



## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Hydraulique*

### Option : Réutilisation des eaux non conventionnelle

#### THEME :

**Diagnostic et réhabilitation du système épuratoire de la  
STEP des eaux usées de Mesra en vue de leur réutilisation  
(W. Mostaganem)**

#### Présenté par :

**MENTFAKH Sid-Ahmed-Hamza**

#### Devant les membres du jury

Nom et Prénoms	Grade	Qualité
ZEROUAL Ayoub	M.C.A	Président
KHALED HOULI Samia	M.A.A	Examinateur
KHEDIM ALLAH Abderrahmane	M.A.A	Examinateur
TAFAT Leila	M.A.A	Examinateur
SAIL Nadhira	M.C.B	Promotrice

Session Octobre 2023

# Dédicaces

*Je dédie ce travail aux étoiles qui éclairent ma vie, à ma source de tendresse :*

*« Mes parents »*

*Ces deux êtres qui ont su m'éduquer, qui étaient toujours derrière moi pour me soutenir, c'est à travers vos encouragements, que j'y suis enfin arrivé.*

*A toute la famille et mes proches.*

## REMERCIEMENTS

*Je m'adresse, tout d'abord, ma parfaite gratitude, grâce et remerciements à Allah, tout puissant, qui m'as a donné la force, le courage et la volonté pour réaliser ce modeste travail.*

*Puis, je tiens à exprimer mes sincères et chaleureux remerciements envers mon encadrante, **Dr. SAIL Nadhira**, d'avoir assuré l'encadrement scientifique de ce travail, pour sa patience, sa confiance et surtout ses précieux conseils et ses encouragements ainsi que toutes les suggestions et remarques qu'elle a formulées tout au long de ce travail.*

*Mes remerciements ne seront complets sans les avoir adressés à tous mes miens, particulièrement mes très chers parents pour leur soutien permanent, leur confiance et leurs encouragements. Qu'ils trouveront ici mes sincère gratitude.*

## ملخص :

إن الإجهاد المائي أصبح يؤثر تأثيرا سلبيا على بلدنا. ومن أجل معالجة هذه المشكلة وضمان إمدادات مياه كافية، فإن اعتماد تكنولوجيات إعادة استخدام المياه المستعملة هي إحدى الحلول الفعالة والمكيفة لتغير المناخ. والهدف من هذا العمل هو تشخيص المشاكل التي صادفتنا على مستوى محطة المعالجة في منطقة مسرى بولاية مستغانم، ثم شرعنا بعد ذلك في تغيير حجم المنشآت الهيدروليكية من أجل تحسين كفاءة المحطة وتلبية الطلب على مياه الري في المنطقة

**الكلمات المفتاحية:** الإجهاد المائي - محطة معالجة مياه - إعادة استخدام المياه .

## Abstract:

Water stress has become a major global problem, affecting many countries including Algeria. In order to address this problem and ensure adequate water supply, the adoption of wastewater reuse technologies is one of the effective and adapted solutions to climate change. The objective of this work is to diagnose the problems encountered at the level of the treatment plant of the region of Mesra (w: Mostaganem), to proceed, thereafter, the resizing of the hydraulic installations in order to improve the efficiency of the station and to satisfy the demand for irrigation water in the region.

**Keywords:** Water stress – wastewater treatment plant – reuse of wastewater.

## Résumé

Le stress hydrique est devenu un problème mondial majeur, affectant de nombreux pays y compris l'Algérie. Afin de pallier à ce problème et pour garantir un approvisionnement en eau adéquat, l'adoption des technologies de réutilisation des eaux usées compte parmi les solutions efficaces et adaptées aux changements climatiques. L'objectif du présent travail est de diagnostiquer les problèmes rencontrés au niveau de la de la station d'épuration de la région de Mesra (w : Mostaganem), de procéder, par la suite, au redimensionnement des installations hydrauliques en vue d'améliorer le rendement de la station et de satisfaire la demande en eau d'irrigation de la région.

**Mots clés :** stress hydrique – station d'épuration – réutilisation des eaux.

# Table des matières

Introduction générale : .....**Erreur ! Signet non défini.**

## 1.Présentation de la zone d'étude

Introduction.....	7
1.1 Présentation de la ville de Mostaganem .....	7
1.1.1. Situation géographique de la ville.....	7
1.1.2. Le relief .....	7
1.1.3. Situation démographique de la ville .....	8
1.2. Historique de la STEP .....	8
1.2.1 Situation géographique .....	8
1.2.2. Débit d'eau brute à l'état actuel : .....	9
Conclusion .....	9

## 2.Généralités sur les différents procédés de la filière d'épuration des eaux usées

2.1 Introduction .....	11
2.2.Définition des eaux usées : .....	11
2.2.1. Origine des eaux usées :.....	11
2.3. Caractéristiques des eaux usées :.....	12
2.3.1. Paramètres physiques : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2.3.2. Paramètres chimiques :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
2.4. Les méthodes et les différentes techniques de traitement des eaux usées :.....	14
2.4.1. Traitement classique des eaux usées (STEP) :.....	14
Relevage :.....	14
Prétraitement :.....	15
Traitement primaire : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

Traitement secondaire :.....	19
Traitement tertiaire : .....	22
Traitement des boues :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Conclusion .....	24

### **3.Description des installations et diagnostic de la STEP**

3.1. Introduction :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3.2. Origines des eaux usées :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3.3. Description et caractéristiques de la station : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
3.4. Fonctionnement de la station :.....	29
3.5. Conclusion et recommandations: .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>

### **4.Réhabilitation et redimensionnement des ouvrages de la STEP**

4.1. Introduction :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.2. Estimation des débits domestiques:.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.3. Estimation du débit des équipements : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.4. Evaluation des débits et des charges polluantes :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.5. Estimation des charges polluantes : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.6. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques de la STEP : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.6.1. Ouvrages de prétraitement : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.6.2. Traitement biologique :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.6.2.2 Clarificateur (Décanteur secondaire) :.....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
4.6.3. Traitement tertiaire : .....	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
Coclusion .....	63

### **5. Possibilités de réutilisation des eaux usées épurées**

5.1. Introduction .....	66
5.2 Principales utilisations des eaux usées épurées .....	66

5.3 Réutilisation des eaux usées dans le monde: .....	67
5.4 Réutilisation des eaux usés en Algérie .....	67
5.5: Réutilisation des eaux usées épurées dans la région de Mesra.....	68
5.6 Liste des cultures pouvant être irrigué avec les eaux usées épurées .....	69
5.7 Les normes algériennes et de l’OMS requise pour la réutilisation .....	70
5.8. Conclusion .....	72
<b>Conclusion générale :</b> .....	<b>74</b>
<b>Référence bibliographique :</b> .....	<b>75</b>

## Liste des tableaux :

<b>Tableau 4.1 :</b> Estimation de la population et du débit journalier à l'horizon 2043 .....	46
<b>Tableau 4.2:</b> Estimation des charges polluantes .....	48
<b>Tableau 4.3:</b> Espacement et épaisseurs des barreaux .....	49
<b>Tableau 4.4:</b> données de base de dimensionnement du dégrilleur grossier .....	49
<b>Tableau 4.5:</b> données de base de dimensionnement du dégrilleur moyen .....	50
<b>Tableau 4.6 :</b> Valeurs du coefficient $\beta$ des barreaux .....	50
<b>Tableau 4.7:</b> Résultat du calcul du dégrilleur fins et grossier .....	51
<b>Tableau 4.8 :</b> Valeurs proposées pour le dimensionnement du dessableur .....	51
<b>Tableau 4.9:</b> Pourcentage de MVS .....	52
<b>Tableau 4.10:</b> Résultat de dimensionnement du dessableur-déshuileur .....	53
<b>Tableau 4.11 :</b> Mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO <sub>5</sub> ) .....	53
<b>Tableau 4.12 :</b> Classes du procédé du traitement biologique à boue activée .....	54
<b>Tableau 4.13 :</b> Charge massique en fonction de $a'$ .....	56
<b>Tableau 4.14:</b> Valeurs de $\alpha$ et $\beta$ pour les différents types de traitement par boues activées	57
<b>Tableau 4.15:</b> Les valeurs moyennes des paramètres $a_m$ et $b$ .....	58
<b>Tableau 4.16:</b> Différentes valeurs des paramètres de concentration de boue .....	58
<b>Tableau 4.17:</b> Valeur du dimensionnement du bassin d'aération .....	60
<b>Tableau 4.18:</b> Valeur du dimensionnement du clarificateur .....	62
<b>Tableau 5.1 :</b> Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.....	69
<b>Tableau 5.2 :</b> Normes de réutilisation des eaux épurées par l'OMS .....	70
<b>Tableau 5.3 :</b> Normes de réutilisations algériennes des eaux épurées .....	71



## Liste des figures :

<b>Fig. 1.1 :</b> Situation géographique de la Wilaya.....	8
<b>Fig. 1.2 :</b> Situation géographique de la station de lagunage de Mesra.....	9
<b>Fig. 2.1 :</b> décanteur horizontal avec raclage des boues.....	18
<b>Fig. 2.2:</b> Décanteur cylindro-conique .....	18
<b>Fig. 2.3 :</b> décanteur circulaire avec raclage des boues .....	19
<b>Fig. 2.4:</b> Schéma simplifié d'un système à boues activées .....	20
<b>Fig. 2.5:</b> Mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel .....	22
<b>Fig. 2.6 :</b> Etape de dégradation biologique de l'azote .....	23
<b>Fig. 3.1 :</b> Origine des eaux domestiques .....	27
<b>Fig. 3.2 :</b> Descriptive des Bassins de la Station de Lagunage de Mesra .....	30
<b>Fig. 5.1:</b> Volume moyen journalier des eaux usées recyclées en m <sup>3</sup> /j (quelques pays). ....	67
<b>Fig. 5.2 :</b> Parcelle agricole d'olivier situé au sud de la STEP.....	68
<b>Fig. 5.3 :</b> Parcelle agricole d'orangers à côté de la STEP .....	69

## Liste des abréviations :

**STEP** : Station d'épuration

**DRE** : Direction des ressources en eaux

**DPSB** : Département de la programmation et du suivi budgétaires

**ONA** : Office national d'assainissement

**OMS** : Organisation mondiale de la santé

**SRAT** : Schéma régional d'aménagement du territoire

**ERU** : Eau résiduaire urbaines

**ERI** : Eau résiduaire industrielle

**MO** : Matière organique

**PH** : Potentiel hydrogène.

**DCO** : Demande chimique en oxygène

**MES** : Matière en suspension

**MVS** : Matière volatile en suspension

**DBO** : Demande biologique en oxygène

**NH<sub>3</sub><sup>+</sup>**: Ammoniac

**NO<sub>3</sub><sup>-</sup>**: Nitrate

**NO<sub>2</sub><sup>-</sup>**: Nitrite

**UV**: Ultraviolet

**Kw**: Kilo Watts

**Kva** : Kilovoltampères

**Dot** : Dotation

**ΔH** : Perte de charge

**R** : rendement épuratoire

**NB**: Nota bene

**Ha** : Hectares.

# **INTRODUCTION GENERALE**

---

---

## Introduction générale :

L'eau est une ressource naturelle vitale qui est indispensable à la survie de toutes les formes de vie sur notre planète. Cependant, malgré son importance cruciale, elle est également une ressource extrêmement limitée dans la nature. Selon le centre d'information sur l'eau environ 97,5 % de toute l'eau sur Terre est salée et se trouve dans les océans, rendant cette eau inutilisable pour la consommation humaine et les besoins agricoles. Seulement 2,5 % de l'eau disponible sur Terre est de l'eau douce.[1] Donc l'eau joue un rôle vital dans de nombreux aspects de notre quotidien. Cependant, cette petite fraction d'eau disponible est directement liée pour répondre à une consommation humaine, aux progrès technologiques, la croissance démographique rapide et l'agriculture intensive, la demande en eau n'a cessé d'augmenter avec une quantité d'eau qui est très limitée dans la nature. L'expansion industrielle a conduit à une forte demande en eau pour les processus de fabrication et les activités de production. Dans le même temps, la population mondiale continue de croître, augmentant ainsi les besoins en eau potable pour la consommation humaine et cela par l'irrigation qui est le secteur qui consomme le plus d'eau dans le monde à 70%. Face à ces défis, l'épuration de l'eau est devenue à la fois un avantage et une nécessité et cela se traduit par deux axes majeurs qui sont la protection de l'environnement et la réutilisation de l'eau épurée dans certaines activités.

Le but de ce travail est de faire un diagnostic du système épuratoire de Mesra situé dans la wilaya de Mostaganem pour identifier les problèmes rencontrés au niveau de la STEP afin d'améliorer son rendement, vu l'ancienneté de la station d'épuration et l'expansion démographique de la région.

Dans notre travail nous aborderons les chapitres suivants :

-Le premier chapitre contiendra une présentation de la zone d'étude détaillant la localisation, superficie, l'équivalent population ...etc.

-Dans le deuxième chapitre on va aborder les différentes techniques d'épuration des eaux usées

-Le troisième chapitre traitera le dimensionnement de base, l'état des installations et leurs caractéristiques et diagnostic de la station par le biais d'une :

- Analyse des capacités nominales et réelle

- Fonctionnement

- Exploitation et entretien

-le quatrième chapitre sera consacré au redimensionnement des ouvrages hydrauliques de la station d'eaux usées et la dernière partie du travail consiste en l'étude de la possibilité de réutilisation des eaux usées pour l'irrigation des parcelles avoisinantes à partir de la STEP.

## **Chapitre 1**

---

---

### *Présentation de la zone d'étude*

### Introduction :

Au sein de ce chapitre nous allons présenter la ville de Mostaganem sur le plan géographique ainsi la situation de la station d'épuration en évoquant son position, les informations et données de base.

### 1.1. Présentation de la ville de Mostaganem :

#### 1.1.1. Situation géographique :

(Source : SRAT)

La wilaya de Mostaganem est située au nord de l'Algérie. Elle s'étend sur une superficie de 2 269 Km<sup>2</sup> et est distante de 365 Km de la capitale Alger et de 80 Km la ville d'Oran.

Limites géographiques : La wilaya de Mostaganem est limitée :

- Au nord, par la mer Méditerranée ;
- A l'est, par la wilaya de Chlef
- Au sud-est, par la wilaya de Relizane
- A l'ouest, par la wilaya d'Oran ;
- Au sud-ouest, par la wilaya de Mascara.[2]



Figure 1.1 : Situation géographique de la Wilaya.[3]

#### 1.1.2. Le relief :

Les limites de la wilaya de Mostaganem sont inscrites entièrement dans le littoral oranais dont elle comprend les principales caractéristiques. En effet, elle chevauche sur plusieurs unités physiques plus ou moins homogènes :

- Une zone montagneuse située à l'Est qui correspond aux monts du Dahra ;
- Une zone de plateau, celui de Mostaganem ;
- Deux unités de plaines : la première, à l'Est, au contact du Dahra de part et d'autre de la vallée du Chélif. La seconde, à l'Ouest, au pied du plateau à cheval sur les marais de la Macta. [2]

### 1.1.3. Situation démographique :

- ACL (Urbaine) : 406 190 habitants soit 45%
- Agglomérations secondaires et zones éparses : 485 975 habitants au nombre de 590 Douars soit 55%

Population : 892 168 hab

Dairas et Communes : 10 dairas et 32 communes

## 1.2. Historique de la STEP :

### 1.2.1. Situation géographique :

La station, mise en service en Décembre 2013, est située à environ 1 Km au Sud-Ouest du centre-ville de la Daïra de Mesra et à environ 12 Km du chef-lieu de la wilaya. Elle est repérée par les coordonnées suivantes :

X 0° 10' 11''

Y 35° 50' 14'' elle occupe une surface de 6.8 hectares (Fig1.1).



