

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

Université Abderrahmane MIRA de Bejaia



Faculté de Technologie
Département de génie des procédés

Mémoire

De fin d'Etude en vue de l'Obtention du Diplôme de Master Option :Génie des
procédés de l'environnement

Thème :

Traitement des eaux usées issues de la raffinerie de
l'huile au sein de la station d'épuration CEVITAL
Béjaïa.

Soutenu le : 06/09/2021

Présenté par :

Mr. BELLOUZDAD Ismail

Mr. SAHA Abdeslam

Devant le Jury composé de:

Mme L. AIT BRAHAM

Professeur

U.A.M. Bejaia

Présidente

Mme N. AIT AHMED

Maitre de conférence

U.A.M. Bejaia

Examinatrice

Mme N. ALIOUANE

Professeur

U.A.M. Bejaia

Promotrice

Année Universitaire : ...2020 /2021...

Remerciements

Au terme de ce mémoire, Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à son élaboration.

Tout d'abord nous remercions Dieu tout puissant pour nous avoir donné la force, le courage et la persévérance pour mener à bien ce mémoire.

*Nous exprimons toutes nos reconnaissances à notre promotrice **Mme Nabila Alliouane**, professeur, au département de Génie des procédés, pour avoir accepté de diriger ce mémoire.*

*Nos respectueux remerciements pour les membres de jury professeur **L. Ait Braham** et **Dr N. Ait Ahmed** maitre de conférence.*

*Nous adressons nos remerciements à notre co-promoteur **Mr Cuar Tarik** de la société **CEVITAL**, pour nous avoir orienté et appris beaucoup de choses concernant notre stage pratique dans cette dernière.*

*Nous remercions également **Mr le Directeur** du Complexe Cevital pour nous avoir bien accueilli au sein de sa société ainsi que tout le personnel de Cevital Bejaïa.*

Dédicaces

*A mes parents pour leur soutien et encouragement
tout au long de mon parcours d'abord scolaire
et universitaire.*

A mes trois sœurs.

A mes amis et tous ceux qui sont proches de moi.

Ismail

Dédicaces

Dédicace

À mes très chers parents à qui je dois toute ma réussite, vous avez toujours été présents pour moi et j'espère que vous le serez encore longtemps, mille mercis.

À mes très chers frères (Ahmed et Zouhir)

À ma sœur et son mari

À toute ma famille et mes proches.

À mon binôme Ismail et toute sa famille.

À tous mes amis (es) et enfin à toutes les personnes ayant contribué chacune à sa manière au bon accomplissement de notre projet.

SALAMO



Liste des tableaux

Tableau 1 : Principaux polluants des eaux usées, leurs sources et effets	4
Tableau 2 : Contenu des eaux usées types dans certaines grandes industries	6
Tableau 3 : Les normes internationales des rejets selon l'organisation mondiale de la santé (OMS).....	8
Tableau 4 : Valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels selon le JORA	9
Tableau 5 : Tolérance à certaines valeurs limites des paramètres de rejets d'effluents liquides de l'industrie agroalimentaire (corps gras) selon le JORA.....	9
Tableau 6 : Impacts négatifs des eaux usées non traitées sur la santé humaine, l'environnement et les activités de production.....	11
Tableau 7 : Les différentes maladies à transmission hydrique	13
Tableau 8 : Volumes d'eaux usées collectées, traitées et utilisées dans l'Algérie et quelques pays arabes (en millions de m ³ par an), 2013.....	17
Tableau 9 : Agents de coagulation	25
Tableau 10 : Agents de floculation	26
Tableau 11 : Températures et précipitations de Bejaïa 2020/2021	38
Tableau 12 : Laboratoires du complexe Cevital	41
Tableau 13 : Variations de la température avant, durant et après traitement	56
Tableau 14 : Variations journalières du pH avant, durant et après traitement.	58
Tableau 15 : Variation de la DCO avant, durant et après traitement.	59

Liste des figures

Figure 1 : Devenir des prélèvements mondiaux d'eau douce : Consommation et production d'eaux usées par les principaux secteurs consommateurs d'eau (vers 2010)	15
Figure 2 : Pourcentage des eaux usées non traitées en 2015, dans les pays ayant différents niveaux de revenu... ..	16
Figure 3 : Schéma générale de la station d'épuration.....	19
Figure 4 : Schéma d'un traitement préliminaire d'une station d'épuration	20
Figure 5 : Schéma d'un dégrilleur	21
Figure 6 : Schéma d'un dessableur /déshuileur-dégraisseur.....	23
Figure 7 : Schéma d'un tamisage	23
Figure 8 : Schéma d'un procédé de coagulation-floculation.....	24
Figure 9 : Coagulation-floculation (jar-test).....	Annexe II
Figure 10 : Principe de décantation primaire	27
Figure 11 : Principe de flottation naturelle	27
Figure 12 : Laboratoires du complexe Cevital.....	41
Figure 13 : Schéma d'un procédé disques biologiques	30
Figure 14 : Schéma d'un procédé à boues activées	30
Figure 15 : Chaîne ou filières de traitement des eaux industrielles.....	36
Figure 16 : Vue de la station Cevital de l'intérieur.....	37
Figure 17 : Situation géographique du complexe Cevital.....	38
Figure 18 : Rejet de la raffinerie d'huile.....	42
Figure 19 : Schéma bloc de raffinage	Annexe IV
Figure 20 : Schéma bloc de raffinage	43
Figure 21 : Schéma de traitement physico-chimique	44
Figure 22 : Traitement physico-chimique : à gauche coagulation ; à droite floculation.....	45
Figure 23 : Traitement physico-chimique : flottation.....	46

Figure 24 : Traitement physico-chimique : neutralisation.....	46
Figure 25 : Bassin d'aération : à droite, en état stable ; à gauche, en état d'agitation	47
Figure 26 : Schéma de traitement biologique	48
Figure 27 : Schéma d'un épaisseur.....	49
Figure 28 : Table d'égouttage	50
Figure 29 : Schéma épaisseur/séchage.....	50
Figure 30 : Détermination des matières en suspension par filtration.....	53
Figure 31 : Schéma représentatif du mode opératoire pour la mesure de la DCO.....	54
Figure 32 : Températures moyennes en fonction des quatre phases de traitement	57
Figure 33 : Variations du pH en fonction du temps	58
Figure 34 : Valeurs moyennes de la DCO en fonction des phases de traitement	60

Liste des abréviations

CAACB : Complexe agroalimentaire Cevital Bejaïa

CCG : Conseil de Coopération du Golfe

DAF : Dissolved Air Flotation (flottation à air dissous)

DBO : Demande Biochimique en Oxygène

DCO : Demande Chimique en Oxygène.

EHBO : Equivalent Huile de Soja Hydrogéné

EHP : Equivalent Huile de Palme Hydrogéné

ERI : Eaux résiduaires industrielles

ERU : Eaux résiduaires urbaines

FAO : Organisation des Nations unies pour l'Alimentation et l'Agriculture

GES : Gaz à effet de serre

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

MES : Matière En Suspension.

MTH : Maladies à Transmissions Hydrique

OMD+ : Conseil des ministres arabes de l'eau

OMS : Organisation Mondiale de la Santé

pH : Potentiel d'Hydrogène

PMA : Pays les Moins Avancés

SAR : Rapport d'Absorption du Sodium.

STEP : Station d'épuration des eaux usées

WC : Water closet

الجريدة الرسمية الجزائرية : ج.ر.ج

Liste des formules chimiques

Al₂(SO₄)₃ : Sulfate d'aluminium

AlCl₃ : Chlorure d'aluminium

AlN(OH)_m Cl₃N : Polychlorure d'Aluminium basique

As : Aluminium et silicium

CaO : L'oxyde de calcium (la chaux)

Ca(OH)₂ : Hydroxyde de calcium

CO : Monoxyde de carbone

Cr : Chrome

FeCl₃ : Chlorure de fer

FeSO₄ : Sulfate ferreux

Hg : Symbole de mercure

H₂SO₄ : Acide sulfurique.

I(SO) : Sulfure d'iode

NaAlO₂ : Aluminate de sodium

NaOH: Hydroxyde de sodium (la soude)

NH⁴⁺ : Azote sous forme ionique (Ammonium)

Ni : Nickel

NO²⁻ : Azote sous forme ionique (Nitrite)

NO³⁻ : Azote sous forme ionique (Nitrate)

NO : Monoxyde d'azote

NO₂ : Dioxyde d'azote

Pb : Plomb

PO₄³⁻ : Phosphate

SO : Monoxyde de soufre

Zn : Zinc

GLOSSAIRE

- ◆ **Aération** : Introduction d'air atmosphérique dans l'eau.
- ◆ **Aérobie** : Se dit aux bactéries qui se développent en présence d'oxygène de l'air, libre ou dissous.
- ◆ **Acide** : Substance qui se dissocie plus ou moins complètement en solution aqueuse pour produire des ions hydrogène H^+ . Un acide est d'autant plus fort qu'il donne dans l'eau plus d'ions H^+ .
- ◆ **Acidité** : Teneur d'une solution en ions hydrogène H^+ . Une solution est d'autant plus acide que son pH est faible (au-dessous de 7).
- ◆ **Adsorption** : Processus physique d'adhésion de substances dissoutes ou dispersées à la surface d'un corps solide.
- ◆ **Alcalinité** : Teneur d'une solution en ions hydroxyde OH^- . Une solution est d'autant plus alcaline (ou basique) que son pH est élevé au dessus de 7.
- ◆ **Anaérobie** : Se dit aux bactéries qui se développent en l'absence d'oxygène de l'air, libre ou dissous.
- ◆ **Anion** : Ion chargé négativement.
- ◆ **Base** : Substance qui se dissocie plus ou moins complètement en solution aqueuse pour produire des ions hydroxyde OH^- . Une base est d'autant plus forte qu'elle donne dans l'eau plus d'ions OH^- .
- ◆ **Cation** : Ion chargé positivement.
- ◆ **Climat de type Csa** : Le climat méditerranéen, climat tempéré, qui se caractérise par des étés chauds et secs et des hivers doux et humides.
- ◆ **Coagulant** : Produit chimique ou organique destiné à favoriser la coagulation des matières colloïdales en suspension dans une eau.
- ◆ **Coagulation** : Réduction ou annulation, sous l'action de «coagulants», des charges électriques négatives portées par des particules colloïdales en suspension dans l'eau, rendant possible leur agglomération, leur floculation et leur précipitation.

◆ **Colloïde** : Particule de très petite dimension (1 à 100 μm ou 0,001 à 0,1 μm) en suspension dans un liquide, appelée aussi micelle. La coagulation-floculation a pour effet de séparer les colloïdes du liquide dans lequel ils sont en suspension.

◆ **Décantation** : Procédé physique de séparation des matières en suspension dans un liquide, faisant appel à l'action de la pesanteur pour les rassembler en totalité ou en partie et pour les collecter au fond d'un réservoir (décanteur).

◆ **Désinfection** : Opération permettant de réduire de 10^5 la population microbologique d'une eau.

◆ **Floculant** : Synonyme : adjuvant de floculation. Produit minéral ou organique destiné à favoriser la floculation des matières, préalablement coagulées, présentes dans une eau à traiter. On distingue des floculants minéraux (silice activée, ...), organiques d'origine naturelle (alginates), synthétiques (polyélectrolytes ...).

◆ **Floculation** : Agglomération et précipitation de particules colloïdales en suspension dans l'eau et préalablement coagulées. Cette agglomération est facilitée par l'addition à l'eau d'adjuvants de floculation ou floculants.

◆ **Maladies hydriques** : maladies transmissibles par l'eau.

◆ **Matières en suspension** : Particules solides très fines présentes dans l'eau, que la pratique divise en :

- matières décantables, qui se séparent naturellement, sans apport de réactif, quand l'eau est au repos,
- matières colloïdales trop fines pour décanter par gravité, mais éliminables par coagulation.

◆ **Neutralisation** : Opération qui consiste à amener une solution à un pH voisin de 7 : par acidification si son pH initial est supérieur à 7 et par alcalinisation s'il est inférieur à 7.

Table des matières

Introduction.....	1
-------------------	---

Synthèse bibliographique

Chapitre I : Généralités sur les eaux usées et écosystème

I.1. Définition des eaux usées.....	3
I.2. Sources et origines des eaux usées	3
I.2.1. Les eaux usées domestiques.....	3
I.2.2. Les eaux usées industrielles	3
I.2.3. Les eaux usées pluviales et ruissèlement	4
I.2.4. Les eaux usées agricoles	4
I.3. Les eaux usées industrielles.....	5
I.3.1. Natures des rejets industriels.....	6
I.3.2. Normes et réglementations de rejets.....	8
I.3.2.1. Normes internationales.....	8
I.3.2.2. Normes Algériennes selon le JORA	9
I.4. Caractéristiques des eaux usées des industries agroalimentaires.....	10
I.4.1. Nature des pollutions agroalimentaires.....	10
I.4.1.1. Pollution physique.....	10
I.4.1.2. Pollution chimique	10
I.4.1.3. Pollution microbiologique	10
I.4.1.4. Pollution par le phosphore.....	10
I.4.1.5. Pollution par l'azote	11
I.5. Eaux usées industrielles et écosystème	11
I.5.1. Impacts du rejet d'eaux usées	11
I.5.1.1. Effets sur la santé humaine et maladies à transmission hydriques (MTH)	12
I.5.1.2. Effets environnementaux.....	13
I.5.1.3. Effet Sur le sol	14
I.5.1.4. Effet Sur l'atmosphère	14
I.5.2. Utilisation planifiée des eaux usées pour les services éco-systémiques.....	14

Chapitre II : Devenir des eaux usées et procédés de traitement

II.1. Production et traitement des eaux usées dans le monde.....	15
II.2. Production et traitement des eaux usées en Algérie et pays Arabes	16
II.3. Procédés d'épurations des eaux usées industrielles	18
II.3.1. Définition de l'épuration	18
II.3.2. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées ...	18
II.3.3. Définition d'une station d'épuration STEP.....	18
II.3.4. Rôle des stations d'épuration	19
II.3.5. Méthodes de traitements des eaux usées industrielles.....	19
II.3.5.1. Les prétraitements.....	20
II.3.5.1.1. Dégrillage	20
II.3.5.1.2. Dessablage	21
II.3.5.1.3. Dégraissage – Déshuilage.....	22
II.3.5.1.3.1. Déshuilage.....	22
II.3.5.1.3.2. Dégraissage	22
II.3.5.1.4. Le tamisage	23
II.3.5.2. Les traitements primaires	24
II.3.5.2.1. Procédés de décantation chimique	24
II.3.5.2.1.1. Coagulation	24
II.3.5.2.1.2. Flocculation	25
II.3.5.2.2. Procédés de décantation physique.....	26
II.3.5.2.3. Procèdes de flottation	27
II.3.5.3. Les traitements secondaires (biologiques)	28
II.3.5.3.1. Les procédés biologiques extensifs	28
II.3.5.3.2. Les procédés biologiques intensifs	28
II.3.5.3.2.1. Technologie de traitement par des cultures bactériennes fixes.....	29
II.3.5.3.2.2. Technologie de traitement par des cultures bactériennes libre	30
II.3.5.4. Les traitements tertiaires	31
II.3.5.4.1. Elimination biologique de l'azote et du phosphore	31
II.3.5.4.2. La désinfection.....	31
II.3.5.4.3. Elimination et traitements des odeurs	32
II.3.5.5. Traitements des boues.....	32
II.3.5.5.1. Origine des boues.....	32
II.3.5.5.1.1. Les boues physico-chimiques	32
II.3.5.5.1.2. Les boues biologiques	33
II.3.5.5.2. Procédés de traitements des boues	33

II.3.5.5.2.1. Traitements de stabilisation des boues	33
II.3.5.5.2.2. Traitements de l'épaississement et de concentration des boues.....	33
II.3.5.5.2.3. Conditionnements des boues.....	33
II.3.5.5.2.4. Déshydratation	33
II.3.5.5.2.5. Séchage	34
II.3.5.5.2.6. Elimination finale des boues	34
II.3.5.5.2.7. La mise en décharge contrôlée.....	34
II.3.5.5.2.8. L'incinération.....	34
II.3.5.5.2.9. Utilisation agricole des boues	35

Partie expérimentale

Chapitre III : Matériels et méthodes

III.1. Objectif de travail	37
III.2. Présentation de la station d'étude « Complexe Cevital ».....	37
II.2.1. Situation géographique	38
III.2.2. Données climatiques	38
III.2.3. Historique et création	39
III.2.4. Activités de Cevital.....	39
III.2.5. Missions et objectifs.....	40
III.2.6. Commercialisation	40
III.2.7. Contrôle/Qualité et gestion des déchets	41
III.2.8. Aperçue général sur la station d'épuration au niveau du C.A.A.C.B	41
III.3. Matériel et méthodes.....	42
III.3.1. Matériel	42
III.3.2. Méthodes	42
III.3.2.1. Procédés de traitement des eaux résiduaires issues de la raffinerie d'huile au sein de la station d'épuration de Cevital	42
III.3.2.1.1. Fosse de relevage-tour de refroidissement	44
III.3.2.1.2. Traitement physico-chimiques	44
III.3.2.1.2.1. Acidification	44
III.3.2.1.2.2. Coagulation-floculation.....	45
III.3.2.1.2.3. Flottation (DAF)	45
III.3.2.1.2.4. Neutralisation.....	46
III.3.2.1.2.5. Bassin tampon.....	47

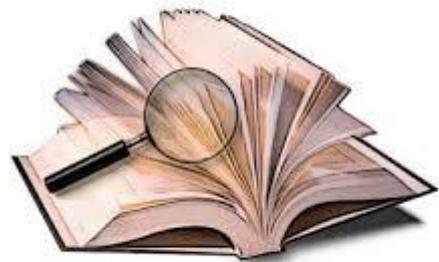
III.3.2.1.3. Traitement biologique (réacteur DUO-UNITANK)	47
III.3.2.1.4. Soutirage des boues produites et le bassin de stabilisation	49
III.3.2.1.4.1. Epaissement	49
III.3.2.1.4.2. Déshydratation/séchage.....	50
III.3.2.1.4.3. Élimination des boues	51
III.3.2.2. L'échantillonnage.....	51
III.3.2.3. Évaluation des paramètres physico-chimiques	51
III.3.2.3.1. Potentiel d'hydrogène pH.....	51
III.3.2.3.2. Conductivité	52
III.3.2.3.3. Turbidité.....	52
III.3.2.3.4. Température.....	52
III.3.2.3.5. Matière en suspension MES	53
III.3.2.3.6. Demande chimique en oxygène DCO.....	54
III.3.2.3.7. Demande biochimique en oxygène DBO5.....	55
III.3.2.3.8. La biodégradabilité DCO/DBO5	55

Chapitre IV : Résultats et discussion

IV.1. Suivi de la température	56
IV.2. Suivi du potentiel d'hydrogène pH.....	57
IV.3. Suivi de la demande chimique en oxygène DCO	59
Conclusion et perspectives	62
Références bibliographique.....	63

Annexe

Introduction



Introduction

Les eaux résiduaires ou appelées aussi « eaux usées » sont des eaux issues de l'activité humaine [1, 2]. Elles sont caractérisées par la présence des substances polluantes qui se diffèrent selon leurs sources [3]. Les eaux résiduaires d'origine industrielle sont chargées d'une pollution organique ou minérale. Leur composition est spécifique et directement liée au type d'industrie considérée [4]. Elles peuvent contenir des graisses, des hydrocarbures, des métaux, des acides, divers produits chimiques et des matières radioactives [5]. Ces composants sont toxiques s'ils dépassent les seuils de normalité qui sont adaptés par les textes législatifs et réglementaires au niveau national et international définissant les normes de rejets [6, 7]. Les entreprises appartenant au secteur agroalimentaire sont classées parmi celles qui produisent le plus d'eaux de fortes charges organiques dissoutes et en suspension. Plusieurs industriels rejettent des eaux avec un taux élevé de graisses, de phosphore, d'azote et de chlorure de sodium [8]. Le rejet de ces eaux usées dans le milieu naturel sans les traiter ou inconvénablement traitées entraîne la pollution des eaux de surface, du sol et des eaux souterraines [9], ce qui a des effets néfastes sur la santé humaine, la productivité économique, la qualité des ressources d'eau douce environnementales, et les écosystèmes. [10]. Les résultats de cette négligence sont à présent évidents. Les impacts immédiats, et notamment la détérioration des écosystèmes aquatiques et les maladies d'origine hydrique telles que le choléra, la fièvre typhoïde, poliomyélite, hépatites A et E, gastro-entérites..., etc qui peuvent être transmises à l'homme soit en contact direct avec les eaux usées ou bien indirect par l'ingestion des aliments contaminés par ces derniers [11, 12].

Dans le monde, une augmentation significative de la demande en eau est prévue dans les prochaines décennies. Outre le secteur agricole, qui est responsable de 44 % des prélèvements d'eau de la planète, des augmentations importantes de la demande en eau sont prévues pour la production industrielle et énergétique [13]. Le traitement des eaux usées industrielles et municipales au niveau d'un pays est généralement le reflet de son niveau de revenu. En moyenne, les pays à revenu élevé traitent environ 70% des eaux résiduelles municipales et industrielles qu'ils produisent. Ce pourcentage tombe à 38% dans les pays à revenu intermédiaire supérieur, et à 28% dans les pays à revenu intermédiaire inférieur. Dans les pays à faible revenu, seuls 8% de ces eaux usées subissent un traitement, quel qu'il soit [14]. Ces estimations vont dans le sens de l'appréciation souvent citée selon laquelle il est probable que plus de 80% des eaux usées du monde soient rejetées sans traitement [15, 16]. Les pays arabes constituent la région la plus aride du monde, 18 d'entre eux sur 22, se situant sous le seuil de pauvreté en eau fixé à 1 000 m³ par habitant en 2014. L'utilisation des eaux usées

Introduction

traitées en toute sécurité est devenue un moyen d'accroître le niveau des ressources dans certains pays de la région [17]. En Algérie, selon les estimations de 2012, 17.52 % des eaux usées ayant subi un traitement secondaire, et 7.01 % de ces dernières ont été réutilisées.

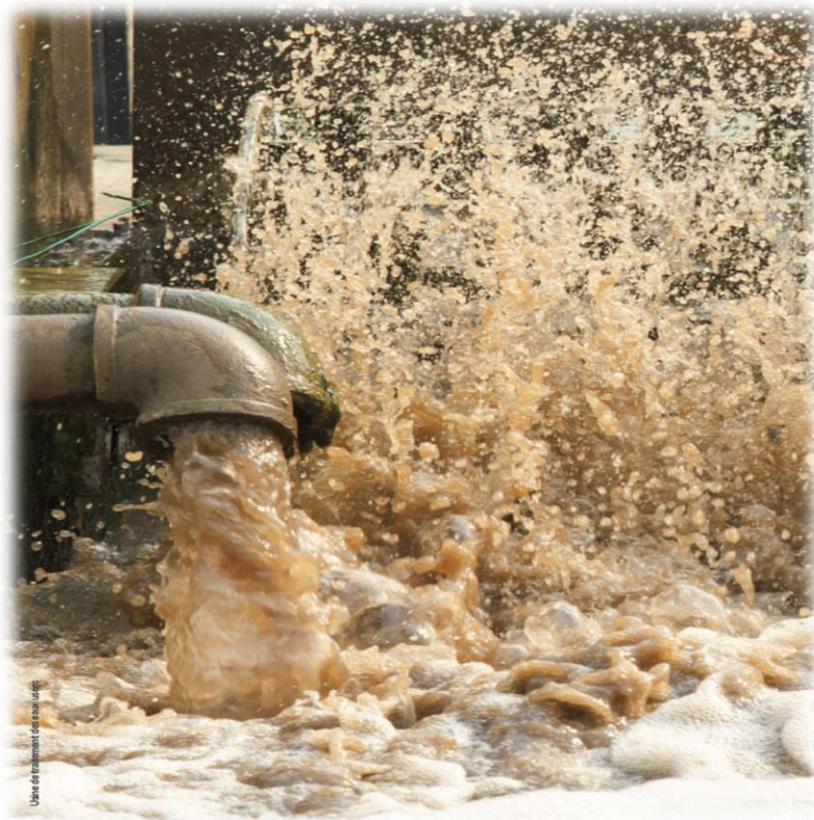
Le but de cette étude est d'une part de connaître les méthodes de traitements appliquées au sein de la station d'épuration de Cevital et d'autre part d'effectuer une épuration d'eaux usées issues de la raffinerie d'huile et d'évaluer les différents paramètres physico-chimiques afin d'examiner la qualité d'eau traitée et contrôler son efficacité.

