



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE DE 20 AOUT 1955 SKIKDA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE DES PROCEDES

# Mémoire

En vue de l'obtention du diplôme de

# Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie de l'environnement

Etude de l'efficacité de la station d'épuration des  
eaux industrielle au niveau de complexe de CP2K  
SKIKDA

Réalisé par :

- BOUDERMIME Houssam Eddine
- ZEROUAL Anis
- SATOUH Ouail

Encadré par :

Dr. CHEKROUD Hassina

Année Universitaire 2022- 2023

## Résumé

L'objectif de la présente étude est de vérifier l'efficacité de traitement d'épuration des eaux industrielles au niveau de complexe de CP2K SKIKDA, avec l'analyse des variations journalières des paramètres physico-chimiques : pH, température, DCO, DBO<sub>5</sub>, MES, fer total et huiles..., et les comparants avec les normes règlementaires algériennes des rejets des effluents industriels.

On peut dire que les procédés physico-chimiques et biologiques de traitement d'épuration utilisé par la SETP sont efficaces.

**Mots clés :** eaux usées industrielles, complexe CP2K, pollution, analyse physico-chimique.

## Abstract

The objective of this study is to verify the effectiveness of industrial water purification treatment at the level of the CP2K SKIKDA complex, with the analysis of the daily variations of the physic-chemical parameters: pH, temperature, DCO, DBO<sub>5</sub>, MES, total iron and oils..., and comparing them with Algerian regulatory standards for industrial effluent discharges.

I can be said that the physic-chemical and biological purification treatment processes used by the SETP are effective.

**Key Words:** waste waters, CP2K complex, pollution, physico-chemical analyst.

## المخلص

الهدف من هذه الدراسة هو التحقق من فعالية معالجة تنقية المياه الصناعية على مستوى مركب CP2K SKIKDA، مع تحليل التغيرات اليومية للمعلمات الفيزيائية والكيميائية: الأس الهيدروجيني، ودرجة الحرارة، وDCO، وDBO<sub>5</sub>، وMES، والحديد الإجمالي والزيوت...، ومقارنتها بالمعايير التنظيمية الجزائرية لتصريف المخلفات الصناعية السائلة. يمكن القول أن عمليات معالجة التنقية الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية المستخدمة بواسطة SETP فعالة.

**الكلمات المفتاحية:** مياه الصرف، مركب CP2K، التلوث، التحليل الفيزيائي الكيميائي.



# REMERCIEMENT

*Nous adressons en premier lieu notre reconnaissance à ALLAH tout puissant, de nous avoir donné la santé et la volonté d'entamer et de terminer ce mémoire.*

*Nous exprimons nos profonds remerciements à notre encadreur Dr.CHEKROUD Hassina, pour l'aide qu'elle nous a apporté, pour sa patience et sa disponibilité à notre égard et pour ses conseils multiples qui nous ont été très précieux pour structurer le présent travail et pour améliorer la qualité des différentes sections de notre mémoire. Nous la remercions vivement et nous espérons que nos efforts et nos résultats ont été à la mesure de ses attentes.*

*Nous tenons également à remercier tous nos enseignants de département de Génie des procédés de la faculté de technologie de l'université de 20 Août 1955 SKIKDA et à tous les encadreurs du Complexe CP2K.*

*Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, de près ou de loin.*




# DEDICACE

*En premier lieu je remercie Allah le tout puissant de m'avoir donné la volonté, la sante, et le courage pour réaliser ce travail*



*A mes très chers parents*

*C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédie ce modeste travail à mes parents, pour l'amour qu'ils m'ont toujours donné, leurs encouragements et toute l'aide qu'ils m'ont apporté durant mes études, que Dieu les protège pour moi.*



*Trouver ici, chère mère et cher père, dans ce modeste travail, le fruit de ma gratitude et de mon profond amour.*

*A mes très chers frères Lamine, Abderaouf et Eyad.*

*A mes très chers sœurs Safaa, Maroua et Iman.*

*A mes très chers neveux Maram, Djawad et Sadjid.*

*A tous ma famille, mes amis et mes proches où qu'ils soient.*

*A mes amis dans ce travail, ZEROUAL Anis et SATOUH Ouail que je leur souhaite le bon courage, et une belle vie.*

*A toute la promotion Génie de l'environnement.*


***BOUDERMIME Houssam Eddine***





# DÉDICACE

*Tout d'abord, je te remercie du fond du cœur pour ton don constant, ô Dieu. Les mots de louange ne remplissent pas ton droit. Merci pour ton don.*



*Je voudrais dédier cet humble travail par un profond compliment à qui tu m'as comblé de tendresse et d'espoir, intransférable à une mère*

*Les sentiments fragiles dont tu m'as béni alors prie pour que ma chère mère me soutienne en eux Ma vie qui m'a soutenu et m'a conduit à la gloire.*



*A mon très cher père qui m'a soutenu tout au long de ma vie, que Dieu les protège pour moi.*

*A tous les membres de la famille Zeroual, à mes frères Hamdane, Alal, et Amir, et mon petit frère Souhaib, qui est expatrié, que Dieu le protège et prenne soin de lui, et ma chère sœur Hadjar et sa fille Anya, puissent Dieu les protège tous, mes amis et parents où qu'ils soient, et mes amis dans ce travail, BOUDERMIME Houssam Eddine et SATOUH Ouail, je leur souhaite du succès dans leur vie et bonne chance.*

*A toute la promotion Génie de l'environnement.*

**ZEROUAL Anis**








# DEDICACE

*C'est avec une grande gratitude et des mots sincères, que je dédie ce modeste travail à mes chers parents qui ont sacrifié leur vie pour ma réussite.*



*A mon très cher père pour avoir toujours cru en moi et pour ses nombreux sacrifices,*

*A ma très chère mère pour son soutien et ses encouragements,*

*A toute ma famille et spécialement ma chère sœur,*



*A tous mes amis et mes proches où qu'ils soient,*

*A BOUDERMIME Houssam Eddine et ZEROUAL Anis mes binôme de ce travail que je leur souhaite le bon courage, et une belle vie.*

*A toute la promotion Génie de l'environnement.*

**SATOUH Ouail**



## Liste des figures

N°	Titres	Pages
<b>Figure I.1</b>	Photo montre la pollution domestique.	4
<b>Figure I.2</b>	Photo montre la pollution industrielle.	5
<b>Figure I.3</b>	Photo montre la pollution industrielle.	6
<b>Figure I.4</b>	Photo montre la pollution pluviale.	6
<b>Figure I.5</b>	Pollution organique.	7
<b>Figure I.6</b>	Pollution thermique.	8
<b>Figure I.7</b>	Pollution chimique.	9
<b>Figure I.8</b>	Pollution d'hydrocarbures.	10
<b>Figure II.1</b>	Schéma montre les étapes de traitement des eaux usées.	19
<b>Figure II.2</b>	Poste de prétraitement des eaux usées en tête de la station d'épuration.	20
<b>Figure II.3</b>	Photo présente une station de dégrillage.	20
<b>Figure II.4</b>	Bac de dessablage.	21
<b>Figure II.5</b>	Bassin de déshuilage et dessalage.	22
<b>Figure II.6</b>	Décanteur primaire.	22
<b>Figure II.7</b>	Mécanisme de lagunage.	24
<b>Figure II.8</b>	Traitement par boues actives.	26
<b>Figure II.9</b>	Principe de l'ultrafiltration A.	29
<b>Figure II.10</b>	Principe de l'ultrafiltration B.	29
<b>Figure II.11</b>	Principe d'osmose inverse.	30
<b>Figure II.12</b>	Principe de la distillation.	30
<b>Figure III.1</b>	Schéma montre l'implantation d'unité de production de PEHD.	33

<b>Figure III.2</b>	Schéma montre l'organisation d'unité CP2K.	34
<b>Figure III.3</b>	Photo représentatif des principales installations de l'unité CP2K.	35
<b>Figure IV.1</b>	Thermomètre.	38
<b>Figure IV.2</b>	pH-mètres.	39
<b>Figure IV.3</b>	Montage de titrage pour l'analyse de la DCO.	41
<b>Figure IV.4</b>	Bouteille d'incubation pour l'analyse de la DBO <sub>5</sub> .	42
<b>Figure IV.5</b>	Montage de décantation pour les huiles.	47
<b>Figure V.1</b>	Courbe présente les résultats des analyses des températures obtenus.	48
<b>Figure V.2</b>	Graphique présente les résultats des analyses du ph obtenus.	49
<b>Figure V.3</b>	Courbe présente les résultats des analyses des concentrations de DCO obtenus.	50
<b>Figure V.4</b>	Courbe présente les résultats des analyses des concentrations de DBO obtenus.	51
<b>Figure V.5</b>	Courbe présente les résultats des analyses de MES obtenus.	52
<b>Figure V.6</b>	Courbe présente les résultats des analyses de fer total obtenu.	53
<b>Figure V.7</b>	Courbe présente les résultats des analyses des huiles obtenus.	54



## Liste des tableaux

<b>N°</b>	<b>Titres</b>	<b>page</b>
Tableau V.1	Résultats des analyses des températures obtenus.	48
Tableau V.2	Résultats des analyses du pH obtenus.	49
Tableau V.3	Résultats des analyses des concentrations de DCO obtenus.	50
Tableau V.4	Résultats des analyses des concentrations de DBO obtenus.	51
Tableau V.5	Résultats des analyses de MES obtenus.	52
Tableau V.6	Résultats des analyses de fer total obtenu.	53
Tableau V.7	Résultats des analyses des huiles obtenus.	54

## Liste des symboles et des abréviations

<b>T</b>	Température
<b>pH</b>	Potentiel d'hydrogéné
<b>DBO<sub>5</sub></b>	La demande biochimique en oxygène
<b>DCO</b>	Demande chimique en oxygène
<b>MES</b>	Matières en suspension
<b>OMS</b>	Organisation Mondiale de la Santé
<b>STEP</b>	Stations d'épuration
<b>C</b>	Carbone
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dioxyde de Carbone
<b>N</b>	Azote
<b>NO<sub>3</sub></b>	Nitrate
<b>P</b>	Phosphore
<b>PO<sub>4</sub><sup>-3</sup></b>	Phosphate
<b>S</b>	Soufre
<b>SO<sub>4</sub><sup>-2</sup></b>	Sulfate
<b>H</b>	Hydrogène
<b>H<sub>2</sub>O</b>	Eau
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	Ammonium
<b>Cl<sub>2</sub></b>	Chlore gazeux
<b>NaClO</b>	Hypochlorite de sodium
<b>(Ca(ClO)<sub>2</sub></b>	Hypochlorite de calcium
<b>NaClO<sub>2</sub></b>	Chlorite de sodium

<b>UF</b>	Ultrafiltration
<b>CP2K</b>	Complexe pétrochimique 2 Skikda
<b>ENIP</b>	Entreprise Nationale des Industries Pétrochimiques
<b>BAD</b>	Banque Algérienne de Développement
<b>PEHD</b>	Polyéthylène haute densité
<b>CP1K</b>	Complexe Pétrochimique 1 de Skikda
<b>FIR</b>	Force d'Intervention et de Réserve
<b>GLIK</b>	Complexe de liquéfaction du gaz naturel 1 Skikda
<b>REPSOL</b>	Refineria de Petroleo de Escombros en espagnol
<b>MVS</b>	Matières volatil en suspension
<b>TPTZ</b>	(2, 4,6-tripyridyl-s-triazine)

# Sommaire

Remerciement.

Dédicace.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Liste des symboles et des abréviations

Introduction générale.....1

## **CHAPITRE I : Pollution des eaux usées**

I.1 Introduction .....	3
I.2 Définition d'une eau usée .....	3
I.3 Définition de la pollution de l'eau .....	3
I.4 Origines de pollution des eaux.....	4
I.4.1 La pollution domestique.....	4
I.4.2 Pollution industrielle .....	4
I.4.3 Pollution agricole .....	5
I.4.4 Pollution pluviales.....	6
I.5 Les différents types des pollutions des eaux.....	7
I.5.1 La pollution organique .....	7
I.5.2 Pollution biologique .....	7
I.5.3 Pollution thermique .....	7
I.5.4 Pollution radioactive .....	8
I.5.5 La pollution chimique .....	9
I.5.6 Les détergents.....	9
I.5.7 Les hydrocarbures .....	9
I.5.8 La pollution agricole .....	10

I.5.9 Pesticides.....	10
I.5.10 Engrais chimique.....	10
I.6 Les paramètres de pollution.....	11
I.6.1 Les paramètres physico-chimiques .....	11
I.6.1.2 La potentielle d'hydrogéné (pH).....	11
I.6.1.3 La conductivité.....	11
I.6.1.4 Demande biologique en Oxygène (DBO) .....	11
I.6.1.5 Demande chimique en oxygène (DCO) .....	12
I.6.1.6 Matières en suspension.....	12
I.6.1.7 La turbidité .....	12
I.6.1.8 Métaux lourds.....	13
I.6.1.9 Couleur .....	13
I.6.1.10 Odeur .....	13
I.6.1.11 Chrome total .....	13
I.6.2 Les paramètres biologiques.....	14
I.6.2.2 Les coliformes fécaux.....	14
I.6.2.3 Les streptocoques fécaux.....	14
I.6.2.4 Les Salmonelles .....	14
I.6.2.5 Les germes pathogènes .....	14
I.6.2.6 Les virus.....	15
I.7 Impacts la pollution des eaux.....	15
I.7.1 Sur l'environnement.....	15
I.7.1.1 Diminution de la teneur en oxygène dissout.....	15
I.7.1.2 Prolifération d'algues.....	15
I.7.1.3 Modification physique du milieu récepteur .....	15
I.7.2 Sur la santé de l'homme .....	16
I.7.3 Sur l'économie .....	16

I.8 Conclusion.....	17
---------------------	----

## **CHAPITRE II : Procèdes de traitement des eaux usées**

II.1 Introduction .....	18
II.2 Pollution des milieux naturels .....	18
II.3 Les stations d'épuration (STEP).....	18
II.4 Définition d'épuration des eaux.....	19
II.5 Procèdes d'épuration des eaux usées.....	19
II.5.1 Prétraitement.....	19
II.5.1.1 Le Dégrillage et tamisage.....	20
II.5.1.2 Le Dessablage.....	21
II.5.1.3 Le Dégraissage/Déshuilage .....	21
II.5.2 Le traitement primaire (décantation primaire).....	22
II.5.3 Traitement secondaire.....	23
II.5.3.1 Traitement anaérobique.....	23
II.5.3.2 Traitement aérobie.....	24
II.5.3.3 Le lagunage .....	24
II.5.3.4 Les boues activées .....	25
II.5.4 Le traitement tertiaire.....	26
II.5.4.1 L'élimination de l'azote.....	26
II.5.4.2 L'élimination du phosphore .....	27
II.5.4.3 Elimination et traitement des odeurs .....	27
II.5.4.4 La désinfection .....	27
II.6 Autres procédés de traitement de l'eau.....	28
II.6.1 La microfiltration.....	28
II.6.2 L'ultrafiltration .....	28
II.6.3 Osmose inverse .....	29
II.6.4 La distillation .....	30



II.7 Conclusion.....	31
----------------------	----

### **CHAPITRE III : Présentation du complexe CP2K**

III.1 Historique.....	32
III.2 Situation géographique du complexe CP2K .....	32
III.3 Organisation de l'unité CP2K .....	33
III.4 Mission du complexe .....	34
III.5 Les principales zones du complexe.....	36
III.5.1 Zone off site.....	36
III.5.2 Zone humide.....	36
III.5.3 Zone sèche.....	36
III.5.4 Zone bâtiment.....	36

### **Chapitre IV : Matériels et méthodes**

IV.1 Introduction.....	37
IV.2 Prélèvement d'échantillons.....	37
IV.3 Les analyses physico-chimiques.....	37
IV.3.1 Détermination de la température .....	37
IV.3.2 Détermination de pH.....	38
IV.3.3 La détermination de demande chimique en oxygène DCO .....	39
IV.3.4 La détermination de La demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	41
IV.3.5 Détermination des matières en suspension (MES) .....	42
IV.3.6 Détermination du fer total .....	43
IV.3.7 Détermination des huiles .....	45

### **CHAPITRE V : Résultats et discussion**

V.1 Introduction.....	48
V.2 Evaluation de la variation spatiotemporelle des paramètres physiques.....	48
V.2.1 Evaluation spatiotemporelles de la température .....	48
V.2.2 Evaluation spatiotemporelles du potentiel hydrogène .....	49

V.2.3 Evaluation spatiotemporelle de la DCO .....	50
V.2.4 Evaluation spatiotemporelle de la DBO .....	50
V.2.5 Evaluation spatiotemporelles de la matière en suspension(MES) .....	51
V.2.6 Evaluation spatiotemporelles de fer total.....	52
V.2.7 Evaluation spatiotemporelles des huiles .....	53
Conclusion générale .....	55
Références bibliographiques .....	56



# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

L'eau est une ressource naturelle très limitée dans les régions semi-arides. Elle est très demandée. Elle est nécessaire à toutes activités socio-économiques. Certaines activités sont plus exigeantes en eau et d'autres plus prioritaires, mais le plus souvent l'eau qui sera utilisée est toujours dégradée et polluée.