Fig. 1.2 : Situation géographique de la station de lagunage de Mesra

### 1.2.2. Débit d'eau brute à l'état actuel :

La station d'épuration a été conçue pour un horizon de 10 ans avec un équivalent habitant de

## Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude

---

18 000 hab. avec un débit nominale 1400 m<sup>3</sup>/j mais due à une grande expansion démographique dans la région (construction de nouvelles cités pour habitation) le débit avoisine 3000 m<sup>3</sup>/j

(Par méthode volume/temps). La STEP regroupe deux agglomérations :

La commune de Mesra avec une population de : 20437 Hab.

Et la commune de Ain Sidi Chérif avec une population de : 6290 Hab.

[2022, Source : DRE Mostaganem]



## **Chapitre2**

---

---

*Généralités sur les différents procédés de la  
filière d'épuration des eaux usées*

## 2.1. Introduction :

L'épuration de l'eau est un processus essentiel qui vise à éliminer les contaminants les impuretés présentes dans l'eau, rendant ainsi l'eau traitée conforme aux normes de rejet dans la nature ou bien pour être réutilisée dans diverses applications industrielles et agricoles. L'importance de l'épuration de l'eau réside dans sa contribution vitale à la santé publique, à la préservation de l'environnement et à la garantie d'un approvisionnement en eau propre et durable pour les générations actuelles et futures. Les techniques d'épurations des eaux usées ont connu beaucoup de changements en matière d'innovation, on peut classer ces techniques qui diffèrent l'une de l'autre par rapport au :

- 1) Climat qui influence le rendement du système épuratoire (exemple facteur température, l'humidité, le pH etc...)
- 2) Démographie : le nombre de population affecte le type d'épuration adéquat
- 3) La superficie
- 4) Facteur économique

Et d'autre facteur qui jouent un rôle sur le choix de la technique d'épuration.

## 2.2. Définition des eaux usées :

On appelle eaux usées toutes eaux polluées. Polluées dans ce contexte veut dire souillées par des activités humaines. Les activités humaines englobent énormément de choses: un bain, une chasse d'eau, une production industrielle, etc... [4]

### 2.2.1. Origine des eaux usées :

Les eaux usées se divisent en deux grandes catégories : les eaux résiduaires urbaines (ERU) et les eaux résiduaires industrielles (ERI).[5]

#### 2.2.1.1. Eaux résiduaires urbaines :

Ces eaux regroupent :

- **Les eaux domestiques** : qui sont produites par les activités quotidiennes dont on note la cuisine, la salle de bain qui contiennent un taux élevé de graisses, huiles ainsi que les produits chimiques tels que les détergents, les solvants et les eaux vannes chargés en matière organique MO et contenant des matières fécales et de l'urine et des agents pathogènes comme bactéries, des virus, des parasites etc...
- **Les eaux de ruissellement** : sont constituées par l'ensemble des eaux de pluie. Ce sont des eaux issues du ruissèlement des toitures, terrasses, parkings, des voies de circulation, et des gouttières. Elles sont riches en Matière En Suspension et en DCO,

elles contiennent aussi des bactéries associées aux poussières, aux particules d'argile déposées sur les toits et les rues.

### 2.2.1.2. Eaux résiduaires industrielles (ERI) :

Les industries en général sont des grands consommateurs d'eau pour les procédés de refroidissement, fabrication, traitement ou de nettoyage. Les caractéristiques de ces eaux varient d'une industrie à l'autre. En plus de matières organiques, azotées ou phosphorées, elles peuvent également contenir des produits toxiques, des solvants, des métaux lourds, des micropolluants organiques et des hydrocarbures.

Les principaux polluants transitant dans les eaux usées d'origine industrielle sont :

- Les métaux toxiques,
- Les matières colorées,
- Les huiles et graisses,
- La pollution organique. Etc...

## 2.3. Caractéristiques des eaux usées :

### 2.3.1. Paramètres physiques :

- **Température** : La mesure de la température de l'eau avec une bonne précision est importante. Elle influence grandement la solubilité des sels et des gaz, ainsi que la détermination du pH de l'eau usée.
- **Matière En Suspension (MES)** : La pollution particulaire est due à la présence de particules de grande taille non dissoutes, supérieure à 10 $\mu$ m, en suspension dans l'eau, et que l'on peut assimiler aux matières en suspension (MES). MVS : Matières Volatiles en Suspension. Partie biodégradable de MES.[6]
- **Turbidité** : On appelle l'eau turbide ou trouble l'eau qui n'est pas claire et cela est due à la présence de MES.
- **Couleur** : Le degré de clarté d'une eau est proportionnellement lié au degré de pureté/impureté de cette eau. La couleur de l'effluent diffère généralement selon l'origine de eaux usées. Surtout pour les ERI.

### 2.3.2. Paramètres chimiques :

- **Potentiel d'Hydrogène (pH)** :

La mesure du PH traduit l'acidité, la neutralité ou l'alcalinité des eaux rejetées. Cette mesure

est primordiale pour tout type d'effluents. Pour assurer un traitement efficace des eaux usées, il est essentiel de surveiller et d'ajuster le pH de manière appropriée. Les valeurs cibles du pH peuvent varier en fonction du type de traitement des eaux usées et l'origine de ces effluents.

- **Conductivité électrique :**

La salinité totale de l'eau, exprimée en unités de conductivité électrique. La conductivité électrique de l'eau est mesurée en milli-siemens (mS) ou micro-siemens ( $\mu$ S) par centimètre (cm) et reflète la capacité de l'eau à conduire le courant électrique en raison de la présence d'ions dissous. En général, plus la salinité de l'eau est élevée, plus sa conductivité sera élevée.

- **La Demande Biochimique en Oxygène (DBO5) :**

La Demande Biochimique en Oxygène à 5 jours (DBO5) est un paramètre utilisé pour évaluer la pollution organique des eaux. Elle mesure la quantité d'oxygène nécessaire pour dégrader biologiquement la matière organique présente dans un échantillon d'eau pendant une période de 5 jours, à une température de 20°C. La DBO5 est exprimée généralement en milligrammes d'oxygène par litre (mg/L) ou en parties par million (ppm).

La formule pour calculer la DBO à un instant t :

$$DBO_t = DBO_{ultime} (1 - e^{-Kt})$$

$DBO_t$  : quantité d'oxygène consommée ou DBO exercée au temps t

$DBO_{ultime}$  : quantité d'oxygène consommée par la réaction, limitée à l'oxydation carbonée.

K : constante cinétique moyenne, pour les eaux usées sa valeur est de l'ordre de 0,2 J<sup>-1</sup>. [5]

- **La Demande Chimique en Oxygène (DCO) :**

C'est la quantité d'oxygène nécessaire pour la dégradation de la matière organique (MO) et sels minéraux par voie chimique.

- **L'azote :**

L'azote présent dans l'eau peut avoir un caractère organique ou minéral. L'azote organique est principalement constitué par des composés tels que des protéines... Le plus souvent ces produits ne se trouvent qu'à de très faibles concentrations. Quant à l'azote minéral (ammoniaque, nitrate, nitrite), il constitue la majeure partie de l'azote total. [6]

- **Le Phosphore :**

Dans le contexte des eaux usées, le phosphore est une composante importante et problématique en raison de son rôle dans l'eutrophisation tout comme l'azote.

L'origine du phosphore dans les eaux usées est déduite de la connaissance des sources de phosphore naturel et de son utilisation. Elle est multiple (Villebrun, 1989). Le phosphore provient :

- du métabolisme humain : un homme excrète entre 1 et 2 grammes de P par jour. Il s'agit de l'apport principal en phosphore dans les cours d'eau (Dernat *et al.*, 1994) ;
- des produits lessiviels et de nettoyage : 1 à 2 grammes de P par jour et par habitation (en diminution) ;
- des rejets industriels : les effluents d'industries agro-alimentaires, d'abattoirs, de laverie industrielles, d'industries de traitement de surface et d'industries chimiques spécialisées. Ils véhiculent une quantité de composés phosphorés à peu près équivalente à celle des eaux usées domestiques, pour des régions relativement urbanisées ;
- les rejets agricoles ou d'origine naturelle sont retenus dans les sols et ne se retrouvent pas dans les eaux usées. Les eaux de surface peuvent éventuellement en contenir en raison de l'érosion et du ruissellement entraînant des particules de sol dans les cours d'eau.[7]

On note aussi l'existence de phénomène **d'eutrophisation** : c'est un phénomène qui se produit dans les lacs et rivières quand elle devient excessivement enrichie en nutriments, en particulier en azote et en phosphore. Cette augmentation des niveaux de nutriments stimule la croissance excessive des plantes aquatiques, comme les algues, ce qui peut entraîner une série de conséquences dommageables pour l'écosystème comme l'obstruction du passage des rayons solaires et l'oxygène aux profondeurs du milieu aquatique ce qui provoque la dégradation de la faune et la flore dans le cours d'eau. [7]

### **2.3.3. Paramètres Bactériologiques :**

Les paramètres bactériologiques sont des indicateurs importants pour évaluer la qualité microbiologique des eaux usées. Ils mesurent la présence et la concentration de micro-organismes, tels que les bactéries, les virus et les parasites, qui peuvent être pathogènes pour la santé humaine et l'environnement.

## **2.4. Les méthodes et les différentes techniques de traitement des eaux usées :**

### **2.4.1. Traitement classique des eaux usées (STEP) :**

#### **2.4.1.1. Relevage :**

Les stations de relevage ont un rôle essentiel dans les systèmes de collecte et de traitement des

eaux usées. Leur fonction principale est de transporter les eaux usées depuis des zones basses vers des zones plus élevées où elles sont traitées.

➤ **Prétraitement :**

Le prétraitement comprend un ensemble de processus et d'opérations visant à éliminer ou réduire les substances nuisibles et les matières solides présentes dans les eaux usées avant leur passage dans les étapes de traitement ultérieures pour pas nuire aux équipements hydrauliques d'épuration et garder un bon rendement.

Le prétraitement contient plusieurs techniques d'éliminations :

➤ **Dégrillage :**

Le dégrillage consiste à séparer les éléments grossiers charriés par l'eau brute, en faisant passer l'effluent d'entrée à travers des barreaux à écartements bien déterminés.

Il existe deux types majeurs de dégrilleur fréquemment utilisés :

• **Dégrilleur manuel :**

Les grilles manuelles sont composées de barreaux droits en acier, de section cylindrique ou rectangulaire. Ces grilles sont réservées aux petites installations (nombre d'habitant < 2000 Eqhab), barreaux inclinés de 60 à 80° sur horizontale dans le cas où le débit d'effluent est important. Le nettoyage se fait manuellement et quotidiennement.[8]

• **Dégrilleur automatique :**

Portant le même principe qu'une grille manuel elle est utilisé pour des grands quantités d'effluents avec un système de relevage automatique des déchets après un certain temps

➤ **Tamissage :**

Le tamissage assure un dégrillage poussé par filtration des eaux brutes sur toile, treillis ou tôle perforée, à mailles plus ou moins fines. On distingue classiquement, selon la dimension des mailles de la toile, le macrotamissage, qui est destiné à retenir les particules supérieures à 200 µm et le microtamissage, qui retient les particules plus petites. Le macrotamissage est souvent utilisé dans le prétraitement de certaines eaux résiduaires industrielles, pour séparer des matières flottantes diverses, des débris végétaux et animaux et les fibres comme dans l'industrie papetière.[9]

➤ **Dessablage :**

Cette étape a pour but d'éliminer les sables, les graviers et les matières lourdes présents dans les eaux usées.

Lorsque les eaux usées entrent dans le dessableur, la vitesse d'écoulement est ralentie, ce qui

permet aux particules lourdes, telles que les sables et les graviers, de se déposer au fond du réservoir. Ces matières plus lourdes sont ensuite retirées du fond du réservoir et éliminées, tandis que les eaux usées clarifiées sont dirigées vers les étapes de traitement primaire et secondaire. Le dessablage est essentiel pour éviter l'abrasion et les dommages causés par les particules de sable et de gravier sur les pompes, les canalisations et les équipements hydraulique d'épuration.

➤ **Dégraissage déshuilage :**

Ces deux procédés visent à éliminer les graisses, les huiles et les matières flottantes présentes dans les eaux usées.

Le déshuilage-dégraissage se rapporte à l'extraction de toutes les matières flottantes d'une densité inférieure à celle de l'eau. Ces matières sont de natures très diverses et leurs quantités s'estime par la mesure des « matières extractibles par solvants ». La teneur des eaux usées en matières extractibles est de l'ordre de 30 à 75 mg/L.[5]

**Remarque :** On peut inclure d'autre procédés dans le prétraitement des eaux usées comme :

- **Bassin de stockage :** à but d'emmagasiner les eaux usées généralement pour les STEP à grands débit ou pour les industries pour garder une monotonie de production avec un débit et un rendement régulier.
- **Bassin de neutralisation :** afin de garder le PH dans les normes d'épuration (6.5-8.5), généralement utilisé pour les STEP industrielles ex : papeteries.

### 2.4.1.3. Traitement primaire :

➤ **Décantation classique :**

La décantation se fait par un processus de séparation des matières solides du liquide avec une vitesse du flux qui ralentit, permettant aux particules solides plus lourdes de se déposer au fond du décanteur. Ces matières solides, appelées boues primaires sont dirigé vers la filière de traitement de boue.

Généralement le décanteur primaire élimine entre 30 à 35% de DBO<sub>5</sub>, et 60% de MES.[9]

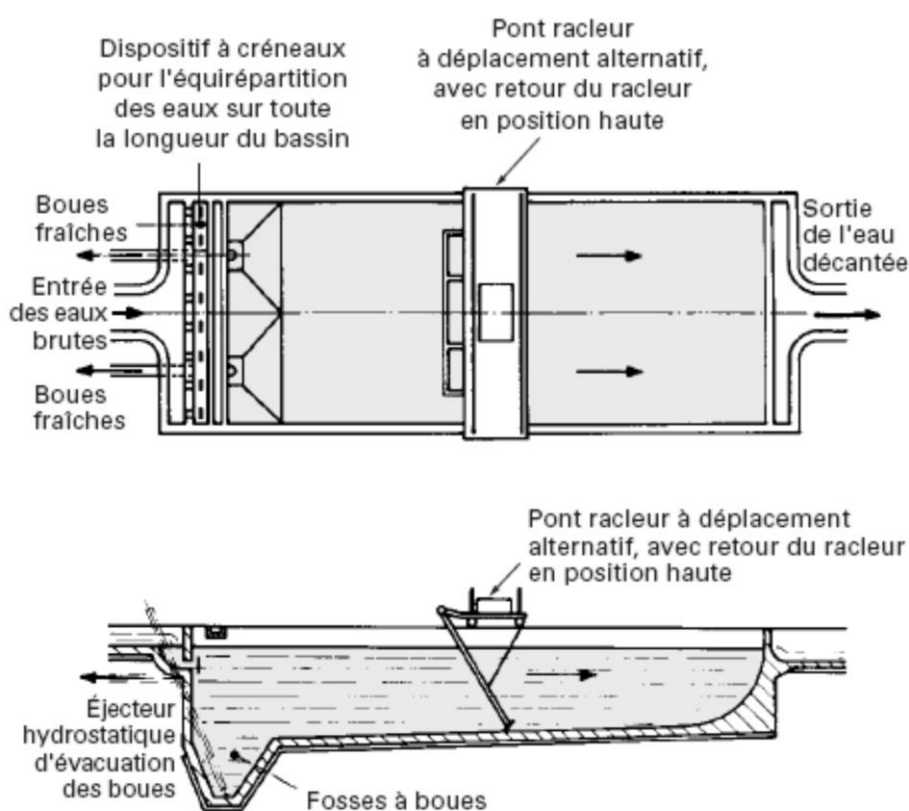
En pratique courante,  $v$  est comprise entre 1 et 2 m/h sur la pointe de débit  $Q$  de temps sec (hors période de pluie). À partir de cette vitesse ascensionnelle, la surface  $S$  des bassins est déterminée par :

$$S \text{ (m}^2\text{)} = \frac{Q \text{ (m}^3\text{/h)}}{v \text{ (m/h)}} \quad [8]$$

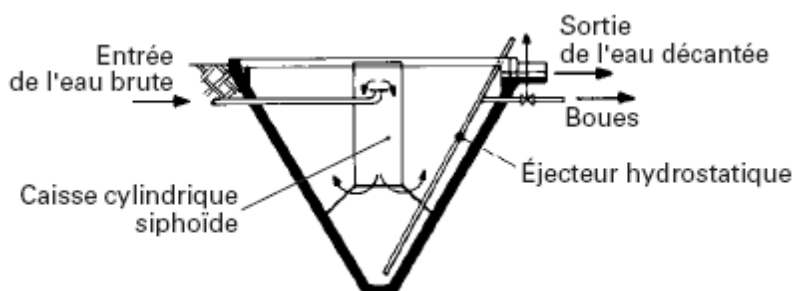
Il existe de nombreux types de décanteurs classiques qui se distinguent, d'une part d'après le sens d'écoulement des eaux et, d'autre part, d'après les dispositions adoptées pour l'évacuation des boues :

- décanteur horizontal avec raclage des boues (Fig. 2.1) ;
- décanteur cylindro-conique ordinaire (Fig. 2.2) ;
- décanteur circulaire avec raclage des boues (Fig. 2.3).

