

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique
Université a. Mira de Bejaia



Faculté de Technologie
Département de Génie des procédés

Mémoire EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE Master

Domaine : Science et Technologie Filière : Génie des Procédés
Spécialité : Génie des procédés de l'environnement

Présenté par

MOULOUDJI Sarah-Hind

HAROUN Dehia

Thème

**Traitement des eaux usées industrielles – Cas de la
station de NAFTAL**

Soutenue le 28/09/2022

Devant le jury composé de :

Nom et Prénom	Grade		
FATMI Sofiane	MCA	Université de Béjaïa	Président
CHIBANI Nacera	MCA	Université de Béjaïa	Examineur
AZZOUG Moufok	MCA	Université de Béjaïa	Encadrant

Année Universitaire : 2021/2022

REMERCIEMENTS

On souhaite adresser nos plus sincères remerciements aux personnes qui nous ont apporté leur aide et qui ont contribué à l'élaboration de ce mémoire.

*Tout d'abord, nous souhaitons adresser notre reconnaissance à notre encadrant **M. Moufok AZZOUG** pour tous ses conseils, son sérieux et sa bienveillance. Merci de nous avoir guidés à réaliser ce travail.*

*Nos vifs remerciements vont aussi à l'équipe de **NAFTAL – district carburant** pour l'accueil qu'elle nous a réservé, le temps que chacun de ses membres nous a accordé, et plus précisément **M. Samir DEBABI** pour son aide et toutes les informations et références bibliographiques qu'il nous a fourni et qui ont nourri ce travail.*

Nous tenons également à remercier tous les enseignants que nous avons rencontré tout au long de notre cursus, pour la qualité de l'enseignement qu'ils nous ont prodigué et qui nous a permis d'évoluer intellectuellement à travers leurs connaissances et compétences scientifiques.

Nous remercions ensuite les membres du jury pour le temps qu'ils ont consacré à juger ce mémoire.

Enfin, nous remercions chaleureusement nos chères familles. Leur soutien moral et leurs encouragements ont été d'une aide sans prix.

DEDICACES

À ma famille,

À la mémoire de ma très chère **tata Hadda**, ainsi que de mon cher oncle
Abdallah,

À mes très chers parents,

Ma mère sans qui je ne serai rien de ce que je suis aujourd'hui, à toi qui as
toujours cru en moi avant n'importe qui d'autre,

Mon père, qui a été pour moi une source de savoir et de conseils sans
parzille,

Merci de m'avoir encouragée même quand ce n'était pas évident et de
m'avoir guidée tout au long de ma vie.

Je vous souhaite, la santé, le bonheur et une longue vie.

À mes très chers frères **Yacine et Nadjib**,

Vous qui avez toujours été pour moi, le meilleur exemple de persévérance
qui soit. Merci pour votre soutien et vos encouragements intarissables.

À ma belle-sœur **Sonia**, pour son soutien.

À mon merveilleux petit lion **Aksel Silas** qui illumine ma vie et m'emplit de
bonheur.

À mes amis,

À la mémoire de **Misten** et à sa moitié, **Minette**.

À **Dyhia** pour tous ces moments de stress que nous avons surmontés
ensemble durant ces 5 dernières années. Merci pour ta patience, ton aide
et ta compréhension.

À ma camarade et amie **Zahra**, pour toutes les galères que nous avons
endurées. Merci pour ta bienveillance.

À mon binôme et amie **Dhia**.

À **Lydia** pour toutes ces années d'amitié, ton soutien et ta présence. À **Thiziri** sans qui ce travail n'aurait peut-être pas vu le jour. À **Lgna** pour ton soutien moral. À **Sabira** et **Nissa** pour votre écoute et votre précieuse aide. Ainsi qu'à **Asma**, pour sa touche artistique.

À notre « cercle » et aux artistes du café, à **Boubelga**, à **Jésus** et aux débats féministes, à **Tchwix**, à **Belaïd** et son atypique goût musical, à tous nos exportés. À **Coca** et aux frites omelettes qu'on s'offrait dans notre pauvreté d'étudiants.

À toute « **La jeunesse** » sans qui ma vie et mes années à l'université n'auraient pas été aussi remarquables. Merci pour tous ces bons moments, ces fous rires et ces précieux souvenirs que vous m'avez offerts.

À tous ceux qui ont su trouver les bons mots dans les moments les plus difficiles.

À **Sarah-Hind** du passé, merci d'avoir osé changer de spécialité, d'avoir cru en toi et persévéré malgré les obstacles.

Sarah-Hind

DEDICACES

À la mémoire de mon cher père

*À mes chères sœurs **Ounissa** et **Thinhinane***

*À mon cher frère **Salém***

*À ma meilleure amie **Numidia***

*À ma binôme et amie **Sarah-Hind***

*À ma grand-mère **Rahma***

*À mes amis et à tous ceux que j'aime : Tina, Sabrina, Samah, Ghania,
Amine, Ghilès, Zoubir, Magas, Koukou ...*

*À ma promotion en particulier « **les CHANCEUX** »*

Dehia

RESUME

La wilaya de Béjaïa représente le pôle industriel le plus important de Kabylie, mais cette forte concentration industrielle n'est pas sans conséquences. D'énormes quantités d'effluents liquides sont rejetés dans le milieu récepteur et sans traitements appliqués, ces polluants détériorent l'environnement, et entraînent de graves risques sanitaires.

Le rendement d'une station d'épuration, représente ainsi le facteur principal pour l'évaluation de la qualité des eaux rejetées dans les milieux naturels. Dans le cadre de l'étude des performances opératoires de la station d'épuration des eaux usées industrielles de NAFTAL, basée sur le procédé physique de décantation dans des séparateurs Eau/Hydrocarbure. Nous avons procédé à l'estimation des variations des différents paramètres physico-chimiques et biologiques les plus significatifs (Température, pH, DBO₅, DCO, MES, Azote Kjeldahl, Hydrocarbures totaux, Huiles et graisses, Indice de phénols, Plomb et chrome). Et ce, en s'appuyant sur les analyses effectuées sur les eaux rejetées après traitement pendant 4 années : 2017, 2019, 2021 et 2022.

Mots clés : Eaux usées industrielles, NAFTAL, hydrocarbures, norme de rejet, traitement, paramètres physico-chimiques, séparateur.

ABSTRACT

The wilaya of Béjaïa represents the most important industrial pole of Kabylie, but this strong industrial concentration is not without consequences. Huge quantities of liquid effluents are discharged into the receiving environment and without adequate treatment applied, these pollutants deteriorate the environment and cause serious health risks.

The performance of a treatment plant is thus the main factor for assessing the quality of water discharged into natural environments. As part of the study of the operating performance of the NAFTAL industrial wastewater treatment plant, based on the physical process of settling in Water/Hydrocarbon separators. We proceeded to estimate the variations of the various most significant physico-chemical and biological parameters (Temperature, pH, BOD5, COD, MES, Kjeldahl Nitrogen, Total Hydrocarbons, Oils and Fats, Phenol Index, Lead and Chromium). And this, based on the analyzes carried out on the water discharged after treatment for 4 years : 2017, 2019, 2021 and 2022.

Keywords: Industrial wastewater, NAFTAL, hydrocarbons, discharge standard, treatment, physico-chemical parameters, separator

LISTE DES ABREVIATIONS

ADN	Acide désoxyribonucléique
ARN	Acide ribonucléique
ATU	Allyl-thio-urée
°C	Degré Celsius
CCM	Chromatographie sur couche mince
CE	La conductivité électrique
CG	Chromatographie en phase gazeuse
Cm	Centimètre
COHA	Composés organiques halogénés adsorbables
CO₂	Dioxyde de carbone
d	Diamètre
DBO	Demande Biochimique en Oxygène.
DBO₅	Demande Biochimique en Oxygène pendant 5 jours.
DCO	Demande chimique en oxygène.
Eq	Equivalent
EPB	Entreprise Portuaire de Béjaïa
G	Gramme
GES	Gaz à effet de serre.
h	Heure
H	Hydrogène
HC	Hydrocarbure
HCl	Acide chlorhydrique
Hm	Hectomètre
H₂O	Eau

Liste des abréviations

HSE	Hygiène Sécurité Environnement
j	Jour
Km	Kilomètre
L	Litre
M	Mètre
MES	Matières en suspension
mg	Milligramme
min	Minute
ml	Millilitre
mm	Millimètre
MMS	Matières Minérales Sèches
Mg	Magnésium
MVS	Matières Volatiles en Suspension
NGL	Azote Global
nm	Nanomètre
O₂	Dioxygène
OMS	Organisation mondiale de la Santé.
ONA	Office Nationale de l'Assainissement
PET	Polyéthylène téréphtalate
pH	Potentiel d'hydrogène
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'Environnement
POP	Polluants organiques persistants
ppm	Partie par million
RSD	Relative Standard Deviation
S	Soufre
STEP	Station d'épuration
T	Température

Liste des abréviations

t	tonne
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UV	ultra-violet
µg	microgramme
%	pourcentage

LISTE DES FIGURES

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

Figure I.1 : Les différentes formes d'azote et les relations entre elles

Figure I.2 : Aspects visuels de l'eutrophisation

Figure I.3 : Schéma représentatif d'un dessableur-déshuileur

Figure I.4 : Schéma expliquant le processus de coagulation-floculation

Figure I.5 : Schéma de coagulation floculation suivi d'une décantation et une filtration

Figure I.6 : Schéma simplifié d'un système à boues activées

Chapitre II : Etude expérimentale et description de la station d'épuration de NAFTAL

Figure II.1 : Séparateur E/HC de classe I

Figure II.2 : Séparateur E/HC de classe II

Figure II.3 : Vue sur site du séparateur sous terrain R1 E/HC de classe II du district carburant NAFTAL – Béjaïa

Figure II.4 : Plan du séparateur R1 NAFTAL – Béjaïa

Figure II.5 : Plan du séparateur R2 NAFTAL – Béjaïa

Chapitre III : Résultats et discussions

Figure III.1 : Variation de la température à la sortie de la station

Figure III.2 : Variation du potentiel d'hydrogène pH à la sortie de la station

Figure III.3 : Variation de la DBO 5 à la sortie de la station

Figure III.4 : Variation de la DCO à la sortie de la station

Figure III.5 : Variation de la teneur en MES à la sortie de la station

Figure III.6 : Variation de l'indice de phénols à la sortie de la station

Figure III.7 : Variation de la teneur en huiles et graisses à la sortie de la station

Figure III.8 : Variation de la teneur en azote Kjeldahl à la sortie de la station

Figure III.9 : Variation des hydrocarbures totaux à la sortie de la station

Figure III.10 : Variation des teneurs en Plomb à la sortie de la station

Figure III.11 : Variation des teneurs en Chrome (VI) à la sortie de la station

LISTE DES TABLEAUX

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées

Tableau I.1 : Contenu des eaux usées types dans certaines grandes industries

Tableau I.2 : Classification des eaux résiduaires industrielles chimiques et de synthèse avec mise en évidence de l'origine et des caractéristiques principales des effluents rejetés

Tableau I.3 : Principaux virus pathogènes transmissibles par voie hydrique

Tableau I.4 : Normes de rejet internationales.

Tableau I.5 : Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires en Europe

Tableau I.6 : Valeur limites des paramètres de rejets des effluents liquides industriels Algériennes

Chapitre II : Etudes expérimentale et description de la station d'épuration de NAFTAL

Tableau II.1 : STEP en fonctionnement et en cours de réalisation de la wilaya de Bejaia

Tableau II.2 : Valeurs limites des paramètres de rejet d'effluents liquides industriels suivies par NAFTAL

Chapitre III : Résultats et discussions

Tableau III.1 : Variation de la température à la sortie de la station

Tableau III.2 : Variation du potentiel d'hydrogène pH à la sortie de la station

Tableau III.3 : Variation de la DBO 5 à la sortie de la station

Tableau III.4 : Variation de la DCO à la sortie de la station

Tableau III.5 : Variation de la teneur en MES à la sortie de la station

Tableau III.6 : Variation de l'indice de phénols à la sortie de la station

Tableau III.7 : Variation de la teneur en huiles et graisses à la sortie de la station

Tableau III.8 : Variation de la teneur en azote Kjeldahl à la sortie de la station

Tableau III.9 : Variation de la teneur en hydrocarbures totaux à la sortie de la station

Tableau III.10 : Variation des teneurs en plomb à la sortie de la station

Tableau III.11 : Variation des teneurs en chrome à la sortie de la station

TABLE DES MATIERES

<i>REMERCIEMENTS</i>	<i>1</i>
<i>DEDICACES</i>	<i>1</i>
<i>DEDICACES</i>	<i>4</i>
<i>RESUME</i>	<i>4</i>
<i>LISTE DES ABREVIATIONS</i>	<i>6</i>
<i>LISTE DES FIGURES</i>	<i>10</i>
<i>LISTE DES TABLEAUX</i>	<i>12</i>
<i>TABLE DES MATIERES</i>	<i>15</i>
<i>Introduction générale</i>	<i>19</i>
CHAPITRE I Généralités sur les eaux usées	21
I.1. Généralités sur les eaux usées	22
I.1.1. Origine et composition des eaux usées	22
I.1.1.1. Origine domestique	22
I.1.1.2. Les eaux usées agricoles	22
I.1.1.3. Les eaux de pluie et de ruissellement	22
I.1.1.4. Origine industrielle et différents types de rejet	23
I.1.2. Caractéristiques des eaux usées industrielles	23
I.1.2.1. Les paramètres physicochimiques	24
I.1.2.1.1. La toxicité	24
I.1.2.1.2. La demande biologique en oxygène (DBO ₅)	24
I.1.2.1.3. La demande chimique en oxygène (DCO)	24
I.1.2.1.4. La matière en suspension	25
I.1.2.1.5. La température	25
I.1.2.1.6. Le potentiel d'hydrogène (pH)	26
I.1.2.1.7. La conductivité	26
I.1.2.1.8. Les substances nutritives	26
I.1.2.1.8.1. Les composés phosphorés (PO ₄ ²⁻)	27
I.1.2.1.8.2. Les composés azotés	27
I.1.2.1.8.3. Le potassium (K ⁺)	28
I.1.2.1.8.4. Le chlore et le sodium	28
I.1.2.1.9. Les métaux lourds	29
I.1.2.2. Les paramètres biologiques	29
I.1.2.2.1. Coliformes totaux	29
I.1.2.2.2. Coliformes fécaux	30
I.1.2.2.3. Les streptocoques fécaux	30
I.1.2.2.4. Clostridium perfringens	30
I.1.2.2.5. Salmonelles	30
I.2.3. Caractéristiques des eaux usées par secteur industriel	31
I.2.4. Caractéristiques des eaux usées par secteur pétrochimique	33
I.1.5. Conséquences de la pollution par les eaux usées industrielles	35
I.1.5.1. Conséquences sanitaires	35
I.1.5.1. Conséquences écologiques	37

I.1.5.2. Conséquences esthétiques _____	38
I.1.5.3. Les normes de rejets _____	38
I.1.4. Problématique des eaux usées industrielles en Algérie _____	41
I. 2. Généralités sur le traitement des eaux usées industrielles _____	42
I.2.1. Historique du traitement des eaux en Algérie _____	42
I.2.2. Importance du traitement des eaux _____	42
I.2.3. Les étapes de traitement des eaux usées _____	43
I.2.3.1. Le prétraitement des eaux _____	43
I.2.3.2. Le dégrillage-tamisage _____	43
I.2.3.3. Le dessablage _____	43
I.2.3.4. Le dégraissage-déshuilage _____	43
I.2.3.2 Le traitement primaire _____	44
I.2.3.3. Le traitement secondaire _____	46
I.2.3.4. Le traitement tertiaire _____	48

CHAPITRE II Etude expérimentale et description de la station d'épuration de NAFTAL 44

II.1. Eaux usées et traitement des eaux dans la région de Bejaia _____	51
II.2. Cas de la station de Naftal _____	52
II.2.1. Historique _____	52
II.2.2. Objectifs stratégiques HSE _____	53
II.2.3. Paramètres NAFTAL _____	53
II.3. La station de traitement de NAFTAL _____	54
II.3.1. Dimensionnements et caractéristiques de la station _____	57
II.3.2. Méthodologie _____	59
II.4. Echantillonnage _____	60
II.4.1. Principe d'échantillonnage _____	60
II.4.2. But de l'échantillonnage _____	60
II.4.3. Matériel utilisé _____	60
II.4.4. Mesures _____	60
II.4.5. Container _____	60
II.4.6. Autres _____	60
II.4.7. Réactifs _____	61
II.4.8. Mode opératoire _____	61
II.5. Analyses et modes opératoires _____	62
II.5.1. La température _____	62
II.5.1.1. Mode opératoire _____	62
II.5.2. Le potentiel d'hydrogène (pH) _____	62
II.5.2.2. Mode opératoire _____	62
II.5.3. Les matières en suspension (MES) _____	62
II.5.3.1. Principe _____	62
II.5.3.2. Appareillage _____	63
II.5.3.3. Matériel _____	63
II.5.3.4. Produits chimiques et réactifs _____	63
II.5.3.5. Echantillonnage et prétraitement de l'échantillon _____	63
II.5.3.6. Mode opératoire _____	63
II.5.4. La demande biologique en oxygène (DBO ₅) _____	64
II.5.4.1. Principe _____	64
II.5.4.2. Echantillonnage et prétraitement _____	64
II.5.4.3. Mode opératoire _____	65
II.5.5. Demande chimique en oxygène (DCO) _____	65
II.5.5.1. Principe _____	65

II.5.5.2. Appareillage _____	65
II.5.5.3. Matériel _____	65
II.5.5.4. Echantillonnage et prétraitement _____	66
II.5.5.5. Mode opératoire _____	66
II.5.6. Azote Kjeldahl _____	66
II.5.6.1. Principe _____	66
II.5.6.2. Appareillage _____	66
II.5.6.3. Matériel _____	66
II.5.6.4. Echantillonnage et prétraitement de l'échantillon _____	67
II.5.6.5. Mode opératoire _____	67
II.5.7. Indice de Phénol _____	67
II.5.7.1. Principe _____	67
II.5.7.2. Appareillage _____	68
II.5.7.3. Matériel _____	68
II.5.7.4. Mode opératoire _____	68
II.5.8. Huiles et graisses _____	69
II.5.8.1. Principe _____	69
II.5.8.2. Appareillage _____	69
II.5.8.3. Matériel _____	69
II.5.8.4. Echantillonnage et prétraitement de l'échantillon _____	70
II.5.8.6. Mode opératoire _____	70
II.5.9. Plomb (Pb) _____	71
II.5.9.1. Principe _____	71
II.5.9.2. Appareillage _____	71
II.5.9.3. Matériel _____	72
II.5.9.4. Mode opératoire _____	72
II.5.10. Chrome (Cr VI) _____	73
II.5.10.1. Principe _____	73
II.5.10.2. Appareillage _____	73
II.5.10.3. Matériel _____	73
II.5.10.4. Mode opératoire _____	73
II.5.11. Hydrocarbures totaux _____	74
II.5.11.1. Principe _____	74
II.5.11.2. Appareillage _____	74
II.5.11.3. Matériel _____	74
II.5.11.4. Mode opératoire _____	75
II.5.11.6. Protocole de traitement _____	75
CHAPITRE III Résultats et discussions _____	69
III.1. Variation de la température _____	78
III.2. Variation du potentiel d'hydrogène (pH) _____	79
III.3. Variation de la DBO ₅ : _____	80
III.4. Variation de la DCO _____	81
III.5. Variation des Matières en Suspension (MES) _____	82
III.6. Variation de l'indice de phénols : _____	84
III.7. Variation des teneurs en huiles et graisses _____	85
III.8. Variation de l'Azote Kjeldahl _____	86
III.9. Variation des Hydrocarbures totaux _____	87
III.11. Variation des teneurs en Chrome hexavalent (Cr ⁶⁺) _____	90

<i>CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES</i>	<i>93</i>
<i>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES</i>	<i>95</i>
<i>ANNEXES</i>	<i>101</i>
<i>I. Annexes des protocoles expérimentaux</i>	<i>101</i>
<i>II. Annexes des bulletins d'analyses</i>	<i>120</i>
Résumé	113

**INTRODUCTION
GENERALE**

Introduction générale

Le développement industriel et la croissance démographique ont procuré une série d'avantages à la société, améliorant incontestablement la qualité de vie des êtres humains. D'autre part, de nombreux problèmes environnementaux sont apparus à la suite de l'augmentation de la production et de la consommation (Jie He, 2005). Parmi eux figurent la génération et l'émission des déchets et des polluants, tant domestiques qu'industriels. Des contaminants dangereux sont ainsi injectés dans le sol et les masses d'eau par le rejet inapproprié d'eaux usées industrielles très nocifs pour l'écosystème.

Les effluents d'eaux usées sont des contributeurs majeurs à la problématique de pollution de l'eau. En raison de l'absence ou de l'inadéquation des installations de traitement des eaux usées et de leurs effluents, elles sont souvent rejetées dans des sources d'eau de surface, qui sont des réceptacles pour les déchets domestiques et industriels, causant ainsi leur dégradation (UNESCO, 2017).

Les puits producteurs de pétrole, les usines de traitement de gaz et les raffineries produisent quotidiennement de grandes quantités d'eaux contaminées par des hydrocarbures, des particules solides et des matières en suspension. La minimisation de l'impact de l'industrie pétrolière sur l'homme et l'environnement est devenue une des principales préoccupations des pays producteurs de pétrole. Elle constitue actuellement une composante essentielle dans la stratégie de développement des entreprises.

NAFTAL est une entreprise nationale fondée en 1982 et filiale à 100% du holding SONATRACH Valorisation des Hydrocarbures (SVH) ; elle est rattachée à l'activité de commercialisation, et a pour mission principale, le stockage, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers raffinés et dérivés sur le marché national.

Les produits issus des raffineries (carburants essentiellement) sont acheminés vers les centres de stockage de NAFTAL soit par voie terrestre (transport avec camions ou pompage direct à travers des pipelines) ou par voie maritime (cabotage maritime), comme c'est le cas à Bejaïa. L'essentiel des effluents liquides industriels que produit NAFTAL provient du produit lui-même lors de son approvisionnement, et de la pollution superficielle du sol qui a lieu lors des différents remplissages des camions de commercialisation (à travers les eaux pluviales, et les

opérations de rinçage). Ces eaux sont ainsi collectées et redirigées vers des bassins de décantation pour éviter d'autres contaminations.

C'est dans ce contexte que se situe notre mémoire de fin d'étude. En effet, afin d'assurer une première immersion dans le secteur du traitement des eaux industrielles, on a effectué un stage pratique de 4 semaines au sein de la station d'épuration de l'entreprise NAFTAL au niveau du district carburant. Ce dernier comporte deux dispositifs de traitement d'effluents liquides industriels : un Séparateur Eau/Hydrocarbures de classe II ou une Unité de traitement doté d'un séparateur Eau/Hydrocarbure de classe I.

L'objectif de ce travail consiste à démontrer l'efficacité des traitements effectués au niveau de ces séparateurs. Pour ce faire, nous avons divisé ce mémoire en 3 grandes parties :

Le premier chapitre est consacré à une synthèse bibliographique sur les eaux usées, leurs propriétés et quelques généralités sur les procédés de traitement.

Le second chapitre détaille le matériel de laboratoire utilisé lors des analyses, les différents modes opératoires, ainsi que les modes de prélèvement des échantillons.

Dans le troisième et dernier chapitre les résultats des analyses ainsi que leurs interprétations seront présentés.

CHAPITRE I
Généralités sur les eaux usées

I.1. Généralités sur les eaux usées

Les eaux usées (ou eaux polluées) sont des eaux qui ont été altérées par l'activité humaine. Il peut ainsi s'agir d'eaux polluées provenant d'usines ou d'eau de ruissellement provenant d'un parc de stationnement.

Les eaux usées sont des liquides utilisés, des solutions, des colloïdes ou des suspensions, ainsi que des déchets solides déversés via des canalisations vers des récepteurs naturels, tels que des réservoirs ou des cours d'eau, des fosses d'épuration, etc.