La situation actuelle en Algérie se caractérise par un déséquilibre entre les besoins et les ressources disponibles. L'explosion démographique et le développement économique et social du pays ont induit durant les deux dernières décennies écoulées, un accroissement considérable des besoins en eau potable, industrielle et agricole. Les besoins exprimés par les différents utilisateurs sont nettement supérieurs aux ressources en eau mobilisées, ce qui engendre des conflits d'affectation et nécessite parfois des arbitrages difficiles.

En outre, les pollutions des nappes et des ressources superficielles par les rejets domestiques, industriels et agricoles dépassent de loin les capacités de traitement des systèmes d'épuration. Ces dégradations réduisent les volumes d'eau susceptibles d'être utilisés et/ou réutilisés.

Les eaux usées issues des industries et des collectivités ne devraient pas être directement rejetées dans le milieu naturel, car sans traitement elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique. Par conséquent, elles devraient être dirigées vers les stations d'épuration qui ont pour rôle de concentrer la pollution contenue dans ces eaux usées sous forme d'un résidu et de rejeter une eau épurée répondant aux normes admises par la législation nationale.

D'après un rapport publié par l'Office National d'Assainissement (ONA) en 2015, l'Algérie compte 120 stations d'épuration qui produisent un volume de 14,6 millions de mètres cubes par mois d'eaux usées épurées. Toutefois ce volume reste très réduit par rapport aux grandes quantités d'eaux usées produites et qui sont déversées continuellement dans les différents milieux naturels.

Depuis les années 80, l'Algérie a engagé un vaste programme de construction des stations d'épuration. Cependant, une grande partie de ces stations fonctionne avec des rendements épuratoires souvent faibles si elles ne sont pas déjà à l'arrêt.

La dépollution des eaux usées nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physique, chimique et biologique. En dehors des plus gros déchets présents dans

les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée et phosphorée, certains procédés permettent même l'élimination de l'azote. Ces polluants sont transférés en grande majorité de la phase liquide vers une phase concentrée boueuse.

L'objectif de ce travail consiste à évaluer les performances épuratoires et les rendements de la station d'épuration au niveau de Sonatrach unité CP2K Skikda en analysant quelques paramètres physico-chimiques tel que la : DCO, DBO<sub>5</sub>, MES, Turbidité, les huiles, fer totale, chrome totale, le pH et la température. Ce travail sera organisé en cinq chapitres :

Ce présent travail est subdivisé principalement en deux parties :

✓ Une partie théorique comportant trois grands chapitres :

- Le premier chapitre donne des généralités sur les eaux usées (origine, composition, types et paramètres de pollution,).
- Le deuxième chapitre traite les différents procédés de traitement des eaux usées.
- Le troisième chapitre c'est une présentation du zone d'étude.

✓ La seconde partie de l'étude est axée sur l'expérimentation, elle est présentée en deux chapitres :

- Le quatrième chapitre est consacré à la description des matériels et méthodologie.
- Le cinquième chapitre présente les résultats expérimentaux trouvés et leurs interprétations.
- Et enfin, une conclusion générale est donnée pour résumer les principaux résultats obtenus lors de ce travail.

# **Pollution des eaux usées**



## **I.1 Introduction**

Les eaux résiduaires urbaines (ou eaux usées), sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine. Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriel. Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible et la moins affectant [1].

Ce chapitre a pour objectif de donner une idée sur les origines, la pollution des eaux usées, les impacts et les paramètres de pollution [1].

## **I.2 Définition d'une eau usée**

« La pollution de l'eau s'entend comme, une modification défavorable ou nocive des propriétés physicochimiques et biologiques, produite directement ou indirectement par les activités humaines, les rendant impropres à l'utilisation normale établit » [2]. Les eaux usées sont toutes les eaux des activités domestiques, agricoles et industrielles chargées en substances toxiques qui parviennent dans les canalisations d'assainissement. Les eaux usées englobent également les eaux de pluies et leur charge polluante, elles engendrent au milieu récepteur toutes sortes de pollution et de nuisance [3].

## **I.3 Définition de la pollution de l'eau**

La pollution est une dégradation de l'environnement par l'introduction dans l'air, l'eau ou le sol de matières n'étant pas présentes naturellement dans le milieu. Elle entraîne une perturbation de l'écosystème dont les conséquences peuvent aller jusqu'à la migration ou l'extinction de certaines espèces incapables de s'adapter au changement. [4].

Selon la loi n°3 du 19 juillet 2003, « la pollution des eaux, est l'introduction dans le milieu aquatique de toute substance susceptible de modifier les caractéristiques physiques, chimiques, et/ou biologique de l'eau. De créer des risques pour la santé de l'homme, de nuire à la faune, à la flore terrestre et aquatique »

En ce qui concerne l'eau, les milieux potentiellement sujets à la pollution sont, les nappes souterraines, les mers, les lacs, les cours d'eau ou se déversent les eaux usées [2].

## I.4 Origines de pollution des eaux

### I.4.1 La pollution domestique

Provenant des habitations, elle est en général véhiculée par le réseau d'assainissement jusqu'à la station d'épuration.

Les eaux usées domestiques se composent :

- Des eaux vannes d'évacuation des toilettes ;
- Des eaux ménagères d'évacuation des cuisines, des salles de bain

La pollution domestique se caractérise par :

- Des germes fécaux ;
- De fortes teneurs en matières organiques ;
- Des sels minéraux (azote, phosphore) ;
- Des détergents [2].



Figure I.1 : Photo montre la pollution domestique

### I.4.2 Pollution industrielle

Provenant des usines elle est caractérisée par une grande diversité, suivant l'utilisation de l'eau (process) ; tous les produits ou sous-produits de l'activité humaine se retrouvent ainsi dans l'eau, qui est un bon solvant :

- Matières organiques et graisses (industries agro-alimentaire, équarrissages...);
- Hydrocarbures (raffineries);
- Métaux (traitement de surface, métallurgie);
- Acides, bases, produits chimiques divers (industries chimiques, tanneries...);
- Eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques);
- Matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) [2].



Figure I.2 : Photo montre la pollution industrielle

### **I.4.3 Pollution agricole**

Provenant des fermes ou des cultures, elle se caractérise par :

De fortes teneurs en sels minéraux (azote, phosphore, potassium) provenant :

- Des engrais ;
- Des purins et lisiers (élevage) ;
- La présence de produit chimique de traitement (pesticides, herbicides...) [2].





Figure I.3 : Photo montre la pollution industrielle

#### I.4.4 Pollution pluviales

Les eaux de pluie ruissèlent dans les rues où sont accumulés polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par des véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique [5].



Figure I.4 : Photo montre la pollution pluviale

## I.5 Les différents types des pollutions des eaux

### I.5.1 La pollution organique

La pollution par les matières organiques est en effet une des importantes et une des plus répandue, elle est représentée par des substances plus ou moins biodégradables (sucre, protéines ....etc.) rejetées par certaines industries agroalimentaires et de conditionnement, elle comprend aussi des substances toxiques plus ou moins remuantes (phénols, hydrocarbures, tensioactifs, pesticides....etc.) et apparentés. Ses conséquences néfastes sont essentiellement dues à l'appauvrissement du milieu en oxygène [2].



Figure I.5 : Pollution organique

### I.5.2 Pollution biologique

#### ✚ La pollution microbiologique

La contamination microbiologique est une forme de pollution de l'eau engendrée par la présence de microorganismes pathogènes tels que les virus, les parasites ou les bactéries.

Ceux-ci peuvent présenter un risque pour la santé humaine ou animale [2].

### I.5.3 Pollution thermique

Cette pollution thermique a pour origine principale la production d'énergie électrique, qu'elle soit d'origine thermique classique ou nucléaire. Elle peut, dans une moindre mesure, être liée à certaines industries comme les aciéries. Il est nécessaire de refroidir les condenseurs utilisés pour augmenter le rendement des centrales thermiques. Ce refroidissement se fait avec de



l'eau prélevée soit dans les fleuves, soit dans la mer. Par la suite, l'eau ainsi réchauffée est rejetée dans le milieu naturel et contribue à augmenter la température moyenne des cours d'eau, surtout à proximité des centrales. En 1990, le prélèvement global sur le territoire français pour la production d'énergie s'élevait à 22 milliards de m<sup>3</sup> dont 98 % étaient finalement restitués au milieu naturel. Selon les prévisions de croissance de la production d'électricité en France, la température moyenne des cours d'eau concernés pourrait s'élever de quelque 10 °C à l'aval des centrales. Pour pallier ce scénario catastrophe, des tours de condensation faisant office d'aéro réfrigérants ont été mises en place et les nouvelles centrales sont préférentiellement installées sur le littoral où la pollution thermique semble poser moins de problèmes [6].



Figure I.6 : Pollution thermique

#### **I.5.4 Pollution radioactive**

Il s'agit de l'introduction, directe ou indirecte, par l'activité humaine, de substances radioactives dans l'environnement, susceptibles de contribuer ou de causer un danger pour la santé de l'homme, des détériorations aux ressources biologiques, aux écosystèmes ou aux biens matériels, une entrave à un usage légitime de l'environnement [2].



### I.5.5 La pollution chimique

La pollution chimique se traduit par un déversement des substances chimiques dans le milieu naturel Par les différentes activités de production et de fabrication, soit directement au bien indirectement, généré principalement par le secteur industriel et le secteur agricole [2].



Figure I.7 : Pollution chimique

### I.5.6 Les détergents

L'énorme utilisation de détergents (en particulier dans les ménages) à pour conséquences des nuisances importantes sur le milieu récepteur, comme la perturbation des processus d'autoépuration des eaux, et inhibe certaines espèces de micro-organisme en plus l'eutrophisation des milieux aquatique clos (lacs, étangs ....etc.) [2].

### I.5.7 Les hydrocarbures

Les hydrocarbures responsable de la pollution des eaux peuvent provenir de nombreuse sources, tels que les effluents éliminés par l'industrie pétrolière, la pétrochimie, l'atelier de sidérurgie,...etc. les hydrocarbures peuvent aussi se retrouver accidentellement dans le milieu naturel par exemple les fissure dans les réservoirs de stockages et les accidents pétroliers géants et aux opérations de forage en mer, pouvant entrainer de grandes catastrophes écologiques [2].



Figure I.8 : Pollution d'hydrocarbures

### **I.5.8 La pollution agricole**

Cette pollution est causée principalement par l'utilisation irrationnelle des engrais chimiques et les pesticides [2].

### **I.5.9 Pesticides**

Un pesticide est une substance répandue sur une culture pour lutter contre des organismes considérés comme nuisibles. C'est un terme générique qui rassemble les insecticides, les fongicides, les herbicides et les parasitocides. Ils s'attaquent respectivement aux insectes ravageurs, aux champignons, aux mauvaises herbes et aux vers parasites.

Les pesticides, leurs produits de dégradation et leurs métabolites peuvent contaminer tous les compartiments de l'Environnement (eau-sol-air) [2].

### **I.5.10 Engrais chimique**

Les engrais sont des substances, le plus souvent des mélanges d'éléments minéraux, destinées à apporter aux plantes des compléments d'éléments nutritifs, de façon à améliorer leur croissance, et à augmenter le rendement et la qualité des cultures. Le risque environnemental le plus cité est celui de la pollution de l'eau potable ou de l'eutrophisation des eaux, lorsque les engrais, organiques ou minéraux, répandus en trop grande quantité par rapport aux besoins des plantes et à la capacité de rétention des sols, qui dépend notamment de sa texture, sont entraînés vers la nappe phréatique par infiltration, ou vers les cours d'eau par ruissellement [7].

## **I.6 Les paramètres de pollution**

Les eaux usées peuvent contenir une grande quantité de polluants biologiques, tandis que d'autres sont des substances chimiques qui proviennent d'établissement industriels d'institution, d'habitation [8].

### **I.6.1 Les paramètres physico-chimiques**

#### **I.6.1.1 La température**

La température est un facteur écologique important des milieux aqueux. Son élévation peut perturber fortement la vie aquatique (pollution thermique). Elle joue un rôle important dans la nitrification et la dénitrification biologique [9].

La nitrification est optimale pour des températures variant de 28 à 32°C par contre, elle est fortement diminuée pour des températures de 12 à 15°C et elle s'arrête pour des températures inférieures à 5°C [9].

#### **I.6.1.2 La potentielle d'hydrogéné (pH)**

C'est un paramètre qui nous permet de mesurer l'acidité et l'alcalinité d'une eau dont le facteur le plus important est habituellement la concentration en anhydrique de carbone liée à la minéralisation totale. Le pH des eaux usées urbaines seules est généralement près de la neutralité, entre 7 et 7,5 environ. Un pH différent est l'indice d'une pollution industrielle [10].

#### **I.6.1.3 La conductivité**

La conductivité est la capacité d'une solution, d'un métal ou d'un gaz – autrement dit de tous les matériaux à faire passer un courant électrique. Dans une solution, ce sont les anions et les cations qui transportent le courant alors que dans un métal ce sont les électrons. Un certain nombre de facteurs entre en jeu pour qu'une solution conduise l'électricité :

- La concentration ;
- La mobilité des ions ;
- La valence des ions ;
- La température.