Le raclage s'effectue au moyen d'un pont racleur qui entraîne une ou plusieurs lames poussant les boues vers une ou plusieurs trémies.[5]



**Fig. 2.1-** décanteur horizontal avec raclage des boues[5]



**Fig. 2.2-** Décanteur cylindro-conique[5]





**Fig. 2.3-** décanteur circulaire avec raclage des boues.[10]

➤ **Décanteur lamellaire :**

Ce décanteur utilise des plaques inclinées (lamelles) pour augmenter la surface de décantation, améliorant ainsi l'efficacité du processus de décantation. Convient aux applications où l'espace est limité exemple (laboratoire de recherche).

➤ **Traitement physico-chimique :**

La décantation avec un traitement physico-chimique (coagulation/floculation) permet d'éliminer environ 75% de DBO<sub>5</sub> et de DCO et 90 % de MES. [9]

➤ **Coagulation:**

A pour but de déstabiliser les particules en suspension pour faciliter leur agglomération. En pratique, elle consiste à ajouter des réactifs en agitation rapide pendant 1 à 2min[11]

Ces coagulants réduisent le potentiel zêta des particules colloïdales ce qui permet la floculation.

Quelques coagulant qui peuvent être utilisés :

- Sulfate d'aluminium  $Al_2(SO_4)_3$
- Chlorure ferrique
- Chaux
- Sels minéraux
- Polymères synthétique (anionique si le colloïde est de charge positive ou bien neutre)
- etc...

➤ **Flocculation:**

La flocculation a pour objectif de favoriser, à l'aide d'un mélange lent, les contacts entre les particules déstabilisées. Ces particules s'assemblent pour former un floc qu'on peut facilement éliminer par le procédé de décantation.[6]

➤ **Filtration:**

La filtration est un procédé de séparation dans lequel on fait percoler un mélange solide-liquide à travers un milieu poreux (filtre) qui idéalement retient les particules solides et laisse passer le liquide (filtrat).[12]

**2.4.1.4. Traitement secondaire (biologique) :**

Le but du traitement secondaire est d'éliminer la matière organique par l'intervention des bactéries, certains traitements se basent sur la capacité des micro-organismes à oxyder la matière minérale ( $\text{NH}_3$ ), DCO et la DBO.[13]

➤ **Traitement par boues activées (cultures libres) :**

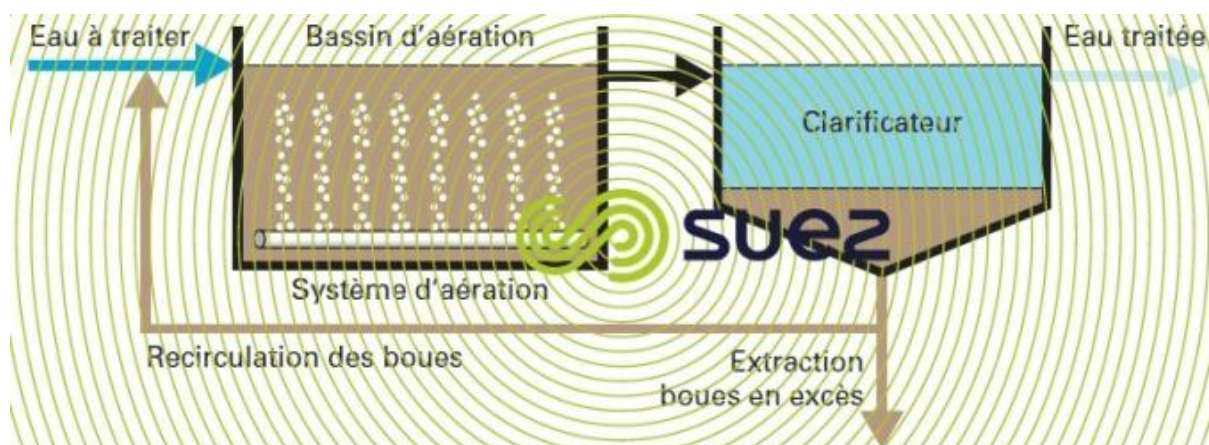
Ce principe d'épuration repose sur la dégradation aérobie de la pollution par mélange des micro-organismes épurateurs et d'effluent à traiter. Ce procédé est aujourd'hui utilisé dans la majorité des stations de capacité supérieure à 1 000 équivalents habitants.[8]

Comme la Fig. 2.4 ci-dessous le montre : le traitement par boue activées se compose d'un

-bassin d'aération avec des aérateurs et un brasseur

- clarificateur (décantation secondaire)

- conduite de recirculation



**Fig. 2.4-** Schéma simplifié d'un système à boues activées. [14]

➤ **Lit bactérien (culture fixée) :**

Cette technique consiste à faire supporter les micro-organismes épurateurs par

des matériaux poreux ou caverneux. L'eau à traiter est dispersée en tête de réacteur, traverse le garnissage et peut être reprise pour une recirculation. Dans les lits bactériens (ou filtres bactériens ou bio-filtre), la masse active des micro-organismes se fixe sur des supports poreux inertes ayant un taux de vide d'environ 50% (minéraux, comme la pouzzolane et le coke métallurgique, plastiques, les roches volcaniques, les cailloux) à travers lesquels on filtre l'effluent à traiter.[15]

La classification des lits bactériens se fasse à partir de la charge hydraulique ( $\text{m}^3 \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$ ).

➤ **Lit immergé fixé (biofiltre) :**

Les biofiltres se présentent comme des filtres garnis en matériau de granulométrie suffisamment faible pour obtenir un effet de filtration efficace. Le matériau sert simultanément de support à la biomasse fixée. L'oxygène nécessaire à la biomasse pour la dégradation de la pollution est apporté par insufflation d'air dans le biofiltre. Lors du fonctionnement, le biofiltre se colmate progressivement du fait du développement de la biomasse et des matières en suspension retenues. Des lavages périodiques sont donc nécessaires. Ils sont déclenchés par une horloge ou par une détection de perte de charge. Ces lavages sont effectués habituellement la nuit, lors des creux de charges hydrauliques et polluantes. Ils sont réalisés à l'air et à l'eau suivant différentes phases, l'eau de lavage est de l'eau épurée stockée dans une bêche. [8]

➤ **Disque biologique :**

L'eau usée, préalablement décantée, alimente un ouvrage dans lequel des disques fixés sur un axe sont mis en rotation à vitesse lente. Sur ces disques biologiques en plastique se développe alors un film bactérien. Lors de leur émergence, ces bactéries prélèvent l'oxygène nécessaire à leur respiration et lors de l'immersion, elles absorbent la pollution dissoute dont elles se nourrissent.[6]

➤ **Procédés extensifs :**

• **Lagunage :**

Procédé naturel qui consiste à acheminer les eaux usées vers un bassin de telle sorte que ces eaux usées subissent une action auto-épuratrice. Après un décanteur l'eau est transférée par des conduites souterraines vers d'autres bassins appelés bassins de rétention qui peuvent être aérobiques ou anaérobiques.

Les plantes aquatiques sont ici utilisées comme support aux colonies bactériennes, assurant l'épuration efficace de l'eau qui traverse lentement les colonies végétales installées.[6]

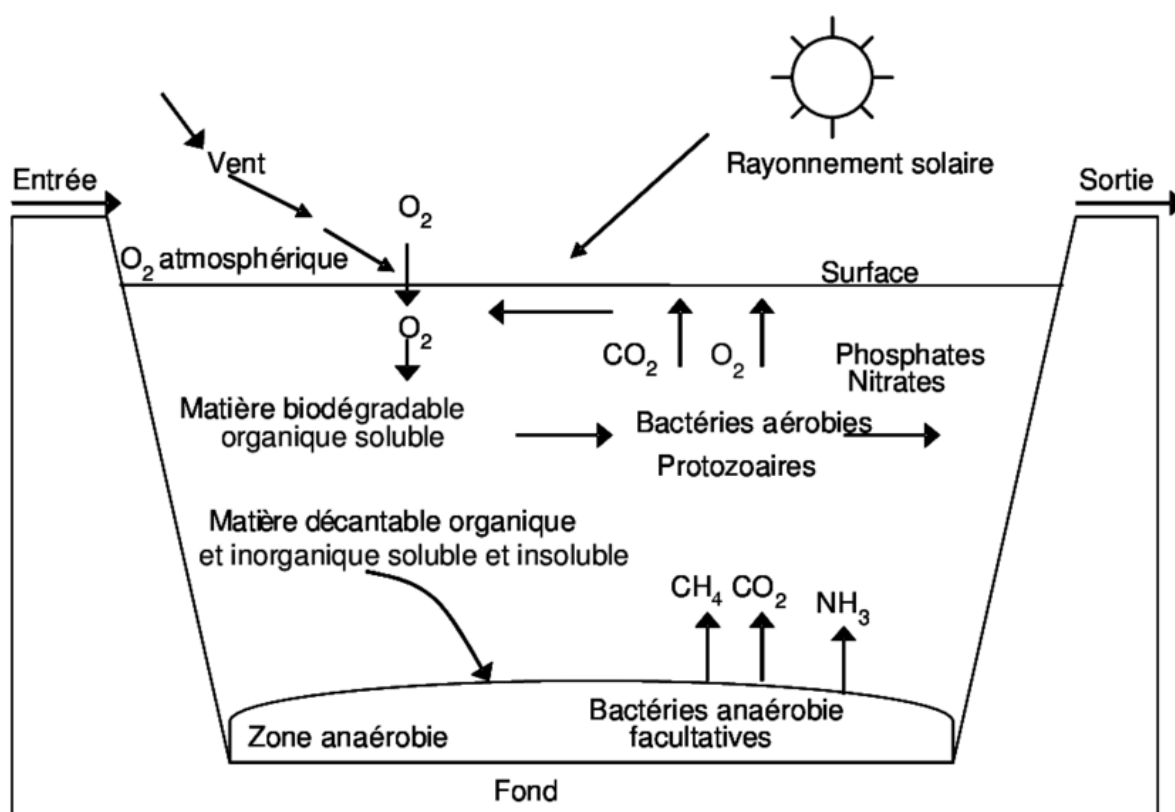
Les types de lagunages sont :

- Lagunage naturel (à microphyte) qui combine les algues et des bactéries
- Lagunage à macrophyte (phytoépuration) qui utilise largement le roseau
- lagunage aéré par une oxygénation mécanique par un aérateur de surface.[13]

- **Lagunage naturel :**

C'est un procédé de traitement biologique des eaux usées se faisant dans des bassins où est maintenue une tranche d'eau de 0,8 à 1,5 m.

Les microphytes qui sont des algues, les petits animaux (protozoaires, rotifères, crustacés) et les bactéries en présence d'oxygène, transforment les charges polluantes et stabiliser les boues. [12]



**Fig. 2.5-** Mécanismes en jeu dans les bassins de lagunage naturel. [12]

- **Lagunage aéré :**

Dans un premier bassin, des bactéries interviennent pour éliminer les déchets (la matière organique) et les transformer en sels minéraux et en gaz. Par la suite, dans un deuxième bassin, ces produits sont récupérés par les plantes pour permettre leur développement.

Celles-ci vont alors produire de l'oxygène (par photosynthèse). Les micro-algues (phytoplancton) seront consommées dans les derniers bassins par le zooplancton (animaux Microscopiques). A la fin de cette étape (80 jours environ après l'entrée dans le premier bassin),

les eaux sont aptes à être rejetées dans le milieu naturel. [4]

#### 2.4.1.5. Traitement tertiaire :

Le traitement tertiaire des eaux usées est la troisième étape d'un processus de traitement des eaux usées, qui vise à éliminer les polluants comme la DCO dure, la couleur l'odeur etc... restants après les phases de traitement primaire et secondaire. Ce traitement vise réduire la charge polluante aux normes de rejet ou aux normes de réutilisations.

Ce traitement comprend plusieurs procédés d'épuration on note :

➤ **Traitement d'azote :**

• **Nitrification:**

Il s'agit du cycle biologique de transformation des azotes réduits dans la forme oxydée nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). Les micro-organismes jouent un rôle majeur dans ce procédé. La nitrification se fait en deux étapes, la transformation de l'ammoniac en nitrite par oxydation, puis l'évolution du nitrite ( $\text{NO}_2^-$ ) en nitrate ( $\text{NO}_3^-$ ). On parle de nitritation puis de nitratisation.[16]

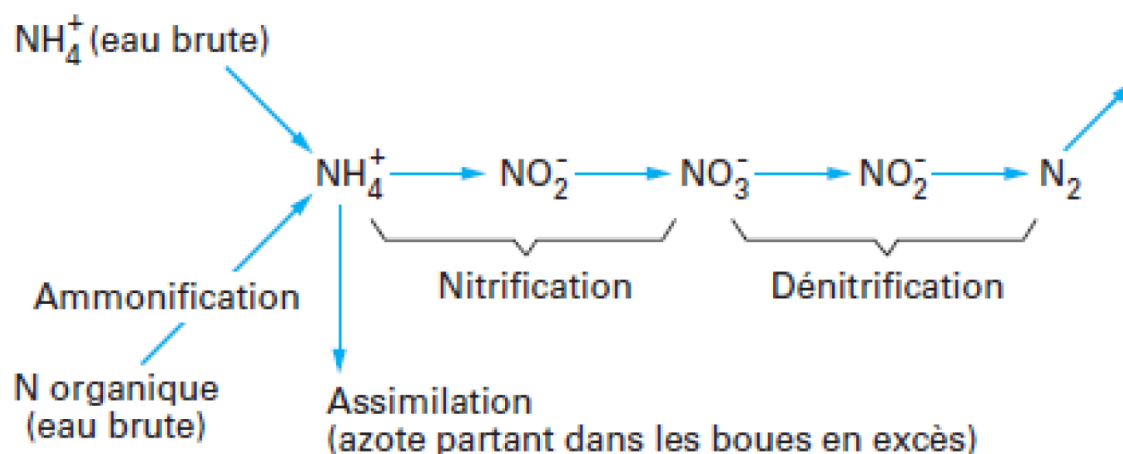


Fig. 2.6- Etape de dégradation biologique de l'azote.[9]

• **Dénitrification :**

La dénitrification se fait généralement dans le même bassin que la nitrification par syncopage (arrêt de l'aération, phase anoxie). Cette étape a pour but de protéger le milieu naturel.[6]

Il existe des cas où la dénitrification se fait dans un bassin distinct (bassin d'anoxie) :

Dans cette configuration, la dénitrification est réalisée dans un bassin distinct, non aéré, placé en amont du bassin d'aération. L'apport de nitrates est assuré par la boucle de recirculation des boues depuis le clarificateur ainsi que par une boucle de recirculation dite « de la liqueur mixte » allant du bassin d'aération vers la zone d'anoxie.[9]

➤ **Traitement du phosphore :**

Par voie biologique : il est basé sur une succession de phases anaérobique et aérobie avec un rendement moins bon que le traitement du physico-chimique du phosphore.[13]

Le traitement du phosphore par voie physicochimique consiste à « piéger » le phosphore dissous sous forme particulaire. Ce changement de phase a lieu au contact de cations (ions calcium, magnésium ou ferriques) apportés soit par les eaux usées (précipitation naturelle), soit par ajout de réactifs à base de fer, d'aluminium ou de chaux (précipitation forcée).[7]

• **Désinfection :**

Ce procédé vise à réduire la concentration de germes pathogènes dans les effluents avant rejet dans l'environnement ou pour réutilisation.[13]

Il existe plusieurs techniques de désinfection dont on note :

- Chloration
- Rayon UV
- Ozonation
- Filtration

Certaines techniques de désinfections sont aussi techniques qui permettent la réduction de la DCO dure (la DCO qui résiste au traitement primaire et secondaire) comme l'ozonation et les rayons UV et d'autres procédés comme le charbon actif qui est très efficace.

