluviales ou de ruissellement urbain [2].

I-2.1 Origine domestique :

Les effluents domestiques : sont composés d'eaux usées domestiques : eaux ménagères comprennent des déjections humains (eaux de lavabo, douche, baignoire, appareils ménagers). Vannes (urines et matières fécales), dans le système dit « tout à l'égout » [3]. Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques et de matières minérales. Les matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et les matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses (formés de carbone, oxygène et hydrogène, mais aussi d'azote et, dans certains cas, d'autres corps tels que soufre, phosphore, fer, etc.). En Algérie, la pollution journalière produite par une personne utilisant de 150 à 200 litres d'eaux est évaluée [4] :

- De 70 à 90 g de matières en suspension.
- De 60 à 70 g de matières organiques.
- De 15 à 17 g de matières azotées.
- 4 g de phosphores.
- Plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont constituées essentiellement d'excréments humains, des eaux ménagères de vaisselle chargées de détergents, de graisses appelées eaux grises et de toilette chargées de matières organiques azotées, phosphatées et de germes fécaux appelées eaux noires. Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents, Des eaux de buanderie contenant principalement des détergent [5].

I-2.2 Origine agricole :

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

- Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;
- Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,...).Donc ces eaux sont l'issus :
 - Des apports directs dus aux traitements des milieux aquatiques et semiaquatiques tels que le désherbage des plans d'eau, des zones inondables(faucardage chimique) et des fossés, ainsi que la démoustication des plans d'eau et des zones inondables (étangs et marais).
 - Des apports indirects dus en particulier à l'entraînement par ruissellement, aux eaux de rinçage des appareils de traitement, aux résidus présents dans des emballages non correctement rincés ou détruits, aux eaux résiduaires des usines de fabrication et de conditionnement [6].

I-2.3 Origine industrielle :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en différentes substances chimiques organiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir [1] :

- Des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage).
- Des hydrocarbures (raffineries).
- Des métaux (traitements de surface, métallurgie).
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques divers, tanneries).
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).
- Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs).

I-3 Les type des eaux usées :

Les eaux usées sont réparties en 3 catégories :

I.3.1 Les eaux usées domestique :

Les effluents domestiques sont un mélange d'eaux contenant des déjections humaines : urines, fèces (eaux vannes) et eaux de toilette et de nettoyage des sols et des aliments (eaux ménagères). Ces eaux sont généralement constituées de matières organiques dégradables et de matières minérales, ces substances sont sous forme dissoute ou en suspension. Elles se composent essentiellement par des eaux de vanne d'évacuation de toilette. Et des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, salles de bains.

Elles proviennent essentiellement :

- Des eaux de cuisine qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matière organiques (glucides, lipides, protides) et des produits détergents utilisés pour l'élevage de la vaisselle et ayant pour effet la solubilisation des graisses.
- Des eaux de buanderie contenant principalement des détergents.
- Des eaux de salle de bain chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle, généralement des matières grasses hydrocarbonées.
- Des eaux de vannes qui proviennent des sanitaires (W.C), très chargées en matière organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphatés et microorganisme [7].

I-3.2 Les eaux usées urbain :

Les eaux usées urbaines comprennent les eaux usées domestiques et les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours) Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sortes de déchets minéraux et organiques : de la terre, des limons, des boues, des silts, des sables, des déchets végétaux (herbes, pailles, feuilles, graines, etc.) et toutes sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides venant des jardins, détergents utilisés pour le lavage des cours, des voies publiques, des automobiles, débris microscopique de caoutchouc venant de l'usure des pneumatiques des véhicules . Plomb venant du plomb tétra éthyle contenu dans l'essence, retombées diverses de l'atmosphère, provenant notamment des cheminées domestiques et des cheminées d'usines [8].

I-3.3 Les eaux usées industrielle :

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir :

- Des graisses (industries agroalimentaires).
- Des hydrocarbures (raffineries).
- Des métaux (métallurgie).
- Des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques diverses, tanneries).
- De l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques).

Des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs)[9].

I-4 Composition des eaux usées :

Les eaux usées sont théoriquement composées de 99% d'eau et de 1% de matières en suspension colloïdales et dissoutes. Bien que la composition exacte des eaux usées varie naturellement entre différentes sources et au fil du temps, l'eau demeure de loin son constituant principal [10].

Les eaux usées domestiques et municipales sont susceptibles de contenir des charges bactériennes élevées, bien que la plupart des bactéries présentes dans les matières fécales humaines ne soient pas pathogènes en soi. Toutefois, lorsqu'une infection se produit, un grand

nombre de microorganismes pathogènes (tels que les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes) sont répandus dans l'environnement par les matières fécales (Figure I.1) . [10]

Les eaux usées issues d'activités industrielles et minières ainsi que de la gestion des déchets solides (par exemple le lixiviat des sites de décharge), peuvent également contenir des composés organiques toxiques tels que les hydrocarbures, les biphénylespolychlorés (BPC), les polluants organiques persistants (POP), les composés organiques volatils (COV) et les solvants chlorés. De très petites quantités de certains composés organiques peuvent contaminer d'importantes quantités d'eau [10].

Les conséquences du rejet d'eaux usées non traitées ou traitées de façon inadéquate peuvent être classées en trois catégories : les effets indésirables sur la santé associés à une réduction de la qualité de l'eau, les effets environnementaux négatifs en raison de la dégradation des ressources en eau et des écosystèmes et les effets potentiels sur les activités économiques PNUE 2015b [10].

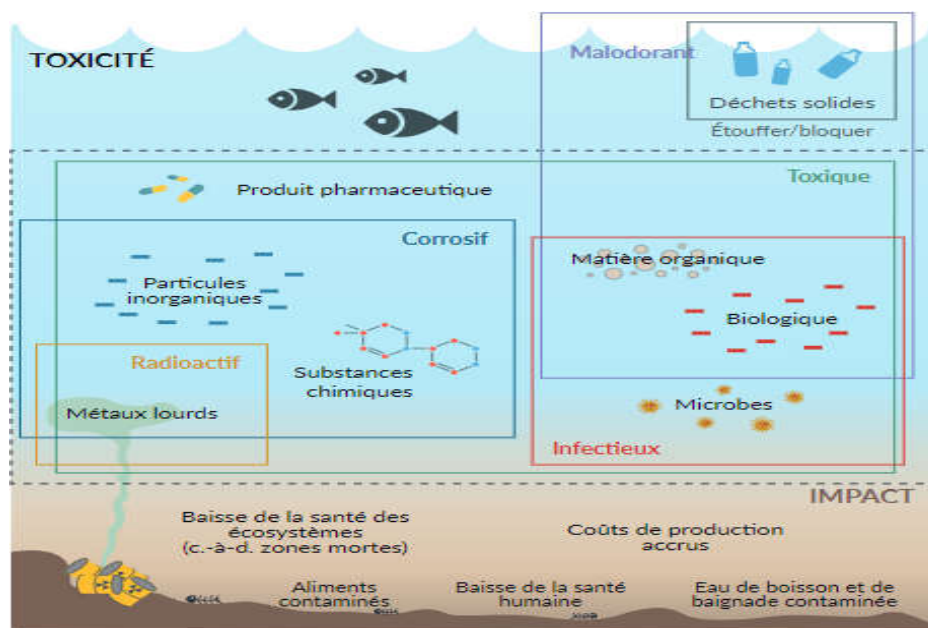


Figure I.1 : Composition des eaux usées et leurs effets

I-4.1 Les matières en suspension (MES):

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures [11].

I-4.2 Les micropolluants organiques et non organique:

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées.

La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est généralement préoccupante.

Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées. Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes [12].

I-4.3 Les substances nutritives :

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

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

- **Azote**

L'azote se trouve dans l'eau lacustre sous forme organique et sous forme minérale (nitrique, nitreuse en ammoniacale), ses sources d'enrichissement naturel sont l'atmosphère par les précipitations ; il est également fixé par certaines bactéries et certaines algues bleues, l'azote organique se trouve minéralisé puis oxydé (nitrification) mais en même temps une partie de cet azote disparaît par le phénomène inverse de dénitrification [13].

- **Phosphore**

Le phosphore est un minéral essentiel à la vie des organismes (humains, animaux, végétaux, algues et bactéries). Chez les humains et les animaux, il sert principalement à la fabrication de l'ADN alors que chez les plantes et les algues, le phosphore est indispensable au développement. Il favorise la croissance et la reproduction. On retrouve principalement cet élément dans les roches et la partie superficielle des sols, sous forme de phosphates. Toutefois, la majeure partie de tout le phosphore des sols n'est pas naturellement disponible pour les organismes [14].

- **Le potassium (K^+)**

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/l (12 à 36 mg/l de K_2O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins. Il faut noter cependant que, s'il existe, un excès de fertilisation potassique conduit à une fixation éventuelle du potassium à un état très difficilement échangeable, à une augmentation des pertes par drainage en sols légers, à une consommation de luxe pour les récoltes .

I-4.4 Qualité microbiologique :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [12].

- **Les virus**

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte.

Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries (tableau 2). Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement. L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le Coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation .

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

Généralité sur les eaux usées

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

Tableau I. 1 : Les virus dans les eaux usées

Agent pathogène	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination principales
Virus de l'hépatite A	Hépatite A		Ingestion
Virus de l'hépatite E	Hépatite E		Ingestion
Rotavirus	Vomissement, diarrhée	400 à 850 000	Ingestion
Virus de Norwalk	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Adénovirus	Maladie respiratoire, conjonctivite, vomissement, Diarrhée		Ingestion
Astrovirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Calicivirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion
Coronavirus	Vomissement, diarrhée		Ingestion/inhalation
Réovirus	Affection respiratoire bénigne et diarrhée		Ingestion
Entérovirus:			
Poliovirus	Paralyse, méningite, fièvre	182 à 492 000	Ingestion
Coxsackie A	Méningite, fièvre, pharyngite, maladie respiratoire		Ingestion
Coxsackie B	Myocardite, anomalies congénitales du cœur (si contamination pendant la grossesse), éruption cutanée, fièvre, méningite, maladie Respiratoire		Ingestion
Echovirus	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, rash, diarrhée, fièvre		Ingestion
Entérovirus 68-71	Méningite, encéphalite, maladie respiratoire, conjonctivite		Ingestion

Généralité sur les eaux usées

	hémorragique aiguë, fièvre.		
--	-----------------------------	--	--

- **Les bactéries**

Unicellulaires, ces micro-organismes possèdent la structure interne la plus simple de toutes les espèces vivantes. Elles croissent et se multiplient en général par fission binaire. Ces cellules représentent la plus importante population de la communauté microbienne dans tous les procédés biologiques, avec souvent des concentrations qui dépassent 10⁶ bactéries/ml [16].

Tableau I. 2 : Les bactéries pathogènes dans les eaux usées) [15].

Agent pathogène	Symptômes, Maladie	Nombre pour un litre d'eau usée	Voies de contamination Principales
<i>Salmonella</i>	Typhoïde, paratyphoïde, salmonellose	23 à 80000	Ingestion
<i>Shigella</i>	Dysenterie bacillaire	10 à 10000	Ingestion
<i>E.coli</i>	Gastro-entérite		Ingestion
<i>Yersinia</i>	Gastro-entérite		Ingestion
<i>Campylobacter</i>	Gastro-entérite	37000	Ingestion
<i>Vibrio</i>	Choléra	100 à 100000	Ingestion
<i>Leptospira</i>	Leptospirose		Cutanée/Inhalation/Ingestion
<i>Legionella</i>	Légionellose		Inhalation
<i>Mycobacterium</i>	Tuberculose		Inhalation

- **Les helminthes**

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. La concentration en œufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10³ œufs/l. Il faut citer, notamment, *Ascaris lumbricoides*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Tænia saginata* [17].

Généralité sur les eaux usées

Beaucoup de ces helminthes ont des cycles de vie complexes comprenant un passage obligé par un hôte intermédiaire. Le stade infectieux de certains helminthes est l'organisme adulte ou larve, alors que pour d'autres, ce sont les œufs [11]. Les œufs d'helminthes sont très résistants et peuvent notamment survivre plusieurs semaines voire plusieurs mois sur les sols ou les plantes cultivées [12].

Tableau I. 3 : Les parasites pathogènes dans les eaux usées.

Organisme	Symptômes, maladie	Nombre pour un litre	Voies de contamination principales
Protozoaires			
Entamoeba Histolytica	Dysenterie amibienne	4	Ingestion
Giardia lamblia	Diarrhée, malabsorption	125 à 100 000	Ingestion
Balantidium coli	Diarrhée bénigne, ulcère du colon	28-52	Ingestion
Cryptosporidium	Diarrhée	0,3 à 122	Ingestion
Toxoplasma Gondii	Toxoplasmose: ganglions, fièvre		Inhalation/ Ingestion
Cyclospora	Diarrhée, légère fièvre, perte de poids		Ingestion
Microsporidium	Diarrhée		Ingestion
Helminthes			
Ascaris	Ascariase: diarrhée, troubles nerveux	5 à 111	Ingestion
Ancylostoma	Anémie	6 à 188	Ingestion/Cutanée
Necator	Anémie		Cutanée
Tænia	Diarrhée, douleurs musculaires		Ingestion de viande mal cuite
Trichuris	Diarrhée, douleur abdominale	10 à 41	Ingestion
Toxocara	Fièvre, douleur [13] abdominale		Ingestion
Strongyloïdes	Diarrhée, douleur abdominale, nausée		Cutanée
Hymenolepis	Nervosité, troubles digestifs, anorexie		Ingestion

- **Les protozoaires**

De structure plus complexe que celle des bactéries, la distinction des protozoaires est plus simple. Certains groupes de protozoaires sont de redoutables prédateurs pour les bactéries. Ils ont la faculté de se déplacer et sont classifiés suivant leur mode de mouvement (nageurs, rampants, sessiles). Ces organismes peuvent jouer un rôle important au cours du processus d'épuration par leur abondance et leurs interactions avec les bactéries épuratrices (compétition et prédation) [16].

I-5 Pollution de l'eau :

I-5.1. Définition :

Etymologie : du latin pollution, salissure, souillure, tache.

La pollution est aussi le fait de polluer. Synonymes : Altération, Contamination, Souillure[18].

On appelle pollution une dégradation ou une altération de l'environnement, en général liée à l'activité humaine par diffusion directe ou indirecte de substances chimiques, physiques ou biologiques qui sont potentiellement toxiques pour les organismes vivants ou qui perturbent de manière plus ou moins importante le fonctionnement naturel des écosystèmes. Outre ses effets sur la santé humaine et animale, elle peut avoir pour conséquences la migration ou l'extinction de certaines espèces qui sont incapables de s'adapter à l'évolution de leur milieu naturel.

Définition de la pollution donnée par la Directive européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000 : « Introduction directe ou indirecte, par suite de l'activité humaine, de substance ou de chaleur dans l'air, l'eau ou le sol, susceptibles de porter atteinte à la santé humaine ou à la qualité des écosystèmes aquatiques ou des écosystèmes terrestres, qui entraînent des détériorations aux biens matériels, une détérioration ou une entrave à l'agrément de l'environnement ou à d'autres utilisations légitimes de ce dernier »

La pollution est en général un sous-produit de l'activité humaine qui peut toucher l'atmosphère, le sol ou les eaux. Elle peut affecter la santé humaine, l'eau de consommation, l'eau de baignade, la production agricole, les espèces animales ou végétales, la beauté des paysages, etc.