Chaque substance possède un certain degré de conductivité. Pour les solutions aqueuses, le niveau de la force ionique s'étend des très faibles conductivités pour les eaux ultra pures jusqu'aux très fortes conductivités pour des échantillons chimiques concentrés [2].

#### **I.6.1.4 Demande biologique en Oxygène (DBO)**

La demande biologique en Oxygène (DBO) est une mesure de l'oxygène exigé pour oxyder la matière organique, par l'action des micro-organismes contenus dans un échantillon d'eau usée. La (DBO) est le paramètre le plus employé pour définir la pollution organique aussi bien pour

les eaux usées, que pour les eaux de surfaces. La (DBO) peut être définie comme la quantité d'oxygène exigé par les microorganismes pour effectuer la décomposition biologique des matières solides dissoutes ou de la matière organique dans les eaux usées dans des conditions aérobies à une température standard de 20°C.

Les résultats d'essais de DBO sont utilisés pour les buts suivants :

- Détermination de la quantité approximative de l'oxygène requise pour la stabilisation biologique de la matière organique actuelle dans l'eau usagée.
- Détermination de la taille des équipements de traitement des eaux résiduaires.
- Mesure de l'efficacité des procédés de traitement.
- Détermination de la concentration des eaux d'égout.
- Détermination de la quantité d'eau requise pour la dilution des eaux usées [11].

#### **I.6.1.5 Demande chimique en oxygène (DCO)**

La DCO est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation chimique de toute la matière organique biodégradable ou non contenue dans les eaux à l'aide du bichromate de potassium à 150°C [9].

L'essai de DBO prend un Minimum de temps de 5 jours, et en raison de ceci, il n'est pas utile dans le contrôle de l'efficacité des procédés d'épuration. Un essai alternatif est l'essai de (DCO), qui peut être employé pour mesurer le teneur de la matière organique aussi bien dans les eaux usées, que dans les eaux normales. La (DCO) peut être déterminée en seulement 3 heures contrairement aux 5 jours d'essai de (DBO) [9].

#### **I.6.1.6 Matières en suspension**

Les eaux d'égout contiennent normalement 99.9 % d'eau et 0.1 % de solides. Analytiquement, la matière en suspension (MES) d'une eau usée est définie comme toute matière qui demeure après un étuvage à 105 °C. La matière en suspension est présente sous trois formes différentes :

1. Colloïdale ;
2. En suspension ;
3. dissoutes.

Elles peuvent ainsi être classées comme :

- (a) matières fixes ;
- (b) matières volatiles.

Les matières fixes sont généralement classées comme minéraux tandis que les matières volatiles représentent la matière organique [12].

### **I.6.1.7 La turbidité**

La turbidité constitue l'un des paramètres physiques descriptifs de l'eau c'est l'obstruction à la pénétration de la lumière dans l'eau, due à la présence de particules solides en suspension. Elle est reliée à la masse de ces particules en suspension (MES), tels que ; les argiles, limons, grains de silice et matière organique [2].

### **I.6.1.8 Métaux lourds**

Cuivre, manganèse, argent, chrome, arsenic et bore sont des cations toxiques aux micro-organismes ayant pour résultat le dysfonctionnement des installations de traitement biologiques. Elles proviennent des eaux usées industrielles. Quelques anions toxiques, incluant les cyanures et les chromates, présent dans certaines eaux industrielles peuvent, également, altérer les centrales de traitement des eaux résiduaires. Par conséquent leur présence devrait être prise en compte dans la conception des installations de traitement biologiques [13].

Une faible concentration de ces éléments dans l'environnement a un effet positif et stimule l'activité des organismes vivants ; par contre, avec une forte concentration elle inhibe la croissance et le développement et peuvent être toxiques [13].

### **I.6.1.9 Couleur**

Les eaux d'égout domestiques fraîches sont grises, Ressemblant en quelque sorte à une solution faible de savon. Au fil du temps, pendant que la putréfaction commence, elles commencent à devenir noires. La couleur des eaux d'égout septiques est plus ou moins noire ou foncée. La couleur des eaux usées industrielle dépend du procédé chimique utilisé dans les industries. Les eaux résiduaires industrielles, une fois mélangées aux eaux d'égout domestiques, peuvent également altérer la couleur [12].

### **I.6.1.10 Odeur**

Les eaux d'égout fraîches normales ont une odeur de moisi qui n'est normalement pas gênante, mais après un délai de 3 ou 4 heures, tout l'oxygène dissous présent dans les eaux d'égout est épuisé et il commence à se dégager une mauvaise odeur dus au sulfure d'hydrogène et à d'autres composés de soufre produits par les micro-organismes anaérobies [12].

### **I.6.1.11 Chrome total**

Le chrome total dans les eaux usées fait référence à la quantité totale de chrome présente dans les eaux usées provenant de diverses sources. En raison de sa toxicité potentielle, il est important de surveiller et de traiter les eaux usées pour réduire la concentration de chrome total avant leur rejet dans l'environnement [9].

## **I.6.2 Les paramètres biologiques**

### **I.6.2.1 Les coliformes totaux**

Les coliformes totaux sont des bâtonnets, anaérobie facultatif gram (-) non sporulant .ils sont capable de croitre en présence de sels biliaries et fermentent le lactose en produisant de l'acide et du gaz en 48 heures a des températures de 35 à 37° C.

La recherche et le dénombrement de l'ensemble des coliformes (coliformes totaux), sans préjuger de leur appartenance taxonomique et de leur origine, est capital pour la vérification de l'efficacité du traitement d'un désinfectant mais il est d'un intérêt nuancé pour déceler une contamination d'origine fécale [10].

### **I.6.2.2 Les coliformes fécaux**

Ce sont des bâtonnets gram (-), aérobies et facultativement anaérobies; non sporulant, capables de fermenter le lactose avec production de l'acide et de gaz à 36 et 44° C en moins de 24 heures. Ceux qui produisent de l'indole dans l'eau peptanée contenant du tryptophane à 44°C, sont souvent désignes sous le nom d'Escherichia Coli bien que le groupe comporte plusieurs souches différentes [10].

### **I.6.2.3 Les streptocoques fécaux**

Les streptocoques fécaux sont des hôtes normaux de l'intestin de l'homme et des animaux à sang chaud. Leur recherche associée à celle des coliformes fécaux constitue un bon indice de contamination fécale. Ils témoignent d'une contamination d'origine fécale ancienne tandis que les coliformes fécaux témoignent d'une contamination d'origine fécale récente [8].

### **I.6.2.4 Les Salmonelles**

Les Salmonelles est un genre de bacilles Gram négatifs, sont classées dans la famille des Enterobacteriaceae elles ont les propriétés générales des bactéries de cette famille.

Les salmonelles engendrent deux types principaux d'infection

- 1 type : lymphoïdes et paratyphoïdes : Les typhoïdes sont dues à *Salmonella typhi* tandis que les paratyphoïdes sont liées à *Salmonella paratyphi a* et à certaines souches de *Salmonella paratyphus B*

Les maladies sont contractées lors de la consommation d'eaux ou d'aliments contaminés fréquemment dans PVD a niveau d'hygiène insuffisante.

- 2 type : gastro-entérites : elles sont dues à des salmonelles ubiquistes et consécutives a la consommation d'aliments varies contaminés [8].

### **I.6.2.5 Les germes pathogènes**

Ces germes proviennent le plus souvent des cotes polluées par les égouts, les effluents et d'autres sources de pollution [10].

### **I.6.2.6 Les virus**

Une flore variée peut être trouvée dans les eaux brutes. En ce qui concerne les virus entériques, associés généralement aux infections des voies gastro-intestinales, ils peuvent également infecter d'autres parties du corps. En tant qu'agents pathogènes intestinaux, ces virus sont amenés, par l'intermédiaire des fèces, à entrer dans le système de traitement des eaux usées. Le grand nombre de virus excrétés par les personnes infectées (10 virus par gramme de fèces) explique leur charge importante dans les eaux usées brutes. Parmi les virus les plus rencontrés on trouve: les Entérovirus, les rota virus et les virus de l'hépatite A [8].

## **I.7 Impacts la pollution des eaux**

Les eaux usées rejetées dans les milieux aquatiques sans traitement préalable peuvent occasionner des dégâts irréversibles sur la santé du vivant et sur les écosystèmes [2].

### **I.7.1 Sur l'environnement**

L'incidence des rejets sur notre environnement peut s'apprécier au regard des élévations de températures, des modifications du pH, des consommations d'oxygène du milieu ainsi que des effets spécifiques inhérents à chaque polluant. Ceci conduit à la modification de l'équilibre des écosystèmes, on distingue [2].

#### **I.7.1.1 Diminution de la teneur en oxygène dissout**

La diminution du taux d'oxygène dissout accélère les mouvements respiratoires chez les poissons et favorise ainsi la pénétration des toxiques éventuellement présents dans l'eau.

En outre, certains polluants perturbent gravement la respiration des poissons et peuvent provoquer aussi leurs morts [2].

#### **I.7.1.2 Prolifération d'algues**

Ce phénomène est dû aux rejets excessifs de phosphate, d'azote, de carbone et d'autres éléments minéraux, liés aux activités humaines, dont les algues se nourrissent. On observe ce phénomène dans les milieux aquatiques dont les eaux sont peu renouvelées. Cette prolifération d'algues due à l'enrichissement des eaux en substances nutritives est responsable d'une diminution de la quantité d'oxygène indispensable à la survie des autres espèces, et menace par la même occasion leur existence [2].

#### **I.7.1.3 Modification physique du milieu récepteur**

La modification physique se traduit par une augmentation de la température, coloration de l'eau...Etc. L'ensemble de ses éléments perturbateurs prévient au milieu naturel de deux façons différentes à savoir : les rejets dans les réseaux d'égouts et les rejets diffus (lessivage des sols) [2].



### **I.7.2 Sur la santé de l'homme**

L'eau est un élément indispensable à la vie humaine. L'insuffisance ou la mauvaise qualité de l'eau est à l'origine de nombreuses maladies dans le monde, notamment dans les pays en développement où 80% des maladies sont dues à l'eau.

Les services de santé identifient cinq catégories de maladies d'origine hydrique :

- Maladies transmises par l'eau (typhoïde, choléra, dysenterie, gastroentérite et hépatite infectieuse);
- Infections de la peau et des yeux (trachome, gale, pian, lèpre, conjonctivite et ulcères);
- Parasitoses (bilharziose et dracunculose) ;
- Maladies dues à des insectes vecteurs comme les moustiques et les mouches ;
- Infections dues au manque d'hygiène (tarnaises);

Selon l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), chaque année 4 milliards de cas de diarrhées, en plus des millions d'autres cas de maladies, sont liés à un manque d'accès à l'eau propre pour la consommation humaine. Chaque année, il y a 1,7 million de personnes qui meurent à la suite de diarrhées, la plupart étant des enfants âgés de moins de cinq ans. La santé humaine est gravement touchée par les maladies liées à l'eau, de même que par la pollution due à des rejets de produits chimiques dans l'eau issue des différentes activités humaines. D'après l'UNICEF 60% de la mortalité infantile dans le monde est due à des maladies infectieuses ou parasitaires, majoritairement liées à la pollution de l'eau [14].

### **I.7.3 Sur l'économie**

Il faut se rendre compte que dépolluer reste encore actuellement une activité coûteuse. Personne ne peut nier l'absolue nécessité de prendre en compte notre environnement. En France comme dans les pays développés, la plus part des collectivités et les industries prennent en charge leurs rejets [2].

En certaines périodes de l'année, la prolifération d'algues qui viennent s'échouer et pourrir sur les côtes de la Manche conduit à des nuisances qui perturbent fortement l'activité touristique de ces régions... Cette prolifération est attribuée aux rejets de polluants azotés et Phosphorés directs ou indirects. Le maintien de l'activité touristique implique l'élimination



De ces nuisances. Ceci représente un coût et un manque à gagner important. Comme c'est souvent le cas, le secteur qui est à l'origine de la pollution n'est pas le secteur qui en subit les conséquences [2].

### **I.8 Conclusion**

Le traitement des eaux usées est un processus très important pour la vie quotidienne des habitants des villes et du monde rural, non seulement pour protéger la santé de la population et éviter les maladies infectieuses, mais aussi pour protéger l'environnement. Aujourd'hui, ce dernier objectif devient de plus en plus important et les technologies de transformation et les stations d'épuration évoluent constamment [15].



# **Procèdes de traitement des eaux usées**

## II.1 Introduction

L'objectif du traitement des eaux résiduaires est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejet édictée par la législation et pouvant par la suite être évacuée sans danger dans le milieu naturel ou bien être utilisée dans le cadre des mesures nécessaires à une bonne gestion de l'eau (recyclage), plus particulièrement en milieu industriel [16].

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires urbaines et industrielles en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré [17].

Donc globalement le traitement des eaux usées a pour but de les dépolluer suffisamment pour qu'elles n'abîment pas le milieu naturel dans lequel elles seront finalement rejetées [17].

## II.2 Pollution des milieux naturels

Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute forme de vie. Il faut extraire des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible [18]. Si les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant leur rejet dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur cette ressource, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine [18].

## II.3 Les stations d'épuration (STEP)

Elles constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci y subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel. Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport excessive en matière organique et dans certains cas, des substances minérales dans les milieux récepteurs sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, donc cette 'épuration diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques [18].

## II.4 Définition d'épuration des eaux

C'est un ensemble de techniques qui consistent à séparer les parties solides et stabiliser les polluants, soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable [19].

De manière générale, le traitement des eaux usées consiste à dégrader les composés organiques, et revient à transformer les substances suivant: carbone (C) en dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ), l'azote (N) en nitrate ( $\text{NO}_3$ ), le phosphore (P) en phosphate ( $\text{PO}_4^{-3}$ ) et le soufre (S) en sulfate ( $\text{SO}_4^{-2}$ ). L'hydrogène (H) est transformé en eau ( $\text{H}_2\text{O}$ ) [18].

## II.5 Procédés d'épuration des eaux usées

Les eaux usées sont acheminées vers la station d'épuration ou elles subissent plusieurs phases de traitement. L'objectif est de diminuer suffisamment la quantité de substances polluantes qu'elles contiennent pour que l'eau finalement rejetée dans le milieu naturel ne le dégrade pas. Le nettoyage des eaux usées obéit à une logique de préservation des ressources en eau et de protection de l'environnement. Selon le degré d'élimination de la pollution et les procédés mis en œuvre, quatre niveaux de traitement sont définis [18] :



Figure II.1 : Schéma montre les étapes de traitement des eaux usées

### II.5.1 Prétraitement

Tout traitement de dépollution doit comporter ce qu'il est convenu d'appeler un (prétraitement) qui consiste à extraire des effluents. La plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constituerait un gêne pour les traitements ultérieurs. Il s'agit d'un ensemble d'opérations physique ou mécaniques qui s'avèrent toujours indispensables. Le prétraitement est constitué par les opérations ci-après : le dégrillage, le dessablage et le déshuilage [18]. Ces trois étapes sont représentées sur la figure II.2.