Dans ce présent manuscrit, nous présentons dans le premier et le deuxième chapitre une synthèse bibliographique sur les eaux usées, leurs impacts sur l'écosystème, leurs devenir et les méthodes de traitement. Le troisième chapitre est consacré à l'étude expérimentale portant sur les méthodes de traitement ainsi que l'évaluation des paramètres physicochimiques de l'effluent issus de la raffinerie d'huile. Dans le quatrième chapitre les résultats et discussions seront développés. Enfin le travail sera clôturé par une conclusion et des perspectives.

Chapitre I

Synthèse bibliographique

*Généralités sur les eaux
usées et écosystème*



I.1. Définition des eaux usées

Les eaux résiduaires urbaines (ERU), ou eaux usées, sont des eaux chargées de polluants, solubles ou non, provenant essentiellement de l'activité humaine [1].

Une eau usée est généralement un mélange de matières polluantes répondant à ces catégories, dispersées ou dissoutes dans l'eau qui a servi aux besoins domestiques ou industriels [2].

I.2. Sources et origines des eaux usées

Suivant l'origine et la qualité des substances polluantes (**Tab.1**), on distingue quatre catégories d'eaux usées [3] :

I.2.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées d'origine domestique sont issues de l'utilisation de l'eau, par les particuliers pour satisfaire tous les usages ménagers. Lorsque les habitations sont en zone d'assainissement collectif, les eaux domestiques se retrouvent dans les égouts. Elles constituent l'essentiel de la pollution et se composent [3] :

- Des eaux de cuisine, qui contiennent des matières minérales en suspension provenant du lavage des légumes, des substances alimentaires à base de matières organiques, (glucides, lipides protides), et des produits détergents ;
- Des eaux de buanderie, contenant principalement des détergents ;
- Des eaux de salle de bains, chargées en produits utilisés pour l'hygiène corporelle ;
- Des eaux de vannes, qui proviennent des sanitaires (WC), très chargées en matières organiques hydrocarbonées, en composés azotés, phosphorés et en microorganismes.

I.2.2. Les eaux usées industrielles

Les eaux résiduaires d'origine industrielle (URI) ont généralement une composition plus spécifique et directement liée au type d'industrie considérée. Indépendamment de la charge de la pollution organique ou minérale, de leur caractère putrescible ou non, elles peuvent présenter des caractéristiques de toxicité propres liées aux produits chimiques transportés [4].

Selon leur origine industrielle elles peuvent également contenir: des graisses (industries agroalimentaires, équarrissage), des hydrocarbures (raffineries), des métaux (traitements de surface, métallurgie), des acides, des bases et divers produits chimiques (industries chimiques diverses, tanneries), de l'eau chaude (circuit de refroidissement des centrales thermiques) et des matières radioactives (centrales nucléaires, traitement des déchets radioactifs) [5].

Avant d'être rejetées dans les réseaux de collecte, les eaux usées industrielles doivent faire l'objet d'un traitement. Elles ne sont mélangées aux eaux domestiques que lorsqu'elles ne présentent plus de danger pour les réseaux de collecte et ne perturbent pas le fonctionnement des stations d'épuration [18].

I.2.3. Les eaux usées pluviales et ruissèlement

Les eaux de pluie ruissellent dans les rues où sont accumulés des polluants atmosphériques, poussières, débris, suies de combustion et hydrocarbures rejetés par les véhicules. Les eaux de pluies, collectées normalement à la fois avec les eaux usées puis déversées dans la canalisation d'assainissement et acheminées vers une station d'épuration, sont souvent drainées directement dans les rivières entraînant ainsi une pollution intense du milieu aquatique [2].

I.2.4. Les eaux usées agricoles

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. L'agriculture est une source de pollution des eaux non négligeable car elle apporte les engrais et les pesticides. Elle est la cause essentielle des pollutions diffuses. Les eaux agricoles issues de terres cultivées chargées d'engrais nitrates et phosphates (sous une forme ionique ou en quantité telle qu'ils ne seraient pas finalement retenus par le sol et assimilés par les plantes), conduisent par ruissèlement à un enrichissement en matières azotées ou phosphatées des nappes les plus superficielles et des eaux des cours d'eau ou des retenues [2].

Tableau 1- Principaux polluants des eaux usées, leurs sources et effets [19].

Polluants	Principaux paramètres représentatifs	Source				Effets possible du polluant
		Eaux usées		Ruissèlement		
		Domestique	Industrielle	Urbain	Agricoles et des pâturages	
Matières en suspension	Matières en suspension	+++	#	++	+	- Problèmes esthétique. - Dépôts de boues. - Adsorption des polluants. - Protection d'agents pathogènes.
Matières organiques biodégradables	Demande biochimique en oxygène	+++	#	++	+	- Consommation d'oxygène. - Morts de poissons. - Conditions septiques.

Nutriments	Azote, phosphore	+++	#	++	+	<ul style="list-style-type: none"> - Croissance excessive des algues. - Toxicité pour les poissons (ammoniac). - Maladies chez les nouveaux nés (nitrates). - Pollutions des eaux souterraines.
Agents pathogènes	coliformes	+++	#	++	+	<ul style="list-style-type: none"> - Maladies d'origine hydrique.
Matières organiques non biodégradables	Pesticides, certains détergents, autres	+	#	+	++	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicité (variée). - Mousse (détergents). - Réduction du transfert d'oxygène. - Non biodégradabilité - Mauvaises odeurs (phénols).
Métaux	Eléments spécifiques (As, Cr, Hg, Ni, Pb, Zn, etc.)	+	#	+	/	<ul style="list-style-type: none"> - Toxicité. - Inhibition des traitements biologiques des eaux d'égoutte. - Problème pour l'utilisation des boues pour l'agriculture. - Contamination des eaux souterraines.
Solides dissous inorganique	Solides dissous totaux, conductivités	++	#	/	+	<ul style="list-style-type: none"> - Salinité excessives-nocif pour les plantations. - Toxicité pour les plantes. - Problèmes liés à la perméabilité du sol.

+ : petit ++ : moyen +++ : haut # : variable / : généralement pas important

I.3. Les eaux usées industrielles

Les eaux usées produites lors du raffinage comprennent: la vapeur condensée, les eaux d'épuisement, les solutions caustiques usées, l'eau de purge de tours de refroidissement des chaudières, l'eau de lavage, l'eau de neutralisations des déchets alcalins et acides ainsi que les eaux utilisés dans d'autres procédés. Les eaux contiennent également des matières dissoutes, des solides en suspension et des graisses [20].

I.3.1. Natures des rejets industriels

La diversité des activités industrielles engendrent des rejets spécifiques de caractéristiques variables et de la composition hétérogène souvent fluctuante. Ce qui implique une investigation propre à chaque type d'industries (**Tab. 2**). Il est donc fondamentale d'être parfaitement informé sur les procédés de fabrication et l'organisation des circuits d'alimentation en eau de l'usine ainsi que des réseaux d'assainissement assurant l'évacuation de la production polluante [21].

Tableau 2- Contenu des eaux usées types dans certaines grandes industries [22 ; 23 ; 24].

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. ▪ Composés colorés et composés organiques halogénés adsorbables. ▪ 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, cyanure, ammoniac, phénols, hydrocarbures aromatiques polycycliques. ▪ Huiles hydrauliques, suif et particules solides. ▪ Eau de rinçage acide et acide usé (chlorhydrique et sulfurique).
Industrie alimentaire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Niveaux élevés de concentration de DBO et de MES. ▪ DBO et pH variables en fonction des légumes, fruits ou viandes. ▪ Transformation des légumes – forte présence de particules, certaines matières organiques dissoutes, tensioactifs. ▪ Viande – forte présence de matières organiques, d'antibiotiques, de pesticides et d'insecticides. ▪ Cuisson – matières organiques des plantes, sel, arômes, colorants, acides, alcalis, huile et graisse.
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, etc.
Huilerie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Matières grasses et composés organiques.
Sucrieries	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Forte concentration en matière organique.
Énergie	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Production de combustibles fossiles – contamination provenant de puits pétroliers et gaziers et fracturation. ▪ Eau de refroidissement chaude.

Les eaux industrielles se différencient, en fonction de l'utilisation de l'eau, en différentes catégories [21]:

➤ **Effluents de fabrication ou de procédés**

La plupart des procédés conduisent à la fabrication ou à la transformation d'un produit à des rejets polluants qui proviennent du contact de l'eau avec les gaz, les liquides ou les solides. Ces rejets sont continus ou discontinus. Dans l'industrie alimentaire, ces eaux représentent l'essentiel de la pollution organique dissoute [21].

➤ **Eaux de circuit de refroidissement**

Les eaux des circuits de refroidissement, abondantes est généralement non polluées car non en contact avec les produits fabriqués, peuvent être recyclées. Elles sont souvent rejetées encore chaudes (30 à 50 °C). Si elles ne sont pas à une température incompatible avec un traitement physique (risque de courants de convection dans les décanteurs) ou biologique, elles peuvent être utilisées pour diluer des rejets très concentrés avant le traitement [25].

➤ **Eaux de lavage des sols et des machines**

Contrairement aux autres rejets, le degré de pollution et le débit des eaux de lavage sont très variables et particulièrement importants à la fin de la semaine et des périodes de travail et au cours des nettoyages. Elles sont chargées de produits divers, matière première ou liqueurs de fabrication, hydrocarbures et huile de machines, produits détergents, produits bactéricides. Parfois, comme c'est souvent le cas dans l'industrie alimentaire, les lavages des appareils sont faits avec des solutions très acides ou très alcalines. Ce qui entraîne de fortes variations de pH [26]. A noter par ailleurs, les caractères parfois occasionnels de ces rejets qui peuvent correspondre, par exemple, à des fuites accidentelles de produits durant leur manipulation ou leur stockage. Ce sont les plus dangereux et les moins maîtrisables [27].

➤ **les mélanges d'effluents**

Les mélanges d'effluents, avant leur traitement est intéressant, surtout lorsqu'il s'agit de deux rejets de qualités complémentaires, par exemple d'un effluent acide et d'un effluent basique [28].

I.3.2. Normes et réglementations de rejets

Les quantités maximales de matières polluantes pouvant être rejetées dans un milieu récepteur appelées normes de rejet, répondent à des lois nationales et internationales qui peuvent être adaptées par des textes législatifs et réglementaires qui définissent ces normes de rejets [6].

I.3.2.1. Normes internationales

La norme est représentée par un chiffre qui fixe une limite supérieure à ne pas dépasser ou une limite inférieure à respecter. Un critère donné est rempli lorsque la norme est respectée pour un paramètre donné. Une norme est fixée par une loi, une directive, un décret-loi (**Tab. 3**) [7].

Tableau 3- Les normes internationales des rejets selon l'organisation mondiale de la santé (OMS) [29].

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
pH	6.5-8.5
DBO ₅	< 30 mg/l
DCO	< 90 mg/l
MES	< 20 mg/l
NH ₄ ⁺	< 0.5 mg/l
NO ₂ ⁻	1 mg/l
NO ₃ ⁻	1 mg/l
PO ₄ ³⁻	< 2 mg/l
Température	< 30 °C
Couleur	Incolore
Odeur	Incolore

pH : Potentiel d'hydrogène.

MES : Matière en suspension.

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours.

DCO : Demande chimique en oxygène.

I.3.2.2. Normes Algériennes selon le JORA

Selon le **JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE (JORA) N° 26 (Annexe I)**, le décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 Avril 2006 définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels (**Tab.4 ; Tab. 5**) [29].

Tableau 4- Valeurs limitent des paramètres de rejets d'effluents liquides industriels selon le JORA [29].

N°	Paramètres	Unités	Valeurs limites
1	Température	°C	30
2	Ph	-	6.5 – 8.5
3	MES	mg/l	35
4	Azote Kjeldahl	mg/l	30
5	Phosphore total	mg/l	10
6	DCO	mg/l	120
7	DBO ₅	mg/l	35
8	Aluminium	mg/l	3
9	Substances toxiques bioaccumulables	mg/l	0.005
10	Cyanures	mg/l	0.1
11	Fluor et composés	mg/l	15
12	Indice de phénols	mg/l	0.3
13	Hydrocarbures totaux	mg/l	10
14	Huiles et graisses	mg/l	20
15	Cadmium	mg/l	0.2
16	Cuivre total	mg/l	0.5
17	Mercure total	mg/l	0.01
18	Plomb total	mg/l	0.5
19	Chrome total	mg/l	0.5
20	Etain total	mg/l	2
21	Manganèse	mg/l	1
22	Nickel total	mg/l	0.5
23	Zinc total	mg/l	3
24	Fer	mg/l	3
25	Composés organiques chlorés	mg/l	5

Tableau 5- Tolérance à certaines valeurs limitent des paramètres de rejets d'effluents liquides de l'industrie agroalimentaire (corps gras) selon le JORA [29].

Paramètres	Unités	Valeurs limites
Température	°C	30
pH	-	5.5 – 8.5
MES	mg/l	150
DCO	mg/l	700
DBO ₅	mg/l	200

I.4. Caractéristiques des eaux usées des industries agroalimentaires

Les entreprises appartenant au secteur agroalimentaire sont classées parmi celles qui génèrent le plus d'eaux de fortes charges organiques dissoutes et en suspension. Plusieurs industriels rejettent des eaux avec un taux élevé de graisses, de phosphore, d'azote et de chlorure de sodium [8].

I.4.1. Nature des pollutions agroalimentaires

I.4.1.1. Pollution physique

On parle de ce type de pollution quand le milieu pollué est modifié dans sa structure physique par divers facteurs. Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires) [30].

I.4.1.2. Pollution chimique

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements de polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles. L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines [31].

I.4.1.3. Pollution microbiologique

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes [32].

I.4.1.4. Pollution par le phosphore

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire [32]. Le phosphore est un élément nutritif, sa présence en abondance dans les milieux hydrauliques superficiels est une problématique, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques [33].

I.4.1.5. Pollution par l'azote

L'élément azote existe principalement sous forme ionique (ammonium NH_4^+ , nitrite NO_2^- et nitrate NO_3^-) ainsi que sous forme gazeuse (N_2). L'origine de ces polluants est par ordre décroissant [34]. L'utilisation massive des engrais, le développement industriel et le rejet des eaux résiduaires urbaines. Nos eaux usées contiennent de l'azote organique et de l'azote ammoniacal. Ces ions se transforment en milieu acide faible en ions nitrites qui sont toxiques pour l'organisme humain, puis en nitrates qui constituent aussi un agent fertilisant susceptible de favoriser le développement excessif des algues dans le milieu aquatique [34].

I.5. Eaux usées industrielles et écosystème

I.5.1. Impacts du rejet d'eaux usées

Le rejet d'eaux usées non traitées ou partiellement traitées dans l'environnement entraîne la pollution des eaux de surface, du sol et des eaux souterraines [9]. Les conséquences du rejet d'eaux usées non traitées ou traitées de façon inadéquate peuvent être classées en trois catégories ; les effets indésirables sur la santé associés à une réduction de la qualité de l'eau, les effets environnementaux négatifs en raison de la dégradation des ressources en eau et des écosystèmes et les effets potentiels sur les activités économiques (**Tab.6**) [10].

Tableau 6- Impacts négatifs des eaux usées non traitées sur la santé humaine, l'environnement et les activités de production [10].

Domaines des répercussions	Exemples de répercussions
Santé	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Augmentation du fardeau des maladies en raison de la baisse de la qualité de l'eau potable ▪ Augmentation du fardeau des maladies en raison de la baisse de la qualité des eaux de baignade ▪ Augmentation du fardeau des maladies en raison de l'insalubrité des aliments (contamination du poisson, des légumes et d'autres produits irrigués) ▪ Augmentation du risque de maladie si on travaille ou on joue dans une zone irriguée par des eaux usées
Environnement	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réduction de la biodiversité ▪ Dégradation des écosystèmes aquatiques (par exemple eutrophisation et zones mortes) ▪ Odeurs nauséabondes ▪ Diminution des possibilités de loisir ▪ Augmentation des émissions de gaz à effet de serre (GES)

	<ul style="list-style-type: none">▪ Hausse de la température des eaux▪ Bioaccumulation de toxines
Économie	<ul style="list-style-type: none">▪ Baisse de la productivité industrielle▪ Baisse de la productivité agricole▪ Baisse de la valeur marchande des récoltes, si des eaux usées insalubres sont utilisées pour l'irrigation▪ Réduction des possibilités de loisirs aquatiques (baisse du nombre de touristes, ou touristes moins disposés à payer pour des services de loisirs)▪ Diminution des prises de poissons et de crustacés, ou baisse de la valeur marchande du poisson et des mollusques et crustacés▪ Augmentation du fardeau financier sur les soins de santé▪ Accroissement des entraves au commerce international (exportations)▪ Augmentation des coûts de traitement de l'eau (pour l'approvisionnement humain et d'autres usages)▪ Baisse des prix des propriétés situées à proximité des masses d'eau contaminées

I.5.1.1. Effets sur la santé humaine et maladies à transmission hydriques (MTH)

L'identification de risque éventuel est liée à la présence d'un large spectre de pathogènes intestinaux dans les eaux usées. Ainsi l'isolement de ces derniers, dans l'environnement (eau, sol, végétaux...) est souvent pris comme risques pour la santé des populations avoisinantes [11]. Par ailleurs la transmission des pathogènes et l'intoxication par les substances chimiques peuvent avoir lieu selon deux modes [29] :

- par contact direct : avec les eaux usées : c'est le cas des ouvriers agricoles.
- par contact indirect : lors de l'ingestion des aliments qui fixent et amplifient le risque apporté par les eaux usées. Dans le milieu continental, le risque est souvent indirect, par la contamination des aliments irrigués par les eaux usées brutes, notamment se consommer crue.

L'eau véhicule des micro-organismes, bactéries, virus et protistes en tout genre, qui y vivent et s'y développent. Ces organismes peuvent engendrer des maladies parfois graves lorsqu'ils pénètrent dans le corps humain. L'eau est ainsi le vecteur de transmission privilégié de ces maladies que l'on dit hydrique (**Tab. 7**) [12].

Tableau 7- Les différentes maladies à transmission hydrique [12].

Origine	Maladies	Agents ou germes pathogènes	Voies de transmission	Symptômes
Bactérienne	Choléra	Vibro cholera	Ingestion d'eau polluée, d'aliment ou de boisson souillés	- Diarrhée - Vomissement et crampes musculaires - Il n'y a pas de fièvre
	Fièvre typhoïdes, paratyphoïdes	Salmonella typhi ou paratyphi	Eau de boisson ou d'aliment souillés	- Fièvre - Troubles digestifs et nerveux - Diarrhée
	Shigelloses ou dysenteries bacillaires	Shigella spp.	Eau ou les mains, souillées des déjections des malades, ou par les mouches	- Diarrhée liquide, glaireuse ou sanglante - Déshydratation aigue
Virale	Poliomyélite	Poliovirus	Ingestion d'eau ou d'aliments contaminés.	Aucun symptôme, mais dans un pourcentage très restreint de cas on observe une poliomyélite paralysante
	Hépatites A et E	Virus de l'hépatite A et E	Voie digestive par l'eau, les matières fécales et la consommation de fruits de mer	- Fièvre - jaunisse - Douleurs articulaire et musculaire - Parfois une éruption cutanée et fatigue
Parasitaire	Schistosomiasis	Bilharzies (ou schistosomes)	Au contact de l'eau contaminée, soit en marchant pieds nus dans des eaux douces, soit en se baignant.	- Diarrhées - Douleurs abdominales - Hématurie
	Dracunculose	Dracunculus Medinensis	Absorption de l'eau d'étang de mare, de ruisseau contenant des cyclops	Apparition d'une cloque plaie sur la cheville ou le pied, cette plaie peut se surinfecter et favoriser un tétanos
	Gastro-entérites	Giardia lamblia, cryptosporidium parvum	Se transmet tel quel d'un individu malade à un individu sain.	Aucun symptôme particulier

I.5.1.2. Effets environnementaux

L'augmentation des volumes de rejets et les flux polluant font que le pouvoir auto-épurateur des eaux de surface devient largement insuffisant pour recevoir toutes les eaux d'égouts sans causer des effets néfastes sur la santé, le sol et la couverture végétale [35].

I.5.1.3. Effet Sur le sol

Les propriétés du sol peuvent être modifiées par les pratiques d'épandage. La connaissance du SAR (Rapport d'Absorption du Sodium) de l'effluent, est alors importante. Il y a un danger si le SAR approche de la valeur de 10 [36]. Outre la perte de sa structure par l'apport de fortes quantités en sodium et/ou en autres élément salinisant, le sol peut être le siège d'accumulation d'éléments traces au niveau des premières couches à cause de leur mobilité réduite ; ce qui peut conduire à la déstabilisation des équilibres biologiques et donc à la stérilisation progressive du sol (L'accumulation des sels dans la zone racinaire provoque une baisse de rendement ou arrêt de la croissance du végétal) [37 ; 38].

I.5.1.4. Effet Sur l'atmosphère

La collecte et le traitement des eaux usées entraînent également le rejet dans l'atmosphère de certains produits chimiques volatils, notamment le méthane, le dioxyde de carbone, d'oxyde d'azote, de sulfure d'hydrogène, de thiol, du chlore (s'il est utilisé dans le processus de traitement). Divers produits chimiques peuvent également être libérés dans l'atmosphère mais en quantités moins élevées [39].

I.5.2. Utilisation planifiée des eaux usées pour les services éco-systémiques

La récupération et la réutilisation de l'eau ne sont plus un luxe mais une nécessité, en particulier dans les pays pauvres en eau, où de nombreuses villes et organismes de protection de l'environnement utilisent déjà les eaux usées partiellement traitées pour créer des lacs ou marais artificiels, restaurer les eaux souterraines appauvries ou irriguer les parcours de golf, les parcs et les jardins [39].

L'utilisation planifiée d'eaux usées traitées entièrement ou partiellement pour les services éco-systémiques est relativement récente, ce qui peut accroître l'efficacité des ressources et fournir des avantages pour les écosystèmes à travers [39] :

- La réduction des prélèvements d'eau douce ;
- Le recyclage et la réutilisation des nutriments essentiels, ce qui réduit ainsi l'utilisation d'engrais et les émissions de gaz à effet de serre ;
- La réduction de la pollution de l'eau et le maintien de la qualité de l'eau des fleuves à un niveau suffisant pour permettre l'épanouissement des ressources halieutiques et autres écosystèmes aquatiques ;
- La recharge des aquifères appauvris pour diverses utilisations bénéfiques, telles que la réutilisation indirecte d'eau rendue potable.

Chapitre II

Synthèse bibliographique

*Devenir des eaux usées et
procédés de traitement*



Usine de traitement des eaux usées

II.1. Production et traitement des eaux usées dans le monde

AQUASTAT, la base de données de l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) estime à 3 928 km³ par an les prélèvements d'eau douce. Environ 44 % (1 716 km³ par an) de cette eau est consommée, principalement dans l'agriculture par évaporation dans les terres agricoles irriguées (**Fig. 1**). Les 56 % restants (2 212 km³ par an) sont libérés dans l'environnement en tant qu'eaux usées sous forme d'effluents municipaux et industriels et d'eaux de drainage agricole [13].

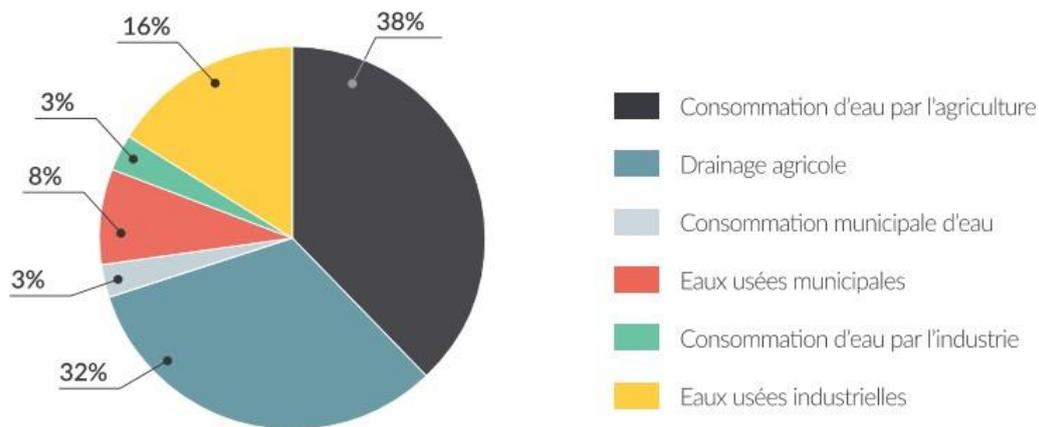


Figure 1- Devenir des prélèvements mondiaux d'eau douce : Consommation et production d'eaux usées par les principaux secteurs consommateurs d'eau (vers 2010) [40 ; 41].