Et d'autres procédés comme l'infiltration percolation, traitement par jardin filtrant et les techniques de traitement extensives comme le lagunage peuvent être des traitements tertiaires

**2.4.1.6. Traitement des boues :**

- **Épaississement des boues :** ce procédé permet d'éliminer 60 à 85% d'eau.[13]
- **Stabilisation :** Les boues de stations, en grande proportion à caractère organique, sont instables. La stabilisation vise donc à réduire le taux de matières organiques de manière à empêcher ou tout du moins limiter les fermentations. Cette stabilisation est inutile pour les systèmes à boues activées en aération prolongée, et de lagunage naturel. [5]
- **Conditionnement :** les boues épaissies et stabilisées sont toujours très liquides et contiennent une fraction importante de matières colloïdales ce qui rend leur déshydratation difficile, donc Il est nécessaire de rompre cette stabilité colloïdale afin de libérer l'eau et conditionner la boue pour la déshydratation mécanique. On regroupe sous le terme « conditionnement » les différentes opérations permettant la rupture de la structure colloïdale. Les techniques les plus utilisées sont le conditionnement thermique et le conditionnement chimique qui est largement plus utilisé, il consiste à ajouter des

réactifs qui déstabilisent les colloïdes et provoquent la coagulation/floculation de la suspension.[9]

- **Déshydratation (séchage)** : il existe plusieurs types comme le filtre à bande, filtre presse et la centrifugeuse qui séparent la phase liquide de la phase solide.
- **Incinération /valorisation agricole.**

**Conclusion:**

Afin de minimiser les risques pour la santé publique et préserver l'intégrité de l'environnement ainsi que la qualité des ressources en eau en évitant la pollution, une solution efficace consiste à établir une station d'épuration. Cette installation permet de traiter les eaux usées de manière à les purifier avant leur retour dans le milieu naturel. Et cela se fasse par une détermination efficace de la filière d'épuration nécessaire en exposant tous les aspects théoriques sur ces différents types d'épurations des eaux usées.

## **Chapitre3**

---

---

*Description des installations et diagnostic de la STEP.*



### 3.1. Introduction :

Dans ce chapitre, nous aborderons la description des installations et ouvrages de la station de lagune, en examinant en détail leurs fonctionnements et également son diagnostic, une étape cruciale pour évaluer son efficacité, son rendement et son impact sur l'environnement. Nous examinerons les méthodes et les outils utilisés pour évaluer les performances de la STEP et on déduira les recommandations nécessaires à prendre concernant la lagune. En résumé, ce chapitre servira de fondement essentiel pour notre mémoire, en nous aidant à comprendre en profondeur le fonctionnement de la la lagune, tout en jetant les bases nécessaires pour évaluer son efficacité et proposer des améliorations potentielles.

### 3.2. Origines des eaux usées :

Suivant l'origine des eaux polluantes arrivées à la station de Mesra qui circulent dans un réseau unitaire : on peut distinguer :

➤ **Les eaux domestiques :**

La Fig. 3.1 résume l'origine des eaux usées domestiques :

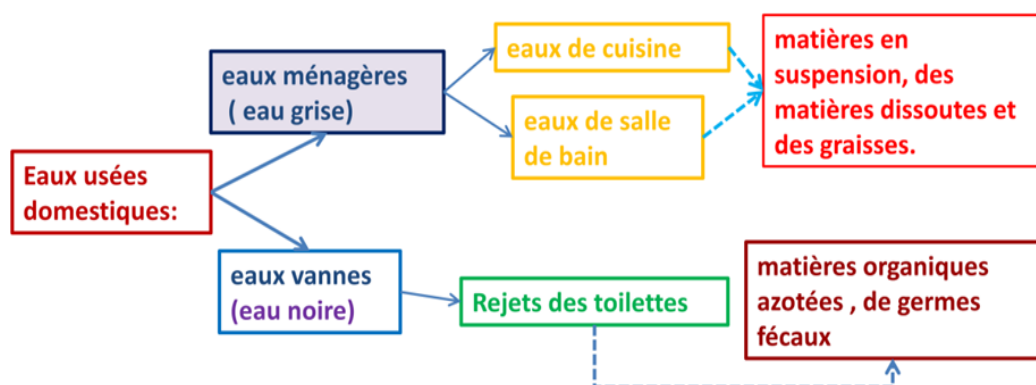


Fig. 3.1- : Origine des eaux domestiques.

➤ **Les eaux de ruissèlement :**

Elles sont constituées par l'ensemble des eaux de pluie. Ce sont des eaux issues de ruissellement des toitures, terrasses, parkings et voies de circulations. Ces eaux sont riches en matière en suspension MES et en DCO, elles contiennent aussi des bactéries associées aux poussières, aux particules d'argile déposées sur les toits et les rues.

➤ **Les eaux industrielles :**

La STEP ne reçoit pas d'eaux provenant des usines.

**3.3. Description et caractéristiques de la station :**

➤ **Prétraitement :**

Les eaux brutes subissent à l'arrivée de la station d'épuration un certain nombre d'opérations mécaniques ou physiques destinées à extraire le maximum d'éléments dont la nature et la dimension constituerait un gêne pour un traitement ultérieur. Ces opérations sont le dégrillage, déshuilage et dégraissage.

• **Dégrillage :**

Il existe 02 dégrilleur, le premier est un dégrilleur manuel et le deuxième est automatique avec une inclinaison de 60°

- Nombre d'ouvrages : **02**
- Hauteur : **0,3m**
- Largeur : **0,5m**

• **Dessablage et déshuilage :**

- Nombre d'ouvrages (Dessableur) : **02**
- Hauteur : **0,40m**
- Longueur: **3,50m**
- Largeur : **0,80m**
- Nombre d'ouvrages (Déshuileur) : **01**
- Hauteur : **1,50m**
- Longueur: **3,50m**
- Largeur : **1,50m**

➤ **Traitement biologique :**

La filière biologique de la station comprend un (1) bassin d'aération, (1) un bassin de décantation et (2) bassin de rétentions.

• **Bassin d'aération :**

Le bassin d'aération est équipé de 4 aérateurs de surface à axe vertical. Ces aérateurs sont identiques et ayant une puissance nominale de **55 Kw**.

- Nombre de bassins : **01**

- Longueur :**70m**
- Largeur :**60m**
- Hauteur d'eau :**2m**
- Volume :**10 000 m<sup>3</sup>**

- **Bassin de décantation :**

Le décanteur assure la séparation des boues entraînées par l'effluent traité issu des bassins d'aération.

- Nombre debassins :**01**
- Longueur :**63m**
- Largeur :**60m**
- Hauteur d'eau:**2m**
- Volume :**4 300 m<sup>3</sup>**

- **Bassins de rétention :**

Ce bassin est caractérisé comme suit :

- Nombre de bassins :**02**

Le 1<sup>er</sup> bassin :

- Longueur :**140m**
- Largeur :**40m**
- Hauteur d'eau :**1m**

Le 2<sup>eme</sup> bassin :

- Longueur :**140m**
- Largeur :**65m**
- Hauteur d'eau :**1 m**

➤ **Principaux ouvrages et équipements annexes :**

Les principaux ouvrages et équipement annexes sont composés essentiellement de :

- Bloc d'exploitation,
- Logement de fonction,
- Local électrique (armoires, dégrilleurs, aérateurs de surface et surpresseur),
- Bacs à déchets et huiles,
- Poste de transformateur de : **160 kVa** et clôture entourant la station.



Fig. 3.2- : Descriptive des Bassins de la Station de Lagunage de Mesra.

### 3.4. Fonctionnement de la station :

L'eau provenant de deux localités est rassemblé dans un regard muni d'un déversoir d'orage pour limiter le débit dirigé vers la station à sa capacité maximale. L'eau est ensuite acheminée pour subir un traitement physique. En effet, on distingue un dégrilleur, un dessableur et un déshuileur pour retenir les éléments grossiers, les sables et les huiles respectivement. Suite à ce prétraitement l'eau est dirigée gravitairement vers un bassin d'aération. Le volume de ce dernier est estimé à **10 000 m<sup>3</sup>**. L'eau passe ensuite dans un bassin de décantation, avec un volume de **4 300 m<sup>3</sup>** environ. L'effluent passe finalement dans deux bassins de rétention d'un volume total de **15 000 m<sup>3</sup>**. Le passage de l'eau d'un bassin à l'autre se fait moyennant une conduite en Béton Armé (B.A) Ø 500.

L'effluent du bassin de rétention passe par un regard de sorite pour être rejeté dans Oued El-Tin.



**Le déversoir d'orage :**

**Description :**

Il est situé au Nord de la station de lagunage.

**Le rôle du déversoir :**

En cas d'évènements pluvieux extrêmes, où les débits dépassent la capacité de la station, l'excès des eaux est déversé dans un caniveau pour se rejoindre Oued El-Tin.

**Dimensions :**

- Largeur = 4,10 m
- Longueur = 5,85 m
- Hauteur = 1,90 m

**Diagnostic :**

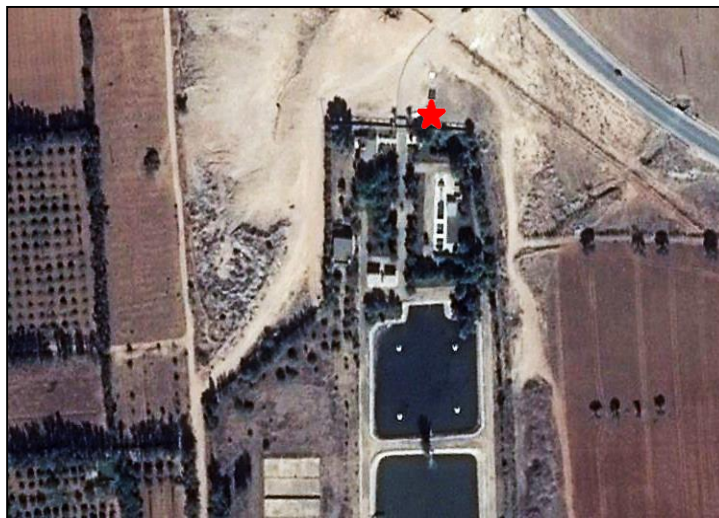
- L'absence de curage de l'ouvrage. Ce qui engendre une diminution de la capacité hydraulique de ce dernier et la naissance d'une végétation sauvage.
- Un mauvais raccordement de la conduite au niveau de l'ouvrage.

**Etat Structurel :**

- Moyen état.

**Etat Fonctionnel :**

- L'ouvrage est dans un moyen état fonctionnel.



★ Localisation de l'Ouvrage



**Le point de rejet de déversoir d'orage :**

**Description :**

Il est situé au Sud-Ouest de la station de lagunage.

**Son rôle :**

Recevoir les eaux déversées en cas d'évènements pluvieux extrêmes pour les acheminer vers Oued El-Tin.

**Diagnostic :**

-Les canaux qui relient la station de lagunage et le point de rejet (Milieu récepteur) sont en mauvais état à cause de la présence des roseaux.

-L'absence de curage de ces canaux provoque le débordement des effluents en milieu agricole.

**Etat Structurel :**

-Mauvais Etat.

**Etat Fonctionnel :**

-Ce canal est en mauvais état fonctionnel.



★ Localisation de l'Ouvrage



**La vanne murale :**

**Description :**

Elle est située au Nord de la station delagunage en amont de l'ouvrage du traitement physique.

**Son rôle :**

Bloquer le passage des eaux en cas d'évènements pluvieux extrêmes pour les acheminer vers le canal du déversoir d'orage et éviter l'inondation de la station.

**Dimensions du regard de la vanne :**

-Largeur = 0,90 m

-Longueur = 1,10

-Hauteur = 2,00 m

**Diagnostic :**

Absence du capot du regard (aucune sécurité de l'ouvrage).

**Etat Structurel :**

-Etat moyen.

**Etat Fonctionnel :**

-L'ouvrage est dans un bon état fonctionnel.



★ Localisation de l'Ouvrage



**Le dégrilleur manuel / automatique :**

**Description :**

Situé en amont de la station de prétraitement.

**Dimensions :**

- L'espace entre les barreaux est de :  
**4 cm (dégrilleur manuel)**

**Diagnostic :**

Aucune anomalie observée.

**Etat Structurel :**

-Bon état.

**Etat Fonctionnel :**

-Le dégrilleur est dans un bon état fonctionnel.





**La station de prétraitement :**

**Description :**

Située à l'intérieur de la Station de Lagunage juste en aval de la vanne murale.

**Diagnostic :**

-La station est destinée pour épurer les eaux usées domestiques mais le problème posé c'est bien la qualité des eaux usées reçues qui sont trop chargées.

-La présence d'un local surpresseur pour faire introduire l'air afin d'éliminer les huiles.

**Etat Structurel :**

-Moyen état.

**Etat Fonctionnel :**

-La station de prétraitement est en moyen état fonctionnel.





**Le bassin d'aération :**

**Description :**

Il est situé au Sud en aval de la station de prétraitement.

**Diagnostic :**

-**Consigne d'aération :** Chaque aérateur fonctionne dans une période de 15 min. Quand cette durée sera atteinte le prochain aérateur déclenche et ainsi de suite pendant toute la journée.

-Le coût énergétique de la station est élevé.

- Les aérateurs ne sont pas en marche depuis

Le début d'année pour voir quel rendement

Est meilleur vu que le cout énergétique est

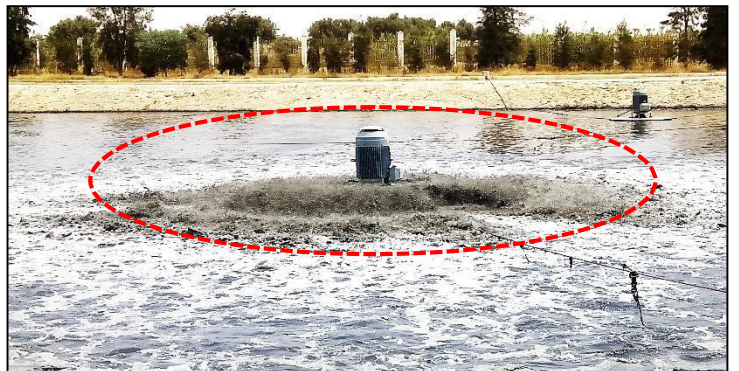
Grand

**Etat Structurel :**

-Moyen état.

**Etat Fonctionnel :**

-Le bassin d'aération est en moyen étatfonctionnel.



**Le bassin de décantation :**

**Description :**

Situé en aval du bassin de d'aération.