I.1.1. Origine et composition des eaux usées**I.1.1.1. Origine domestique**

Les eaux usées ménagères et utilitaires (municipales) sont des eaux usées étroitement liées à l'existence humaine et sont générées lors de l'utilisation de liquides dans les maisons d'habitation, les dépendances et les lieux publics. Ce type d'eaux usées comprend des suspensions (fèces, sécrétions, muqueuses animales et humaines, résidus alimentaires...), des composés organiques (sucres, protéines, graisses), des composés chimiques (lavants et lessives, huiles). A ces eaux fortement polluées s'ajoutent, (selon le type de réseau séparatif ou pseudo-séparatif, ou unitaire) des eaux moins polluées qui peuvent provenir des toitures, de drainage, de cours, de sous-sol et garage

I.1.1.2. Les eaux usées agricoles

Les eaux usées agricoles représentent les eaux qui ont été contaminées et polluées par des substances utilisées dans le domaine de l'agriculture, dont les engrais et les pesticides. Les eaux issues de terres cultivées chargées d'engrais azotés, nitrates et phosphates conduisent par ruissellement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes superficielles et des cours d'eaux. L'agriculture est ainsi la cause principale des pollutions diffuses (Grosclaude, 1999).

I.1.1.3. Les eaux de pluie et de ruissellement

Les eaux pluviales ruissellent dans les rues où se sont déjà accumulés les polluants, poussières, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Ces eaux se chargent ainsi par ces substances et sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique (Grosclaude, 1999).

I.1.1.4. Origine industrielle et différents types de rejet

La génération de ce type d'eaux usées est liée aux activités des usines de production et de service ainsi qu'aux processus technologiques qui s'y déroulent. La majeure partie de la pollution est causée par les activités des industries minières, métallurgiques, pétrolières, textiles, de l'énergie, de l'électromécanique, de la tannerie, de la cellulose et de l'alimentation (Gomella, Guerre, 1978). Leurs caractéristiques varient d'une industrie à une autre. En plus des matières organiques, azotées ou phosphorées, elles sont chargées en substances chimiques et métalliques. Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir (Kochtcheeva et Singh, 2000) :

- Des hydrocarbures (raffineries) ;
- des métaux (métallurgie, traitement de surface) ;
- des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage) ;
- des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques) ;
- des matières radioactives (centrales nucléaires et traitement des déchets radioactifs).

La toxicité, la mobilité et la charge des polluants industriels ont un impact potentiellement plus significatif sur les ressources hydriques, la santé humaine et l'environnement que les volumes d'eaux usées réels (UNESCO, 2017).

I.1.2. Caractéristiques des eaux usées industrielles

Les eaux usées industrielles constituent une menace importante pour l'homme et l'environnement naturel, principalement en raison de la teneur élevée en substances toxiques, en produits chimiques et en métaux lourds, qui ont un effet fondamental sur la modification des propriétés chimiques de l'eau et sont toxiques pour les organismes vivants.

Les caractéristiques spécifiques des eaux usées varient considérablement d'une industrie à l'autre, selon leur composition physique, chimique et biologique. Par conséquent, ce sont celles-ci qui détermineront les techniques de traitement à utiliser pour satisfaire les exigences de rejet de conformité.

I.1.2.1. Les paramètres physicochimiques**I.1.2.1.1. La toxicité**

Plusieurs agents pathogènes d'origine hydrique prolifèrent dans les eaux usées et produisent des toxines, affectant l'écosystème terrestre et la santé humaine. Les toxines présentes dans les eaux usées industrielles provoquent une intoxication aiguë, une suppression du système immunitaire et un échec de la reproduction. Selon l'OMS, environ 80% des maladies sont d'origine hydrique. Pour répondre aux problèmes environnementaux et sanitaires créés par les eaux usées industrielles, il est absolument nécessaire d'effacer leur toxicité par un traitement adéquat avec des moyens physiques, chimiques et biologiques afin qu'elles puissent être recyclées pour la conservation de l'eau (OMS, 1989).

I.1.2.1.2. La demande biologique en oxygène (DBO₅)

La DBO est la concentration, en masse d'oxygène dissous dans l'eau, consommée par les bactéries aérobies sur une certaine période de temps dans les conditions de l'essai (Rodier, 2009). Etant donné qu'environ 50% des polluants sont oxydés par des bactéries en 3 jours et que le processus est généralement terminé après 20 jours, la durée de 5 jours est considérée comme représentative pour la détermination des caractéristiques de la demande biochimique en oxygène. Ainsi, ce paramètre représente une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en milligramme d'O₂ consommés pendant 5 jours dans l'obscurité et à une température de 20°C (conditions d'essai) et est déterminée par la méthode de dilution ou grâce à des méthodes manométriques (Bremond et Vuichard, 1973).

L'analyse de la DBO₅ est utilisée pour l'appréciation de la qualité des eaux brutes (Bremond et Vuichard, 1973).

I.1.2.1.3. La demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène (DCO) mesure la quantité équivalente de dioxygène nécessaire à l'oxydation de la majeure partie de la matière organique présente dans l'eau à traiter, mais aussi de certains ions inorganiques oxydables (S⁻², Mn⁺², etc.) (Badia et Gondar, 2003).

Cette mesure est réalisée avec des réactifs oxydants forts, tel que le Dichromate de Potassium (Badia-Gondar, 2003). Cette technique d'analyse permet de mesurer des concentrations allant de 4mg/L d'O₂ jusqu'à 1500 mg/L d'O₂ dans les eaux usées domestiques ou industrielles.

(Suschka, Ferreira,1986) Cet intervalle peut éventuellement être étendu en effectuant une dilution adéquate des échantillons.

En termes de qualité de l'eau, la DCO est particulièrement utile car elle permet de :

- Déterminer l'effet d'un effluent sur le milieu récepteur ;
- Déterminer la demande biochimique en oxygène (DBO).

I.1.2.1.4. La matière en suspension

Les matières en suspension (MES) sont les matières en phase transitoire dans les stations d'épuration. C'est-à-dire qu'ils ne sont pas sous forme colloïdale ou dissoute. Elles représentent ainsi, la fraction constituée par l'ensemble des particules organiques ou minérales, non dissoutes de la pollution. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur (Faby, 1997). Les MES sont composées en moyenne de 70% de MVS et 30% de MMS (Rejsek, 2002). Les MES sont l'indicateur de la turbidité, leur abondance dans l'eau augmente la turbidité (Duguet et al., 2006).

Les matières en suspension contenues dans les eaux résiduaires constituent un paramètre important, qui marque généralement bien le degré de pollution d'un effluent urbain ou industriel. D'autre part, la connaissance de ce paramètre renseigne sur les possibilités épuratoires de certains ouvrages de traitement, décanteurs par exemple, et intervient dans l'évaluation de la production des boues en excès (Mohamed Saïd M, 2012).

I.1.2.1.5. La température

La température est une mesure du degré de chaleur de la masse d'eau. Ce paramètre peut grandement affecter la qualité de l'eau, car il détermine d'autres propriétés et processus qui se déroulent dans l'eau, tels que la viscosité, la solubilité des gaz et des sels, les processus physiologiques des organismes qui provoquent des variations de leur métabolisme, la prolifération de certains micro-organismes, etc. (WHO, 1989). La température joue également un rôle important concernant la nitrification et la dénitrification biologique. La nitrification est optimale pour des températures allant de 12 à 15°C (Rodier et al., 2005).

L'activité anthropique peut modifier la température et créer un déséquilibre qui à son tour peut fortement perturber la vie aquatique (pollution thermique). Cette pollution thermique peut être

produite, par exemple, par le rejet d'eau chaude ayant servi de fluide caloporteur dans les centrales nucléaires et thermiques.

Réglementairement, les eaux usées, autres que domestiques, doivent être ramenées à une température inférieure à 30°C (Rodier et al., 2005).

I.1.2.1.6. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH mesure la concentration en ions H⁺ de l'eau, ce paramètre caractérise un grand nombre d'équilibres physico-chimiques et dépend de facteurs multiples dont l'origine de l'eau. Le pH doit être impérativement mesuré sur le terrain à l'aide d'un pH-mètre ou par colorimétrie. La solution tampon déterminée par le système : eau, CO₂ dissous, carbonates insolubles et bicarbonates solubles, constitue un milieu relativement stable dans lequel la vie aquatique peut se développer favorablement.

L'influence du pH est également à prendre en considération lorsqu'il s'agit d'étudier le rôle qu'il exerce sur les autres éléments comme les ions des métaux dont il peut diminuer ou augmenter leur mobilité en solution et donc leur toxicité.

Enfin, le pH joue un rôle décisif lors de l'épuration d'un effluent. La nitrification optimale ne se fait qu'à des pH compris entre 7,5 et 9 (Rodier et al., 2005).

I.1.2.1.7. La conductivité

La conductivité électrique d'une eau mesure la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métalliques de 1cm² de surface séparées l'une de l'autre de 1cm. Puisque la plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement, la mesure de la conductivité permet alors d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Rodier, 2009).

I.1.2.1.8. Les substances nutritives

Le phosphore, l'azote, le potassium, les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre sont des substances indispensables à la vie des végétaux. Ils se trouvent en quantité perceptible dans les eaux usées épurées ou non, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation (Faby, 1997).

I.1.2.1.8.1. Les composés phosphorés (PO_4^{2-})

Le phosphore se trouve principalement sous la forme de phosphate ou PO_4^{3-} (composés phosphatés) dans les eaux naturelles et les eaux usées. Il est naturellement présent dans les cours d'eau, où il est essentiel au développement de tous les organismes vivants.

Le phosphore total Pt est composé de :

- Phosphore organique issu de la décomposition de la matière vivante ;
- Phosphates PO_4 , la partie minéralisée (essentiellement sous forme d'ions orthophosphate). Les eaux usées sont majoritairement composées de phosphates PO_4 .

Le phosphore est essentiellement responsable de l'eutrophisation des milieux marins lorsqu'il est présent en grande quantité (Martin, 1987).

I.1.2.1.8.2. Les composés azotés

L'azote peut se trouver dans les eaux de rejets sous forme minérale ou organique à différents niveaux d'oxydation ; l'azote ammoniacal (forme réduite), l'azote organique (forme réduite) et l'azote minéral (deux formes oxydées). Ces différentes formes ainsi que les relations les reliant sont représentées dans la **figure I.1**.

La somme de ces trois formes d'azote, exprimée en mgN.L^{-1} , constitue l'azote global (NGL) (MORIN-CRINI et al., 2017).

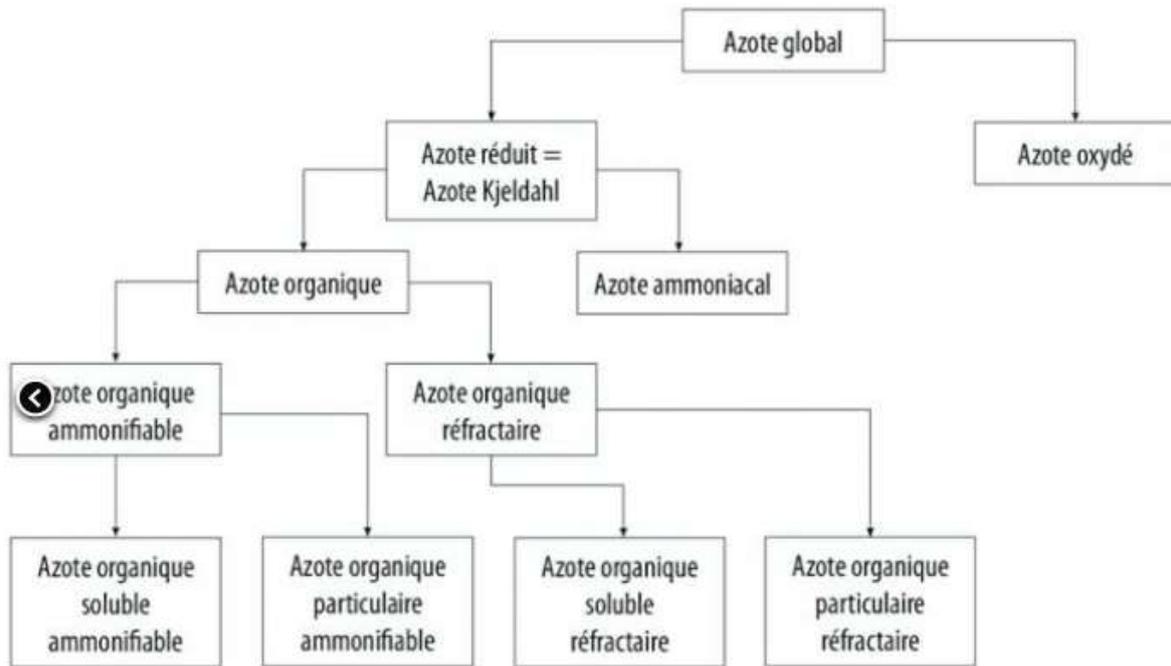


Figure I.1 : Les différentes formes d'azote et les relations entre elles. (MORIN-CRINI et al., 2017)

I.1.2.1.8.3. Le potassium (K^+)

Le potassium est en général présent dans les effluents secondaires (à hauteur de 10 à 30mg/L) il permet de répondre partiellement aux besoins (Faby, 1997).

I.1.2.1.8.4. Le chlore et le sodium

Pouvant être d'origine naturelle (mer et terrains salés), humaine (dans les urines) ou industrielle (industrie pétrolière, potasse, agroalimentaire, galvanoplastie) (Gaujous, 1995). Les chlorures et le sodium peuvent poser problème, notamment en bord de mer quand les réseaux d'égouts drainent des eaux phréatiques saumâtres (Faby, 1997).

En excès, les éléments nutritifs vont contribuer à la prolifération des plantes aquatiques et des algues. Bien que ces derniers constituent la base du réseau alimentaire des écosystèmes aquatiques, leur prolifération va à l'encontre de l'équilibre naturel entre producteurs et consommateurs et engendre des problèmes comme l'eutrophisation. La **Figure I.2** met en évidence l'aspect visuel de ce phénomène.

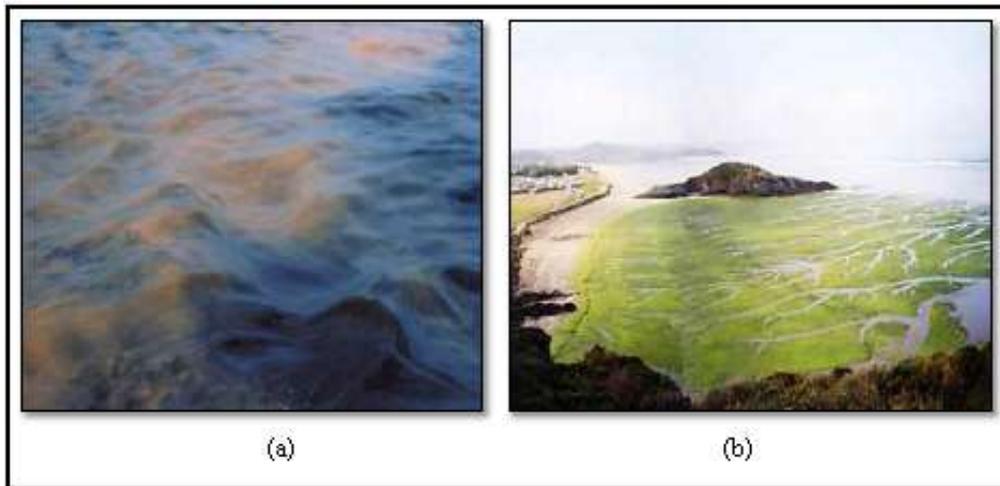


Figure I.2 : Aspects visuels de l'eutrophisation (Baudrier et al., 2012)

(a) marée rouge (phytoplancton) ; (b) marée verte (macro-algues).

I.1.2.1.9. Les métaux lourds

Les métaux lourds sont les éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires. Les plus abondants, étant de l'ordre de quelques $\mu\text{g/L}$ sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb.

Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, mercure, arsenic, cadmium, nickel, sélénium, molybdène, etc.) sont présents à l'état de traces (Cauchi, 1996).

Ceux-ci peuvent provenir de sources naturelles ; telles que les éruptions volcaniques ou les érosions des sols, ou de sources anthropogéniques à travers la production d'énergie par combustion par exemple ou par l'hydrométallurgie. Ils sont considérés comme étant les éléments les plus nocifs dans les eaux résiduaires (Rodier et al., 2009).

I.1.2.2. Les paramètres biologiques

I.1.2.2.1. Coliformes totaux

Les coliformes totaux représentent un indicateur historique dont la recherche est associée avec celles des *E. Coli* dans la norme (Rodier, 2009). Les coliformes totaux sont un groupe de bactéries répandues dans la nature. Tous les membres du groupe des coliformes totaux peuvent être présents dans les matières fécales humaines, mais certains peuvent également être présents dans le fumier animal, le sol et le bois submergé et à d'autres endroits en dehors du corps humain. Ainsi, l'utilité des coliformes totaux comme indicateur de contamination fécale dépend de la mesure dans laquelle les espèces bactériennes trouvées sont d'origine

fécale et humaine (Rodier, 2009). Pour les eaux récréatives, les coliformes totaux ne sont plus recommandés comme indicateur. Pour l'eau potable, les coliformes totaux demeurent le test standard car leur présence indique une contamination d'un approvisionnement en eau par une source extérieure.

I.1.2.2.2. Coliformes fécaux

Les coliformes fécaux sont un sous-ensemble de bactéries coliformes totales et sont d'origine fécale. Toutefois, même ce groupe contient des *Klebsiella*, ainsi que des espèces qui ne sont pas nécessairement d'origine fécale. Les *Klebsiella* sont souvent associées aux déchets des usines textiles, pâtes et papiers (Faby, 1997).

I.1.2.2.3. Les streptocoques fécaux

Les streptocoques fécaux sont généralement présents dans le système digestif des humains et d'autres animaux à sang chaud (Bitton, 1999). Dans le passé, les streptocoques fécaux étaient surveillés avec les coliformes fécaux et un rapport des coliformes fécaux aux streptocoques était calculé. Ce rapport a été utilisé pour déterminer si la contamination était d'origine humaine ou non (Pourcher *et al.*, 1991). Cependant, cela n'est plus recommandé comme test fiable et n'est donc plus utilisé (Edberg *et al.*, 1997).

I.1.2.2.4. Clostridium perfringens

Clostridium perfringens fait partie des bactéries anaérobies capables de survivre même dans de mauvaises conditions par formation de spores (Brazier et Hall, 1995). La résistance à la chaleur de leurs spores est caractéristique. Ils sont présents partout dans l'environnement, en particulier dans le sol, mais aussi dans le tractus intestinal humain et animal. Ingeré avec la nourriture humaine, elles peuvent provoquer des infections gastro-intestinales par des toxines.

Les spores des *Clostridium perfringens* résistent aux traitements des eaux usées et aux stress environnementaux par conséquent cette bactérie est un excellent indicateur de contaminations fécales présentes ou passées (Mellgren, 1973).

I.1.2.2.5. Salmonelles

Les eaux usées sont connues pour être un véhicule courant pour le transport et la transmission des sérotypes de *Salmonella* et sont capables de polluer l'environnement et d'infecter les humains. En effet, plusieurs foyers de contaminations ont été reliés aux salmonelles dans les

eaux usées via l'irrigation des cultures, l'infiltration et le transport dans le sol vers les eaux souterraines ou son rejet dans le milieu marin (Rodier, 2009). Dans ce dernier cas, bien que certains agents pathogènes soient naturellement présents dans le milieu aquatique, la Salmonella peut être introduite par la pollution fécale animale ou humaine et les eaux usées.

Les Salmonelles sont en général considérées comme pathogènes bien que leur virulence et leur pathogénèse varient énormément : fièvres typhoïdes, salmonelloses systémiques, toxi-infections alimentaires, gastro-entérites...etc. (Rodier, 2009). Elles sont susceptibles d'être véhiculées dans les eaux environnementales par la pollution des eaux usées. Par conséquent, la détermination de la présence de Salmonella, ses niveaux et sa résistance aux antibiotiques à la fois dans les eaux usées et les eaux environnementales sont cruciales et sont nécessaires pour évaluer les risques sanitaires associés.

I.2.3. Caractéristiques des eaux usées par secteur industriel

La composition des eaux usées industrielles diffère d'une industrie à une autre, le **tableau I.1** résume le contenu des effluents en fonction du secteur industriel d'où ils proviennent.

Tableau I.1 : Contenu des eaux usées types dans certaines grandes industries. (PNUE,2010 et Moussa, 2008).

Industrie	Contenu type des effluents
Pâte et papier	<ul style="list-style-type: none"> - Acides lignosulfoniques chlorés, acides résiniques chlorés, phénols chlorés et hydrocarbures chlorés – environ 500 différents composants organiques chlorés identifiés. - Composés chlorés et composés organiques halogénés adsorbables (COHA). - Polluants caractérisés par la DBO, la DCO, les matières en suspension, la toxicité et la couleur.
Fer et acier	<ul style="list-style-type: none"> - Eau de refroidissement contenant de l'ammoniac et du cyanure. - Produits de gazéification – benzène, naphthalène, anthracène, cyanure, ammoniac, phénols, crésols et hydrocarbures aromatiques polycycliques. - Huiles hydrauliques, suif et particules solides.

	<ul style="list-style-type: none"> - Eau de rinçage acide et acide usé (chlorhydrique, sulfurique).
Mines et carrières	<ul style="list-style-type: none"> - Boues de particules de roche. - Tensio actifs. - Huiles et huiles hydrauliques. - Minéraux indésirables – par exemple l’arsenic. - Boues contenant de très fines particules.
Industrie alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> - Niveaux élevés de concentration en DBO et de matières en suspension. - DBO et pH variables en fonction des légumes, fruits ou viandes et de la saison. - Transformation des légumes – forte présence de particules, certaines matières organiques dissoutes, tensioactifs. - Viandes – forte présence de matières organiques, d’antibiotiques, d’hormones de croissance, de pesticides et d’insecticides. - Cuisson – matières organiques des plantes, sol, arômes, colorants, acides, huile et graisse.
Brassage	<ul style="list-style-type: none"> - La DBO, la DCO, matières en suspension, azote, phosphore – variables en fonction des différents procédés. - pH variable à cause des agents de nettoyage acides et alcalins. - Température élevée.
Produits laitiers	<ul style="list-style-type: none"> - Sucres dissouts, protéines, lipides et résidus d’additifs. - DBO, DCO, matières en suspension, azote de phosphore.
Substances chimiques organiques	<ul style="list-style-type: none"> - Pesticides, produits pharmaceutiques, peintures et teintures, produits pétrochimiques, détergents, plastiques, etc. - Matières premières, sous-produits, matières solubles ou sous forme de particules, agents de lavage et de nettoyage, solvants et produits à valeur ajoutée tels que les plastifiants.

Textiles	<ul style="list-style-type: none"> - DBO, DCO, métaux, matières solides en suspension, urée, sel, soufre, H₂O₂, NaOH. - Désinfectants, biocides, résidus d'insecticides, détergents, huiles, lubrifiants, ensimage et filature, solvants usés, composants antistatiques, agents stabilisants, tensioactifs, assistants du traitement biologique, matières cationiques, couleurs. - Acidité/alcalinité élevée. - Chaleur, mousse. - Matières toxiques, déchets de nettoyage, apprêt.
Energie	<ul style="list-style-type: none"> - Production de combustibles fossiles. - Contamination provenant des puits pétroliers et gaziers et fracturation. - Eau de refroidissement chaude.

I.2.4. Caractéristiques des eaux usées par secteur pétrochimique

Les flux d’eaux usées provenant des produits chimiques dérivés du pétrole et du gaz naturel doivent subir un traitement différent et plus pointu avant d’être rejetés dans les eaux de surface ou dans les puits en raison de leur impact environnemental néfaste très élevé. Ces eaux sont le plus souvent chargées en molécules complexes, toxiques et écotoxiques, incluant les détergents, les huiles et les graisses, les colorants, les matières organiques, les métaux et les métaux lourds, les sulfures et dans certains cas de l’ammoniac. Le traitement se doit de respecter les normes définies. Ci-dessous le **tableau I.2** met en évidence respectivement, les branches industrielles, l’origine des principaux effluents polluants, ainsi que les caractéristiques principales des rejets.