Le traitement des eaux usées industrielles et municipales au niveau d'un pays est généralement le reflet de son niveau de revenu. En moyenne, les pays à revenu élevé traitent environ 70% des eaux résiduelles municipales et industrielles qu'ils produisent. Ce pourcentage tombe à 38% dans les pays à revenu intermédiaire supérieur, et à 28% dans les pays à revenu intermédiaire inférieur. Dans les pays à faible revenu, seuls 8% de ces eaux usées subissent un traitement, quel qu'il soit (**Fig. 2**) [38]. Ces estimations vont dans le sens de l'appréciation souvent citée selon laquelle il est probable que plus de 80% des eaux usées du monde soient rejetées sans traitement [39 ; 40].

Dans les pays à revenu élevé, ce qui motive le recours à des traitements de pointe des eaux usées, c'est soit le maintien de la qualité de l'environnement, soit l'apport d'une source d'eau alternative pour faire face au manque d'eau. Par exemple les régions humides comme l'Amérique du Nord, l'Europe du Nord et le Japon sont motivés par des réglementations strictes sur le rejet d'effluents, et la sensibilisation du public à la qualité de l'environnement. La situation est différente dans les régions les plus sèches (par exemple certaines parties de

l'Amérique du Nord, l'Australie, le Moyen-Orient et le sud de l'Europe), dans lesquelles les eaux usées traitées sont souvent utilisées pour l'irrigation, étant donné la concurrence croissante en matière d'utilisation de l'eau entre l'agriculture et d'autres secteurs [14].

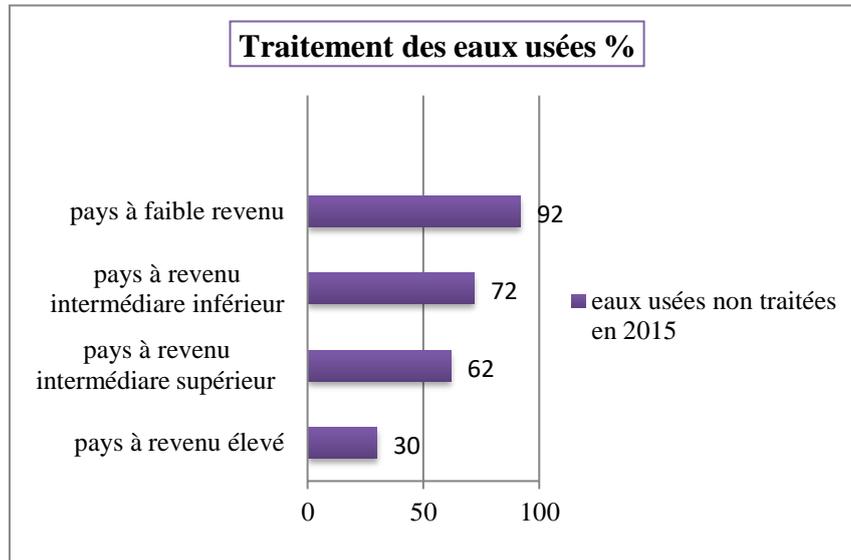


Figure 2- Pourcentage des eaux usées non traitées en 2015, dans les pays ayant différents niveaux de revenu [14].

II.2. Production et traitement des eaux usées en Algérie et pays Arabes

L'émission d'eaux usées non traitées demeure une pratique courante, surtout dans les pays en développement, en raison du manque d'infrastructures, de capacités techniques et institutionnelles, et de financement [14].

L'extraction minière, l'industrie du pétrole et du gaz, constituent les industries principales dans la région. Ce qui rend la gestion des eaux usées industrielles dans cette dernière coûte cher et porte à controverse [42].

Les pays arabes constituent la région la plus aride du monde, 18 d'entre eux sur 22, se situant sous le seuil de pauvreté en eau fixé à 1 000 m³ par habitant en 2014 [17]. L'utilisation des eaux usées traitées en toute sécurité est devenue un moyen d'accroître le niveau des ressources dans certains pays de la région [42].

Au plan régional, le suivi et la remontée d'informations sur les services liés à aux eaux usées sont effectués sous les auspices du Conseil des ministres arabes de l'eau par le biais de l'initiative OMD+. Selon les données OMD+ (**Tab. 8**), pendant l'année 2013, 69 % des eaux usées collectées dans les pays arabes ont été traitées en toute sécurité, 46 % d'entre elles ayant

subi un traitement secondaire et 23 % un traitement tertiaire. En outre, 84 % de l'ensemble des eaux usées collectées dans les pays du Conseil de coopération du Golfe, où l'eau est rare, a bénéficié d'un traitement tertiaire, et 44 % du volume total des eaux traitées en toute sécurité a par la suite été utilisé [42].

En Algérie, 17.52 % des eaux usées ayant subi un traitement secondaire, et 7.01 % de ces dernières ont été réutilisées.

Tableau 8- Volumes d'eaux usées collectées, traitées et utilisées dans l'Algérie et quelques pays arabes (en millions de m³ par an), 2013 [43].

Pays	Volume d'eaux usées collectées	Traitement primaire	Traitement secondaire	Traitement tertiaire	Volume d'eaux usées traitées en toute sécurité	Volume d'eaux usées traitées utilisées	Utilisation des eaux usées traitées (pourcentage des eaux usées traitées en toute sécurité)
Conseil de coopération du Golfe (CCG)							
Arabie saoudite	1 317,2	0	580,2	736,9	1 317,1	237,1	18
Bahreïn	122,8	0	0	122,8	122,8	38,1	31
Émirats arabes unis	615,7	0,3	11,7	593,6	605,3	397,2	65,6
Koweït	n. d.	0	58,0	250,3	308,3	308,3	100
Oman	26,2	0	0	26,2	26,2	20,4	78
Qatar	176,8	0	0	158,7	158,7	115,9	73
Machreq							
Égypte	3 030,4	724,3	2 054,8	57,1	2 111,9	n.d.	n. d.
Iraq*	620,4	0	415,7	0	415,7	0	0
Jordanie	130,8	0	130,8	0	130,8	113,3	87
Liban	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.	n. d.
Palestine*	61,0	0,3	45,3	0	45,3	0	0
Maghreb							
Algérie	1 570,4	0	275,2	0	275,2	19,3	7
Libye*	291,1	0	45,8	0	45,8	14,7	32
Maroc	144,2	38,2	0,1	6,1	6,2	n.d.	n. d.
Tunisie	235,0	0	222,0	6,6	228,6	60,0	26
Pays les moins avancés (PMA)							
Mauritanie	0,65	0	0,65	0	0,65	0,12	18
Soudan	18,0	18,0	0	0	0	0	0
Yémen*	159,4	58,1	42,2	22,0	64,3	n.d.	n. d.
TOTAL	8 520,0	839,2	3 882,5	1 980,3	5 562,8	1 324,4	23

* Données se rapportant à l'année 2012.

nd : non disponible.

II.3. Procédés d'épurations des eaux usées industrielles

II.3.1. Définition de l'épuration

En industrie, l'épuration constitue le processus visant à rendre aux eaux usées rejetées la qualité répondant aux exigences du milieu récepteur, il s'agit donc d'éviter une pollution de l'environnement et non de produire de l'eau potable [44].

II.3.2. Paramètres essentiels pour le choix d'une technologie de traitement des eaux usées :

Les paramètres essentiels qui doivent être pris en compte pour le choix d'une technologie de traitement doivent tenir compte [44] :

- Des exigences du milieu récepteur ;
- Des caractéristiques des eaux usées, (demande biochimique en oxygène, demande chimique en oxygène, matières en suspension, etc.) ;
- Des conditions climatiques (température, évaporation, vent, etc.) ;
- De la disponibilité du site ;
- Des conditions économiques (coût de réalisation et d'exploitation) ;
- Des facilités d'exploitations, de gestion et d'entretien.

II.3.3. Définition d'une station d'épuration STEP

Elle constitue un moyen de traiter les eaux usées, où ces dernières y subissent de nombreux traitements avant d'être rejetés dans le milieu naturel (**Fig. 3**). Une STEP, généralement située en bas du réseau, est destinée à épurer et limiter l'apport excessive de matière organique, des minéraux tels que les nitrates et des phosphates dans le milieu récepteur. Sachant que certaines substances contenait dans les effluents avec une certaine concentration peut présenter un risque communauté aquatique, le traitement des eaux usées réduit l'impact sur les écosystèmes aqueux [45].

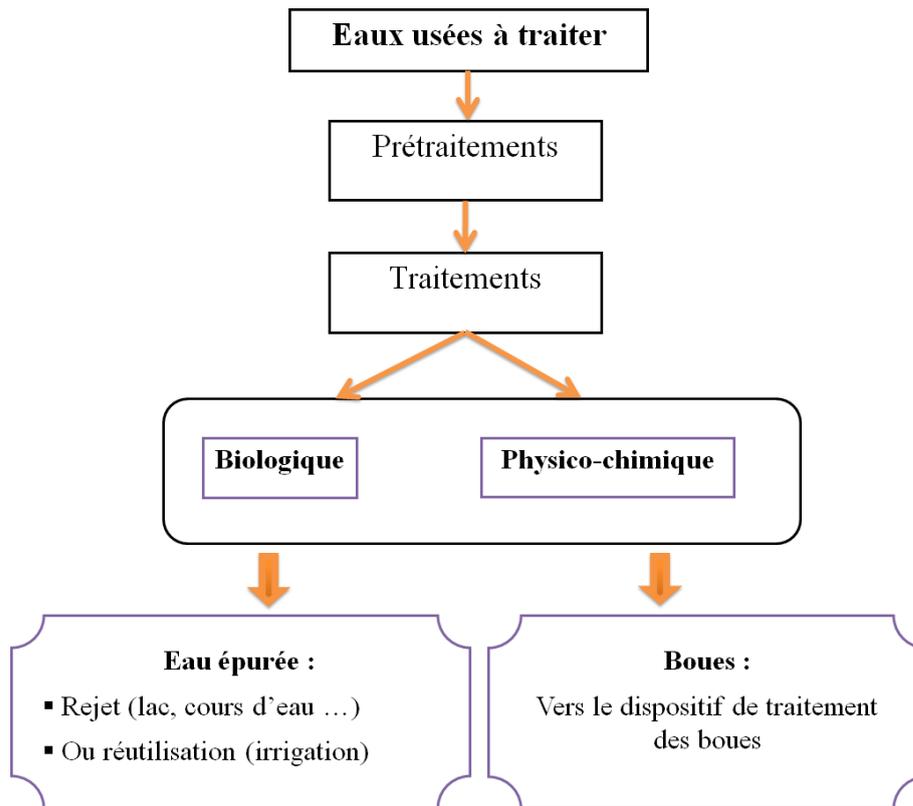


Figure 3- Schéma générale de la station d'épuration [46].

II.3.4. Rôle des stations d'épuration :

Une STEP permet de [47] :

- Traiter les eaux ;
- Protéger l'environnement ;
- Protéger la santé publique ;
- Valoriser éventuellement les eaux épurées et les boues issues du traitement.

II.3.5. Méthodes de traitements des eaux usées industrielles

Le traitement des effluents industriels (**Fig. 15**) présente actuellement une préoccupation environnementale majeure. Quel que soit le secteur d'activité, la rigueur des législations sur le rejet des effluents oblige les industries à traiter leurs effluents avant le rejet dans le milieu naturel [48].

Les industries agroalimentaires rejettent des effluents spécifiques et riches en matières organiques. Le choix de la méthode de traitement de l'effluent varie selon la nature des

polluants à éliminer et l'objectif à atteindre pour respecter la norme des paramètres physico chimiques et biologiques [49 ; 50 ; 51 ; 52].

Compte tenu des coûts des divers traitements, les entreprises cherchent un traitement efficace à un coût réduit. Souvent, un prétraitement est nécessaire pour éliminer à la source certains déchets [49 ; 53 ; 54].

II.3.5.1. Les prétraitements

Les dispositifs de prétraitement physique sont présents dans toutes les stations d'épuration, quels que soient les procédés mis en œuvre à l'aval. Ils ont pour but d'éliminer les éléments solides ou les particulaires les plus grossiers. Il comprend le dégrillage pour retenir les déchets volumineux, le dessablage pour obtenir une meilleure décantation, le dégraissage et le déshuilage pour éviter l'écrasement de la station par les corps gras (**Fig. 4**) [55 ; 48].

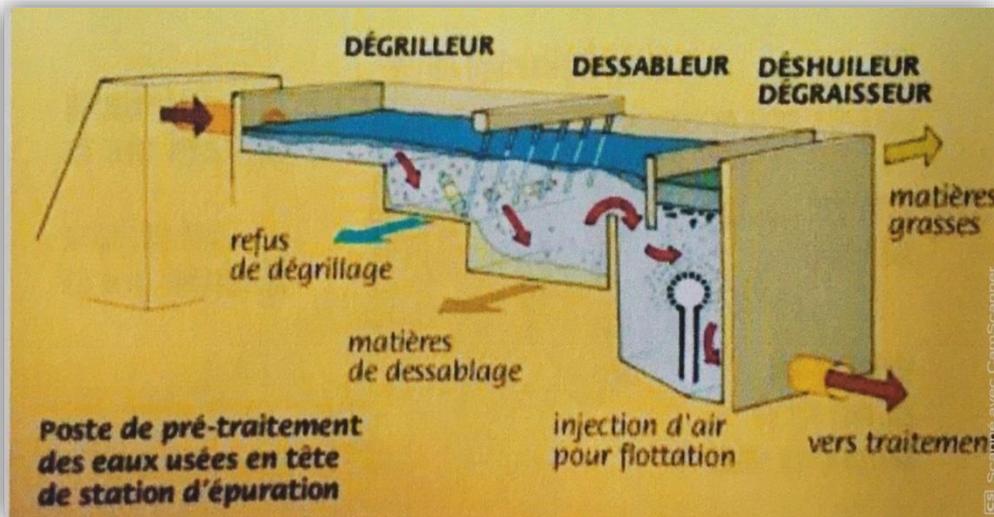


Figure 4- Schéma d'un traitement préliminaire d'une station d'épuration [56].

II.3.5.1.1. Dégrillage

Le dégrillage est une opération indispensable pour éliminer de gros objets susceptibles de gêner le fonctionnement des procédés situés en aval. Cette opération est réalisée à l'aide d'un dégrilleur (**Fig. 5**). Il permet de séparer et d'évacuer les matières volumineuses, amenées par l'effluent à traiter. L'efficacité de ce traitement dépend essentiellement de l'écartement des barreaux des grilles qui sont de trois types [57] :

- Dégrillage fin (écartement 3 à 10 mm) ;
- Dégrillage moyenne (écartement 10 à 25 mm) ;
- Dégrillage grossier (écartement 50 à 100 mm).

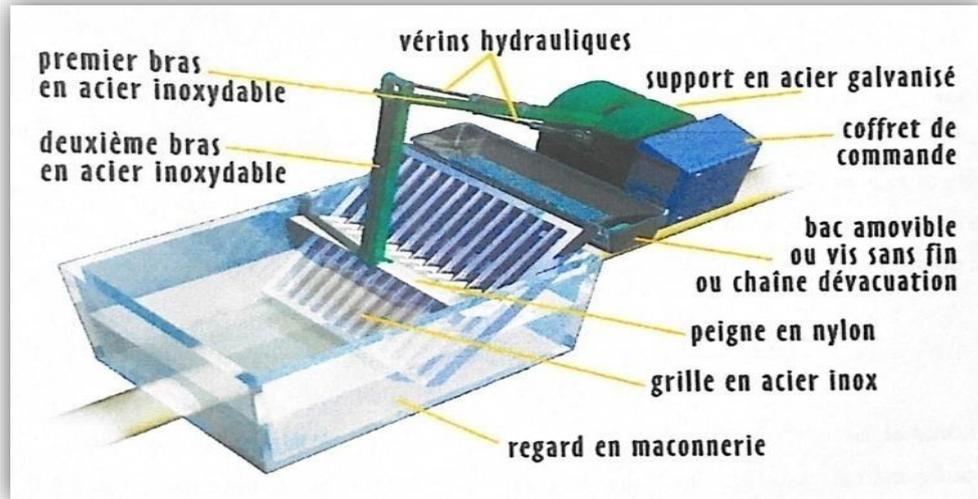


Figure 5- Schéma d'un dégrilleur [56].

Les grilles d'un dégrilleur sont à deux types :

❖ Grilles manuelles

Elles sont composés de barreaux droits de section circulaire au rectangulaire, généralement inclinées sur l'horizontale (60° à 80°), parfois mobiles ou pivotants pour faciliter le nettoyage du canal. Ces grilles sont généralement réservées aux petites installations d'épuration, le nettoyage s'effectue manuellement à l'aide d'un râteau [48].

❖ Grilles mécaniques

Elles sont indispensables à partir d'une certaine taille de station d'épuration, voir même sur des installations de faible importance afin de réduire les interventions manuelles de nettoyage [48].

Ces grilles sont à fonctionnement automatique par horloge électrique [48].

II.3.5.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, les sables et autre particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à [48] :

- ✓ Éviter les dépôts dans les canaux et conduits induisant leur bouchage ;
- ✓ Protéger les pompes et autres organes mécaniques contre l'abrasion ;
- ✓ Éviter de perturber les autres stades de traitement en particulier le réacteur biologique ;
- ✓ Réduire la production des boues.

L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé " dessableur " (**Fig. 6**) entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe [48].

Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques, sa dégradation provoquant des odeurs et une instabilité mécanique du matériau [48].

II.3.5.1.3. Dégraissage – Déshuilage

Les opérations de dégraissage et de déshuilage consistent en une séparation de l'effluent brut, les huiles et les graisses étant des produits de densité légèrement inférieure à l'eau, les graisses, et les huiles sont issues non seulement des habitations, mais aussi des restaurants, des usines, des abattoirs, etc. [48].

❖ les huiles :

Sont des produits liquides ; huiles végétales, huiles minérales, hydrocarbures légers, leur séparation se fait par absorption ou filtration. Le déshuilage est une opération de séparation liquide, réservé habituellement à l'élimination des huiles présente dans les eaux usées industrielles (raffinerie d'huile) [48].

❖ Les graisses :

Ce sont des produits solides d'origine animale ou végétale, elles sont présentes dans les eaux résiduaires urbaines et dans certaines eaux usées industrielles essentiellement agro-alimentaires [48].

II.3.5.1.3.1. Déshuilage

L'opération déshuilage concerne essentiellement deux types d'effluents industriels [48] :

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

II.3.5.1.3.2. Dégraissage

Un dégraissage peut être obtenu soit dans une chambre où les eaux sont stabilisées dans un bac à cloisons siphonides, soit dans un décanteur primaire circulaire muni d'une insufflation d'air favorisant la remontée des particules de graisses et de leur

agglomération en surface, cependant, le décanteur primaire se révèle mal adapté à la reprise de ces métiers flottants des que leur volume devient important et induite des difficultés d'exploitation [48].

Le dégraisseur séparé est très recommandé pour obtenir les quantités importantes de graisses, il est placé avant rejet des effluents au réseau afin de réaliser sa protection. Le dégraisseur-déshuileur (**Fig. 6**) séparé comprend une zone aérée avec insufflation d'air et des compartiments de sédimentation. L'ouvrage est dimensionné pour une vitesse ascensionnelle de 10 à 20 m/h [48].

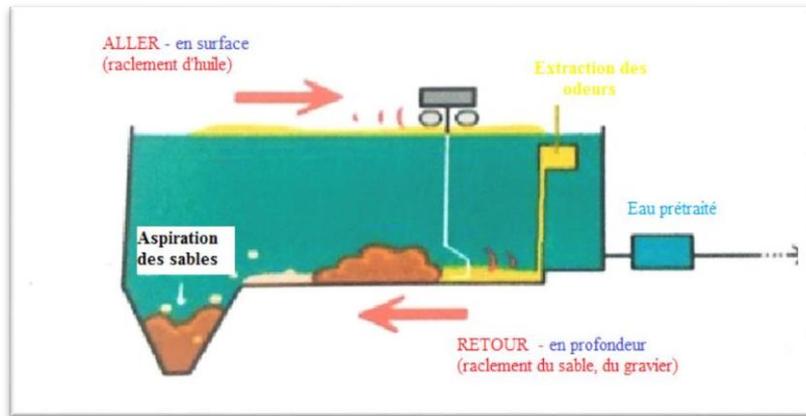


Figure 6- Schéma d'un dessableur /déshuileur-dégraisseur [56].

II.3.5.1.4. Le tamisage

Le tamisage est une opération préconisée avant le traitement ou rejet dans le réseau sur les effluents industriels chargés en matières en suspension (**Fig. 7**) [48].

Trois principales fonctions du tamisage peuvent être mentionnées [48] :

- ✓ la récupération de déchet utilisable ;
- ✓ la protection de canalisation ou de pompes ;
- ✓ La limitation des risques de dépôts et de fermentation.

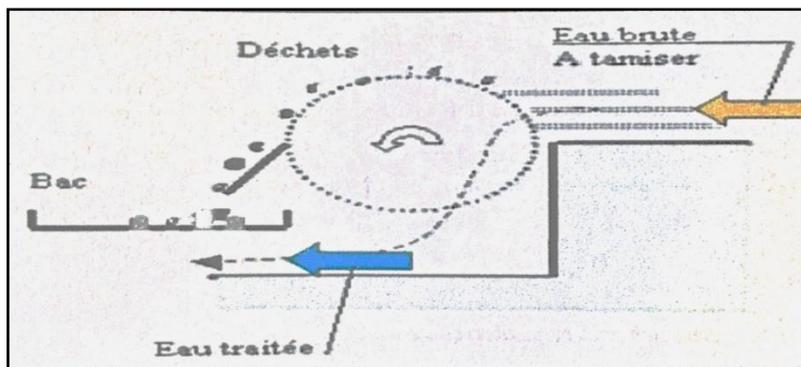


Figure 7- Schéma d'un tamisage [56].

II.3.5.2. Les traitements primaires

II.3.5.2.1. Procédés de décantation chimique

Les particules très fines (colloïdales) peuvent rester en suspension dans l'eau très longtemps, ces dernières n'ont pas tendance à s'accrocher les unes aux autres. Pour les éliminer, on a recours aux procédés de coagulation et de floculation (**Fig. 8**) qui ont pour but de déstabiliser les particules en suspension et faciliter leur agglomération [58].

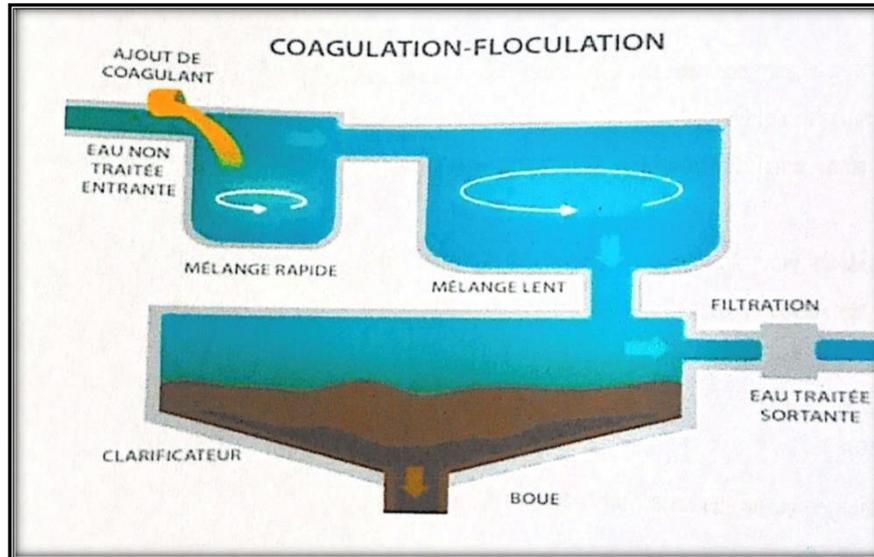


Figure 8- Schéma d'un procédé de coagulation-floculation [59].

II.3.5.2.1.1. Coagulation

La coagulation se fait dans un ouvrage équipée d'un agitateur central à vitesse rapide permettant un mélange énergétique des effluents. En préalable à cette phase de coagulation, une pré-neutralisation des effluents (correction de pH) est effectuée dans le bassin d'homogénéisation par injection d'acide sulfurique [60].