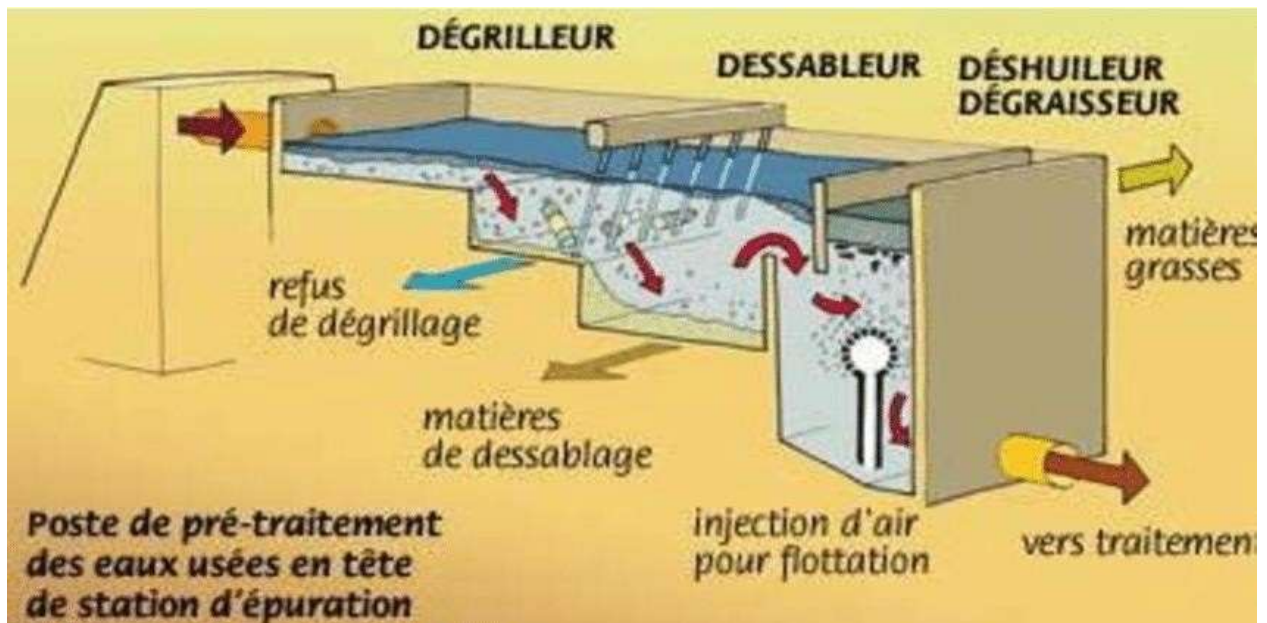


Figure II.2 : Poste de pré-traitement des eaux usées en tête de la station d'épuration.

### II.5.1.1 Le Dégrillage et tamisage

Le dégrillage est un tamisage permettant de retirer les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques et les cadavres d'animaux. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées [20].

Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage). Un dégrillage grossier permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50 mm, Un dégrillage fin permet l'élimination des matières de diamètre inférieur à 20 mm [20].



Figure II.3 : Photo présente une station de dégrillage

### II.5.1.2 Le Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autres particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion, l'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé « dessabler » entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe [21].



Figure II.4 : Bac de dessablage

### II.5.1.3 Le Dégraissage/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 (à cause du caractère hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface [20].





Figure II.5 : Bassin de déshuilage et dessalage

### II.5.2 Le traitement primaire (décantation primaire)

Le traitement primaire consiste en une simple décantation. Elle permet d'alléger les traitements biologiques et physico-chimiques ultérieurs, en éliminant une partie des solides en suspension. L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (qui s'oppose à la décantation) [22].

La décantation primaire permet d'éliminer, pour une vitesse ascensionnelle de 1.2m/h, 40 à 60% de MES, soit 40% de MO, 10 à 30 % de virus, 50 à 90% des helminthes et moins de 50% des kystes de protozoaires et entraîne également avec elle une partie des micropolluants [22].



Figure II.6 : Décanteur primaire

➤ **La décantation physique (naturelle)**

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration et de traitement des eaux, c'est un procédé de séparation des matières en suspension et des colloïdes rassemblés en floc dont la densité est supérieure à celle de l'eau ; elle s'effectue selon un processus dynamique, en assurant la séparation des deux phases solide-liquide de façon continue. Les particules décantées s'accumulent au fond du bassin, d'où on les extrait périodiquement. L'eau récoltée en surface est dite clarifiée. Elle est dirigée vers un autre stade d'épuration [11].

### **II.5.3 Traitement secondaire**

Les traitements secondaires recouvrent les techniques d'élimination des matières polluantes : carbone, azote, et phosphore. Ils constituent un premier niveau de traitement biologique.

Après décantation, l'effluent est introduits dans des bassins équipés de dispositifs d'aération ou des micro-organismes naturellement présents dans l'effluent dégradent les matières organiques dissoutes, l'air insufflé leur fournit l'oxygène nécessaire pour respirer et ils se développent et se nourrissent de la pollution organique, ces micro-organisme exercent également un effet physique de rétention de la pollution par leur propension à se rassembler en film ou floc. Les procédés rencontrés à ce stade de l'épuration mettent en jeu des bactéries qui vont dégradés la pollution organique (traitement biologique) [18].

L'élimination des polluants biologiques carbonés et azotés s'appuie sur des procédés de nature biologique, basés sur la croissance de micro-organismes aux dépens des matières organiques « biodégradables » qui constituent pour eux des aliments. Ces micro-organismes (bactéries) qui conditionnent en fonction de leur modalité propre de développement deux types de traitements [20].

#### **II.5.3.1 Traitement anaérobique**

La fermentation en anaérobie fait appel à des bactéries n'utilisant pas de l'oxygène comme accepteur finale des électrons dans le processus de biodégradation, en revanche des bactéries dites méthanogènes qui conduisent, comme leur nom l'indique, à la formation du méthane à partir de la matière organique dégradé, et à un degré moindre le dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ . Ce type de fermentation est appelé digestion en hydrologie. C'est une opération délicate qui demande une surveillance importante [18].

En effet, la température doit être maintenue à un niveau très stable et suffisamment élevé. Il faut aussi éviter les écarts brutaux de pH et les substances inhibitrices du développement bactérien, à titre d'exemple : les cyanures, les sels de métaux lourds et les phénols. Ce



système est davantage utilisé pour le traitement des effluents urbains, que pour le traitement des effluents industriels généralement toxiques pour les bactéries [21].

### II.5.3.2 Traitement aérobie

Les micro-organismes utilisés exigent un apport permanent d'oxygène pour la biodégradation, on distingue deux méthodes essentielles utilisées aux niveaux des STEP en Algérie [23].

### II.5.3.3 Le lagunage

C'est un procédé d'épuration qui consiste à faire circuler des effluents dans une série de bassins pendant un temps suffisamment long pour réaliser les processus naturels de l'autoépuration. Il est pratique dans les régions très ensoleillées, dans des bassins de faible profondeur (comme le désert) [24].

Le principe générale consiste réaliser des chaines alimentaires aquatiques formés de : le rayonnement solaire qui représente la source d'énergie qui permet la production de la matière vivante. Les substances nutritives sont apportées par l'effluent alors que les végétaux sont les producteurs du système en matière consommables et en oxygène. Les bactéries assurent la part prépondérante de l'épuration et la microfaune contribue à l'éclaircissement du milieu par ingestion directe des populations algales et bactériennes [24].

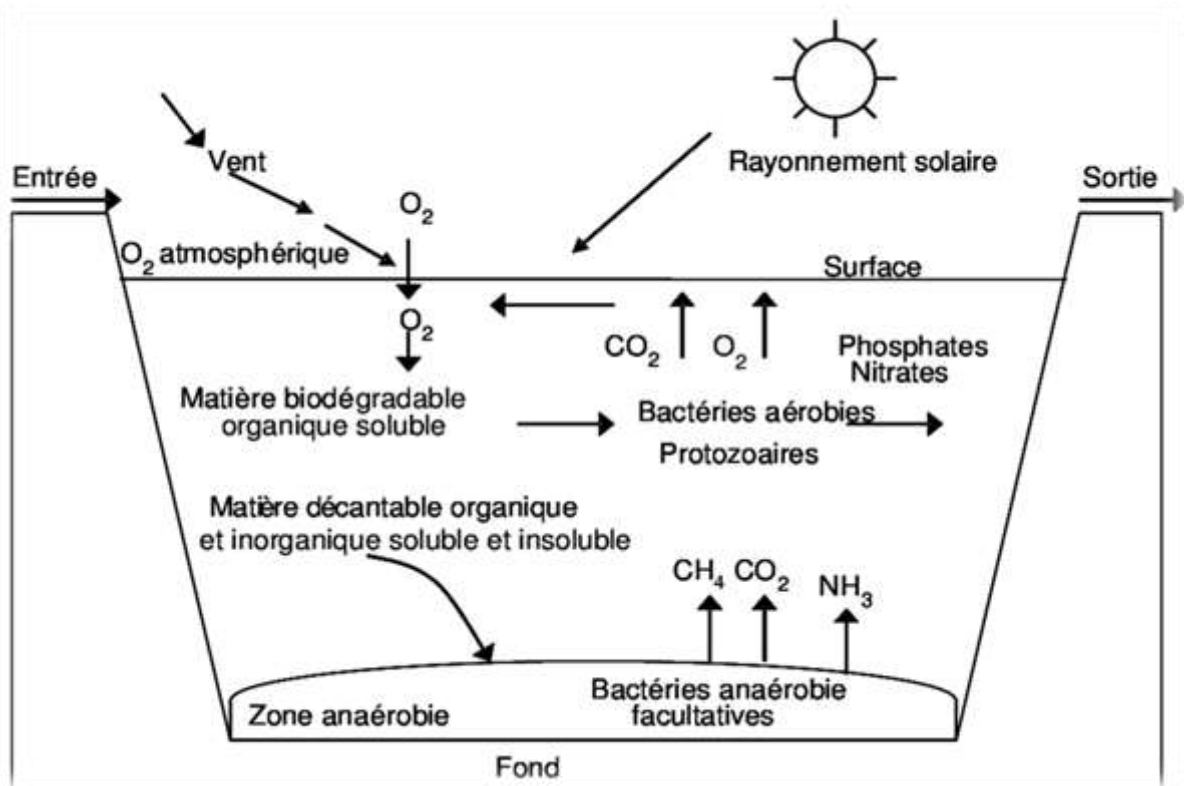


Figure II.7 : Mécanisme de lagunage

### II.5.3.4 Les boues activées

Les boues activées constituent le traitement biologique aérobie le plus répandu (OMS, 1979). Ce procédé consiste à provoquer le développement d'une culture bactérienne dispersée sous forme de flocons (MVS ou boues activées), dans un bassin brassé et aéré (bassin d'aération) et alimenté en eau à épurer [25].

Dans ce bassin, le brassage a pour but d'éviter les dépôts et d'homogénéiser le mélange des flocons bactériens et de l'eau usée (liqueur mixte) ; l'aération peut se faire à partir de l'oxygène de l'eau, du gaz enrichi en oxygène, voire même d'oxygène pur. Après un temps de contact suffisant, la liqueur mixte est envoyée dans un clarificateur appelé parfois décanteur secondaire, destiné à séparer l'eau épurée des boues. Ces dernières sont recyclées dans le bassin d'aération pour y maintenir une concentration suffisante en bactéries épuratrices.

L'excédent (boues secondaires en excès) est extrait du système et évacué vers le traitement des boues [26]. Ce système nécessite cinq (05) éléments essentiels:

- Le bassin d'aération (bassin biologique) ou la biodégradation s'effectue.
- Le système d'aération (les mammouths rotors, la turbide lente, la turbide rapide...).
- Le décanteur secondaire (le clarificateur) ou se fait la séparation entre la biomasse et l'eau épurée.
- Le système de recirculation des boues (le répartiteur).
- Système d'évacuation des boues en excès.

Les éléments polluants et leur produits de transformation, retirés de l'eau usée au cours du traitement d'épuration, se trouvent rassemblés, dans la grande majorité des cas, dans des suspensions plus ou moins concentrées, dénommée «boues ». La composition d'une boue urbaine dépend à la fois de la nature de la pollution initiale de l'eau et des procédés de traitement auxquels elle a été soumise dans la station d'épuration [17].

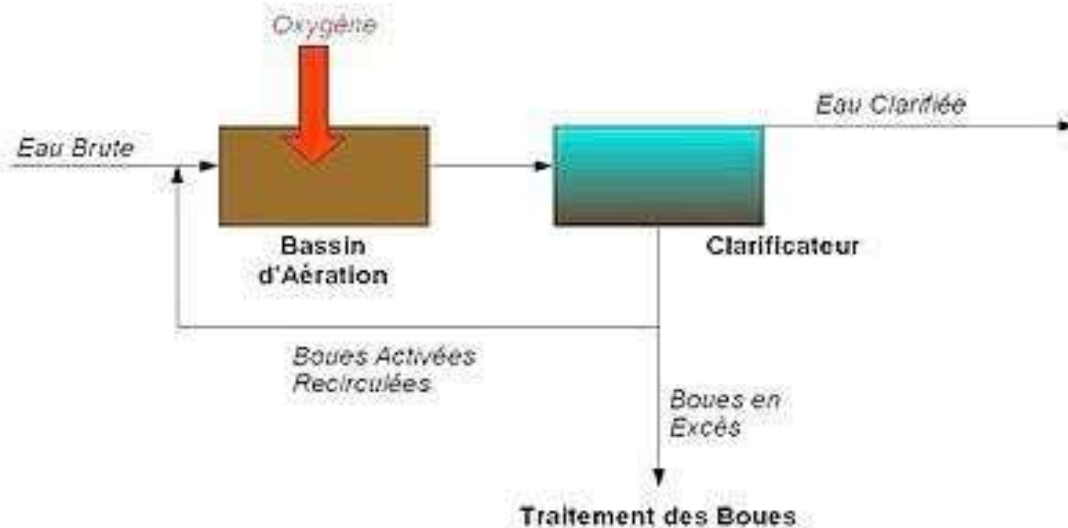


Figure II.8 : Traitement par boues activées

### II.5.4 Le traitement tertiaire

Certains rejets d'eaux traitées sont soumis à des réglementations spécifiques concernant l'élimination d'azote, de phosphore ou des germes pathogènes, qui nécessitent la mise en œuvre de traitements tertiaires. Il regroupe toutes les opérations physiques et chimiques qui complètent les traitements primaires et secondaires [15].

#### II.5.4.1 L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées, par les traitements de nitrification – dénitrification. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des procédés physiques et physico-chimiques complémentaires permettent l'élimination de l'azote par : électrodialyse, résines échangeuses d'ions, "Stripage" de l'ammoniac, mais ces traitements ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux résiduaires urbaines, pour des raisons de rendement et de coût. L'élimination de l'azote se fait généralement selon un processus biologique en deux étapes importantes [22].

- **La nitrification** : La nitrification est un processus se déroulant sous l'action de certains micro-organismes spécifiques et qui conduit à la transformation de l'ammoniac (ou de l'ammonium) en nitrate en 2 étapes : - Nitrosation : sous l'action de bactéries nitreuses aérobies (Nitrosomonas). - Nitration : par les bactéries nitrifiantes aérobies (Nitrobacter). La nitrification est une des étapes du traitement d'une eau usée qui vise la transformation de l'ammonium ( $\text{NH}_4$ ) en nitrate ( $\text{NO}_3$ ). Cette transformation est réalisée par des bactéries, en milieu aérobie [22].
- **La dénitrification** : est un processus anaérobie par lequel les nitrates sont réduits en azote et en oxydes d'azote. Les micro-organismes utilisent les nitrates comme source

d'oxydante à la place de l'oxygène et en présence d'une source d'un carbone organique qui doit être apportée dans le milieu [22].