**Diagnostic :**

-Les eaux usées du bassin d'aération sont en mauvaise qualité à cause de la présence des huiles qui ne sont pas éliminés dans la filière de prétraitement. En effet, ces eaux sont trop chargées en huiles. Ce qui engendre un problème de fonctionnement du bassin de décantation (mauvaise qualité des eaux reçues).

**Etat Structurel :**

-Etat moyen.

**Etat Fonctionnelle**

-Le bassin de décantation est en moyen état fonctionnel.





**Le lit de séchage :**

**Description :**

-Situées en face du bassin de décantation sur le côté droite en venant de l'entrée vers le regard de rejet.

**Son rôle :**

-C'est pour stocker les déchets de la station de lagunage.

-Nombre de Lits : trois (03).

**Diagnostic :**

-Présence de quelques plantes au niveau de ce bac, ce qui montre l'absence du nettoyage.

-Ce bac n'est pas utilisable.

**Etat Structurel :**

-Moyen état.

**Etat Fonctionnel :**

-Cet ouvrage n'est pas utilisable.





**Le bassin de désinfection :**

**Description :**

-Il est situé au Sud-Ouest du bassin de décantation.

**Son rôle :**

-désinfecter l'eau par l'utilisation du chlore.

**Diagnostic :**

-Le bassin de désinfection est hors service.

-La conduite qui a été reçue par ce bassin à partir du bassin de décantation a été raccordée directement avec le premier bassin de rétention.

-Présence de la boue au niveau de ce bassin.

-Stagnation des eaux.

-L'ancienne conduite qui sert à l'évacuation des eaux du bassin de désinfection vers le regard qui représente le point d'intersection de l'eau évacuer par le déversoir d'orage et ce bassin a été supprimé.

**Etat Structurel :**

-Mauvais état.

**Etat Fonctionnel :**

-Le bassin de désinfection ne fonctionne plus.





**Le regard d'intersection [eaux pluviales-eaux bassin de désinfection] :**

**Description :**

-Il est situé à l'Ouest du bassin de désinfection.

**Son rôle :**

-Son rôle primordial est de transférer les eaux du bassin de désinfection vers le deuxième bassin de rétention. Mais après la suppression de la conduite sortant de ce dernier il a été utilisé pour l'évacuation des eaux pluviales uniquement.

**Diagnostic :**

-Présence des déchets ménagers dus principalement à l'absence de curage et de la mauvaise qualité des eaux reçues. Ce qui nécessite l'installation d'un dégrilleur au niveau du déversoir d'orage afin de protéger les ouvrages.  
-Absence du capot du regard.

**Etat Structurel :**

-Mauvais état.

**Etat Fonctionnel :**

-Le regard est en moyen état fonctionnel.





**Les bassins de rétention :**

**Description :**

-Ils sont situés au Sud de la station de lagunage.

**Son rôle :**

-Rôle de stockage avant le rejet

**Diagnostic :**

-La cuvette du bassin est en terre.

-Les conduites qui transfèrent les eaux épurées du premier bassin vers l'autre bassin sont immergées.

-La présence des déchets solides empêche l'écoulement et provoquent le dysfonctionnement du bassin.

-La présence des huiles dans ce bassin démontre que les eaux épurées sont de mauvaises qualités

-Dégradation de la conduite de rejet.

-Lorsque le bassin de désinfection ne fonctionne pas le bassin de rétention va jouer un rôle d'un décanteur.

- Phénomène d'eutrophisation dans les 02 bassins due à une taux élevé d'azote ou phosphore (manque de données dans l'analyse de l'eau sur l'azote et le phosphore).

**Etat Structurel :**

-Mauvais état.

**Etat Fonctionnel :**

-Les bassins de rétention sont en mauvais état fonctionnel.



**Le regard de sortie :**



**Description :**

-Situé au Sud-Ouest de la station de lagunage.

**Son rôle :**

-Cet ouvrage recevra les eaux épurées du bassin de rétention pour les déverser en milieu récepteur (Oued El-Tin).

**Diagnostic :**

-Mauvais raccordement de la conduite au niveau du regard.

-Mauvais bétonnage du regard (armature apparente).

-Les eaux épurées sont en mauvaise qualité (Couleur verte) à cause de la présence des huiles.

-La présence de la mousse est due au mauvais fonctionnement de cette station de lagunage.

**Etat Structurel :**

-Etat moyen.

**Etat Fonctionnel :**

-Ce regard est en moyen état fonctionnel.





### 3.5. Conclusion et recommandations:

La STEP a un manque cruel en en matériel de sécurité et hygiène dont on note :

- L'alarme
- Quelques zones en manque d'éclairage
- Groupe électrogène en cas de coupure d'électricité
- Débitmètre pour une estimation exacte en cas de phénomène dangereux
- Des bouées de sauvetage
- Un petit canot de sauvetage
- Une sirène
- 03 extincteurs pour poste transformateur, salle de commande et salle de surpresseur
- Matériaux de secours et boîte de pharmacie.
- Plaques contenant les numéros de gendarmeries/sapeurs-pompiers etc.
- Clôture murale au lieu des grillages.

On constate à partir du diagnostic et des données reçus sur le débit et population actuel que le redimensionnement d'une station d'épuration par lagunage n'est pas réalisable car :

- La superficie de la STEP 6.8 Ha qui reste petite en cas d'extension ou modification de la station actuelle
- La station n'a pas un bon rendement hydrique due à l'expansion démographique et la réception de grands débit  $3000\text{m}^3/\text{j}$  contre une capacité nominale de  $1400\text{ m}^3/\text{j}$ .
- Certains ouvrages de la STEP sont condamnés (lit de séchage, bassins de désinfection etc.)
- Ajout d'un traitement tertiaire
- Faire le curage du canal qui relie la station et le point de rejet afin d'éviter la diversion des effluents sur les terrains agricoles.

L'analyse des données relative à la qualité des eaux usées épurés a montré des teneurs en MES qui dépasse généralement les normes par rapport à l'équivalent habitant eqH des deux agglomérations (Mesra et Ain Sidi Cherif), les ingénieurs en place soupçonne le déversement des eaux usées industrielles provenant d'une usine de cuire.

Les concentrations en DCO et DBO5 dépassent également les normes pendant toutes les

saisons. Le traitement biologique peut être amélioré par le prolongement du temps de séjours de l'eau dans les bassins. En effet, il est nécessaire d'augmenter la capacité de la station pour donner la possibilité d'épurer les eaux usées rejetées par les deux localités

Donc on opte pour un dimensionnement d'une STEP classique.

## **Chapitre4**

---

---

### *Réhabilitation et redimensionnement des ouvrages de la STEP*

## 4.1. Introduction :

Dans ce chapitre on va aborder la réhabilitation et le redimensionnement des ouvrages de traitement des eaux usées qui sont des processus essentiels pour garantir le respect des normes environnementales. Notre travail commence par une estimation des débits domestiques, en considérant les données démographiques et les habitudes de consommation d'eau (dotation). Cette première étape permet de déterminer la charge hydraulique que notre STEP doit gérer. Ensuite, cette évaluation nous permettra de concevoir des procédés de traitement appropriés par le calcul du rendement, en tenant compte des paramètres physico-chimiques et biologiques qui influencent la qualité de l'eau traitée. Enfin, nous aborderons le dimensionnement des ouvrages de la STEP et en ajoutant un traitement tertiaire pour atteindre les normes de rejet et de réutilisation.

## 4.2. Estimation des débits domestiques:

L'estimation des débits des eaux usées est une étape cruciale dans la conception d'une nouvelle station d'épuration. Les débits influencent la taille, la capacité et les processus de traitement nécessaires pour la station.

- L'agglomération de la daïra de Mesra : urbaine sup.
- L'agglomération de la commune de Aïn Sidi Chérif : urbaine.

Le taux d'accroissement pour la ville de Mesra est de 2.4% et de Ain Sidi Chérif de 2.3%.

**Source : Département de la programmation et du suivi budgétaires DPSB 2023.**

Avec l'horizon d'étude de 20 ans et une dotation de 150 l/j/h.

Pour l'horizon 2043 : la population devient

$$P_n = P_0 [1+T]^n \dots [17]$$

Avec :

$P_n$  : Population à l'horizon 2043

$P_0$  : Population actuelle 2023

T : Taux d'accroissement %

N : horizon d'étude (20ans)

**Tableau 4.1** : Estimation de la population et du débit journalier à l'horizon 2043.

Ville	Mesra	Ain Sidi Cherif
Population actuelle P0	16033 hab	5159 hab
Taux d'accroissement	2.4	2.3

Population 2043 Pn	25765	8130
Dotation l/j/hab	150	150
Débit journalier (m <sup>3</sup> /j)	3864.75	1219.5

Le débit journalier domestique Q pop/Q dom en (m<sup>3</sup>/j) :

$$Q_{\text{dom}} = \text{Dot} * N \text{ hab...}[13]$$

$$Q_{\text{dom}} = 3864.75 + 1219.5 = \mathbf{5084.07 \text{ m}^3/\text{j}}$$

#### 4.3. Estimation du débit des équipements :

Le débit des équipement varie entre 10 et 20 %.[8]

Pour les agglomérations de Mesra et Ain Sidi Chérif on prend un coefficient de 15% comme estimation.

$$Q_{\text{équipement}} = Q_{\text{dom}} * 0.15 = \mathbf{762.64 \text{ m}^3/\text{j}}$$

➤ **Le débit total sera:**

$$Q_j = Q_{\text{dom}} + Q_{\text{équipement}} = \mathbf{5846.68 \text{ m}^3/\text{j}}$$

➤ **Le débit de rejet sera :**

$$Q_{\text{rejet}} = Q_j * \mathbf{80\%...}[13]$$

$$Q_{\text{rejet}} = 5084.25 * 0.8 = \mathbf{4677.34 \text{ m}^3/\text{j}}$$

80% est le coefficient de rejet des eaux.

#### 4.4. Evaluation des débits et des charges polluantes :

➤ **Le débit moyen horaire:**

$$Q_m = Q_j / 24...[13]$$

$$Q_m = 4677.34 / 24 = \mathbf{194.89 \text{ m}^3/\text{h}}$$

➤ **Débit de pointe par temps sec :**

$$Q_{\text{pts}} = C_p * Q_m...[13]$$

Avec :

$$C_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_m}} \text{ si } Q_m \geq 2.8 \text{ l/s}$$

Sinon si  $Q_m < 3 \text{ l/s}$

$$Q_m = 194.89 \text{ m}^3/\text{h} = \mathbf{54.13 \text{ l/s}} \text{ donc } \mathbf{C_p = 1.84}$$

$$Q_{pts} = \mathbf{358.55 \text{ m}^3/\text{h}}$$

➤ **Débit de pointe en temps de pluie :**

$$Q_{ptp} = (3 \div 5) Q_{pts} \dots [17]$$

On prend la variante 3 donc :

$$Q_{ptp} = 3 * Q_{pts} = 3 * 358.55 = \mathbf{1075.66 \text{ m}^3/\text{h}}$$

#### 4.5. Estimation des charges polluantes :

La charge polluante =  $C * Q_j$  (Kg/j)...[9]

Tel que : C : concentration de la matière polluante dans l'eau (mg/L)

$Q_j$  : Débit de rejet journalier

**Tableau 4.2:** Estimation des charges polluantes.

Paramètres	Concentration moyenne (mg/L)	Charge polluante (kg/j)
[MES]	1132.059	5295.03
[DCO]	2838.8433	13278.23
[DBO5]	1801.014	8423.95
[NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> ]	83.13	388.83

Calcul de la biodégradabilité : c'est le rapport entre la concentration de DCO et DBO<sub>5</sub> qui sert à déterminer si l'eau est facilement, moyennement ou difficilement biodégradable. On note que les techniques de traitement diffèrent selon ce rapport :

Tel que :

$$\frac{DCO}{DBO5} < 2 \text{ eau facilement biodégradable}$$

$$2 < \frac{DCO}{DBO5} < 3 \text{ eau moyennement biodégradable}$$

$$\frac{DCO}{DBO5} > 3 \text{ difficilement biodégradable. [5]}$$

Dans notre cas

$$\frac{DCO}{DBO5} = \mathbf{1.576}$$

Donc c'est une eau facilement biodégradable.

#### 4.6. Dimensionnement des ouvrages hydrauliques de la STEP :

##### 4.6.1. Ouvrages de prétraitement :

##### ➤ Dégrilleur :

- Largeur de la grille :

$$L = \frac{S \cdot \sin \theta}{H \cdot (1-a) \cdot c} \dots [13]$$

Tel que :

L : largeur de la grille en (m)

S : Surface de passage de l'effluent (m<sup>2</sup>)

$$S = \frac{Q_p}{V_e} \dots [17]$$

Q<sub>p</sub> : débit max qui passe par la grille donc c'est le débit de pointe en temps sec (m<sup>3</sup>/s).

V<sub>e</sub> : Vitesse d'écoulement à travers la grille , elle est comprise entre 0.6 et 0.9.[13]

θ: Angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal (60° à 80°)

H : Hauteur maximum admissible sur une grille, h<sub>max</sub>=(0.15 à 1.5 m).

a : coefficient de passage libre donné par l'équation :

$$a = \frac{\text{diamètre des barreaux}}{\text{diamètre des barreaux} + \text{espacement des barreaux}} \dots [9]$$

**Tableau 4.3:** Espacement et épaisseurs des barreaux. [9]

Paramètres	Grilles grossières	Grilles moyennes
d (cm)	2,00	1,00
e (cm)	5 à 10	0.3 à 1

Tel que : d c'est l'espacement et e l'épaisseur

c : coefficient de colmatage 0.1 < c < 0.3 pour grille manuelle et 0.4 < c < 0.5 pour grille automatique.[13]

- Dimensionnement du dégrilleur grossier :

**Tableau 4.4:** données de base de dimensionnement du dégrilleur grossier.

Paramètres	Qpts ( m <sup>3</sup> /s)	V(m/s)	θ(°)	H (m)	d (m)	e (m)	a	c
Valeur	0.099	0.8	60	0.9	2	6	0.25	0.2

$$L = \frac{0.099 \cdot \sin 60^\circ}{0.8 \cdot 0.9 \cdot (1 - 0.25) \cdot 0.2} = \mathbf{0.79m}$$

$$S = \frac{0.099}{0.8} = \mathbf{0.124 \text{ m}^2}$$

- **Dimensionnement du dégrilleur moyen :**

**Tableau 4.5:** données de base de dimensionnement du dégrilleur moyen.

Paramètres	Qpts (m <sup>3</sup> /s)	V(m/s)	θ(°)	H (m)	d (m)	e (m)	a	c
Valeur	0.099	0.8	60	0.9	1	2	3	0.5

$$L = \frac{0.099 \cdot \sin 60^\circ}{0.8 \cdot 0.9 \cdot (1 - 0.33) \cdot 0.5} = \mathbf{0.359 \text{ m}}$$

$$S = \frac{0.099}{0.8} = \mathbf{0.124m^2}$$

- **Calcul des pertes de charge :**

Selon Kirschmer :

$$\Delta H = \beta * \left(\frac{d}{e}\right)^{4/3} * \sin \theta * \left(\frac{v^2}{2g}\right)^* \dots [9]$$

d : diamètre des barreaux (m)

e : espacement entre les barreaux (m)

θ: angle d'inclinaison de la grille par rapport à l'horizontal

β: coefficient qui tient compte de la forme des barreaux.[9]

les valeurs de β sont :

**Tableau 4.6 :** valeurs du coefficient β des barreaux.[13]

Forme des barreaux	
Rectangulaire à arrête à angle droit	2.42
Rectangulaires avec face amont circulaire	1.83
Circulaire	1.79



On prend  $\beta = 1.79$  correspondant au barreaux circulaire donc on aura :

Pour le dégrilleur grossier :

$$\Delta H = 1.79 * \left(\frac{2}{6}\right)^{4/3} * \sin(60^\circ) * \frac{0.8^2}{2*9.81} = 0.012 \text{ m}$$