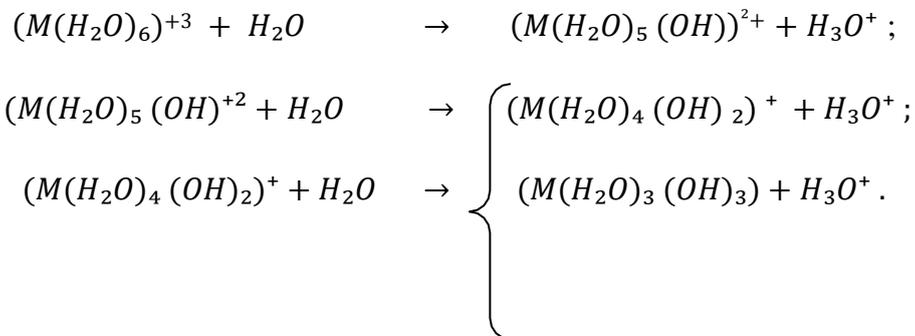
La neutralisation de la charge superficielle négative du colloïde est réalisée par l'ajout de cations dans le cas de coagulants minéraux. Le choix du coagulant doit tenir compte de l'innocuité du produit choisi et son coût ainsi, les sels de fer ou aluminium trivalents sont largement utilisés dans tous les traitements de coagulation d'eau (**Tab. 9**) [60].

Tableau 9- Agents de coagulation [60].

Coagulants		
Produits	Formule	Forme commerciale
Sulfate d'alumine	$Al_2(SO_4)_3, 14H_2O$	Poudre et solution à 48 %
Chlorure d'aluminium	$AlCl_3, 6H_2O$	Liquide
Polychlorure d'Al basique	$Al_N(OH)_m Cl_{3N}$	-
Aluminate de sodium	$NaAlO_2$	Poudre et solution a 50 % en Al_2O_3
Sulfate ferreux	$FeSO_4, 7H_2O$	Cristallisé
Chlorure ferrique	$FeCl_3, 6H_2O$	Solution à 40 %
Chaux	$Ca(OH)_2$	Poudre

La chaux est souvent utilisée en combinaison avec les sels métallique, les doses de coagulant sont déterminées par des tests de laboratoire « jar-tests » (**Fig. 9, Annexe II**) (sur l'eau à traiter [60]). Le jar-test est expliqué dans l'**annexe II**.

La précipitation des hydroxydes métalliques nécessite une alcalinité du milieu, car les sels métalliques s'hydrolysent en donnant une réaction acide [60] :



II.3.5.2.1.2. Flocculation

La flocculation se fait dans un deuxième ouvrage équipé d'un agitateur central à vitesse lente assurant un brassage homogène d'effluent. Cette opération est obtenue

par l'adjonction d'un polymère anionique dans le flocculateur, qui provoque le grossissement du micro-floc formé par coagulation (**Tab. 10**). Ces concentrations du rejet sont obtenues uniquement par une décantation simple à la suite l'étape de coagulation [60].

Tableau 10- Agents de floculation [60].

Floculation		
Produit	Mode d'action	Utilisation
Poly électrolyte cationique	Neutralisation de charge Absorption Réticulation	Coagulant adjuvant
Poly électrolyte anionique	Absorption Réticulation	Adjuvant essentiellement
Poly électrolyte non anionique	Absorption Réticulation	-
Silice activée	Réticulation	-
Bentonite	Absorption	-

Fe Cl₃, I (SO)
Ca (OH)₂
Polyélectation.

II.3.5.2.2. Procédés de décantation physique

La décantation est la méthode de séparation la plus fréquente de MES et des colloïdes (rassemblés sous forme de floc après une étape de coagulation-floculation). La base de ses procédés de séparation solide-liquide est la pesanteur, on utilise le terme de décantation lorsque l'on désire obtenir la clarification d'une eau brute, si on veut obtenir une boue concentrée, on parle de sédimentation. La sédimentation a pour but d'éliminer les matières en suspension de la fraction liquides, une sédimentation efficace est susceptible de retenir une fraction importante des matières sédimentables organiques (**Fig. 10**) [60].

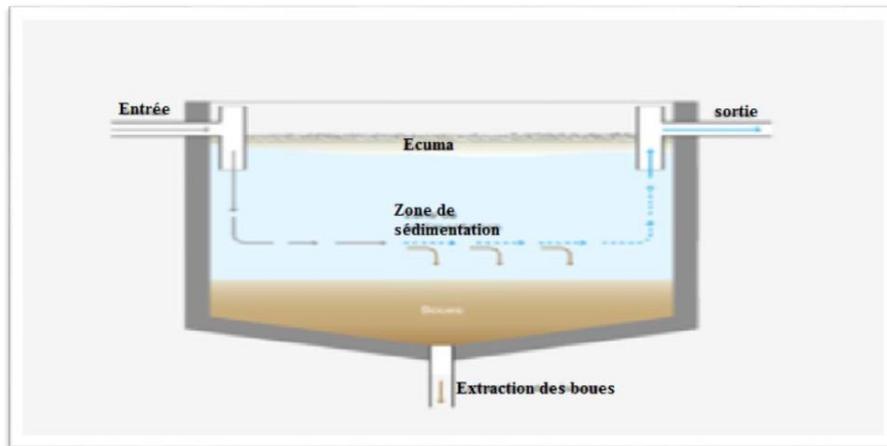


Figure 10- Principe de décantation primaire [61].

II.3.5.2.3. Procèdes de flottation

La flottation est un procédé de séparation solide-liquide ou liquide-liquide qui s'applique à des particules dont la masse volumique est inférieure à celle du liquide qui les contient [62]. Pour l'extraction des particules en suspension, on fait appel à des techniques de clarification et d'épaississement par insufflation d'air. Les bulles d'air s'accrochent aux particules fines à éliminer en les ramenant à la surface de l'eau (**Fig. 11**) [63]. Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspensions et réduit d'environ 30% de la DBO₅ et de la DCO [62].

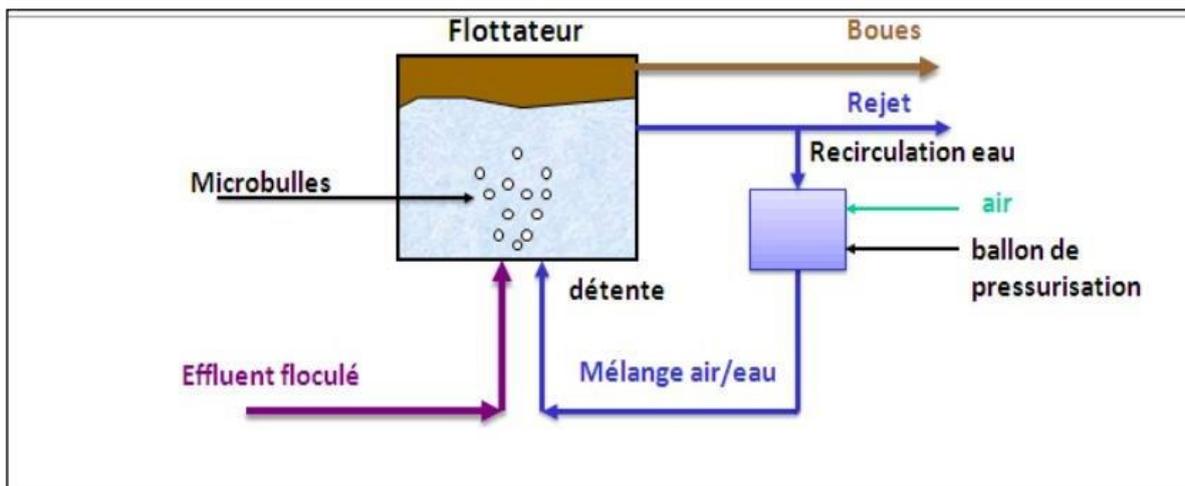


Figure 11- Principe de flottation naturelle [53].

II.3.5.3. Les traitements secondaires (biologiques)

Les traitements secondaires également appelés traitements biologiques visent à dégrader la matière organique biodégradable contenue dans l'eau à traiter. Des microorganismes mis en contact avec l'eau polluée assimilent la matière organique qui, leur sert de substrat de croissance. L'ensemble de la pollution avec les microorganismes vivants forme la liqueur mixte ou boue biologique contenue dans des bassins de traitement biologique. En règle générale, l'élimination complète de la pollution organique de ces bassins se déroule en conditions aérées par des souches aérobies strictes ou facultatives. Plusieurs procédés existent à ce stade du traitement biologique. Ce sont les procédés à culture en suspension ou procédés à boues activées, les procédés à culture fixée (disques biologiques rotatifs, lits bactériens, etc.), les procédés à décantation interne (lagunage), les techniques d'épandage-irrigation, etc. [58].

Dans le traitement biologique, on distingue des procédés extensifs et d'autres intensifs [58] :

II.3.5.3.1. Les procédés biologiques extensifs

Une lagune aérée utilise le même principe que le lagunage simple dans lequel, l'apport d'oxygène est augmenté par la mise en place d'aérateurs mécaniques. Une lagune aérée est assimilée à un vaste bassin aérobie. Il existe deux types de lagunes aérées : Les lagunes aérobies dans lesquelles on maintient une concentration en oxygène dissous dans tout le bassin et les lagunes facultatives dans lesquelles l'oxygène n'est maintenu que dans la partie supérieure du bassin. Une zone anaérobie est donc présente au fond du bassin. Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 % à 90 % de la DBO₅, 20 % à 30 % de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes et de ne pas offrir des rendements constants durant l'année [64 ; 65 ; 66].

II.3.5.3.2. Les procédés biologiques intensifs

Les techniques les plus développées au niveau des stations d'épuration sont des procédés biologiques intensifs. Le principe de ces procédés est de localiser sur des surfaces réduites et d'intensifier les phénomènes de transformation et de destruction des matières organiques que l'on peut observer dans le milieu naturel. Quatre grands types de procédés sont utilisés [67] :

- Les lits bactériens ;
- Les disques biologiques ;
- Bio-filtre ;
- Les boues activées.

II.3.5.3.2.1. Technologie de traitement par des cultures bactériennes fixes

Le traitement par des cultures bactériennes fixes regroupe tous les procédés épuratrice accrochée sur un support solide à travers l'eau à traiter [68].

❖ Lits bactériens

Le principe de fonctionnements d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler l'eau à traiter préalablement décantée sur une masse de matériau (naturelle ou plastique), servant de support aux microorganismes épurateurs (**Fig. 12**) [69].

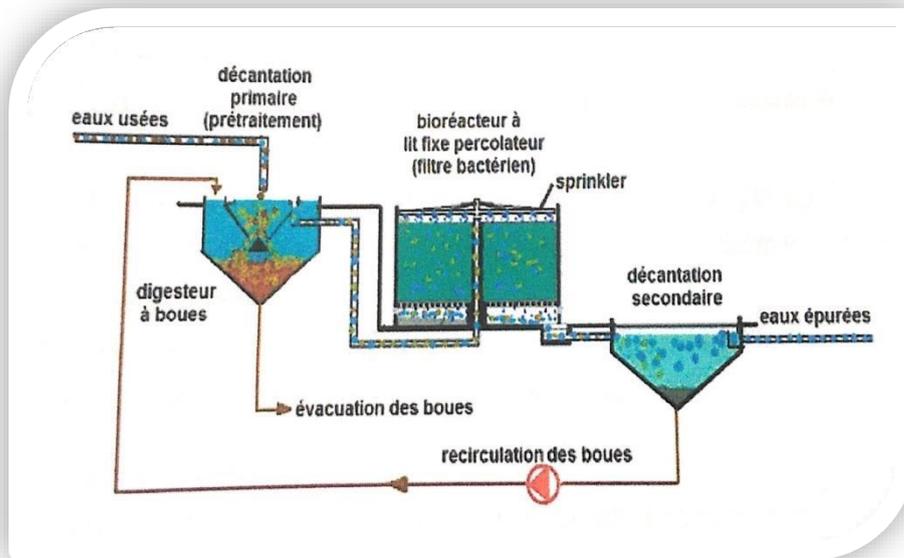


Figure 12- Schéma d'un procédé lit bactérien [56].

❖ Les bio-filtres

Les bio-filtres combinent des processus physiques et biologiques par l'utilisation d'un matériau filtrant millimétrique immergé, aéré ou non selon le traitement recherché et sur lequel se fixent les populations bactériennes, qui vont participer à la dégradation de la charge polluante apportée par l'effluent. Sous l'effet du développement de la biomasse et de l'accumulation des MES, le bio-filtre se colmate et nécessite un lavage périodique [70].

❖ Les disques biologiques

Les disques biologiques (**Fig. 13**), faisant appel aux cultures fixées sont constitués par les disques biologiques tournants où se développent les micro-organismes et forment un film biologique épurateur à la surface. Les disques sont semi immergés, leur rotation permet l'oxygénation de la biomasse fixée [71].

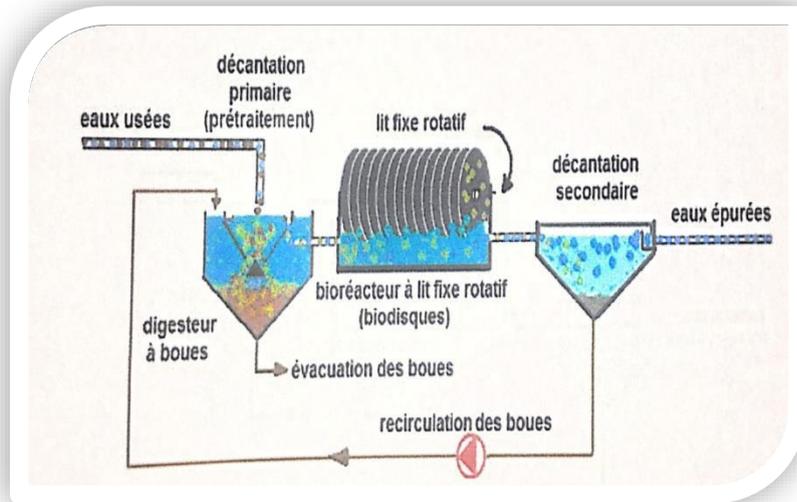


Figure 13- Schéma d'un procédé disques biologiques [56].

II.3.5.3.2. Technologie de traitement par des cultures bactériennes libre

C'est le procédé le plus répandu actuellement pour l'épuration des eaux usées des petites, moyennes ou grandes collectivités. Le procédé à boues activées est un système en continu dans lequel des micro-organismes sont mis en contact avec des eaux usées renfermant des matières biodégradables pendant un temps suffisant. Ces amas biologiques sont maintenus en agitation au sein de l'eau de façon à assurer un contact avec toute la partie de l'effluent. L'oxygénation est fournie en quantités suffisantes par des aérateurs [72].

Ainsi, dans le bassin d'aération, en présence d'oxygène, les micro-organismes vont se développer et se reproduire aux dépens des matières biodégradables formant ainsi des floccs décantables, orientés par la suite vers un clarificateur. À la sortie, une eau traitée et des boues seront produites, une partie de ces boues sera expédiée vers les organes de traitement de boues et l'autre partie réintroduite dans l'aérateur (Fig. 14) [73].

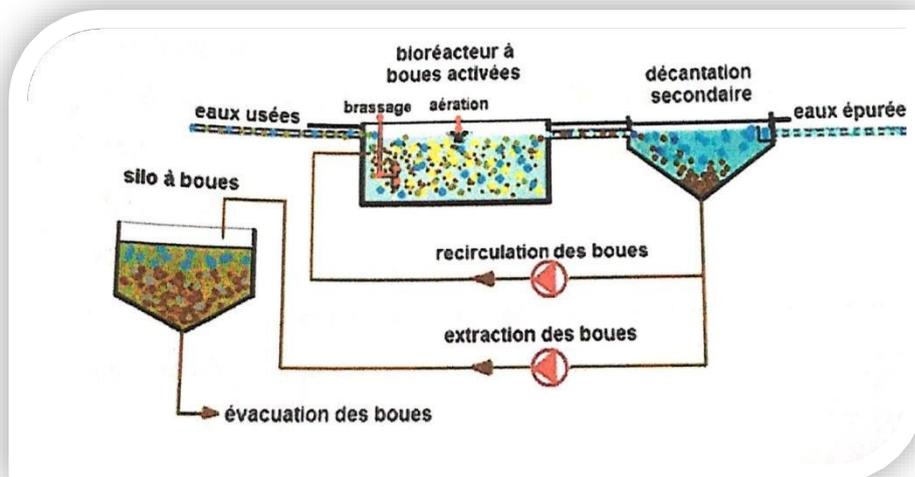


Figure 14- Schéma d'un procédé à boues activées [74].

II.3.5.4. Les traitements tertiaires

Appelés aussi traitements complémentaires qui visent à l'élimination de la pollution azotée et phosphatée, ainsi que la pollution biologique des eaux usées, ayant déjà subi des traitements primaires et secondaires, afin d'améliorer la qualité générale de l'eau. Les traitements tertiaires s'imposent et deviennent plus que nécessaires pour assurer une protection complémentaire de l'environnement récepteur ou une réutilisation de l'effluent en agriculture ou en industrie [74].

II.3.5.4.1. Elimination biologique de l'azote et du phosphore

❖ Elimination de l'azote

Les stations d'épuration classique, prévues pour éliminer les matières carbonées, n'éliminent que des quantités réduites d'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires doivent être mis en place. L'élimination de l'azote est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de « nitrification-dénitrification » [76].

Les procédés physique et physico-chimiques d'élimination de l'azote (électrodialyse, résines échangeuses d'ions) ne sont pas utilisés dans le traitement des eaux usées industrielles, pour des raisons de rendement et de cout [76].

❖ Déphosphoration

L'élimination du phosphore, ou "déphosphoration", peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques. En ce qui concerne les traitements physico-chimiques, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 % et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues [77].

II.3.5.4.2. La désinfection

La désinfection vise à réduire la concentration des germes pathogènes dans les effluents avant rejet dans l'environnement. Contrairement aux normes de désinfection pour la production d'eau potable qui spécifie l'absence totale de coliformes, les normes de rejets pour les eaux usées industrielles varient suivant la nature du milieu récepteur. On peut distinguer deux catégories de traitement [73] :

- Les procédés extensifs comme le lagunage et l'infiltration-percolation (filtration à travers un massif filtrant) ;
- Les procédés physico-chimiques intensifs comme la désinfection par le chlore, l'ozone ou la filtration sur membranes d'ultra ou de microfiltration.

II.3.5.4.3. Elimination et traitements des odeurs

C'est la dépollution des eaux usées produites des odeurs, qui sont parfois perçues comme une gêne par les riverains de station d'épuration. Les principales sources de mauvaises odeurs sont les boues et leurs traitements ainsi que les installations de prétraitement [75].

Le seuil de tolérance de ces nuisances olfactives est subjectif et aucune norme en matière d'émissions mal odorantes n'existe. Cependant les exploitants de station d'épuration cherchent à limiter les odeurs dégagées par les traitements [75].

La conception des stations est le premier élément permettant de limiter l'émission d'odeurs dans le voisinage. Il faut par exemple veiller à réduire les surfaces d'échange entre l'air et les eaux usées [74].

Des installations de désodorisation chimique ou biologique sont également mises en place au sein des stations d'épurations. La désodorisation chimique est la technique la plus utilisée. Le gaz mal odorant est capté puis envoyés dans les tours de lavage ou un liquide désodorisant est pulvérisé. Ces lavages peuvent comporter de la soude, de l'acide et / ou de l'hypochlorite de sodium (eau de javel) réactifs qui captent ou neutralisent les mauvaises odeurs [75].

II.3.5.5. Traitements des boues

II.3.5.5.1. Origine des boues

Les boues physico-chimiques renferment la quasi-totalité de la pollution particulière et colloïdale enlevée à l'eau (dans les décanteurs placés en aval), ainsi que les quantités de réactifs ajoutés qui se retrouvent dans les boues sous forme des précipités minéraux (carbonate, phosphate, etc.) [48].

II.3.5.5.1.1. Les boues physico-chimiques

Les boues physico-chimiques renferment la quasi-totalité de la pollution particulière et colloïdale enlevée à l'eau (dans les décanteurs placés en aval), ainsi que les quantités de réactifs ajoutés qui se retrouvent dans les boues sous forme des précipités minéraux (carbonate, phosphate, etc.) [48].

II.3.5.5.1.2. Les boues biologiques

Ce sont les boues biologiques résultent de l'activité vitale des microorganismes. Elles ont une structure floculée et sont séparées dans des décanteurs secondaires. Dans les filtres biologiques (lits bactériens), il s'agit de boues de lits bactériens prélevées dans des décanteurs secondaires dans les bassins de boues activées [48].

II.3.5.5.2. Procédés de traitements des boues

II.3.5.5.2.1. Traitements de stabilisation des boues

Le traitement de stabilisation des boues réside essentiellement dans l'élimination ou la réduction du pouvoir fermentescible des boues organiques, notamment des matières à évolution bactérienne rapide afin d'éviter l'émission d'odeurs désagréables [78].

L'empêchement de la fermentation des matières organiques des boues se fait par l'addition de la chaux pour maintenir un pH supérieur à 12 en inhibant toute activité microbienne [78].

II.3.5.5.2.2. Traitements de l'épaississement et de concentration des boues

L'épaississement est la première étape pour réduire le volume des boues tout en augmentant la concentration pour permettre la déshydratation. Le concentrateur statique présente deux phases de fonctionnement : La clarification permet d'obtenir un surnageant pauvre en matière en suspension, l'épaississeur est alors considéré comme un décanteur, puis sous l'action de la pesanteur, la teneur des boues en matière en suspension progresse [80].

II.3.5.5.2.3. Conditionnements des boues

Après l'épaississement, les boues contiennent encore une très forte proportion d'eau, ce qui rend difficile la réduction de leur volume. Elles sont intimement liées à la masse colloïdale de nature hydrophile. Un conditionnement est indispensable pour rendre son exploitation dans les différents équipements [81].

II.3.5.5.2.4. Déshydratation

Les procédés de déshydratation ont pour objectif de faire passer la boue de l'état liquide à une consistance plus ou moins solide, qui devra évidemment répondre aux exigences de la destination finale choisie [48].

II.3.5.5.2.5. Séchage

Le séchage consiste à évacuer par évaporation l'eau interstitielle présente dans les boues. Dans le cas d'un séchage total, le produit final se réduit pratiquement en matière sèche. Il se réalise avec l'utilisation du lit de séchage qui est constitué par une couche de 30 à 40 cm de sable, reposant sur une couche de gravier. Les boues sont déposées à la surface du sable dans un premier temps, l'eau interstitielle percole rapidement à travers le sable. Un système de drainage permet de la récupérer et de la renvoyer dans le bassin d'aération. Les boues restent à la surface du lit de sable et sèche au cours de temps. Ces dernières peuvent être enlevées soit manuellement soit mécaniquement [82].

II.3.5.5.2.6. Elimination finale des boues

L'élimination finale des boues issues du traitement des effluents des industries agroalimentaires semble être utile à la valorisation en agriculture car elles sont riches en élément fertilisants [79].

II.3.5.5.2.7. La mise en décharge contrôlée

La mise en décharge contrôlée consiste en un enfouissement des boues (souvent mélangées avec les ordures ménagères) en tenant en compte de certaines conditions : compactage des résidus, site étanche, récupération et traitement des jus de décharges (lixiviats), équipement et gestion du site [83].

Les boues doivent être préalablement stabilisées et déshydratées (humidité maximale de 70 %). Cette solution a perdu progressivement de son intérêt et se retrouve actuellement interdite pour des raisons financières (procédure de fermeture ...) et pour des problèmes environnementaux tels que les odeurs nauséabondes, pullulation de moustiques, entraînement d'éléments fertilisants (nitrates, phosphates) et de produits toxiques. Les décharges ne doivent plus accepter que des déchets qui ne peuvent plus être raisonnablement valorisés ou à caractère dangereux appelés aussi déchets ultimes [84].

II.3.5.5.2.8. L'incinération

Elle réalise la destruction de la matière organique des déchets par combustion à haute température (supérieur à 500 °C) produisant des fumées et des matières minérales nommées «cendres». Dans l'objectif d'une valorisation énergétique des déchets, la chaleur produite est récupérée sous forme de vapeur ou d'électricité pour le fonctionnement du four lui même, pour le chauffage urbain ou industriel [85].