I-5.2. L'origine de la pollution par les eaux usées :

La pollution de l'eau connaît différentes origines : naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol. L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.), les eaux vannes, ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces...etc. Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc[19].

I-6 Les types de pollution de l'eau :

a- Pollution ponctuelle

Une pollution ponctuelle est une pollution provenant d'un site facile à localiser et unique, et peut être par exemple le point de rejet d'un effluent ou une zone contaminée. C'est une source fixe et généralement d'émission polluantes importantes, mais peut être issue de plusieurs sources géographiquement localisables proches les unes des autres, peu nombreuses et parfaitement dénombrables, Il se distingue par une façon directe [20].

b- Pollution diffuse

Sont des pollutions dues non pas à des rejets ponctuels et identifiables, mais à des rejets issus de toute la surface d'un territoire et transmis à l'environnement de façon indirecte. Les sources diffuses se caractérisent par des apports de substances émises par des sources mobiles c'est à dire caractérisé par différentes voies de transfert (Figure I.2), des sources couvrant de larges étendues ou un grand nombre de sources de pollution d'émission faible. Les pollutions par des sources ponctuelles sont souvent plus faciles à traiter (en installant par exemple un filtre au niveau du tuyau par lequel les produits polluants sont rejetés dans le milieu naturel), alors que les émissions polluantes provenant de sources diffuses sont difficiles à recenser, à mesurer et donc à contrôler[21].

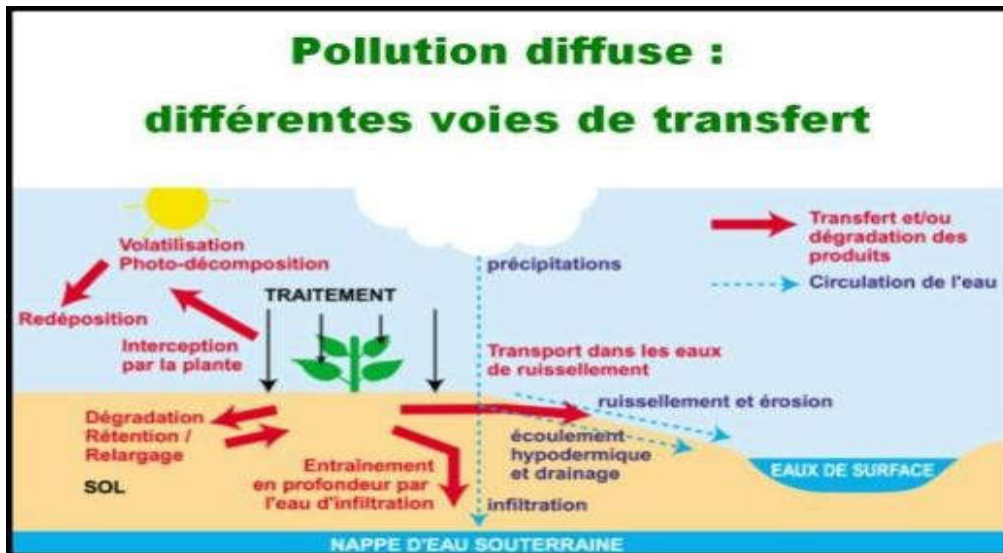


Figure I.2 : Pollution diffuse [25].

I-6.1 Risques de la pollution par eaux usées :

La pollution de l'eau est une altération qui rend son utilisation dangereuse et perturbe l'écosystème aquatique et l'environnement. Elle peut concerner les eaux superficielles ou souterraines, aussi il est risqué sur la santé publique. La pollution de l'eau est liée aux différentes façons du développement durable :

I.6.1.1 Risque sur la santé humaine :

Les maladies liées à la présence d'éléments pathogènes ou de molécules toxiques sont très répandues. Les parasitoses d'origine hydrique dominent très largement la pathologie des habitants du tiers monde :

- Paludisme (un million de décès par an, 100 à 150 millions de cas annuels dont 90% en Afrique, et 300 millions de porteurs de parasites) ;
- Filaires (maladie due à un vers injecté par des moustiques sous les climats chauds et humides)
- Le choléra, dû aux vibrions cholériques présents dans les eaux souillées
- L'hépatite A (due à un virus présent aussi dans les eaux polluées)
- les dysenteries d'origines parasitaires, bactériennes et virales aux conséquences qui peuvent être très graves chez le jeune enfant ;

Les métaux lourds comme le mercure, le plomb, le cadmium, le cuivre....etc .

Présentent la particularité de se concentrer dans la chaîne biologique. Ils ne sont pas dégradables, leur présence est donc rémanente. Ils conduisent à des pathologies diverses en fonction de leur nature, ces pathologies peuvent être très graves, voir mortelles[22].

I.6.1.2 Risque sur l'environnement :

Cela touche la biodiversité (le sol, Impacts sur les eaux superficielles, Impacts sur les eaux souterraines). Donc fait disparaître des espèces (ex : en chine, le dauphin).

I-6.1.2.1 Impacts sur le sol :

ces impacts sont d'importance particulière pour les agriculteurs Puisqu'ils peuvent réduire la productivité, la fertilité et le rendement de leurs terres. Le sol doit rester à un bon niveau de fertilité, afin de permettre une utilisation durable à long terme et une agriculture rentable. Les problèmes présents au niveau du sol sont [23] :

- L'alcalinité et la réduction de la perméabilité du sol.
- L'accumulation d'éléments potentiellement toxiques.
- L'accumulation de nutriments.
- La salinisation.

I-6.1.2.2 Impacts sur les eaux souterraines :

dans certaines conditions, les effets sur les eaux souterraines sont plus importants que les effets sur le sol. La pollution des eaux souterraines avec des constitutions de l'eau usée est possible par l'infiltration de ces dernières [23].

I-6.1.2.3 Impacts sur les eaux superficielles :

il arrive que ces déchets soient déversés directement dans le milieu naturel. La présence excessive de phosphates, favorise le phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'algues qui diminue la qualité d'oxygène contenue dans l'eau et peut provoquer à terme la mort des poissons et des autres organismes aquatiques qui y vivent [24].

I-7 Conséquences de la pollution :

Les conséquences probables de la pollution d'eau sont [25] :

- Les matières organiques solubles abaissent la teneur en oxygène dans les cours d'eau, ce qui conduit à la réduction et à la mort de la faune aquatique.
- Les matières en suspension, s'accumulent au fond des cours d'eau, lacs et étangs et causent l'augmentation de la turbidité.
- Les acides sont toxiques à la vie aquatique et détériorent les réseaux d'égaux.
- Les huiles et les graisses flottants conduisent au colmatage des conduites et donnent un aspect esthétique indésirable.
- Les matières toxiques et métaux lourds sont toxiques à la vie aquatique.
- Les coliformes fécaux et pathogènes participent à la contamination bactériologique des cours d'eau.

-Le phosphore et l'azote conduit à l'eutrophisation des cours d'eaux.

I-8 Caractéristique des eaux usées :

I-8.1 Caractéristiques physiques :

I-8.1.1 Température :

La température est à la fois un facteur écologique et physiologique. Ainsi, elle agit sur la conductivité, solubilité des sels, détermination de pH et l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Parallèlement, elle agit sur le métabolisme et la croissance des micro-organismes vivant dans l'eau[26].

Généralement, la température des eaux usées est plus élevée que celles des eaux potables, en raison de l'ajout d'eaux chaudes des ménages et des industries. Le changement de température affecte l'eau usée des manières suivantes :

a) Quand la température augmente, la viscosité augmente ce qui a pour conséquence de précipiter les matières en suspensions. Les températures extrêmement basses affectent défavorablement l'efficacité de la sédimentation.

b) L'activité bactérienne augmente avec l'augmentation de la température, jusqu'à environ 60°C, après cette température, elle retombe. Cette caractéristique a pour effet d'affecter la conception des stations de traitements et leur efficacité.

c) La solubilité des gaz dans les eaux usées diminue avec l'augmentation de la température. Ceci conduit au dégagement de l'oxygène dissous et d'autres gaz de ces derniers, et la réduction, de ce fait, du pouvoir d'autoépuration des rejets et l'augmentation de la croissance bactérienne [27].

I-8.1.2 La turbidité :

La turbidité d'une eau est due à la présence des matières en suspension finement divisés : argile limons, grains de silice, matières organiques, etc. La mesure de turbidité a donc un grand intérêt dans le control de l'épuration des eaux brutes [28].

I-8.1.3 La conductivité électrique :

La mesure de la conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importants pour le contrôle de la qualité des eaux usées [29].

Elle permet d'évaluer, approximativement la minéralisation globale de l'eau [30].

I-8.1.4 Matières en suspension (MES)

Il s'agit de matière non solubilisées. Elles comportent des matières organiques et des matières minérales .

Dans une eau usée urbaine, près de 50% de la pollution organique se trouve sous forme de MES. Les résultats pour les eaux usées industrielles sont très variables, il est de même pour les eaux naturelles où la nature des MES est souvent minérale et leur taux est relativement bas. La composition de MES peut être appréciée par analyse directe ; plus souvent, elle est obtenue par différence des caractéristiques des eaux brutes et des eaux filtrées. Les erreurs sur les valeurs résultantes sont alors élevées [31]. Les MES sont exprimées en mg/l.

I.8.1.5 Matière décan tables :

Les matières décan tables désignent la fraction des solides en suspension (matière en suspension) qui se déposera lorsque les conditions seront plus calmes, ou avec un système de décantation. Une matière décan table est toute matière solide recueillie sur une surface normalisée munie d'un élément de rétention. Elle se compose de particules et de poussières qui tombent directement, plus la matière entraînée par la pluie (soluble ou insoluble) moins ce que le vent tire de l'élément de rétention[32].

I.8.2 Caractéristique chimique :

I.8.2.1 Le potentiel hydrogène (pH) :

Le pH joue un rôle important dans le traitement biologique. Il exprime le degré d'acidité ou d'alcalinité des eaux usées. Le PH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8, au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle [33].

I-1.2.2 L'oxygène dissous :

Oxygène dissous La concentration en oxygène dissous est importante pour la dégradation de la matière organique ainsi que la photosynthèse.

Elle dépend directement de la température, la pression et la force ionique du milieu et est exprimée en mg O₂/l [34].

I-8.2.3 Demande biologique en oxygène (DBO₅) :

C'est la quantité d'oxygène que les bactéries utilisent pour décomposer partiellement ou pour oxyder totalement en CO₂ les substances organiques dans l'eau, en un temps donné, à l'aide de leur système enzymatique. La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène en mg/l consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20 °C et pendant 5 jours à l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée [35].

I-8.2.4 La demande chimique en oxygène (DCO):

(DCO) La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies. Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables présents dans l'eau usée. La DCO est mesuré en mg d'O₂/l [35].

I-8.2.5 Carbone organique total:

Carbone organique total (COT) Il ne représente que le carbone présent dans les composés organiques. La valeur du COT détermine les composés difficilement ou non dégradables biochimiquement. Sa mesure est réalisée par un analyseur de CO₂ à infrarouge après combustion catalytique à haute température de l'échantillon [36].

I-8.2.6 Les huiles et les graisse :

Les graisses et les huiles proviennent essentiellement des cuisines ; elles peuvent avoir aussi pour origine certaines industries, garages, ateliers... etc. Les graisses et les huiles flottent au dessus de l'eau et ne se sédimentent pas, obstruent souvent les conduites en hiver et les filtres. Ils gênent ainsi le fonctionnement des installations de traitement et posent des

problèmes d'entretien. Les graisses sont parmi les molécules organiques les plus stables et ne sont pas facilement décomposées par les bactéries [27].

I- 8.2.7 Nitrites (NO_2^-) :

Les ions nitrites (NO_2^-) constituent un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions nitratent (NO_3^-). Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température [26].

I-8.2.8 Nitrates (NO_3^-) :

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau par les bactéries, telles que Nitrobacters. Les nitrates ne sont pas toxiques, mais des teneurs élevées en nitrates provoquent l'eutrophisation du milieu. Leur danger potentiel reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrites [26].

I- 8.2.9 Le cuivre :

Le cuivre est présent dans la nature sous forme de minerais de cuivre natif, de minerais oxydes ou sulfurés. En métallurgie il entre de nombreux alliages. Le cuivre est susceptible de perturber l'épuration des eaux résiduaires par des boues activées, cela à des teneurs faibles 1 mg/l et la digestion des boues avec des teneurs plus élevées 100 mg/l[37].

I- 8.2.10 Phénole :

Les produits phénoliques proviennent en général d'activités industrielles. Ils donnent à l'eau, un goût marqué de chlorophénol, lorsqu'ils sont en présence de chlore. Ces produits sont souvent biodégradables ; ceci dépend de leur composition[37].

I-8.1.3 Les caractéristique microbiologique :

Les eaux résiduaires urbaines contiennent de nombreux microorganismes (champignons, amibes, protozoaires, bactéries, virus) dont certains sont pathogènes. Cette classe de bactéries comprend des genres et des espèces de bactéries dont la présence dans les eaux ne constitue pas en elle-même un risque pour la santé des populations, mais indique l'importance de la pollution microbiologique des eaux

❖ Les coliformes :

Sous le terme de «coliformes» est regroupé un certain nombre d'espècesbactériennes appartenant à la famille des Enterobacteriaceae.

Selon l'Organisation Internationale de Normalisation (ISO), le terme « coliforme » correspond à des organismes en bâtonnets, non sporogènes, Gram négatif, oxydase négatif, facultativement anaérobies, capables de croître en présence de sels biliaries ou d'autres agents de surface possédant des activités inhibitrices de croissance similaires, et capables de fermenter le lactose et le mannitol avec production d'acide et d'aldéhyde en 48 heures, à des températures de 35 à 37 °

Les coliformes sont intéressants car un très grand nombre d'entre eux vivent en abondance dans les matières fécales des animaux à sang chaud et de ce fait, constituent des indicateurs fécaux de la première importance.

- Les coliformes fécaux sont appelés aussi les coliformes thermo-tolérants (*Escherichia. Coli*). Ce sont des coliformes qui fermentent le lactose à 44 °C pendant 24 heures. Le germe *Escherichia coli* est le type de coliformes fécaux d'habitat fécal exclusif ;sa recherche est donc extrêmement importante [26].

- Les streptocoques fécaux sont des bactéries à Gram négatif, sphériques formant des chainettes, non sporulées, se cultivant en anaérobiose à 37 °C pendant 48 heures et à pH 9,6. La recherche de streptocoques fécaux ne doit être considérée que comme un complément à celle des coliformes thermo-tolérants pour être le signe d'une contamination fécale [38].

Chapitre II : Procédés de traitement des eaux usées



II-1 Les déversements d'eaux usées dans le milieu nature :

Il est interdit de rejeter toute eau usée domestique ou commerciale directement dans le milieu naturel sans traitement. . Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe le bilan hydrique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert.