Tableau I.2 : Classification des eaux résiduaires industrielles chimiques et de synthèse avec mise en évidence de l'origine et des caractéristiques principales des effluents rejetés (Boeglin, Roubaty, 2007).

Industries chimiques et de synthèse		
Produits phosphatés, acide phosphorique, engrais phosphatés	Lavage, dégrillage et flottation du minéral, superphosphates.	Argiles, limons et huiles, faible pH, teneur élevée en matières en suspension et produits siliceux et fluorés.
Colorants de synthèse	Colorants aniliques et nitrés.	Eaux fortement acides, phénols, dérivés nitrés, DCO élevée.
Caoutchouc et polymères de synthèse	Lavage du latex, caoutchouc coagulé, élimination des impuretés du caoutchouc brut et des produits de formulation.	Teneurs élevées en matière en suspension, pH variable, teneurs élevées en chlorures et DCO.
Insecticides et pesticides	Produits de lavage et de purification	Teneur élevée en matières organiques, benzène, toxiques pour les bactéries et les poissons, acides.
Raffineries et pétrochimie	Eaux de procédé, dessalage, steam cracking, cracking catalytique, eaux des aires de manutention et de stockage.	Hydrocarbures aliphatiques et aromatiques plus ou moins émulsifiés, sulfures, matières en suspension, peu de DBO sauf eaux provenant des procédés phénolés.
Explosifs	Lavage de trinitrotoluène (TNT) et de coton poudre pour purification.	Couleur, acides, odeurs, teneur en acides organiques en alcools et dérivés cellulose, forte DCO.
Synthèses organiques diverses	Composés chloroacétyléniques, alcools, aldéhydes, esters.	Alcalinité ou acidité élevée, fortes teneurs en matières organiques.
Produits photographiques	Solutions usées de révélateurs et de fixateurs.	Alcalinité, différents agents réducteurs organiques et minéraux, éléments toxiques.

I.1.5. Conséquences de la pollution par les eaux usées industrielles

L'augmentation de la population a entraîné une augmentation de la demande de biens qui, à son tour, a provoqué une industrialisation rapide. À son tour, l'augmentation des installations industrielles a entraîné une augmentation de la production de déchets industriels. Ces déchets industriels causent des ravages environnementaux majeurs en polluant l'eau, l'air et le sol. La qualité et la quantité des eaux usées générées dépendent du type d'industrie : elles peuvent contenir des déchets non biodégradables tels que les métaux lourds, les pesticides, le plastique et des composés biodégradables tels que le papier, le cuir, la laine, etc. Les eaux usées industrielles peuvent être toxiques, réactives, cancérigènes ou inflammables. Par conséquent, sans stratégies de traitement et de gestion appropriées, le rejet des déchets dans les plans d'eau peut avoir des effets environnementaux et sanitaires épouvantables.

I.1.5.1. Conséquences sanitaires

Ci-dessous, quelques-uns des effets de la pollution industrielle de l'eau sur la santé humaine

- Consommation d'eau contaminée par les eaux usées

Selon l'OMS, environ 2 milliards de personnes utilisent une source d'eau potable contenant des contaminants fécaux dans le monde. L'eau contaminée peut abriter des bactéries, telles que celles responsables du choléra, de la dysenterie, du typhus, de l'hépatite A et de la poliomyélite. Qu'il suffise de dire que selon les Nations Unies, environ 297 000 enfants de moins de 5 ans meurent chaque année de maladies liées à un mauvais assainissement ou à une eau insalubre (OMS, 2006), on estime également que, chaque année, plus de 829 000 personnes meurent de diarrhée à cause de l'insalubrité de l'eau potable et du manque d'assainissement et d'hygiène.

- Ingestion de micro-plastiques

Des études montrent que les micro-plastiques peuvent provoquer des réactions inflammatoires, un stress oxydatif et des perturbations métaboliques chez l'homme. Ceux-ci peuvent être ingérés en consommant de l'eau ou des poissons contaminés (Renou, 2006).

- Consommation d'une eau contenant des déchets chimiques

Les polluants chimiques, tels que les pesticides, les engrais ou encore les métaux lourds, peuvent causer de graves problèmes de santé en cas d'ingestion. Une personne qui ingère des

toxines chimiques par de l'eau supposée potable peut être à risque de : cancer, intoxication ou encore problèmes cardiovasculaires.

Les eaux usées se composent de diverses classes d'agents pathogènes capables de provoquer des maladies d'ampleur variable chez l'homme. Contrairement à certains des impacts environnementaux qui peuvent prendre beaucoup de temps avant de se manifester, les agents pathogènes ont un impact négatif immédiat sur la santé des personnes qui utilisent des ressources en eau de surface contaminées à des fins domestiques, agricoles et récréatives (Renou, 2006).

Le **Tableau I.3** met en exergue les principaux virus pathogènes transmissibles par la voie hydrique.

Tableau I.3 : Principaux virus pathogènes transmissibles par voie hydrique (Servaix et al., 1999).

Genre	Espèces	Taille	Génomes	Symptômes
Entérovirus	Poliovirus	2-30 nm	ARN	P, M, F
	Coxsackie A			MR, M, F
	Coxsackie B			MR, M, F
	Echovirus			M, MR, F, GE
	Entérovirus (68-71)			M, E, MR, F, CH
Hépatovirus	Hépatite A	27-28nm	ARN	H
Réovirus	Réovirus humain			Non établie
Rotavirus	Rotavirus humain	70-80 nm	ARN	GE, D

Calicivirus	Virus de Norwalk	26-32 nm	ARN	GE, V, D, F
	SRV	30-38 nm		GE, V, D
	Virus de l'hépatite E	27-34 nm		H
Astrovirus	Astrovirus humain	28 nm	ARN	GE
Coronavirus	Coronavirus humain	120 nm	ARN	GE
Mastadénovirus	Adénovirus humain	70-80 nm	ADN	MR, C, GE

Abréviations : F : fièvre, M : méningite, D : diarrhée, GE : gastroentérite, P : paralysie, MR : maladie respiratoire, E : encéphalite, C : conjonctivite, CH : conjonctivite hémorragique, V : vomissement, H : hépatite.

I.1.5.1. Conséquences écologiques

La pollution organique peut avoir un impact important sur la pêche en eaux intérieures, la sécurité alimentaire et les moyens de subsistance, affectant gravement les communautés rurales défavorisées qui vivent de la pêche en eau douce. Environ un septième de tous les cours d'eau d'Afrique, Asie et Amérique latine sont déjà affectés par une pollution organique grave, qui n'a cessé d'augmenter depuis des années (PNUE, 2016).

La libération de nutriments (azote, phosphore et potassium) ainsi que de produits agrochimiques issus de l'agriculture intensive et des déchets d'origine animale peut accélérer l'eutrophisation des ressources en eau douce et des écosystèmes marins côtiers et augmenter la pollution des eaux souterraines. La plupart des grands lacs d'Amérique latine et d'Afrique ont enregistré des charges anthropiques de phosphore en augmentation, ce qui peut accélérer les processus d'eutrophisation (UNESCO, 2017).

Voici quelques autres effets néfastes sur l'écologie :

- Réduction de la biodiversité ;

- Dégradation des écosystèmes aquatiques (par exemple eutrophisation et zones mortes) ;
- Odeurs nauséabondes ;
- Augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES) ;
- Hausse de la température des eaux ;
- Bioaccumulation de toxines (PNUE, 2015).

L'augmentation des rejets d'eaux usées n'ayant pas subi un traitement approprié provenant des zones à urbanisation rapide, favorisent davantage la dégradation de la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines dans le monde entier (UNESCO, 2017).

I.1.5.2. Conséquences esthétiques

Ce type d'impacts est souvent assez peu directement dangereux pour les écosystèmes. En revanche il sera forcément dévastateur par ses conséquences socio-culturelles parce qu'il renvoie une très mauvaise image du milieu et provoque des réactions en chaîne :

- Le milieu sera considéré comme pollué et deviendra alors souvent un réceptacle avantageux pour des déchets et des polluants pouvant être dangereux pour l'écosystème.
- Les usagers se détournent d'un espace qu'ils considèrent comme pollué ce qui donne suite à une perte d'usage.

Il est ainsi important de se prémunir contre les eaux polluées et les pollutions en général en contrôlant les rejets et en nettoyant régulièrement les milieux récepteurs.

I.1.5.3. Les normes de rejets

➤ Normes internationales

L'organisation mondiale de la santé (OMS) a fixé des normes internationales pour les eaux usées, ces normes sont consignées dans le **Tableau I.4** suivant :

Tableau I.4 : Normes de rejet internationales (CSHPF, 1995).

Caractéristiques	Normes
pH	6,5 – 9,5
DBO ₅	< 30 mg.L ⁻¹
DCO	< 90 mg.L ⁻¹
MES	< 20 mg.L ⁻¹

NH ₄ ⁻	< 0,5 mg.L ⁻¹
NO ₂	1 mg.L ⁻¹
NO ₃	< 1 mg.L ⁻¹
P ₂ O ₅	< 2mg.L ⁻¹
Température	< 30°C
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

➤ Normes Européennes

La Directive européenne n° 91-271 du 21/05/1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines et la protection des milieux aquatiques impose la collecte, le traitement et le rejet des eaux urbaines résiduaires ainsi que le traitement et le rejet des eaux usées provenant de certains secteurs industriels et a pour but de protéger l'environnement contre une détérioration due aux rejets des eaux résiduaires. Les normes fixées par cette directive sont représentées dans le **Tableau I.5**.

Tableau I.5 : Prescriptions relatives aux rejets provenant des stations d'épuration des eaux urbaines résiduaires en Europe (JOCE, 1991).

Paramètre	Niveau (EH)	Concentration maximale (mg.L ⁻¹)	Pourcentage minimal de réduction (%)
DBO ₅ (à 20°C)	-	25	70 à 90
DCO	-	125	75
MES	Plus de 10000	35	90
	2000 à 10000	60	70
Azote	10000 à 100000	15	70 à 80
	Plus de 100000	10	
Phosphore	10000 à 100000	2	80
	Plus de 100000	1	

➤ Normes Algériennes

La réglementation en vigueur est mise en place par l'application des décrets émis dans le journal officiel de la République Algérienne n°26 paru en date du 23 Avril 2006. (**Tableau I.6**).

Tableau I.6 : Valeurs limites des paramètres de rejets des effluents liquides industriels Algériennes (JORA, 2006).

N°	PARAMETRES	Unité	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATION
1	Température	°C	30	30
2	pH	-	6,5 – 8,5	6,5 – 8,5
3	MES	mg.L ⁻¹	35	40
4	Azote Kjeldahl	mg.L ⁻¹	30	40
5	Phosphore totale	mg.L ⁻¹	10	15
6	DCO	mg.L ⁻¹	120	130
7	DBO ₅	mg.L ⁻¹	35	40
8	Aluminium	mg.L ⁻¹	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	mg.L ⁻¹	0,005	0.01
10	Cyanures	mg.L ⁻¹	0,1	0.15
11	Fluor et composés	mg.L ⁻¹	15	20
12	Indice de Phénol	mg.L ⁻¹	0,3	0.5
13	Hydrocarbures totaux	mg.L ⁻¹	10	15
14	Huiles et graisses	mg.L ⁻¹	20	30
15	Cadmium	mg.L ⁻¹	0,2	0.25

16	Cuivre total	mg.L ⁻¹	0,5	1
17	Mercure total	mg.L ⁻¹	0,01	0.05
18	Plomb total	mg.L ⁻¹	0,5	0.75
19	Chrome total	mg.L ⁻¹	0,5	0.75
20	Etain total	mg.L ⁻¹	2	2.5
21	Manganèse	mg.L ⁻¹	1	1.5
22	Nickel total	mg.L ⁻¹	0,5	0.75
23	Zinc total	mg.L ⁻¹	3	5
24	Fer	mg.L ⁻¹	3	5
25	Composés organiques chlorés	mg.L ⁻¹	5	7

I.1.4. Problématique des eaux usées industrielles en Algérie

La plupart des zones côtières de la Méditerranée abritent des industries chimiques et extractives qui produisent des quantités significatives de déchets industriels (tels que les métaux lourds, les substances chimiques dangereuses et les polluants organiques persistants (POP)) susceptibles de gagner directement ou indirectement les milieux marins de la Méditerranée.

Ces dernières années, les rejets des eaux usées d'origine urbaine et industrielle ont augmenté dans les oueds. Ceci constitue une menace pour la qualité des ressources en eau dans les barrages. Plusieurs tronçons d'oueds sont déjà pollués (Tafna, Mekerra, Chellif, Soummam et Seybouse). Si le phénomène persiste encore, des retenues de barrages comme Beni Bahdel, Bakhada, Ouizert, Bouhanifia, Fergoug, Oued Lekhel, Hammam Grouz et Oued Harbil seront encore pollués. En plus de ces rejets, le dépôt des sédiments dans les retenues de barrages génère l'eutrophisation des eaux de retenues, entraînant ainsi des déséquilibres écologiques. Le processus de vieillissement passera une retenue d'un état de faible niveau nutritif (oligotrophique) à un état intermédiaire (mésotrophique), puis à un état de haut niveau nutritif (eutrophique).

I. 2. Généralités sur le traitement des eaux usées industrielles**I.2.1. Historique du traitement des eaux en Algérie**

En Algérie, la protection des ressources en eau contre les effets de la pollution a été prise en considération par les pouvoirs publics dès 1970. C'est ainsi qu'à la fin des années 1990, environ 50 stations d'épuration (STEP) ont été réalisées, ayant une capacité de l'ordre de 4 millions d'équivalents habitants ; et à l'horizon des années 2000, le nombre a augmenté à une soixantaine de stations avec une capacité de 5,2 millions équivalents habitants (A. KETTAB, 2001). Tout en sachant que les réseaux d'assainissement totalisaient 17000 km en 1994 (11500 km en milieu urbain et 5500 km en milieu rural), le volume d'eau rejeté annuellement est évalué à plus de 600 millions de m³.

En 2014, 108 STEP étaient en exploitation. Près de 350 stations de pompage sont gérées par l'ONA, 39.00 km de réseau d'assainissement avec la perspective de récupérer un total de 44.00 km en étendant son activité à de nouvelles wilayas. Cependant, avec les 927 hm³/an de volume d'eau rejetée, la capacité théorique totale d'épuration est de l'ordre de 700 hm³/an. En 2015, l'Algérie comptait 200 STEP, avec une capacité d'épuration estimée à 12 millions Eq/h, soit 800 hm³/an sur un volume d'eau rejeté estimé à 1.4 milliard de m³/an. Cette quantité continuera d'augmenter pour atteindre les 900 Hm³/an à l'horizon de 2020, soit une capacité de traitement de l'ordre de 75% (ONA, 2014).

I.2.2. Importance du traitement des eaux

Les objectifs globaux de gestion des eaux usées sont associés à l'élimination des polluants et à la protection et la préservation de nos ressources naturelles (Ballay et Blais, 1998).

En raison de la forte nocivité biologique des eaux usées, tant municipales qu'industrielles, elles doivent être traitées dans des stations d'épuration avant d'être rejetées dans le corps récepteur. Les industries effectuant des rejets dans les réseaux municipaux ou les eaux de surface doivent respecter les réglementations sur les rejets pour éviter les amendes, donc dans de nombreux cas, le traitement en fin de canalisation est requis dans l'usine avant l'émission. Dans certaines situations, cependant, les industries peuvent estimer qu'il est plus intéressant économiquement de payer des amendes que d'investir dans le traitement pour respecter les réglementations (UNESCO, 2017), ce qui est très dommageable pour l'environnement.

I.2.3. Les étapes de traitement des eaux usées**I.2.3.1. Le prétraitement des eaux**

Il dépend de la nature et des caractéristiques des rejets industriels et de la ligne d'épuration prévue en aval. En général, Il s'agit d'un certain nombre d'opérations, uniquement physiques ou mécaniques. Il est destiné à extraire de l'eau brute, la plus grande quantité possible d'éléments dont la nature ou la dimension constitueront un obstacle pour les traitements en aval (Metahri, 2012).

I.2.3.2. Le dégrillage-tamassage

Les eaux usées entrantes passent à travers un équipement de dégrillage où des objets tels que des fragments de bois, des plastiques et de la graisse sont éliminés. Le matériau enlevé est lavé, pressé et éliminé dans une décharge. Les eaux usées tamisées sont ensuite pompées vers l'étape suivante : le dessablage (Legube, 1996).

I.2.3.3. Le dessablage

Au cours de cette étape, les eaux brutes sont débarrassées des matériaux lourds mais fins tels que le sable, le gravier et les particules minérales plus ou moins fines de dimensions supérieures à 200 μm , par décantation sous l'effet de la gravité. L'écoulement de l'eau, à une vitesse réduite, dans un dessableur entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Les sables récupérés, par aspiration, sont ensuite essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés selon la qualité du lavage (Satin et Selmi, 2010).

I.2.3.4. Le dégraissage-déshuilage

Le déshuilage est une extraction liquide-liquide tandis que le dégraissage est une extraction solide-liquide. Cette opération consiste à récupérer grâce à des racleurs, les graisses domestiques ou industrielles qui se trouvent à la surface des eaux usées naturellement ou par flottation (injection de fines bulles d'air). Ces deux procédés ont pour but d'éliminer la présence des corps gras dans les eaux usées, qui peuvent gêner l'efficacité du traitement biologique qui intervient ensuite. Cette technique permet d'éliminer 80 à 90 % des graisses et matières flottantes (Vandermeersch, 2006).

Le dessablage et le déshuilage sont souvent combinés dans un même ouvrage représenté dans la **Figure I.3**.

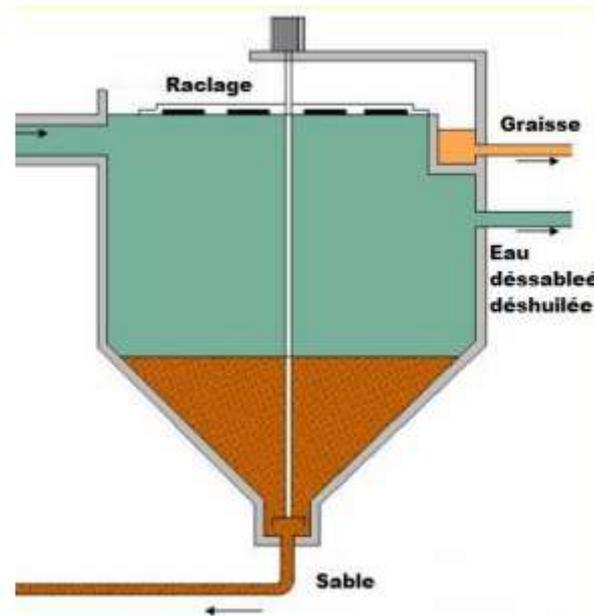


Figure I.3 : Schéma représentatif d'un dessableur-déshuileur (Degremont, 1978).

I.2.3.2 Le traitement primaire

○ Coagulation-floculation

Les processus de coagulation des eaux usées sont similaires à ceux qui se produisent lors du traitement de l'eau potable, ils consistent à déstabiliser les charges des particules présentes. En général, des coagulants de charges opposées à celles des solides en suspension sont ajoutés à l'eau pour neutraliser les charges négatives sur les solides dispersés non durcissables tels que l'argile et les substances organiques. Une fois la charge neutralisée, les petites particules en suspension sont capables de s'agglutiner. Les particules légèrement plus grosses formées par ce processus sont appelées « microflocs » et sont encore trop petites pour être visibles à l'œil nu. Un mélange rapide à haute énergie pour disperser correctement le coagulant et favoriser les collisions de particules est nécessaire pour obtenir une bonne coagulation et la formation des microflocs qui décantent par gravitation (Desjardins, 1997, Lazarova et al., 2003). Un mélange excessif n'affecte pas la coagulation, mais un mélange insuffisant laissera cette étape incomplète.

Le processus de coagulation permet d'obtenir un effet de purification significatif (réduction de la DBO 5 à 85 % et des solides en suspension à 90 %). Cependant, une grande quantité de sédiments s'y forme. La méthode est le plus souvent utilisée dans le traitement des eaux usées dans les industries du textile, du tannage et de la chimie.

L'étape de floculation, suit celle de la coagulation, celle-ci est une étape de mélange lent qui permettra d'augmenter la taille des particules de microflocs submicroscopique pour évoluer vers des particules en suspension visibles. Les collisions des particules de microfloc les amènent à se lier pour produire des floes plus grands et visibles.

Une fois que le floc a atteint sa taille et sa force optimales, l'eau est prête pour le processus de séparation (sédimentation, flottation ou filtration).

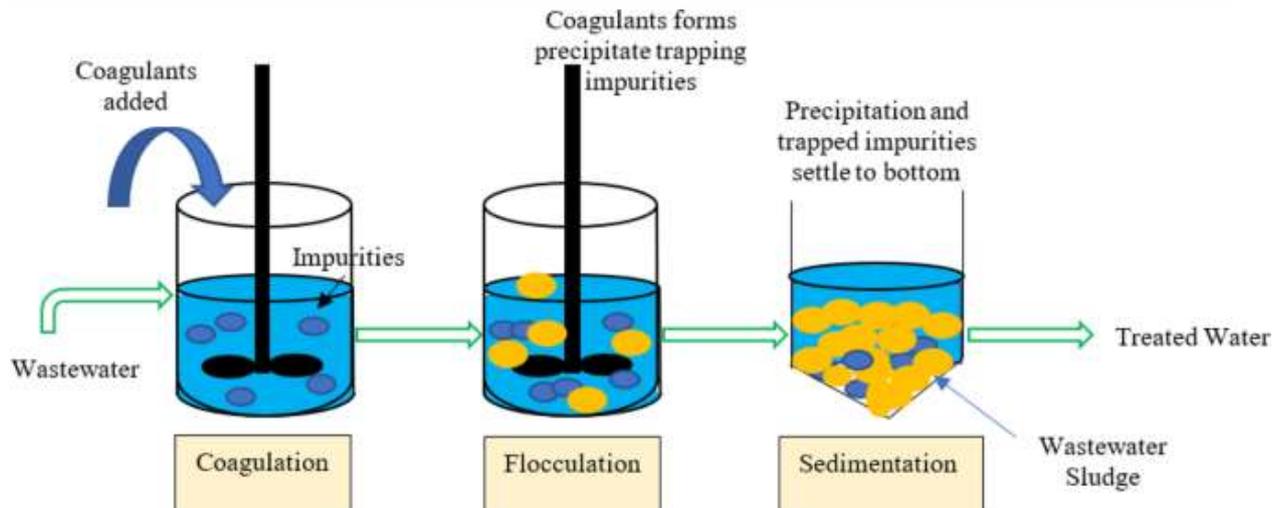


Figure I.4 : Schéma expliquant le processus de coagulation-floculation (Rajoria, Vashishtah et Singal, 2022).

○ La décantation

La décantation est utilisée dans pratiquement toutes les usines d'épuration de traitement des eaux. C'est un procédé de séparation des MES 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 et est dirigée vers un autre stade d'épuration.

L'efficacité du traitement dépend du temps de séjour et de la vitesse ascensionnelle (Faby et Brissaud, 1997).

○ La filtration

L'effluent clarifié est poli dans cette étape en filtrant à travers un média polyester de 10 microns. La matière capturée à la surface des filtres à disques est périodiquement lavée à contre-courant et renvoyée à la tête de l'usine pour traitement. La filtration permet donc

d'obtenir une bonne élimination de bactéries, de la couleur et de la turbidité. (Desjardins, 1997).

Les procédés de coagulation, floculation, décantation et filtration sont souvent combinés dans un même ouvrage (**Figure I.3**).