#### II.5.4.2 L'élimination du phosphore

L'élimination du phosphore, ou "déphosphatation", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques [21].

En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues [27].

#### II.5.4.3 Elimination et traitement des odeurs

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, peuvent induire directement ou indirectement, par l'intermédiaire de leurs sous-produits d'épuration (graisses, boues), la formation d'odeurs désagréables suivant un processus de fermentation.

Les odeurs provenant des STEP sont dues aux gaz, aérosols ou vapeurs émises par certains produits contenus dans les eaux usées ou dans les composés se formant au cours des différentes phases de traitement [27].

Les sources les plus importantes d'odeurs sont :

- Les prétraitements
- Les boues et leur traitement.

Pour éviter ces nuisances, les ouvrages sensibles seront couverts et munis d'un système de ventilation ainsi que d'une unité de traitement biologique des odeurs.

On distingue généralement deux types de traitement biologique des odeurs : les bio-filtres et les bio-laveurs. Dans les premiers, la biomasse est supportée par un plancher spécifique et l'air traverse le massif (souvent de la tourbe). Les seconds réalisent un deuxième filtre grâce à une suspension. La biomasse est libre, et l'épuration se produit dans un réacteur [27].

#### II.5.4.4 La désinfection

Un abaissement de la teneur des germes, parfois exigé pour les rejets dans des zones spécifiques (zones de baignade, zones de conchylicoles) ou dans le cadre d'une réutilisation, il sera réalisé par des traitements de désinfection chimique par:

- **Le chlore** : est un oxydant puissant qui réagit à la fois avec des molécules réduites et organiques, et avec le micro-organisme. Les composés utilisés dans le traitement des eaux usées sont: le chlore gazeux ( $\text{Cl}_2$ ), l'hypochlorite de sodium ( $\text{NaClO}$ ) appelé

communément" eau de Javel", l'hypochlorite de calcium ( $\text{Ca}(\text{ClO})_2$ ), le chlore de chaux ( $\text{CaCl}_2 \cdot \text{OCl}_2$ ) et le chlorite de sodium ( $\text{NaClO}_2$ ) [22].

- **L'ozone ( $\text{O}_3$ )** : est un oxydant puissant, la désinfection par l' $\text{O}_3$  est utilisée aux États-Unis, en Afrique du Sud et au Moyen Orient essentiellement. Il permet l'élimination des bactéries, des virus et des protozoaires. C'est le seul procédé vraiment efficace contre les virus. Les tests de toxicité effectués sur des poissons, des crustacés et des algues n'ont pas permis de mettre en évidence une quelconque toxicité [22].

Le traitement tertiaire est généralement utilisé lorsque l'eau usée doit être réutilisée pour des usages non potables tels que l'irrigation, le nettoyage industriel ou l'alimentation des toilettes, ou lorsque les exigences de qualité de l'eau sont très strictes avant la libération dans l'environnement naturel [22].

## II.6 Autres procédés de traitement de l'eau

Les différents procédés de traitement de l'eau sont:

### II.6.1 La microfiltration

La microfiltration est un traitement utilisé par une majorité d'embouteilleurs et permet de séparer les matières solides du liquide au moyen d'une membrane poreuse.

Trois catégories de traitement par microfiltration existent:

- Ceux qui permettent l'élimination des matières instables et non dissoutes.
- Ceux qui influencent la population de pathogènes et de microbes.
- Ceux qui influent sur la composition chimique.

Les deux dernières techniques sont généralement utilisées pour traiter l'eau de source et l'eau du robinet. Quant à la première catégorie, on l'utilise essentiellement dans le traitement des eaux minérales. Les multiples traitements par filtration sont utilisés pour éliminer les plus petites particules et, à protéger les filtres, encore plus fins, utilisés en aval du processus [28].

### II.6.2 L'ultrafiltration

- **Définition**

L'ultrafiltration (UF) est un procédé de séparation soluté / solvant de type tamisage.

C'est une technique membranaire au même titre que la microfiltration ou l'osmose inverse.

Cependant, elles se différencient par la taille des particules séparées et les conditions de travail. Elle consiste à faire circuler un liquide tangentiellement à une membrane retenant des molécules ou des groupes de molécules de tailles variant de 0,02 à 0,1  $\mu\text{m}$  [29].

- Principe

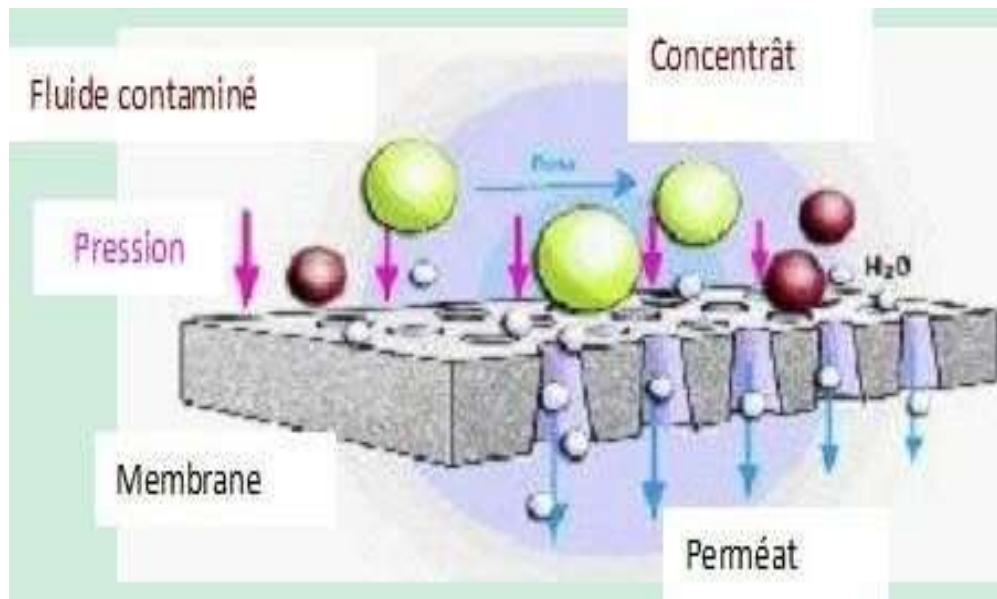


Figure II.9 : Principe de l'ultrafiltration A

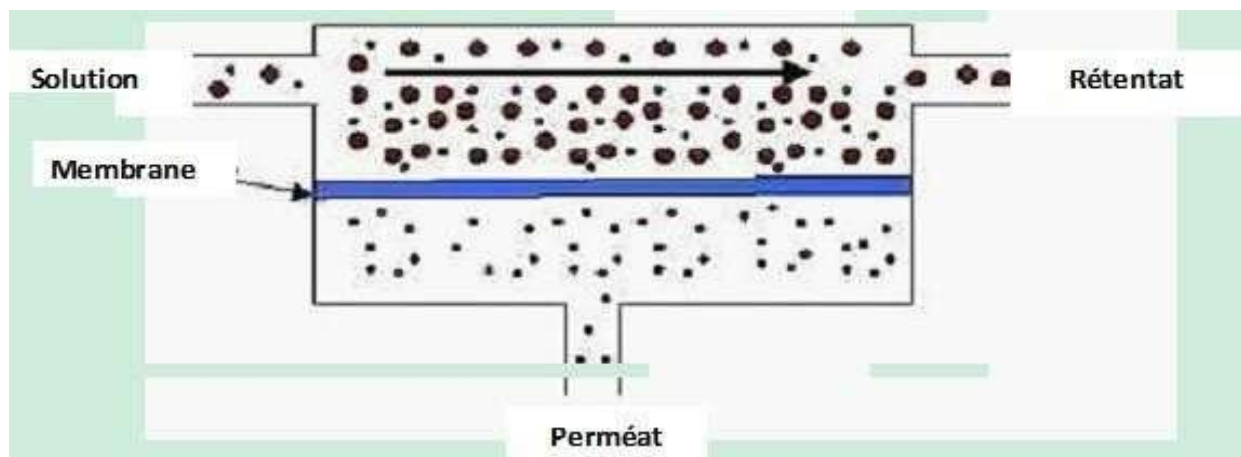


Figure II.10 : Principe de l'ultrafiltration B

### II.6.3 Osmose inverse

L'osmose inversée consiste à forcer le passage de l'eau au travers d'une membrane semi-perméable capable de bloquer près de 90 pour cent de tous les constituants.

Généralement, cette technique est recommandée pour les eaux à forte teneur en minéraux.

Peu coûteuse, l'osmose inversée, comme son nom l'indique, est le contraire du phénomène naturel de l'osmose [29].



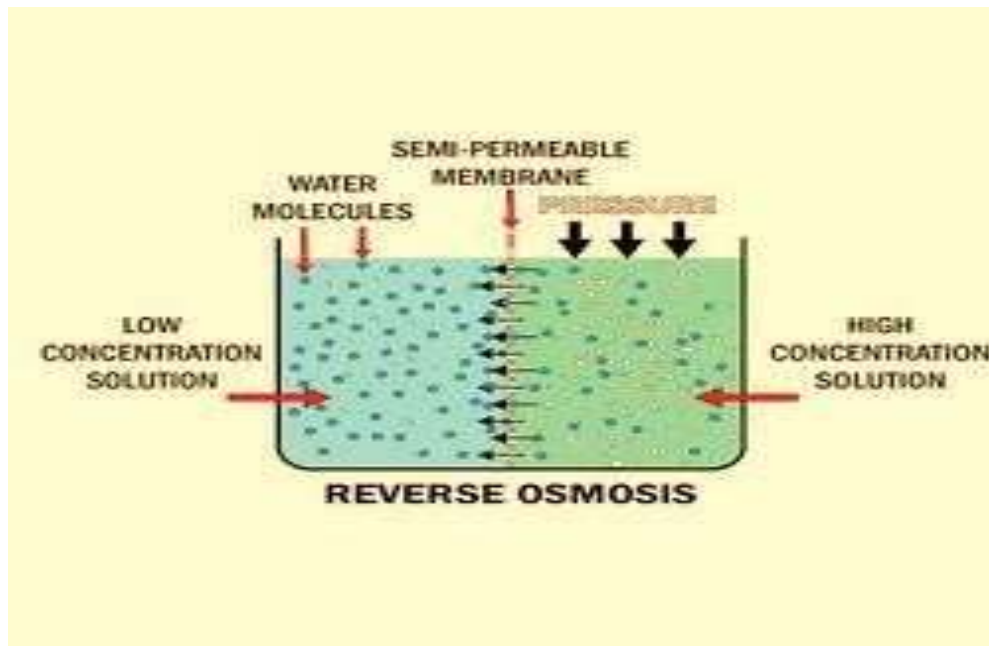


Figure II.11 : Principe d'osmose inverse

#### II.6.4 La distillation

Cette autre technique populaire auprès des embouteilleurs qui consiste à porter l'eau à ébullition et à en récupérer les vapeurs. La distillation retire tous les minéraux, les particules en suspension, la plupart des pesticides, des métaux, des polluants organiques [29].

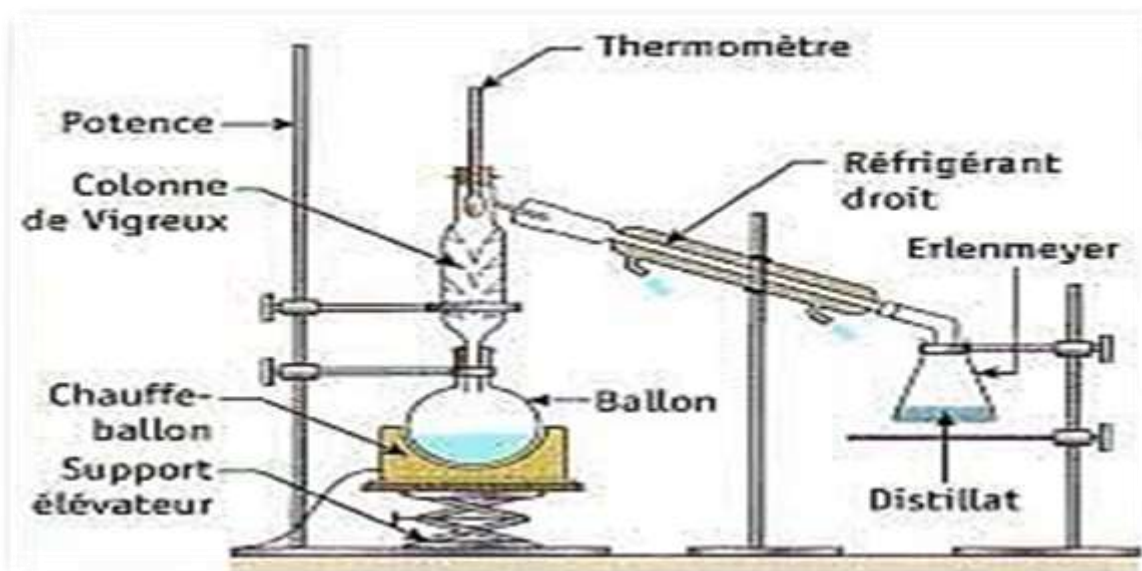



Figure II.12 : Principe de la distillation

**II.7 Conclusion**

Le traitement des eaux usées est une étape essentielle dans la gestion responsable de nos ressources en eau. Il permet de purifier les eaux usées afin de les rendre propres à être rejetées dans l'environnement ou réutilisées à des fins différentes. Le traitement des eaux usées contribue à la préservation de la santé publique, à la protection de l'écosystème aquatique et à la conservation des ressources en eau [30].





# **Présentation du complexe CP2K**

### III.1 Historique

Dans le cadre de la diversification des produits pétrochimiques et en 1988 ENIP et REPSOL ont décidé d'inclure le projet POLYMED « Méditerranéenne des Polymères » qui a été créé dans le cadre d'un partenariat international entrant dans la stratégie de développement de l'ENIP, en 1989 le projet a été confirmé et en 1990 ENIP et REPSOL ont signé un protocole d'accord et par la suite la société d'économie mixte Algéro-Espagnole POLYMED a été créé en décembre de la même année (64% ENIP / 13% BAD / 23% REPSOL QUIMICA).

En avril 1991 fut la signature d'un contrat de réalisation du projet avec un consortium de trois sociétés espagnoles : INITEC, DRAGADOS, TECNICA REUNIDAS. La mise en place du financement espagnol dans une durée de 4 ans jusqu'au 1995 ou la reprise des travaux d'engineering.

En 1996 l'ouverture du chantier et en 1997 le lancement des travaux de génie civil et des infrastructures. En 2002 l'achèvement de la construction de l'usine et la signature de la restructuration financière de POLYMED au niveau de la chefferie du gouvernement.

Le 15 Juin 2003 examen du dossier de POLYMED par un conseil interministériel et accord du chef du gouvernement pour son plan de restructuration financière.