C'est pourquoi il faut retirer le plus de déchets possible des eaux usées avant qu'elles ne soient rejetées dans l'environnement. Assurer la continuité d'une vie normale et l'équilibre dynamique qui lui est associé.

II-1.1 La nécessité de l'épuration :

L'épuration est souvent considérée comme nécessaire pour purifier l'eau ou l'air de substances nocives ou indésirables, telles que des bactéries, des virus, des polluants chimiques, des particules ou des odeurs..

Dans le cas de l'eau, l'épuration est souvent nécessaire pour éliminer les contaminants tels que les bactéries, les virus, les parasites, les produits chimiques et les métaux lourds qui peuvent causer des maladies ou des problèmes de santé.

II-2 Traitements des eaux usées :

L'objectif principal du traitement des eaux usées est un processus qui vise à nettoyer les eaux usées provenant des foyers, des entreprises et des industries avant leur rejet dans l'environnement. Ce processus peut être divisé en plusieurs étapes en fonction des niveaux de traitement requis et des réglementations locales.

Procédés de traitement des eaux usées

Les étapes du traitement des eaux usées peuvent varier en fonction de la qualité des eaux usées, des réglementations environnementales locales et de la destination finale des eaux traitées. Cependant, les processus typiques du traitement des eaux usées incluent.

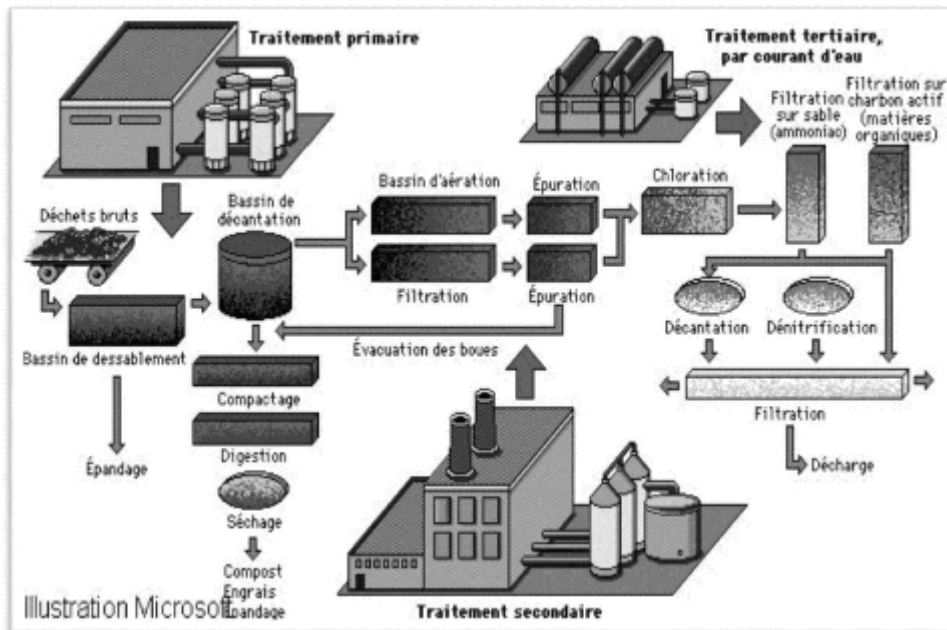


Figure II. 1 : Les étapes de traitement des eaux usées.

II-2.1 Procédés de traitement des eaux usées :

Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute [39].

En tête d'une station d'épuration, ces procédés permettent de retenir les matières volumineuses grâce à des grilles (dégrillage), les sables (dessablage), les matières flottantes grossières (écumage) et les liquides moins denses que l'eau (désuilage). Les déchets solides peuvent être déchiquetés (dilacération) par des « pompes dilacératrices », cette opération facilitant leur dispersion [40].

II-2.1.1 Dégrillage

Le dégrillage est une étape du prétraitement des eaux usées qui vise à éliminer les solides non dissous et les débris de grande taille, tels que les feuilles, les branches, les plastiques et les chiffons. Ces débris peuvent obstruer les tuyaux et les équipements de traitement ultérieurs, réduire l'efficacité du traitement et causer des dommages aux pompes et aux moteurs

- **Un dégrillage grossier** : l'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50mm.
- **Un dégrillage fin** : après le relevage de l'eau par quatre pompes (1250m³/h pour chacune), il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20mm, la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s .



Figure II. 2 : Un dégrillage grossier.



Figure II. 3 : Un dégrillage fin.

II-2.1.2 Dessablage

Le dessablage est une étape du traitement primaire des eaux usées dans une station d'épuration. Il consiste à éliminer les sables et les graviers présents dans l'eau brute en utilisant la force de gravité.[40].

Lorsque l'eau brute arrive à la station d'épuration, elle est dirigée vers un bassin de dessablage où elle est maintenue en mouvement lent pour permettre aux particules plus lourdes de sable et de gravier de se déposer au fond. Les particules plus légères flottent à la surface et sont éliminées par une méthode de raclage ou de skimming.

Le dessablage permet d'éliminer jusqu'à 80% des sables et des graviers des eaux usées. Cette étape est importante car les particules plus grosses peuvent endommager les équipements de la station d'épuration, tels que les pompes et les vannes, et causer des blocages dans les canalisations. L'élimination des sables et des graviers facilite également le traitement des eaux usées dans les étapes suivantes.



Figure II.4: Dessableur

II-2.1.3 Déshuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations [40].



Figure II. 5: Déshuileur

II-2.2 Traitement primaire:

Le traitement primaire fait référence à la première étape du traitement des eaux usées dans une station d'épuration. Cette étape consiste à retirer les solides en suspension et les matières flottantes de l'eau brute, généralement par décantation ou flottation.

Le traitement primaire permet d'éliminer jusqu'à 50% des matières en suspension et environ 25% de la demande biochimique en oxygène (DBO5) des eaux usées, ce qui peut réduire la charge de polluants pour les étapes de traitement ultérieures. Toutefois, le traitement primaire ne suffit généralement pas à purifier complètement l'eau pour une réutilisation directe, car il ne retire pas les nutriments tels que l'azote et le phosphore, ni les polluants organiques dissous. Ces composants nécessitent des étapes de traitement

Procédés de traitement des eaux usées

supplémentaires telles que le traitement biologique et/ou le traitement chimique pour être éliminés efficacement [41].

II-2.3 Traitement secondaire (traitement biologique) :

Le traitement secondaire, également appelé traitement biologique, est la deuxième étape du traitement des eaux usées dans une station d'épuration. Cette étape consiste à éliminer les polluants organiques dissous dans l'eau brute qui n'ont pas été éliminés lors du traitement primaire.

Le traitement biologique utilise des micro-organismes tels que les bactéries pour décomposer les matières organiques en dioxyde de carbone, en eau et en boues. Les bactéries sont cultivées dans des réacteurs biologiques aérés, où l'eau est mélangée à de l'oxygène pour favoriser leur croissance.

Le traitement biologique peut se faire de différentes manières, telles que l'aération prolongée, la lit fluidisé, la biofiltration et l'adsorption biologique, chacune ayant ses avantages et ses limites.

II-2.3.1 Le bassin d'aération et de stabilisation :

Le bassin de stabilisation est une zone de décantation où les solides en suspension dans l'eau usée peuvent se déposer au fond du bassin. (5000 m³, profondeur 4 m)

Les solides en suspension comprennent des matières organiques qui n'ont pas été complètement dégradées par les bactéries et des micro-organismes morts. Les solides en suspension s'accumulent dans le bassin de stabilisation et forment une couche de boue ou de vase au fond du bassin.

II-2.3.2 Le décanteur secondaire :

Le décanteur secondaire est l'ouvrage le plus important dans cette étude, Il est de type cylindro-conique raclé de 58 mètres de diamètre, et 7.20 mètres de profondeur. Ce qui développe une surface de 1661 m². La hauteur du cylindre est de 4 mètres et la partie conique sous-jacente mesure 3 mètres de haut. Le fond de l'ouvrage contient une petite fosse où les

Procédés de traitement des eaux usées

boues recirculées sont aspirées par les pompes se trouvant dans le puits de recirculation à côté du décanteur. L'effluent se déverse dans une goulotte périphérique après être passé sous une cloison siphonée et par dessus une lame déversante dentée (Goulotte de récupération de l'eau épurée). L'ouvrage est équipé d'un pont racleur qui dirige les boues décantées vers le puits de recirculation et qui écrème les flottants en surface. Les flottants s'écoulent par une goulotte dans le puits à flottants, ceux-ci sont ensuite pompés et renvoyés au prétraitement

II-2.3.3 les boues actives:

Les boues actives sont un sous-produit du traitement biologique des eaux usées dans les stations d'épuration. Il s'agit d'un mélange de matières organiques et de micro-organismes principalement des bactéries, qui ont été cultivés et se sont multipliés dans les réacteurs biologiques aérés pendant le traitement.

Les boues actives contiennent des nutriments tels que l'azote, le phosphore et le potassium, qui peuvent être utilisés comme engrais dans l'agriculture ou pour la production de biogaz par digestion anaérobie. Les boues actives peuvent également être séchées et incinérées pour produire de l'énergie [42].



Figure II. 6: les boues d'épuration.

Procédés de traitement des eaux usées

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

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

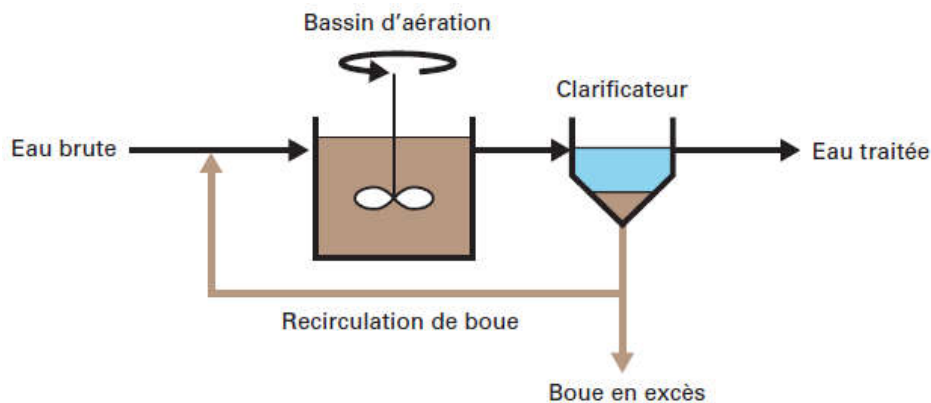


Figure II.7 : types et configurations des réacteurs de boues activées.

II-2.3.4 Lit bactérien :

Un lit bactérien est un dispositif de traitement biologique des eaux usées qui utilise des micro-organismes pour décomposer les matières organiques présentes dans l'eau. Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien est le suivant :

1. L'eau usée est introduite dans le lit bactérien par le haut, généralement par un système de distribution.
2. Le lit bactérien est rempli d'un support poreux, tel que des billes en plastique ou des morceaux de pierre, qui offre une surface de croissance aux bactéries.
3. Les bactéries se fixent sur le support poreux et forment un biofilm. Ce biofilm est composé de différentes espèces de bactéries qui travaillent ensemble pour décomposer les matières organiques.
4. L'eau usée circule à travers le lit bactérien et les bactéries du biofilm décomposent les matières organiques présentes dans l'eau. Cette décomposition libère de l'énergie qui est utilisée par les bactéries pour se développer.
5. L'eau traitée est ensuite évacuée du lit bactérien par le bas.
6. Le lit bactérien nécessite une aération constante pour fournir de l'oxygène aux bactéries. Cela peut être réalisé à l'aide de pompes à air ou de turbines.

Le lit bactérien est un système simple et efficace de traitement biologique des eaux usées. Il est souvent utilisé dans les petites installations, telles que les maisons individuelles, les petites entreprises ou les petites communautés. Il est également utilisé dans les grandes usines de traitement des eaux usées, en combinaison avec d'autres systèmes de traitement, pour améliorer la qualité de l'eau avant son rejet dans l'environnement.

II-2.4. Traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire est la dernière étape du traitement des eaux usées, après le traitement primaire et le traitement secondaire. Il est également appelé traitement avancé car il vise à éliminer les contaminants qui n'ont pas été complètement éliminés lors des étapes précédentes du traitement. Le traitement tertiaire est souvent utilisé pour produire de l'eau de haute qualité.

Procédés de traitement des eaux usées

pour des usages spécifiques tels que l'irrigation agricole, l'industrie, la consommation humaine, ou pour répondre aux normes environnementales strictes.

Il existe plusieurs méthodes de traitement tertiaire, notamment :

1. Filtration membranaire : cette méthode utilise des membranes pour éliminer les particules, les bactéries, les virus et les matières organiques de l'eau. Il existe deux types de filtration membranaire : l'ultrafiltration et l'osmose inverse.

2. Désinfection : cette méthode vise à éliminer les micro-organismes présents dans l'eau. Les méthodes de désinfection courantes comprennent l'utilisation de chlore, d'ozone, d'ultraviolets et de rayons gamma.

3. Adsorption : cette méthode utilise des matériaux poreux pour adsorber les contaminants présents dans l'eau, tels que les produits pharmaceutiques, les pesticides et les produits chimiques industriels. Les matériaux couramment utilisés sont le charbon actif, la zéolite et les membranes polymères.

4. Coagulation-floculation : cette méthode consiste à ajouter des produits chimiques tels que le sulfate d'aluminium ou le chlorure ferrique à l'eau pour agglomérer les particules et les matières organiques, formant ainsi des flocs qui peuvent être facilement éliminés de l'eau.

Le traitement tertiaire est important car il permet d'éliminer les contaminants résiduels qui peuvent être dangereux pour l'environnement et la santé humaine. Il est également important pour la réutilisation de l'eau pour diverses applications

II-2.4.1 Le bassin de désinfection :

Il existe de nombreuses techniques de désinfection des eaux. Les techniques disponibles actuellement dans le monde sont les suivantes:

- Désinfection à l'ozone,
- Désinfection par rayonnement UV
- Désinfection utilisant le chlore.

Dans la station d'épuration de la ville de Sétif le bassin de désinfection est de volume de 15000 m³, de concentration de dosage du chlore est de 6000 mg/l

II-2.4.2 Traitement bactériologique par rayonnement UV :

On ce appelle (ultraviolet) est une méthode de traitement de l'eau qui utilise des rayons UV pour éliminer les bactéries, les virus et autres micro-organismes présents dans l'eau. Les rayons UV sont une forme de radiation électromagnétique qui ont une longueur d'onde plus courte que la lumière visible. Les UV-C, avec une longueur d'onde de 200 à 280 nanomètres, sont les plus efficaces pour éliminer les micro-organismes.

Le principe de fonctionnement du traitement bactériologique par rayonnement UV est le suivant :

1. L'eau est pompée dans une chambre de traitement, qui contient une ou plusieurs lampes UV.
2. Les rayons UV des lampes pénètrent dans l'eau et atteignent les micro-organismes.
3. Les rayons UV endommagent l'ADN des micro-organismes, empêchant leur reproduction et leur permettant de se décomposer.
4. L'eau traitée est évacuée de la chambre de traitement.