Cependant, malgré l'intérêt de ce procédé pour une réduction importante des volumes de déchets, il présente des contraintes principalement liées à un investissement très coûteux. Les boues seules ne sont pas auto combustibles, elles nécessitent des fours spéciaux et un mélange avec d'autres déchets tels que les déchets ménagers. Cette technique reste aussi néfaste de point de vue écologique et environnemental puisqu'elle contribue en plus du gaspillage de matières organiques utiles pour le sol à la diffusion de gaz très toxiques (NO, NO₂, CO, SO, etc.), qui ont fait l'objet de réglementations spécifiques [86].

II.3.5.5.2.9. Utilisation agricole des boues

La valorisation agricole des boues résiduaires peut être considérée comme le mode de recyclage le plus adapté pour rééquilibrer les cycles biogéochimique, pour la protection de l'environnement et d'un très grand intérêt économique. Elle vise à ménager les ressources naturelles et à éviter tout gaspillage de matière organique dû à l'incinération ou à l'enfouissement dans les décharges [87].

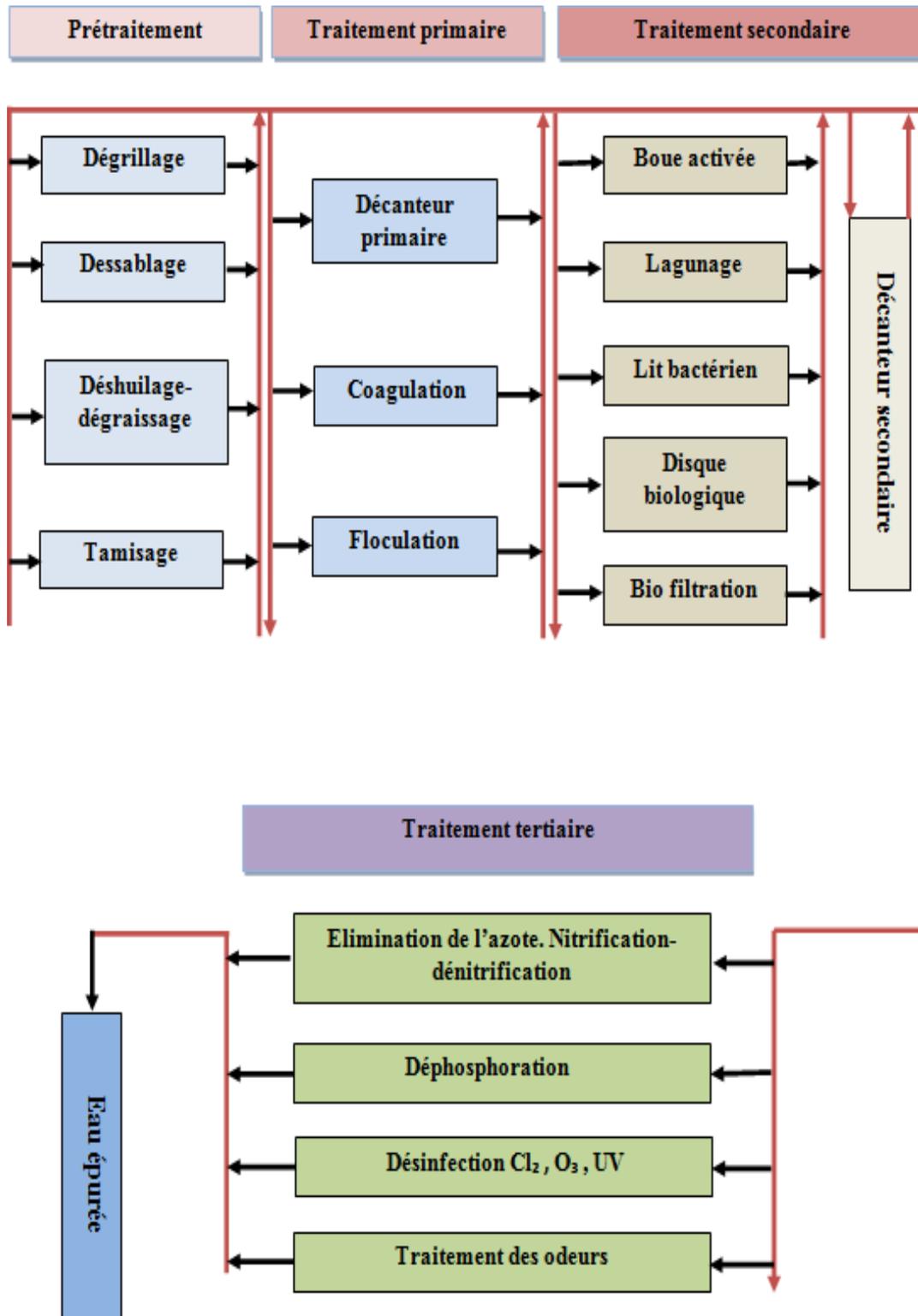


Figure 15- Chaîne ou filières de traitement des eaux industrielles [88].

Chapitre III

Matériels

Et

Méthodes



III.1. Objectif de travail

Ce travail consiste au traitement des eaux usées issues de la raffinerie d'huile. La partie expérimentale a été menée sur 21 jours, de 10 à 31 mai 2021 au sein de l'industrie agroalimentaire « Cevital ». Cette étude a pour but d'effectuer une épuration d'eaux usées et d'évaluer les différents paramètres physico-chimiques afin de tester l'efficacité du processus de l'épuration.

III.2. Matériel et méthodes

III.2.1. Matériel

Le matériel utilisé au cours de cette étude est représenté sous forme d'appareillages, réactifs et d'équipements de la station, qui sont mentionnés en **Annexe III**.

III.2.2. Méthodes

III.2.2.1. Procédés de traitement des eaux résiduaires issues de la raffinerie d'huile asein de la station d'épuration de Cevital

Les eaux résiduaires de la raffinerie d'huile (**Fig. 18 ; Fig. 19, Annexe IV**) vont subir de nombreux traitements au sein de la station d'épuration. Elles sont d'abord collectées dans une fausse de relevage et par la suite sont passées par des traitements physico-chimique puis biologique avant d'être rejetées dans le milieu naturel ou bien être réutilisées (**Fig. 20**). La pollution reçue par la STEP est biodégradable, pour cela, il est convenable de les traiter dans la station par boues activées. La raffinerie d'huile est présentée dans l'**Annexe IV**.



Figure 18- Rejet de la raffinerie d'huile.

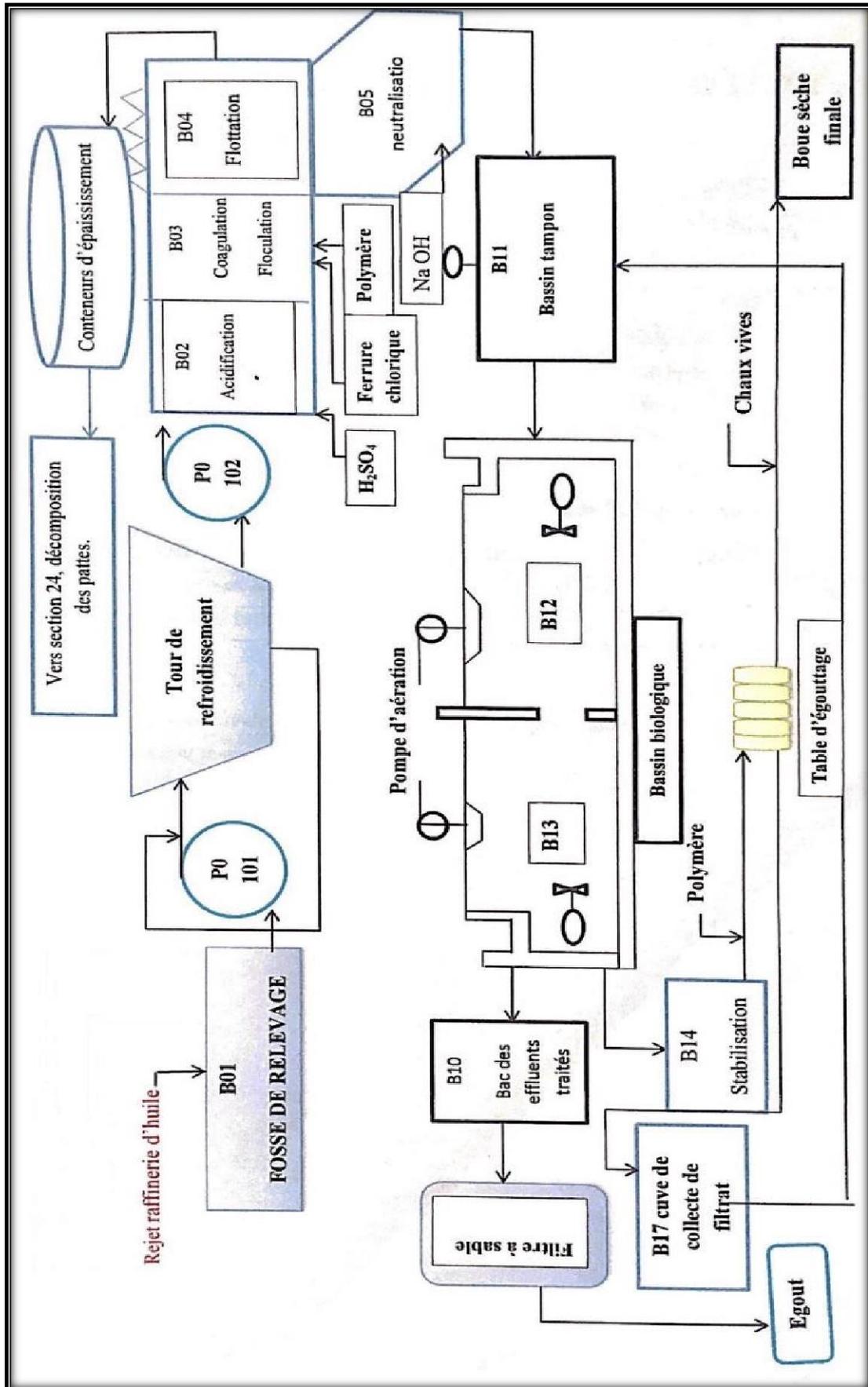


Figure 20- Schéma du procédé de l'épuration des eaux résidaires.

Fosse de relevage-tour de refroidissement

Les eaux résiduaires prévenantes de la raffinerie d'huile, qui font l'objet de notre étude sont collectées dans une fosse de relevage où se produit une pré-décantation dans un bassin de décantation puis elles sont envoyées vers une tour de refroidissement pour abaisser la température de 80°C à 30°C.

Traitement physico-chimiques

Après avoir baissé la température, le traitement physico-chimique aura lieu. La fosse de relevage est traitée dans deux DAF (Dissolved Air Flottation) SEGHERS. Les deux autres DAF INFILCO sont consacrés pour le traitement des eaux de la section 24.

À ce stade, les effluents sont passés par plusieurs étapes : Une acidification, coagulation-floculation puis la flottation (Fig. 21).

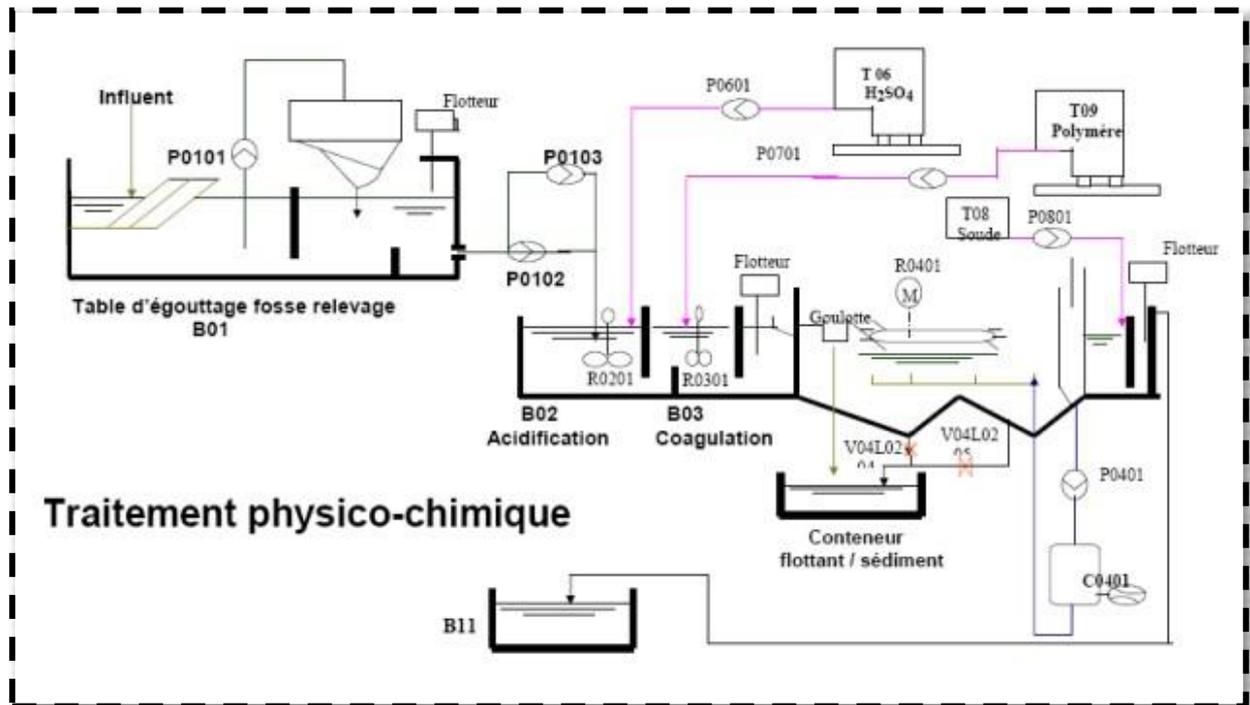


Figure 21- Schéma de traitement physico-chimique.

Acidification

Au niveau du bassin B02, de l'acide sulfurique H₂SO₄ est dosé avec agitation rapide pour abaisser le pH jusqu'à 4-5.

Coagulation-floculation

La coagulation est un procédé physico-chimique qui facilite l'agglomération des particules solides fines (flocs) et tout particulièrement les colloïdales. Elle est réalisée dans un ouvrage équipée d'un agitateur central à vitesse rapide permettant un mélange énergétique des effluents. Dans cet ouvrage la ferrure chlorique (cations) a été injectée (**Fig. 22**).

La floculation a pour but de grossissement des flocs formés lors de la coagulation. C'est une phase de décantation pour assurer la séparation entre solides et liquides suite à l'injection des agents floculant(les polymères). Les flocs ainsi formés sont capables de flotter dans le compartiment de flottation (**Fig. 22**).



Figure 22- Traitement physico-chimique : à gauche coagulation ; à droite floculation.

Flottation (DAF)

Le dégraissage ou le déshuilage s'effectue par le phénomène de flottation par une injection d'air au fond de l'ouvrage permettent la remontée en surface des corps gras. La flottation s'accélère à l'aide de microbulles formées en pressurant tout débit traité dans le bassin de saturation.

L'eau pressurisée est dirigée vers le flottateur qui travaille à pression atmosphérique. Les graisses sont raclées à la surface par un racleur et récupérées puis évacuées vers le conteneur d'évacuation pour être acheminer vers la section de décomposition des pattes. L'effluent clarifié coule vers le bassin B05 au niveau duquel les eaux sont neutralisées (**Fig. 23**).



Figure 23- Traitement physico-chimique : flottation.

Neutralisation

Les eaux clarifiées de l'étape précédente sont neutralisées avant d'être récoltées dans le bassin tampon. La neutralisation s'effectue dans un bac muni d'agitateur avec de la soude pour obtenir un pH entre 7 et 8 dans le bassin biologique (**Fig. 24**).



Figure 24- Traitement physico-chimique : neutralisation.

Bassin tampon

Cette étape est importante avant d'entamer le traitement biologique. Le bassin tampon (B11) sert à l'égalisation qualitative (concentration des polluants) et quantitative (débit) des eaux résiduaires industrielles pour que des eaux uniformes soient alimentées dans le système DUO-UNITANK.

Traitement biologique (réacteur DUO-UNITANK)

Appelé aussi bassin d'aération, il constitue le cœur du procédé, dans lequel s'effectue le métabolisme bactérien à l'origine du phénomène aboutissant à l'épuration. La station est dotée de deux bassins biologiques dans lesquelles s'effectue le traitement biologique, avec une capacité de 1 400 m³ pour chacun. Les deux bassins sont reliés et travaillent parallèlement d'une façon opposée. Le premier est en phase de régénération (agitation) pendant 8 heures. Dans ce bassin l'air est introduit pour assurer la prolifération des bactéries aérobies. Par contre le deuxième est en phase de décantation (stable) durant les 8 heures pour le développement des bactéries anaérobies, puis ils sont inversés (**Fig. 25**).



Figure 25- Bassin d'aération : à droite, en état stable ; à gauche, en état d'agitation.

Les bassins biologiques (d'aérations) sont équipés d'oxymètres (sondes d'oxygène) pour la mesure du taux d'oxygène dissous dans l'eau afin de mettre en marche ou en arrêt les aérateurs de surfaces.

Le bassin biologique est commandé depuis la salle de contrôle qui travaille en deux modes différents :

- ❑ Mode automatique : les aérateurs sont allumés automatiquement une fois le taux d'oxygène indiqué est inférieur à la norme qui représente le nutriment de la bactérie pour assurer une meilleur dégradation de la matière organique.
- ❑ Mode manuel est utilisé en cas de dysfonctionnement de l'un des différents appareillages (oxymètre, armoire de commande, agitateur, ...etc).

❖ **Principe**

Le principe de ce traitement consiste à développer un floc bactérien dans un bassin alimenté en eau résiduaires et en oxygène (pour la prolifération des bactéries) et effectuer un brassage par une agitation pour assurer un contact satisfaisant entre le substrat et les boues et éviter la décantation (**Fig. 26**).

Remarque : Le conditionnement suivant est nécessaire pour la prolifération des bactéries : présence d'oxygène, présence de substrats (aliments), température entre 30 et 37 °C et pH neutralisé.

Les eaux brutes préalablement préparées sont mélangés avec les boues activées et la dégradation de la matière organique s'effectue selon la réaction suivante :

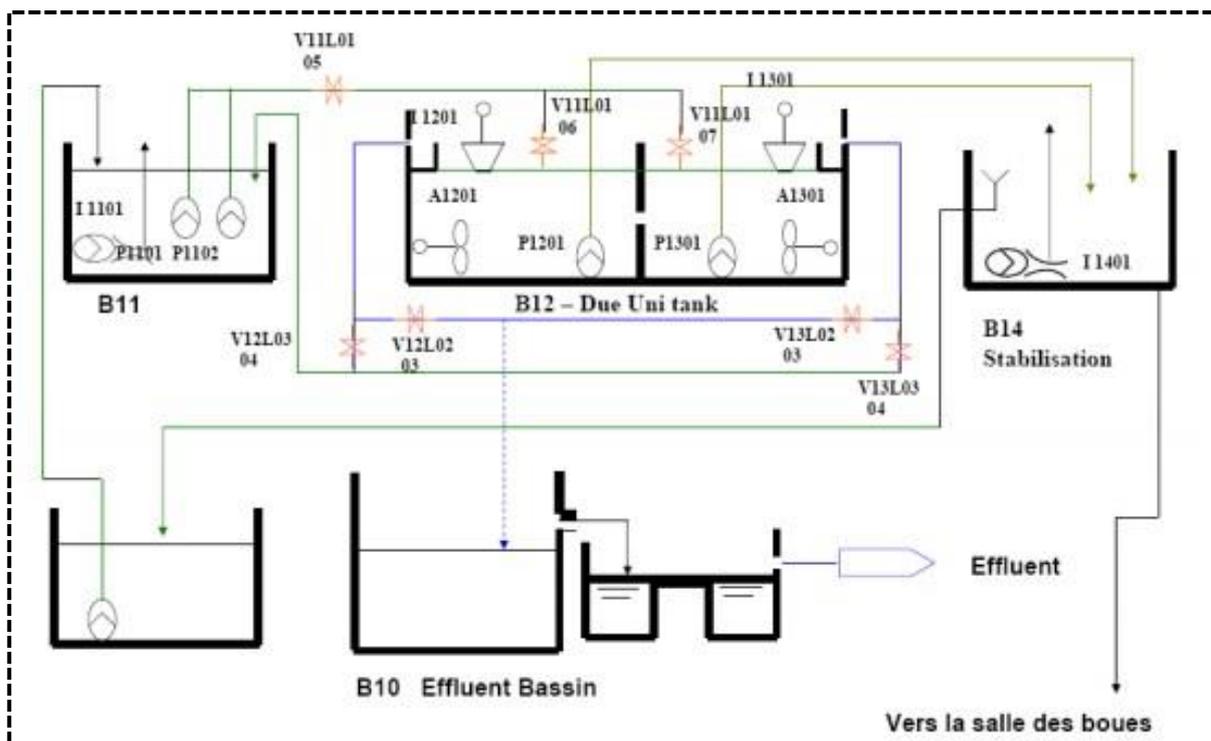
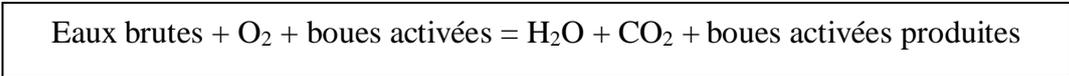


Figure 26- Schéma de traitement biologique.

À la sortie du bassin biologique, une eau traitée et des boues sont produites, une partie de ces boues sera expédiée vers les organes de traitement de boues et l'autre partie est acheminée vers le bac des effluents traités, puis passée par le filtre à sable et à la fin elle est éliminée au milieu extérieur (égouts).

Soutirage des boues produites et le bassin de stabilisation

À ce stade, les boues produites par le traitement biologique vont subir encore un traitement (traitement des boues) et passer par différentes étapes.

❖ Principe

Les micro-organismes métabolisent les matières organiques, se multiplient, et la quantité des boues dans l'installation augmente. Afin de maintenir la concentration des boues constante (à 6 g/L), on procède régulièrement au soutirage des boues en excès des bassins biologiques à partir du compartiment en sédimentation vers le bassin de stabilisation. Les boues soutirées sont aérées (par un hydro-éjecteur) continuellement sans alimentation afin d'obtenir une digestion des boues. Elles se minéralisent (dégradation de la partie organique des micro-organismes) pour que la quantité de boues devient plus facile à épaisir.

Épaississement

Les boues en excès sont introduites par pompage et par l'intermédiaire d'une tuyauterie au centre de l'épaississeur. Les boues épaissies sont raclées par des racles de fond munies de barrettes en caoutchouc avec réglage par boutonnières, vers une poche à boues au centre du radier de l'ouvrage. Les boues épaissies sont envoyées vers l'installation de déshydratation mécanique en vue de leur déshydratation (**Fig. 27 ; 29**).

Les boues (stabilisées) sont concentrées par décantation gravitaire et raclées pendant plusieurs jours dans l'épaississeur. La concentration des boues peut augmenter de 2 à 6%.

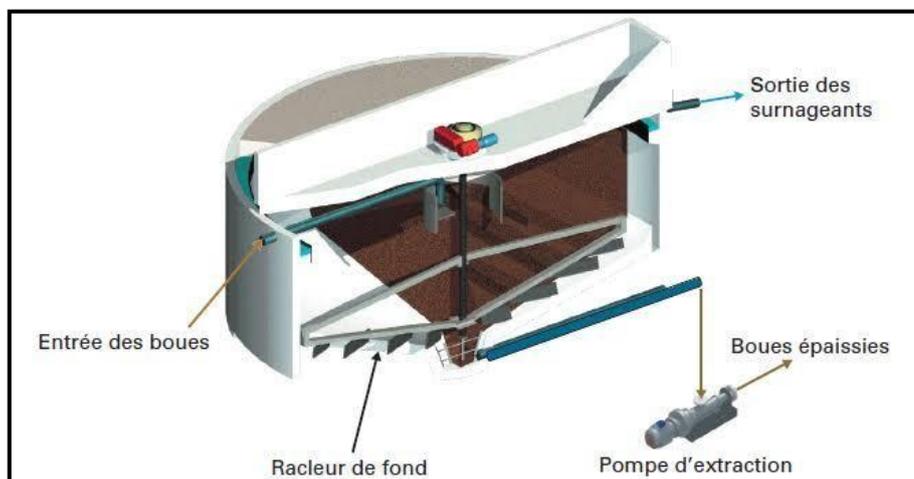


Figure 27- Schéma d'un épaisseur.