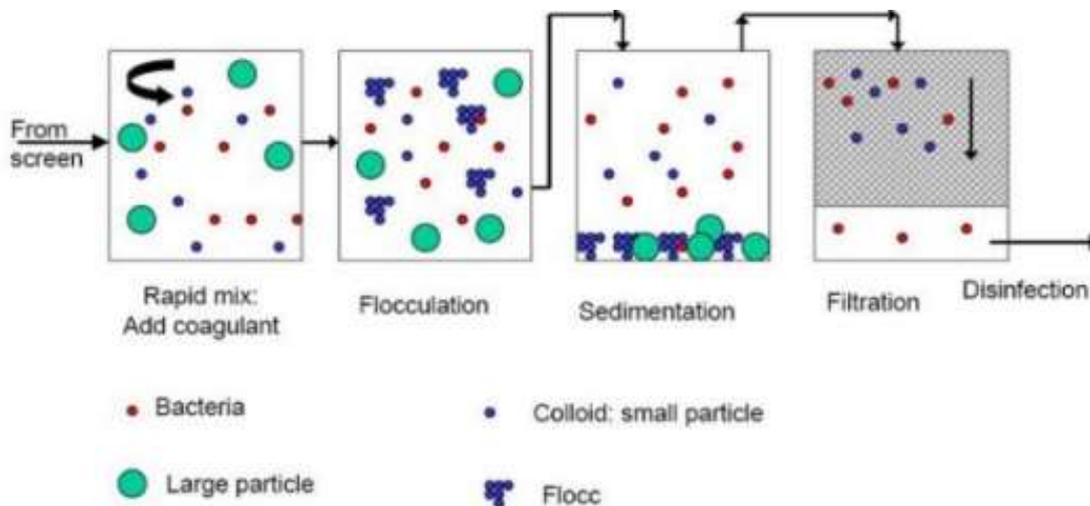


Figure I.5 : Schéma de coagulation floculation suivis d'une décantation et une filtration (Fournier, 2008).

I.2.3.3. Le traitement secondaire

Les eaux usées contenant des composés organiques disponibles pour l'action active des micro-organismes sont traitées par des méthodes biologiques. Les bases du traitement biologique des eaux usées reposent sur les processus d'auto-épuration de l'eau et du sol dans la nature. Suivant les conditions de l'environnement des cellules dans l'unité de dépollution, on distingue deux modes de traitement :

- **Le traitement biologique anaérobie**

Ce traitement s'effectue en condition d'anaérobiose c'est-à-dire en absence d'oxygène. Les bactéries anaérobies assurent la décomposition métabolique des composés biodégradables par des processus de fermentation (Berland et al., 2001).

Ce système est davantage utilisé pour le traitement des effluents urbains, que pour le traitement des effluents industriels généralement toxiques pour les bactéries (Vilagines, 2003).

- **Le traitement biologique aérobie**

Ce type de traitement fait appel aux bactéries aérobies qui se développent en présence d'oxygène. La décomposition microbienne des polluants est effectuée par des réactions d'oxydation dans un milieu aéré. De ce processus, résulte des composés minéraux simples tels que le dioxyde de carbone et l'eau (Berland et al., 2001).

- **Les systèmes à boues activées**

Le traitement des eaux usées avec des boues activées dans des conditions aérobies est l'une des technologies les plus couramment utilisées (Henze et al., 2008). Ce processus consiste à créer des floccs dans le volume d'eaux usées avec une surface très fortement développée. Les polluants organiques sont absorbés à la surface des floccs et minéralisés grâce aux processus métaboliques en cours dans les micro-organismes. Les bactéries présentes dans les boues activées produisent des enzymes qui catalysent la série de réactions biochimiques, entraînant la décomposition de composés inorganiques et organiques dans les eaux usées. A l'aval de ce traitement, un clarificateur (ou décanteur secondaire) permet l'isolation des boues (**Figure I.6**).

Les boues en excès sont déshydratées et séchées, le liquide est déversé dans des récepteurs, tels que des étangs à poissons, puis déversées dans des cours d'eau naturels.

La formation de boues activées dans la chambre d'aération prend du temps. Afin de raccourcir ce temps, il est possible de greffer les boues en y ajoutant une certaine quantité provenant des eaux usées préalablement traitées. Le maintien constant des floccs en suspension nécessite une agitation vigoureuse du contenu du réacteur (Pronost, et al., 2002) (Gillot, CEMAGREF 2002).

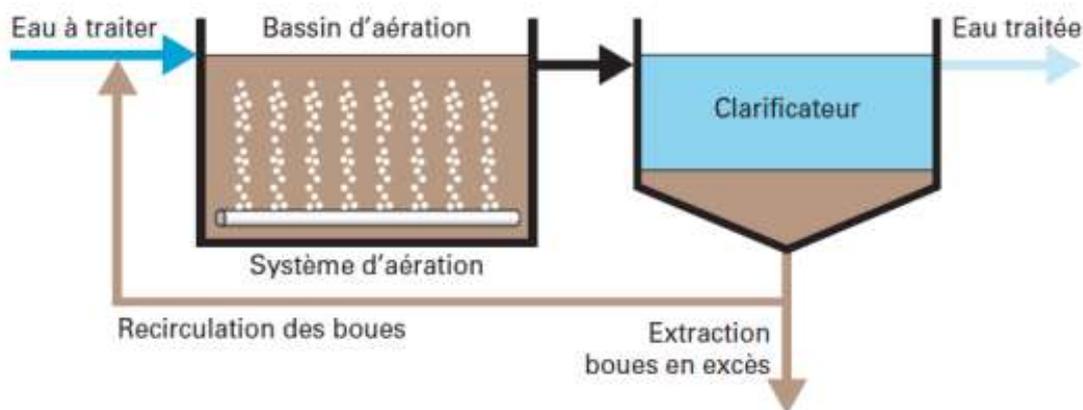


Figure I.6 : Schéma simplifié d'un système à boues activées (Degremont, 1978).

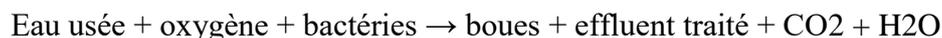
- **Les lits bactériens**

Ce procédé aérobie à cultures fixées consiste à faire supporter les micro-organismes par des matériaux poreux. Ainsi, un lit bactérien est simplement un réservoir rempli d'un lit profond de pierres. Les eaux usées décantées sont pulvérisées en continu sur le dessus des pierres et ruissellent vers le bas, où elles sont collectées pour un traitement ultérieur. Au fur et à mesure que les eaux usées ruissellent, les bactéries se rassemblent et se multiplient sur le matériau. Le flux constant d'eaux usées sur ces excroissances permet aux microbes d'absorber les matières organiques dissoutes, réduisant ainsi la demande biochimique en oxygène (DBO) des eaux usées. L'air circulant vers le haut à travers les espaces entre les pierres fournit suffisamment d'oxygène pour les processus métaboliques.

- **Le lagunage**

La technique du lagunage est une technique biologique de traitement naturel, qui consiste à accumuler les eaux usées dans des bassins, appelés bassins biologiques ou bassin de stabilisation, où des phénomènes naturels de dégradation font intervenir la biomasse qui transforme la matière organique.

Les mécanismes de l'épuration et le fonctionnement d'un lagunage simple peuvent être décrits par la réaction (II.1) (Ghoualem-Saouli, 2007) :



I.2.3.4. Le traitement tertiaire

Dans une situation où la plus haute qualité de traitement des eaux usées est requise avant qu'elles ne soient rejetées dans l'environnement, une étape de traitement supplémentaire est utilisée. Il s'effectue par ozonation, par un traitement aux UV ou pour des petites capacités de station d'épuration par une filtration sur sable. Cela élimine la suspension organique restante. Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants (Pouliot et De la Noüe, 1985) :

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

CHAPITRE II
Etude expérimentale et
Description de la station
d'épuration de NAFTAL

CHAPITRE II

II.1. Eaux usées et traitement des eaux dans la région de Bejaia

Le secteur industriel dans la wilaya de Bejaia est fortement présent et accuse une forte augmentation ces dernières années. On dénombre quatre zones industrielles dont une en construction, en plus de 19 autres zones d'activités occupant une superficie totale de 700 hectares. De plus, trois mini-zones d'activités ont été programmées pour incuber des mini-projets. Quant aux entreprises actives dans le secteur industriel, leur nombre est estimé à 4.464 petites et moyennes entreprises, principalement actives dans les industries alimentaires (1.089), les industries du bois et du papier (1.379), la sidérurgie, la mécanique, l'électricité et l'électronique (770), etc. Ce qui engendre d'énormes quantités d'effluents liquides. (Algérie Eco, 2022)

La wilaya recense près de 990 050 habitants en 2020 et des densités qui varient entre 64 et 1941 habitants/km² avec plus de la moitié de la population qui est directement reliée à l'Oued Soummam. Le nombre d'habitants et la densité varient en fonction de la commune avec notamment le chef lieu de la wilaya qui est le plus peuplé comptant ainsi 193 107 habitants avec une densité de 1 606 habitants/km². Cette forte concentration de population n'est pas sans conséquences environnementales sur l'Oued Soummam.

En effet, l'augmentation de la population renforce la demande et les usages en eaux domestiques et industrielles, ce qui engendre donc des quantités plus importantes d'eau usées, qui sont parfois déversées dans la nature sans aucun traitement préalable. De plus les stations des eaux usées sont quasiment inexistantes dans la vallée de la Soummam mis à part dans la ville où l'on compte deux stations en état de fonctionnement qui traitent chacune des volumes de 6000 et 1500 m³ par jour. Deux autres projets de STEP sont en cours de construction à ce jour, l'une à Sidi-Aich avec une capacité de 10 400 m³/jour et l'autre à Akbou avec une capacité de 16 400 m³/jour (**Tableau II.1**) (Ramsar, 2009). En 2022 les projets de construction de ces deux STEP, dont la mise au service était prévue pour fin année 2020 restent à ce jour inachevés.

CHAPITRE II

Tableau II.1 : STEP en fonctionnement et en cours de réalisation de la wilaya de Bejaia (ONA, 2022).

Commune	Localisation	Date de mise en service	Capacité théorique m ³ /j	Volume traité m ³ /j	Date préliminaire de mise en service
Bejaia	Bejaia	1983	83170	6000	-
	Sidi Ali Lebhar	2013	6900	1500	
Sidi Aich	Sidi Aich	-	10400	-	Fin année 2020
Akbou	Akbou	-	16400	-	Fin année 2020

II.2. Cas de la station de Naftal

II.2.1. Historique

Depuis l'année 2000, l'entreprise participe avec le ministère chargé de l'environnement au programme du plan national d'action environnementale adhérant ainsi aux principes d'une croissance économique durable d'un point de vue environnemental.

La protection de l'environnement constitue un axe stratégique de la politique de développement de Naftal, eu égard à la dangerosité des produits manipulés, stockés, transportés et commercialisés.

La maîtrise des risques liés à ces opérations vise la sécurité des personnes, des biens et la protection de l'environnement.

Les exigences strictes en matière de santé, de sécurité et de protection de l'environnement pour un développement durable, interpellent Naftal sur l'application rigoureuse de la réglementation en vigueur qui l'expose, le cas échéant, à de sérieuses sanctions, notamment sur son image de marque.

CHAPITRE II

II.2.2. Objectifs stratégiques HSE

- Le respect et la mise en conformité par rapport aux obligations légales ;
- La maîtrise des risques HSE ;
- Le développement des compétences HSE ;
- L'amélioration des conditions de travail du personnel ;
- La protection des riverains contre les risques inhérents aux activités de l'entreprise ;
- La réduction des déchets ;
- La réhabilitation des sites pollués ;
- La mise à niveau technologique.

La préservation de l'environnement constitue une préoccupation majeure pour Naftal, qui découle des engagements nationaux et internationaux pris à cet égard.

Soucieuse du respect de la réglementation nationale dans ce domaine, Naftal s'est engagée à :

- Lutter contre les changements climatiques et à contribuer à l'amélioration de la qualité de l'air,
- Gérer les déchets issus de la commercialisation de nos produits et procéder à leur élimination ou réduction,
- Procéder à la récupération des huiles usagées au niveau de ses points de vente ;
- Préserver les eaux superficielles et souterraines,
- Rationaliser les besoins en énergie,
- Rejeter une eau conforme aux seuils réglementaires.
- Eviter la pollution du sol et sous-sol.

II.2.3. Paramètres NAFTAL

Le **Tableau II.2** présente, selon le décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006, les valeurs limites des paramètres d'effluents liquides industriels sur lesquels NAFTAL se base dans ses analyses :

CHAPITRE II

Tableau II.2 : Valeurs limites des paramètres de rejet d'effluents liquides industriels.

Paramètres	Unité	Valeurs limites	Tolérance aux valeurs limites (anciennes installations)
Débit d'eau	m ³ /t	1	1.2
Température	°C	30	3.5
PH	-	5.5-8.5	5.5-8.5
DBO ₅	g/t	25	30
DCO	g/t	100	120
MES	g/t	25	30
Azote total	g/t	20	25
Huiles et graisses	mg/l	15	20
Phénol	g/t	0.25	0.5
Hydrocarbures	g/t	5	10
Plomb	mg/l	0.5	1
Chrome 3+	mg/l	0.05	0.3
Chrome 6+	mg/l	1	0.5

II.3. La station de traitement de NAFTAL

La Contamination de l'eau par les hydrocarbures liquides est une des formes les plus graves de la pollution de l'environnement marin et ce, bien entendu à travers plusieurs récepteurs intermédiaires à savoir, le réseau d'assainissement et les cours d'eaux. La pollution par les hydrocarbures des différents milieux récepteurs (sols, sous-sols et eau) constitue une problématique de taille dont l'impact sur l'environnement est préjudiciable à plus d'un titre en raison de sa persistance dans le temps (difficilement biodégradable).

Actuellement au niveau des structures opérationnelles Naftal, on repère deux dispositifs de traitement d'effluents liquides industriels soit un séparateur Eau/Hydrocarbures de classe II ou une unité de traitement doté d'un séparateur Eau/Hydrocarbure de classe I.

❖ Séparateur E/HC de classe I (avec filtre coalesceur)

CHAPITRE II

Il s'agit des séparateurs Eau/HC dans lesquels sont ajoutées des lamelles coalescentes ayant pour fonction d'agglomérer les gouttelettes les plus fines (Diamètre < 150 microns) (**Figure II.1**). Ce type de séparateur assure l'obtention d'une teneur en Hydrocarbures totaux inférieure à 5 ppm.



Figure II.1 : Séparateur E/HC de classe I.

❖ **Séparateur E/HC de classe II (sans filtre coalescent)**

Il s'agit généralement d'un ouvrage rectangulaire conçu en génie civil et divisé en trois compartiments (**Figure II.2 et Figure II.3**). Ce type de séparateur assure l'obtention d'une teneur en Hydrocarbures totaux inférieure à 10 ppm.

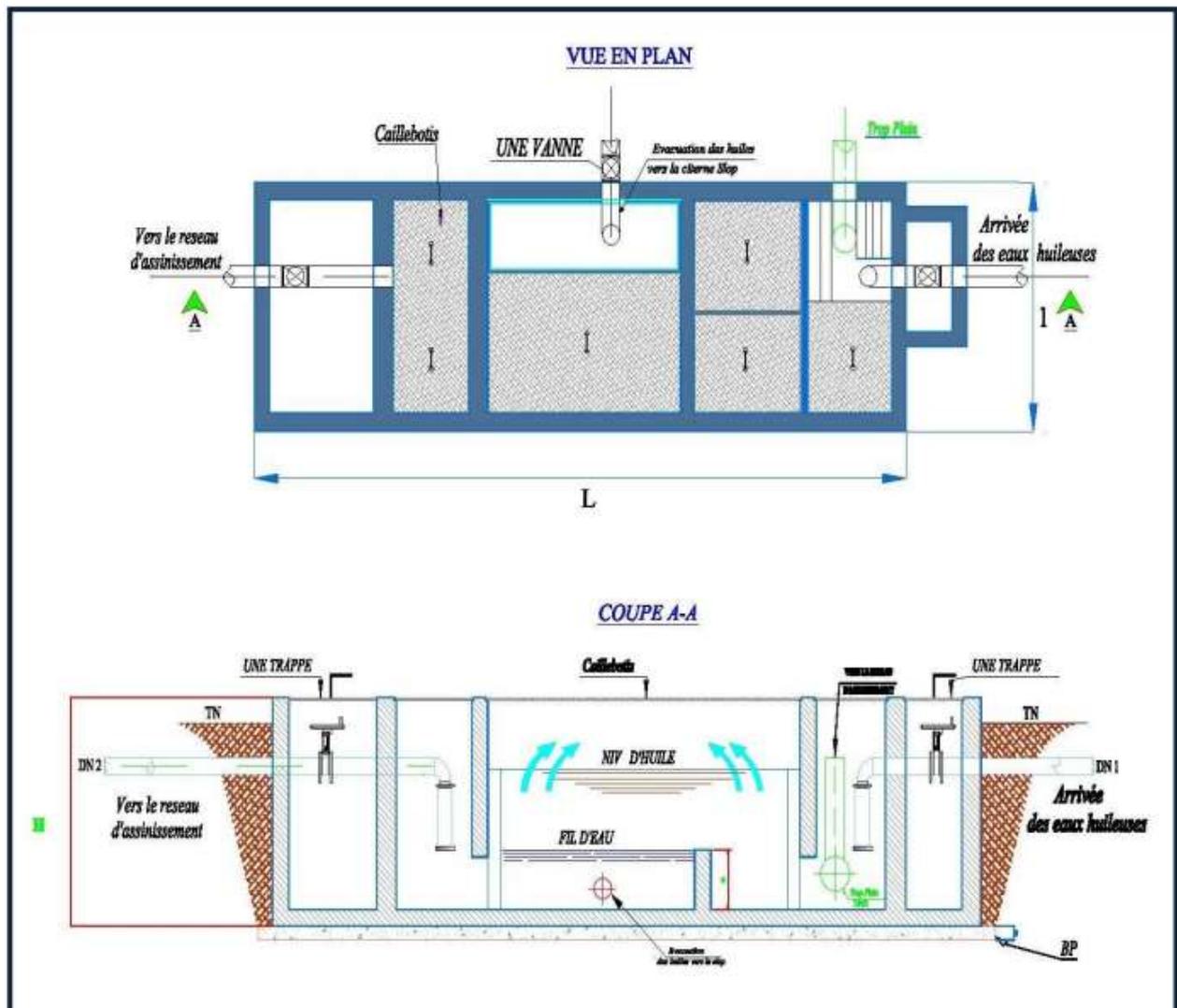


Figure II.2 : Plan du séparateur E/HC de classe II.



Figure II.3 : Vue sur terrain du séparateur sous terrain R1 E/HC de classe II du district carburant NAFTAL – Béjaïa.

II.3.1. Dimensionnements et caractéristiques de la station

La station de traitement des eaux usées industrielles de NAFTAL dispose de 2 séparateurs Eau/Hydrocarbures R1 et R2. Le plus opérationnel est le séparateur R1, celui-ci reçoit les eaux évacuées des bassins de stockage à travers des pompes de jonction et des lignes d'égouts présentes en cas de débordement. Il est d'une capacité de 45 m³ (**Figure II.4**).

Le deuxième bassin est d'une capacité de 35 m³ et est destiné à la récupération des eaux pluviales à travers des lignes d'égouts. Ces eaux ont aussi été contaminées par les hydrocarbures qui se sont déversés à la surface du sol lors des opérations de chargement. Le plan du décanteur est représenté dans la **Figure II.5**.

CHAPITRE II

II.3.2. Méthodologie

L'unité de traitement dimensionnée se trouvant au niveau des structures opérationnelles de Naftal ont toute été conçues en suivant un procédé et un mode de fonctionnement comprenant les opérations suivantes :

- **Un traitement primaire**
- **Un Relevage**

Cette opération est assurée par un bassin de collecte enterré réalisé en béton armé hydrofuge qui permettra de recevoir tous les effluents liquides industriels en provenance des différentes installations pour une première séparation physique. Généralement ce bassin est doté d'un trop plein ou un by-pass reliés directement au réseau d'assainissement ou un cours d'eau ; ces derniers permettent de faire face à un grand orage et d'éviter tout débordement.

- **Bac de stockages des eaux relevées**

Les eaux prétraitées sont transférées au moyen de deux pompes vers le Bac de stockage pour subir une autre séparation physique (Eau/huile).

- **Un traitement secondaire (séparation finale par coalescence)**

L'eau prétraitée issue du Bac subira un dernier traitement par coalescence via un séparateur de classe I, équipé d'un filtre coalesceur garantissant une teneur en hydrocarbures totaux à la sortie inférieure à 5 ppm.

- **Contrôle des rejets**

Conformément à l'article 9 du décret n°06-141 du 19 avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Le contrôle des rejets comporte un examen des lieux, des mesures et analyses opérées sur place et des prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses.

- **Traitement des huiles**

Toutes les huiles issues du 1^{er} et du 2^{ème} traitement sont envoyées par gravité vers un puisard ou au moyen d'une pompe et sont ensuite pompées vers une citerne et évacuées par des camions citernes.

CHAPITRE II

II.4. Echantillonnage

II.4.1. Principe d'échantillonnage

Le principe d'échantillonnage est de réaliser des prélèvements d'échantillons d'eaux, dans le séparateur ; on procède à cet échantillonnage selon la période prédéfinie (exemple : une fois par trimestre) ; Ces échantillons seront mis dans des récipients en verre ou en plastique de volume défini et ils doivent être bien représentatifs.

II.4.2. But de l'échantillonnage

L'échantillonnage nous permet de :

- Procéder à la surveillance continue des milieux
- Quantifier la pollution

II.4.3. Matériel utilisé

- Échantillonneur
- Bouteille de prélèvement d'eau en verre de 03 L (prélèvement d'eaux en profondeur)
- Messenger (poids pour déclencher la fermeture de la bouteille de prélèvement en profondeur)
- Corde

II.4.4. Mesures

- Valisette de mesure des paramètres in situ munis de pH-mètre, Oxymètre, Conductimètre
- Sonde pour la mesure de la profondeur d'eau

II.4.5. Container

- Flacons en verres de 01 L
- Flacons en PET de 01 L et 02 L

II.4.6. Autres

- Etiquettes
- Marqueur

CHAPITRE II

- Feuille de paramètres d'analyses in situ
- Papiers
- Gants
- Blouse
- Bottes
- Eau distillée

II.4.7. Réactifs

Pour la conservation des échantillons

- Acide sulfurique (1+1)
- Acide chlorhydrique (1+1)
- Acide nitrique (1+1)
- Sodium hydroxyde (10%)
- Solutions de calibrations des électrodes de mesure du pH, O₂, Cond., Redox

II.4.8. Mode opératoire

- **Prélèvement**

Les eaux résiduaires sont prélevées au niveau des rejets finaux des unités industrielles en utilisant un seau ou une canne attachée à un flacon en PET a large col.

- **Remplissage de bouteilles**

Après les prélèvements d'eaux on procède au remplissage des bouteilles en verre ou en PET en fonction des paramètres recherchés en les rinçant deux ou trois fois par les mêmes échantillons ensuite on ferme les hermétiquement et on les dispose dans une glacière.

- **Etiquetage**

Chaque échantillon d'eau doit porter une étiquette ou on note la date du prélèvement et numéro de code.

CHAPITRE II

II.5. Analyses et modes opératoires

II.5.1. La température

La température est mesurée avec un pH mètre pour mesure en profondeur avec une sonde de température intégrée **TA 197-PH-WTW**.

II.5.1.1. Mode opératoire

- Mettre l'appareil sous tension
- Rincer l'électrode avec l'eau distillée et la plonger dans l'échantillon d'eau à mesurer
- Lancer la mesure avec la touche RUN ENTER
- Attendre que la valeur se stabilise
- Lire la mesure

II.5.2. Le potentiel d'hydrogène (pH)

La mesure est réalisée avec un pH mètre pour mesure en profondeur avec sonde de température intégrée **TA 197-PH-WTW**.