Le traitement bactériologique par rayonnement UV est souvent utilisé en combinaison avec d'autres méthodes de traitement de l'eau, telles que la filtration ou la désinfection chimique, pour améliorer l'efficacité du traitement. Il est couramment utilisé pour la production d'eau potable, la désinfection des eaux usées, la désinfection de l'eau de piscine et la désinfection de l'eau utilisée dans les processus industriels.

Les avantages du traitement bactériologique par rayonnement UV comprennent une efficacité élevée pour éliminer les micro-organismes, une faible consommation d'énergie, une absence de produits chimiques et une facilité d'entretien.

II-2.4.3 Traitement par voie physico-chimique :

Le traitement par voie physico-chimique est une méthode de traitement de l'eau qui utilise des processus physiques et/ou chimiques pour éliminer les contaminants de l'eau. Cette méthode de traitement est souvent utilisée pour éliminer des polluants spécifiques de l'eau, tels que les métaux lourds, les substances organiques, les nutriments, les produits pharmaceutiques et les produits chimiques industriels.

Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants:

Procédés de traitement des eaux usées

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

II-2.4.4 Traitement des odeurs:

Le traitement des odeurs est un processus qui consiste à éliminer ou à réduire les odeurs désagréables provenant de différents types de sources, telles que les eaux usées, les déchets solides, les sites d'enfouissement, les usines de traitement chimique, les stations d'épuration, les élevages, etc. Les odeurs peuvent être causées par différents composés chimiques volatils, tels que les sulfures, les ammoniacs, les acides gras et les aldéhydes[43].

Il existe plusieurs méthodes de traitement des odeurs, dont les plus courantes sont :

1. **La biofiltration** : cette méthode utilise des bactéries aérobies pour dégrader les composés odorants. L'air contenant les odeurs est passé à travers un lit de matériau organique (tel que de la tourbe, des copeaux de bois ou des fibres de coco) colonisé par des bactéries. Les composés odorants sont dégradés en composés non-odorants et en dioxyde de carbone et en eau.

2. **La désodorisation par charbon actif** : cette méthode utilise du charbon actif pour adsorber les composés odorants. Le charbon actif est un matériau poreux avec une grande surface spécifique qui peut adsorber les molécules de gaz odorantes. L'air ou le gaz contenant les odeurs est passé à travers une couche de charbon actif, qui retient les composés odorants.

3. **La chimisorption** : cette méthode utilise des produits chimiques pour neutraliser les composés odorants. Les produits chimiques les plus couramment utilisés sont des oxydants forts, tels que le peroxyde d'hydrogène, l'ozone et le permanganate de potassium. Les composés odorants sont oxydés en produits non-odorants.

4. **Les masques à odeurs** : cette méthode masque les odeurs avec des produits parfumés ou des agents neutralisants d'odeurs.

Chapitre III : Présentation Du site d'étude



III-1 Présentation Du site d'étude :

Le stage de mise en situation professionnelle a été effectué au niveau de la Topping de Skikda . Dans ce qui suit nous allons présenter ainsi que la raffinerie de Skikda communément appelée RA2K.

III-1.1-Description de la société SONATRACH :

La SONATRACH est une société fondée en 1963 qui œuvre principalement dans l'exploration, la production, le transport terrestre/maritime, le traitement des produits pétroliers, la commercialisation et la participation dans le domaine des hydrocarbures liquides et gazeux. SONATRACH est la première entreprise du continent africain. Elle est classée 12^{ème} parmi les compagnies pétrolières mondiales, 2^{ème} exportateur de GNL et de GPL et 3^{ème} exportateur de gaz naturel. Sa production globale (tous produits confondus) est d'environ 160 millions de Tep (tonnes équivalent pétrole) en 2012. Ses activités constituent environ 40% du PNB (produit nationale brut) de l'Algérie. Elle emploie 122 580 personnes dans l'ensemble du Groupe. La société SONATRACH dans son ensemble a une longue expérience dans le raffinage du pétrole depuis plus de 50 ans. La division raffinage traite dans ses six (6) raffineries situées au Nord et au Sud de l'Algérie 27 millions de tonnes de pétrole brut dont 05 millions de tonnes de condensat par an. La plus grande capacité de raffinage se situe au Nord du pays avec les raffineries de, Arzew, Alger et de Skikda.



Figure III.1 : Carte d'Algérie (SONATRACH)

III-1.2 Présentation du complexe Topping (RA2K) :

III-1.2.1 Introduction :

China Petroleum Engineering and Construction Corporation (CPECC), en qualité de contractant EPC pour SONATRACH, est chargé de la réalisation du projet de Topping de Condensat de 5 millions de tonnes par an au niveau de la zone industrielle de Skikda (Algérie).

Ce projet envisage la réalisation d'une nouvelle raffinerie pour le traitement du condensat issu des champs pétroliers algériens en vue de produire le Butane, le Naphta, le Kérosène, le Gasoil léger et le Gasoil lourd. En outre, des facilités seront installées pour le stockage, le traitement et le transfert du condensat et de ces produits. Le complexe fonctionne selon trois (03) cas de marche définis ci-après :

Cas A : Production maximale de Naphta et production maximale Gasoil (cas de base).

Cas B : Production maximale Kérosène Jet A1.

Cas C : Production maximale de Naphta et production minimale de Gasoil.

Tableau III.1 : Les trois cas de marche du complexe Topping

Produits	Mode d'exploitation		
	Production Max de Naphta et Max de Gasoil Léger (Cas A) ¹	Production Max de Jet A1 (Cas B)	Production Max de Naphta et Min de Gasoil Léger (Cas C)
Butane	111.9	111.9	111.9
Naphta	4038.1	3470.1	4038.1
Jet A1	-	992.5	425.6
Gasoil Léger	724.9	299.9	299.9
Gasoil Lourd	115.2	115.2	115.2
Pertes	9.9	10.4	9.3
Total	5000	5000	5000

III-1.2.2 Historique :

SONATRACH avait projeté de réaliser l'usine de Topping condensat en partenariat et avait lancé deux appels d'offre, le premier pour la recherche d'un partenaire et le second pour la réalisation de l'usine. Sur les deux sociétés qui avaient soumis des offres techniques, à savoir CNPC (Chine) et ITOCHU (Japon), seule la compagnie chinoise s'était présentée pour l'offre commerciale de l'appel d'offre « recherche d'un partenaire ». Pour le second appel d'offre concernant la réalisation, plusieurs sociétés s'étaient manifestées. Finalement deux compagnies ont été sélectionnées à l'issue de cette phase : CNPC et SAIPEM. China National Petroleum Corporation (CNPC) a décroché le contrat pour la réalisation de la raffinerie de Topping de condensat de Skikda pour un montant d'environ 390 millions de dollars. CNPC a devancé SAIPEM (France) qui a proposé environ 460 millions de dollars. Le projet est divisé

Présentation Du site d'étude

en deux lots : une usine d'une capacité de 5 millions de tonnes par an de condensat et des installations pour augmenter les capacités de stockage des produits raffinés. Le butane qui sera produit sera écoulé dans la région Est du pays. Les gasoils léger et lourd seront soit exportés, soit utilisés pour améliorer la qualité du gasoil produit actuellement. Le naphta et le kérosène seront exportés. Cette nouvelle raffinerie a pour objectif de mettre à la disposition de Sonatrach un outil de flexibilité pour assurer une meilleure valorisation du condensat et améliorer la qualité des distillats de la raffinerie de Skikda. Avec cette raffinerie l'Algérie va diminuer ses importations en essence et gasoil, puisqu'en 2009 la facture de la consommation nationale en essence et en diesel a été particulièrement salée pour Sonatrach. En effet, la société nationale a importé pour 1,4 milliard de dollars de produits raffinés que NAFTAL a distribué durant l'année écoulée.

Constructeur : China National Petroleum Corporation (CNPC) C'est le 10 Mai 2005, à la suite d'un appel d'offre CNPC a décroché le contrat pour la réalisation de la raffinerie de Topping de condensat de Skikda pour un montant d'environ 390 millions de dollars.

- **Le 01 Décembre 2005** : Entrée en vigueur du contrat. - **Le 20 Mai 2009** : Admission du GN et démarrage des fours.


- **Le 02 juin 2009** : Admission de la charge condensat de RTE. - **Le 25 juillet 2009** : Démarrage des unités Process.

- **Le 06 Novembre 2009** : Tests de Performance. - **Le 14 Janvier 2010** : Réception Provisoire.

III-1.2.3- Localisation :

Le complexe Topping de Condensat RA2K est situé dans l'enceinte de la zone industrielle de Skikda, à l'Est de la ville de Skikda, en dehors du tissu urbain, dans le périmètre de l'ancien aéroport.

Les principaux sites industriels localisés dans les environs sont :

-  Le complexe de liquéfaction du gaz naturel (GL1K) au nord.
-  Le complexe des matières plastiques (CP1K) au nord-est.

Présentation Du site d'étude

- ✚ POLYMED au nord-est.
- ✚ La raffinerie de pétrole (RA1K) à l'Est.
- ✚ Le terminal de stockage du pétrole brut et du condensat (RTE) au sud.

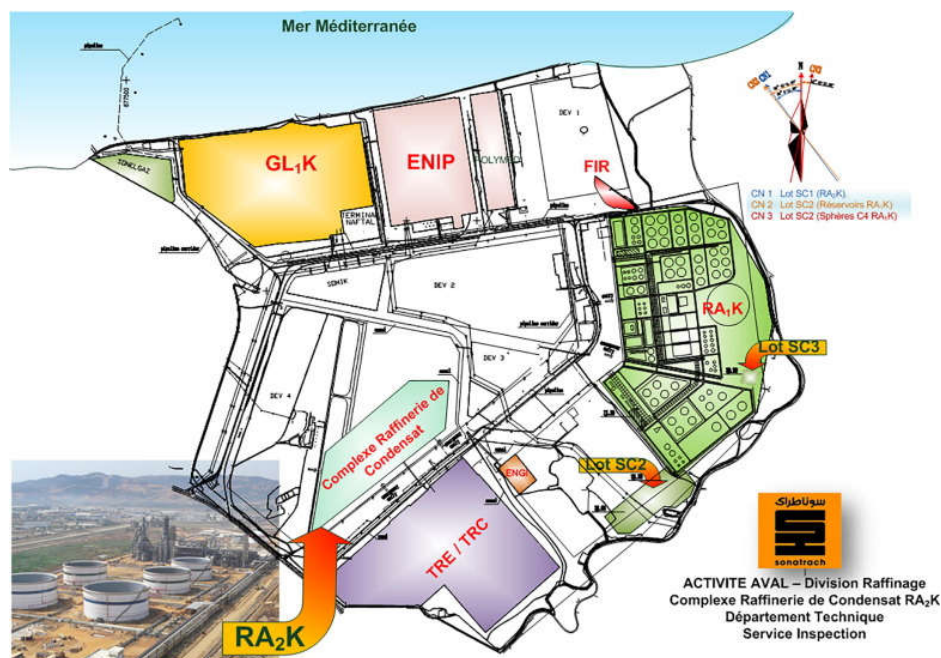


Figure III.2 : Situation du complexe Topping RA2K

Il s'étend sur une superficie d'environ 45 hectares et comprend les unités de production, les différentes utilités, les zones de réception de la matière première, de stockage et de transfert des produits finis. La figure (I .3) montre des produits finis de RA2K :



Figure III.3 : Des produits finis

III-1.2.4 Organisation structurale :

L'organisation du complexe Topping est représentée dans l'organigramme suivant :

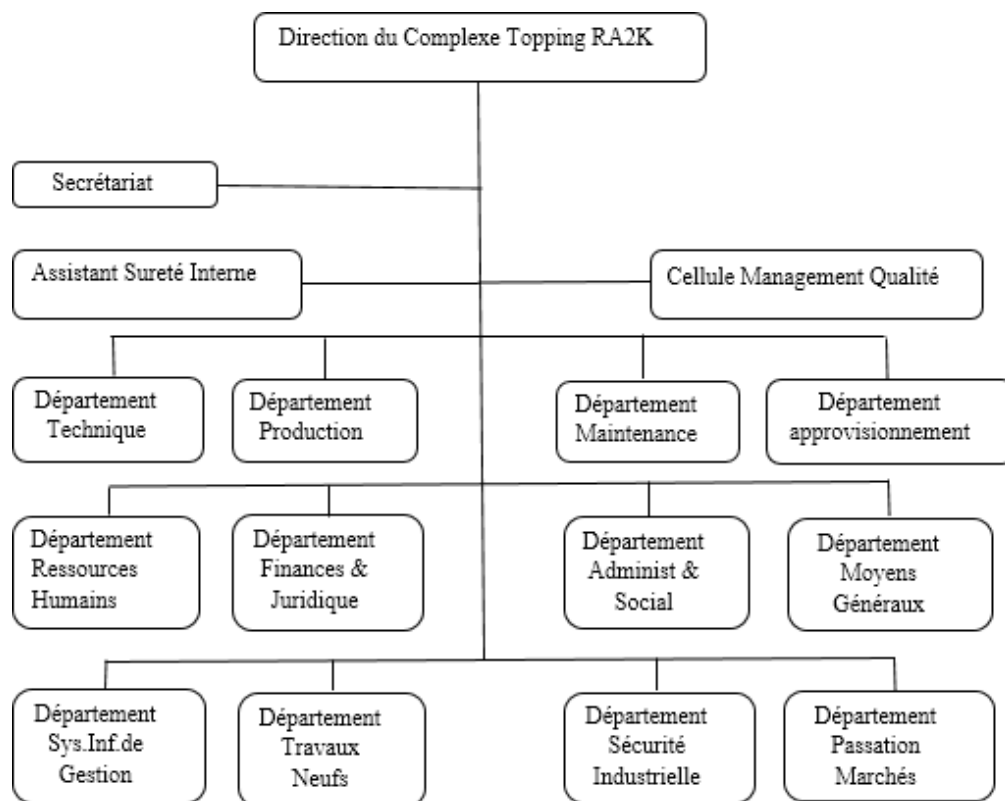


Figure III.4 : Organisation structurale du complexe Topping.