Pour le dégrilleur moyen :

$$\Delta H = 1.79 * \left(\frac{1}{2}\right)^{4/3} * \sin(60^\circ) * \frac{0.8^2}{2*9.81} = 0.02 \text{ m}$$

**Tableau 4.7:** Résultat du calcul du dégrilleur moyen et grossier.

Paramètres	Unité	Dégrilleur moyen	Dégrilleur grossier
La hauteur max de l'eau H	(m)	0.9	0.9
Epaisseur des barreaux d	(cm)	1	2
Espacement des barreaux e	(cm)	2	6
Largeur de la grille L	(m)	0.359	0.79
Longueur de la grille l	(m)	0.34	0.15
Surface	(m <sup>2</sup> )	0.124	0.124
Perte de charge $\Delta H$	(m)	0.02	0.012

➤ **Dessablage-Déshuilage :**

Le dessablage s'effectue sur des particules de dimensions supérieures à 200  $\mu\text{m}$ . La vitesse de sédimentation se calcule par la loi de Stokes (chute libre). On calcule la section du dessableur de manière que la vitesse de l'eau ne descende pas au-dessous de 0,30 à 0,20 m/s ; on évite ainsi que les matières organiques se déposent en même temps que les sables.[18]

Pour la décantation des particules, il faut vérifier cette condition :

$$\frac{L}{H} < \frac{V_e}{V_s} \dots [9]$$

Avec :

$V_e$  : vitesse d'écoulement qui varie entre 0.2 et 0.5 m/s

$V_s$  : vitesse de sédimentation 10 à 15 m/h (temps sec) et (40 à 70 m/h temps de pluie)

H : profondeur du bassin (3 à 5 m)

$T_s$  : temps de séjour (3 à 5 min)

L/H : varie entre 10 et 15.[9]

**Tableau 4.8 :** Valeurs proposées pour le dimensionnement du dessableur.

Paramètres	Qpts (m <sup>3</sup> /s)	H (m)	Ve (m/s)	Vs (m/s)	L/H	Ts (min)
Valeur	0.099	2	0.3	0.00416	10	5

- **Calcul du volume de l'ouvrage :**

$$V = Q_{pts} * T_s \dots [13]$$

$$V = 0.099 * 5 * 60 = 29.7 \text{ m}^3$$

- **La surface horizontale Sh :**

$$Sh = \frac{V}{H} \dots [9]$$

$$Sh = \frac{29.7}{2} = 14.85 \text{ m}^2$$

- **La longueur L:**

$$\frac{L}{H} = 10 \quad L = 10H = 20 \text{ m}$$

- **La largeur B:**

$$B = \frac{Sh}{L} = \frac{14.85}{20} = 0.74 \text{ m}$$

- **Débit d'air à injecter :**

$$Q_{\text{air}} = Q_{pts} * V \dots [13]$$

Tel que :

V : volume d'air à injecter varie en 1 à 1.5m<sup>3</sup> par m<sup>3</sup> d'eau usée.[13]

On prend V = 1.5 m<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>

$$Q_{\text{air}} = 0.1316 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **On vérifie la condition:**

$$\frac{L}{H} < \frac{V_e}{V_s} = \frac{20}{2} < \frac{0.3}{0.00416}$$

$$= 10 < 72 \text{ vérifiée.}$$

- **Calcul des quantités des matières éliminées par le dessableur :**

Le dessableur élimine 80% de matière minérale présente dans les eaux usées, la matière minérale représente environ 20% environ de la charge en matière en suspension (MES), les 80% restants représentent les matières volatiles en suspension.

$$MES = 80\% MVS + 20\% MM \text{ (estimation)}$$

$$Mme = 80\% MM \text{ donc } MM_s = MM - MMe$$

$$MES_s = MM_s + MVS$$

Le pourcentage de MVS (matières volatiles en suspension) est obtenu en calculant le rapport MES /DBO<sub>5</sub> et à l'aide de ce tableau ci- dessous :[8]

**Tableau 4.9:** pourcentage de MVS.[8]

MES/DBO <sub>5</sub>	1.5	1.17	1	0.83	0.67
MVS %	60	65	68	70	75

Dans notre cas : MES/DBO<sub>5</sub>= 0,63

Par interpolation non linéaire

$$X=0.63$$

$$y = 67.326x^{-0.267}$$

ce qui donne MVS = 76.16 %

MES = 76.16 % MVS + 23.84 % MM, On a [MES] = **5295.03 kg/j**.

La matière minérale totale : **MM=0.2384 \* 5295.03 kg/j = 1262.34 kg/j**

**MVS = 0.7616 \* 5295.03 = 4024.22 kg/j**

La matière minérale éliminé : **MMe = 0.8 \* 1262.34 = 1009.87 kg/j**

La matière minérale en sortie du dessableur : **MMs = 1262.34-1009.87= 252.468 kg/j**

La matière en suspension à la sortie du dessableur : [MES]<sub>s</sub>=[MVS]+[MM]<sub>s</sub>

$$[MES]_s = 4024.22+252.468 = \mathbf{4276.68 \text{ kg/j}}$$

**Tableau 4.10:** résultat de dimensionnement du dessableur-déshuileur.

Paramètre	Unité	Valeur
Temps de séjour	(min)	5
Volume	(m <sup>3</sup> )	29.7
Surface horizontale	(m <sup>2</sup> )	14.85
Hauteur H	(m)	2
Longueur L	(m)	20
Largeur B	(m)	0.74
Débit d'air à injecter Q air	(m <sup>3</sup> /s)	0.1316

#### 4.6.2. Traitement biologique :

On passe par un traitement biologique car l'indice de biodégradabilité est < 2.

Le rapport  $\frac{DCO}{DBO_5}$  est utilisé comme index de biodégradabilité des eaux usées on distingue trois cas cités dans le tableau suivant :

**Tableau 4.11** : mode de traitement en fonction du rapport (DCO/DBO<sub>5</sub>). [5]

$\frac{DCO}{DBO_5}$	Caractéristiques de l'eau
$\frac{DCO}{DBO_5} < 2$	Facilement biodégradable donc on peut envisager un traitement biologique
$2 < \frac{DCO}{DBO_5} < 3$	L'effluent biodégradable à condition de mettre en place un traitement adéquat (on ajoute des bactéries)
$\frac{DCO}{DBO_5} > 3$	Non biodégradable un traitement physico-chimique s'impose

On opte pour le traitement par boue activées pour ses avantages dont on note :

- Solution chère mais rentable dans la durée
- Moins de matériel à vérifier
- Ecologique.[19]

• **Calcul du rendement d'élimination R :**

Qui correspond aux taux d'élimination de la DBO<sub>5</sub>

$$R = \frac{[DBO_5]_{\text{entrée}} - [DBO_5]_{\text{sortie}}}{[DBO_5]_{\text{entrée}}} * 100 \dots [9]$$

Tel que :

[DBO<sub>5</sub>]<sub>entrée</sub> : correspond à la concentration à l'entrée du bassin.

[DBO<sub>5</sub>]<sub>sortie</sub> : correspond à 30 mg/l. la concentration à la sortie imposée par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) comme norme.

$$R = \frac{1801.014 - 30}{1801.014} * 100 = \mathbf{98.33 \%}$$

Le rendement permet de déterminer le choix du procédé.

**Tableau 4.12** : classes du procédé du traitement biologique à boue activée. [9]

Type	$C_v$ (kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> *j)	$C_m$ (Kg DBO <sub>5</sub> /Kg MVS*j)	Temps de séjour (h)	Rendement DBO <sub>5</sub> (%)
Très faible charge	< 0.3	< 0.1	> 20	> 90
Faible charge	0.3 – 0.7	0.1 – 0.25	8 - 10	> 90

Moyenne charge	0.7 – 1.5	0.25 – 0.50	4 – 6	85
Forte charge	1.5-3	0.5 – 1.5	2 – 4	70 - 80
Très forte charge	> 3	> 1.5	1	70

Le traitement biologique sera à faible charge.

On prend  $C_v = 0.5 \text{ Kg DBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{j}$

$C_m = 0.2 \text{ Kg DBO}_5 / \text{Kg MVS} \cdot \text{j}$

#### 4.6.2.1 Dimensionnement du bassin d'aération :

- **Calcul du volume du bassin :**

$$C_v = \frac{L_o}{V} \dots [13]$$

Tel que :

$C_v$  : La charge volumique en  $\text{Kg DBO}_5/\text{m}^3 \cdot \text{j}$

$L_o$  : la charge en  $\text{DBO}_5$  après le prétraitement, autrement  $[\text{DBO}_5]_0 = 8423.95 \text{ Kg DBO}_5 / \text{j}$ .

$V$  : le volume du bassin ( $\text{m}^3$ )

Le volume égale :

$$V = \frac{L_o}{C_v} = \frac{8423.95}{0.5} = 16847.9 \text{ m}^3$$

On calcule le volume utile :  $V_u = \frac{V}{2} = 8423.95 \text{ m}^3$

- La hauteur du bassin d'aération est comprise entre 3 et 5 m et longueur/largeur= 1.5.[13]

On prend  $H = 5 \text{ m}$  (on prend en compte la revanche)

- **Calcul de la surface horizontale :**

$$Sh = \frac{V}{H} = \frac{16847.9}{5} = 3369.58 \text{ m}^2$$

Surface horizontale utile :  $Sh_u = \frac{Sh}{2} = 1684.79 \text{ m}^2$

- **Longueur et largeur du bassin :**

$L/B = 1.5$  donc  $Sh = 1.5 B \cdot B$

$$B = \sqrt{\frac{Sh}{1.5}} = 33.51 \text{ m}$$

Donc  $L = 1.5 \cdot 33.51 = 50.27 \text{ m}$

- **Le temps de séjour  $t_s$  :**

$$T_s = \frac{V}{Q_{pts}} = \frac{16847.9}{358.55} = 23 \text{ heures et } 23 \text{ minutes}$$

- **Masse des boues dans le bassin  $X_t$  :**

On a:

$$C_m = \frac{Q_0 * S_0}{X_a} \dots [9]$$

$$Q_0 * S_0 = L_0 = [DBO_5]_0$$

Tel que :

$Q_0$  : débit de l'effluent à traiter.

$S_0$  : concentration de  $DBO_5$

$X_a$  : masse de la boue en kg

Donc on déduit :

$$X_t = 42119.75 \text{ kg}$$

- **Concentration des boues dans le bassin  $[X_a]$  :**

$$[X_a] = \frac{X_a}{V} \dots [8]$$

$$[X_a] = 2.5 \text{ kg/ m}^3$$

➤ *Calcul des besoins en oxygène :*

Dans l'équation générale de la consommation d'oxygène,  $q_{O_2}$  est souvent exprimée en kg/j, la DBO est exprimée en Kg/j et  $X_a$  la masse totale de boues présentes dans l'aérateur en Kg.[5]

$$q_{O_2} = a' L_e + b' X_a \dots [5]$$

$a'$  : Qte de  $O_2$  nécessaire à l'oxydation de 1 kg de  $DBO_5$

$L_e$  : Qte de BDO à éliminer en Kg/J

$b'$  : Qte de  $O_2$  nécessaire à la respiration endogène de 1 kg de MVS de boues par jour.[9]

**Tableau 4.13:** Charge massique en fonction de  $a'$ . [20]

Charge massique	0.09	1	0.15	0.2	0.3	0.4	0.5
$a'$	0.66	0.65	0.63	0.59	0.56	0.53	0.5
$b'$	0.06	0.07	0.075	0.08	0.085	0.09	0.1 à 1.2

Pour  $c_m = 0.2 \text{ Kg } DBO_5 / \text{ Kg MVS } * j$

$$Q_{O_2} = (0.59 * 8423.95) + (0.08 * 42119.75) = 8087 \text{ kg } O_2/J$$

- **Quantité d'oxygène horaire :**

$$q(O_2)_h = \frac{qO_2}{24} \dots [17]$$

$$q(O_2)_h = \frac{11175.77}{24} = 336.95 \text{ Kg O}_2/\text{h.}$$

- **Quantité d'oxygène pour 1 m<sup>3</sup> de bassin :**

$$q(O_2)' = \frac{q(o_2)}{v} \dots [17]$$

V correspond au volume en m<sup>3</sup>

$$q(O_2)' = \frac{11175.77}{16847.9} = 0.48 \text{ Kg O}_2/ \text{ m}^3 \cdot \text{j}$$

- **Quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe :**

$$q(O_2) \text{ pte} = (a'Le/ Td) + (b'.Xt/24) \dots [20]$$

La respiration endogène de la boue restante est la même sur 24 heures.

Td : période diurne en heures Td= 16h.[20]

$$q(O_2) \text{ pte} = 452.79 \text{ kg O}_2/\text{h}$$

- **Besoin réel en oxygène :**

On procède à calculer le besoin réel qui est le besoin de pointe multiplié par les correcteurs  $\alpha$  et  $\beta$ .

$$q(O_2)_{\text{réelle}} = \frac{q(O_2)_{\text{pte}}}{\alpha \cdot \beta} \dots [17]$$

Tel que :

$\alpha$  : coefficient fonction de la nature physico-chimique des eaux et du mode d'aération

$\beta$  : coefficient qui dépend de la salinité des eaux mais aussi, dans une plus large mesure, des différentes impuretés contenues dans ces eaux.[18]

**Tableau 4.14:** Valeurs de  $\alpha$  et  $\beta$  pour les différents types de traitement par boues activées.[18]

Type du traitement	$\alpha$	$\beta$
Faible charge	0.95	0.97
Moyenne charge	0.9 à 0.95	0.95
Forte charge	0.8	0.95

On prend  $\alpha = 0.95$  et  $\beta = 0.97$  ce qui donne :

$$q(O_2)_{\text{réelle}} = 462.32 \text{ Kg O}_2/\text{h}$$

- **Puissance d'agitation:**

$$Eb = Sh * Pa \dots [8]$$

**Eb** : Puissance nécessaire pour le brassage en (W) ;

**Sh** : Surface horizontale du bassin en (m<sup>2</sup>) ;

**Pa** : La puissance spécifique absorbé (Pa) pour les aérateurs de surface, Pa= 35 à 40 w/m<sup>2</sup>. [8]

On prend Pa = **35 w/m<sup>2</sup>**

$$E_b = 3369.58 * 35 = 117935.3 \text{ w} = \mathbf{117.93 \text{ Kw}}$$

- **Calcul de la puissance de l'aération nécessaire :**

$$E_n = Q(\text{O}_2) \text{ réelle} / E_a \dots [17]$$

Ea : quantité d'O<sub>2</sub> par unité de puissance tel que  $1.5 \leq Pa \leq 1.9 \text{ kg}(\text{O}_2)/\text{Kwh}$  on prend une valeur Pa=1.5. [17]

$$E_n = 462.32 / 1.5 = \mathbf{308.21 \text{ kw}}$$

- **Nombre d'aérateur :**

$$N_a = \frac{E_n}{E_b} = \frac{308.21}{58.97} = \mathbf{2.61 \approx 4}$$

Donc 2 aérateurs pour chaque bassin.

➤ **Bilan des boues :**

- **Quantité de boue en excès :**

Par la formule de Eckhenfelder :

$$\Delta X = X_{\min} + X_{\text{dur}} + a_m L_e - b X_t - X_{\text{eff}}$$

Avec :

X<sub>min</sub> : boues minérales (30% MES)

X<sub>dur</sub> : boues difficilement biodégradables (appelées matières dures), elles représentent (30 à 35%) des MVS.

X<sub>t</sub> : masse totale en MVS dans le bassin (Kg).