II.5.2.2. Mode opératoire

- Mettre l'appareil sous tension
- Rincer l'électrode avec de l'eau distillée et la plonger dans l'échantillon d'eau à mesuré
- Lancer la mesure avec la touche RUN ENTER
- Attendre que la valeur se stabilise
- Lire la mesure

II.5.3. Les matières en suspension (MES)

II.5.3.1. Principe

L'analyse se fera selon le principe de la filtration sur filtre en fibre de verre. À l'aide d'un appareil de filtration sous vide ou sous pression, l'échantillon est filtré sur un filtre en fibre de verre. Le filtre est ensuite séché à 105 °C et la masse du résidu retenu sur le filtre est déterminée par pesée.

CHAPITRE II

II.5.3.2. Appareillage

- Dispositif de filtration sous vide ou sous pression
- Disque filtrant en fibre de verre borosilicate, ne contenant aucun liant
- Etuve de séchage, réglable à 105 ± 2 °C
- Balance analytique, précise à au moins 0.1 mg près
- Support de séchage

II.5.3.3. Matériel

- Fioles jaugées : de capacité 10ml, 100ml, 1000ml ;
- Pipettes à un trait : de capacité 1ml, 2ml, 5ml, 10ml, 20ml, 25ml, 50ml ;
- Micropipettes ou dilueurs ;
- Bêchers : de capacité 250ml.

II.5.3.4. Produits chimiques et réactifs

Cellulose Micro cristalline ($C_6H_{10}O_5$) de grade chromatographie sur couche mince CCM ou équivalent.

II.5.3.5. Echantillonnage et prétraitement de l'échantillon

Le prélèvement doit être effectué dans des flacons en matériau transparent, le remplissage de ces flacons ne doit pas se faire complètement afin de permettre un mélange efficace lors de l'agitation. L'analyse de l'échantillon doit se faire dans les 4 quatre heures qui suivent le prélèvement.

- Si l'échantillon n'est pas analysé dans les 4 quatre heures il doit être conservé à l'abri de la lumière à 8°C.
- L'échantillon ne doit pas être congelé.

II.5.3.6. Mode opératoire

- Laissez l'échantillon jusqu'à ce qu'il atteigne la température ambiante.
- Vérifier que la perte de masse du filtre est inférieure à 0.3mg/l.
- Laisser le filtre s'équilibrer en humidité à l'air ambiant, à proximité de la balance, ensuite le peser

CHAPITRE II

- Eviter de contaminer le filtre par des poussières, par exemple en utilisant un dessiccateur.
- Placer le filtre, partie lisse en bas, dans l'entonnoir de l'appareil de filtration, et connecter le dispositif d'aspiration sous vide (ou sous pression).
- Agiter vigoureusement le flacon et transférer immédiatement et d'un seul trait un volume convenable dans une éprouvette graduée.
- Choisir un volume d'échantillon de sorte que la masse du résidu sec déposé sur le filtre soit comprise dans la gamme optimale de dosage, soit entre 5mg et 50mg. Cependant éviter de prendre un volume d'échantillon supérieur à 1 litre.
- Filtrer l'échantillon, puis rincer l'éprouvette graduée avec environ 20ml d'eau distillée et utiliser cette portion pour laver le filtre. Rincer les parois internes de l'entonnoir avec une autre portion de 20 ml d'eau distillée. Si l'échantillon contient plus de 1000mg/l de matières dissoutes, laver le filtre avec trois fois 50ml d'eau distillée.
- Libérer le dispositif sous vide (ou sous pression) lorsque le filtre est pratiquement sec. Retirer le filtre de l'entonnoir à l'aide de pinces à extrémités plates. Placer le filtre sur le support de séchage et le sécher dans l'étuve à $105^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ pendant 1h à 2h. Retirer le filtre de l'étuve, le laisser s'équilibrer à l'air ambiant à proximité de la balance et le peser comme précédemment.

II.5.4. La demande biologique en oxygène (DBO₅)

II.5.4.1. Principe

La mesure de la quantité d'oxygène dissous se fera par la méthode électrochimique. Il faudra alors remplir les flacons DBO avec les échantillons dilués à ras et éviter les bulles d'air dans les parois des flacons, ensuite mesurer la concentration d'oxygène dans chaque flacon de DBO à temps zéro, fermer les flacons DBO hermétiquement et les mettre dans l'incubateur à 20 C° pendant 5 jours ; après l'incubation, mesurer la concentration de l'oxygène dissous.

II.5.4.2. Échantillonnage et prétraitement

La valeur pH de l'échantillon doit être comprise entre 6 et 8, sinon neutraliser avec HCl ou NaOH. S'il y a présence des chlorures ajouter un volume de la solution de sodium sulfite.

CHAPITRE II

II.5.4.3. Mode opératoire

- **Préparation de la solution test**

Porter l'échantillon à une T° de 20C°, agiter et prendre un volume connu ajouter 2 ml d'allylthiouré et compléter à 1 litre avec la solution d'ensemencement et de dilution

- **Test du blanc**

Analyser le blanc en parallèle avec les échantillons en utilisant la solution d'ensemencement et dilution avec 2 mg d'ATU par litre

II.5.5. Demande chimique en oxygène (DCO)

II.5.5.1. Principe

Dans des conditions définies, certaines matières contenues dans l'eau sont oxydées par un excès de dichromate de potassium, en milieu acide et en présence de sulfate d'argent et de sulfate de mercure. L'excès de dichromate de potassium est dosé par le sulfate de fer et d'ammonium.

II.5.5.2. Appareillage

- Réfrigérant
- Balance
- Plaque ou mono bloc chauffant
- Système de refroidissement avec agitation
- Burette automatique

II.5.5.3. Matériel

- Tube à réaction
- Pipettes jaugées
- Fioles
- Pierre ponce

CHAPITRE II

II.5.5.4. Echantillonnage et prétraitement

Il est préférable d'effectuer les prélèvements dans des récipients en verre et procéder à l'analyse de l'échantillon rapidement et avant 5 jours à partir de la date d'échantillonnage. Si l'échantillon est conservé avant l'analyse, ajouter 10ml d'acide sulfurique par litre et conserver le entre 0 et 5°C

II.5.5.5. Mode opératoire

- Prélever 10 ml d'échantillon d'eau dans le tube à réaction
- Ajouter 5 ml + ou – 0.01 ml de dichromate de potassium et de la pierre ponce
- Ajouter 15 ml de sulfate d'argent (2) et placer immédiatement dans les tubes à condensation en portant la température de la réaction à 148°C + ou – 3°C durant 10 mn et continuer de chauffer pendant 110 mn
- Faire refroidir à 60°C et rincer le réfrigérant avec de l'eau, les retirer et diluer les tubes à réaction avec 75ml d'eau
- Titrer l'excès de dichromate avec du sulfate de fer (II) ammonium (4), utiliser 2 gouttes de Ferroïn et attendre que le virage du bleu-vert au rouge-marron se fasse.

II.5.6. Azote Kjeldahl

II.5.6.1. Principe

Le dosage de l'azote Kjeldahl se fait après une minéralisation au sélénium. La minéralisation de l'échantillon se fait pour former du sulfates d'ammonium, libération et distillation de l'ammoniac puis dosage par titrimétrie.

II.5.6.2. Appareillage

- Un bloc digesteur avec un module d'aspiration complet
- Appareil à distiller à entraînement par la vapeur
- Neutralisateur de vapeur

II.5.6.3. Matériel

- Tubes digestion ou (Matras type Kjeldahl)
- Erlen Meyer 250 ml

CHAPITRE II

- Pince
- Fioles 25 ml, 50 ml (Standards)
- Fioles 1000ml
- Pipettes

II.5.6.4. Echantillonnage et prétraitement de l'échantillon

Les échantillons doivent être prélevés dans des bouteilles en polyéthylène ou en verre. Ils doivent être analysés dès que possibles, ou conservés au réfrigérateur jusqu'à l'analyse et acidifier avec du H_2SO_4 à un pH 2.

II.5.6.5. Mode opératoire

❖ Minéralisation

- Prélever 25 ml d'échantillon (**Tableau II.3**) et y ajouter : 10 ml H_2SO_4 , 5,0 g \pm 0,5 g (Se + K_2SO_4) et 2 ou 3 pierres ponce. Ensuite, chauffer jusqu'à l'apparition d'une fumée blanchâtre, le volume de la solution va se réduire et sa couleur s'éclaircir. Laisser refroidir.

❖ Distillation

- Prendre 50 ml \pm 5 ml d'indicateur (H_3BO_3), y ajouter 250 ml \pm 50 ml d'eau, 50 ml de NaOH et 2 à 3 pierres ponce. Connecter la fiole à l'appareil de distillation puis chauffer de façon à collecter le distillat à un débit \approx 10 ml/mn. Arrêter une fois le volume atteint 200 ml.

❖ Titrage

- Titrer avec HCl 0,02 mol/l et attendre le virage au rouge.

II.5.7. Indice de Phénol

II.5.7.1. Principe

Les phénols sont séparés des impuretés et des agents de conservation par distillation. Le taux de volatilisation des phénols étant graduel, le volume de distillat doit être égal au volume d'échantillon à distiller.

CHAPITRE II

Les phénols distillables a la vapeur réagissent avec l' amino-4 antipyrine a un pH 10 ± 0.2 en présence de l'hexacyanoferrate (III) de potassium en formant un complexe colore avec l' amino-4 antipyrine. Ce complexe est conservé dans une solution aqueuse et l'absorbance est mesurée à 510 nm cet indice étant exprimé en mg/l de phénol (C_6H_5OH). La quantité minimale de phénol décelable est de 0.01mg pour une cuve de 50mm, lors de la mesure spectrométrique et pour un volume de distillat utilise lors du dosage de 100ml.

II.5.7.2. Appareillage

- Appareil de distillation en verre, constitué d'un ballon à distiller de 1 litre en verre borosilicate avec un réfrigérant Graham ou équivalent.
- pH-mètre, avec des électrodes appropriées
- Spectromètre à sélecteurs à variation continue ou discontinue, permettant de travailler à 510 nm et muni d'une cuve de parcours optique de 1,0 à 10 cm. La taille de la cuve utilisée dépend de l'absorbance des solutions colorées qui devront être mesurées et des caractéristiques du spectromètre. En général si les absorbances sont supérieures à 1,0 avec une grande cuve, la taille inferieure doit être utilisée.

II.5.7.3. Matériel

- Erlenmeyer
- Pipettes
- Eprouvette
- Cuvette en verre

II.5.7.4. Mode opératoire

Après avoir prétraité l'échantillon et procédé à une distillation préliminaire :

Introduire 100 ml du distillat, ou une aliquote convenable ne contenant pas + de 0,5mg, de phénol dans 100ml, dans un bécher de 250 ml, si l'échantillon est supposé contenir plus de 0,5 mg de phénol, une aliquote plus petite peut être utilise. Des essais préalables peuvent être nécessaires pour déterminer le volume de l'aliquote appropriée. En pratique, la plus petite aliquote doit être de 10 ml et ne pas contenir plus de 0,5 mg de phénol. Le distillat et autre solutions utilisées doivent être à température ambiante.

CHAPITRE II

- **Essai à blanc**

Effectuer un essai à blanc parallèlement au dosage, en remplaçant la prise d'essai par 100ml d'eau.

- **Dosage**

Ajouter 5 ml de solution tampon à chaque prise d'essai ou 5 ml de chlorure d'ammonium à chaque prise d'essai ajuster le pH à 10 avec de l'hydroxy d'ammonium, ajouter 2,0 ml de solution d'4-antipyrine. Mélanger immédiatement, puis ajouter 2,0 ml de solution d'hexacyanoferrate (III) de potassium et mélanger immédiatement. Après 15 min, mesurer l'absorbance de chaque solution dans une cuve à la longueur d'onde du maximum d'absorbance (environ 510nm) avec de l'eau dans la cuve de référence. Par référence à la courbe d'étalonnage, calculer la masse en milligramme, de phénol, équivalent aux composés phénoliques dans la prise d'essai, après avoir fait la correction pour l'essai à blanc.

II.5.8. Huiles et graisses

II.5.8.1. Principe

Par la méthode d'extraction liquide-liquide dans les eaux environnementales, les huiles et graisses sont extraites de l'échantillon, acidifié à pH environ 4 par l'hexane et dosées après évaporation du solvant organique.

II.5.8.2. Appareillage

- Etuve de séchage, réglable à 75 °C marque MEMMERT
- Bain marie
- Balance analytique : marque STRATORUS model BP 221S max : 220 g ; d = 0.1
- Centrifugeuse marque HETTICH Universal 25 type : 1200.

II.5.8.3. Matériel

- Ampoules à décantation avec robinet et munies de bouchons ; d'une capacité de 1000 ml et 250 ml
- Supports pour ampoules à décantation
- Dessiccateur

CHAPITRE II

- Eprouvette de capacité de 1000 ml
- Capsules en verre
- Spatule
- Entonnoirs
- Papier filtre standard marque FIORNI

II.5.8.4. Echantillonnage et prétraitement de l'échantillon

Le volume d'échantillon à prélever est de 1000 ml dans une bouteille en verre marron et la conservation de l'échantillon se fait à un pH < 4 en ajoutant de l'acide chlorhydrique.

- **Solution à blanc**

Le blanc est réalisé avec 50ml d'hexane passé à travers un filtre contenant un peu de sulfate de sodium dans une capsule préalablement pesée.

II.5.8.6. Mode opératoire

Le volume total de l'hexane ne doit pas dépasser 50 ml. Rincer plusieurs fois l'hexane avec de l'eau distillée afin d'enlever les impuretés. L'hexane doit être clair et sans impuretés. Le volume de l'échantillon est vérifié à l'aide d'une balance. Et on doit calculer le volume de l'échantillon à analyser comme suit :

La pesée de la bouteille d'échantillon pleine (**p2**) ;

La pesée de la bouteille d'échantillon vide (**p1**) ;

$$p2 - p1 = V_e \text{ (ml)}$$

V_e : est le volume de l'échantillon en ml ; en considérant sa masse volumique égale à 1g/ml.

Mettre l'échantillon dans l'ampoule à décanter de 1000 ml et acidifier avec HCl (pH inférieur à 4) pour casser les émulsions.

- **Première extraction** : Ajouter de l'hexane et agiter l'ampoule 5 mn en faisant attention de dégager les gaz plusieurs fois. Remettre l'ampoule sur le support et attendre la séparation des 2 phases. Remettre la partie "eau" dans le flacon d'échantillonnage et

CHAPITRE II

transférer la partie "solvant" dans l'ampoule à 250 ml. Mettre l'ampoule de 1000ml au-dessus de celle de 250 ml et bien rincer ses parois avec de l'eau distillée.

- **Deuxième extraction :** Remettre l'échantillon dans l'ampoule de 1000ml et rincer le flacon vide avec de l'hexane et le mettre dans l'ampoule en agitant 5 mn et en faisant attention de dégager les gaz plusieurs fois. Remettre l'ampoule sur le support et attendre la séparation des 2 phases. Remettre la partie "eau" dans le flacon d'échantillonnage et transférer la partie "solvant" dans l'ampoule à 250 ml. Enfin, mettre l'ampoule de 1000ml au-dessus de celle de 250 ml et bien rincer ses parois avec de l'eau distillée.

Le volume total de l'hexane ne doit pas dépasser 50 ml. Rincer plusieurs fois l'hexane avec de l'eau distillée afin d'enlever les impuretés. Si c'est le cas (présence d'impuretés), centrifuger et récupérer l'hexane dans l'ampoule de 250 ml. Rajouter le sulfate de sodium (Na_2SO_4) sur les parois internes de l'ampoule et faire tourner lentement l'hexane dessus pour enlever d'éventuelles traces d'eau. Filtrer l'hexane à travers un papier filtre plié en forme de cône mit dans un entonnoir au-dessus d'une capsule en verre préalablement pesée. Disposer sur un bain marie à 85°C jusqu'à évaporation totale de l'hexane (sous la hotte). Mettre les capsules à l'étuve à 75°C durant environ 30 mn. Et enfin, peser les capsules.

II.5.9. Plomb (Pb)

II.5.9.1. Principe

Lorsqu'un échantillon acidifié est aspiré dans une flamme air/acétylène d'un spectromètre d'absorption atomique, un faisceau lumineux d'une longueur d'onde donnée, traverse la solution, une fraction de la lumière incidente est absorbée en fonction de la concentration du composé à déterminer.

II.5.9.2. Appareillage

- Spectromètre d'absorption atomique : Perkin analyst 700 ; équipé de lampes à cathode creuse de Plomb, d'un dispositif (Lampe Deutérium) permettant la correction de l'absorbance non spécifique et d'un ensemble (nébuliseur bruleur de 100mm) à flamme d'air / acétylène
- Digesteur à micro-onde speed wave Berghof
- Bain du sable Gerhard

CHAPITRE II

II.5.9.3. Matériel

- Pipette à un trait : de capacité 2 ml, (10 ml +/- 0.02 ml)
- Micropipettes (0.1 – 1.0 ml) RSD = 0.28 %
- Micropipettes (1.0 – 5.0 ml)
- Béchers : de capacité 250 ml
- Erlenmayer de capacité 250 à 300 ml
- Dispositifs de filtration à membrane avec filtre : de diamètre de pores 0.45 μm , lavé soigneusement à l'acide nitrique dilué et rincé à l'eau
- Papier filtre standard FIORNI 100 mm
- Eprouvette de 100 ml

II.5.9.4. Mode opératoire

Avant d'effectuer les mesures, régler les paramètres du spectromètre d'absorption atomique selon les instructions du fabricant

- Optimiser les conditions de la flamme
- Régler le zéro de l'appareil en pulvérisant dans la flamme la solution de réglage du zéro de l'appareil
- Etalonnage : pour établir la courbe d'étalonnage, pulvériser successivement de la flamme les solutions d'étalonnage par ordre croissant de concentration et noter l'absorbance.
- Vérifier le réglage du zéro de l'appareil avec la solution du point zéro après la mesure de chaque solution d'étalonnage
- Essais de contrôle : poursuivre en mesurant la solution à blanc (les témoins) et les solutions de mesures (les échantillons) et noter les absorbances
- Après chaque série de mesures, mais au moins après 10 à 20, utiliser la solution d'essai à blanc.

Lorsque la quantité du plomb de la solution de mesure dépasse la zone de validité de la courbe d'étalonnage, diluer la solution de mesure avec la solution d'essai à blanc.

CHAPITRE II

II.5.10. Chrome (Cr VI)

II.5.10.1. Principe

Le Chrome hexavalent dissous est recherché dans les échantillons d'eau dans une gamme de détection de 0,05 à 3 mg/l. Cette méthode s'applique en absence de substances oxydantes ou réductrices responsables des changements de valences du chrome. Après le prétraitement de l'échantillon ; il y a formation d'un complexe chrome-1,5-diphénylcarbazone rouge- violet. L'absorbance de ce complexe est alors mesurée a une longueur d'onde de 550 nm.

II.5.10.2. Appareillage

- Spectromètre de marque THERMO Electron Corporation ; model : HeliosAquamate permettant de travailler à 550nm de longueur d'onde avec des cuves en verre de 10mm.
- PH-mètre de marque JENWAY ; type 3510.
- Balance analytique : marque SARTORIUS model BP 221S max : 220g ; d=0.1 mg.

II.5.10.3. Matériel

- Fioles jaugées de capacité : 100 ml, 1000 ml
- Pipettes à un trait de capacité 1 ml, 2 ml, 5 ml, 10 ml, 50 ml
- Erlenmeyer de capacité 1000 ml
- Dispositif de filtration à membrane avec filtres : de diamètre de pores 0.45 µm

II.5.10.4. Mode opératoire

Avant d'effectuer les mesures, régler les paramètres du spectromètre (entrer le nom de l'opérateur, nom de la méthode, la longueur d'onde, ...)

- Après le prétraitement de l'échantillon, transférer 50 ml du surnageant filtre dans une fiole de 100 ml.
- Ajouter 2 ml de la solution d'acide phosphorique B.
- Ajouter 2 ml de la solution de 1,5- diphénylcarbazide
- Compléter à 100 ml avec de l'eau distillée.
- Laisser reposer 5 à 15 min.
- Mesurer l'absorbance a une longueur d'onde de 550 nm.

CHAPITRE II

II.5.11. Hydrocarbures totaux

II.5.11.1. Principe

La méthode d'analyse utilisée est l'extraction au solvant et chromatographie en phase gazeuse. Son principe repose sur la somme des concentrations des composés extractibles par un solvant hydrocarbure, dont le point d'ébullition est compris entre 36°C et 69°C, non absorbés par le Floribil et dont les temps de rétention en chromatographie sont compris entre ceux du n-décane (C₁₀C₂₂) et du n-tetracontane (C₄₀C₈₂). Les substances conformes à cette définition sont des hydrocarbures aliphatiques à longue chaîne ou ramifiés, aromatiques ou aromatiques substitués.

II.5.11.2. Appareillage

- Chromatographie en phase gazeuse : Équipée d'un système d'injection non sélectif et d'un détecteur à ionisation de flamme. D'une colonne en silice fendue, phases stationnaires non polaires immobilisées à 100%, diméthylpolysiloxane/ ou 95% de diméthyl/ 5% diphenylpolysiloxane ou polysiloxanomodifié et correspondant aux caractéristiques suivantes :
 - Longueur : 5m à 30m
 - Diamètre interne : 0,25 mm
 - Epaisseur de film : 0,25µm à 1,2 µm
- Système de traitement de données
- Centrifugeuse
- Tubes à centrifugeuse avec bouchons à vis de 100ml
- Micro séparateur
- Appareil KudernaDanish muni d'un flacon de 250 ml/ou par ex : un évaporateur rotatif avec vide contrôlé.
- Agitateur magnétique

II.5.11.3. Matériel

- Flacons d'échantillonnage 250 ml et 1000 ml fermés par des bouchons en verre polytétrafluoroéthylène
- Colonnes pour purification en verre

CHAPITRE II

- Pipettes

II.5.11.4. Mode opératoire

- **Essai à blanc**

Effectuer des essais à blanc pour chaque série d'essai conformément au mode opératoire d'extraction en utilisant l'ensemble des réactifs et verrerie de la même manière que pour l'échantillon.

- **Préparation des solutions d'étalons**

II.5.11.6. Protocole de traitement

1^{ère} étape : Extraction : Prendre un échantillon de 250ml le refroidir et l'acidifier à pH = 2. Y ajouter 80g de sulfate de magnésium heptahydrate et 50mL de solution étalant d'extraction ainsi qu'un barreau magnétique. Fermer la bouteille et poser sur l'agitateur magnétique pendant 30 mn.

Retirer et remplacer le bouchon par le micro séparateur et ajouter de l'eau distillée (afin de récupérer la couche d'agent d'extraction). Transférer dans une colonne pour purification puis transférer la couche organique avec une pipette en plusieurs étapes.

2^{ème} étape : Détermination de la concentration : Dans un dispositif d'évaporation, concentrer l'extrait à un volume de 6ml jusqu'à ce qu'il atteigne un volume ≤ 1 ml à l'aide d'un courant d'azote, compléter à l'eau distillée jusqu'à un volume de 1.0 ml. Calculer le volume exact de l'extrait concentré par pesée.

Transférer une aliquote de l'extrait final dans une fiole à septum pour l'analyse en CG. Laisser égoutter le flacon d'échantillonnage vide pendant 5 mn et le fermer avec le bouchon. Enfin, déterminer la masse à 1g près.

Toutes les méthodes de calcul des 11 paramètres pris en considération, ainsi que les détails des protocoles expérimentaux sont citées dans la section *I. Annexes des protocoles expérimentaux*.

CHAPITRE III
Résultats et discussions

Introduction

Le troisième chapitre de ce mémoire est consacré à la présentation des résultats des analyses obtenues sur des échantillons qui ont été prélevés à la sortie des séparateurs.

Pour des raisons techniques et économiques, le contrôle de qualité des eaux usées à l'entrée de la station n'a pas pu être effectué. Dans ce travail, seules les données des eaux usées à la sortie de la station y seront présentées.