Le 16 Janvier 2004 libération du financement SONATRACH pour le reste a réalisé et le démarrage de l'usine de POLYMED, en Janvier 2011 ENIP est réintégré au groupe SONATRACH à 100% sous forme d'une division Pétrochimique (PEC) ainsi l'usine de POLYMED sous une nouvelle appellation CP2K « Complexe Pétrochimique 2 de SKIKDA ». En 2016 dans la restructuration du groupe SONATRACH la DCG/PEC est rentré sous la coupe de LRP (Liquéfaction Raffinage et Pétrochimie).

### III.2 Situation géographique du complexe CP2K

Le complexe CP2K qui comporte l'unité PEHD est implanté à l'intérieur de la zone industrielle de Skikda. D'une superficie d'environ 17 hectares (166800 m<sup>2</sup>), dont 10% sont bâtis, le complexe CP2K se trouve sur la côte à 06 km à l'Est du chef-lieu de la wilaya de Skikda et à une hauteur moyenne d'environ 06 m au-dessus du niveau de la mer. Sa position géographique est représentée dans la figure ci-dessous. Elle est limitée comme suit :

- Au Nord : par la mer Méditerranée
- Au Sud : par la route principale de la zone industrielle.

- A l'Est : par la FIR (Force d'Intervention et de Réserve).
- A l'Ouest : par CP1K (Complexe Pétrochimique 1 de Skikda).



Figure III.1 : Schéma montre l'implantation d'unité de production de PEHD

### III.3 Organisation de l'unité CP2K

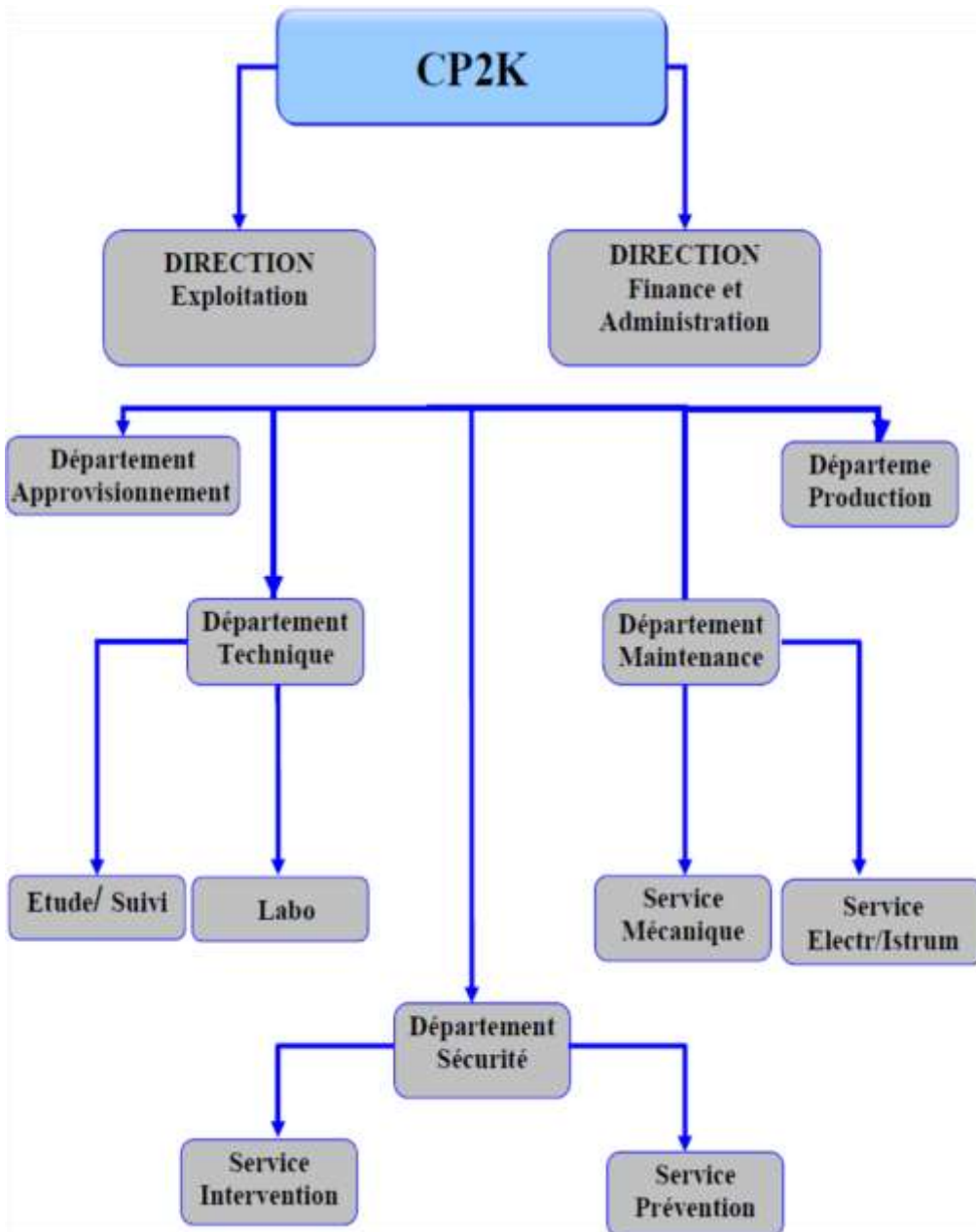


Figure III.2 : Schéma montre l'organisation d'unité CP2K

### III.4 Mission du complexe

Le projet PEHD a pour objet la réalisation d'une unité de production du polyéthylène haute densité d'une capacité de 130000 t/an.

Les matières premières utilisées sont :

- L'éthylène venant du CPIK situé à proximité;
- Isobutane venant du GLIK située également à proximité.

Le complexe est conçu pour la fabrication de polyéthylène à base densité PEHD, il est destiné à l'approvisionnement de l'industrie nationale de transformation plastique et à l'exportation pour ce qui est de l'excédent.

La clientèle nationale est constituée de diverses entreprises publiques telles qu'ENPC, ENCG, et aussi les entreprises de transformation du secteur privé.

Notamment les différentes applications qui sont :

Films agricoles, filets de pêche, Sacherie, Articles de ménage et emballage...etc.

➤ **Les principales installations présentées dans l'usine sont :**

- Unité de préparation et de traitement des matières premières.
- Réacteur où se déroulent la polymérisation et l'obtention du PEHD en poudre.
- Extrudeuse qui transforme la poudre en granulés.
- Stockage intermédiaire (Capacité 3500 Tonnes).
- Unité de conditionnement.

➤ **Et les installations auxiliaires sont :**

- Production de vapeur, électricité, air etc.....
- Traitement des effluents.
- Stockage matières premières, utilités et additifs (Eau, Hydrogène, Hexéne, isobutane).
- Magasin de stockage de produit fini d'une superficie de 18 000 m<sup>2</sup>.



Figure III.3 : Photo représentatif des principales installations de l'unité CP2K.

### III.5 Les principales zones du complexe

Le complexe est composé de 04 zones importantes qui sont :

C'est la zone qui comporte les utilités (chaudières, air, azote, eau distillée, eau anti-incendie, eau potable,...) ainsi que les différentes installations auxiliaires de l'unité telles que : la torche, le stockage de l'isobutane et de l'hexène, le traitement des eaux et l'activation du catalyseur.

#### III.5.1 Zone off site

- Les utilités (chaudières, air azote, eau dessalée, eau anti-incendie, eau potable et détente de gaz). Torche.
- Stockage isobutane et hexène.
- Traitement des eaux usées.
- Activateur de catalyseur.

#### III.5.2 Zone humide

- Traiteurs.
- Réacteur.
- Compresseurs.

#### III.5.3 Zone sèche

- Extrudeuse.
- Soufflantes.
- Silos de stockage produits finis (poudre et granulé).
- Ensachage.

#### III.5.4 Zone bâtiment

- Bloc ADM et finance.
- Cantine et vestiaires.
- Bloc sécurité infirmerie.
- Magasin pièces de rechange, ateliers et bloc technique.
- Sous stations haute et basse tension.
- Salle de contrôle procès et laboratoire.



# **Matériels et méthodes**



## **IV.1 Introduction**

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques et bactériologiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement et le rendement d'élimination des pollutions pour donner une bonne appréciation des performances épuratoires de la STEP. Nous avons suivi les paramètres suivants : T°, pH, DBO<sub>5</sub>, DCO, MES, les huiles et le fer totale.

## **IV.2 Prélèvement d'échantillons**

Une grande importance est donnée aux opérations d'échantillonnage de ce fait l'opérateur doit avoir une connaissance précise des conditions d'échantillonnage (prélèvement et conservation) et leur importance pour la qualité des résultats analytiques. En effet l'échantillon doit être homogène représentatif et obtenu sans modifier les caractéristiques physico-chimique de l'eau car les erreurs susceptibles de rendre difficile l'interprétation des résultats sont le plus souvent liés à un échantillonnage non satisfaisant qu'à des erreurs analytiques proprement dites. Le mode de prélèvement varie suivant le type d'écosystème.

## **IV.3 Les analyses physico-chimiques**

### **IV.3.1 Détermination de la température**

La température est un paramètre très important dans l'analyse des eaux. Elle joue un rôle dans la dissociation des sels dissous et la détermination de pH, la conductivité électrique et la vitesse de la réaction dans l'eau.

- **Appareillage**

La mesure de la température se fait à l'aide d'un multi-paramètre. De préférence la mesure doit être faite par un thermomètre.



Figure IV.1 : Thermomètre

- **Mode opératoire**

Le thermomètre placé dans une gaine terminée par un réservoir qui évite les variations de température du moment de mesure.

### IV.3.2 Détermination de pH

Le potentiel hydrogène ou pH d'une solution aqueuse est une mesure de l'activité chimique des ions hydrogènes. Il mesure l'acidité ou la basicité d'une solution. Ainsi, dans un milieu aqueux à 25°C.

- Une solution de  $\text{pH} = 7$  est dite neutre.
- Une solution de  $\text{pH} < 7$  est dite acide.
- Une solution de  $\text{pH} > 7$  est dite basique.

Le pH d'une eau naturelle dépend de son origine et de la nature des terrains traversés.

- **Appareillage**

La mesure du pH est effectuée à l'aide d'un pH mètre



Figure IV.2 : pH-mètres

- **Principe**

Le principe repose sur le potentiel chimique existant entre une électrode plonge dans une solution, le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions  $H^+$ .

- **Mode opératoire**

Après le rinçage de l'électrode à l'eau distillée. On plonge la sonde de pH dans 100 ml d'échantillon à analyser, on attend jusqu'à stabilité de la valeur du pH et on lit la valeur affichée.

### IV.3.3 La détermination de demande chimique en oxygène DCO

- **Matériels**

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

- **Réactifs**

- ❖ Fiole.
- ❖ Eau distillée.
- ❖ Acide sulfurique.
- ❖ Sulfate d'argent Solution de permanganate de potassium.

- ❖ oxalate de sodium.
- **Mode opératoire**

Verser une quantité convenable « 20 cc » de l'échantillon dans un erlenmeyer de 300 cc, diluer jusqu'à 100cc avec de l'eau distillée, ajouter :

- 10 cc de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1+2).
- 1 g de sulfate d'argent en poudre.
- Mélanger le contenu en secouant vigoureusement.
- Laisser reposer pendant quelques minutes, puis ajouter :
- 10 cc de KMnO<sub>4</sub> N/40
- Placer la fiole sur bain-marie bouillant et chauffer pendant 30 min.
- Ajouter 10 cc d'oxalate de sodium.
- Effectuer un titrage avec KMnO<sub>4</sub>.
- La solution est légèrement violette.
- Effectuer auparavant un essai à blanc.

$$\text{Oxygène} = (b-a) \cdot f \cdot 1000 \cdot 0,2 / V.\text{ech} \dots \dots \dots (\text{IV.1})$$

**b** = le volume total en cc de KMnO<sub>4</sub> utilisé pour le titrage

**a** = le volume en cc de KMnO<sub>4</sub> utilisé pour l'essai à blanc

**f** = facteur de la solution N/40 de KMnO<sub>4</sub>

**V.ech** = le volume de l'échantillon



Figure IV.3 : Montage de titrage pour l'analyse de la DCO

#### IV.3.4 La détermination de La demande biochimique en oxygène ( $DBO_5$ )

- **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  $DBO_5$ .

- **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<sub>5</sub>.



Figure IV.4 : Bouteille d'incubation pour l'analyse de la DBO<sub>5</sub>

### IV.3.5 Détermination des matières en suspension (MES)

- **Principe**

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

- **Matériels**

- Etuve.
- Dessiccateur.
- Verre fritté.
- Balance.

- **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).

$$S = (A-B) \cdot 10^6 / V \dots\dots\dots (IV.2)$$

### IV.3.6 Détermination du fer total

- **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.

- **Matériels**

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

- **Réactifs**

1-Eau :

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

2-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.

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

Utilisez une solution exempte de fer.



#### 4-Solution tampon d'acétate d'ammonium :

Dissoudre dans l'eau 500 g 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.

#### 5-Solution de réserve de fer ferreux :

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

Ajoutez 2 ml 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 (1 ml) de cette solution contient 0,1 mg de fer ferreux.

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

#### 6-Solution standard de fer ferreux :

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

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

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

- **Mode opératoire :**

- Prendre ml d'échantillon d'eau dans un erlenmeyer de 200 ml, porter au volume avec de l'eau distillée.
- Ajouter 8 ml de HCl.
- Porter la solution à ébullition jusqu'à ce que le volume soit porté à 20-40 ml.
- Refroidir et transférer dans un flacon volumétrique de 100ml.
- Ajouter : 2 ml d'hydroxylamine hydrochloride.

3 ml de la solution tampon d'acétate d'ammonium.

5 ml 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.

$$Fe \text{ (ppm)} = \frac{Abs*1000}{V_{\text{échantillon}}} \dots\dots\dots (IV.3)$$

- **Calibrage :**

1- Prendre des proportions aliquotes de 0, 5, 10, 15, et 20 ml de la solution standard de fer ferreux dans les flacons volumétriques de 100ml.

2- Ajouter 8 ml d'acide chlorhydrique à chaque portion, porter le volume avec de l'eau à approximativement 50 ml. Ajouter 2 ml de la solution d'hydroxylamine hydrochloride et 30ml de la solution tampon d'acétate d'ammonium.

Ajouter finalement 5ml de la solution de TPTZ. Appliquer l'agitation et porter au volume avec de l'eau.

3- Mesurer l'absorbance dans la même procédure donnée au-dessus. Reporter l'absorbance le long de l'ordonnée en fonction de la concentration de fer (Fe) (mg) le long de l'abscisse pour obtenir la courbe du calibrage.

### IV.3.7 Détermination des huiles

- **Principe**

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

- **Matériels**

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

- **Réactifs**

- ❖ Méthyl orange ;
- ❖ Acide chlorhydrique ;
- ❖ N-hexane ;
- ❖ Sulfate de sodium  $\text{Na}_2\text{SO}_4$ .