X<sub>eff</sub> : : boues sortantes avec l'effluent de DBO<sub>5</sub> = 30 mg/l.

a<sub>m</sub> : coefficient de rendement cellulaire (g cellulaires formées/g DBO<sub>5</sub>éliminées).

b : fraction de la masse cellulaire éliminée par jour en respiration endogène. [9]

Les valeurs moyennes des paramètres a<sub>m</sub> et b, généralement retenues pour les boues activées, sont les suivantes :

**Tableau 4.15:** Les valeurs moyennes des paramètres a<sub>m</sub> et b. [9]

Paramètre	Forte charge	Moyenne charge	Faible charge	Aération prolongée
a <sub>m</sub>	0.5	0.53	0.55	0.6
b	0.06	0.055	0.05	0.07

Donc on prend a<sub>m</sub> = **0.55** et b = **0.05**.

[MES]<sub>s</sub> = **4276.68 kg/j** (à la sortie du désableur-déshuileur)



$$[\text{DBO}_5] = 8423.95 \text{ kg/j}$$

$$[\text{MVS}] = 4024.22 \text{ kg/j}$$

**Tableau 4.16:** différentes valeurs des paramètres de concentration de boue.

Paramètres	Xmin	Xdur	am*Le	b*Xt	Xeff
Formule	$0.3 * [\text{MES}]_s$	$0.3 * [\text{MVS}]$	$0.55 * [\text{DBO}_5]$	$0.05 * (42119.75)$	$30 * 10^{-3} * Q_j$
Valeur	1283	1207.26	4633.17	2105.98	140.32

Donc :

$$\Delta X = 1283 + 1207.26 + 4633.17 - 2105.98 - 140.32 = 4877.1325 \text{ kg/j}$$

- **Concentration des boues en excès :**

$$X_m = \frac{1200}{I_m} \dots [20]$$

$I_m$  : Représente l'indice de Mohlman.

L'efficacité d'un procédé de boues activées est liée à la décantabilité de la boue formée par la biofloculation dans le bassin d'aération, cette décantabilité est mesurée par l'indice de MOHLMAN qui définit le volume occupé par une unité de masse de boue activée après 30 minutes de décantation en éprouvette d'un échantillon d'un litre, par rapport à la masse de résidus sec de cette boue. [9]

$I_m$  : Indique la bonne décantabilité des boues s'il se trouve dans la fourchette ( 150 ÷ 100 ).[20]

On prend  $I_m = 120 \text{ mg/l}$

Donc  $X_m = 10 \text{ kg/ m}^3$

- **Débit de boue en excès :**

$$Q_{\text{excès}} = \frac{\Delta X}{X_m} \dots [8]$$

$$Q_{\text{excès}} = \frac{4877.13}{10} = 487.71 \text{ m}^3/\text{j}$$

- **Débit spécifique par m<sup>3</sup> de bassin :**

$$q_{\text{sp}} = \frac{\Delta X}{V} \dots [17]$$

tel que :  $\Delta X$  : quantité de boue en excès

$V$  : volume du bassin

$$q_{\text{sp}} = \frac{4877.13}{16847.9} = 0.29 \text{ kg / m}^3 / \text{j}$$

- **Le débit des boues recyclées :**

$$R = \frac{[Xa]}{\frac{1200}{Im} - [Xa]} * 100 \dots [20]$$

[Xa] : concentration des boues dans le bassin en Kg / m<sup>3</sup>

$$R = \frac{2.5}{10-2.5} * 100 = 33.3 \%$$

Débit de boue recyclé :

$$Q_r = Q_j * R \dots [8]$$

$$Q_r = 4677.34 * 0.3333 = 1559.11 \text{ m}^3/\text{j}$$

- **Age des boues :**

$$A_b = \frac{X_a}{\Delta X} \dots [17]$$

Tel que :

Xa : masse des boues dans le bassin

Ab = **8.63 jours**

**Tableau 4.17:** Valeur du dimensionnement du bassin d'aération

Paramètres	Unité	Valeur
Volume total des bassins d'aérations V	(m <sup>3</sup> )	16847.9
Volume utile de chaque bassin Vu	(m <sup>3</sup> )	8423.95
Surface total des bassins Sh	(m <sup>2</sup> )	3369.58
Surface utile de chaque bassin Shu	(m <sup>2</sup> )	1684.79
Largueur du bassin B	(m)	33.51
Longueur du bassin L	(m)	50.27
Temps de séjour Ts	(j)	23 heures et 23 min
La masse des boues Xt	(kg)	42119.75
Concentration des boues dans le bassin [Xa]	(kg/m <sup>3</sup> )	2.5
Besoin en oxygène Q O <sub>2</sub>	(Kg O <sub>2</sub> /j)	8087
Besoin en oxygène horaire Q O <sub>2h</sub>	(Kg O <sub>2</sub> /h)	336.95
Quantité d'oxygène pour 1m <sup>3</sup> de bassin Q(O <sub>2</sub> )'	(Kg O <sub>2</sub> /m <sup>3</sup> *j)	0.48
Quantité d'oxygène nécessaire en cas de pointe Q(O <sub>2</sub> ) <sub>pte</sub>	(Kg O <sub>2</sub> /h)	452.79

Quantité d'oxygène réelle $Q(O_2)_{réelle}$	(Kg O <sub>2</sub> /h)	462.32
Puissance d'agitation Eb	(Kw)	117.93
Puissance d'aération nécessaire En	(Kw)	308.21
Nombre d'aérateur Na	/	4
Quantité de boues en excès $\Delta X$	(Kg/j)	4877.13
Débit de boue en excès	(m <sup>3</sup> /j)	487.71
Débit spécifique par 1m <sup>3</sup> de bassin qsp	(kg/m <sup>3</sup> *j)	0.062
Débit de boue recyclées	(m <sup>3</sup> /j)	1559.11
Age de boue Ab	jours	8.63

- **Charges polluantes éliminées par le bassin :**

Le traitement biologique par boue activées permet d'éliminer :

- 75% de la DCO
- Jusqu'à 90% de la DBO<sub>5</sub>
- 90% de MES.[9]

Donc :

$$[DCO]_1 = [DCO] * 0.75 = 13278.23 * 0.75 = \mathbf{9958.67 \text{ kg/j}}$$

$$[DBO_5]_1 = [DBO_5] * 0.9 = \mathbf{7581.55 \text{ kg/j}}$$

$$[MES]_1 = [MES] * 0.9 = \mathbf{3849 \text{ kg/j}}$$

$$[DCO]_{restante} = \mathbf{3319.55 \text{ kg/j}}$$

$$[DBO_5]_{restante} = \mathbf{842.39 \text{ kg/j}}$$

$$[MES]_{restante} = \mathbf{427.66 \text{ kg/j}}$$

Ce qui correspond à des concentrations :

- [DCO] = 709.70 mg/l
- [DBO<sub>5</sub>] = 180.10 mg/l
- [MES] = 91.43 mg/l

**Remarque :** On n'opte pas pour un bassin d'anoxie à l'amont du bassin d'aération due a une concentration pas trop élevé d'azote qui est d'ordre de 83.13 mg/l qui va être éliminer ultérieurement dans le traitement tertiaire.

#### 4.6.2.2 Clarificateur (Décanteur secondaire) :

Le clarificateur est un ouvrage qui permet la séparation du floc biologique et de l'eau épurée.

L'eau épurée est évacuée en surverse par goutte alors que les boues sont récupérées au fond

de l'ouvrage pour être recirculées dans le bassin de boues activées et, pour une partie (boues en excès), envoyées au traitement des boues.[18]

Les bases de dimensionnement d'un clarificateur sont :

- Vitesse ascensionnelle :  $V_{asc} = 2.5$  m/h pour une faible charge.
- Hauteur entre 2 et 3.5 m. [18]

Et un temps de séjour entre 1.5 et 2 h.[20]

• **Calcul du volume du décanteur V :**

On prend  $t_s = 2$ h

$$V = Q_{ptp} * T_s \dots [8]$$

$$V = 1075.65 * 2 = \mathbf{2151.3 \text{ m}^3}$$

• **Surface horizontale du décanteur Sh :**

On prend  $V_{asc} = 0.7$  m/s

$$Sh = \frac{Q_{pts}}{V_{asc}}$$

$$Sh = \frac{2151.30}{2.5} = \mathbf{860.52 \text{ m}^2}$$

• **Diamètre du clarificateur :**

On prend  $H = 3$  m

$$D = \sqrt{\frac{4*V}{\pi*H}} \dots [9]$$

$$D = \sqrt{\frac{4*2151.3}{\pi*3}} = \mathbf{30.21 \text{ m}}$$

**Tableau 4.18:** valeur du dimensionnement du clarificateur.

Paramètres	Unité	Valeur
Temps de séjour $T_s$	(h)	2
Volume du clarificateur V	( $\text{m}^3$ )	2151.3
Surface horizontale du clarificateur Sh	( $\text{m}^2$ )	860.52
Hauteur du clarificateur	(m)	3
Diamètre du clarificateur	(m)	30.21

**4.6.3. Traitement tertiaire :**

Ce traitement vient en dernier lieu dans le processus d'épuration dans le but de rendre l'eau pure et conforme aux normes de rejet ou de réutilisation.

Pour notre cas on a choisi pour le lit de percolation-infiltration en raison de :

- Des concentrations de la matière organique, et MES très loin des normes de réutilisation.
- Faible cout d'investissement
- Surface accessible après le redimensionnement de la lagune en STEP classique.

➤ **Lit d'infiltration et percolation sur sable :**

Le lit d'infiltration-percolation sur sable est un traitement biologique par culture bactérienne fixée sur un milieu granulaire fin. L'épuration d'eaux usées décantées a lieu à la surface d'unités filtrantes disposées en parallèle. Ce type de procédé permet le traitement d'eaux usées prétraitées et décantées ou d'effluents secondaires. Pour garantir un fonctionnement optimal de la filière de traitement sans risque de colmatage, seuls des apports d'eaux à très faibles charges polluantes doivent être acceptés. Ce système de traitement est fréquemment utilisé lorsqu'il est nécessaire de garantir simultanément l'épuration et la dispersion dans le sol de régions calcaires ou de sables littoraux. Cette technique peut être envisagée à partir de 100 EH.[21]

➤ **Performances épuratoire:**

- $DBO_5 \leq 25 \text{ mg/l}$
- $DCO \leq 90 \text{ mg/l}$
- $MES \leq 30 \text{ mg/l}$
- $NK \leq 10 \text{ mg/l}$  en moyenne avec des pointes ne dépassant pas 20 mg/l.[22]

➤ **Composition du milieu filtrant:**

Le sable doit être de nature dunaire et doit satisfaire certaines conditions :

- sable lavé
- sable siliceux
- granulométrie : 0.2 à 2 mm, maximum 4 mm
- $d_{10}$  entre 0.2 et 2mm
- $d_{60}$  1mm
- coefficient d'uniformité  $CU \leq 5$
- teneur en calcaire  $< 4 \%$ .[21]

➤ **Rejet des eaux traitées :**

L'évacuation des eaux traitées peut se faire de deux façons :

- vers un exutoire superficiel, par drainage en partie basse du massif filtrant. Les principales caractéristiques des drains de collecte sont (source : KASSOUK Z. - mars 2002) :
  - Diamètre minimum = 100 mm

- De préférence des conduites à fentes sur au moins la moitié du diamètre de la conduite, avec un espacement entre fentes d'environ 0,05 à 0,1 m
  - Placés dans une couche de gravier d'au moins 0,2 m d'épaisseur sous le filtre
  - Espacement entre drains = 3 - 4 m
- -vers le sous-sol, par infiltration des eaux, sous conditions de perméabilité et de caractéristiques hydrogéologiques (niveau de la nappe phréatique) satisfaisantes.[21]

Dans notre cas pour l'utilisation on opte pour un choix du drainage en vue de récupération pour la réutilisation

➤ **Base de dimensionnement:**

Une surface globale de  $1,5 \text{ m}^2/\text{EH}$  est souhaitable pour dimensionner les lits d'infiltration sur sable drainé ou non. Cette base de dimensionnement donne une charge hydraulique moyenne de l'installation de 0,1 m/j. En ce qui concerne le nombre d'unités de filtration, Le fractionnement en trois unités de filtration est en général souhaitable. Dans le cas d'un fonctionnement saisonnier, le choix d'une seule unité peut être envisageable. La séparation des unités est délimitée par de simples cloisons, hautes de 20 à 30 cm, au-dessus de la plage d'infiltration. Le cloisonnement du massif filtrant dans son épaisseur n'est pas nécessaire, sauf en cas de contraintes topographiques ou hydrogéologiques du site. Pour le massif filtrant, une hauteur de sable de 0,80 à 1,00 m au minimum paraît suffisante pour satisfaire les objectifs d'épuration habituels, excepté l'élimination des germes pathogènes. Si ce dernier objectif est visé, l'épaisseur du massif filtrant doit être adaptée à la décontamination souhaitée, des abaques existent pour déterminer le bon niveau d'épaisseur. Des tests en laboratoire doivent, cependant, confirmer les capacités réelles de décontamination d'un sable naturellement en place sur le site. Des études de diagnostic du terrain sont indispensables en cas d'absence d'exutoire. Elles doivent vérifier la capacité d'infiltration et de transfert des eaux, ainsi que l'absence de vulnérabilité du site. L'étanchéité est réalisée par la mise en place d'une géo membrane soudée, au fond du bassin d'infiltration. La présence d'un géotextile empêche le poinçonnement de cette géo membrane.[21]

**Conclusion :**

La réhabilitation et le redimensionnement de la station avec changement et ajout de deux bassins d'aération, un clarificateur, ainsi que des lits d'infiltration et de percolation, représentent une amélioration significative de la capacité de traitement des eaux usées, un meilleur rendement et une capacité à épurer pour une population plus conséquente. Ces ajouts permettent d'optimiser le processus de purification des eaux, en garantissant une meilleure

élimination des polluants et une qualité de l'eau traitée améliorée. Les deux bassins d'aération favorisent une décomposition plus efficace des matières organiques, tandis que le clarificateur contribue à la séparation des solides en suspension. Les lits d'infiltration et de percolation assurent une filtration finale qui garantit que l'eau traitée réponde aux normes de qualité requise.

## **Chapitre5**

---

---

*Possibilités de réutilisation des eaux usées  
épurées*



## 5.1. Introduction :

L'utilisation efficace des ressources en eau est devenue primordiale et majeure dans le contexte de la croissance démographique mondiale et des défis liés aux changements climatiques. Dans ce cadre, la réutilisation des eaux usées s'impose comme une solution durable pour répondre aux besoins en eau tout en préservant nos ressources naturelles. La réutilisation des eaux usées implique une purification des eaux domestiques, industrielles ou agricoles, afin de les rendre aptes à être réintroduites dans diverses applications, telles que l'irrigation, la recharge des nappes phréatiques, ou même la consommation humaine si le traitement est poussé et répond aux normes de potabilité. Cette approche présente un potentiel considérable pour la gestion durable de l'eau, la réduction de la pression sur les sources d'eau douce, et la préservation de l'environnement. Dans ce chapitre, nous explorerons les différents aspects de la réutilisation des eaux usées, les normes de qualité de l'eau, les enjeux sanitaires et environnementaux, ainsi que les politiques et réglementations en vigueur.