Dans tout ce qui va suivre, et pour tous les paramètres pris en considération (température, potentiel d'hydrogène, DBO₅, DCO, MES, Indice de Phénols, Huiles et graisses, Azote Kjeldahl et Hydrocarbures totaux) il est à savoir que les analyses ont été réalisées à raison d'une fois par an en 2017, 2019 et 2022. En 2021, 2 prélèvements ont été effectués, la moyenne des deux résultats obtenus après l'analyse sera utilisée pour la construction des graphes et est citée dans tous les tableaux. Durant l'année 2020 aucune analyse n'a pu être faite à cause de la pandémie de COVID-19. L'ensemble des bulletins d'analyses sont présentés dans la section *II. Annexes des bulletins d'analyses*

Les normes auxquelles nous ferons référence, sont les valeurs limites des paramètres de rejets des effluents liquides industriels émis dans le journal officiel de la république Algérienne en 2006 et citées dans le (**Tableau I.6**) dans le chapitre I.

III.1. Variation de la température

Les résultats de l'analyse de température effectués à la sortie de la station sont représentés dans le (**Tableau III.1**) ci-dessous.

Tableau III.1 : Variation de la température à la sortie de la station.

Année	Température à la sortie (°C)	Norme de rejet (°C)
2017	20	30
2019	14,5	30
2021	24,5	30
2022	16,5	30

Comme on peut le remarquer, les valeurs de la température varient d'un minimum de 16,5°C en 2022 à un maximum de 24,5°C en 2021.

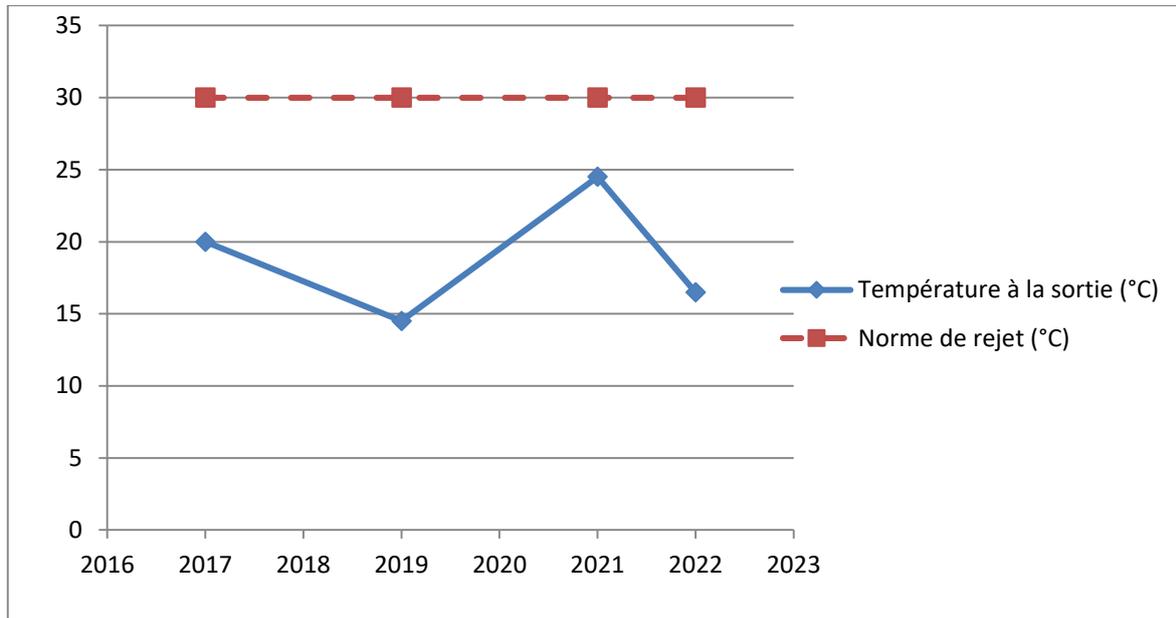


Figure III.1 : Variation de la température à la sortie de la station.

Les résultats qui sont présentés dans la (**Figure III.1**) montrent clairement que les valeurs de la température à la sortie du séparateur R1 sont bien en dessous de la norme, ici désignée en pointillés (30°C). Les résultats sont donc conformes et les eaux rejetées ne présentent ainsi aucune menace de pollution thermique sur l'environnement récepteur.

III.2. Variation du potentiel d'hydrogène (pH)

L'évolution du pH des échantillons prélevés à la sortie du séparateur R1 sont présentés dans le tableau suivant :

Tableau III.2 : Variation du potentiel d'hydrogène pH à la sortie de la station.

Année	pH	Valeur limite tolérée
2017	7,98	8,5
2019	7,45	8,5
2021	6,845	8,5
2022	7	8,5

On constate de ces résultats que le pH varie d'un minimum de 6,845 enregistré en 2021 à un maximum de 7 en 2022, dans ces eaux usées traitées.

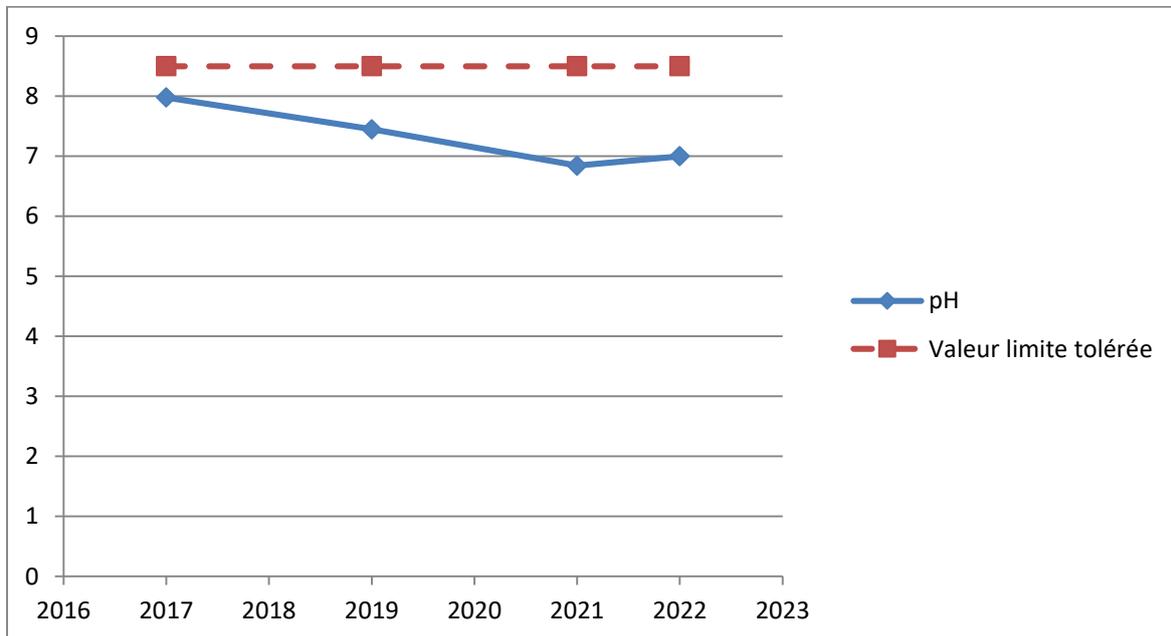


Figure III.2 : Variation du potentiel d'hydrogène pH à la sortie de la station.

Les résultats qui sont présentés dans la (**Figure III.2**) montrent que les valeurs du pH respectent la norme et restent inférieure à celle-ci, de ce fait les résultats des analyses sur ces eaux usées traitées sont conformes.

III.3. Variation de la DBO₅ :

La variation de la DBO₅ à la sortie de la station est représentée dans le **Tableau III.3** suivant :

Tableau III.3 : Variation de la DBO₅ à la sortie de la station.

Année	DBO5 (mg/L)	Norme de rejet (mg/L)
2017	355	35
2019	54	35
2021	71,405	35
2022	31	35

Les valeurs de la DBO₅ varient entre 31 mg/l d'O₂ en 2022 et 355 mg/l d'O₂ en 2017.

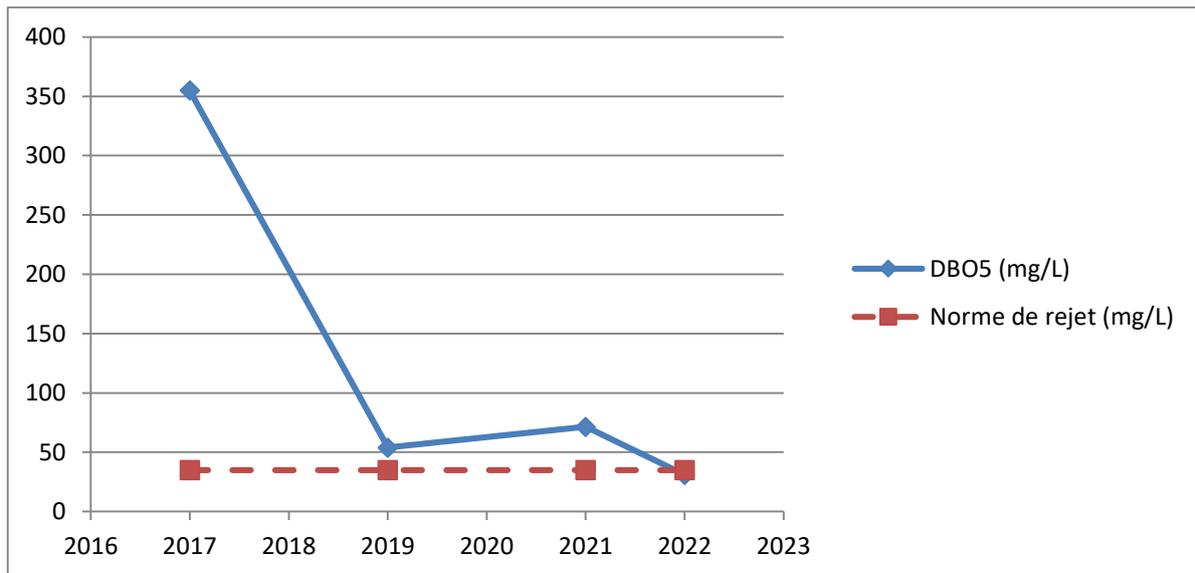


Figure III.3 : Variation de la DBO₅ à la sortie de la station.

Les résultats qui sont présentés dans la **Figure III.3** montrent que les valeurs de la DBO₅ des eaux traitées dépassent toutes la norme. En notant un pic considérable lors de l'année 2017 de 355 mg/L. Nous pouvons expliquer ces valeurs élevées par la présence d'une forte concentration en hydrocarbures dans ces eaux de déballastage.

Aussi, les hangars de stockage de graines appartenant à l'EPB se situent directement derrière le site de NAFTAL. L'air devient ainsi chargé en matières organiques biodégradables et comme celui-ci est en contact continue avec les eaux à décanter, car les séparateurs n'ont pas été couverts, les micro-organismes s'y déposent. On peut, néanmoins remarquer la diminution considérable de ces valeurs, enregistrant la plus faible en 2022 soit 31 mg/L, après que la station ait reçue des eaux beaucoup moins chargées en hydrocarbures.

Cependant ces eaux chargées en matières organiques peuvent présenter un risque d'eutrophisation du milieu récepteur, présentant ainsi un risque de pollution des cours d'eaux et de la côte avoisinante.

III.4. Variation de la DCO

L'évolution de la DCO à la sortie de la station est présentée dans le **Tableau III.4** suivant :

Tableau III.4 : Variation de la DCO à la sortie de la station.

Année	DCO (mg/L)	Norme de rejet (mg/L)
2017	1025	120
2019	163	120
2021	297,5	120
2022	115	120

On s’aperçoit que les valeurs de la DCO varient entre un minimum de 115 mg/L en 2019 à un maximum de 1025 mg/L en 2017.

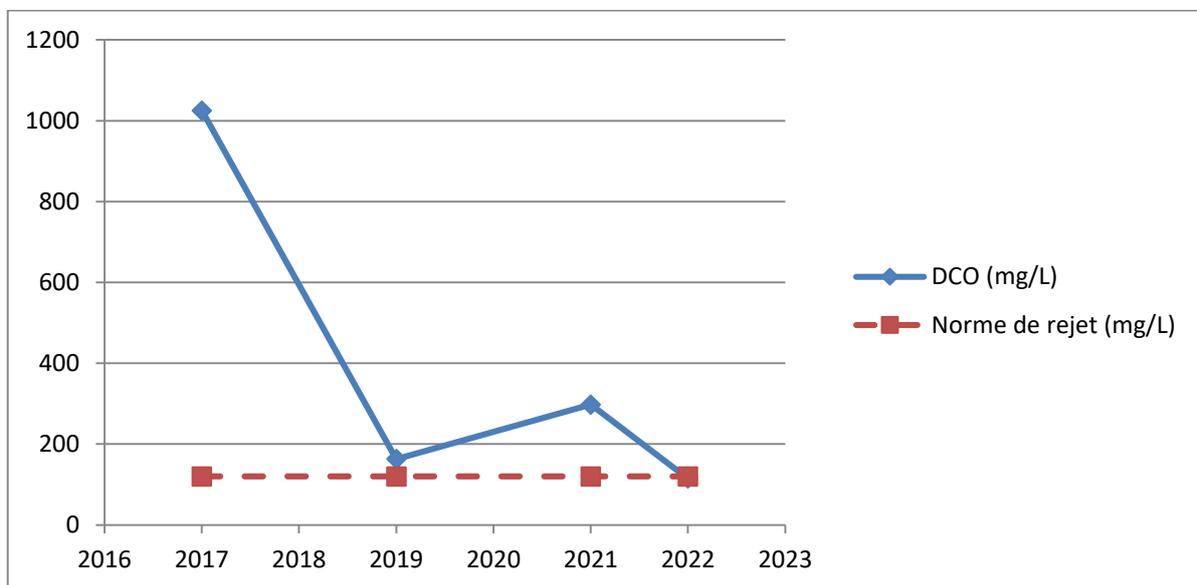


Figure III.4 : Variation de la DCO à la sortie de la station.

Les résultats qui sont représentés dans la **Figure III.4** montrent que les valeurs de la DCO à la sortie de la station dépassent la norme de rejet qui est de 120 mg/L. En notant un large pic en 2017 de 1025 mg/L. Cette non-conformité a les mêmes origines que celle de la DBO₅. Toutes les matières organiques apportées par les hydrocarbures et l’air consomment, en se dégradant, l’oxygène dissous dans l’eau. Ce qui donne lieu à une DCO très élevée.

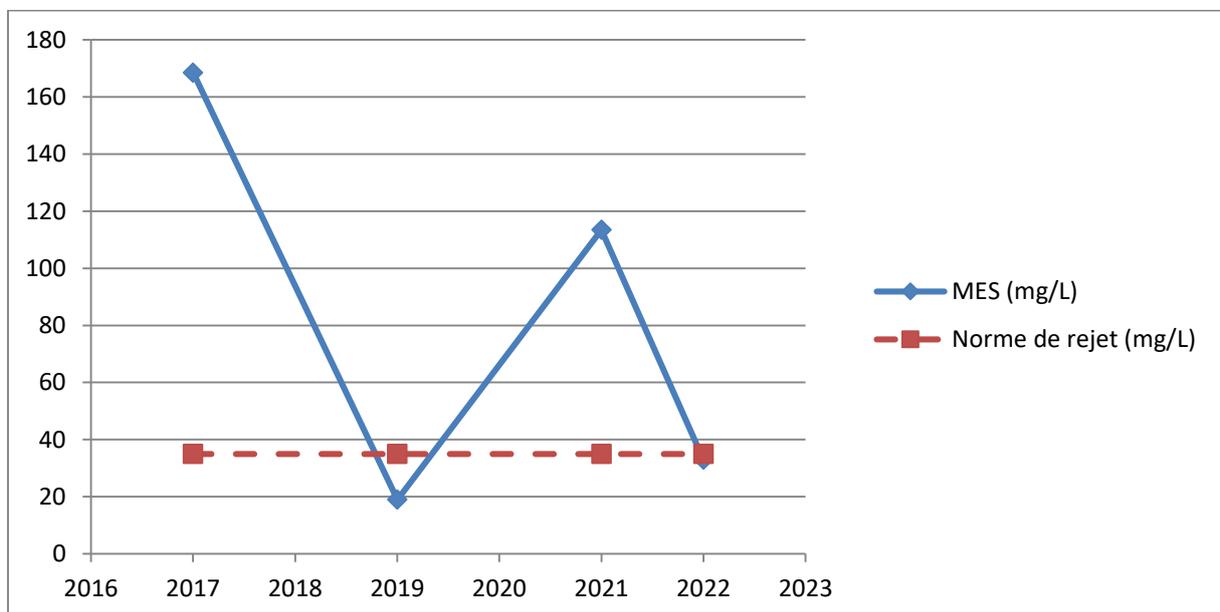
III.5. Variation des Matières en Suspension (MES)

L’évolution des matières en suspension au cours des 4 années est représentée dans le **Tableau III.5**.

Tableau III.5 : Variation de la teneur en MES à la sortie de la station.

Année	MES (mg/L)	Norme de rejet (mg/L)
2017	168,54	35
2019	19	35
2021	113,5	35
2022	33	35

Les valeurs des MES varient entre un minimum de 19 mg/L enregistré en 2019 jusqu'à un maximum de 168,54 mg/L enregistré en 2017.

**Figure III.5** : Variation de la teneur en MES à la sortie de la station.

Les résultats qui sont représentés dans la (Figure III.5) sont très variables ; un pic de 168,54 mg/L a été enregistré en 2017 pour les MES. Cette valeur élevée peut être due à deux facteurs combinés, le premier étant que les eaux résiduaires reçues étaient déjà très chargées en MES, il aurait fallu qu'elles subissent un prétraitement plus efficace. Le second revient au fait que les prélèvements ont été effectués le 25 octobre, en période automnale ; les premières pluies d'automne étant toujours chargées en poussières et particules se sont déposées sur les eaux résiduaires présentes dans le séparateur, celui-ci n'étant pas couvert. Cela a donc donné lieu à cette hausse en MES.

En 2019 la valeur de 19 mg/L a été obtenue lors des analyses, valeur respectant la norme et étant en dessous de celle-ci, ce qui montre le bon fonctionnement du séparateur durant cette année.

Un second pic a été enregistré en 2021, pour 2 analyses réalisées en Avril (187 mg/L) et en décembre (40mg/L), la moyenne des 2 ayant donné 113,5 mg/L. Ceci est également dû au fait que les séparateurs n'aient toujours pas été couverts. Etant ainsi ouverts à l'air libre, toutes les particules que l'air transporte s'y déposent (feuilles, poussières, micro particules... etc.)

En 2022 la valeur enregistrée a nettement baissé (33 mg/L) respectant ainsi la norme et restant en dessous de celle-ci (35mg/L). Il est à noter que les séparateurs ont été couverts avec des dalles à la fin d'année 2021.

III.6. Variation de l'indice de phénols :

La variation des valeurs de l'indice de phénols enregistrée à la sortie de la station est représentée dans le **Tableau III.6** suivant :

Tableau III.6 : Variation de l'indice de phénols à la sortie de la station

Année	Phénols (mg/L)	Norme de rejet (mg/L)
2017	0,08	0,3
2019	0,08	0,3
2021	0,3	0,3
2022	0,2	0,3

Nous remarquons que la norme est fixée à 0,3 mg/L et que les valeurs varient d'un minimum de 0,08 mg/L enregistré en 2017 et en 2019 jusqu'à un maximum de 0,3 mg/L en 2021.

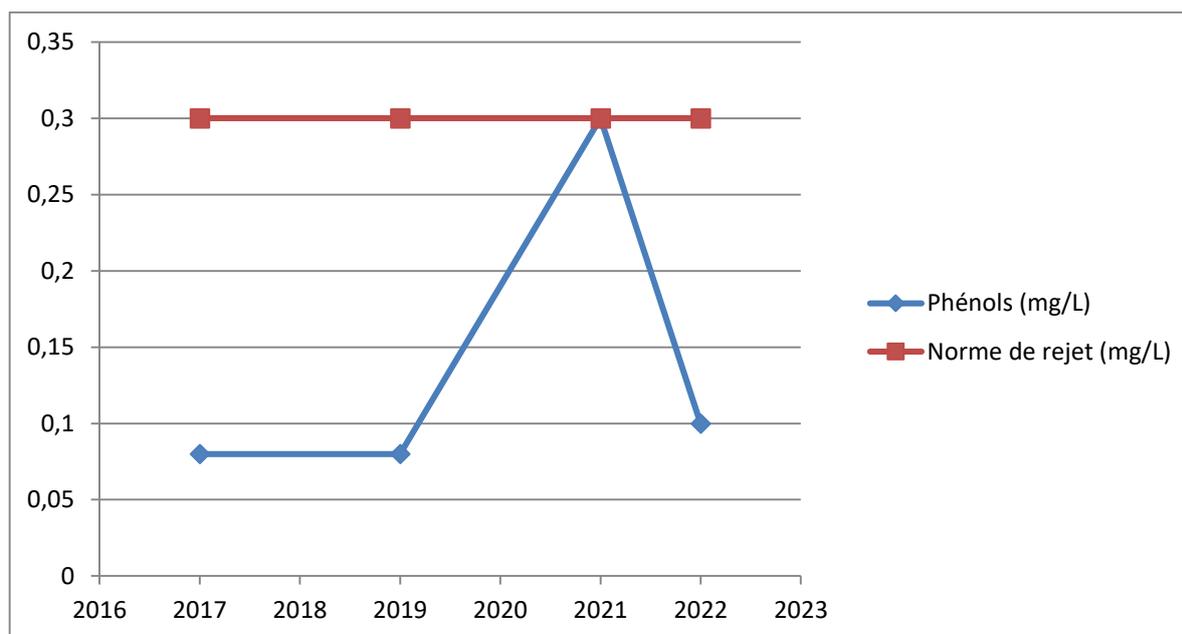


Figure III.6 : Variation de l'indice de phénols à la sortie de la station.

Les résultats représentés dans la (**Figure III.6**) montrent que les valeurs enregistrées de l'indice de phénols des eaux usées traitées à la sortie de la station sont toutes inférieures à la limite autorisée. Excepté la valeur moyenne enregistrée en 2021 qui est égale à la norme indiquée de 0.3 mg/L. Ainsi, les résultats sont conformes.

III.7. Variation des teneurs en huiles et graisses

La variation des teneurs en huiles et graisses au cours des 4 années prises en compte, est représentée dans le **Tableau III.7**.

Tableau III.7 : Variation de la teneur en huiles et graisses à la sortie de la station.

Année	Huiles et graisses (mg/L)	Norme de rejet (mg/L)
2017	10,01	20
2019	5,34	20
2021	12,75	20
2022	10	20

On relève que les valeurs varient d'un minimum de 5,34 mg/L enregistré en 2019 à un maximum de 12,75 mg/L en 2021.

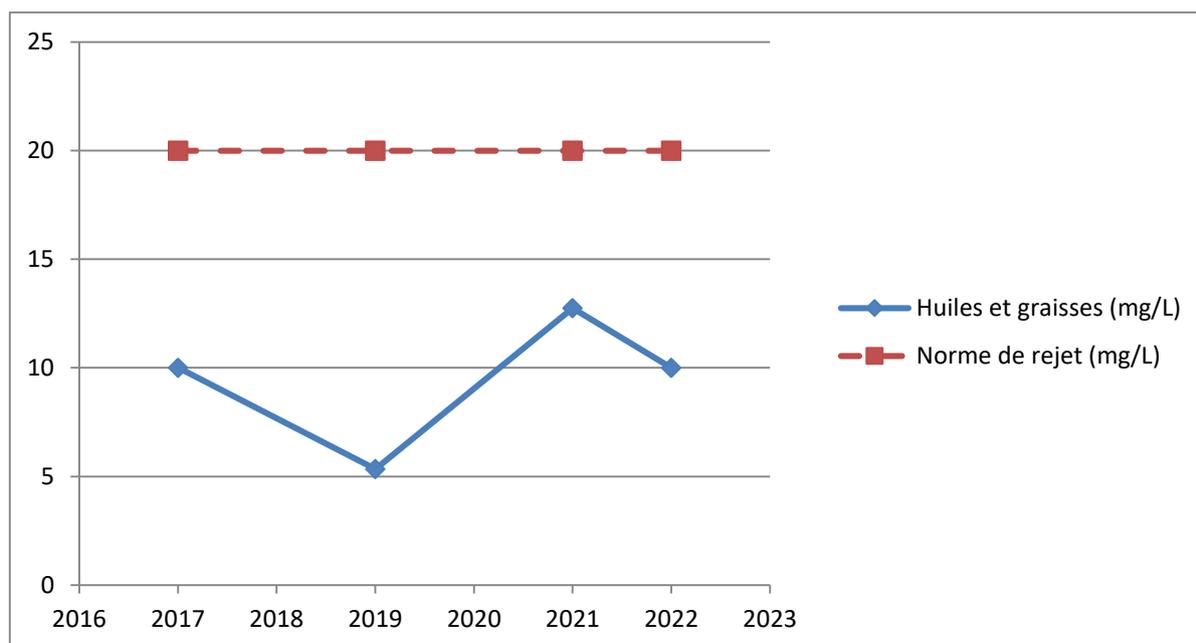


Figure III.7 : Variation de la teneur en huiles et graisse à la sortie de la station.