Déshydratation/séchage

Les boues épaisses vont subir un traitement afin d'obtenir un gâteau sec, elles sont passées par la table d'égouttage (Fig. 28 ; 29), à qui on ajoute de la chaux (oxyde de calcium) pour neutraliser la boue activée.



Figure 28- Table d'égouttage.

Le conditionnement des boues en vue de leur filtration consiste en une adjonction d'un polymère cationique. Ce produit engendre la floculation de la boue permettant ainsi une séparation boue/eau dans le filtre dans le but d'obtenir un produit fini « boue sèche ».

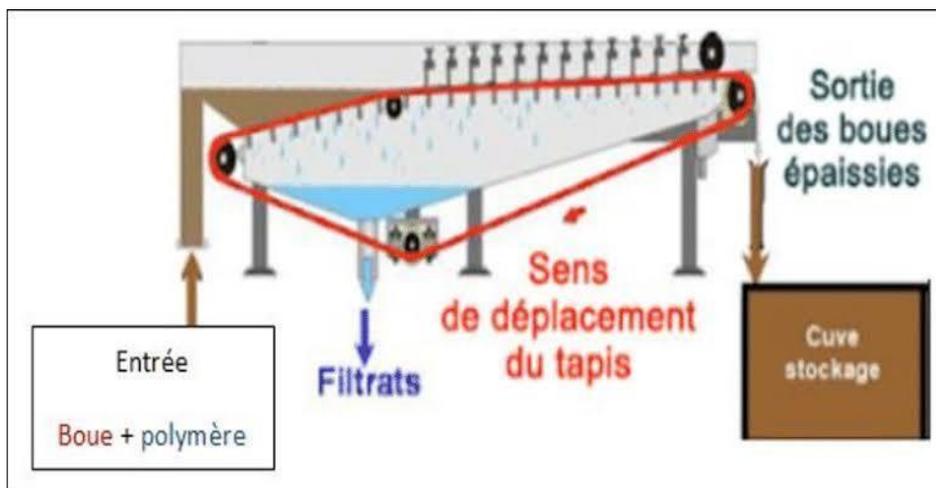


Figure 29- Schéma épaisseur/séchage.

Élimination des boues

Les boues sèches finales issues du traitement biologiques vont être versées en décharge publique.

- ❖ **Remarque :** Dans les pays développés les boues sèches sont utilisées en agriculture comme excellent fertilisant des sols.

L'échantillonnage

L'échantillonnage a été fait chaque quatre heures durant une semaine à partir de chaque étape de processus de traitement : à l'entrée de la station (eaux résiduaires de la raffinerie d'huile), durant les traitements physico-chimique et biologique et à la fin du traitement (eaux traitée). L'analyse de ces échantillons est effectuée d'une façon hebdomadaire à raison d'une fois par semaine. Quelques paramètres tels que (le pH, la température, conductivité et oxygène dissous) ont été suivi d'une façon journalière durant cinq jours. Le prélèvement est réalisé à l'aide d'un bidon muni d'une corde que l'on plonge dans le bassin d'évacuation.

Évaluation des paramètres physico-chimiques

Les paramètres physico-chimiques des effluents issus de la raffinerie d'huile ont été déterminés et comparés aux normes de rejets appliquées par la société. Ces dernières sont les mêmes normes appliquées en Algérie (**Tab.4 ; 5, chapitre I**).

Potentiel d'hydrogène pH

Le potentiel d'hydrogène (pH) est la mesure de la concentration des ions H^+ contenus dans l'eau. Il est donné par la formule : $pH = - \log [H^+]$. Le pH varie entre 0 et 14 ; $pH=7$ correspondant à la neutralité. Une eau est acide lorsque son pH est inférieur à 7 et alcaline lorsque son pH est supérieur à 7 [91].

❖ **Principe**

C'est la mesure de la différence de potentiel existant entre une électrode de verre et une électrode de référence plongeant dans une même solution. Le potentiel de l'électrode est lié à l'activité des ions H^+ .

➤ **Mode opératoire**

- ✓ Etalonner le pH-mètre avec deux solutions étalons de pH 7 et 10 ou 4 et 7 (selon la gamme de mesure à réaliser) ;
- ✓ Prendre un bécher avec l'eau à analyser ;

- ✓ Plonger la sonde du pH-mètre dans l'échantillon ;
- ✓ Après stabilisation, lire le résultat.

Conductivité

La conductivité d'une eau fournit une indication précise sur sa teneur en sels dissous (salinité de l'eau). Elle s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$ (exprimée en micro siemens par centimètre). La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau [58]. Elle augmente avec la température et la concentration des sels dissous.

❖ principe

La conductivité électrique d'une eau est la conductance d'une colonne d'eau comprise entre deux électrodes métallique de 1 cm^2 de surface et séparées l'une de l'autre de 1 cm. elle est l'inverse de la résistivité électrique.

➤ Mode opératoire

- ✓ Après avoir étalonné le conductimètre ;
- ✓ Plonger la sonde de l'appareil préalablement rincée dans un bécher avec l'eau à analyser ;
- ✓ Secouer la sonde légèrement afin d'éliminer les bulles d'air ;
- ✓ Attendre quelques secondes et mesurer.

Turbidité

La turbidité caractérise le degré de non transparence de l'eau. Elle traduit la présence des matières en suspension (MES) [91].

❖ Principe

La turbidité peut être déterminée par la mesure de l'atténuation d'un faisceau lumineux lors de son passage à travers le liquide (détecte la quantité de lumière diffusée par les particules non dissoutes présentes dans l'échantillon) ou par la mesure de l'intensité du rayonnement diffusé (Le rayonnement diffusé, qui est une propriété des liquides, est utilisé pour obtenir les mesures de turbidité).

Température

La température agit comme un facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau. Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier l' O_2) dans l'eau, ainsi que la détermination du pH et de la vitesse des réactions chimiques [92].

➤ **Mode opératoire**

Les appareils de mesure de la conductivité ou du pH possèdent généralement un thermomètre intégré. On trempe le thermomètre pendant 5 à 10 secondes dans l'eau puis on note la valeur dans le tableau de la fiche d'analyses physico-chimiques.

Matière en suspension MES

Les matières en suspension (MES) comprennent toutes les matières minérales de type sable ou organique de type mucilagineux, qui ne sont pas solubles dans l'eau. La teneur en matières en suspension est obtenue par la pesée après filtration ou centrifugation et séchage à 105°C. Elles sont exprimées en milligramme par litre (mg/l) [58].

➤ **Mode opératoire (Fig. 30)**

- ✓ Laver le filtre de 0,45 µm à l'eau distillée avant de le mettre dans une boîte de pétri. Sécher à 105°C jusqu'à obtention d'une masse constante, puis peser à 0,1 mg après passage au dessiccateur (P0).
- ✓ Mettre en place l'équipement de filtration et le dispositif d'aspiration en marche.
- ✓ Verser l'échantillon (V) sur le filtre et rincer le conteneur avec 10ml d'eau distillée sur le filtre ainsi que les parois de l'entonnoir de filtration.
- ✓ Laisser essorer le filtre pour le mettre ensuite sur la boîte de pétri et sécher à 105°C.
- ✓ Laisser refroidir dans le dessiccateur et peser jusqu'à un poids constant (P1).

Expression des résultats

$$\text{M.E.S (mg/l)} = \frac{(P1 - P0) * 1000}{V}$$

- P0 : Poids du filtre vide ;
- P1 : Poids du filtre après filtration.

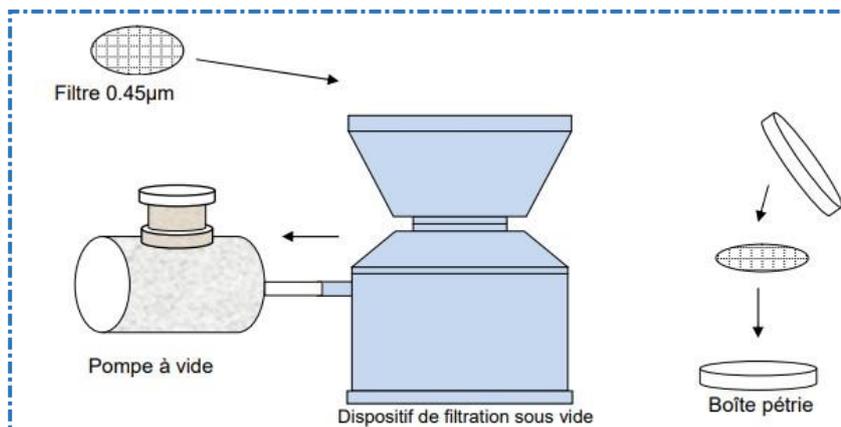


Figure 30- Détermination des matières en suspension par filtration.

Demande chimique en oxygène DCO

La demande chimique en oxygène (DCO) représente la quantité totale de la pollution oxydable. Elle correspond à la quantité d'oxygène qu'il faut fournir, grâce à des réactifs chimiques puissants, pour oxyder les matières contenues dans les effluents [93 ; 94]. Elle est exprimée en mg d'oxygène par litre d'eau (mg O₂/l) [95].

❖ Principe

Les substances oxydables réagissent avec le bichromate de potassium sulfurique en présence de sulfate d'argent. Le chlorure est masqué avec du sulfate de mercure. La coloration verte du Cr³⁺ sera déterminée photo métriquement.

➤ Mode opératoire (Fig. 31)

- ✓ Procéder à une dilution de 10 ou de 100 (selon la charge des eaux à analyser) ;
- ✓ Prendre une cuve test et mélanger le contenu pour avoir une solution homogène ;
- ✓ Prélever 2 ml de l'échantillon à analyser ;
- ✓ Fermer la cuve, mélanger et nettoyer ;
- ✓ Chauffer la cuve dans le thermostat à une température de 148°C pendant deux heures ;
- ✓ Sortir la cuve chaude et la retourner deux fois avec précaution ;
- ✓ Laisser refroidir dans le support de cuve à température ambiante ;
- ✓ Bien nettoyer l'extérieur et mesurer avec le DCO-mètre.

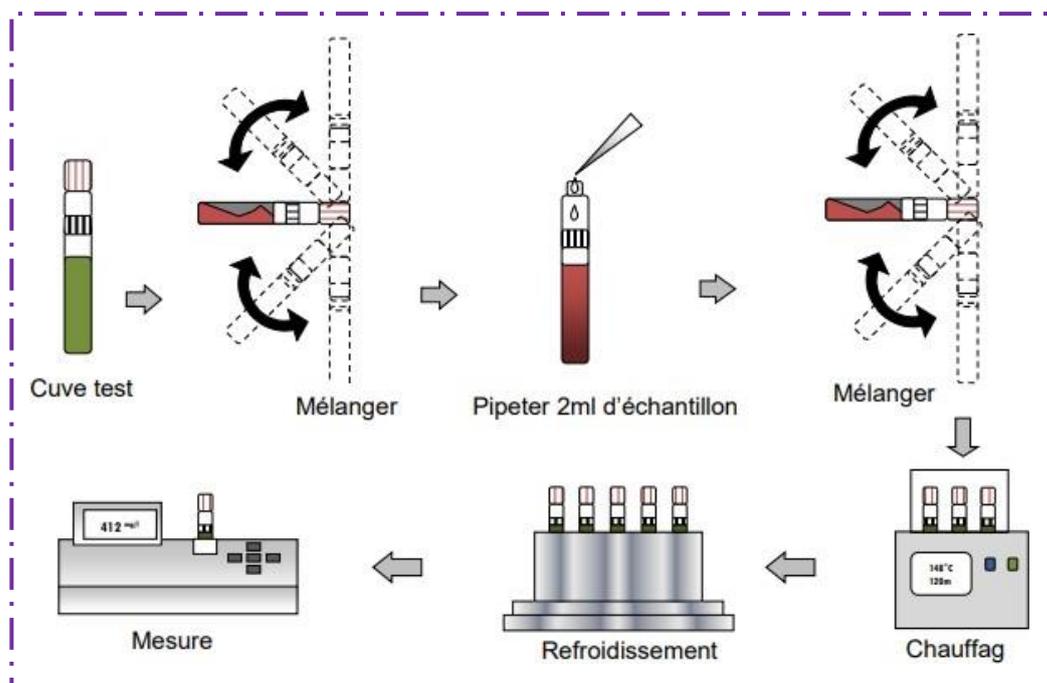


Figure 31- Schéma représentatif du mode opératoire pour la mesure de la DCO.

Demande biochimique en oxygène DBO₅

La demande biochimique en oxygène (DBO) correspond à la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader, par oxydation et par l'intervention des bactéries aérobies, les matières organiques de l'eau usée. Elle s'exprime en mg d'O₂/l. La DBO₅ est la valeur obtenue après cinq jours d'incubation à une température de 20°C [96]. Plus la valeur de la DBO₅ est faible, plus est meilleure la qualité de l'eau [97].

La biodégradabilité DCO/DBO₅

- ❑ Le rapport entre DCO et DBO est souvent très différent de celui des eaux résiduaires urbaines (ERU). Il évolue en divers stade du traitement. La valeur de la DCO est toujours plus élevée que celle de la DBO [27].
- ❑ Le rapport DCO/DBO₅ est l'indice de la biodégradabilité d'une eau [78].
- ❑ Pour qu'une pollution soit dégradable le rapport doit être inférieur à 2,5 [98].
- ❑ Pour les effluents industriels, qui peuvent contenir une fraction notable de composés non biodégradable, on pourra considérer selon le rapport DCO/DBO₅ que l'aptitude à la biodégradation est plus au moins favorable à un traitement biologique, les règles suivantes étant généralement retenues [98] :

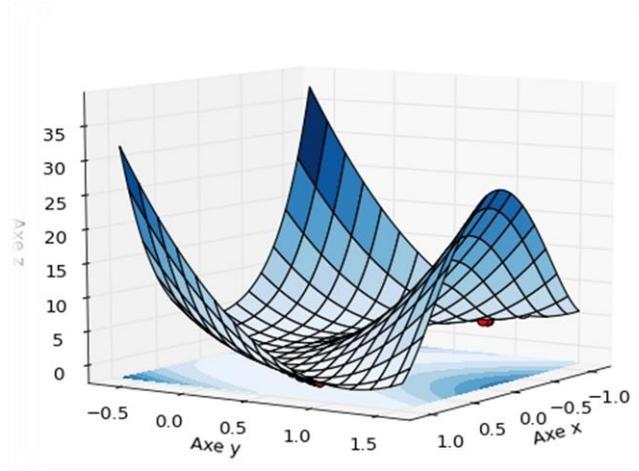
DCO/DBO₅ < 3		Effluent facilement biodégradable
3 < DCO/DBO₅ < 5		Effluent moyennement biodégradable
DCO/DBO₅ > 5		Effluent difficilement biodégradable

Chapitre IV

Résultats

Et

Discussion



Dans ce chapitre sont présentés les résultats obtenus durant les quatre phases de l'épuration de l'eau résiduaire de la raffinerie d'huile au sein de la STEP de Cevital ; A l'entrée de la station, après traitement physicochimique, après traitement biologique et à la fin du traitement, dans une période de cinq jours.

Il faut noter que seules les mesures des paramètres physicochimiques : pH, température et la DCO qui sont accordées par les responsables de la station Cevital car les résultats sont discrets et propre à la société (secret du travail). Aussi la période du stage a été réduite. Ceci rentre dans les procédures suivies par la station à cause de la crise sanitaire mondiale causée par le Covid 19.

IV.1. Suivi de la température

Dans le tableau ci-dessous sont présentés les résultats de mesure de la température durant les cinq jours en fonction des quatre phases de traitement réalisées.

Tableau 13- Variations de la température avant, durant et après traitement.

Phases de traitement	Température (°C)					
	Jour1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	moyenne
Entrée de station	79,3	73,0	70,2	68,9	63,6	71,0
Après traitement physicochimique	32,4	31,6	30,1	29,6	29,2	30,6
Après traitement biologique	32,8	32,2	31,3	30,4	29,7	31,3
Sortie de station (filtration)	29,8	30,0	29,6	29,2	28,7	29,5

La lecture du **tableau 13** montre un changement de températures avant et après le traitement qui varient entre 28,7 et 79,3 °C dont les valeurs les plus élevées sont enregistrées à l'entrée de la station avec une moyenne de 71 °C. Par contre, les valeurs les plus normales sont enregistrées après chaque phase de traitement dont l'intervalle varie entre 28,7 et 32,8 °C, avec une moyenne de 30,6 °C estimée après traitement physicochimique, après traitement biologique dont la moyenne est enregistrée à 31,3 °C et à la sortie du station (eau filtrée et épurée) avec une moyenne estimée à 29,5 °C. On constate une légère variation de température durant et après le traitement qui reste dans la norme appliquée par la STEP (30 °C).

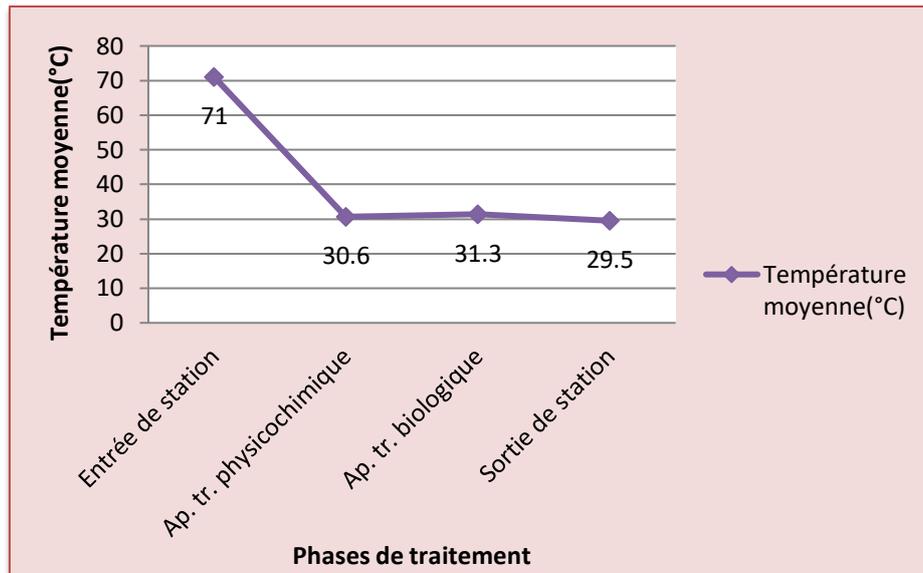


Figure 32- Températures moyennes en fonction des quatre phases de traitement.

D'après la **figure 32**, on remarque une diminution de température moyenne de 71 °C à 30,6 °C en passant de la phase entrée de station à la phase traitement physicochimique et reste presque stable jusqu'à l'obtention de l'eau épurée à la sortie de station.

Discussion

Les eaux reçues à l'entrée de station sont les eaux issues de la raffinerie d'huile. La température élevée durant cette phase est due au conditionnement du raffinage qui doit être réalisé à des hautes températures. Ces eaux résiduaires sont acheminées après vers une tour de refroidissement ce qui explique la diminution de la température. Cette dernière doit rester dans la norme pour assurer un bon déroulement de la chaîne de traitement (développement de la population bactérienne, et favorisation de la dégradation de la pollution organique).

IV.2. Suivi du potentiel d'hydrogène pH

Le pH a été mesuré chaque jour au cours de déroulement de l'épuration. Les valeurs sont présentées dans le **tableau 14** et la **figure 33**.

Tableau 14- Variations journalières du pH avant, durant et après traitement.

Phases de traitement	pH					
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	moyenne
Entrée de station	6,8	7,1	6,7	6,5	6,6	6,7
Après traitement physicochimique	3,4	3,3	3,9	4,1	4,3	3,8
Après traitement biologique	6,8	7,2	7,9	7,3	7,5	7,3
Sortie de station (filtration)	7,1	8,3	8,0	7,9	7,7	7,8

D’après les données du **tableau 14**, on remarque une variation de valeurs du pH durant les différentes phases de l’épuration dont la valeur la plus élevée est notée à la sortie de station avec un taux de 8,3. En revanche, la valeur la plus basse estimée à 3,3 a été observée après le traitement physicochimique.

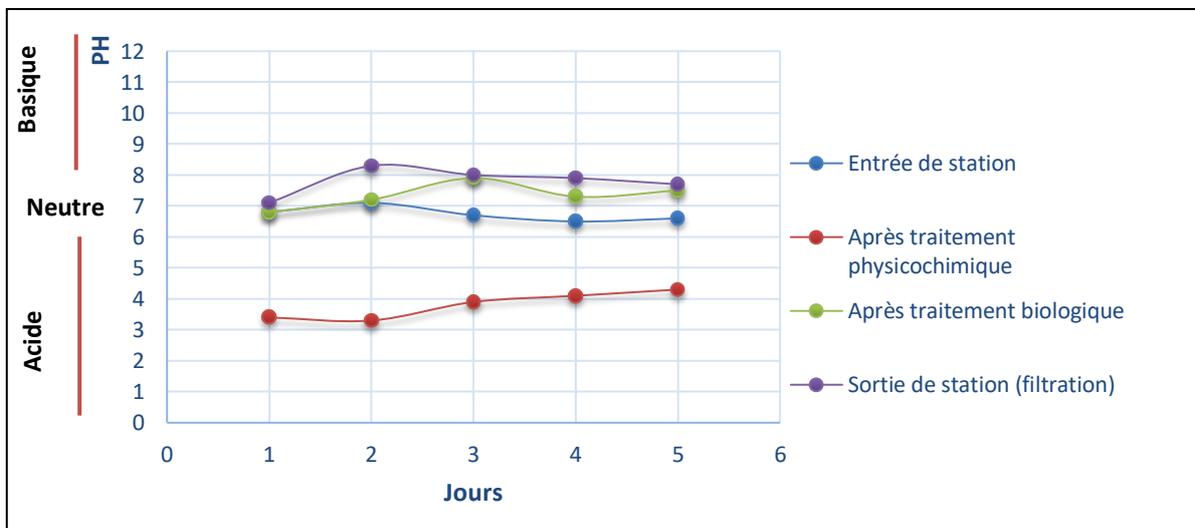


Figure 33- Variations du pH en fonction du temps.

En se basant sur les valeurs du **tableau 14** et en observant les courbes ci-dessus (**Fig. 33**), Nous constatons que les taux du pH obtenus des eaux résiduaires de la raffinerie d’huile (entrée) sont compris entre 6,6 et 7,1 avec une moyenne de 6,7 qui sont relativement neutres. De même, le caractère neutre du pH est observable après le traitement biologique dont les chiffres varient entre 6,8 et 7,9 avec une moyenne de 7,3. D’autre part, après filtration de

l'eau à la sortie de la station, nous avons enregistré des valeurs entre 7,1 et 8,3 avec une moyenne de 7,8. Ce pH possède un caractère légèrement basique. Au contraire, une chute remarquable du pH est notée après le traitement physicochimique dont les taux se situent dans un intervalle entre 3,3 et 4,3 avec une moyenne de 3,8. Ces chiffres représentent un pH acide. Les mesures du pH de l'eau traitée sont incluent dans l'intervalle (5,5 et 8,5) qui correspond aux normes de rejets appliquées par la STEP.

Discussion

Le pH est un élément important pour l'épuration de l'eau. Il intervient dans des phénomènes complexes (coagulation, floculation) et mettre en évidence le caractère acido-basique d'une eau. Le caractère acide du pH de notre eau remarqué après le traitement physicochimique est dû à l'ajout de l'acide sulfurique H_2SO_4 au début de cette phase à fin d'acidifié le pH. Ceci est important pour le déroulement des phénomènes de coagulation-floculation. Certaines bactéries aussi ne se développent que dans des milieux acides jusqu'à $pH = 1$. En général, la plupart des espèces bactériennes requièrent un pH proche de la neutralité ($pH = 7$) pour leur croissance. Pour cela l'eau a été neutralisée par l'ajout de la soude avant d'entamer le traitement biologique pour créer le milieu favorable à l'activité de la biomasse microbienne. Ce qui explique la re-stabilisation du pH durant cette phase du traitement.

IV.3. Suivi de la demande chimique en oxygène DCO

Dans le **tableau 15** les mesures de la demande chimique en oxygène sont présentées.

Tableau 15- Variation de la DCO avant, durant et après traitement.