L'organisation du département maintenance est représentée dans l'organigramme suivant :

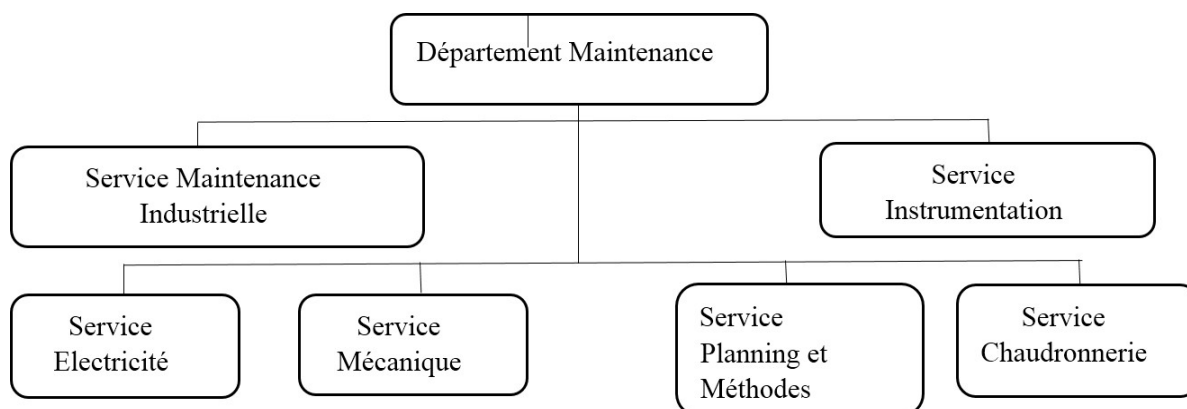


Figure III.5 : Organisation structurale du département maintenance

III-1.3 Les équipements du complexe RA2K :

Le complexe RA2K est constitué essentiellement de :

a. Réservoirs : Ils sont de deux types :

• **Réservoir de forme cylindrique (aérien) :**

- ✓ Les réservoirs à toit fixe en forme de dôme (DRT), utilisés pour le stockage de gasoilléger et lourd.
- ✓ Les réservoirs à toit fixe avec écran flottant à l'intérieur (IFRT), utilisés pour le stockage du kérosène.
- ✓ Les réservoirs à toit flottant (FRT simple pont et double pont), utilisés pour le stockage du condensat et du Naphta.

• **Réservoirs sphériques :**

- ✓ Capacités sphérique adaptées pour le stockage des gaz sous pression comme le butane(C_4H_{10}).

b. Les fours :

Il existe trois fours dans le complexe RA2K : F-101, F-102, F-103.

- ✓ Deux fours rebouilleurs pour le préfractionné et la tour atmosphérique.
- ✓ Un four de charge qui a comme objectif d'augmenter la température des résidus du préfractionné avant qu'ils soient injectés dans la colonne atmosphérique.

c. Les échangeurs :

Il existe plusieurs types d'échangeurs dans le complexe RA2K tels que :

- ✓ Echangeurs tubulaires ou faisceau-calandre.
- ✓ Echangeurs à plaques.

Présentation Du site d'étude

- ✓ Les aéroréfrigérants.

III-1.4 Conception générale du complexe :

Le complexe est constitué principalement de :

- ✓ Une Unité de Topping de condensât (U100).
- Section de Préfractionnement de Condensat
- Section de Distillation Atmosphérique
- Section de Stabilisation du Naphta
- Section de Traitement des GPL et séchage de butane
- ✓ Une Unité de purification et de traitement de Kérosène (U200).
- ✓ Des installations de stockage et de transfert des Produits Finis (U300).
- ✓ Système de torche (U400).
- ✓ Des installations de production et de distribution des Utilités (U500).

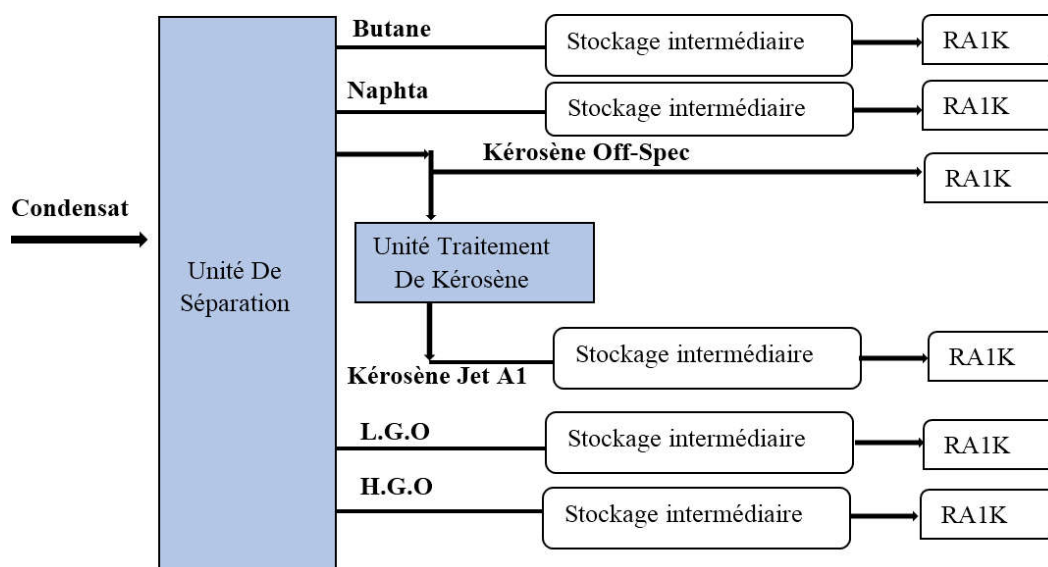


Figure III.6 : Schéma synoptique du complexe Topping

III-1.5 Description de différentes unités :

a) Unité de Distillation atmosphérique du condensat (Unité 100) :

L'unité est conçue pour une capacité de traitement de cinq millions de tonnes par an de condensat de différente provenance pendant une période continue de 330

Présentation Du site d'étude

jours par an.

Les principales installations qui constituent cette unité sont :

- Colonne de préfractionnement 100-T-101
- Colonne de distillation atmosphérique : 100-T-103
- Colonne de distillation sous vide : 100-T-401
- Colonne de stabilisation des essences : 100-T-201
- Fours : 100-F-101, 100-F-102, 100-F-103,
- Echangeurs : 100-E-101 à 100-E-108 (au nombre 20)
- Système d'injection pour traitement chimique : amine, agent inhibiteur, eau

Cette unité fonctionne comme suit :

Etape 1 : Préchauffage du produit brut ou de charge (condensat)

La transmission de chaleur se fait par échangeurs. Le condensat à basse température 30°C est préchauffé par 8 niveaux d'échangeurs de chaleur. Le procédé d'échange thermique peut être effectué sous forme de deux voies en parallèle pour permettre le traitement de charge à 50% ou 100% .

Etape 2 - Préfractionnement La colonne 100-T-101 a pour rôle de préfractionner le Condensat en trois coupes:

- Coupe de tête (Gaz + Naphta)
- Coupe de Naphta stable ou pure
- Coupe de fond La colonne est conçue avec un ensemble de 35 plateaux de contactage liquide vapeur. La colonne reçoit le Condensat partiellement vaporisé au plateau 28.

Etape 3 – Distillation atmosphérique La colonne 100-T-103 a pour rôle de préfractionner la coupe de fond de colonne 100-T-101 en quatre coupes: Coupe de tête Naphta Coupe de Kérosène Coupe de Gasoil léger Coupe de fond La colonne est conçue avec ensemble de 48 plateaux de contactage liquide vapeur. Elle a deux soutirages latéraux et trois reflux circulants, La colonne reçoit la charge au plateau 41.

Etape 4 – Distillation sous vide La colonne sous vide 100-T-401 reçoit le fond de colonne 100-T-103. Elle a pour rôle de récupérer le compassant de Gasoil léger non fractionné pendant la distillation atmosphérique. Le fractionnement est effectué au moyen de 2 zones de garnissages assurant le contactage liquide-vapeur et séparé en deux coupes:

- Coupe de Gasoil léger
- Coupe de fond – Gasoil lourd Le sous vide dans la colonne est créé par un package sous

Présentation Du site d'étude

vide (100-PKG-401).

Etape 5– Stabilisation des essences Cette étape est assurée par la colonne 100-T-201 (Débutaniseur ou Colonne de stabilisation) qui produit deux coupes :

- En tête, la coupe Gaz de Pétrole Liquéfiés

Etape 6 - Dépropaniseur

La coupe gaz en tête de la colonne 100-T-201 est ensuite fractionnée dans le dépropaniseur. Cette étape permet d'obtenir en tête une coupe Propane et en fond une coupe Butane.

La coupe Butane ensuite transféré dans l'unité ou package 100-PKG-301 pour séchage, et envoyé comme produit fini vers les sphères de stockage.

La coupe Propane est récupérée comme combustible des fours.

Etape 7 – Unité de séchage de Butane 100-PKG-301

Le système de séchage de butane contient deux colonnes de séchage à tamis moléculaire, une utilisée pour le séchage et l'autre pour la régénération.

Etape 8 – Système d'injection pour traitement chimique

Le système d'injection est utilisé seulement sur la tête de la colonne de préfractionnement.

- Injection d'amine
- Injection d'inhibiteur
- Injection d'eau

b) Unité de traitement de kérosène (Unité 200) :

Cette unité de traitement de kérosène est destinée à la purification du kérosène produit par la colonne de distillation atmosphérique T-103. Sa mise en service dépendra des caractéristiques de kérosène. Elle ne peut être démarrée qu'après la mise en service de l'unité 100 au cas où le kérosène nécessiterait des traitements.

Cette unité consiste en trois parties :

- Traitement de Kérosène
- Traitement de résidus caustique

Présentation Du site d'étude

- Préparation et stockage soude caustique / acide, ainsi le transfert

Etape 1 – Traitement de Kérosène

Le but de ce traitement est pour éliminer l'acidité, l'eau et l'impureté du Kérosène. Les principaux équipements sont :

- Précipitateur électrostatique
- Filtres
- Coalesceur
- Clay Tower (colonne d'argile)

Etape 2 – Préparation de la soude caustique

Cette étape est pour la dissolution et la préparation de soude caustique NaOH qui a une concentration de 3%, ensuite envoyer au niveau traitement de Kérosène.

Etape 3 – Traitement des

résidus de sel

Procédé de traitement :

- Éliminer l'odeur par l'oxydation
- Éliminer le sel caustique par l'acidification en injectant l'acide
- Neutraliser efflué par l'injection de soude caustique fraîche 10%

Etape 4 – Produit et effluents

Produit : kérosène, envoi

au stockage. Effluents :

- Résidus neutralisés envoi au système de traitement des eaux usées.

Gaz résiduaire de 200-V-503 évacué dans l'atmosphère à un endroit de sécurité sous le contrôle de pression.

- Gaz résiduaire de 200-V-505 évacué la même façon
- Kérosène hors spécification sera récupéré par le réseau slop oil.
-

c) Unité de stockage et de transfert (Unité 300) :

L'unité 300 est située au sein de l'usine Topping condensat. Elle assume la réception, le stockage et l'alimentation de produit de charge (Condensat) pour

Présentation Du site d'étude

l'unité de production, ainsi que la réception, le stockage et le transfert de tous les produits finis.

Cette unité de stockage est composée de onze bacs et trois sphères.

Le condensat sera livré à l'usine à partir du Terminal TRC (transport par canalisation). Les trois réservoirs de capacité de 25000 m³ assurent une autonomie de trois jours environ de stockage.

Les autres produits finis seront stockés dans des bacs de stockage intermédiaire correspondant à une autonomie d'exportation de quatre jours environ. Ces produits finis seront transférés vers des installations de stockage correspondantes au niveau de la Raffinerie(RA1K).

d) Unité de torche (Unité 400) :

L'unité a pour rôle d'éliminer sans risque toute perturbation sur les unités de traitement/stockage par des évacuations d'urgence. Le système de torche sans fumées par injection de vapeur est équipé d'un collecteur de torche, de ballon de séparation, de garde hydraulique et d'une colonne montante de torche d'une hauteur d'environ 120 mètres.

La capacité de la torche est de 528, 8 t/h.

Les sources de ce système sont des dégazages :

- du réseau gaz naturel avec une ligne de 8".
- des sphères de stockage de butane avec une ligne de 10".
- des unités de production avec une ligne collectrice de 40".

e) Unité utilités (Unité 500) :

L'unité 500 comporte les annexes de l'usine :

- 501 : unité de traitement des eaux usées
- 502 : unité d'alimentation en eau de refroidissement
- 503 : unité d'alimentation et de drainage d'eau potable
- 504 : unité du réseau anti-incendie
- 505 : unité d'alimentation d'air comprimé

• Traitement des eaux usées (unité 501) :

L'installation du traitement des eaux usées est un système de protection de l'environnementauxiliaire de l'usine Topping de Condensat.

Présentation Du site d'étude

La capacité de traitement des eaux usées est de 60m³/h. La provenance des eaux usées sont :

- unité 100
- unité 200
- zone de stockage (unité 300)
- eaux usées de la maintenance et du personnel

- **Système de l'eau de refroidissement (unité 502) :**

Ce système a pour rôle d'assurer le traitement et le conditionnement des eaux de refroidissement pour des unités de production.

Il est en circuit semi-ouvert. Le refroidissement est assuré par l'évaporation et la convection au contact de l'air.

Les paramètres du circuit d'eau :

- température d'eau froide (aller) : 35 °C
- pression d'aller : 0,5 MPa
- température de l'eau chaude (retour) : 42 °C
- pression de retour : 0,2 MPa
- débit de la filtration dérivée : 50 m³/h
-

- **Réseaux d'alimentation et de drainage d'eau (unité 503) :**

L'eau industrielle de l'usine est livrée à partir du réseau de distribution d'eau de la zone industrielle de Skikda pour :

- l'appoint du système du réseau de lutte contre l'incendie
- la maintenance et l'exploitation
- les besoins de consommation domestique du personnel

Un système de traitement d'eau potable équipe l'usine. Il a une capacité de traitement de 7,5m³/h.

- * **Systèmes de lutte contre l'incendie (unité 504) :**

L'usine est équipée des moyens mobiles et fixes de lutte contre l'incendie ainsi que des systèmes de détection des fuites, de feu, de fumée et de gaz.

Des moyens fixes comprennent notamment :

- Un réseau maillé d'eau d'incendie composé de :

Présentation Du site d'étude

- Réservoir d'eau anti-incendie (504-TK-101)
- Pompes électriques (504-P-101A/ B)
- Pompes diesel (504-P-101C/D)
- Pompes Jockey (maintien de pression du réseau (504-P-102A/B)
- Bouches d'incendie.
- Systèmes d'arrosage des bacs de stockage des systèmes de mousse.

III-2 Unité technique concernée :

Laboratoire de la raffinerie RA2K

SITE CONCERNE	Laboratoire de la raffinerie RA2K Contact : Mr BENRAMOUL Farouk Tél : +213 558905758 Fax : +213 38948256 E-mail : farouk.benramoul@sonatrach.dz
--------------------------	--

- ✓ **Analyses physico-chimiques des eaux usées**

Chapitre IV : les méthode d'analyses



IV-1 Les analyses physico-chimiques

IV-1. La température :

a .Principe :

La détermination de la température est faite au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé à pH-mètre étalonné avant chaque manipulation. On lit directement la température exprimée en degré celcius (C°).