Réutilisation des eaux usées dans la région de Mostaganem :

## 5.2. Principales utilisations des eaux usées épurées :

On distingue deux types d'utilisations des eaux usées épurées :

### ➤ Eau non-potable:

- Utilisations municipales :
  - Irrigation des espaces verts
  - Lavage des rues et voitures
  - Recyclage en immeuble (lavage des sanitaires exemple)
- Utilisations agricoles
- Utilisations en aquaculture
- Utilisations industrielles
- Recharge des nappes pour lutter contre le rabattement et l'intrusion marine. [13]

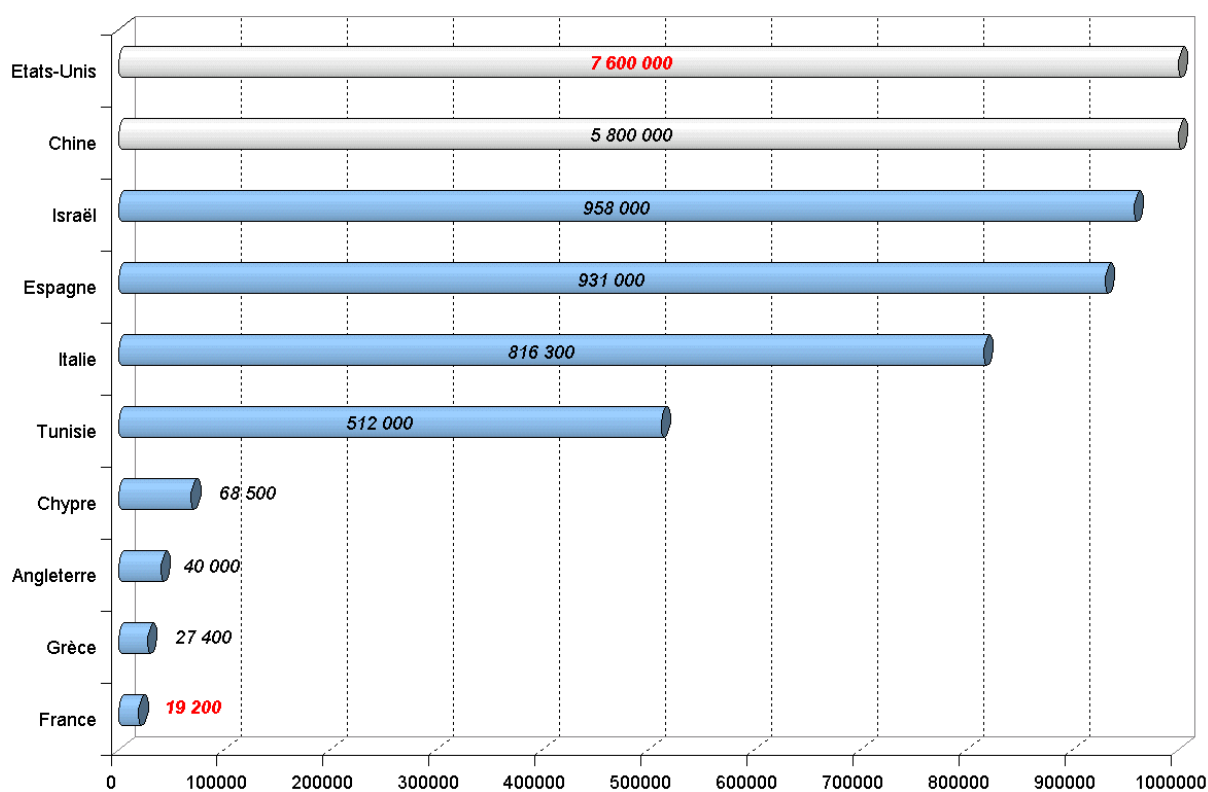
### ➤ Eau potable:

- la *production indirecte d'eau potable* : augmentation de la disponibilité en eau, mode de production souvent lié à la recharge de nappe ;

- la *production directe d'eau potable* : l'usine de Windhoek (Namibie) est l'exemple le plus connu de production d'eau potable à partir d'eaux usées traitées mais cette pratique est peu répandue.[23]

### 5.3. Réutilisation des eaux usées dans le monde :

En 2000, la moyenne annuelle mondiale des ressources en eau renouvelables par habitant était estimée à 6 600 m<sup>3</sup> mais qu'à l'horizon 2025, ce nombre devrait dramatiquement chuter à 4 800 m<sup>3</sup> (*WorldWaterCouncil, 2000*). Pour pallier ces fortes disparités, de nombreux pays ont orienté leurs recherches vers des programmes de réutilisation des eaux et on note une multiplication importante des projets. Ces dix dernières années, le volume des eaux usées réutilisées a augmenté de 10 à 29 % par an, en Europe, aux Etats-Unis et en Chine, et jusqu'à 41 % en Australie (*Lazarova et Brissaud, 2007*). Ces résultats ne doivent pas faire oublier que seulement 5 % des eaux usées traitées sont réutilisées, soit un volume de 7,1 km<sup>3</sup> par an, à comparer avec les 10 000 à 14 000 km<sup>3</sup> par an d'eau douce renouvelable et facilement accessible (*site Internet de l'UNESCO, 2003*).[23]



Source : adapté de Lazarova et Brissaud (2007)

**Fig. 5.1:** Volume moyen journalier des eaux usées recyclées en m<sup>3</sup>/j (quelques pays).[23]

### 5.4. Réutilisation des eaux usées en Algérie :

(Selon l'ONA : Office National de l'Assainissement)

➤ **Potentiel National actuel :**

Sur les 130 stations d'épuration exploitées par l'ONA à travers les 44 wilayas, 17 sont concernées par la réutilisation des eaux usées épurées en agriculture.

Le volume réutilisé à la fin aout 2016 est estimé à 14,6 Millions de m<sup>3</sup>, pour ces 17 STEP concernées par la REUE ; afin d'irriguer plus de 11 076 ha de superficies agricoles. Il s'agit de :

- Kouinine (El Oued) et Ouargla
- Guelma, Souk Ahras
- Tlemcen, mascara
- Les lagunes de : Ghriss, Bouhanifia, Hacine, Oued Taria, Froha, Khalouia, Tizi et Mohamadia,
- Boumerdes[13]

### ***5.5. La réutilisation des eaux usées épurées dans la région de Mesra :***

Dans la région de Mostaganem, la réutilisation n'a pas été élaboré dans réellement, et pour le cas de la région autours de la STEP de Mesra Il existe deux parcelles avoisinantes qui peuvent être irrigué avec l'eau usées épurées.

Pour la première parcelle qui est une arboriculture de type olivier avec une superficie de 4.42 Ha comme le montre la figure ci-dessous :



**Figure 5.2 :** Parcelle agricole d'olivier situé au sud de la STEP.

Pour la deuxième parcelle qui est sont des orangers avec une superficie de 1.86 Ha comme montre la figure ci-dessous :



**Fig. 5.3 :** Parcelle agricole d'orangers à côté de la STEP.

Pour ces deux parcelles on recommande l'irrigation par goutte à goutte

### 5.6. Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées :

**Tableau 5.1 :** Liste des cultures pouvant être irriguées avec des eaux usées épurées.

Groupe de culture pouvant être irrigué avec des eaux usées épurées	Liste des cultures
Arbre fruitiers (*)	Dattiers, vigne, pomme, pêche, poire, abricot, nêfle, cerise, prune, nectarine, grenade, figue, rhubarbe, arachides, noix, olive.
Agrumes	Pamplemousse, citron, orange, mandarine, tangerine, lime, clémentine.
Cultures fourragères (**)	Bersim, maïs, sorgho fourragers, vesce et luzerne.
Culture industrielles	Tomate industrielle, haricot à rames, petit pois à rames, betterave sucrière, coton, tabac, lin.

Cultures céréalières	Blé, orge, triticale et avoine.
Cultures de production de semences	Pomme de terre, haricot et petit pois.
Arbustes fourragers	Acacia et atriplex.
Plantes florales à sécher ou à usage industriel	Rosier, iris, jasmin, marjolaine et romarin.

**Source:** arrêté interministériel 2012.[24]

**NB.**

(\*) L'irrigation avec des eaux usées épurées est permise à condition que l'on cesse l'irrigation au moins deux (2) semaines avant la récolte. Les fruits tombés au sol ne sont pas ramassés et sont à détruire.

(\*\*) Le pâturage direct dans les parcelles irriguées par les eaux usées épurées est strictement interdit et, ce afin de prévenir toute contamination du cheptel et par conséquent des consommateurs.[24]

Donc pour notre cas, l'épuration est possible en suivant l'instruction d'arrêt d'irriguer 02 semaines avant la récolte.

**5.7. Les normes Algériennes et de l'OMS requise pour la réutilisation :**

- Les normes internationales selon l'organisation mondiale de la santé respectives pour les eaux usées. (RAHOU KADA, 2014).

**Tableau 5.2 : Normes de réutilisation des eaux épurées par l'OMS.[13]**

Caractéristiques	Normes utilisées (OMS)
------------------	------------------------

pH	6.5-8.5
DBO5	< 30mg/l
DCO	< 90 mg/l
MES	< 20 mg/l
NH <sup>4+</sup>	< 0.2 mg/l
NO <sub>2</sub>	1 mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	< 1 mg/l
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	< 2 mg/l
Température T	< 30 °c
Couleur	Incolore
Odeur	Inodore

➤ Normes de rejets en Algérie. (RAHOU KADA, 2014).

**Tableau 5.2 :** Normes de réutilisations algériennes des eaux épurées.[13]

Caractéristiques	Normes utilisées
pH	6.5-8.5
DBO5	< 35 mg/l
DCO	< 120 mg/l
MES	<35 mg/l
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<2mg/l
Température	<30 °C
Couleur	Inodore
Odeur	inodore

Paramètres ayant un intérêt pour l'évaluation des impacts de nature environnemental et agronomique :

- Salinité.
- ions toxiques (bore, sodium, etc.).
- SAR (Sodium Adsorption Ratio) : Alcalinité
- éléments traces (cadmium, aluminium, etc.).
- pH.
- bicarbonates et carbonates.
- nutriments (N-P-K).

•chlore libre (Cl<sub>2</sub>).[13]

➤ **Bénéfices et contraintes de la réutilisation des eaux :**

Afin d'estimer la pertinence d'un projet, un bilan des intérêts et défis engagés s'impose. Parmi les avantages reconnus à la réutilisation des eaux usées traitées, on distingue six volets « principaux » (d'après *Lazarova et Brissaud, 2007*) :

- la ressource alternative (flexibilité de l'approvisionnement, ...)
- la conservation et la préservation des ressources (économiser l'eau potable, ...)
- les aspects législatifs et sanitaires
- la valeur économique ajoutée (réduire les coûts de pompage, ...)
- la valeur environnementale (réduire l'utilisation d'engrais, ...)
- et, l'intégration dans le développement durable.

D'un autre côté, les défis devant être surmontés dans les projets de réutilisation peuvent être Classés en cinq thèmes :

- les aspects législatifs et sanitaires (problèmes de santé publique, ...)
- les enjeux sociaux-légaux (acceptation publique de la réutilisation, ...)
- les aspects économiques (financement des infrastructures, ...)
- les enjeux environnementaux et agronomiques (présence excessive de sels, ...)
- et, les défis technologiques (importance du choix des opérations de traitement, ...).[23]

## **5.8. Conclusion :**

La possibilité de réutilisation des eaux usées épurées se fasse à base d'une analyse sur la qualité de l'eau à l'entrée de la station, si cette eau provient uniquement du réseau d'assainissement urbain ou si il y a une source industrielle qui traduit un des fortes concentrations en matière organique, la réutilisation peut se faire à proximité de la station d'épuration à des cout de transfert de l'eau bas due à la disponibilité des terres agricoles à coté notamment les oliviers qui peuvent être irrigué par les eaux usées épurées.

# **Conclusion Générale**

---

---




## **Conclusion générale**

### **Conclusion générale**

Dans le présent travail, nous avons pu élaborer une étude sur le diagnostic de la station de lagunage de Mesra en vue de procéder à son redimensionnement pour la réutilisation des eaux usées traitées à des fins agricoles. Après le diagnostic, deux critères ont été pris en compte, à savoir l'expansion démographique et la superficie limitée, ce qui nous a permis de choisir de passer d'une lagune à une STEP classique avec un ajout d'un traitement tertiaire ayant pour but d'épurer l'eau usées avec des normes exigées. Pour la réutilisation, pour que le transfert de l'eau épurée vers les parcelles agricoles se fasse, une inspection des usines à proximité pour savoir l'origine des excès en concentration des matières organiques et minérales et une analyse détaillée de l'eau s'imposent.

## *Références Bibliographiques*

- [1] Tout savoir sur l'eau douce | Centre d'information sur l'eau 2019. <https://www.cieau.com/connaitre-leau/leau-dans-la-nature/eau-douce-tout-savoir/> (accessed July 16, 2023).
- [2] MONOGRAPHIE WILAYA MOSTAGANEM.pdf n.d.
- [3] User S. ANIREF - Mostaganem n.d. <https://www.aniref.dz/index.php/24-observatoire-du-foncier-industriel/monographie/56-monographie-5> (accessed October 16, 2023).
- [4] maji. Les types d'eaux usées : définitions et caractéristiques. Maji Solut 2020. <https://maji-solutions.com/fr/les-eaux-usees-definition/> (accessed July 17, 2023).
- [5] Tafat Leila. Cours épuration des eaux usées 2021.
- [6] Cours-Qualité-et-traitement-des-eaux-Mr.-Toubal-\_-M1-Eau-Environnement.pdf n.d.
- [7] Traitement du phosphore dans les petites stations d'épuration à boues activées: comparaisons techniques et économiques des voies de traitement biologique et physico-chimique. Antony], [Paris: CEMAGREF ; Ministère de l'agriculture, de l'alimentation, de la pêche et des affaires rurales; 2004.
- [8] Hamlaoui A. Conception d'une STEP des eaux usées de la commune de Béchar (Wilaya de Béchar) en vue de leur réutilisation en irrigation. ENSH, 2021.
- [9] Mme Betatache H. Cours Epuration des eaux usées industrielles - Ecole ENSH Blida 2022.
- [10] BeCloud.com. Les décanteurs statiques n.d. <https://www.suezwaterhandbook.fr/procedes-et-technologies/floculateurs-decanteurs-flottateurs/les-decanteurs/les-decanteurs-statiques> (accessed July 23, 2023).
- [11] Hachemi A. Cours traitement des eaux- ENSH 2021.
- [12] BeCloud.com. Traitement de l'eau - Filtration n.d. <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/processus-elementaires-du-genie-physico-chimique-en-traitement-de-l-eau/filtration> (accessed September 25, 2023).
- [13] MEJDOUB S. Cours de Réutilisation des Eaux Usées Epurées - ENSH 2022.
- [14] BeCloud.com. Cultures libres (boues activées) n.d. <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/processus-elementaires-du-genie-biologique-en-traitement-de-l-eau/cultures-bacteriennes-aerobies/cultures-libres-boues-activees> (accessed July 24, 2023).
- [15] Techno-Science.net.  Lit bactérien : définition et explications. Techno-Sci n.d. <https://www.techno-science.net/definition/3502.html> (accessed July 24, 2023).
- [16] Le traitement de l'azote. STEP Neuchâtel n.d. <https://step-ne.ch/la-fonction/traitement-azote/> (accessed July 24, 2023).

- [17] CHEKCHEK N. Dimensionnement et étude des performances de la station d'épuration des eaux usées de Bouira. ENSH, 2021.
- [18] GAID A. Traitement des eaux résiduaires n.d.
- [19] Boues activées, bassin de décantation, traitement des boues | Air Liquide France Industrie - Fournisseur de gaz industriels n.d. <https://fr.airliquide.com/solutions/traitement-des-eaux/boues-actives-bassin-de-decantation-traitement-des-boues> (accessed September 11, 2023).
- [20] Taha MM. DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION DE LA VILLE DE TENES W.CHLEF n.d.
- [21] Recommandations pour l-exploitation des filtres plantes de roseaux a ecoulement vertical.pdf n.d.
- [22] Alexandre O, Boutin C, Duchène P, Liénard A. Filières d'épuration adaptées aux petites collectivités. Lyon, Marne-la-Vallée: Cemagref Ed. ; CSTB; 1998.
- [23] Boutin C, Héduit A, Helmer J-M. Technologies d'épuration en vue d'une réutilisation des eaux usées traitées (REUT) n.d.
- [24] Noura N. Etude Des Performances Epuratoires de la STEP de BOUSMAIL en vue de leur réutilisation à des fins agricoles. ENSH, n.d.