Les résultats représentés dans le graphe de la (**Figure III.7**) montrent que les valeurs obtenues entre 2017 et 2022, respectivement 10,01 mg/L, 5,34 mg/L, 12,75 mg/L et 10 mg/L restent toutes inférieures à la norme fixée à 20 mg/L et représentée en pointillés rouge sur le graphe pour les huiles et graisses. La conformité des valeurs obtenues témoigne du bon fonctionnement du séparateur.

III.8. Variation de l'Azote Kjeldahl

Le **Tableau III.8** ci-dessous, représente la variation des valeurs de l'Azote Kjeldahl enregistrée à la sortie de la station.

Tableau III.8 : Variation de la teneur en azote kjeldahl à la sortie de la station.

Année	Azote Kjeldahl (mg/L)	Norme de rejet (mg/L)
2017	12,65	30
2019	9,01	30
2021	9,6	30
2022	11,5	30

Les valeurs notées dans ce tableau varient d'un minimum de 9,01 mg/L en 2019 à un maximum de 12,65 mg/L en 2017.

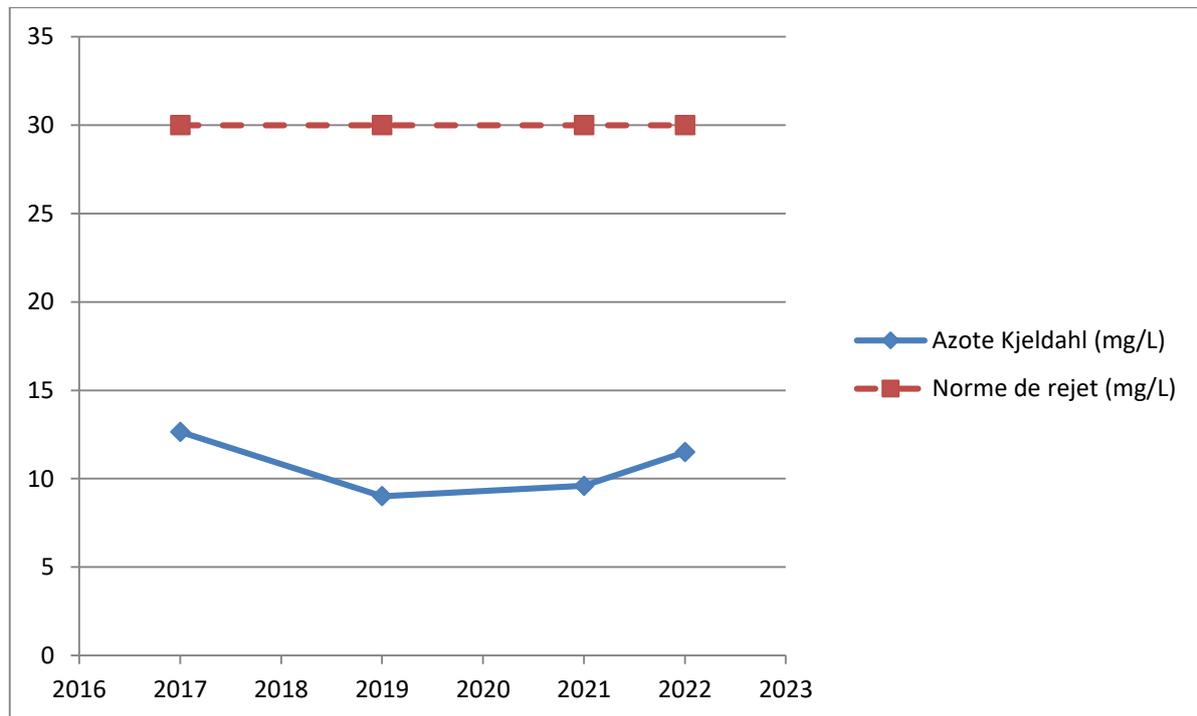


Figure III.8 : Variation de la teneur en azote kjeldahl à la sortie de la station.

Dans le graphe de la **Figure III.8** les résultats indiqués montrent que toutes les valeurs obtenues sur l'analyse des échantillons prélevés à la sortie de la station en 2017, 2019, 2021 et 2022 restent en dessous de la norme et sont donc adéquates.

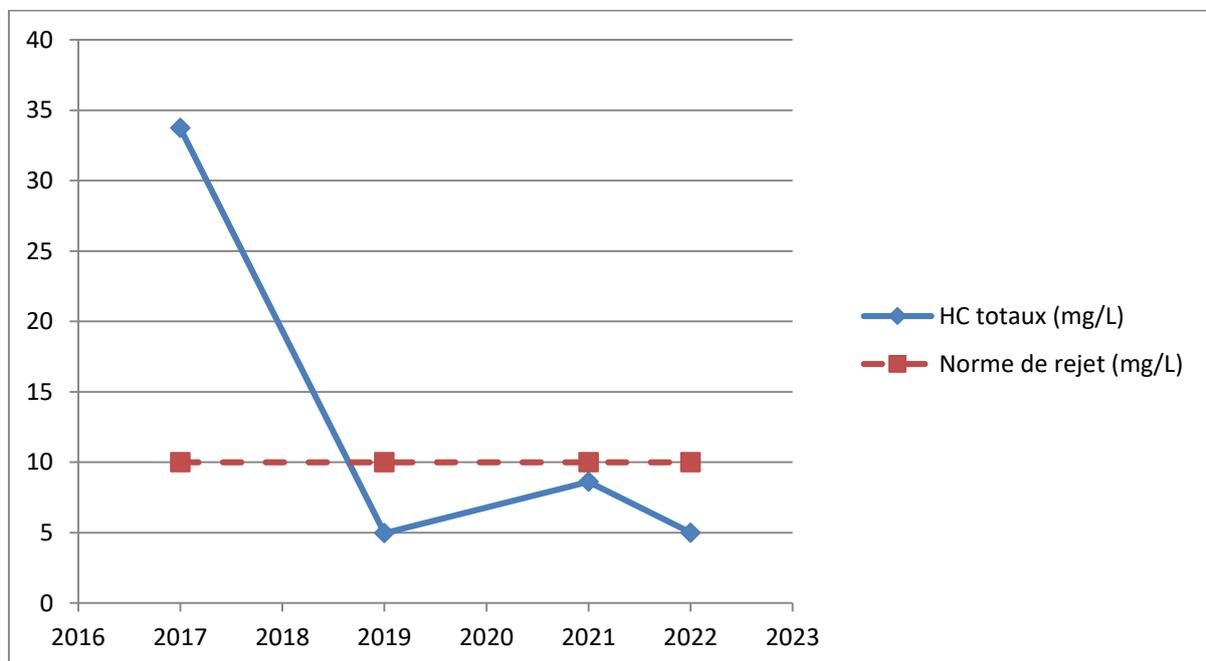
III.9. Variation des Hydrocarbures totaux

Le **Tableau III.9** présente les résultats de la variation de la teneur en hydrocarbures totaux enregistrée à la sortie du séparateur E/HC.

Tableau III.9 : Variation de la teneur en hydrocarbures totaux à la sortie de la station.

Année	HC totaux (mg/L)	Norme de rejet (mg/L)
2017	33,74	10
2019	4,96	10
2021	8,615	10
2022	5	10

Les valeurs présentées varient d'un minimum enregistré en 2019 (4,96 mg/L) à un maximum de 33,74 mg/L en 2017.

**Figure III.9 :** Variation des hydrocarbures totaux à la sortie de la station.

Les différentes teneurs en hydrocarbures totaux obtenues après les analyses effectuées sur des échantillons à la sortie du séparateur sont représentées dans la **Figure III.9**.

Nous remarquons un pic en 2017 de 33,74 mg/L ne respectant pas la norme. Cette valeur élevée peut être justifiée par la mauvaise décantation des eaux résiduaires qui étaient très chargées en hydrocarbures. Celles-ci n'ont pas été laissées dans le séparateur suffisamment de temps pour que la séparation se fasse convenablement.

En 2019, 2021 et 2022 les résultats étaient concluants et conformes à la norme de rejet qui est de 10 mg/L (respectivement 4,96 mg/L, 8,615 mg/L et 5 mg/L).

III.10. Variation des teneurs en Plomb

Les résultats de la variation des teneurs en plomb obtenues à la sortie de la station sont représentés dans le **Tableau III.10**.

Tableau III.10 : Variation des teneurs en plomb à la sortie de la station.

Année	Plomb (mg/L)	Norme de rejet (mg/L)
2017	1,02	0,5
2019	0,9	0,5
2021	0,3	0,5
2022	0,2	0,5

Ce tableau montre des teneurs en plomb variant d'un minimum de 0,2 mg/L en 2022 à un maximum de 1,02 mg/L en 2017.

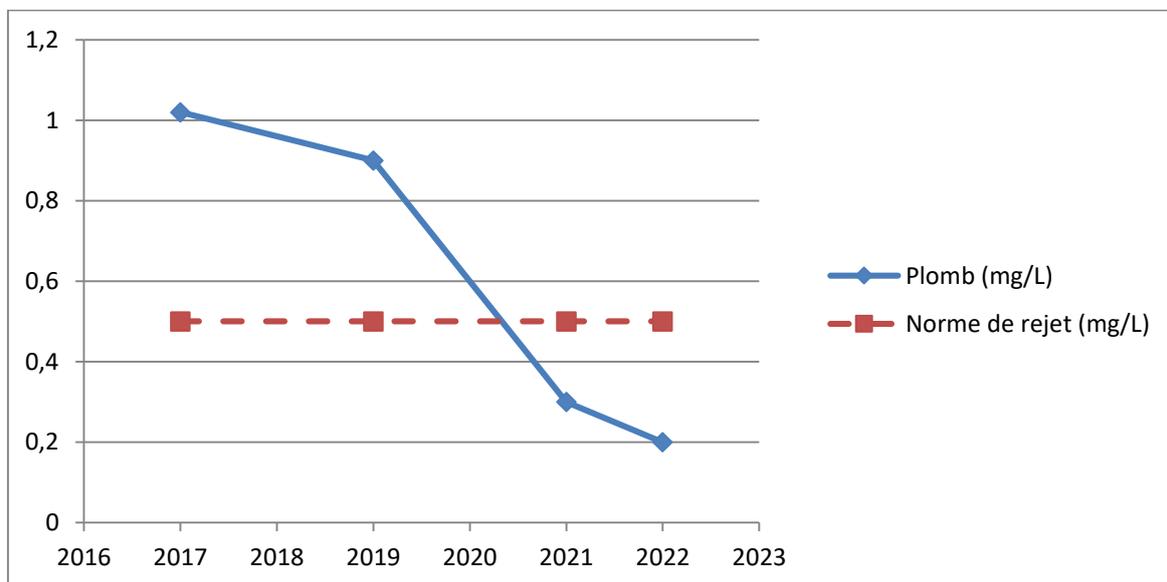


Figure III.10 : Variation des teneurs en plomb à la sortie de la station.

La **Figure III.10** présente les résultats des analyses effectués sur les échantillons prélevés à la sortie du séparateur R1. Nous remarquons que les valeurs trouvées lors des analyses de 2017

et de 2019 dépassent largement la norme de rejet fixée à 0,5 mg/L pour des valeurs respectives de 1,01 mg/L et 0,9 mg/L.

Comme nous le savons, NAFTAL a toujours commercialisé des essences plombées (super et normale) jusqu'en septembre 2020, où de l'essence sans plomb a commencé à circuler dans les circuits de manière à éliminer tous les dépôts dissous dans cette essence. Un nettoyage de l'ensemble du réseau a donc été effectué. Nous pouvons expliquer ces teneurs élevées en plomb par sa présence en grande quantité dans les essences et donc dans les eaux générées. Ces eaux n'ont pas subi de traitement adéquat afin de diminuer au maximum les quantités de plomb qui s'y trouvent.

Les analyses réalisées en 2021 et en 2022 sont quant à elles concluantes, et respectent la norme en enregistrant des valeurs en dessous de celle-ci, respectivement, 0,3 mg/L et 0,2 mg/L.

III.11. Variation des teneurs en Chrome hexavalent (Cr^{6+})

Le **Tableau III.11** présente les résultats des variations des teneurs en Chrome des eaux usées traitées à la sortie de la station.

Tableau III.11 : Variation des teneurs en chrome à la sortie de la station.

Année	Chrome (mg/L)	Norme de rejet (mg/L)
2017	0,1	0,5
2019	0,09	0,5
2021	0,195	0,5
2022	0,08	0,5

Le tableau montre des teneurs en chrome allant d'un minimum de 0,08 mg/L en 2022 à un maximum de 0,195 mg/L en 2021.

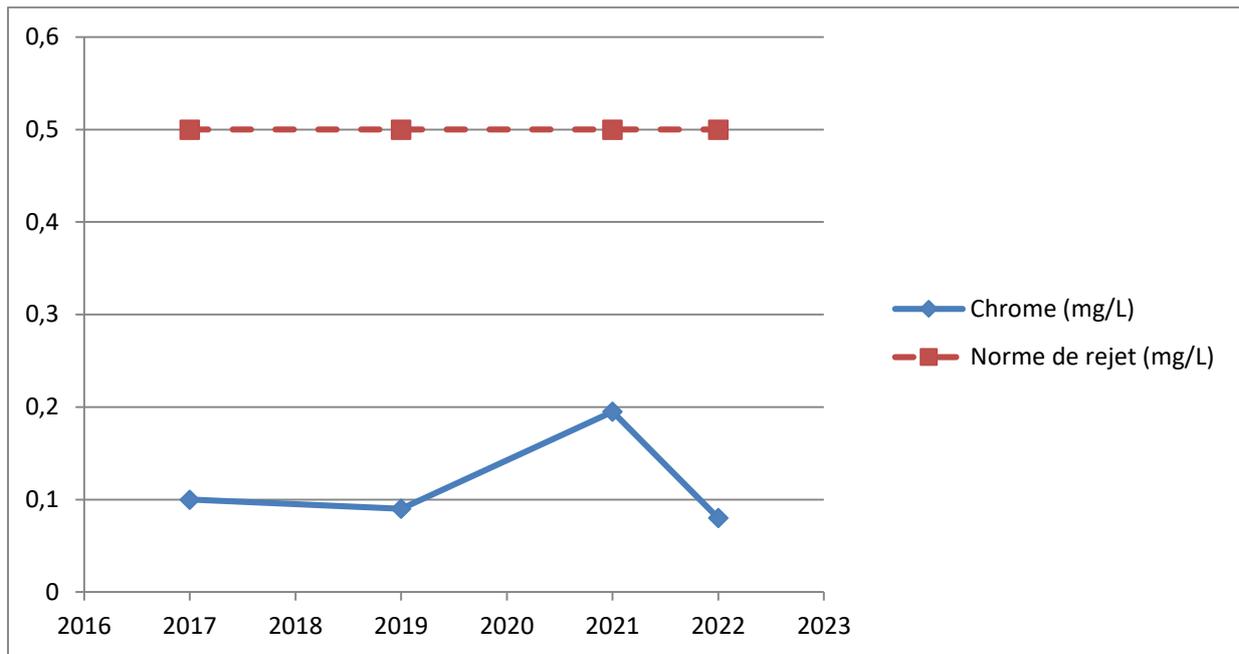


Figure III.11 : Variation des teneurs en Chrome à la sortie de la station.

Les résultats des analyses d'échantillons effectuées à la sortie du séparateur et représentés dans le graphe de la **Figure III.11** indiquent des valeurs en dessous de la norme de rejet fixée à 0,5 mg/L. Respectivement pour chaque année : 0,1 mg/L, 0,09 mg/L, 0,195 mg/L et 0,08 mg/L. Ce qui témoigne de la conformité des résultats et du bon fonctionnement du séparateur.

***CONCLUSION GENERALE
ET PERSPECTIVES***

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

En raison de la forte nocivité biologique des eaux usées, tant municipales qu'industrielles, elles doivent être traitées dans des stations d'épuration avant d'être rejetées dans le corps récepteur. En Algérie, malgré des progrès significatifs dans ce domaine, la majeure partie des eaux usées générées ne sont pas soumises aux différents processus de traitement, ou sont insuffisamment traitées avant d'être rejetées. Ce qui a conduit à l'empoisonnement de la plupart des cours d'eau naturels, les rendant dans certains tronçons des égouts morts, hors classe.

Ce mémoire a été réalisé dans le but d'évaluer les performances des séparateurs Eau/Hydrocarbures de la station d'épuration des eaux usées industrielles de NAFTAL à Bejaïa.

Le suivi des résultats d'analyses de certains paramètres physico-chimiques et biologiques des rejets liquides tels que : la température, le potentiel d'hydrogène, l'indice de phénols, le plomb et le chrome...montre de façon générale que les valeurs ne dépassent pas, à la sortie de l'installation, les valeurs limites des rejets définies par le décret exécutif n° 06-141 du 19 avril 2006 exposant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels. Ce qui témoigne du bon fonctionnement des séparateurs. Tandis que les autres paramètres, citons la DBO₅, la DCO et les HC totaux, excèdent aux normes estimées.

L'enregistrement de valeurs élevées de MES, DBO₅ et de DCO revient principalement au fait que la station ne dispose pas de traitement adéquat pour l'élimination de la pollution organique et des particules fines qui se comportent comme des suspensions colloïdales. En effet, un traitement chimique tel que la coagulation-floculation aurait été d'une grande efficacité. Pour éliminer les polluants organiques, il aurait été préférable d'investir dans un réacteur biologique. Les traitements biologiques étant économiques et efficaces, permettraient de dégrader les polluants organiques et même inorganiques en produits simples, et d'ainsi de rejeter des eaux conformes aux normes.

D'autre part, il aurait été préférable que les analyses aux sorties des séparateurs se fassent de manière quotidienne, cela aurait permis l'obtention d'un meilleur contrôle.

REFERENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. **BADIA et GONDAR., (2003).** L'assainissement des eaux usées, édition technicités.
2. **Ballay, D., et Blais J. F. (1998).** Le traitement des eaux usées. Journal of Water Science, vol. 11, 1998, p. 77-86.
3. **BAUDRIER J., BEAUVAIS S., BLANCK A., CAMUS P. et PAILLET J. (2012).** Impact global des apports en nutriments et en matière organique : eutrophisation / SRM MO.
4. **Berland J.M., Boutin C., Molle P & Cooper P., (2001).** Guide procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités (500-5000 éq-hab) : mise en œuvre de la directive du Conseil n° 91-271 du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires. Luxembourg : Office international de l'eau, 41p.
5. **Bitton, G. (1999).** Wastewater Microbiology. 2ndedition. Wiley-Liss. New York. 578 pages.
6. **BOEGLIN J.C. et ROUBATY J.L. (2007).** Pollution industrielle de l'eau : caractérisation, classification, mesure. Techniques de l'ingénieur, G 1 210v2.
7. **Brazier, J.S. et V. Hall. (1995).** A rapid test for the presumptive identification of *Clostridium perfringens* Anaerobe.
8. **Bremond, R. and Vuichard, R. (1973).** Paramètres de la qualité des eaux. Documentation Française, Paris, 178 p.
9. **Cauchi, hyvrard, Nakache, Schwartzbord, Zagury, Baron, Courtois et Denis, (1996).** Dossier de la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes.
10. **Dégremont Memento (1978).** Technique De L'eau. Huitième édition.
11. **DESJARDIN R., (1997).** Le traitement des eaux, 2ème édition de l'école Polytechnique de Montréal.
12. **DUGUET, J-P, BERNAZEAU, F, CLERET, D, GAID, A, LAPLANCHE, A, MOLES, J, MONTIEL, A, RIOU, G, SIMON, P. 2006.** Réglementation et traitement des eaux destinées à la consommation humaine. 1ère édition. ASTEE (Association Scientifique et Technique pour l'environnement).
13. **Edberg, SC, EW Rice, RJ Karlin et MJ Allen (2000).** *Escherichia coli*: the best biological drinking water indicator for public health protection. Journal of Applied Microbiology, 88: 106S-116S.

14. **Faby J.A (1997)**. L'utilisation des eaux usées en irrigation. Office internationale de l'eau
15. **Faby J.A., Brissaud F. (1997)**. L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office Internationale de l'Eau, 76 pages.
16. **Fournier, E., McGill University (2008)**. Coagulation Flocculation Sédimentation des eaux usées industrielles.
17. **Fiche descriptive Ramsar de la vallée de l'Oued Soummam 2009**.
18. **Gaujous, D. (1995)**. La pollution des milieux aquatiques : aide-mémoire.
19. **Ghoualem-Saouli, H. (2007)**. Evaluation de la charge polluante, traitement biologique des eaux urbaines de la commune de Zeralda. Conception d'un pilote. Thèse de doctorat.
20. **Grosclaude, (1999)**. L'eau, usage et polluants, 209p.
21. **GUERREE, H., & GOMELLA, C., (1978)**. Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales. Édition Eyrolles, Paris.
22. **Henze, D.K., J.H. Seinfeld, N.L. Ng, J.H. Kroll, T.-M. Fu, D.J. Jacob, and C.L. Heald, (2008)**. Global modeling of secondary organic aerosol formation from aromatic hydrocarbons: High- vs. low-yield pathways. *Atmos. Chem. Phys.*
23. **Jie He (2005)**. Impacts environnementaux de l'industrialisation et du commerce international en Chine : Cas de l'émission industrielle de CO₂. Thèse de doctorat.
24. **JOCE. (1991)**. Journal officiel des communautés européennes. Directive n° 91/271 du 21/05/91 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires. N° L 135.
25. **JORA. (2006)**. Journal officiel de la république algérienne. Décret Exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006, section 1, article 3.
26. **Kettab, A. (2001)**. Les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision.
27. **KOCHTCHEEVA V. and SINGH A. K. (2000)**. An assessment of risks and threats to human health associated with the degradation of ecosystems.
28. **Lazarova V., Gaid A., Rodriguez-Gonzales J., Alday Ansola J. (2003)**. L'intérêt de la réutilisation des eaux usées : analyses d'exemples mondiaux. Techniques, Sciences et Méthodes.
29. **Legube, B. (1996)**. Le traitement des eaux de surface pour la production d'eau potable. Guide technique.
30. **MARTIN, G. (1987)**. Point sur l'épuration et et le traitement des effluents (eau, air), phosphore, vol. 3. Édit. Technique et Documentation. Lavoisier, Paris.