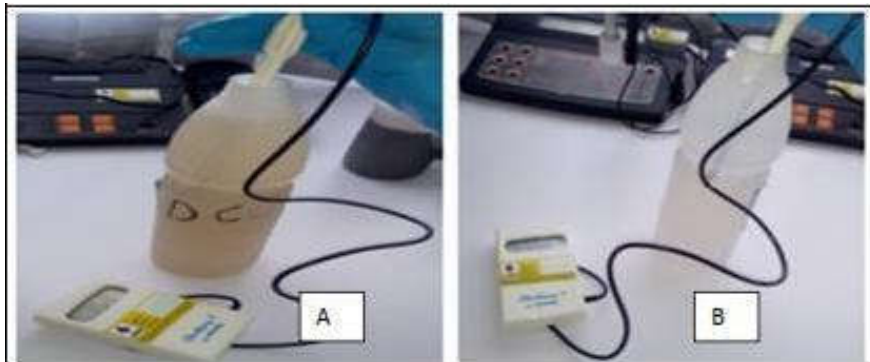


Figure IV.1 : Mesure de la température (laboratoire de technique2023)

IV-2 Matières en suspension (MES) :

a. Principe :

Le résidu obtenu par filtration de l'échantillon d'eau est pesé, après passage à l'étuve jusqu'au poids constant.

b. matériels :

- Etuve.
- Dessiccateur.
- Balance.
- Papier filtre.

c.Mode opératoire :

- Prendre 200 ml de l'échantillon (effluent).
- Peser un verre fritté vide (a).
- Filtrer l'échantillon dans le verre fritté sous aspiration.
- Après filtration le mettre dans un four à 100°C.
- Après 2 h de séchage, le mettre dans un dessiccateur pour le refroidissement.
- Après séchage, peser le verre fritté plein (b).



Figure IV.2 : Matières en suspension (laboratoire de technique 2023)

IV-3 pH :

a .Principe :

Détermination potentiométrique de la concentration des ions H^+ libre dans l'eau. Il exprime si l'eau est à la réaction acide ou alcalin.

b. Matériels et réactifs utilisés :

b.1.Matériels :

- pH mètre avec électrode en verre.

- Bécher de 500ml.

b.2.Réactifs :

- Eau distillée.

c.Mode opératoire :

- Laver soigneusement les électrodes avec l'eau distillée.
- Régler le pH mètre avec une solution d'eau distillée.
- Immerger les électrodes dans l'échantillon.



Figure IV.3 :pH mètre (laboratoire de technique 2023).

IV-4 Oxygène dessous(O₂) :

a-Principe :

C'est la détermination d'oxygène dissous à l'aide d'un oxymètre.

b-Mode opératoire :

- Allumer l'oxymètre
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée
- Prendre un bécher et verser l'échantillon
- Entrer l'électrode dans l'échantillon et lire le résultat sur l'afficheur de l'oxymètre



Figure IV.4 :Oxymètre(laboratoirede technique 2023).

IV-5 les huiles et gras :

a. Principe :

Les huiles et les substances grasses sont extraites par N-hexane, le solvant s'évapore, et les hydrocarbures sont pesés.

b. Matériels et réactifs utilisés :

b.1. Matériels :

- Ampoule à décanter de 1 litre.
- Bécher de 200ml.
- Capsule en porcelaine.
- Creuset.
- Bain-marie.
- Pissette.
- Etuve.
- Sécheur.
- Papier filtre.
- Dessiccateur.
- Balance analytique

b.2.Réactifs :

- Méthyl orange.
- Acide chlorhydrique.
- N-hexane.
- Sulfate de sodium Na₂SO₄.

c.Mode opératoire :

- Prélever 1L d'échantillon+qq gouttes de HCl+méthyl orange.
- Transvaser dans une ampoule à décanter.
- Rincer la bouteille avec 60ml de N-hexane.
- Ensuite la verser dans l'ampoule à décanter.
- Agiter l'ampoule à décanter en tenant compte de la pression (ouvrir la vanne pour laisser évaporer le gaz).
- Laisser couler l'eau et mesurer le volume exact.
- Laisser couler ensuite la phase organique dans un bécher.
- Ajouter 2g de Na₂SO₄ afin d'éliminer le H₂O
- Filtrer le contenu avec un papier filtre sec.
- Recueillir le filtrat dans un creuset en porcelaine taré auparavant(P1).
- Evaporer le contenu du creuset dans l'étuve à 100°C pendant 30 min.
- Refroidir ce dernier dans un dessiccateur pendant 15 min.
- Déterminer le poids (P2).

$$[\text{Huiles}] = (P2 - P1) \cdot 10^6 / v \quad (\text{ppm})$$



Figure IV.5 : montage de décantation pour les huiles.

IV-6 Le fer total :

a .Principe :

Le fer total converti à l'état ionique avancé est apporté à la réaction avec TPTZ (2,4,6-tripyridyl-s-triazine) pour produire un composé chélate de couleur bleue. La mesure de l'absorbance de la couleur donnera la concentration du fer dans l'eau d'alimentation.

b.Matériels et réactifs utilisés :

b.1.Matériels :

- Photomètre photoélectrique.
- Erlenmeyer.
- Flacon volumétrique.
- Pipette.

b.2.Réactifs :

- Eau :

L'eau utilisée dans cette analyse, ainsi que l'eau pour la préparation des réactifs, ne devra pas contenir du fer.

- Solution de TPTZ(M/1000) :

Dissoudre 0,156 g de TPTZ dans 1ml d'acide chlorhydrique (1+1), transférez la solution dans un flacon volumétrique de 500ml et portez au volume avec l'eau distillée exempte de fer.

- Solution d'hydrochorie hydroxylamine (10 w/v%).

Utilisez une solution exempte de fer.

- Solution tampon d'acétate d'ammonium :

Dissoudre dans l'eau 500g d'acétate d'ammonium ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$) libre de fer, portez le volume avec l'eau à 1 litre. Utilisez la solution exempte de fer.

- Solution de réserve de fer ferreux :

Dissoudre dans l'eau 0,702g de sulfate ferreux d'ammonium ($\text{FeSO}_4(\text{NH}_4)_2(6\text{H}_2\text{O})$).

Ajoutez 2ml d'acide chlorhydrique (1+1) et transférez à 1 litre dans un flacon volumétrique, et portez au volume avec de l'eau.

L'unité de volume (1ml) de cette solution contient 0,1 mg de fer ferreux.

Les méthode d'analyses

Cette solution standard de réserve sera préparée au moment de l'utilisation.

- Solution standard de fer ferreux :

Placer 10ml de la solution standard de réserve de fer ferreux dans un flacon volumétrique de 1 litre.

Ajouter 2ml d'acide chlorhydrique (1+1), et porter au volume avec de l'eau.

Le volume de l'unité (1ml) de cette solution contient alors 0,001 mg de fer ferreux.

C.Mode opératoire :

- Prendre ml d'échantillon d'eau dans un erlenmeyer de 200ml, porter au volume avec de l'eau distillée.
- Ajouter 8ml de HCl.
- Porter la solution à ébullition jusqu'à ce que le volume soit porté à 20-40ml.
- Refroidir et transférer dans un flacon volumétrique de 100ml.
- Ajouter :2ml d'hydroxylamine hydrochloride
- 3ml de la solution tampon d'acétate d'ammonium.
- 5ml de la solution TPTZ, porter le volume avec de l'eau.
- Appliquer l'agitation.
- Transférer dans une cellule d'absorption.
- Mesurer l'absorbance à la longueur d'onde 595 nm.
- $$\text{Fe(ppm)} = \frac{\text{Abs} \times 1000}{V_{\text{échantillon}}}$$



Figure IV.6 :Mode d'épuratoire d'analyse de fer

IV-7 La demande chimique en oxygène(DCO) :

a. Principe :

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

b. Matériels et réactifs utilisés :

b.1. Matériels :

- Bain marie.
- Eprouvette graduée 100 ml.
- Erlenmeyer.
- Fiole.

b.2. Réactifs :

- Eau distillée.
- Acide sulfurique.
- Sulfate d'argent.
- Solution de permanganate de potassium.
- Oxalate de sodium.

c. Mode opératoire :

- Verser une quantité convenable "20cc" de l'échantillon dans un erlenmeyer de 300cc, diluer jusqu'à 100cc avec de l'eau distillée, ajouter :
10cc de H₂SO₄ (1+2).
- 1gr de sulfate d'argent en poudre.
Mélanger le contenu en secouant vigoureusement.
- Laisser reposer pendant quelques minutes, puis ajouter :
10cc de KMnO₄ N/40

Les méthode d'analyses

- Placer la fiole sur bain-marie bouillant et chauffer pendant 30 min.
- Ajouter 10cc d'oxalate de sodium.
- Effectuer un titrage avec KMnO_4 .
- La solution est légèrement violette.
- Effectuer auparavant un essai à blanc.

$$\text{Oxygen}=(b-a)*f*1000*0,2/v.\text{ech}$$

b= le volume total en cc de KMnO_4 utilisé pour le titrage

a= le volume en cc de KMnO_4 utilisé pour l'essai à blanc

f= facteur de la solution N/40 de KMnO_4

V= le volume de l'échantillon



Figure IV.7 : montage de titrage pour l'analyse de la DCO



Figure IV.8: Mode d'épuration d'analyse DCO

IV-8 La demande biochimique en oxygène(DBO_5) :

a. Principe :

La demande biochimique en oxygène (DBO) est la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matières organiques (biodégradables) par voie biologique (oxydation des matières organiques biodégradables par des bactéries).

Elle permet d'évaluer la fraction biodégradable de la charge polluante carbonée des eaux usées.

Elle est en général calculée au bout de 5 jours à 20°C et dans le noir. On parle alors de DBO_5 .

B .Mode opératoire :

- Rincer la bouteille d'incubation avec l'échantillon.
- Introduire 432 ml d'échantillon dans la bouteille.
- Ajouter 2 gouttes de la solution tampon.
- Introduire le barreau magnétique dans la bouteille.
- Mettre quelques pastilles de KOH dans le bouchon en plastique.
- Placer la bouteille dans son compartiment et visser la tête.
- Régler le zéro sur la réglette.
- Après cinq jours d'incubation à 20°C, lire directement sur la réglette la valeur de la DBO_5 (enmg/d'O₂)



Figure IV.9 : bouteille d'incubation pour l'analyse de la DBO_5



Figure IV.10 : Dispositif de mesure de la DBO5

IV-9 Chrome :

a. Principe

La diphényl-1,5-carbazide réagit avec les ions – chrome(VI) et forment ladiphénol -1,5- carbazone qui donne avec le chrome(VI) un complexe coloré rouge .

b. Mode opératoire

- Enlevez délicatement la feuille de protection du dosicap zip détachable.
- Pipeter 2.0ml d'échantillon.
- Vissez le Dosicap ; dirigeant le cannelage vers le haut.
- Secouer énergiquement.
- Chauffer dans le thermostat.

HT 200 S ; 15min avec le programme standard HT Thermostat ; 60min à 100°C

- Ne pas mélanger la cuve après la digestion. Laisser refroidir à température ambiant.
Attention ! Pour les échantillons trouble et/ou colores après oxydation, reportez-vous svp au point « Remarque importante » du mode d'emploi.
- LP1W/LP2W /CADAS 100 Mesurer la cuve d'analyse (= valeur à blanc).
- Visser un Dosicap B (LCK 313 B) de couleur orange sur la cuve.
- Mélange le contenu de la cuve en la retournant plusieurs fois de suite. Attendre 2min,
- mélanger de nouveau, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.



Figure IV.11: Mode d'épuration d'analyse chrome

IV-10 Cuivre :

a. Principe

le cuivre est le meilleur conducteur d'électricité. Le cuivre a une conductivité de 100 % et, grâce aux avancées technologiques modernes, il peut même atteindre une conductivité de 101 % par rapport à sa propre norme lorsque l'oxygène est supprimé.

b. Mode opératoire

- pipetter soigneusement 2,0 ml.
- Retourne la cuve plusieurs fois jusqu'à ce que le lyophilisat se soit Complètement dissous.
- Après 3minute, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.
- Insérer la cuve dans le compartiment pour cuves DR 1900 ; Accéder à méthodes LCK/TNT plus .Sélectionner le test, appuyer sur MESURER.



Figure IV.12: Mode d'épuration d'analyse cuivre

Chapitre VI : Résultats et discussion



V -1 Résultats de la Température :

Tableau V .1 : résultats des analyses des températures obtenues

Résultat	Avant	Après	Norme
T(°C)	20	20	<30

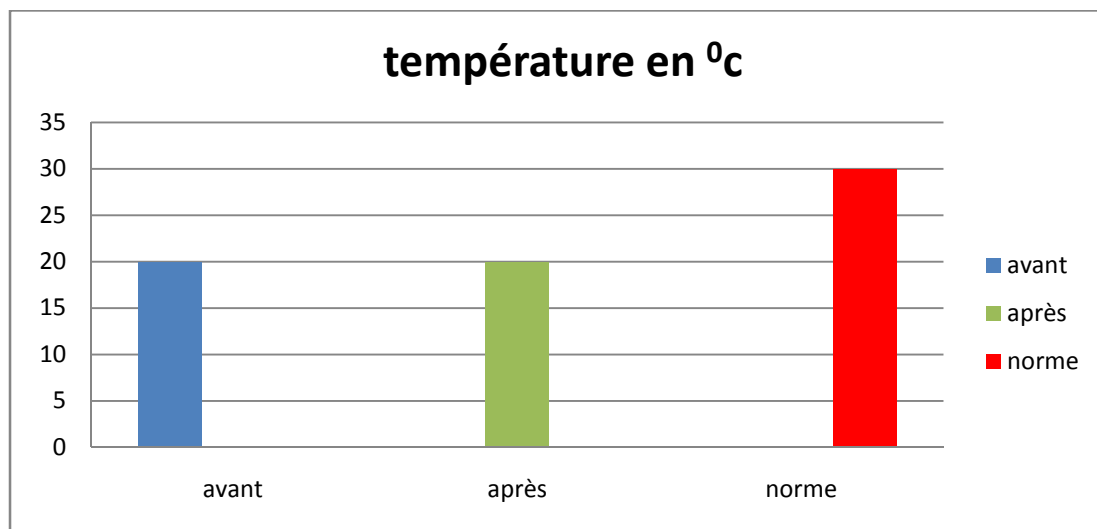


Figure V .1 : résultats des analyses de température

La discussion

La température de l'eau est critique car c'est une qualité importante dans les paramètres environnementaux. Il est important de mesurer la température de l'eau.

Réglementairement, les eaux usées, autres que domestiques, doivent être ramenées à une température inférieure à 30 °C

A travers les résultats obtenus, on constate que les valeurs sont acceptables et saisonnières.