- **Mode opératoire :**

- Prélever 1L d'échantillon + qq gouttes de HCl + méthyl orange.
- Transvaser dans une ampoule à décanter.
- Rincer la bouteille avec 60 ml 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 2 g de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  afin d'éliminer le  $\text{H}_2\text{O}$
- 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  $100^\circ\text{C}$  pendant 30 min.
- Refroidir ce dernier dans un dessiccateur pendant 15 min.
- Déterminer le poids (P2).

$$[\text{Huiles}] = (\text{P2} - \text{P1}) * 10^6 / v \quad (\text{ppm}) \dots\dots\dots (\text{IV.4})$$



Figure IV.5 : Montage de décantation pour les huiles



## **Résultats et discussion**

## V.1 Introduction

Dans cette chapitre nous présentons l'essentiel de notre étude est fondé le suivi de variation et caractérisation des eaux usées traité au niveau de l'unité CP2K Skikda pour l'accomplissement de notre travail d'une façon représentatif.

## V.2 Evaluation de la variation spatiotemporelle des paramètres physiques

### V.2.1 Evaluation spatiotemporelles de la température

Pour l'eau potable, la température maximale acceptable est de 15°C, car on admet que l'eau doit être rafraichissante. Dans les eaux naturelles et au-dessus de 15°C, il y a risque de croissance accélérée de microorganismes d'algues, entraînant des goûts et des odeurs désagréables ainsi qu'un changement de couleur et augmentation de la turbidité.

Les mesures de la température de l'eau sur le lieu de prélèvement de l'échantillon sont une partie intégrante du traitement des eaux.

Le tableau ci-dessous indique les résultats de la température obtenus pendant différentes dates

Tableau V.1 : Résultats des analyses des températures obtenus

Date	14/11/2022	07/12/2022	08/01/2023	13/02/2023	09/03/2023
Résultat (C°)	21.2	20	18	19	20

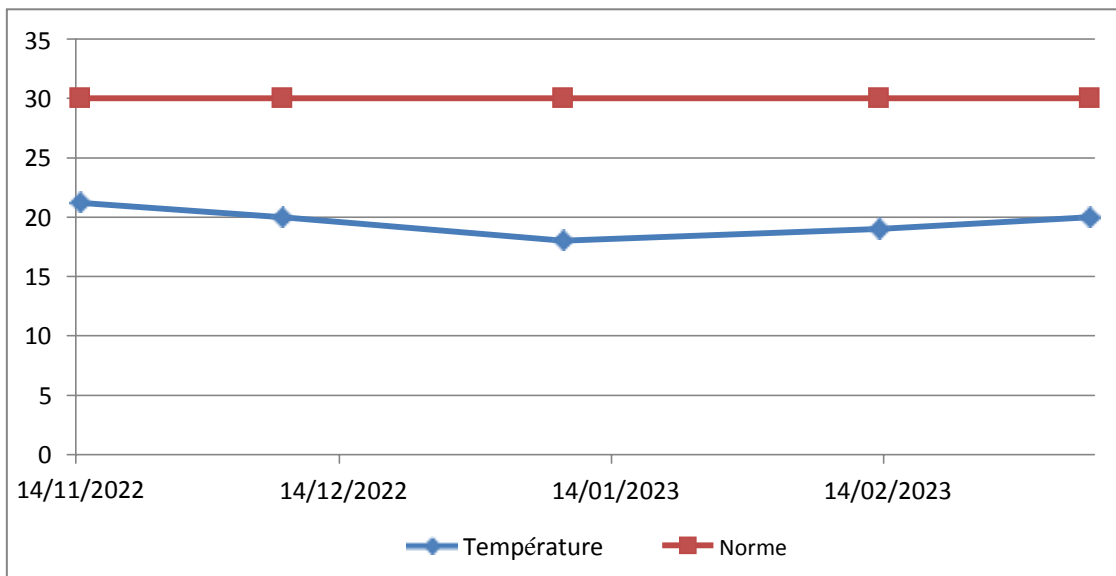


Figure V.1 : Courbe présente les résultats des analyses des températures obtenus

D'après ces résultats obtenus nous constatons que ce paramètre varie entre 18°C et 21.2°C ce qui explique la relation directe de la température de l'eau avec la température atmosphérique.

Ces valeurs conformes avec les normes algériennes ( $\leq 30$  °C).

### V.2.2 Evaluation spatiotemporelles du potentiel hydrogène

Le potentiel Hydrogène (pH) est un coefficient qui caractérise l'acidité ou la basicité d'une eau. Une eau est acide si son pH est inférieur à 7, basique si son pH est supérieur à 7. Une eau est dite neutre à pH 7.

Le tableau ci-dessous indique le pH obtenus pendant différentes dates

Tableau V.2 : Résultats des analyses du pH obtenus

Date	14/11/2022	07/12/2022	08/01/2023	13/02/2023	09/03/2023
Résultat	7.40	7.64	7.40	7.45	7.25

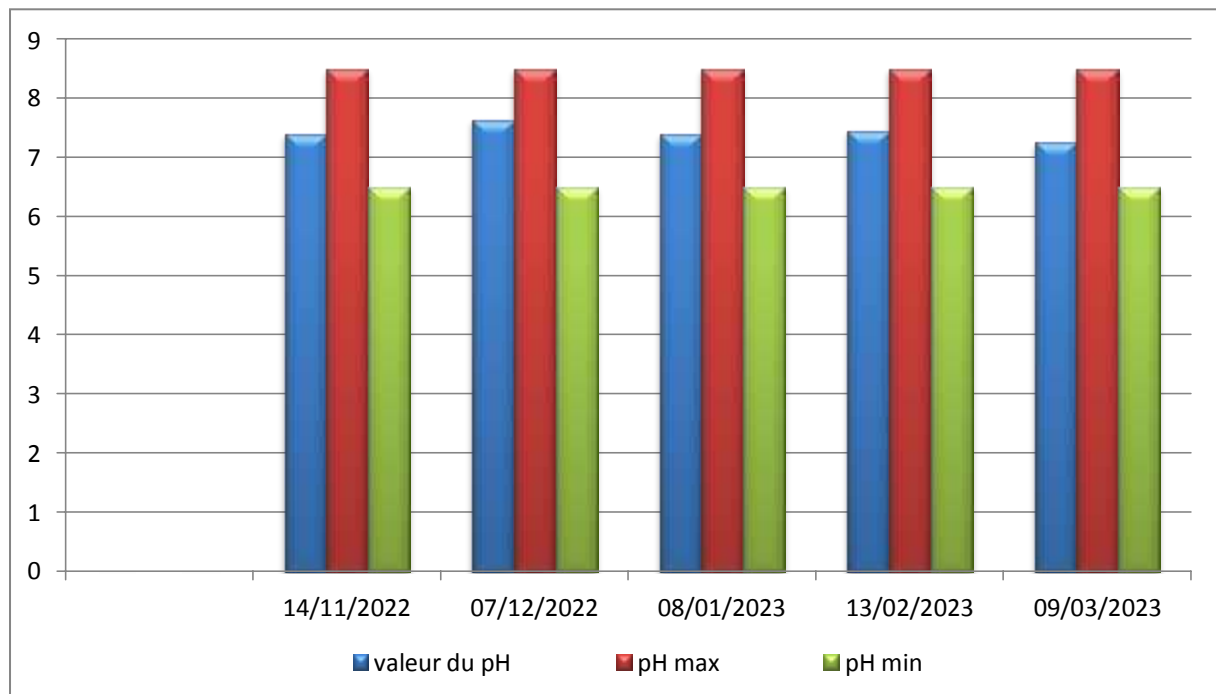


Figure V.2 : Graphique présente les résultats des analyses du ph obtenus

D'après les résultats obtenus par les études précédentes de différentes dates, nous avons pu noter une stabilisation de pH du liquide ce qui lui permet d'assurer un bon fonctionnement de la biodégradation, il est aussi conforme avec la norme « 6,5 à 8,5 », ce qui explique que les eaux de rejets ne sont pas agressives et encore il n'y a pas des déversements des produits chimiques dans les conduites de rejets au niveau des installations.



### V.2.3 Evaluation spatiotemporelle de la DCO

La DCO est représentative de la majeure partie des composés organiques contenus dans les eaux naturelles (biodégradables et non biodégradables) ainsi que des sels minéraux oxydables. La DCO correspond à la consommation globale à chaud de l'oxygène du dichromate de potassium.

Le tableau ci-dessous indique les analyses de DCO obtenus pendant différentes dates

Tableau V.3 : Résultats des analyses des concentrations de DCO obtenus

Date	14/11/2022	07/12/2022	08/01/2023	13/02/2023	09/03/2023
Résultat (mg/l)	9	13.5	29.3	22.6	20.22

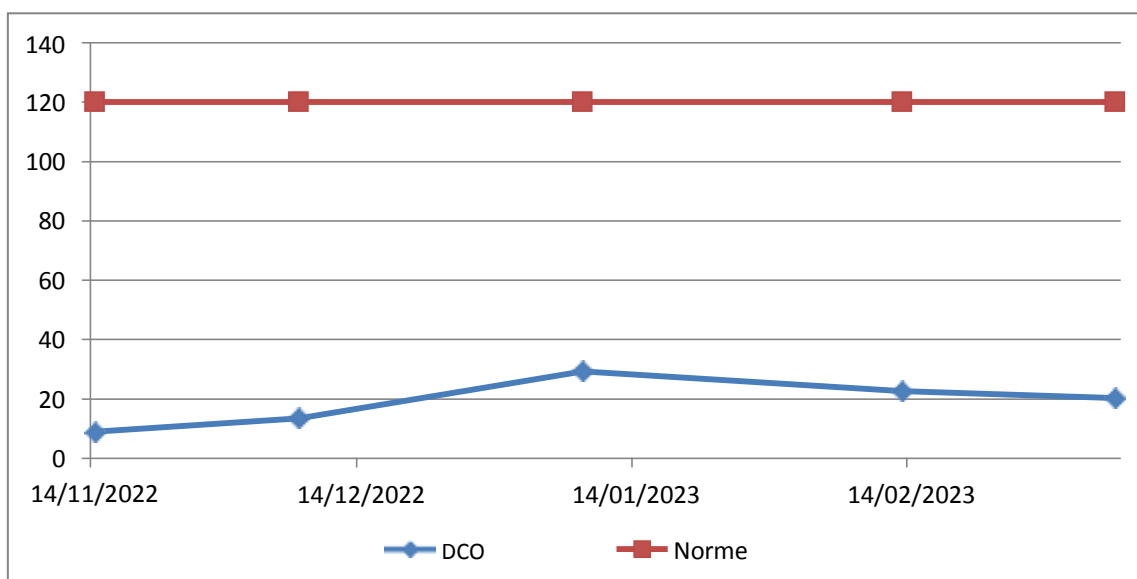


Figure V.3 : Courbe présente les résultats des analyses des concentrations de DCO obtenus

D'après les résultats de la variation de la concentration de DCO, nous remarquons les valeurs des concentrations de DCO dans les eaux traitées varient entre un maximum de 29.3 mg/l et un minimum de 9 mg/l. Ces valeurs sont conformes avec les normes algérienne requise pour un déversement dans un milieu naturel (<120 mg/l), donc une grande concentration a été éliminée par ce procédé car il y'a une dégradation importante de la charge polluante.

### V.2.4 Evaluation spatiotemporelle de la DBO

La DBO est la masse d'oxygène moléculaire (exprimée en mg) utilisé par les microorganismes pour dégrader en cinq jours à 20°C et à l'obscurité les matières oxydables contenues dans un litre d'eau. Elle varie considérablement selon l'origine de l'eau.

Le tableau ci-dessous indique les analyses de DBO obtenus pendant différentes dates

Tableau V.4 : Résultats des analyses des concentrations de DBO obtenus

Date	14/11/2022	07/12/2022	08/01/2023	13/02/2023	09/03/2023
Résultat (mg/l)	2	3	2	2	3

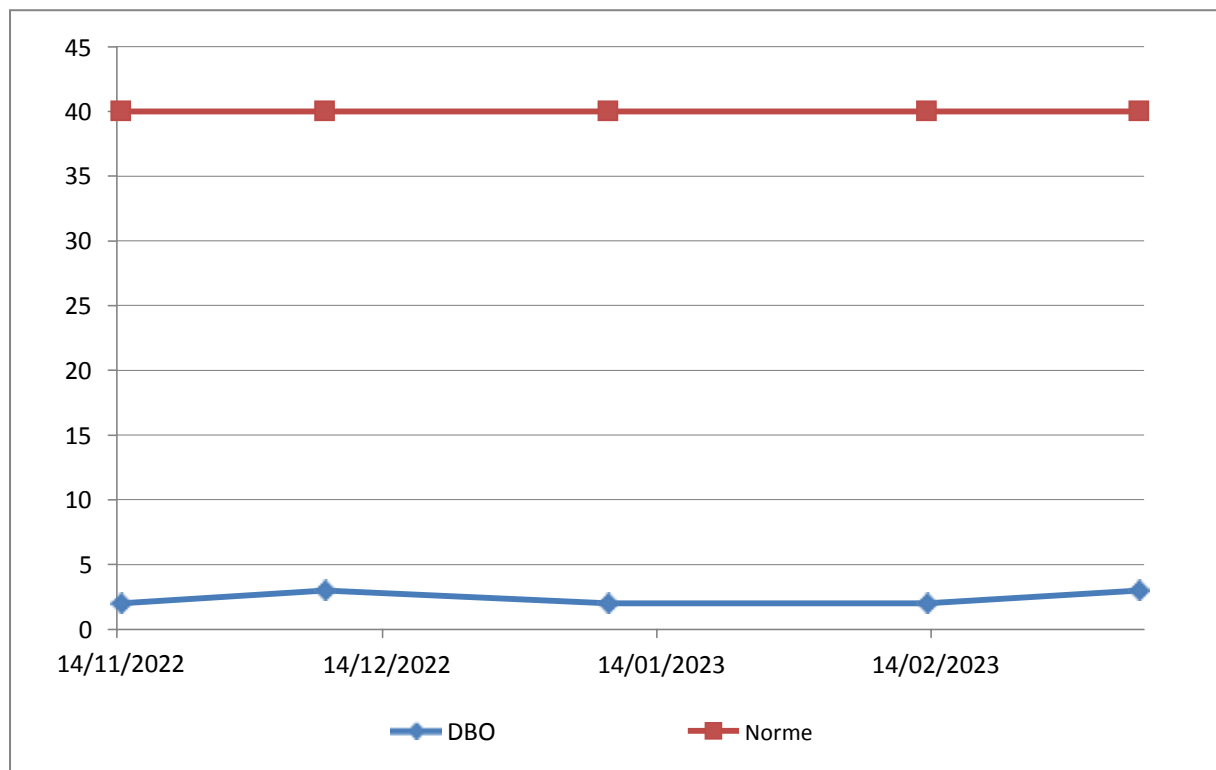


Figure V.4 : Courbe présente les résultats des analyses des concentrations de DBO obtenus

Les valeurs de DBO varient entre 2 mg/l et 3 mg/l. Les valeurs de DBO sont conformes avec les normes algériennes qui sont fixées à 40 mg/l. Ces faibles concentrations en DBO ont été observées durant la période d'étude.

### V.2.5 Evaluation spatiotemporelles de la matière en suspension (MES)

Les MES rentrent systématiquement en compte dans un bilan de pollution. La teneur et la composition minérale ou organique des matières en suspension dans les eaux sont très variables.