Phases de traitement	DCO (mg d'O ₂ /L)					
	Jour 1	Jour 2	Jour 3	Jour 4	Jour 5	moyenne
Entrée de station	32430	33460	32420	32200	31620	32426
Après traitement physicochimique	7900	7312	7290	7210	6830	7313
Après traitement biologique	4180	3950	3550	3820	3250	3750
Sortie de station (filtration)	790	765	725	685	660	725

D'après les données du **tableau 15**, on remarque une différence importante de la DCO entre les phases de l'épuration dont la valeur moyenne varie entre 725 et 32426 mg/L. L'eau évacuée de la raffinerie d'huile (entrée) présente la DCO la plus élevée dont les valeurs sont de 31620 à 33460 mg/L avec une moyenne de 32426 mg/L. Ces chiffres sont très élevés. Après avoir effectué le traitement physicochimique la DCO a diminué jusqu'à 7313 mg/L de moyenne dont l'intervalle varie entre 6830 et 7900 mg/L. Ces chiffres ont continué à baisser jusqu'à la sortie de station où on a enregistré des taux estimés de 3250 à 4180 mg/L avec une moyenne de 3750 mg/L après le traitement biologique et de 660 à 790 mg/L avec une moyenne de 725 mg/L à la sortie de station qui présente les valeurs les plus basses. Les valeurs de la DCO de l'eau traitée (sortie) sont légèrement supérieures aux normes de rejet appliquées par la station (700 mg/L) mais se sont acceptables.

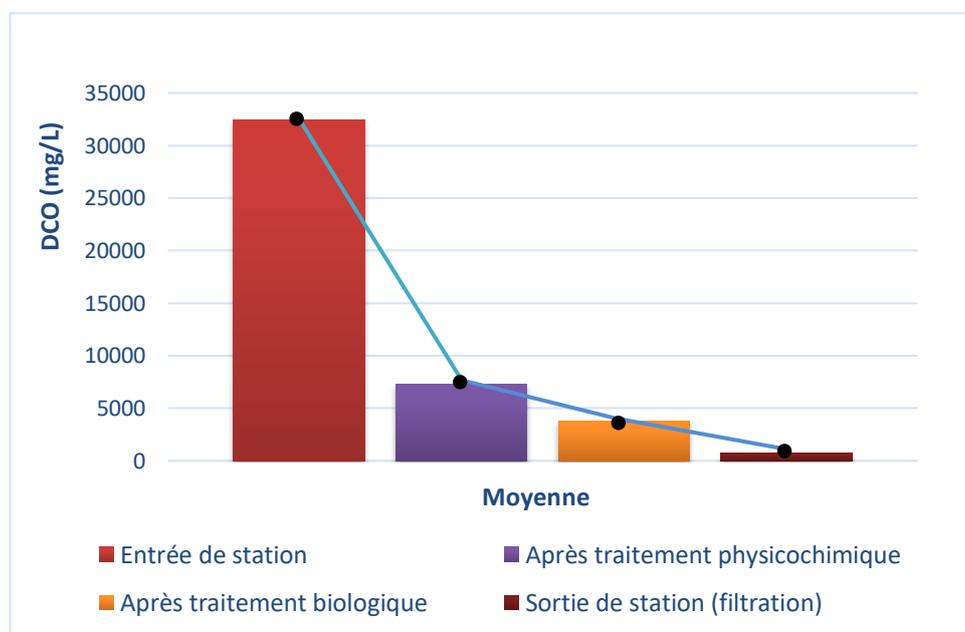


Figure 34- Valeurs moyennes de la DCO en fonction des phases de traitement.

Le graphique de la **figure 34** indique une diminution progressive de la DCO au cours de traitement en passant d'une phase à une autre. Un écart important est distingué entre l'eau à l'entrée de la station et à la sortie dont la moyenne maximale est celle de rejet de la raffinerie d'huile (entrée) et la moyenne minimale correspond au rejet de la STEP (sortie).

Discussion

L'effluent d'industrie agroalimentaire se caractérise par une concentration en matière organique généralement élevée. Ce qui traduit les valeurs hautes de la DCO du rejet de la raffinerie d'huile. La diminution de la DCO au cours de traitement est résultante de la dégradation de la matière organique par les micro-organismes présentant dans l'eau. La DCO de l'eau traitée était conforme à la norme du rejet. Donc, la dépollution organique de l'eau a été bien faite.

Conclusion

Et

Perspectives

La présente étude sur le traitement des eaux usées issues de la raffinerie d'huile au sein de la STEP de Cevital offre un aperçu sur les méthodes de traitements utilisées par la station d'épuration et consiste à évaluer l'efficacité du traitement de ces effluents avant d'être rejetés en milieu naturel. L'intérêt de ces derniers est qu'ils sont toxiques et nuisibles à l'homme et l'environnement.

L'effluent qui fait objet de notre étude est passé par deux méthodes de traitements ; D'abord par le traitement primaire (physicochimique) puis par le second traitement qui est biologique.

Afin d'examiner la qualité d'épuration de l'eau, un suivi de paramètres physicochimiques a été effectué pendant cinq jours. Les paramètres étudiés et accordés par la station sont le pH, la température et la DCO. En raison de la crise sanitaire due au Covid 19 nous n'avons pas pu prolonger la durée de stage ou explorer d'autres paramètres de pollutions.

Les mesures de paramètres physicochimiques obtenues à la sortie de la station d'épuration sont toutes conformes aux normes de rejet requises par la société.

Les résultats permet de conclure que :

- ☞ Deux types de traitements sont appliqués par la STEP de Cevital : traitement physicochimique et traitement biologique.
- ☞ Les eaux résiduaires de la raffinerie d'huile sont très riches de polluants en matières organiques.
- ☞ La pollution reçue par la raffinerie d'huile est biodégradable.
- ☞ Les eaux résultantes de l'épuration sont de bonne qualité et ne représente aucun danger pour l'homme et le milieu naturel.

Enfin, Il est recommandé d'appliquer des traitements supplémentaires (traitements tertiaires) qui pourraient être mises en place dans des cas spécifiques afin que soit améliorée la qualité de l'effluent. Il est nécessaire d'attirer l'attention sur la réutilisation des eaux épurée en fournissant les bons conseils de la réutilisation des eaux usées d'une manière totale et durable aux projets des agriculteurs car elles représentent une ressource largement disponible et précieuse dans le contexte d'économie circulaire, dans laquelle le développement économique est en équilibre avec la protection des ressources naturelles et le développement durable. Les eaux usées peuvent également être une source rentable et durable d'énergie, de nutriments, et d'autres sous-produits utiles tels que l'extraction des boues sèches en les utilisant comme un excellent fertilisant des sols en agriculture.



Références Bibliographiques

Références bibliographiques

[1] **F, Rejsek, (2002).** *Analyse des eaux, Aspects Réglementaires et Techniques.* Edition SCEREM, p 360. *Removal using aerobic activated sludge batch systems added with powdered activated carbon.* *Wat. SA, 33, pp 239–244.*

[2] **G, Grosclaud., (1999).** *L'eau : usage et polluants.* Ed. INRA, 210 p.

[3] **S, Baumont., Camaraj-p., A, Lefranc., et A, Franconi. (2005).** *Réutilisation des eaux épurées: risque sanitaire et faisabilité en ile- de France.* Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France.

[4] **J, Rodier., C, Bazin., J.P, Broutin., H, Champsaur., et L, Rodi., (2005).** *L'analyse de l'eau. Eaux naturelles. Eaux résiduaires. Eau de mer.* 8ème Ed. Dunod. Paris, 1383 p.

[5] **I, Kochtcheeva., et A, Singhn., (2000).** *An assessment of risks and threats to human health associated with the degradation of ecosystems.* Nairobi, unep.

[6] **F, REJESK., (2002).** *Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques.* Edition Centre Régional de Documentation Pédagogique d'Aquitaine, Paris.

[7] **OMS. (1989).** *L'utilisation des eaux usées en agriculture et aquiculture : recommandations visées sanitaires.* Organisation Mondiale de la Santé, Genève.

[8] **Gouvernement du Québec (2011).** « Lignes directrices applicables à l'industrie agroalimentaire hors réseau ».

[9] **R, Angela., O, Cordeiro., et C, Richard., (2017).** *Aspects techniques des eaux usées.* In *The United Nations World Water Development Report 2017. Waste water – The Untapped Resource,* pp 38-48. Paris, place de Fontenoy.

[10] **PNUE (2015).** (Programme des Nations Unies pour l'environnement). *Economic Valuation of Wastewater - The Cost of Action and the Cost of No Action.* Nairobi, PNUE.

[11] **BOUTIN. (1981).** *Problèmes sanitaires résultants de l'utilisation agricole des eaux usées et des boues résiduaires.*

[12] **LA ROUSSE MEDICALE (2006).**

[13] **AQUASTAT. (2014).** *Area Equipped for Irrigation.* Infographic. Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO).

Références bibliographiques

- [14] **T, Sato., M, Qadir., S, Yamamoto., T, Endo., and A, Zahoor., (2013).** *Global, regional, and country level need for data on wastewater generation, treatment, and use.* In *Agricultural Water Management*, Vol. 130, pp 1-13.
- [15] **WWAP. (2006).** *Programme mondial pour l'évaluation des ressources en eau.* In *2ème Rapport mondial des Nations Unies sur la mise en valeur des ressources en eau : L'eau : une responsabilité partagée* Paris. Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO).
- [16] **ONU-Eau. (2015).** *Wastewater Management: A UN-Water Analytical Brief.* ONU-Eau.
- [17] **AQUASTAT, s.d.b. (2014).** *Base de données.* Rome, Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO). <http://www.fao.org/aquastat/en/index.html>.
- [18] **J.F, Brisou., (1989).** *Indicateur et niveau de pollution des eaux usées, Rapport SRETIE N°88.*
- [19] **M, Von Sperling., (2007).** *Wastewater Characteristic, Treatment and Disposal. Vol. I of Biological Wastewater Treatment Series.* London, IWA Publishing.
- [20] **R, Michel., (2003).** *Transferts Gaz-liquide dans les procédés de traitement des eaux et des effluents gazeux, édition Lavoisier TEC & DOC, Paris, 798 p.*
- [21] **J-C, Boeglin., (1999).** *Lutte contre la pollution de l'eau, édition Technique de l'ingénieur traité environnement, volume G1250, pp 1-10.*
- [22] **Moussa, M. M. S. (2008).** *Process Analysis of Textile Manufacturing: Environmental Impacts of Textile Industries, 355 p.*
- [23] **IWA (International Water Association) Publishing. s.d. Industrial Wastewater Treatment.** Site Internet d'IWA Publishing.
- [24] **PNUE : le 7 décembre (2010) A la Conférence des Nations Unies sur le changement climatique à Cancun, au Mexique.**
- [25] **R, Vilaginés., (2010).** *Eau, environnement et santé publique, 3eme édition, édition TEC &DOC. Lavoisier, paris, 217 p.*
- [26] **J-C, Boeglin., et L, Roubaty., (2007).** *Pollution industrielles de l'eau, édition techniquede l'ingénieur, traité dans l'environnement, volume G 1210, pp 1-12.*
- [27] **G, Grosclaude., (1999).** *L'eau, usages et polluants, tome 2, édition INRA, Parie, 203 p.*

Références bibliographiques

- [28] C, **Delporte., (2007)**. *Traitement biologique aérobie des effluents industriels, édition technique d'ingénieur, traité environnementaux, volume G1300 pp 1-15.*
- [29] **JORA. (2006)**. *JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE.*
- [30] **K.B, Rahou., (2014)**. *Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d'El Kerma Oran.*
- [31] **A, AROUA., (1994)**. *L'homme et son milieu. Ed. Société nationale, Alger.*
- [32] **S, BONAFIA., (2010)**. *La dégradation des colorants textiles par procédés d'oxydation avancée basée sur la réaction de fenton. Thèse de doctorat, Université Saad Dahleb Blida, Algérie.*
- [33] **A, MIZI., (2006)**. *Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles. Thèse de doctorat, Université de Badji Mokhtar, ANNABA.*
- [34] **F, HURLEKAS., (2008)**. *Couplage des procédés membranes aux techniques physico-chimiques ou biologiques pour le traitement des rejets liquides de l'industrie de textile. Thèse de doctorat, université Cadi AYAD de Marrakech, Maroc.*
- [35] **F.W.A.M, RIJNART., (1990)**. *Le développement du traitement des eaux usées Pays-Bas. Séminaire international « Eaux usées et milieu récepteur ».*
- [36] **DEGREMENT. (1989)**. *Memento technique de l'eau 9ème édition, Tom 1 et 2.*
- [37] **J, JELLAL., (1996)**. *La gestion de l'eau. Séminaire à l'école d'ingénieurs Mohamedia Département de Génie civil, Univ. mohammed V. Rabat.*
- [38] **AYERS. et WESTCOT. (1985)**. *Water quality for agriculture. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO irrigation and drainage) Paper 29, Revision 1.*
- [39] **M, OTOO., et P, DRECHSEL., (2015)**. *Resource Recovery from Waste : Business Models for Energy, Nutrient and Water Reuse. London, Earthscan.*
- [40] **I.A, Shiklomanov., (1999)**. *World water resources and their use a joint SHI/UNESCO product. Data Base. <http://webworld.unesco.org/water/ihp/db/shiklomanov/>.*
- [41] **J, Mateo-Sagasta., L, Raschid-Sally., et A, Thebo., (2015)**. *Global wastewater and sludge production, treatment and use. In Wastewater: Economic Asset in Urbanizing World.*

Références bibliographiques

Edited by P. Drechsel, M. Qadir and D. Wichelns. Springer Netherlands.

Références bibliographiques

[42] **C, Chouchani., A, Karnib., et M, Qadir., (2017).** Pays Arabes. In *The United Nations World Water Development Report 2017. Wastewater – The Untapped Resource*, pp 93-97. Place de Fontenoy, Paris.

[43] **LEA, CESAO, ACWUA. (2015).** (Ligue des États arabes/Commission économique et sociale pour l'Asie occidentale/ Association des services de distribution d'eau et d'assainissement des pays arabes). *Supporting the Move from the MDGs to the SDGs in the Arab Region. Regional Initiative for Establishing a Regional Mechanism for Improved Monitoring and Reporting on Access to Water Supply and Sanitation Services in the Arab Region (MDG+ Initiative)*. Beyrouth, CESAO.

[44] **M, Bekkouche., F, Zidane.,(2004).** Conception d'une station d'épuration des eaux usées de la ville de Ouargla par lagunage, *Hydraulique saharienne, université de Ouargla, diplôme d'ingénieure, Algérie.*

[45] **F.G, Briere., (1994).** *Distribution et Collecte des eaux* Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal.

[46] **FAO., (2003).** *L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation* FAO Irrigation and drainage, p 65.

[47] **N, Banzaoui., et F, Elbouz., (2009).** *Epuration des eaux usées par les procédés des boues activées au niveau de la commune de Touggourt, diplôme d'ingénieure en chimie, Université d'Annaba, Algérie.*

[48] **E, Kollar ., (2004).** *Traitement des boues issues de l'épuration.* IN « *Traitement des pollutions industrielles* ». *Technique et ingénierie, Dunod, Paris, 115 p.*

[49] **M, Gugala., Z, Krystyna., et S, Anna., (2014).** « *WASTEWATER MANAGEMENT IN FOOD PROCESSING ENTERPRISES – A CASE STUDY OF THE CIECHANÓW DAIRY COOPERATIVE* ». *Journal of Ecological Engineering*, vol. 16, N° 1, p. 178-183.

[50] **R, Julien., et S, Steven., (2015).** « *Evaluation of food processing wastewater loading characteristics on metal mobilization within the soil* ». *Journal of Environmental Science and Health, Part A*, vol. 50, no 14, p. 1452-1457.

[51] **X, Kong., X , Shuang., L , Jianguo., L , Huan., Ke, Zhao. et H , Liang., (2016).**

«*Enhancing anaerobic digestion of high-pressure extruded food waste by inoculums optimization*». *Journal of Environmental Management*, vol. 166, p. 31-37

Références bibliographiques

- [52] **K.V, Kotsanopoulos., et S.A, Ioannis., (2015).** « *Membrane Processing Technology in the Food Industry: Food Processing, Wastewater Treatment, and Effects on Physical, Microbiological, Organoleptic, and Nutritional Properties of Foods* ». *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, vol. 55, n° 9, p. 1147-1175.
- [53] **S, Jamaly., G, Adewale., et W.H, Shadi., (2015).** « *Recent improvements in oily wastewater treatment: Progress, challenges, and future opportunities* ». *Journal of Environmental Sciences*, vol. 37, p. 15-30.
- [54] **M.R, Padaki., M, Surya., M.S, Abdullah., N, Misdan., A, Moslehyani., M.A, Kassim., N, Hilal., et A.F, Ismail., (2015).** « *Membrane technology enhancement in oil–water separation. A review* ». *Desalination*, vol. 357, p. 197-207.
- [55] **Office international de l'eau-conception / dimensionnement (2005).** *Caractérisation des eaux usées. DFE/ CNFME/ L : utilisât/ JP/F07/DOCPDA1/Caractérisation des EU.*
- [56] **D, Brigitte.,** *La pollution chimique en méditerrané, Laboratoire. C. E. R. B. O. M., Nice, France.*
- [57] **M, Satin., et B, Selmi., (2006).** *Guide technique de l'assainissement, 3ème édition le moniteur référence technique, Paris.*
- [58] **A, Gaid., (1984).** « *Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I* », édition OPU (office des publications universitaires ben-aknoun, Alger), 261 p.
- [59] **M.J, Sandquist., and C.N, Papadakis., (1982).** *Surging incombined free surface pressurized systems journal of transportation engmeering 109.*
- [60] **F, Larkem., et S, Bacel., (2005).** *Traitements des eaux usées "effluents" de la raffinerie de SKIKDA. Mémoire d'ingénieur. Université de CONSTANTINE.*
- [61] **A, Ulrich., S, Reuter., B, Gutterer., L, Sasse., T, Panzerbieter., T, Reckerzügel., (2009).** *Decentralised Wastewater Treatment Systems (DEWATS) and Sanitation in Developing Countries. WEDC, Loughborough, UK.*
- [62] **R, Vilaginès., (2000).** *Eau, environnement et santé publique, 2ème édition, Paris.*
- [63] **M, Satin., R, Bourrier.,et B, Selmi., (2010).** *Guide technique de l'assainissement, 4 ème édition, le moniteur référence technique, Paris.*
- [64] **E, Brodart., (1989).** « *Modélisation statistique d'une usine de traitement de l'eau*

Références bibliographiques

potable. Rencontres Internationales Eau et Technologies Avancées ».

Références bibliographiques

- [65] **M, Dégremont., (1998).** *Technique De L'eau. "Tome 1 et 2", Paris.*
- [66] **C.C.I, TROYES., (2002).** *Eaux usées et assainissement. Les traitements adaptés.*
- [67] **L, Mimeche., (2014).** *Etude de faisabilité de l'installation de station d'épuration des rejets urbaines par les filtres plantés en milieu aride, Application à la région de Biskra, université Mohamed khider Biskra, Thèse et mémoire, Algérie.*
- [68] **A, Gaid., (1993).** *Traitement des eaux usées urbaines, édition Technique de l'ingénieur, traité environnement, France, volume C 5220, pp1-28.*
- [69] **M, Degrement., (1995).** *Mémento technique de l'eau ,10ème édition, tome 1 & 2, 1718p.*
- [70] **G, Deronzier ., et J.M ,Choubert., (2004).** *Traitement du phosphore dans les petites stations d'épuration à boues activées : Comparaisons techniques et économiques des voies de traitement biologique et physico-chimique, Cémagref, Lyon, Document Technique FNDAEn° 29, 49 p.*
- [71] **J.M, Audic., (2002).** *Guide de traitement des eaux usées urbaines, édition Lyonnaise des eaux ,428p.*
- [72] **C, Gomella., et H, Guerre., (1982).** *Les eaux usées dans les agglomérations urbaines ou rurales. Tomes I : La collecte, Edition : Eyrolles, Paris.*
- [73] **L, Urios., (2005).** *Technique D'épuration des eaux usées. Technique et documentation, Paris.*
- [74] **D, Hattabi., (2016).** *Etude d'un système d'épuration des eaux usées de la commune de sidi Abd Errahmane-Ténès W-Chlef, Algérie.*
- [75] **M, Metahri., (2012).** *Elimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées par des procédés mixtes. Cas de la STEP de la ville de Tizi-Ouzou. Thèse de doctorat, 148 p.*
- [76] **J.P, Beachac., P, Boutin., B, Mercier., et P, Nuer., (1987).** *Traitement des eaux usées. Edition Eyrolles.*
- [77] **S, Attab., (2011).** *Amélioration de la qualité microbiologique des eaux épurées par boues activées la station d'épuration haoud berkaoui par l'utilisation d'un filtre à sable local),*

Références bibliographiques

université Ouargla, Mémoire de magister en biologie, Algérie.

[78] E, Koller., (2009). *Traitement des pollutions industrielles, Eau, Air, Déchets, Sols, Boues, 2^{ème} édition, Dunod, 569 p.*

Références bibliographiques

- [79] **R, Molleta., (2006).** *Gestion des problèmes environnementaux dans les industries agroalimentaires, 2ème édition, Paris, 720 p.*
- [80] **C, Cardot., (1999).** *Génie de l'environnement, les traitements de l'eau: procédés physicochimies et bactériologique, édition Ellipses, Paris, 247 p.*
- [81] **M, Degrement., (1978).** *Mémento technique de l'eau, 8ème édition, Paris, 1200 p.*
- [82] **R, Molleta., (2007).** *Gestion des problèmes environnementaux, 2ème édition, Paris, PP 441.*
- [83] **M, El-Fadel., et R, Khoury., (2000).** *Modeling Settlement in MSW Landfills: a Critical Review. Critical Reviews in Environ, Sci, Technol.*
- [84] **M.O, Looser., A, Parriaux., et Bensimon., (1999).** *Landfill underground pollution detection and characterization using inorganic traces. Water Research.*
- [85] **A, Soumia., (2005).** « *Contribution A La Valorisation De Boues De Stationsd'épuration Par Compostage : Devenir Des Micropolluants Metalliques Et Organiques Et Bilan Humique Du Compost* », Thèse de doctorat, France.
- [86] **G, Mininni., A, Sbrilli., E, Guerriero., et M, Rotatori., (2004).** *Dioxins And Furans Formation In Pilot Incineration Tests Of Sewage Sludge Spiked With Organic Chlorine. Chemosphere.*
- [87] **D, Lambkin., et S, Nortcliff., (2004).** *The importance of precision in sampling sludges, biowastes and treated soils in a regulatory framework Trends in Analytical Chemistry.*
- [88] *Traité l'environnement. Technique de l'ingénieur. Volume G 1210.*
- [89] **Anonyme a. (2021).** *fr.climate-data.org.*
- [90] **Anonyme b. (2021).** *www.infoclimat.fr.*
- [91] **D, Gaujous., (1999).** *La pollution des milieux aquatique, aide-mémoire, 2ème éditions, édition TEC & DOC, Lavoisier, Paris ,220 p.*
- [92] **R, Vilaginés., (2005).** *Eau, environnement et santé publique, 2ème édition, paris, 198 p.*

Références bibliographiques

[93] O, Thomas., (1995). *Méetrologie des eaux résiduaires*, édition Cebedoc, 192 p.

[94] F, Badai-Gondard., (2003). *L'assainissement des eaux usées*, édition Technicité, France, 227 p.

Références bibliographiques

[95] J, Rodier., B, Legube., et N, Merlet., (2009). *L'analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer, 8ème édition, DUNOD, Paris, 1526 p.*

[96] M, Doré., (1989). *Chimie des oxydants et traitement des eaux, édition Lavoisier, 505 p.*

[97] R, Bourier., (2008). *Les réseaux d'assainissement, 5 ème édition Lavoisier, édition TEC & DOC, Paris, 1013 p.*

[98] Anonyme, (2003). *L'irrigation avec des eaux usées traitées. Organisation des Nations Unies Pour l'Alimentation et l'Agriculture : Bureau Régional pour le Proche-Orient et Bureau sous-régional pour l'Afrique du Nord (FAO), 68 p.*

[99] Cossut juillet., (2000). *Les corps gras : entre tradition et modernité. Projet réalisée dans le cadre de DESS en QUALIMAPA, 460 p.*

Annexes

Annexe I : JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE (JORA) N° 26,
définissant les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

4

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 26

24 Rabie El Aouel 1427
23 avril 2006

DECRETS

Décret exécutif n° 06-141 du 20 Rabie El Aouel 1427
correspondant au 19 avril 2006 définissant les
valeurs limites des rejets d'effluents liquides
industriels.

 Le Chef du Gouvernement,

Sur le rapport du ministre de l'aménagement du territoire et de l'environnement,

Vu la Constitution, notamment ses articles 85-4° et 125 (alinéa 2) ;

Vu la loi n° 90-08 du 7 avril 1990, complétée, relative à la commune ;

Vu la loi n° 90-09 du 7 avril 1990, complétée, relative à la wilaya ;

Vu la loi n° 03-10 du 19 Joumada El Oula 1424 correspondant au 19 juillet 2003 relative à la protection de l'environnement dans le cadre du développement durable ;

Vu la loi n° 04-04 du 5 Joumada El Oula 1425 correspondant au 23 juin 2004 relative à la normalisation ;

Vu la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005 relative aux hydrocarbures ;

Vu le décret présidentiel n° 04-136 du 29 Safar 1425 correspondant au 19 avril 2004 portant nomination du Chef du Gouvernement ;

Vu le décret présidentiel n° 05-161 du 22 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 1er mai 2005 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993 réglementant les rejets d'effluents liquides industriels ;

Décète :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 10 de la loi n° 03-10 du 19 juillet 2003, susvisée, le présent décret a pour objet de définir les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels.

SECTION 1

DES DISPOSITIONS PRELIMINAIRES

Art. 2. — Au sens du présent décret on entend par rejet d'effluents liquides industriels tout déversement, écoulement, jet et dépôt d'un liquide direct ou indirect qui provient d'une activité industrielle.

Art. 3. — Les valeurs limites de rejets d'effluents liquides industriels sont celles fixées en annexe du présent décret.

Toutefois, en attendant la mise à niveau des installations industrielles anciennes dans un délai de cinq (5) ans, les valeurs limites des rejets d'effluents liquides industriels prennent en charge l'ancienneté des installations industrielles en déterminant une tolérance pour les rejets d'effluents liquides industriels émanant de ces installations. Ces valeurs sont fixées et annexées au présent décret.

Pour les installations pétrolières, le délai est de sept (7) ans conformément aux dispositions législatives en vigueur, et notamment celles de la loi n° 05-07 du 19 Rabie El Aouel 1426 correspondant au 28 avril 2005, susvisée,

En outre et en raison des particularités propres aux technologies utilisées, des tolérances particulières aux valeurs limites sont également accordées selon les catégories industrielles concernées. Ces tolérances sont annexées au présent décret.

SECTION 2

DES PRESCRIPTIONS TECHNIQUES RELATIVES
AUX REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES
INDUSTRIELS

Art. 4. — Toutes les installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent être conçues, construites et exploitées de manière à ce que leurs rejets d'effluents liquides industriels ne dépassent pas à la sortie de l'installation les valeurs limites des rejets définies en annexe du présent décret et doivent être dotées d'un dispositif de traitement approprié de manière à limiter la charge de pollution rejetée.

Art. 5. — Les installations de traitement doivent être conçues, exploitées et entretenues de manière à réduire à leur minimum les durées d'indisponibilité pendant lesquelles elles ne peuvent assurer pleinement leur fonction.

Si une indisponibilité est susceptible de conduire à un dépassement des valeurs limites imposées, l'exploitant doit prendre les dispositions nécessaires pour réduire la pollution émise en réduisant ou en arrêtant, si besoin, les activités concernées.

SECTION 3

DU CONTROLE DES REJETS
D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

Art. 6. — Au titre de l'autocontrôle et de l'autosurveillance les exploitants d'installations générant des rejets d'effluents liquides industriels doivent tenir un registre où sont consignés la date et les résultats des analyses qu'ils effectuent selon des modalités fixées par arrêté du ministre chargé de l'environnement et, le cas échéant, du ministre chargé du secteur concerné.

Les mesures sont effectuées sous la responsabilité de l'exploitant et à ses frais dans les conditions fixées par la réglementation en vigueur.

Art. 7. — Les résultats des analyses doivent être mises à la disposition des services de contrôle habilités.

Art. 8. — Les services habilités en la matière effectuent des contrôles périodiques et ou inopinés des caractéristiques physiques, chimiques et biologiques des rejets d'effluents liquides industriels visant à s'assurer de leur conformité aux valeurs limites fixés en annexe du présent décret.

Art. 9. — 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.

Art. 10. — L'exploitant de l'installation concernée est tenu d'expliquer, commenter ou fonder tout dépassement éventuellement constaté et fournir les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

Art. 11. — Les opérations de contrôle, telles que définies ci-dessus, donnent lieu à la rédaction d'un procès-verbal établi à cet effet.

Le procès-verbal comporte :

— les noms, prénoms et qualité des personnes ayant effectué le contrôle,

— la désignation du ou des générateurs du rejet d'effluents liquides industriels et de la nature de leur activité,

— la date, l'heure, l'emplacement et les circonstances de l'examen des lieux et des mesures faites sur place,

— les constatations relatives à l'aspect, la couleur, l'odeur du rejet, l'état apparent de la faune et de la flore à proximité du lieu de rejet et les résultats des mesures et des analyses opérées sur place,

— l'identification de chaque échantillon prélevé, accompagné de l'indication de l'emplacement, de l'heure et des circonstances de prélèvement,

— le nom du ou des laboratoires destinataires de l'échantillon prélevé.

Art. 12. — Les méthodes d'échantillonnage, de conservation et de manipulation des échantillons ainsi que les modalités d'analyses sont effectuées selon les normes algériennes en vigueur.

Art. 13. — Toutes dispositions contraires au présent décret et notamment les dispositions du décret exécutif n° 93-160 du 10 juillet 1993, susvisé, sont abrogées.

Art. 14. — Le présent décret sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 20 Rabie El Aouel 1427 correspondant au 19 avril 2006.

Ahmed OUYAHIA.

ANNEXE I

VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS LIQUIDES INDUSTRIELS

N°	PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCES AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
1	Température	°C	30	30
2	PH	-	6,5 - 8,5	6,5 - 8,5
3	MES	mg/l	35	40
4	Azote Kjeldahl	"	30	40
5	Phosphore total	"	10	15
6	DCO	"	120	130
7	DBO5	"	35	40
8	Aluminium	"	3	5
9	Substances toxiques bioaccumulables	"	0,005	0,01
10	Cyanures	"	0,1	0,15
11	Fluor et composés	"	15	20
12	Indice de phénols	"	0,3	0,5
13	Hydrocarbures totaux	"	10	15
14	Huiles et graisses	"	20	30
15	Cadmium	"	0,2	0,25
16	Cuivre total	"	0,5	1
17	Mercure total	"	0,01	0,05
18	Plomb total	"	0,5	0,75
19	Chrome Total	"	0,5	0,75
20	Étain total	"	2	2,5
21	Manganèse	"	1	1,5
22	Nickel total	"	0,5	0,75
23	Zinc total	"	3	5
24	Fer	"	3	5
25	Composés organiques chlorés	"	5	7

PH : Potentiel d'hydrogène

DBO₅ : Demande biologique en oxygène pour une période de cinq (5) jours

DCO : Demande chimique en oxygène

MES : Matière en suspension

6

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 26

24 Rabie El Aouel 1427
23 avril 2006

ANNEXE II

TOLERANCE A CERTAINES VALEURS LIMITES DES PARAMETRES DE REJETS D'EFFLUENTS
LIQUIDES INDUSTRIELS SELON LES CATEGORIES D'INSTALLATIONS

1 - INDUSTRIE AGRO-ALIMENTAIRE :

24 Rabie El Aouel 1427
23 avril 2006

JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 26

7

e - Corps Gras :

PARAMETRES	UNITE	VALEURS LIMITES	TOLERANCE AUX VALEURS LIMITES ANCIENNES INSTALLATIONS
Température	°C	30	30
PH	-	5,5 - 8,5	6-9
DBO ⁵	g/t	200	250
DCO	"	700	800
MES	"	150	200

Annexe II : Le Jar-test.

La détermination de ces grandeurs en laboratoire est réalisée par ce qu'on appelle le jar test. Il consiste en une rangée de béchers alignés sous un appareillage permettant de tous les agiter à la même vitesse. Les différents béchers ont reçu une dose différente de réactifs et à la fin de l'expérimentation, on détermine quels sont les couples quantités de réactifs / vitesse et temps d'agitation qui permettent d'obtenir l'eau la plus limpide, les floccs les plus gros et les mieux décantés. Concernant les vitesses d'agitation, la seule certitude est que la coagulation nécessite une vitesse d'agitation plutôt rapide (afin de bien mélanger l'eau et que les colloïdes et les cations métalliques se rencontrent et se neutralisent) et que la floculation - quant à elle - nécessite une vitesse relativement lente (afin de favoriser la rencontre et l'agrégation des colloïdes mais sans détruire les floccs déjà formés)...



Figure 9- Coagulation-floculation (jar-test).

Présentation de la station d'étude « Complexe Cevital Bejaïa »

Cevital, l'abréviation de l'expression « c'est vital », est la première société par action privée dans l'industrie du sucre et des huiles végétales sur le marché Algérien, créée en 1998 avec un capital de 970 000 000,00 DA.

Cevital agro-industrie est depuis ses débuts installée au sein du port du Bejaïa (**Fig. 16**), cette entreprise s'étale sur 4500 m² et comporte un complexe de raffinage, une margarinerie et une unité de conditionnement.

La raffinerie de complexe Cevital est entièrement automatisée. C'est l'une des plus modernes au monde, elle est composée de deux chaînes de raffinage A et B du marque ALFA LAVAL (Suède) d'une capacité de plus de 400 tonnes chacune (800 t/j) et d'une ligne C de 1500 t/j, de marque DE SMET (Belgique). L'unité de conditionnement est muni de quatre (04) chaînes de différents volumes (deux chaînes pour 05 litres, une pour 02 litres et une pour 01 litre).



Figure 16- Vue de la station Cevital de l'intérieur (Originale).

Situation géographique

Cevital est implanté au niveau du nouveau quai du port de Bejaïa à 3 km du sud-ouest de la ville, à proximité de RN 26 et s'étend sur une superficie de 45000m² (Fig. 17). Cette situation géographique de l'entreprise est stratégique étant donné qu'elle lui confère l'avantage de proximité économique. En effet elle



se trouve proche du port et l'aéroport.

Figure 17- Situation géographique du complexe Cevital

Données climatiques

Bejaïa se trouve à 6m d'altitude. Le climat y est chaud et tempéré. L'été, à Bejaïa, est caractérisé par des pluies moins importantes qu'elles ne le sont en hiver. Selon la classification de Köppen-Geiger, le climat est de type Csa. La climatologie de notre station d'étude correspond à celle de la Wilaya de Bejaïa (Tab. 11) [89].

Tableau 11- Températures et précipitations de Bejaïa 2020/2021 [90].

Mois	VII	VIII	IX	X	IX	IIIX	I	II	III	IV	V	VI
Température maximale (°C)	29.6	30.6	27.9	24.9	21.5	18.2	18.1	20.8	18.6	20.6	22.7	27.3
Température minimale (°C)	20.6	21.3	18.3	13.9	12.4	8.5	7.4	10.1	9.0	11.7	15.1	19.0
Température moyenne (°C)	25.1	26.0	23.1	19.4	16.9	13.4	12.7	15.4	13.8	16.2	18.9	23.1
Précipitation (mm)	13.0	5.8	64.2	88.2	134.4	90.4	63.9	13.8	78.0	99.0	29.0	5.4

Historique et création

CEVITAL est parmi les entreprises algériennes qui ont vu le jour dès l'entrée de notre pays en économie de marché. Elle a été créée par Issad Rebrab en 1998.

- ❑ Le 14 Octobre 1998 : l'unité a commencé la fabrication d'emballage à partir de préforme qu'elle importe.
- ❑ Le 14 Février de l'année 1999 : le complexe de Cevital a commencé la mise en bouteilles et le conditionnement d'huile raffinée importée.
- ❑ Le 17 Février de la même année, Cevital marque le lancement de la raffinerie qui est devenue fonctionnelle le 12 Août 1999.

Activités de Cevital

L'ensemble des activités de Cevital est concentré sur la production et la commercialisation des huiles végétales, de margarine et de sucre et la production de l'énergie électrique qu'elle est en cours d'études, Les capacités de la production journalière sont les suivantes :

- Raffinage des huiles (1800 tonnes/jour) ;
- Conditionnement d'huile (1400 tonnes/jour) ;
- Production de margarine (600 tonnes/jour) ;
- Fabrication d'emballage (PET) : Poly-Éthylène-Téréphtalate (9600 unités/heure) ;
- Raffinage du sucre (1600 tonnes/jour) ;
- Stockage des céréales (120000 tonnes) ;
- Minoterie et savonnerie en cours d'étude ;
- Cogénération (production de l'énergie électrique avec une capacité de 64MW).

Cevital s'approvisionne essentiellement en huiles brutes en fonction du marché demandeur/ fournisseur, les huiles les plus connues et consommées en Algérie sont : l'huile de tournesol, de soja et de colza, elles sont importées avec des quantités de 3000T, 6000T, 9000T de certains pays grands producteurs d'huiles tels que la Malaisie, Ukraine, Moldavie ou la Chine. La matière première est acheminée vers le complexe et stockée dans des bacs de 1000T et 9000T. La capacité de stockage dont dispose la raffinerie d'huile Cevital (47000 tonnes

d'huile brute) permet une production d'une durée de trois (03) mois.

Les différentes huiles brutes traitées par Cevital sont :

- Les huiles fluides : nécessitent un raffinage physique et chimique (soja, tournesol, colza, mais).
- Les huiles concrètes : sont des huiles destinées à la margarinerie et qui nécessitent un raffinage physique et une inter-estérification :
 - EHBO (Equivalent Huile de Soja Hydrogéné): est une huile destinée à la margarinerie et qui est préparée à base de la soft-stéarine et l'huile de coprah.
 - EHP (Equivalent Huile de Palme Hydrogéné) : est une huile destinée à la margarinerie et qui est préparée à base de la normale-stéarine et l'huile de coprah.

Missions et objectifs

Cevital contribue largement au développement de l'industrie agroalimentaire nationale, elle vise à satisfaire le marché national et exporter le surplus, en offrant une large gamme de produits de qualité. En effet les besoins du marché national sont de 1200T/J d'huile l'équivalent de 12 litres par personne et par an. Les capacités actuelles de Cevital sont de 1800T/j, soit un excédent commercial de 600T/J.

L'entreprise a pour mission principale de développer la production et d'assurer la qualité et le conditionnement des huiles, des margarines et du sucre à des prix nettement plus compétitifs et cela dans le but de satisfaire le client et le fidéliser. Elle vise à :

- L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes.
- L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale de graines oléagineuses.
- La modernisation de ses installations en termes de machine et technique pour augmenter le volume de sa production.
- Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

Commercialisation

Pour la commercialisation, un immense budget est consacré à la publicité pour amener une grande quantité de commerçants dans les différentes wilayas du pays à se faire agréer par Cevital, et pour gagner la confiance de consommateur qui devient de plus en plus exigeant. L'entreprise présente maintenant dans toutes les régions du pays, tente de rapprocher au maximum ses produits aux consommateurs en offrant le meilleur rapport qualité prix, il faut savoir gérer l'excédent commerciale existant. Les huiles de Cevital disponibles sur le marché sont :

- ▣ FLEURIAL : 100 % tournesol commercialisée depuis Août 1999.
- ▣ ELIO : mélange de tournesol et de soja (avec des pourcentages variables).
- ▣ FRIDOR :(100% soja).

Contrôle/Qualité et gestion des déchets

Le laboratoire est la partie la plus indispensable dans la station d'épuration, puisqu'il consiste à contrôler et à surveiller les eaux brutes et épurées, tout en se référant aux résultats quotidiens des analyses effectués, et cela afin de vérifier la fiabilité du traitement des eaux avant leur évacuation dans l'environnement. Pour cela, le complexe Cevital est doté de cinq laboratoires (Tab. 12).

Tableau 12- Laboratoires du complexe Cevital.

Deux laboratoires pour les huiles	Laboratoire de la raffinerie : dans lequel on suit le procédé du raffinage par des analyses physico-chimiques.
	Laboratoire de conditionnement : il est destiné au contrôle physico-chimique de produit fini.
Un laboratoire pour la margarine	Conçu pour l'analyse des margines.
Un laboratoire pour le sucre	Il est destiné à suivre le procédé de raffinage du sucre
Un laboratoire de microbiologie	Conçu pour les analyses microbiologiques du sucre, Margarine.

Pour le traitement des déchets, le complexe Cevital est doté de deux unités :

- La section 24 : décomposition des pattes et traitement des soaps

stocks, afin de récupérer les huiles acides et d'évaluer les pertes en huile.

- Station d'épuration (STEP) : Elle a pour but de traiter les eaux de lavage du raffinage avant de les déverser dans la nature.

Aperçu général sur la station d'épuration au niveau du C.A.A.C.B

La station d'épuration du complexe Cevital est constituée d'un système appelé « duo-UNITANK », elle est destinée à traiter les eaux du pôle des corps gras d'une charge en matière grasse de 6 mg/L avec un débit de 18 m³/h. Elle est dotée d'une capacité de traitement de 48m³ (soit 1154 m³/j). Une extension de cette installation est complétée par

un traitement physico-chimique (INFILCO) de 30m³/h et l'autre section pour le traitement biologique. La gestion du traitement se fait d'une manière régulière et rigoureuse.

Annexe III : Matériel utilisé.

✚ Equipements de la station

- ✓ Fosse de relevage
- ✓ Tour de refroidissement
- ✓ Bassin tampon
- ✓ 2 bassins biologiques (réacteur DUO-UNITANK)
- ✓ 4 DAF
- ✓ Table d'égouttage
- ✓ Aérateurs
- ✓ Décanteurs

✚ Appareillages



pH mètre



Conductimètre



Turbidimètre



Oxymètre



pH mètre et thermomètre
de DAF



Réacteur DCO



DCO mètre/Thermostat



DBO- mètre



Dessiccateur



Pompe à vide

✚ Autres



Balance analytique



Bécher



Boîtes de pétri



Filtre de 0,45 μm

✚ Réactifs



Acide sulfurique
 H_2SO_4



Soude NaOH



Chaux (Oxyde de calcium)
 CaO

Annexe IV : Aperçu sur la raffinerie d'huile.

Les huiles brutes renferment un certain nombre d'impuretés indésirable, responsables du goût et d'odeur désagréables et de leur mauvaise conservation. Le raffinage a pour but d'éliminer les acides gras libres, les produits d'oxydation, les arômes désagréables, les colorants. Autrement dit le raffinage consiste à éliminer les composés nuisibles à la qualité ou à la santé [99].

◆ Les Types du raffinage

Il existe trois types de raffinage qui sont [99] :

- Raffinage chimiques : qui lui-même se divise à deux (02) types, qui sont :
 - Raffinage chimique à chaud.
 - Raffinage chimique à froid.
- Raffinage enzymatique.
- Raffinage physique.

Le type de raffinage appliqué sur une huile brute est choisi selon l'origine, la qualité et la composition de l'huile brute.

◆ Les étapes de raffinage

Afin d'éliminer les constituants indésirables et d'obtenir des huiles raffinées et consommables, les huiles brutes subissent les étapes ci-dessous :

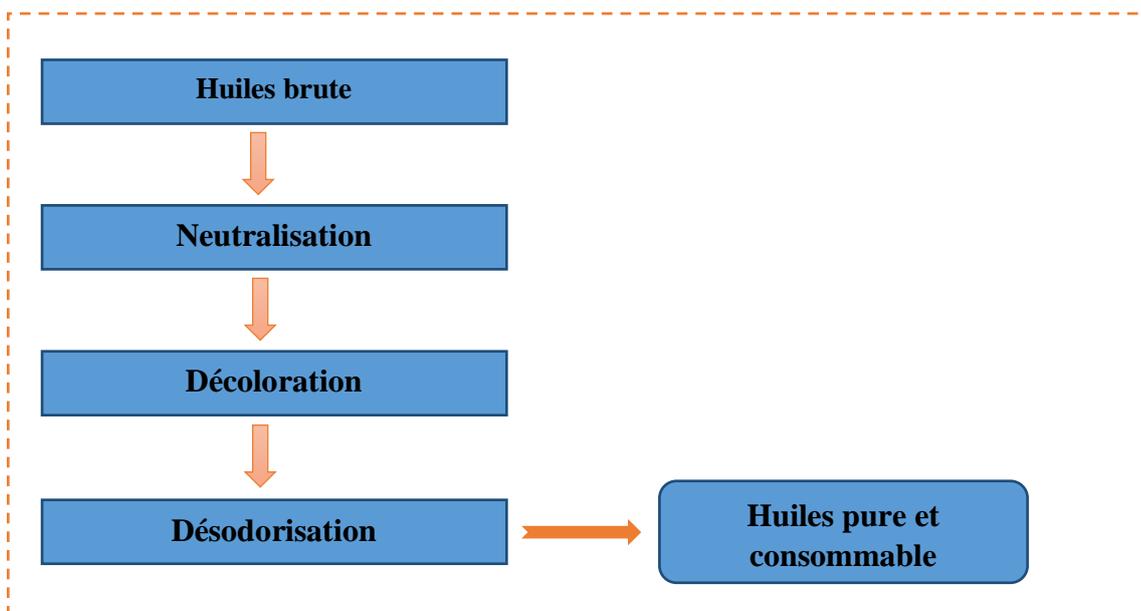


Figure 19- Schéma bloc de raffinage.

Résumé

Le présent travail a pour objectif d'effectuer le traitement des eaux usées issues de la raffinerie d'huile au sein de la station d'épuration de « Cevital Bejaïa » et d'évaluer l'efficacité du processus épuratoire de cette station. L'effluent traité est passé par deux méthodes de traitement : un traitement physicochimique et un traitement biologique. Des analyses physicochimiques ont été réalisées sur les paramètres (pH, température et DCO) durant une période de cinq jours afin de tester leur conformité aux normes.

Les analyses ont révélé une différence dans les propriétés physico-chimiques de l'eau avant et après traitement. Les résultats de paramètres physico-chimiques des effluents traités sont tous conformes aux normes de rejet requises par la société selon le JORA. Ce qui permet de certifier que l'épuration des eaux usées au sein de Cevital est efficace. Donc les eaux traitées sont de bonne qualité et ne représente aucun danger pour l'homme et le milieu naturel.

Dans cette étude, nous avons développé les connaissances sur les méthodes de traitements appliquées par la STEP de Cevital et l'efficacité de processus de l'épuration.

Mots clés : Traitement, eaux usées, Cevital Bejaïa, paramètres physicochimiques, normes.

Abstract

The present work aimed to carry out the treatment of wastewater from the oil refinery in the treatment plant of « Cevital Bejaia » and to evaluate the efficiency of the purification process of this plant. The treated effluent went through two treatment methods: a physicochemical treatment and a biological treatment. Physicochemical analyses were realized on the parameters (pH, temperature and DCO) during a period of five days in order to test their conformity to the standards.

The analyses revealed a difference in the physicochemical properties of the water before and after treatment. The results of physico-chemical parameters of the treated effluents are all in conformity with the standards of rejection required by the company according to the JORA. This allows to certify that the wastewater treatment within Cevital is effective. So the treated waters are of good quality and do not represent any danger for human and the natural environment.

In this study, we have developed the knowledge on the treatment methods applied by the WTP of Cevital and the efficiency of the purification process.

Keywords : Treatment, wastewater, Cevital Bejaia, physico-chemical parameters, standards.

ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو إجراء معالجة المياه القادمة من مصفاة الزيت داخل محطة المعالجة "سيفيتال بجاية" وتقييم كفاءة عملية التنقية في هذه المحطة. مرت المياه المستعملة بطريقتين للمعالجة : المعالجة الفيزيوكيميائية والمعالجة البيولوجية. تم إجراء التحاليل على الملوثات الفيزيوكيميائية (pH, temperature, DCO) على مدى خمسة أيام من أجل اختبار مدى مطابقتها للمعايير .

كشفت التحاليل عن وجود اختلاف في الخصائص الفيزيوكيميائية للماء قبل وبعد المعالجة. تتوافق نتائج قياسات الملوثات الفيزيوكيميائية للنفائات السائلة المعالجة مع معايير التصريف المعمول بها من قبل الشركة وفقاً لـ ج.ر.ج، مما يؤكد أن عملية تنقية المياه داخل سيفيتال فعالة. لذا فإن المياه المعالجة ذات نوعية جيدة ولا تشكل أي خطر على الإنسان والبيئة. من خلال هذه الدراسة، قمنا بتطوير المعرفة حول طرق معالجة المياه المطبقة داخل محطة تنقية المياه سيفيتال وفعالية عملية التنقية.

كلمات البحث: معالجة، المياه المستعملة، سيفيتال بجاية، الملوثات الفيزيوكيميائية، المعايير.