Résultat et Discussion

V.2 Résultat du pH :

Tableau V .2 : résultats des analyses des pH obtenues

Résultat	Avant	Après	Norme
pH	7,86	8,30	6,5_8,5

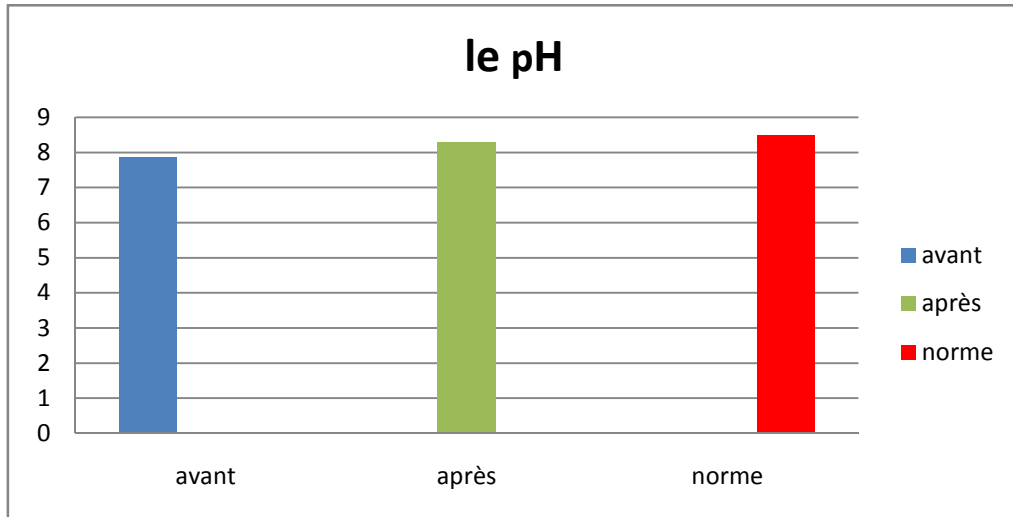


Figure V .2 : résultats des analyses de pH

La discussion

Les eaux usées, une fois décontaminées, sont généralement remises à pH avant rejet dans le milieu ; cette étape est intimement liée au type de méthode de décontamination utilisée. En effet, réglementairement, ces rejets doivent avoir un pH compris entre 6,5 et 8.5.

D'après les résultats obtenus les valeurs du pH sont dans les normes.

V.3 La matière en suspension (MES) :

Tableau V. 3 : résultats des analyses des MES obtenues

Résultat	Avant	Après	Norme
MES mg /l	33.5	15.5	<30

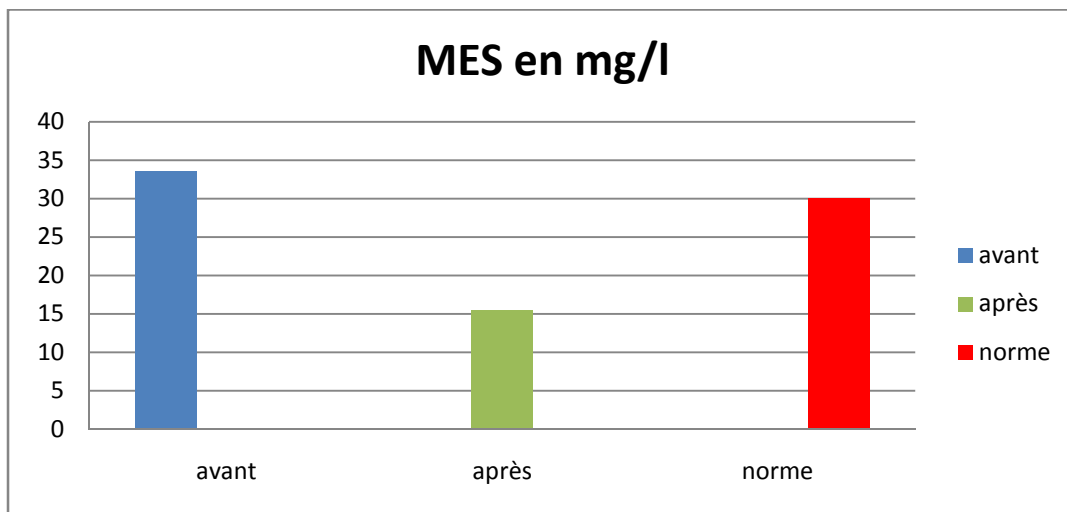


Figure V.3 : résultats des analyses de MES

La discussion

Dans un rejet industriel, les MES sont souvent présentes. Il existe deux grands types de sources de MES : une source naturelle (sable, terre, limon, plancton, etc.) et une source anthropique (rejets urbains, agricoles ou industriels).

On remarque que la valeur de MES avant traitement est élevée, mais elle diminue après le traitement, et cela est dû à l'efficacité du procédé de traitement.

V. 4 Demande chimique en oxygène (DCO) :

Tableau V. 4: résultats des analyses des DCO obtenues

Résultat	Avant	Après	Norme
at			
DCO	33,1	19,6	<120
mg/l			

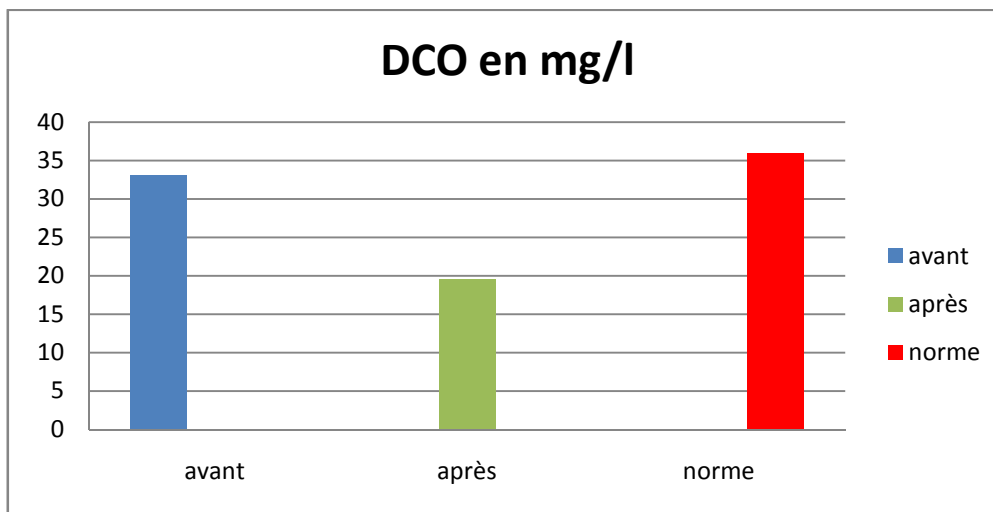


Figure V .4 : résultats des analyses de DCO

La discussion

La DCO reste actuellement le paramètre global le plus fiable pour la mesure de l'oxydabilité et de la dégradabilité de la pollution organique des eaux usées.

La DCO est particulièrement indiquée pour mesurer la pollution chimique d'un rejet industriel. D'un point de vue réglementaire, c'est également l'un des paramètres d'évaluation utilisé pour estimer les redevances.

En sortie de station d'épuration, la DCO ne représente qu'une petite partie de la DCO, cela est dû à l'efficacité du procédé de traitement .

V.5 Demande biologique en oxygène pendant 5 jours (DBO₅) :

Tableau V. 5 : résultats des analyses des DBO₅ obtenues

Résultat	Avant	Après	Norme
DBO ₅ mg/l	9	1	40

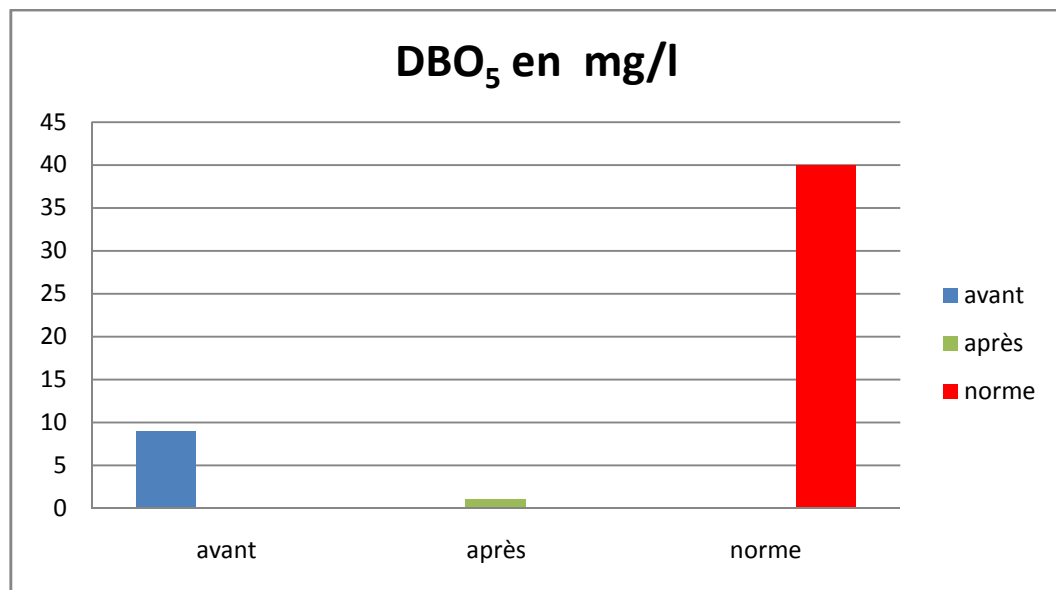


Figure V .5 : résultats des analyses DBO5

La discussion

La demande biochimique en oxygène sur cinq jours ou DBO₅ est également un paramètre de somme couramment utilisé pour caractériser une eau notamment les eaux de STEP ou de lagunage industriel.

Les valeurs de DBO₅ avant et après le traitement sont dans les normes.

V. 6 l 'oxygène dissous :

Tableau V .6 : résultats des analyses de l 'oxygène dissous obtenues

Résultat	Avant	Après	Norme
O ₂ dessuer mg /l	8,06	8,55	<40

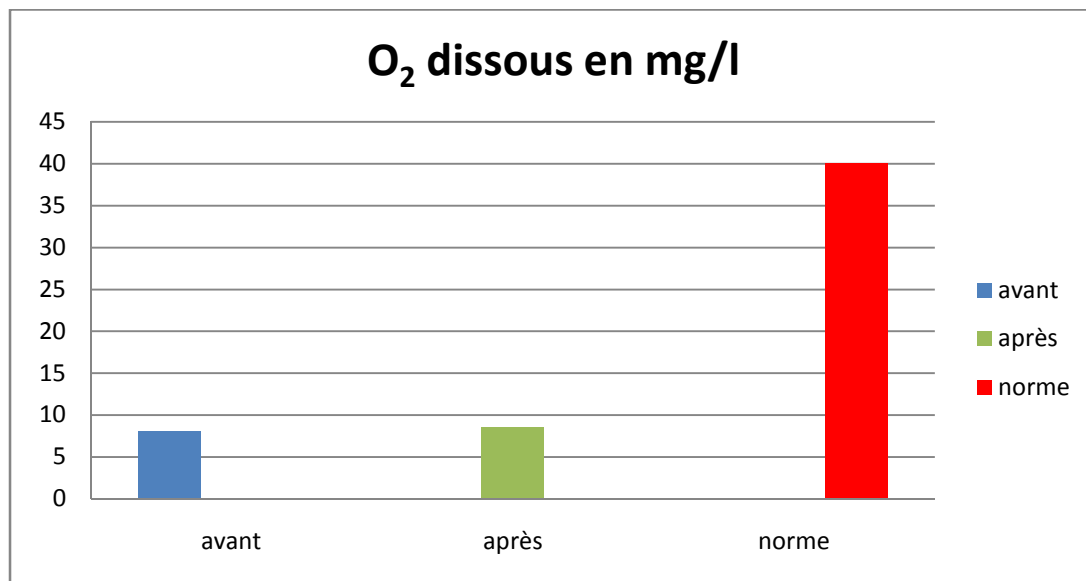


Figure V .6 : résultats des analyses d'oxygène dissous

La discussion

L'oxygène dissous est également un paramètre important pour les industriels qui ont choisi un traitement biologique de leurs eaux usées.

La présence de matière organique réduit la teneur en oxygène dissous dans l'eau par oxydation à travers un procédé microbiologique. La teneur diminue quand la température augmente ou que la pression atmosphérique diminue avec l'altitude

Les valeurs avant et après le traitement sont dans les normes.

V . 7 Les huiles et les gras :

Tableau V .7 : résultats des analyses des huiles et gras obtenues

Résultat	Avant	Après	Norme
Huile et grasmg /l	23	8,4	<40

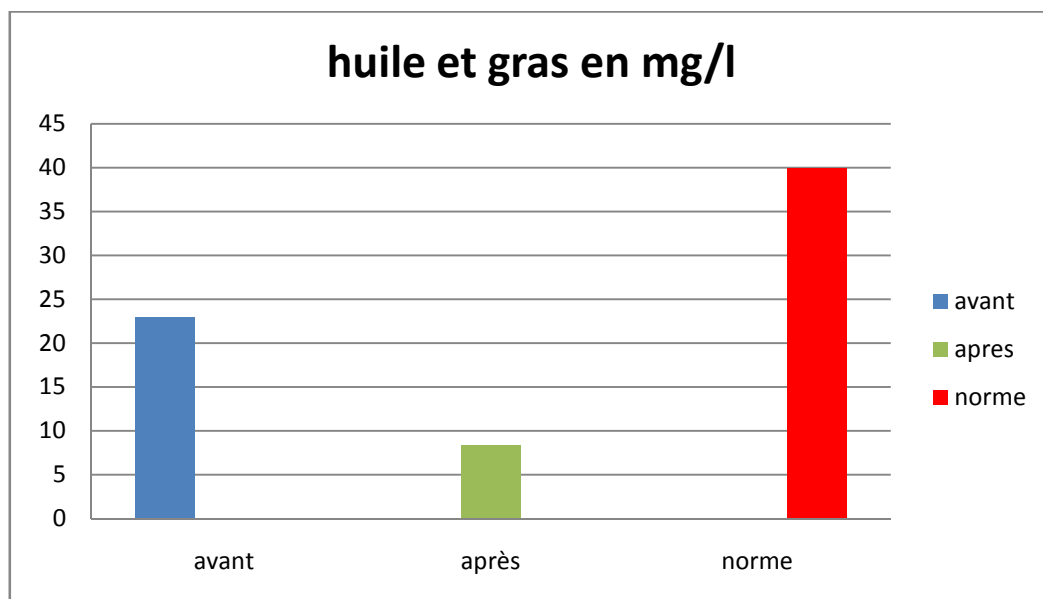


Figure V .7 : résultats des analyses de huile et gras

La discussion

L'eau huileuse se trouve généralement dans les systèmes d'évacuation d'eau des sentines et dans les eaux usées issues des processus industriels. L'évacuation de l'eau huileuse est globalement problématique car elle pollue l'environnement. Par conséquent, les valeurs limites légales maximales autorisées de teneur en huile dans l'eau résiduelle sont de plus en plus strictes.

Les valeurs des huiles et les gras sont toujours dans les normes.