31. **Mellgren, L. (1973).** Clostridium perfigens and coliform bacteria as indicators of faecal pollution.
32. **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 (Thèse doctorat). Université Mouloud Mammeri, Algérie.
33. **Morin-Crini, N., Crini, G. (2017).** Eaux industrielles contaminées. Réglementation, paramètres chimiques et biologiques et procédés d'épuration innovants.
34. **OMS, 2006.** Guidelines for the safe use of waste water, excreta and greywater.
35. **POULIOT, Y. and J. de la NOÛE. 1985.** Mise au point d'une installation-pilote d'épuration tertiaire des eaux usées par production de microalgues.
36. **Pourcher, T., Bassilana, M., Sarkar, H. K., Kaback, H. R. & Leblanc, G. (1991)** Biochemistry 29, in press.
37. **Pronost, J., Pronost, R., Deplat, L., Malrieu, J., Berland, J.M. (2002).** Station d'épuration : dispositions constructives pour améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation.
38. **Rajoria, S. Vashishtha M. and Sangal, V. K. (2022).** Treatment of electro plating industry wastewater: are view on the various techniques, Environ. Sci. Pollut. Res.
39. **Rejsek, F. (2002).** Analyse des eaux, aspects réglementaires et techniques, édition : Scérén CRDPA quitaine. Bordeaux.
40. **Renou, S. (2006).** Analyse de cycle de vie appliquée aux systèmes de traitement des eaux usées, Ingénieur génie des procédés et des produits, Institut national polytechnique de Lorraine, 258p.
41. **Rodier J., Bazin C., BourtinJ., Chambon P., Rodi L., (2005) :** L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de la mer, Paris 8ème édition, 1383p édition, Ed. Dunod.
42. **Rodier J., Legube B., Merlet N. (2009).** L'analyse de l'eau, Paris 9 ème, p.1579 édition, Ed. Dunod.
43. **Satin, M., Selmi, B. (1999).** Guide technique de l'assainissement.2ème édition. Édition du Moniteur, Paris (France).
44. **SERVAIS P., GARNIER J., DEMARTEAU N., BRION N., BILLEN G., (1999).** Supply of organic matter and bacteria to aquatic ecosystems through waste water effluents.

Références bibliographiques

- 45. Sophie Vandermeersch, (2006).** Etude comparative de l'efficacité des traitements d'épuration des eaux usées pour l'élimination des micro-organismes pathogènes 16 19 24
- 46. Suschka, J., Ferreira, E. (1986).** Activated sludge respirometric measurements. Water Research, 20, 2, 137-144.
- 47. The United Nations World Water Development Report (2017).** Wastewater – The Untapped Resource.
- 48. Vilagines R., (2003).** Eau, environnement et santé publique. Introduction à l'hydrologie, 2è édition, Editions Tec&Doc, 198 pages.
- 49. WHO. World Health Organization. (1989).** Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture: report of a WHO scientific group [meeting held in Geneva from 18 to 23 November 1987] (World Health Organization). Geneva.

Liens :

<https://www.naftal.dz/fr/index.php/environnement>

ANNEXES

I. Annexes des protocoles expérimentaux

Annexe n°1 : Protocole expérimental MES

Gamme de mesure : domaine d'application

La présente norme internationale décrit une méthode pour le dosage des matières en suspension dans les eaux brutes, les eaux usées et les effluents. La limite inférieure de dosage est d'environ 2mg/l.

Essai de contrôle

Répéter le mode opératoire précédant en utilisant 200ml de la solution de Cellulose Micro Cristalline à 50mg/l, le rendement est compris entre 90-110%.

Préparation de la suspension de référence $\rho=500\text{mg/l}$:

Dissoudre 0.500g de cellulose Micro cristalline (séché a l'étuve) dans 1 litre d'eau distillée cette solution est stable pendant 3 mois.

Préparation de la suspension de référence de travail $\rho=50\text{mg/l}$:

Agiter la suspension de référence jusqu'à homogénéisation ensuite verser 100ml de cette suspension dans une fiole jaugée de 1 litre, compléter jusqu' au trait. La solution doit être fraîchement préparé c-à-d chaque jour avant utilisation.

Calcul

$$\rho = \frac{1000*(b-a)}{V}$$

Avec :

b : masse du filtre après filtration en milligramme

a : masse du filtre avant filtration milligramme

V : volume d'échantillon en millilitre

II.3.2.3.11. Rapport d'essai

La présentation du résultat final de l'analyse doit comporter les points suivants :

- Référence à la présente norme internationale

- Date et lieu de l'analyse
- La marque d'identification de l'échantillon analysé
- Le fabricant et le type de filtre utilisé
- Le résultat
- Toute divergence par rapport au mode opératoire ainsi que toute circonstance ayant pu affecter les résultats, par exemple filtres bouchés le temps de conservation avant d'analyse.

Annexe n°2 : Protocole de calcul de la DBO₅

Calcul

La DBO₅ des solutions test est calculée selon la formule suivante :

$$\text{DBO}_5 = \{(P_1 - P_2) - v_t - v_s / v_t * (P_3 - P_4)\} / v_t / \text{Véch}$$

Où :

P₁: Concentration de l'O₂ dissous de la solution test a temps zéro en mg/l

P₂: Concentration de l'O₂ dissous de la solution test après 5 jours en mg

P₃: Concentration de l'O₂ dissous de la solution de blanc a temps zéro en mg/l

P₄: Concentration de l'O₂ dissous de la solution de blanc après 5 jours en mg

Véch : volume d'échantillon utilisé pour la préparation de la solution test en ml

v_t : volume total en ml de cette solution test

Annexe n°3 : Protocole expérimental DCO

Domaine d'application

La méthode est applicable pour les échantillons dont la DCO est comprise entre 30 mg/l et 700 mg/l. La concentration des chlorures contenue dans les échantillons ne doit pas dépasser 1000 mg/l.

Si la DCO dépasse 700 mg/l, l'échantillon d'eau est dilué. Pour avoir un bon résultat, il est préférable que la DCO de l'échantillon dilué soit comprise entre 300 mg/l et 600 mg/l.

Test à blanc

Une solution teste à blanc avec de l'eau distillée est analysée de la même manière que l'échantillon réel.

Test de contrôle

Le contrôle de la méthode d'analyse et de la pureté des réactifs est effectué par l'analyse de la solution de référence (6.5) à la place de l'échantillon d'eau. La DCO théorique de cette solution est de 500 mg/l. La procédure expérimentale est satisfaisante si le teste de contrôle est de 96% de cette valeur.

Calcul

La demande chimique en oxygène, exprimée en milligramme d'oxygène par litre est donnée par l'équation :

$$\text{DCO} = 8000 C(V_1 - V_2)/V_0$$

Où :

c : la concentration du sulfate d'ammonium ferreux (II) en mol/l

V₀ : le volume d'échantillon utilisé pour le dosage sans dilution ml

V₁ : Volume consommé de sel de Mohr de l'échantillon Témoin ml

V₂ : Volume consommé de sel de Mohr pour l'échantillon d'eau ml

8000 : Masse molaire de ½ O₂ mg/l

Interférences

Cette méthode est sensible à plusieurs interférences, principalement les chlorures. Les agents réducteurs inorganiques comme les nitrites, les sulfides et le fer (II) peuvent augmenter le résultat. Pour que la méthode soit acceptable, on doit inclure la Demande en Oxygène (DO) à partir de ses agents comme partie de la valeur globale de la DCO de l'échantillon.

L'interférence des chlorures est réduite mais pas totalement éliminée par l'addition du sulfate de mercure HgSO₄ (II). Donc l'ion chlorure devient comme un complexe chloromercurate (II) soluble.

Quand la teneur des chlorures est supérieure à 1000mg/l, une autre procédure modifiée doit être appliquée.

Les hydrocarbonés aromatiques et la pyridine ne sont pas oxydés dans une mesure appréciable. Certaines substances organiques très volatiles peuvent échapper à l'oxydation par évaporation. Les composants aliphatiques de la chaîne droite sont oxydés par l'acide sulfurique contenant du sulfate d'argent.

Annexe n°4 : Protocole expérimental Azote Kjeldahl

Gamme de mesure et domaine d'application

La gamme de mesure de l'azote varie en fonction du volume ou la prise d'essai, peut être choisi d'après le tableau ci-dessous :

Choix du volume de la prise d'essai	
[C] Azote Kjeldahl mg/l	[V] ml prise d'essai
- ...à 10	250
- 10 à 20	100
- 20 à 50	50
- 50 à 100	25

Calcul

$$\frac{V_1 - V_2}{V_0} \times C \times 14,01 \times 1000 \text{ (mg/l)}$$

Avec :

V₀ : Volume en ml de la prise d'essai

V₁ : Volume de HCl utilisée pour la titration

V₂ : Volume en ml de la solution de HCl pour doser le blanc

C : Concentration en mol/l de la solution titrée HCl

Annexe n°5 : Protocole de calcul de l'indice de phénol

Calcul

L'indice de phénol, exprimé en milligramme, par litre est donné par la formule suivante

$$\frac{m}{V} \times 1000$$

Avec :

m : la masse en milligramme de phénol équivalent aux composés phénoliques dans la prise d'essai.

V : le volume du distillat exprimé en millilitre, de la prise d'essai.

Annexe n°6 : Protocole de calcul de la teneur en huiles et graisses

Calcul)

Concentration en masse p [HetG] Huiles et graisses exprimée en milligrammes par litre, dans l'échantillon d'eau à l'aide de l'équation :

$$p \text{ [HetG]} = (P_e - P_o) \times 1000 / V_e$$

Où :

$$P_e = P_{Pe} - P_{Ve}$$

P_{Pe} : Le poids de la capsule pleine de l'échantillon

P_{Ve} : Le poids de la capsule vide de l'échantillon

$$P_o = P_{Po} - P_{Vo}$$

P_{Po} : Le poids de la capsule pleine du blanc

P_{Vo} : Le poids de la capsule vide du blanc

V_e : Le volume de l'échantillon.

Arrondir les résultats à deux chiffres significatifs.

Annexe n°7 : Protocole de calcul de la teneur en plomb

- **Calcul**

Etablir la fonction d'étalonnage par régression linéaire en utilisant les données obtenues à partir des mesures des solutions d'étalonnage.

Calculer la concentration en masse p(Pb) de plomb, exprimée en milligrammes par litre, dans l'échantillon d'eau à l'aide de l'équation :

$$P(M) = \frac{(A_1 - A_0) \cdot V_1}{B \cdot V_2}$$

Où :

A_0 : est l'absorbance de la solution d'essai à blanc ;

A_1 : est l'absorbance de la solution de mesure ;

B : est la pente de la courbe d'étalonnage, en litres par milligramme ;

V_1 : est le volume, en millilitres, de la solution de mesure

V_2 : est le volume, en millilitres, de l'échantillon d'eau utilisé pour la préparation de la solution de mesure.

Les paliers de dilution qui diffèrent de ceux indiqués ci-dessus doivent être pris en compte pour le calcul.

- Arrondir les résultats à la valeur 0.01 mg/l la plus proche.

Exemples : Plomb (Pb) : 0.07 mg/l

Plomb (Pb): 0.41 mg/l

Plomb (Pb): 1.40 mg/l

Conditions opératoires d'analyse

Type de la flamme : Air / C₂H₂

Largeur de la pente : 0.7 nm

Débit de gaz : Air 17 L/min C₂H₂ 2L/min

Pureté du gaz : 99.99

Intensité du courant de la lampe H.C.L : Max 12, OPERATE 10

Bruit de fond : AA

Annexe n°8 : Protocole de calcul de la teneur en chrome

- **Calcul**

- Etablir la courbe d'étalonnage à partir des mesures des solutions d'étalonnage et calculer la pente.

- La concentration de Chrome VI, exprimée en milligrammes par litre, dans l'échantillon d'eau est calculée à l'aide de l'équation suivante :

$$P [\text{Cr VI}] = f (A_s - A_b) b$$

Où :

A_s : est l'absorbance de l'échantillon ;

A_b : est l'absorbance de la solution à blanc ;

b : est la pente de la courbe d'étalonnage ;

f : est le facteur de dilution (pour V=50 ml, il est de 2; si d'autres parties aliquotes sont prises, il est de 100/V).

- Arrondir les résultats à la valeur 0.01 mg/l la plus proche.

II. Annexes des bulletins d'analyses

Annexe 1 : Bulletin d'analyses 2017



BULLETIN D'ANALYSES

Réf : ICE/240NAF/17

Date : 24/10/17

- Adresse : Aéroport Houari Boumediene BP70, Dar El Beida – Alger
- Spécification de l'échantillon : Echantillon d'effluent liquide pris du dernier compartiment du séparateur avant son évacuation vers le réseau d'assainissement urbain
- Lieu du prélèvement : CDS 067 AP Bejaia
- Prélèvement effectué par : M.ABROUS
- Date de réception de l'échantillon au laboratoire : 25/10/17
- Contrat : N°01/2015/NAFTAL/B.CBR/D.HSE

<i>Paramètres</i>	<i>Unités</i>	<i>Valeurs limites</i>	<i>Tolérances aux valeurs limites</i>	<i>Résultats</i>	<i>Normes d'analyses</i>
Débit	m ³ /h	1	1,2	0	NF X 10-311
T°	°C	30	35	20°	Thermométrie
pH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5	7,98	NF T 90-008 : 2001
DBO5	mg/l	25	30	355	NF EN 1899-1
DCO	mg/l	100	120	1025	NF T90101
MES	mg/l	25	30	168,54	NF EN 872 Juin 2005
Phénols	mg/l	0,25	0,50	0,08	NF EN 25663 : 1994
Huiles et graisses	mg/l	15	20	10,01	Rodier 1996
Azote Global	mg/l	20	25	12,63	NF EN ISO 18857-1.
Hydrocarbures Totaux	mg/l	5	10	33,74	NF M 07-203. Déc 2008
Pb	mg/l	0,5	1	1,02	NF EN ISO 15586:2004
Cr ³⁺	mg/l	0,05	0,3	0,05	NF EN ISO 10304 Oct 97-3
Cr ⁶⁺	mg/l	0,1	0,5	0,10	NF EN ISO 10304 Oct 97-3

Annexe 2 : Bulletin d'analyses 2019



BULLETIN D'ANALYSES

Réf : ICE/240NAF/19

Date : 10/11/19

- Pour le compte : **NAFTAL Branche Carburant-Direction HSE**
- Adresse : **Aéroport Houari Boumediene BP70, Dar El Beida – Alger**
- Spécification de l'échantillon : **Échantillon d'effluent liquide pris du dernier compartiment du séparateur avant son évacuation vers le réseau d'assainissement urbain**
- Lieu du prélèvement : **Centre District Bejaia CBR**
- Prélèvement effectué par : **M.BOUABDESSELAM**
- Date de réception de l'échantillon au laboratoire : **11/10/19**
- Contrat : **N°01/2015/NAFTAL/B.CBR/D.HSE**

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Tolérances aux valeurs limites	Résultats	Normes d'analyses
Débit	m ³ /h	1	1,2	0	NF X 10-311
T°	°C	30	35	14,5	Thermométrie
pH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5	7,45	NF T 90-008 : 2001
DBO5	mg/l	25	30	54	NF EN 1899-1
DCO	mg/l	100	120	163	NF T90101
MES	mg/l	25	30	19	NF EN 872 Juin 2005
Phénols	mg/l	0,25	0,50	0,08	NF EN 25663 : 1994
Huiles et graisses	mg/l	15	20	5,34	Rodier 1996
Azote Global	mg/l	20	25	9,01	NF EN ISO 18857-1.
Hydrocarbures Totaux	mg/l	5	10	4,96	NF M 07-203. Déc 2008
Pb	mg/l	0,5	1	<1	NF EN ISO 15586:2004
Cr ³⁺	mg/l	0,05	0,3	<0,05	NF EN ISO 10304 Oct 97-3
Cr ⁶⁺	mg/l	0,1	0,5	<0,10	NF EN ISO 10304 Oct 97-3

Annexe 3 : Bulletin d'analyses Avril 2021

BULLETIN D'ANALYSES

RE : 04NAF/2021

Date : 11/04/2021

- Pour le compte : NAFTAL Branche Carburant-Direction HSE
- Adresse : Aéroport Houari Boumediene BP70, Dar El Beida – Alger
- Spécification de l'échantillon : Échantillon d'effluent liquide pris du dernier compartiment du séparateur avant son évacuation vers le réseau d'assainissement urbain
- Lieu du prélèvement : Centre Carburants Bejaia
- Prélèvement effectué par : M.BOUABDESSELAM
- Date de prélèvement : 05/04/2021 11H00
- Date de réception de l'échantillon au laboratoire : 08/04/2021

Paramètres	Unités	Valeurs limites	Tolérances aux valeurs limites	Résultats	Normes d'analyses
Débit	m ³ /h	1	1,2	0	NF X 10-311
T°	°C	30	35	25	Thermométrie
pH	-	5,5 - 8,5	5,5 - 8,5	6.89	NF T 90-008 : 2001
DBO5	mg/l	25	30	107.81	NF EN 1899-1
DCO	mg/l	100	120	475	NF T90101
MES	mg/l	25	30	187	NF EN 872 Juin 2005
Phénols	mg/l	0,25	0,50	0.3	NF EN 25663 : 1994
Huiles et graisses	mg/l	15	20	6	Rodier 1996
Azote Global	mg/l	20	25	17	NF EN ISO 18857-1.
Hydrocarbures Totaux	mg/l	5	10	6.23	NF M 07-203. Déc 2008
Pb	mg/l	0,5	1	0.2	NF EN ISO 15586:2004
Cr ₃₊	mg/l	0,05	0,3	0.05	NF EN ISO 10304 Oct 97-3
Cr ₆₊	mg/l	0,1	0,5	<0,1	NF EN ISO 10304 Oct 97-3

Annexe 4 : Bulletin d'analyses Décembre 2021


 الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 وزارة البيئة والطاقة المتجددة
 MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ENERGIES RENOUVELABLES
 المرصد الوطني للبيئة والتنمية المستدامة
 OBSERVATOIRE NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
 ONEDD

Station de Surveillance de l'Environnement - skikda

محطة مراقبة البيئة لولاية سكيكدة

Réf : 409 /SSSK/2021

le: 20/12/2021

Bulletin d'Analyse

Pour le compte de : NAFTAL district carburant –Béjaia,
Adresse : Béjaia,
Spécification de l'échantillon : Eau,
Lieu de prélèvement : centre carburant 1067 AP , rejet final (R1)
Prélèvement effectué par : ONEDD-SSSk,
Date de prélèvement : 09/12/201 Date de réception: /
Position par GPS : /

Présentation des Résultats d'Analyses

Paramètres	Unités	Résultats	valeur limite (*)	Normes d'Analyses
Température	mg/l	24	30	Multi-Paramètres
PH	mg/l	6,8	6,5-8,5	
Demande biochimique en oxygène	mg/l	30	35	ISO 11923:1997
Demande chimique en oxygène	mg/l	130	120	ISO5815-1:2003
Matières en suspension	mg/l	40	35	ISO 11923 :1997
Azote kjeldahl	mg/l	2,2	30	J. Rodier 2009
Huiles et graisses	mg/l	19,5	20	J. Rodier 2009
Hydrocarbures totaux	mg/l	11	10	EPA 1664
Plomb	mg/l	0,4	0,5	ISO 8288:1986
Chrome	mg/l	0,3	0,5	ISO 8288:1986
Débit	m3/h	0	/	Calcul

Couleur	Réelle
Odeur	Présence
aspect	Trouble
Observation microscopique	/
Observation sur site	/

(*) Norme algérienne: décret exécutif n°06/141 du 19 Avril 06 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.



Adresse : 11 Rue Hocine Lozat Skikda. Fax:038752955/0655325645 E mail: biosami24@yahoo.fr
 RC:02 B 0021250 N° Art:1605 55 04 010. Mat Fiscale:0002 16079033643.NIF:0021600 21 250
 B : 004.00161.4010.001.521/40 CPA- Agence bab el oued-Alger 001.00608.0300.303.411/23 BNA

Annexe 5 : Bulletin d'analyses 2022

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
 REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
 وزارة البيئة و الطاقات المتجددة
 MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ENERGIES RENOUVELABLES
 المرصد الوطني للبيئة والتنمية المستدامة
 OBSERVATOIRE NATIONAL DE L'ENVIRONNEMENT ET DU DEVELOPPEMENT DURABLE
 ONEDD

Station de Surveillance de l'Environnement - skikda

محطة مراقبة البيئة لولاية سكيكدة

Réf : 63 /SSSk/2021

le: 30/03/2022

Bulletin d'Analyse

Pour le compte de : NAFTAL district carburant –Béjaia,	
Adresse : Béjaia,	
Spécification de l'échantillon : Eau,	
Lieu de prélèvement : centre carburant 1067 AP , rejet (R2)	
Prélèvement effectué par : ONEDD-SSSk,	
Date de prélèvement : 22/02/2022	Date de réception: 22/02/2022
Position par GPS : /	

Présentation des Résultats d'Analyses

Paramètres	Unités	Résultats	valeur limite (*)	Normes d'Analyses
Température	mg/l	16,5	30	Multi-Paramètres
PH	mg/l	7	6,5-8,5	
Demande biochimique en oxygène	mg/l	31	35	ISO 11923 :1997
Demande chimique en oxygène	mg/l	115	120	ISO5815-1:2003
Matières en suspension	mg/l	33	35	ISO 11923 :1997
Azote kjeldahl	mg/l	11,5	30	J. Rodier 2009
indice de phénol	mg/l	<0,1	0,3	ISO 6439:1990
Huiles et graisses	mg/l	10	20	J. Rodier 2009
Hydrocarbures totaux	mg/l	5	10	EPA 1664
Plomb	mg/l	0,2	0,5	ISO 8288:1986
Chrome	mg/l	0,08	0,5	ISO 8288:1986
Débit	mg/l	0,1	/	Calcul

Couleur	Réelle
Odeur	Absence
aspect	Clair
Observation microscopique	/
Observation sur site	R.A.S

(*) Norme algérienne: décret exécutif n°06/141 du 19/01/2006 fixant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.



Adresse : 11 Rue Hocine Lozar Skikda. Fax:038752955-0655325645 E mail: biosami24@yahoo.fr
 RC:02 B 0021250 N° Art:1605 55 04 010.Mat Fiscale:0002 16079033643.NIF:0021600 21 250

Résumé

Traitement des eaux usées industrielles – cas de la station de NAFTAL

La wilaya de Béjaïa représente le pôle industriel le plus important de Kabylie, mais cette forte concentration industrielle n'est pas sans conséquences. D'énormes quantités d'effluents liquides sont rejetées dans le milieu récepteur et sans traitements adéquats appliqués, ces polluants détériorent l'environnement et entraînent de graves risques sanitaires.

Le rendement d'une station d'épuration, représente ainsi le facteur principal pour l'évaluation de la qualité des eaux rejetées dans les milieux naturels. Dans le cadre de l'étude des performances opératoires de la station d'épuration des eaux usées industrielles de NAFTAL, basée sur le procédé physique de décantation dans des séparateurs Eau/Hydrocarbure. Nous avons procédé à l'estimation des variations des différents paramètres physico-chimiques et biologiques les plus significatifs (Température, pH, DBO₅, DCO, MES, Azote Kjeldahl, Hydrocarbures totaux, Huiles et graisses, Indice de phénols, Plomb et chrome). Et ce, en s'appuyant sur les analyses effectuées sur les eaux rejetées après traitement pendant 4 années : 2017, 2019, 2021 et 2022.

Mots clés : Eaux usées industrielles, NAFTAL, hydrocarbures, norme de rejet, traitement, paramètres physico-chimiques, séparateur.

Abstract

Treatment of industrial wastewater - case of the NAFTAL station

The wilaya of Béjaïa represents the most important industrial pole of Kabylie, but this strong industrial concentration is not without consequences. Huge quantities of liquid effluents are discharged into the receiving environment and without adequate treatment applied, these pollutants deteriorate the environment and cause serious health risks.

The performance of a treatment plant is thus the main factor for assessing the quality of water discharged into natural environments. As part of the study of the operating performance of the NAFTAL industrial wastewater treatment plant, based on the physical process of settling in Water/Hydrocarbon separators. We proceeded to estimate the variations of the various most significant physico-chemical and biological parameters (Temperature, pH, BOD₅, COD, MES, Kjeldahl Nitrogen, Total Hydrocarbons, Oils and Fats, Phenol Index, Lead and Chromium). And this, based on the analyzes carried out on the water discharged after treatment for 4 years : 2017, 2019, 2021 and 2022.

Keywords: Industrial wastewater, NAFTAL, hydrocarbons, discharge standard, treatment, physico-chemical parameters, separator.