Le tableau ci-dessous indique les analyses de MES obtenus pendant différentes dates

Tableau V.5 : Résultats des analyses de MES obtenus

Date	14/11/2022	07/12/2022	08/01/2023	13/02/2023	09/03/2023
Résultat (mg/l)	19	22	22	30	22

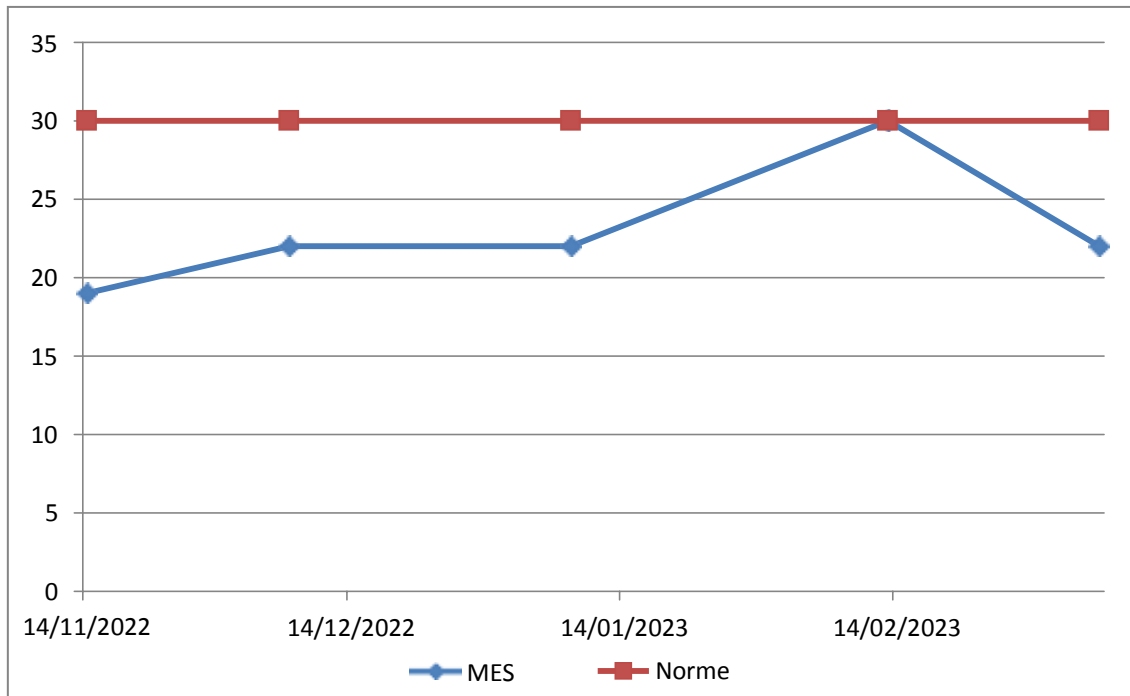


Figure V.5 : Courbe présente les résultats des analyses de MES obtenus

À travers les résultats obtenus, nous remarquons que les valeurs de MES sont relativement élevées, nous remarquons dans la journée de 14/02/2023 que la valeur de MES atteint la limite autorisée.

Ces valeurs élevées sont dues à la turbidité élevée de l'eau et les matières non dissoutes, quelle soient organiques ou minérales.

### V.2.6 Evaluation spatiotemporelles de fer total

Le fer est un élément d'addition et d'alliage, son analyse est nécessaire au niveau de la station, afin de prévenir la corrosion des installations.

Le tableau ci-dessous indique les analyses de fer total obtenu pendant différentes dates

Tableau V.6 : Résultats des analyses de fer total obtenus

Date	14/11/2022	07/12/2022	08/01/2023	13/02/2023	09/03/2023
Résultat (mg/l)	0.34	0.17	0.30	0.26	0.25

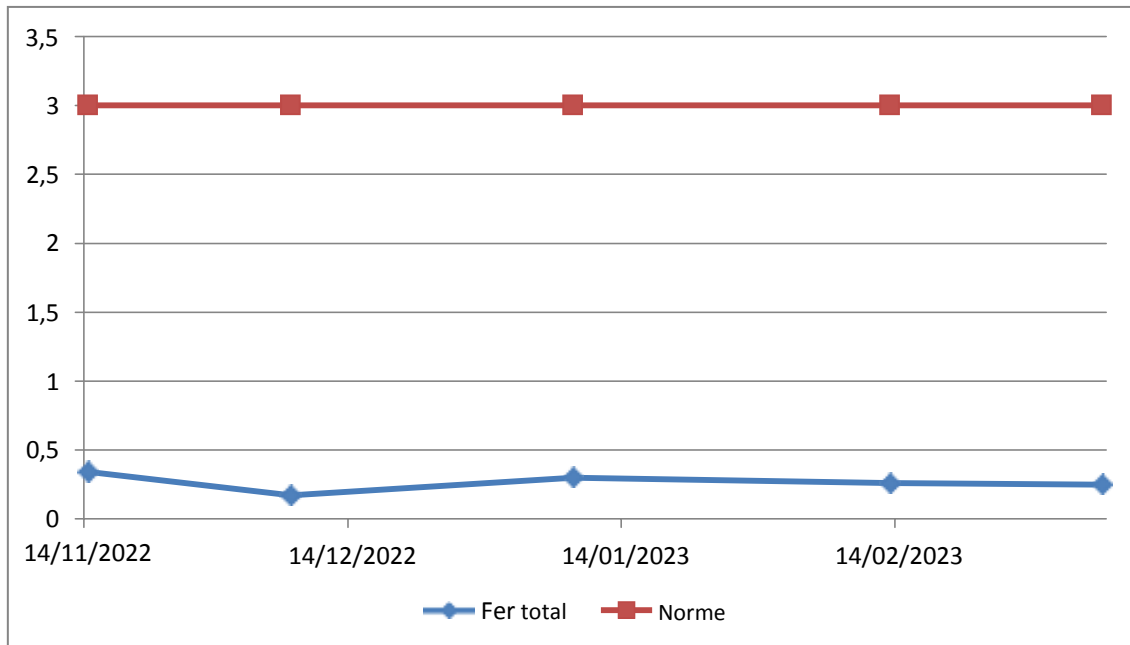


Figure V.6 : Courbe présente les résultats des analyses de fer total obtenu

Les valeurs de Fer varient entre 0.4 mg/l et 0.2 mg/l. Les valeurs de Fer sont conforme avec les normes algériennes qui fixée à 3 mg/l. Ces faibles concentrations Fer ont été observées durant la période d'étude.

### V.2.7 Evaluation spatiotemporelles des huiles

Le tableau ci-dessous indique les analyses des huiles obtenues pendant différentes dates

Tableau V.7 : Résultats des analyses des huiles obtenus

Date	14/11/2022	07/12/2022	08/01/2023	13/02/2023	09/03/2023
Résultat (mg/l)	10.2	15.4	15.4	8.4	12

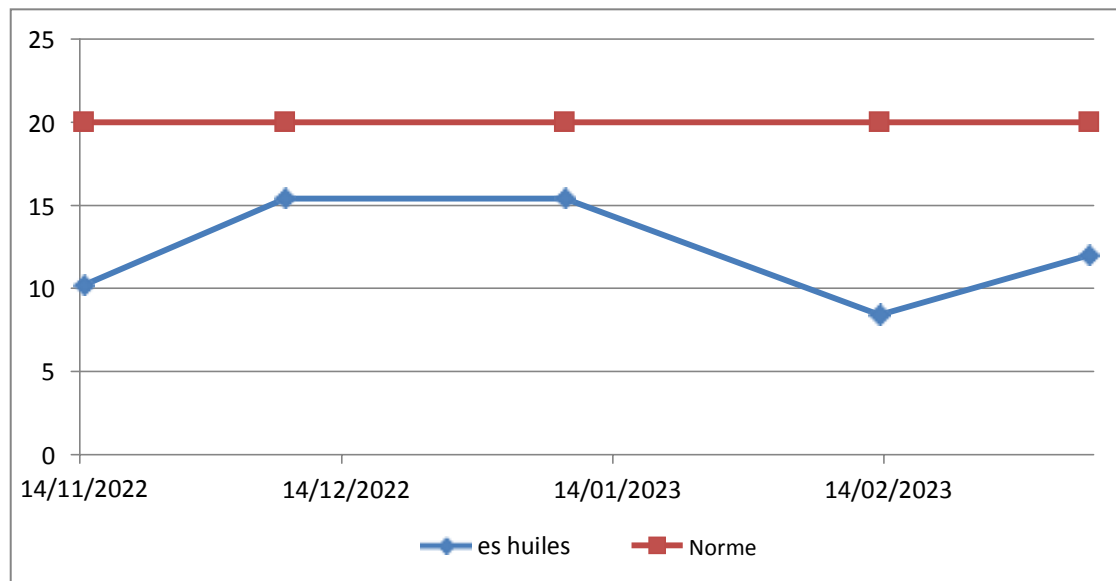


Figure V.7 : Courbe présente les résultats des analyses des huiles obtenus

Nous remarquons, que les analyses des huiles effectuées dans le laboratoire répondent aux normes.

Dans la zone d'étude la source des huiles, les pompes et les moteurs utilisent souvent des huiles, y compris les moteurs de camions.

# **Conclusion générale**

## Conclusion générale

Comme nous l'avons déjà mentionné au cours de cette étude, que l'eau est une ressource naturelle nécessaire à la vie, il est donc essentiel de la préserver car sa consommation ne cesse d'augmenter sous l'effet du développement économique. Par conséquent l'eau est menacée par une importante pollution humaine et industrielle, l'origine, la composition, et la quantité de celle-ci sont en fonction des modes de vie.

Lors de la réalisation de notre mémoire de fin d'étude, nous avons pris conscience de l'importance de la station d'épuration qui a pour objectifs d'épurer les eaux usées pour qu'elles ne soient pas directement rejetées dans le milieu naturel, car elles peuvent engendrer de graves problèmes environnementaux et de santé publique.

L'objectif de la présente étude est le suivi des analyses des différents paramètres physico-chimiques : Température, pH, DCO, DBO, MES, le fer total, les huiles, des eaux usées épurées, montre que la valeur de ces paramètres se diminuent après le traitement et ne présentent aucun impact sur le milieu marin une fois rejetées.

Pour conclure, le traitement effectué par la STEP du complexe est efficace et les résultats obtenus à l'unité de traitement des effluents liquides de la CP2K sont requis aux normes algériennes de rejet.





# **Références bibliographiques**

---

## Références bibliographiques

- [1] BOUMAAZA, M. (2020). Traitement et Epuration des eaux.
- [2] Ben Mehraz, A., & Louelh, D. (2016). *Contribution à l'évaluation de la qualité des effluents industriels au niveau de l'Entreprise Nationale des Industries de l'Electroménager «ENIEM»* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [3] Khadidja, K. M. L'évolution des paramètres physicochimiques et bactériologiques des eaux usées de la ville de Biskra (Oued Z'mour).
- [4] BENNIA Yamna. (2020) Traitement des eaux usées dans la station d'épuration de Cap Falcon-Oran, diagnostic et perspectives.
- [5] Abbas Sarra, R. S. (2017). Dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Khemis Miliana.
- [6] Sadi Oufella, K., & Hafid, T. (2020). *La gestion des déchets ménagers cas de la commune de Tizi Ouzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [7] GHARMOULI, A., & KADDOURI, W. (2017). L'influence de l'intensification agricole sur la diversité des reptiles dans la région D'el-oued.
- [8] MEZERDI, D. Analyses Physicochimique des ressources en eau de surface Réception d'effluents d'eaux usées courants à BISKRA Etude comparative entre oued Biskra et Zemor.
- [9] TABET, M. (2014). *Etude physico-chimique et microbiologique des eaux usées et évaluation du traitement d'épuration* (Doctoral dissertation).
- [10] Djemame Akila, M. S. (2011). Contribution à l'étude du traitement des eaux usées de la ville de Guelma.
- [11] Lounnas, A. (2009). Amélioration des procédés de clarification des eaux de la station Hamadi-Kroma de Skikda. *Memory of Magister, Skikda Tlemcen University, Algeria*, 45-52.
- [12] Ouhadj, D. (2021). *Etudes et conception des réseaux fluides d'un hôpital à 64 places* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou).

- [13] MELEK Mahmoud, A. B. (2021). UTILISATION DES CLADODES DU FIGUIER DE BARBARIE DANS LE TRAITEMENT DES EAUX USEES.
- [14] LOUAFI, K., & CHORFI, S. (2021). *Impact de la pollution des eaux sur l'environnement* (Doctoral dissertation, Université laarbi tebessi Tébessa).
- [15] Tadjenni, W., Touhami, D., & CHABA MOUNA, S. (2022). Diagnostic sur l'efficacité d'épuration de la station des eaux usées de Médéa.
- [16] Guennady, K. (2011). INVENTAIRE DES OPERATIONS UNITAIRES DES TRAITEMENTS D'EAUX RESIDUAIRES.
- [17] Zeghoud, M. S. (2014). Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra.
- [18] BOUCHARKA, Samira et MENISSAR, Zaghda. Traitement des eaux usées et contrôle de la qualité au niveau raffinerie RA2K Skikda. Mémoire de Master.2020. Université de Skikda.
- [19] ELHOUDA, B. O. N. (2022). *Caractéristiques physico-chimiques des eaux usées brutes* (Doctoral dissertation, UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF-M'SILA).
- [20] MECHTER, M., & MERZOUK, O. (2017). Evaluation de l'efficacité du traitement biologique par boue activée au niveau de la station de Bouira.
- [21] Metahri, M. S. (2012). *Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes: cas de la STEP est de la ville de Tizi Ouzou* (Doctoral dissertation, Université Mouloud Mammeri).
- [22] BENELMOUAZ, A. (2015). *Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia* (Doctoral dissertation).
- [23] MERZOUG NADA, B. S. (2020). Analyse de l'eau de la source Toumia de Sebaa-Ayoune.

- [24] Boumedienne, M. E. A. (2013). *Bilan de suivi des performances de fonctionnement d'une station d'épuration a boues activées: cas de la step ain el houtz* (Doctoral dissertation).
- [25] Mira, Y. (2008). *Contribution à la conception de la station d'épuration d'ISOLA 2000* (Doctoral dissertation, École Nationale Polytechnique).
- [26] Bennaceur, S. (2019). *Optimisation de la consommation énergétique des aérateurs du processus d'épuration par boues activées par le Gradient Boosting* (Doctoral dissertation, École Nationale Polytechnique).
- [27] HASSINE, A. A. *Contribution à l'étude d'épuration des eaux usées de la ville de Hassi Messaoud* (Doctoral dissertation, Université Kasdi Merbah Ouargla).
- [28] BIDON, C., & KINSHASA, V. A. (2018). QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DES EAUX EMBOUTEILLEES.
- [29] BOUGHARI, D. Caractérisation et de traitement des eaux résiduaire d'une industrie textile (SOFACT- Tissemsilt.) Mémoire de Master.2016. Université de Mostaganem.
- [30] SAOUD, A., & KHEDIRI, F. S. (2020). *Traitement et recyclage des eaux usées de la commune de Tipaza* (Doctoral dissertation).