V.8 Chrome :

Tableau V.8 : résultats des analyses de chrome obtenues

Résultat	Avant	Après	Norme
Chrome mg /l	0,061	0,041	<0,2

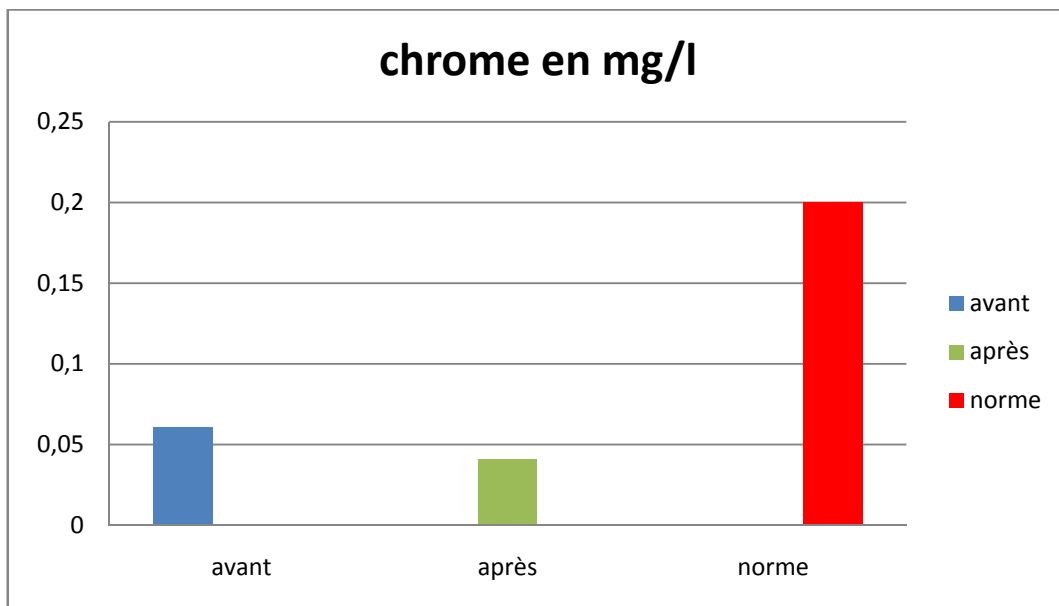


Figure V.8 : résultats des analyses de chrome

La discussion

Dans les systèmes aquatiques, la toxicité des dérivés solubles du chrome varie en fonction de la température, du pH, de la dureté de l'eau ainsi que des espèces d'organismes aquatiques concernés. Les chromates ont une bonne solubilité dans l'eau, mais dans le milieu naturel, ils se transforment aisément, en présence de matières organiques oxydables, en composés de chrome(III), lesquels sont stables et de moindre hydrosolubilité.

A travers les résultats obtenus, on constate que les valeurs sont acceptables.

Résultat et Discussion

V.9 Fer :

Le fer est l'élément chimique de numéro atomique 26, de symbole Fe.

Tableau V.9 : résultats des analyses de fer obtenues

Résultat	Avant	Après	Norme
Fe mg /l	4	0,41	<5

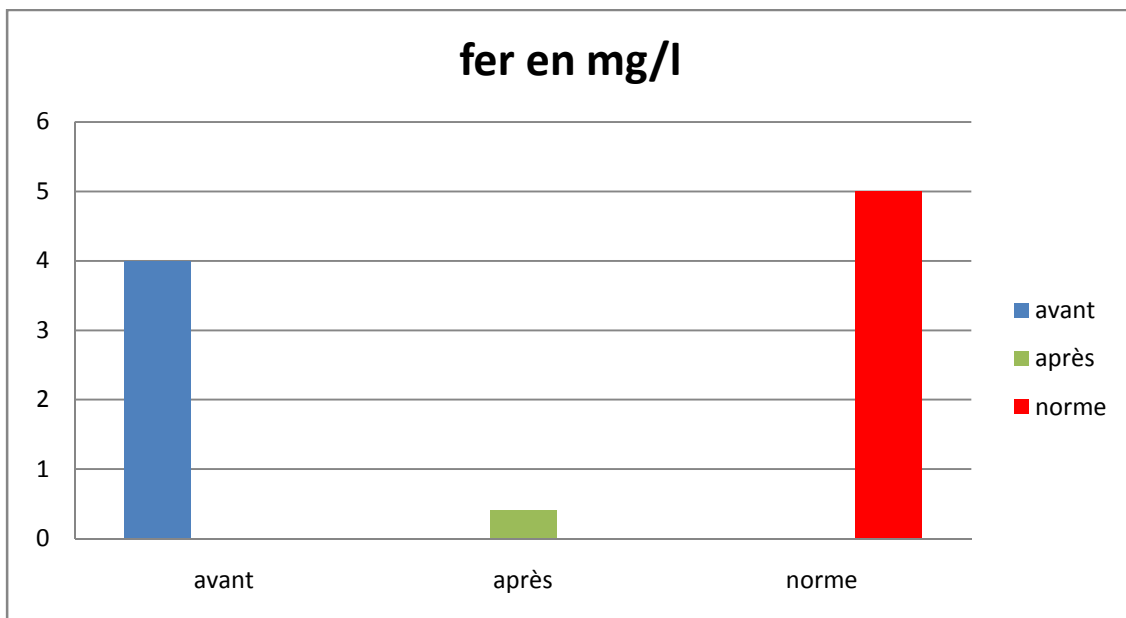


Figure V.9 : résultats des analyses de fer

La discussion

Le fer présent dans l'eau s'y retrouve sous plusieurs formes : Fer ferreux (bivalent) : libre (précipité ou dissous) ou sous forme de complexe minéraux ou organique; Fer ferrique (trivalent) : libre (précipité) ou sous forme de complexe minéraux ou organique.

Dans les eaux, la forme sous laquelle nous retrouverons le fer dépend principalement du pH et du potentiel EH volts (oxido-réduction) de la solution.

On remarque que la valeur du Fer avant traitement est élevée, mais elle diminue après le traitement, et cela est dû à l'efficacité du procédé de traitement.

V.10 Le cuivre :

Le cuivre est un des rares métaux qui existent à l'état natif, ce qui en a fait l'un des premiers métaux utilisés par les humains

Tableau V.10 : résultats des analyses de cuivre obtenues

résultat	avant	après	norme
Cu	0.17	0.04	<5

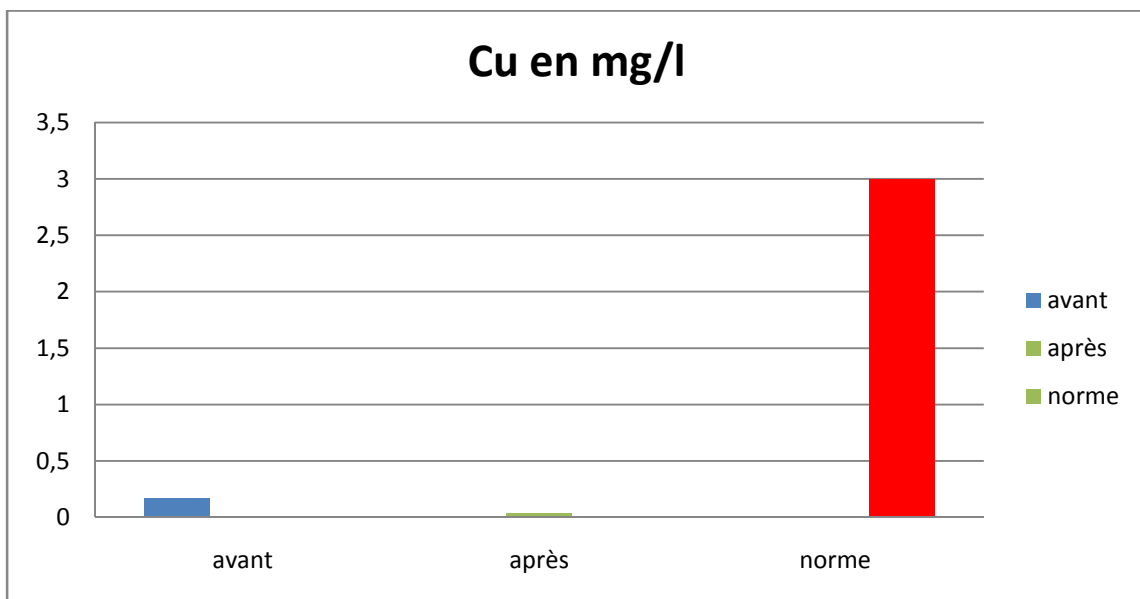


Figure V.10 : résultats des analyses de cuivre

La discussion

Le cuivre est un métal de transition. C'est un oligo-élément. Il est indispensable à la vie en faible quantité, et toxique en quantité plus importante.

On remarque que la valeur du Cuivre avant traitement est faible, et diminue après le traitement, et cela est dû à l'efficacité du procédé de traitement.

Conclusion Générale



Conclusion Générale

Les installations industrielles situées à proximité de la mer sont considérées comme l'une des causes les plus importantes et les plus dangereuses de pollution de l'environnement, ce qui entraîne un déséquilibre majeur des systèmes végétal et animal. C'est pourquoi nous devons surveiller périodiquement ces installations.

Il est encourageant de constater que les résultats des analyses effectuées à l'unité Topping de Skikda sur les eaux usées industrielles sont conformes aux normes légales en vigueur en Algérie. Cependant, étant donné que l'unité Topping est considérée comme l'une des sources de pollution de la mer Méditerranée, il est important de mettre en place des mesures préventives et de continuer à améliorer les pratiques environnementales pour réduire davantage la pollution. Voici quelques recommandations qui peuvent contribuer à cet objectif :

1. Acquérir une meilleure connaissance des quantités de boues générées par l'unité Topping en réalisant des analyses régulières pour constituer une base de données fiable. Cela permettra de mieux gérer et traiter les boues de manière appropriée.

2. Mettre en place une démarche environnementale complète qui commence par l'identification des impacts de l'activité sur l'environnement, en mettant l'accent sur les impacts sur l'eau. Cela inclut le contrôle des rejets, la surveillance de la qualité des eaux souterraines et la protection des aquifères susceptibles d'être pollués par l'activité de l'unité Topping.

3. Concevoir et construire les installations de stockage de manière à éviter tout contact entre les déchets et le milieu naturel. Il est essentiel de prévenir les fuites, les déversements ou les infiltrations qui pourraient contaminer les sols et les cours d'eau avoisinants.

4. Effectuer des contrôles réguliers des paramètres de traitement des eaux usées pour garantir une épuration efficace et conforme aux normes établies par la réglementation. Cela nécessite une surveillance constante des processus de traitement et ajustements si nécessaire.

5. Mettre en place un suivi régulier des indicateurs environnementaux pour détecter les éventuels dysfonctionnements ou écarts par rapport aux objectifs environnementaux fixés. En cas de problèmes identifiés, il est important de mettre en œuvre des actions correctives appropriées pour remédier à la situation.

Références bibliographiques



[1] M. Metahri, « Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou », Mémoire de doctorat, Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ,2012.

[2] D'après RODIER et al (2005)

[3] S. Dauphin, « Connaissance et contrôle du fonctionnement des stations d'épuration, intérêt et limites des moyens métrologiques actuels application à la gestion hydraulique d'un décanteur secondaire », Thèse de doctorat, Université luis pasteur de Strasbourg France ,1998.

[4] F. Ladjet, « Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement », CFMA, Boumerdes, 2006, P80.

[5] K.Bengouga, «Contribution à l'étude du rôle de la végétation dans l'épuration des eaux usées dans les régions arides », Thèse de doctorat, Université Mohamed Khider Biskra, 2010.

[6] (GROSCLAUDE, 1999)

[7] (REJSEK, 2002)«Evaluation de l'efficacité de la station d'épuration de GUELMA (N-EST ALGERIE)»,Thèse de doctorat, Université BADJI MOKHTAR- ANNABA 2018.

[8] (Desjardins, 1997).

[9] M. Metahri, « Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes cas de la STEP est de la ville de Tizi-Ouzou », Mémoire de doctorat, Université mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou ,2012.

[10]« Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau 2017 Les eaux usées une ressource inexploitée », 2018. <https://unesdoc.unesco.org> (consulté le juin 13, 2020).

[11] (Faby, 1997),«Utilisations des eaux d'une Station d'épuration pour L'irrigation des essences Forestières urbaines », Thèse de doctorat, UniversitéMentouri Constantine2006.

[12] (Baumont et al, 2004).

[13] (Pesson et al. ,1976)

[14] (Kim b, 2014),«Contribution à l'évaluation de la qualité des effluents industriels au niveau de l'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager « ENIEM »»,Thèse de doctorat, UniversitéMouloud MAMMERI de Tizi-Ouzou 2015.

[15] Source : adapté d'Asano (1998) et du site Internet du ministère de la Santé du Canada (www.hc-sc.gc.ca)

[16] Gaid, A., Epuration biologique des eaux usées urbaines. Office des publications universitaires, Algérie

[17] (CSHPF, 1995).

[18]« Définition : Pollution », Dictionnaire, 2020.

<http://www.toupie.org/Dictionnaire/Pollution.htm> (consulté le juin 14, 2020).

[19] (Afir et Mezoua, 1984).

[20] N. Kaffi, « Traitement des eaux usées de Touggourt par l'argile de bildet Omar », Mémoire de master, Université de Ouargla, 2013, P48.

[21] F. Hernot, « L'argile, son utilisation à l'officine », thèse de doctorat, Université de l'urf santé d'angers, 2016. P139.

[26]-**Rodier, J. (2005)**. L'analyse de l'eau eau naturelle, eau résiduaire et l'eau de mer. Paris : Dunod

[27]-**Iabbaci haytem** .Mémoire de fin étude /deplom master hydroliqueurbine .analyse des anomalie redimensionnement de la step de wilaya skikda

[28]- **RODIER .J(1996)** : Analyse de l'eau;eaux naturelles ,eaux résiduaires ,eaux de mer.8éme édition. Edition DUNOD. Paris

[29]- **Thomas, O. 1995**. Météorologie des eaux résiduaires. Ed. Cedeboc. 135p

[30]-**Gaid, A.1984**. Epuration biologique des eaux usées urbaines. Tom 1, édition OPU Alger, 261p.

[31]- **BONTOUX. J (1993)** : Introduction à l'étude des eaux douces : eaux naturelles, eaux usées, eaux de boisson. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 166p

[32]-**Aquaportail** / definition de matierdecantables / 20-02-2010/cite scientifique : www.aquaportail.com

[33]-**DALI H., ZOUAOUI K., 2007**, Réutilisation des eaux usées épurées en irrigation. Mém .Ing. Génie des procédés. Génie de l'environnement. Uni d' Ouargla.68p

[34]-**Mettahri, M.S. (2012)**.Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes .Cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou. [Thèse de Doctorat]: agronomie, génie des procédés. [Tizi Ouzou] : Université de mouloud Memmeri. 4; 21; 23; 24

[35]-**Tradat, M. H. 1992**. Chimie des eaux. Première, le griffon d'argileinc, Canada. 537p

[36]-**Dugniolle, H. (1980)**. L'assainissement des eaux résiduaires domestiques, CSTC-revue n°344, 52.

[37]-**Derni,K ;Bentifraouine ,A (2019)** ;traitement des eaux usées au niveau de la raffinerie d'arzew ,master en biologie université abdelhamid ibn badis mostaganem,29p

[38]-**Tfyeche, I. (2014)**. Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées de Ouargla au cours de leur traitement. Mémoire professionnel de fin d'étude, université kasdimerbah Wargla, Maroc, 08p

[39]-**(2002)**. The use of treated waste water in forest plantations in the near east region

[40]-**Deschamp.J**, (1984), « .Dépollué les eaux pluvials », édition Lavoirie, technique et documentation, 240 P. **Desjardins R**, (1997). Le traitement des eaux. 2ème édition. Ed. Ecole polytechnique

[41]- [Bontaux., 1994].

[42]- [Céline PERNIN 2003].

[43]-**Afir D et Mezaoua**, (1984), « Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation-floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali », mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique.